FOREXI
LE SAVOIR-FAIRE AU SERVICE DE VOS PROJETS

OPQIBI
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
CERTIFICAT N° 19 04 3809

ÉTUDE DE DIMENSIONNEMENT DU FRANCHISSEMENT EN SOUS-ŒUVRE DE L'ALLIER – MISSION G2PRO

RENOUVELLEMENT CANALISATION AEP DN250 SOUS L'ALLIER COMMUNE DE NONETTE-ORSONNETTE (63)



GEOVAL
AU SERVICE DU TERRITOIRE ET DES CITOYENS

DOSSIER N° 25.1276 REVISION N°0

08 JUILLET 2026

FOREXI SAS au capital de 8000 €uros – SIRET 450 632 690 00035 - TVA 614 506 326 - Courriel : contact@forexi.com -Tel : 02 40 52 58 40
Adresse postale : FOREXI 9 rue du Petit Chatelier CS 50306 44300 NANTES Cedex 3

ÉTUDE DE DIMENSIONNEMENT DU FRANCHISSEMENT EN SOUS-ŒUVRE DE L'ALLIER – MISSION G2PRO

RENOUVELLEMENT CANALISATION AEP DN250 SOUS L'ALLIER

COMMUNE DE NONETTE-ORSONNETTE (63)

08/07/2026	0	PCA	PCA	Création du rapport
Date	Révision	Rédacteur	Vérificateur	Objet de la révision

SOMMAIRE

1 Préambule 4
1.1 Détail de la mission 5
2 Caractéristiques de la canalisation 5
3 Présentation du site étudié 7
3.1 Localisation et profil altimétrique 7
3.2 Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) 12
4 Contexte géologique et environnemental 13
4.1 Banque de données du sous-sol 14
4.2 Risques naturels et anthropiques 15
4.3 Zones de protection pour l'environnement 16
5 Rapport de mission G2Pro 18
5.1 Reconnaissances effectuées 18
5.2 Synthèse Géotechnique 19
5.2.1 Commentaire sur la qualité des essais pressiométriques réalisés 19
5.2.2 Caractéristiques des terrains 21
5.2.3 Nappe phréatique 22
5.3 Synthèse Géophysique 23
6 Analyse du risque géotechnique et environnemental 24
7 Incidence du contexte géologique et environnemental sur le choix de la technique 26
8 Presentation générale des travaux 31
8.1 Technique retenue 31
8.2 Methode de réalisation 31
8.3 Présentation des travaux 32
8.4 Calendrier des travaux 35
9 Gestion du fluide de forage 36
9.1 Généralités sur le Rôle du fluide de forage 36
9.2 Vérification de la compatibilité du fluide de forage avec les terrains traversés 37
10 Conclusion 38

Liste des pièces annexées au rapport

[1]	Annexe 1 : Banque de Données du Sous-Sol
[2]	Annexe 2 : Inventaire Géorisques
[3]	Annexe 3 : Tracé et Profil du forage dirigé
[4]	Annexe 4 : Rapport d'investigations géotechniques
[5]	Annexe 5 : Rapport d'investigations géophysiques
[6]	Annexe 6 : Note de calcul – Efforts de tirage et caténaire

1 PREAMBULE

Par suite de la forte divagation du cours de l'Allier sur la commune de Nonette-Orsonnette (63), une canalisation de fonte DN250 se retrouve à découvert au niveau d'une berge érodée.



Canalisation DN250 sous l'Allier à découvert en rive droite

Afin de remplacer cette canalisation, une option de forage dirigé a été retenue suite au rapport de mission G1PGC et aux investigations géotechniques de la phase G2AVP.

La société GEOVAL a mandaté FOREXI pour dimensionner la solution de forage retenue suite à une analyse spécialisée des résultats des investigations géotechniques et géophysiques.

Cette demande a donné lieu au bon de commande en date du 12/02/2025 validant le devis FOREXI 25.1276_rev1 du 11/02/2025.

1.1 DETAIL DE LA MISSION

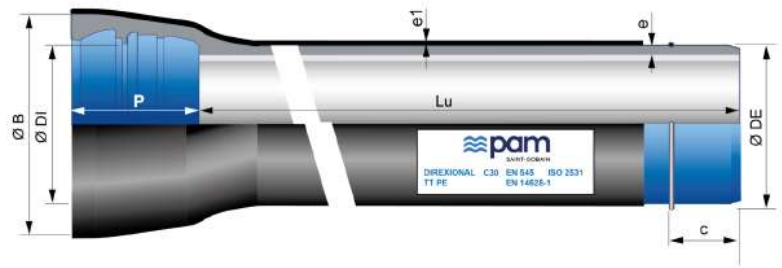
Le présent rapport correspond au mémoire de mission G2PRO et comprendra :

- Les caractéristiques de la canalisation à mettre en place,
- La présentation générale des travaux retenus,
- La synthèse du contexte géologique, avec analyse de risque par rapport à la technique de franchissement envisagée,
- La présentation des contraintes identifiées,
- L'établissement d'un profil de sous-œuvre avec report de la géologie,
- La méthodologie de la solution technique à mettre en place avec délimitation de l'emprise des travaux, établissement des notes de calcul inhérentes à la technique et estimation des délais de réalisation.

2 CARACTERISTIQUES DE LA CANALISATION

Il est question de remplacer une canalisation en fonte de diamètre nominal DN250 avec des collerettes de diamètre extérieur Ø350mm.

Tuyaux DIREXIONAL TT PE DN100 à 700 à emboîtement UNIVERSAL STANDARD + Cordon de soudure Ve



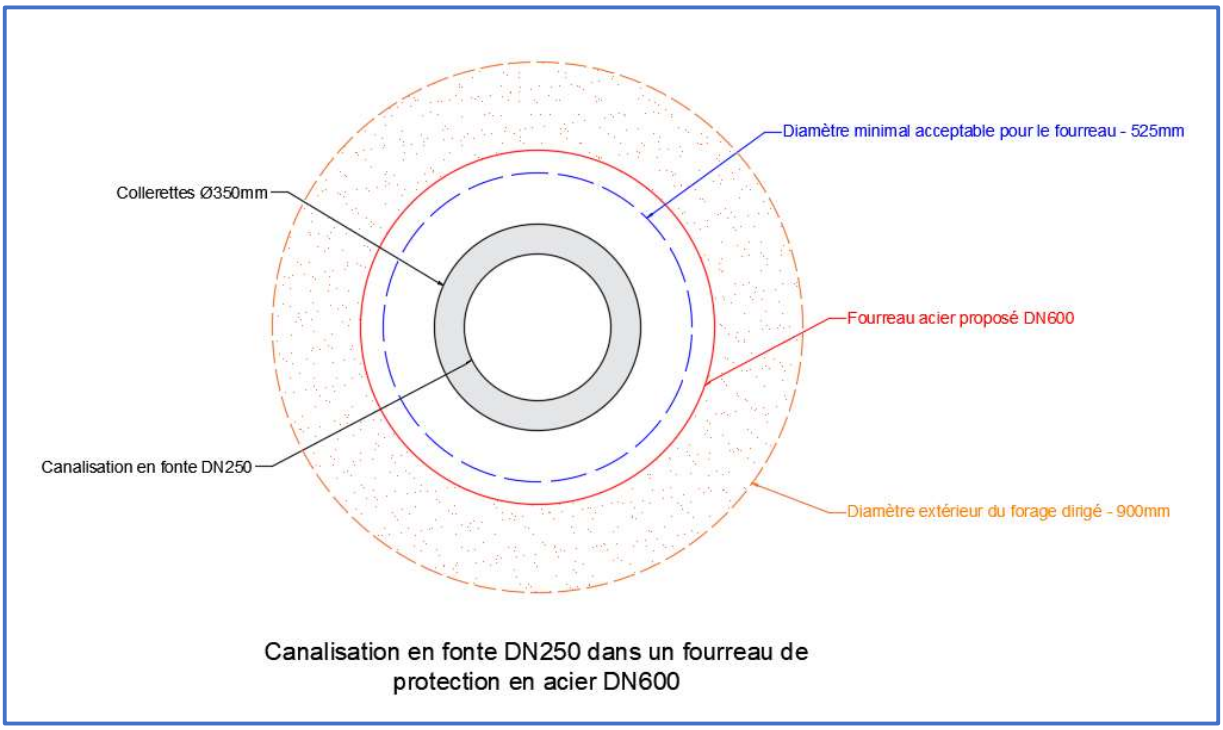
DN	Lu (m)	Classe	e (mm)	e1 (mm)	ØDE (mm)	ØDI (mm)	P (mm)	ØB (mm)	Position du cordon c (mm)	Masse (kg/m)	Référence
100	5,97	C100	6,1	1,8	118	121,4	140	188	90	20,10	227925
125	5,97	C64	6,1	2	144	147,4	148	203	95	24,90	227926
150	5,97	C64	6,2	2	170	173,4	148	230	95	29,90	227928
200	5,97	C64	6,5	2	222	225,2	155	290	100	41,30	227929
250	5,97	C50	6,8	2	274	276,8	166	350	110	53,80	227937
300	5,97	C50	7,4	2,2	326	328,8	180	408	115	69,50	227938
350	5,97	C40	7,7	2,2	378	380,9	184	463	115	85,80	227945
400	5,97	C40	8,1	2,2	429	431,9	176	510	113	100,90	227946

Diamètre nominal et extérieur de la canalisation en fonte à mettre en place

On note que des surépaisseurs additionnelles de quelques millimètres sont nécessaires, avec la mise en œuvre des manchettes et des collerettes de protection.
Dans le reste de la présente étude, ces surépaisseurs sont considérées négligeables, et on retiendra un diamètre extérieur de Ø350mm.

Pour permettre la mise en place de cette canalisation et garantir son intégrité, la mise en place d'un fourreau extérieur de protection est préconisée, fourreau dans lequel la canalisation en fonte destinataire sera mise en place une fois le franchissement terminé.

Pour s'assurer que les efforts de tirage et le risque d'accrochage et d'arrachement de la canalisation en fonte sont minimisés, nous proposons de conserver un diamètre intérieur pour le fourreau de protection a minima égale à 1,5x le diamètre extérieur du tube en fonte.
Ici, il est question de mettre en place un fourreau avec un diamètre interne utile supérieur ou égal à 525mm.
Nous proposons donc d'employer un fourreau externe protecteur en acier DN600mm.



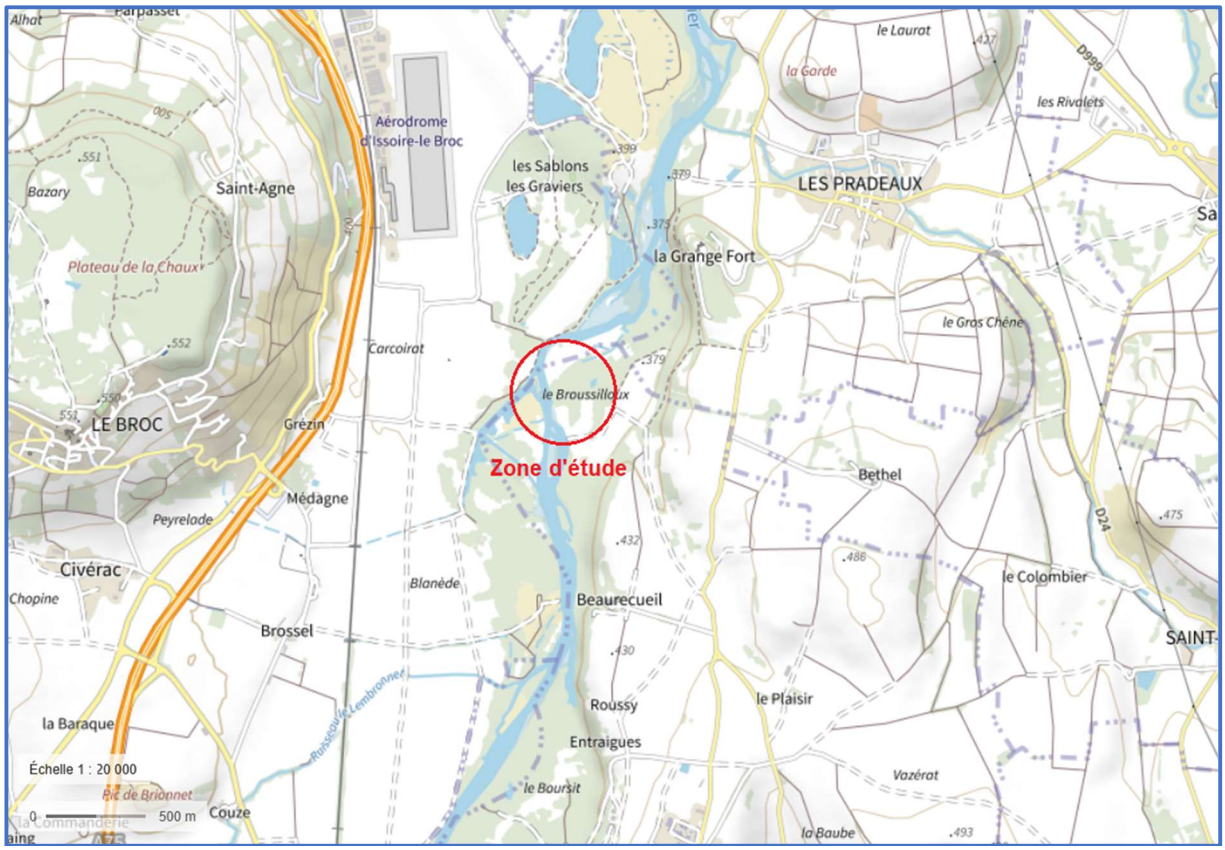
Coupe de principe du forage dirigé proposé

3 PRESENTATION DU SITE ETUDIE

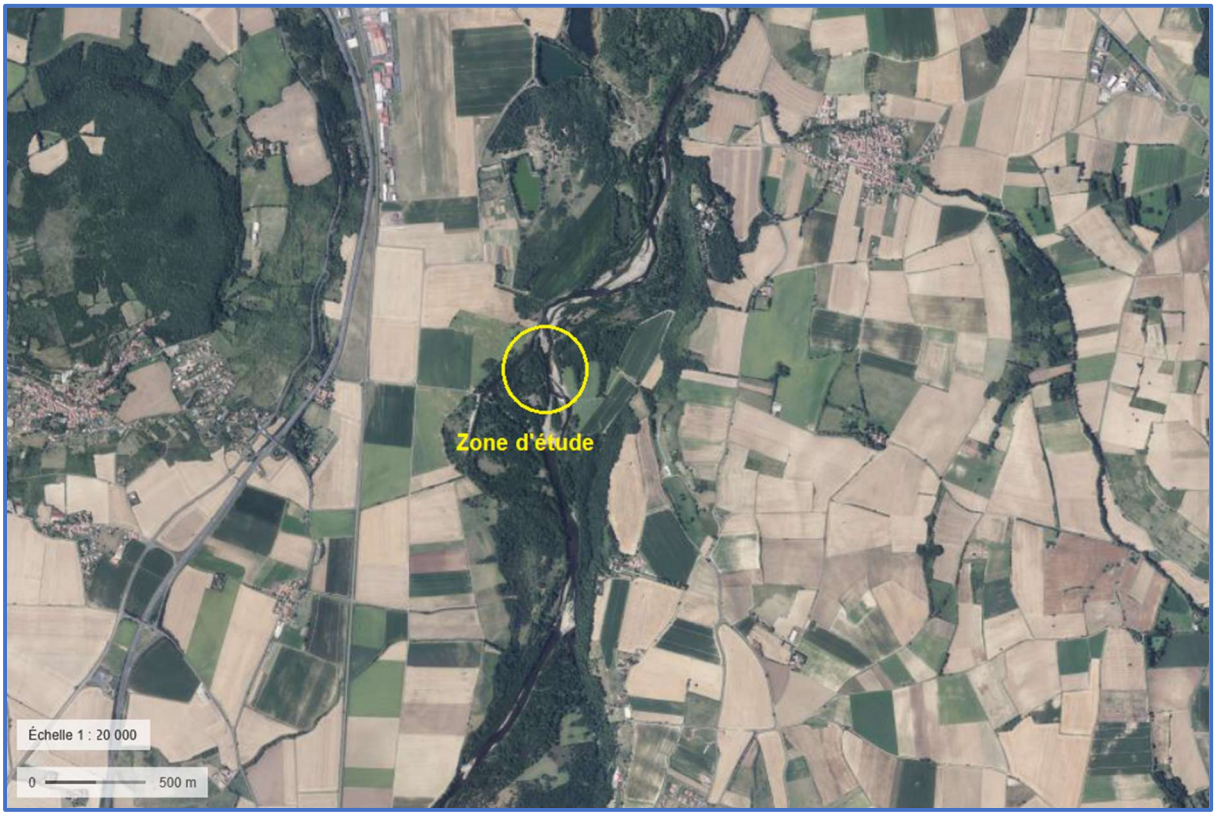
3.1 LOCALISATION ET PROFIL ALTIMETRIQUE

Le site de franchissement se situe au Nord-Ouest de la commune de Nonette-Orsonnette (63), entre les lieux-dits « Beaurecueil » et « La Grange Fort » et au niveau des parcelles agricoles du lieu-dit « Le Broussilloux ».

L'objectif est de franchir l'Allier selon un axe globalement Est-Ouest, en implantant les travaux de sous-œuvre en dehors de l'espace mobilité de l'Allier.



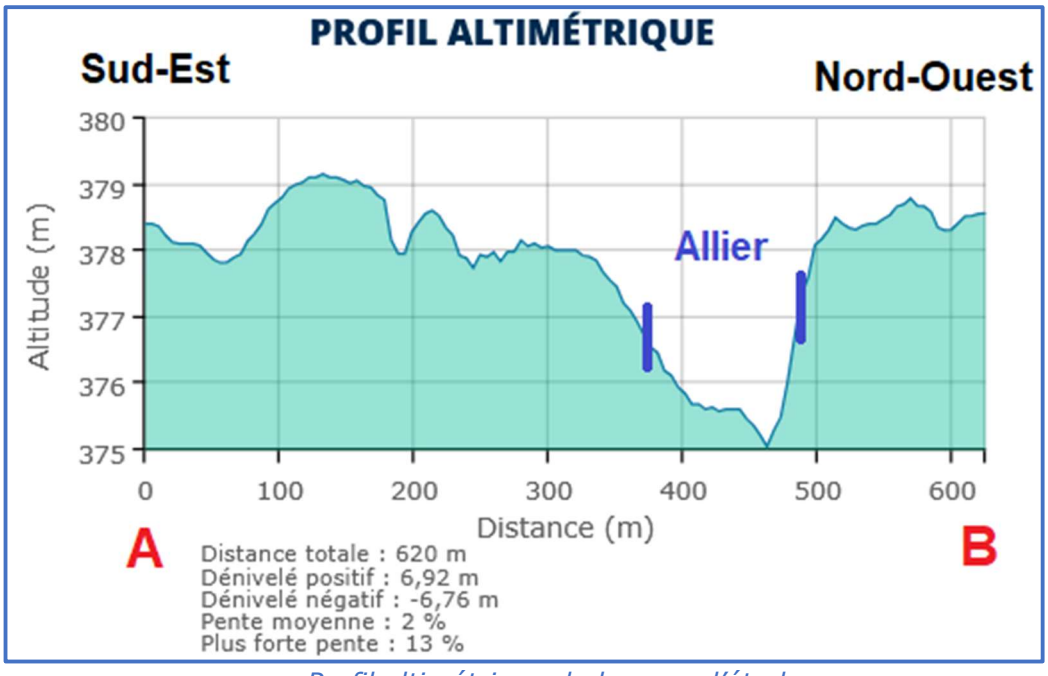
Localisation de la zone d'étude



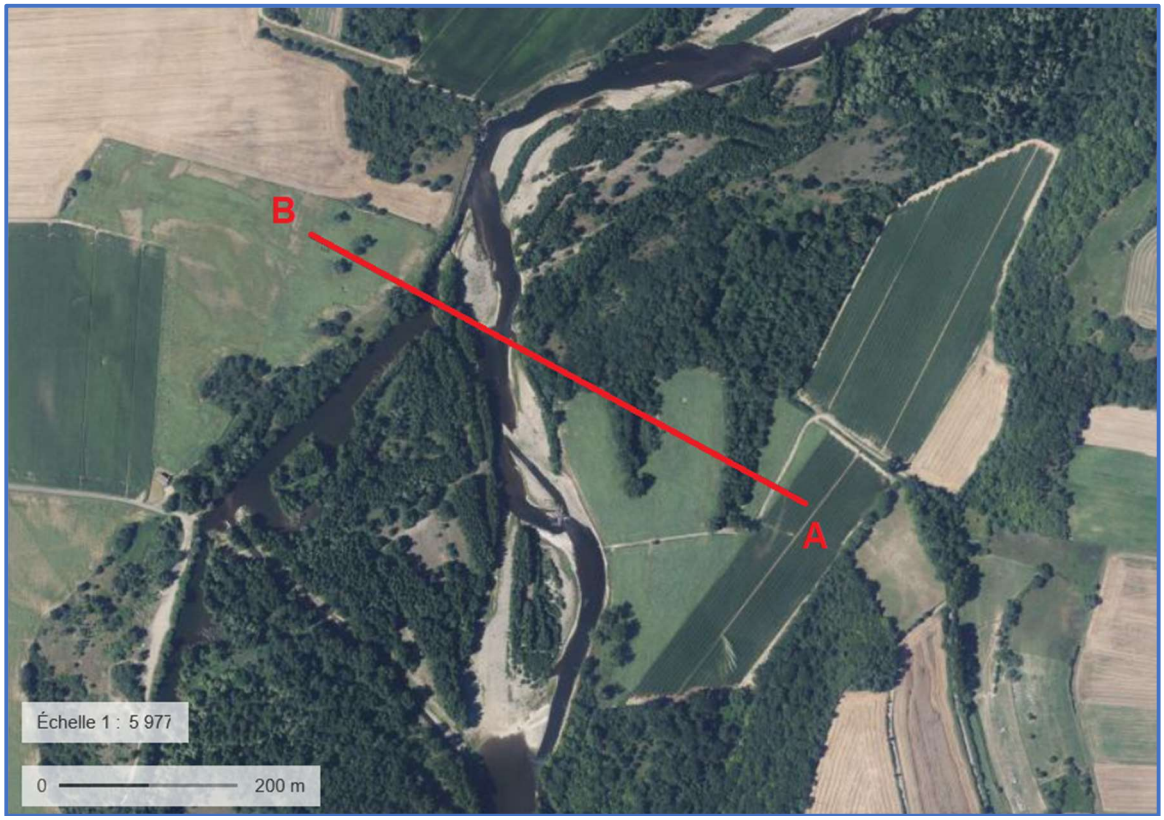
Vue aérienne de la zone d'étude

Le site d'étude se trouve en milieu rural et est sensiblement plat, avec des côtes altimétriques comprises de 377.8m à 379.1m NGF en partie Est (rive droite) et de 378.4 à 378.8m NGF en partie Ouest (rive gauche).

La rivière de l'Allier est encaissée d'environ 3m, avec pour point bas la côte altimétrique +374.9m NGF.

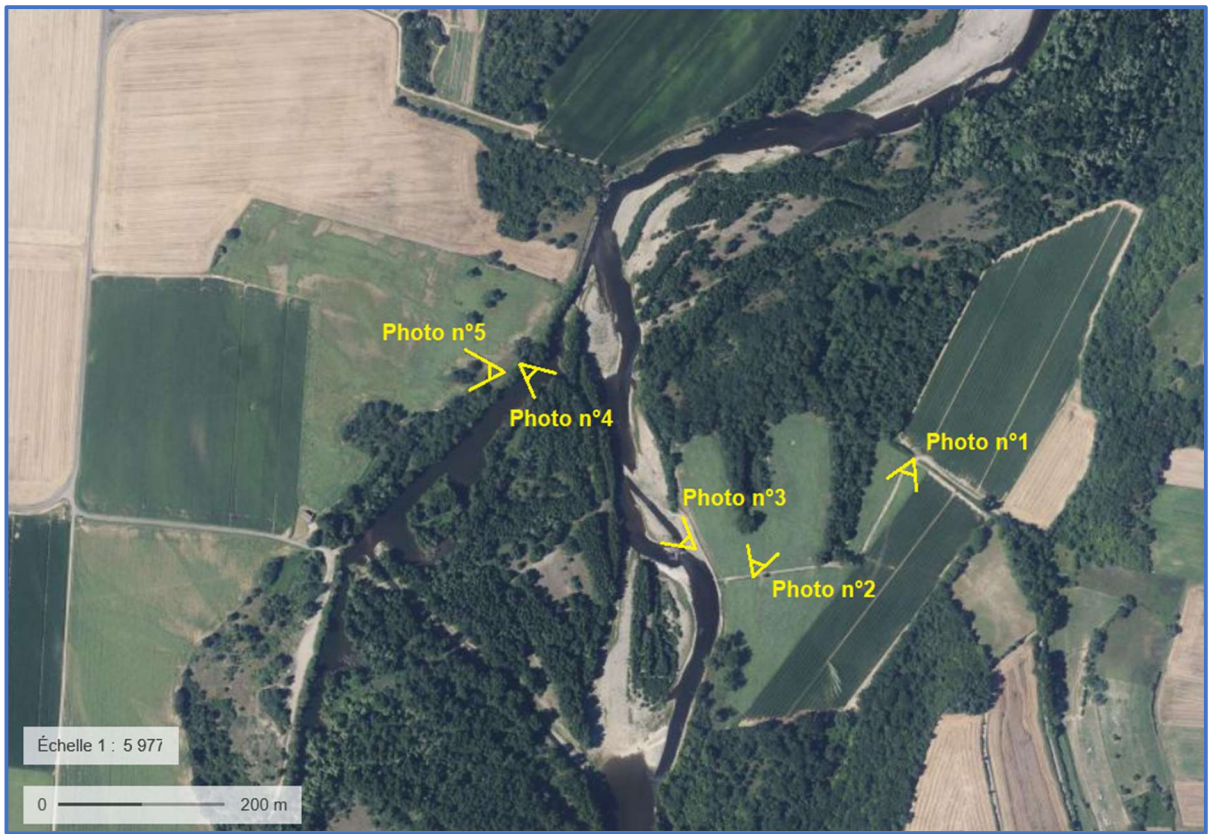


Profil altimétrique de la zone d'étude



Tracé correspondant au profil altimétrique

Ci-dessous sont montrées quelques photographies prises à l'occasion de notre visite sur site du 28/02/2025, réparties comme suit :



Implantation et orientation des photographies



Photographie n°1 – Parcelle agricole à l'Est : point d'entrée du forage pressenti



Photographie n°2 – Seconde implantation possible du point d'entrée du forage à l'Est



Photographie n°3 – L'Allier



Photographie n°4 – Parcelles agricoles en partie Ouest du projet, zone de sortie



Photographie n°5 – L'Allier vu depuis la rive gauche

3.2 ZONE D'INFLUENCE GEOTECHNIQUE (ZIG)

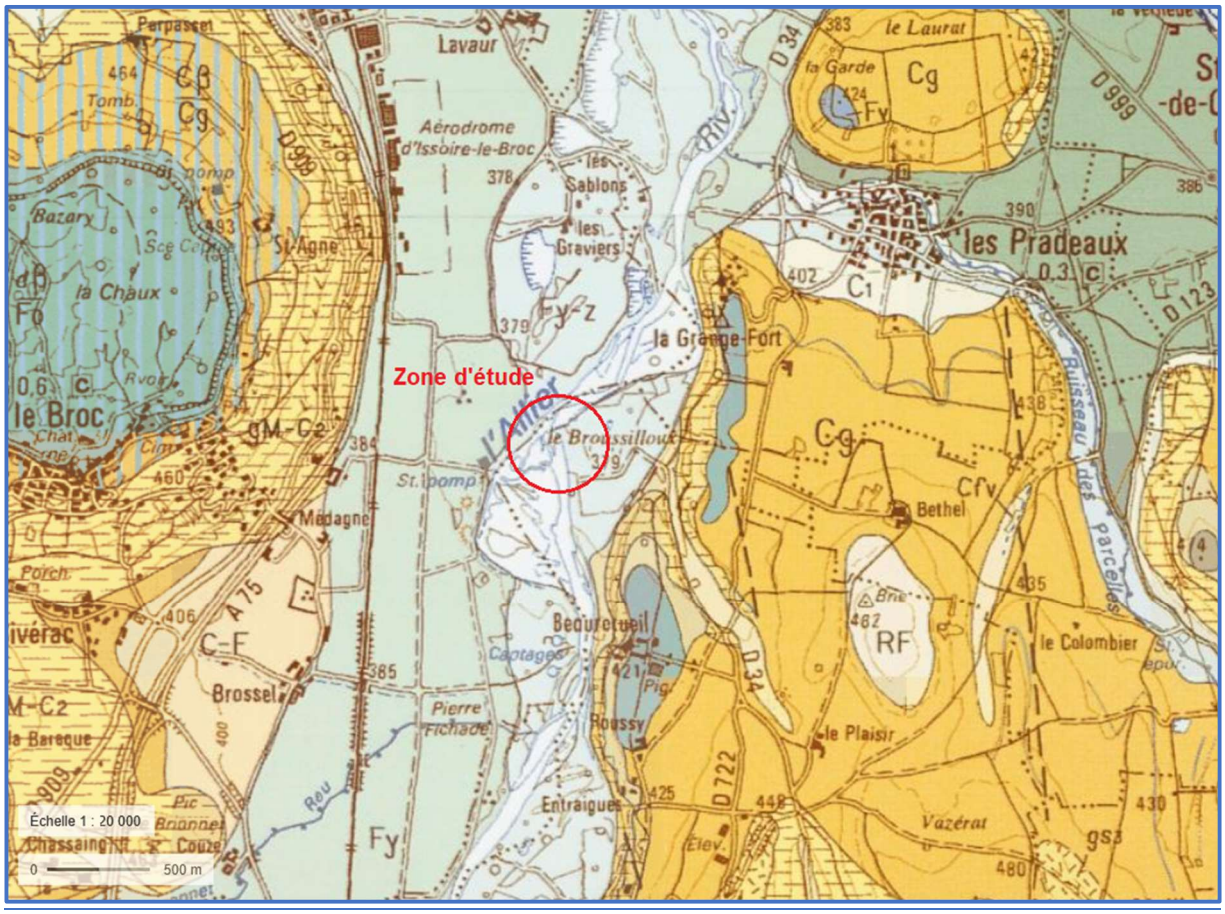
De part et d'autre de l'Allier, l'accès aux plateformes de travail se fait facilement depuis la Route du Domaine de la Grange à l'Est et le Chemin de Médagne à l'Ouest.
On remarque la présence d'une station de pompage en bordure Sud de la parcelle agricole à l'Ouest de la zone d'étude. Cette station de pompage se situe à 600m en amont de la zone de franchissement. Les travaux en sous-œuvre n'impacteront donc pas la zone de captage.

Les Déclarations de Travaux (DT) réalisées dans la zone étudiée indiquent qu'aucun réseau enterré n'est présent à proximité directe de l'ouvrage envisagé, à l'exception bien sûr de la canalisation existante qu'il s'agit de remplacer.

4 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

La carte géologique au 1/50 000e de SAINT GERMAIN-LEMBRON n°742 précise les terrains attendus au droit des zones de travaux :

- En surface de part et d'autre de l'Allier, on trouve les Alluvions du Pléistocène Supérieur **Fy**. Présentes sur l'ensemble du lit majeur de l'Allier, elles sont composées de sables et de galets de basalte non altérés (et donc supposés durs et abrasifs).
- Latéralement, plus à l'Est et à l'Ouest du site étudié, on trouve des Colluvions de basalte **Cg** et **C-F**. Ces formations grossières sont composées soit de blocs de matériaux basaltiques très durs et abrasifs soit de lentilles argilo-calcaires.
- Dessous, à une profondeur indéterminée, le substratum régional basaltique est probablement présent.



Carte géologique de la zone d'étude au 1/50000ème

4.1 BANQUE DE DONNEES DU SOUS-SOL

L'interrogation de la Banque de Données du Sous-Sol du BRGM a montré la présence de quelques sondages avec log géologique exploitable à proximité du site d'étude.

Les sondages les plus pertinents en termes de profondeur atteinte ou de géologie attendue ont été sélectionnés.
La lithologie détaillée de ces sondages est présentée en Annexe 1.



Localisation des sondages de la BSS

Sondage	Lithologie	Cote (m NGF)	Niveau d'eau (m /TN)
BSS001VJHU	0 – 0.4m : Terre Végétale 0.4 – 8.4m : Sables Grossiers avec galets de granite et de basalte 8.4 – 9.7m : Bancs de gros blocs de basalte et de galets de quartz 9.7 – 12.7m : Sable grossier devenant de plus en plus argileux 12.7 – 13.4m : Argile gris-vert	+380	/
BSS001VJHV	0 – 0.4m : Terre Végétale 0.4 – 10.2m : Sables grossiers, galets et blocs basaltiques 10.2 – 10.5m : Argile rouge	+380	/
BSS001VJHW	0 – 0.2m : Terre Végétale 0.2 – 9.1m : Sables grossiers, galets et blocs basaltiques	+380	5.2

L'épaisseur des alluvions sableuses à galets et blocs basaltiques varie de 8 à 10m. Dessous, la formation argileuse reconnue pourrait correspondre à des dépôts de pente.

4.2 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

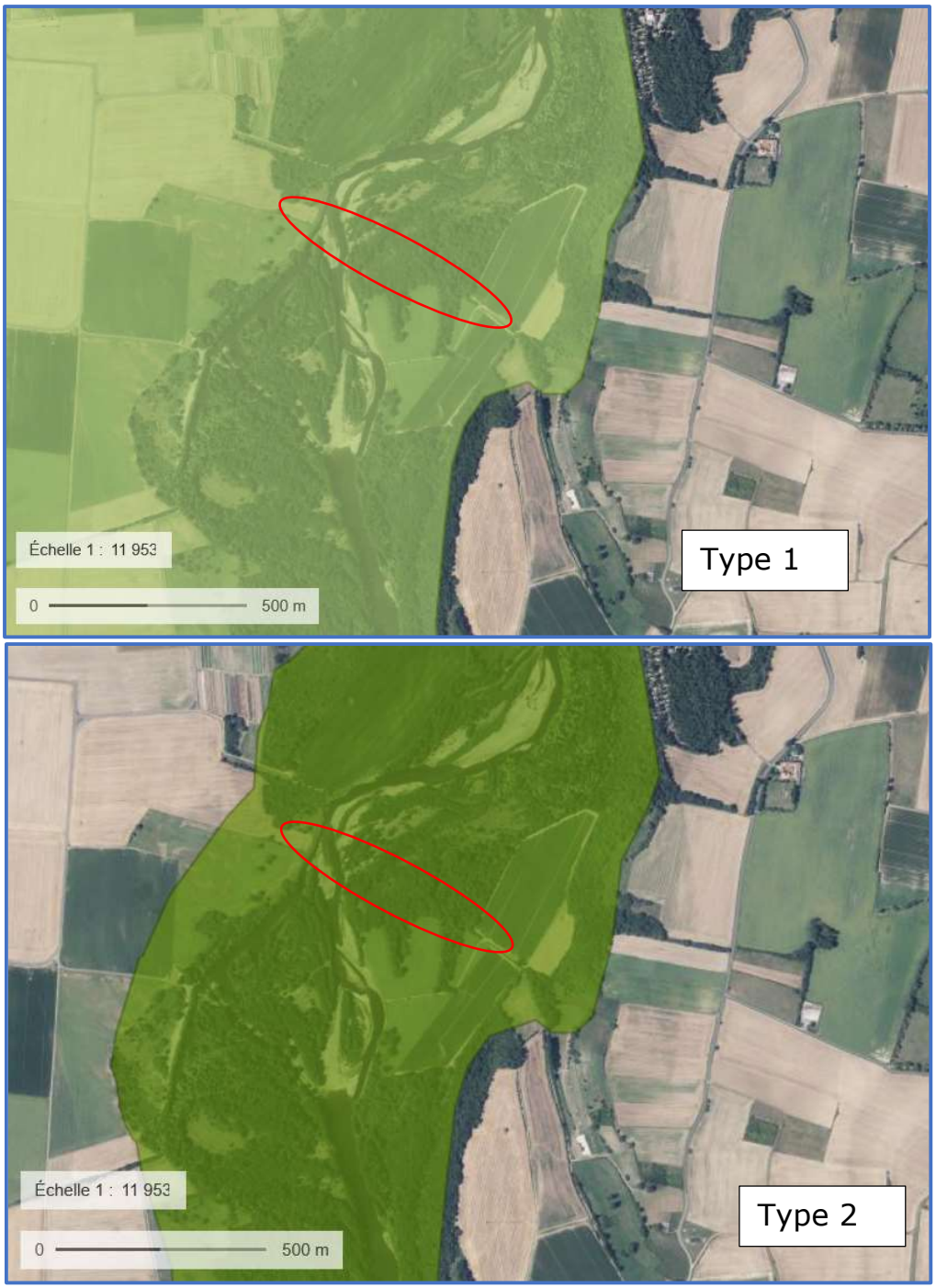
La consultation du site georisques.gouv.fr et des inventaires Basias et Basol (Annexe 2) a montré les risques naturels suivants :

- Le risque de retrait-gonflement des argiles est faible,
- Le site est classé en zone de sensibilité forte au risque de remontée de nappe,
- La commune de Nonette-Orsonnette n'est pas référencée comme « commune avec cavités non localisées »,
- Elle se trouve dans une zone de sismicité modérée (niveau 3),
- La zone d'étude est concernée par un Plan de prévention des Risques Inondation (PPRI),
- Aucune installation industrielle référencée BASIAS/BASOL n'est répertoriée à proximité directe des sites d'études,
- Il n'y a pas d'installations industrielles classées pour la protection de l'environnement (ICPE), ni d'anciennes installations susceptibles d'avoir pollué les sols.

4.3 ZONES DE PROTECTION POUR L'ENVIRONNEMENT

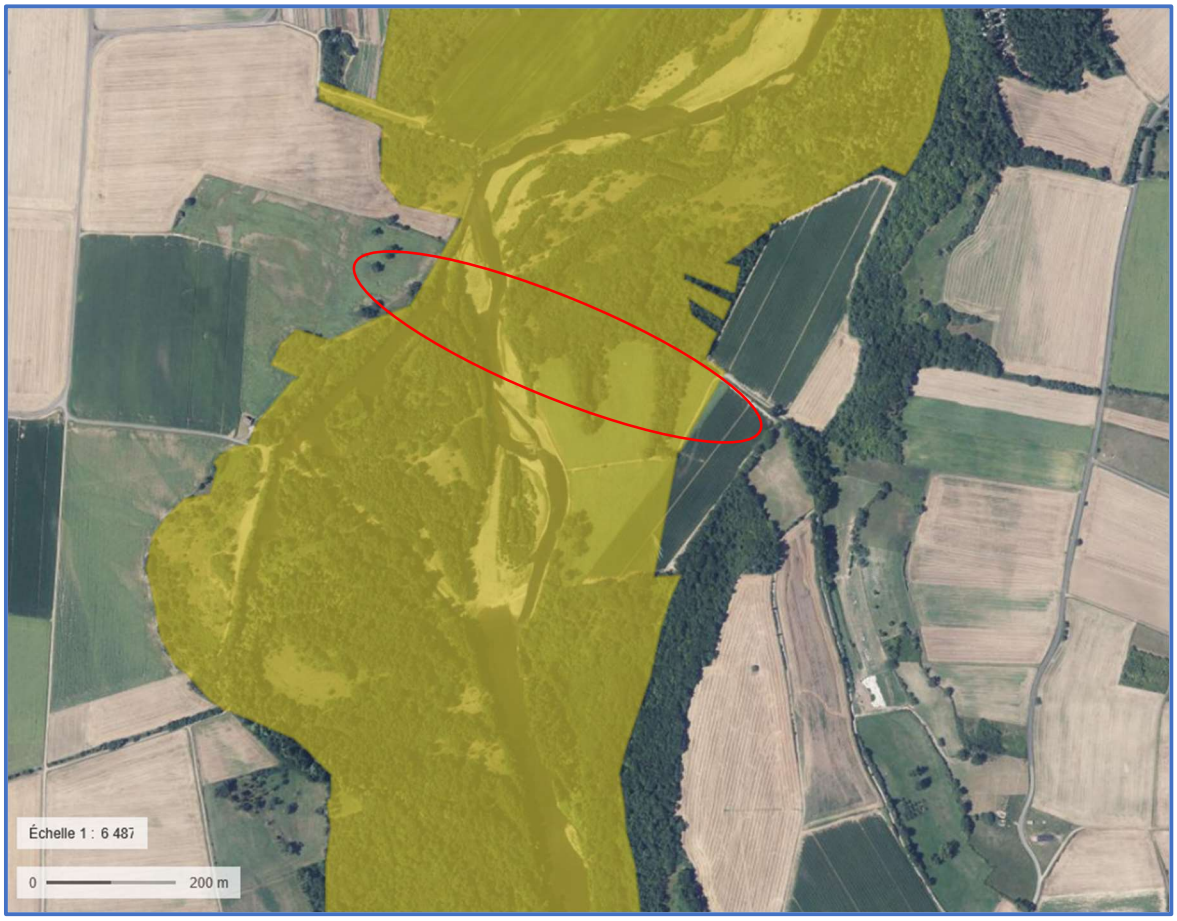
Le site d'étude est implanté dans les ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique) suivantes :

- ZNIEFF Continentale de type 1 (Espace homogène écologiquement),
- ZNIEFF Continentale de type 2 (Grand ensemble naturel riche et peu modifié).



Cartes ZNIEFF de type 1 et 2

La zone d'étude est également localisée directement sur une zone classée Natura 2000 au titre de la Directive Habitats.



Carte de la zone Natura 2000

5 RAPPORT DE MISSION G2PRO

5.1 RECONNAISSANCES EFFECTUEES

Ce rapport s'appuie sur les reconnaissances effectuées par la société GINGER CEBTP (Annexe 4). La campagne de sondage géotechnique a été réalisée en décembre 2025.

Les sondages réalisés sont les suivants :
En partie Sud-Est du projet,

- 1 **sondage pressiométrique** noté SP1 porté à 20m de profondeur et avec réalisation d'un essai pressiométrique tous les mètres et enregistrement des paramètres de forage.
- 1 **sondage carotté** noté SC1 porté à 20m de profondeur et avec récupération des échantillons excavés,
- 1 **sondage à la pelle mécanique** noté PM1 porté à 3m de profondeur ou au refus,

En partie centrale du projet, sur la rive de l'Allier,

- 1 **sondage pressiométrique** noté SP2 porté à 20m de profondeur et avec réalisation d'un essai pressiométrique tous les mètres et enregistrement des paramètres de forage.
- 1 **sondage carotté** noté SC2 porté à 20m de profondeur et avec récupération des échantillons excavés,

EN partie Nord-Ouest,

- 1 **sondage pressiométrique** noté SP3 porté à 20m de profondeur et avec réalisation d'un essai pressiométrique tous les mètres et enregistrement des paramètres de forage.
- 1 **sondage carotté** noté SC3 porté à 20m de profondeur et avec récupération des échantillons excavés,
- 1 **sondage à la pelle mécanique** noté PM2 porté à 3m de profondeur ou au refus.

13 **essais de perméabilité LEFRANC en forage ouvert** ont été réalisés dans les 3 sondages carottés.

En laboratoire, les essais suivants ont été réalisés :

- 10 classifications des sols **GTR complètes,**
- 4 **Limites d'Atterberg,**
- 1 **essai de compression simple**,
- 2 **essais d'abrasivité CERCHAR**,
- 2 **essais de cisaillement** à la boite de Casagrande.

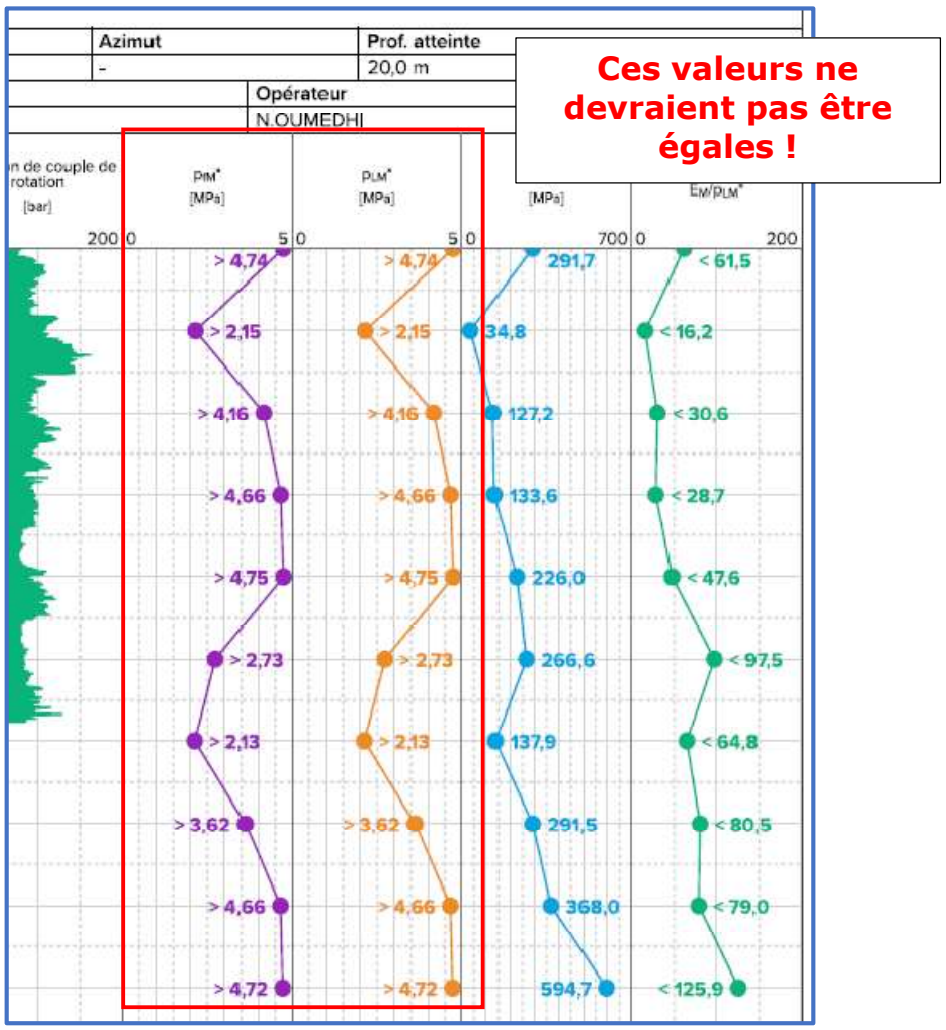
5.2 SYNTHESE GEOTECHNIQUE

5.2.1 Commentaire sur la qualité des essais pressiométriques réalisés

Avant tout, il convient d'établir que la réalisation de sondages pressiométriques au sein de formations graveleuses hétérogènes n'est pas un processus simple.
Cependant, on note que **la qualité de réalisation ou d'interprétation des essais pressiométriques réalisés dans les sondages SP1, SP2 et SP3 est plutôt médiocre.**

Pour vulgariser, l'interprétation de la courbe d'évolution de la pression obtenue à la suite des essais pressiométriques nécessite de fixer la valeur de la pression de fluage Pf* manuellement avant le début de la rupture plastique des terrains en place.
L'interprétation de la pression limite Pl* se fait ensuite graphiquement, par comparaison entre la courbe de pression et la courbe de fluage.

Essentiellement, lors de la réalisation d'un essai pressiométrique et à l'occasion de son interprétation, la pression de fluage Pf* est systématiquement (et nécessairement) inférieure à la pression limite Pl*.
Une égalité entre ces deux valeurs indique soit un manque de données lors de la réalisation de l'essai pressiométrique (souvent associée à un terrain extrêmement induré qui n'atteint jamais sa limite plastique), **soit une mauvaise interprétation** des données.



Essais pressiométriques présentés dans le sondage SP1

Sur les 57 essais pressiométriques réalisés, 27 résultats annoncent une pression limite égale à la pression de fluage et ce même dans des formations considérées comme meubles. **La moitié des essais réalisés indiquent donc des valeurs de pression limite et de module pressiométrique imprécises et qui ne permettent pas d'obtenir une résolution satisfaisante au sein des horizons rencontrées.**

Heureusement, il se trouve que la géologie en place ne nécessite pas une telle résolution dans le cadre de notre projet, et ces imprécisions n'ont en conséquence pas eu d'impact sur la solution proposée dans la suite du présent rapport.

5.2.2 Caractéristiques des terrains

- En surface et sous une couche de limons végétaux de faible épaisseur, on retrouve les alluvions de l'Allier sous la forme de **sables grossiers et graves sableuses localement chargés en galets et graviers presque propres**.

Paramètre	Valeur
Module pressiométrique (moyenne géométrique 23 valeurs)	**17.15 MPa**
Écart type des modules pressiométriques	**18.45**
Pression limite nette (moyenne géométrique 23 valeurs)	**2.23 MPa**
Écart type des pressions limites	**1.47**
*Valeur au bleu **VBS** (moyenne 5 valeurs)*	**0.034**
*Classification **GTR***	**D_1 – D_2**
Dmax des blocs rencontrés	**80mm**

Les classifications GTR des sols en place réalisés à diverses profondeurs au sein des sondages SC1, SC2 et SC3 sont relativement homogènes, et définissent ces formations de surface comme « **D_1 : sables alluvionnaires propres** », « **D_2 : Graves alluvionnaires propres** ».

Les essais de perméabilité réalisés dans cet horizon indiquent un perméabilité moyenne étonnement faible pour des graves, avec en moyenne k= 1.10^{-6} /1.10^{-7}m/s.
Ces valeurs indiquent une cimentation certaine des graves en place, mais il est très probable que les passées plus graveleuses soient largement plus perméables, et **ces valeurs doivent être interprétées avec précaution**.
Nous proposons dans la suite de la présente étude de conserver une attitude sécuritaire, et de supposer les passées graveleuses des franges alluvionnaires comme très perméables.

Aucun essai de cisaillement n'a été réalisé dans les graves, mais on peut supposer C'=0kPa et φ=35-40°.

- Dessous, et jusqu'à la fin des sondages géotechniques réalisés vers 20m de profondeur, on retrouve le **substratum limono-argileux rouge, localement consolidé sous la forme de bancs gréseux abrasifs.**

Paramètre	Valeur
Module pressiométrique (moyenne géométrique 31 valeurs)	**76.58 MPa**
Écart type des modules pressiométriques	**131.42**
Pression limite nette (moyenne géométrique 31 valeurs)	**3.39 MPa**
Écart type des pressions limites	**1.11**
Résistance à la compression simple (1 valeur)	**18 MPa**
*Valeur au bleu **VBS** (moyenne 5 valeurs)*	**1.63**
*Classification **GTR***	**A_1 – A_2 – B_5**

Les écart-types observés dans les valeurs de module pressiométrique laissent penser que les limon et argiles en place se présentent sous la forme de bancs hétérogènes avec des **caractéristiques mécaniques qui varient radicalement avec la profondeur**.
Ces valeurs sont toutefois à interpréter avec précaution, puisque le module pressiométrique découle de l'interprétation des essais pressiométriques, qui est ici incertaine.

Les classifications GTR des sols en place réalisés à diverses profondeurs au sein des sondages SC1, SC2 et SC3 sont relativement homogènes, et définissent ces formations de surface comme « **A_1-B_5 : Limons, Sables et graves très silteuses** », « **A_2 : Limons, argiles et marnes peu plastiques** ».

Les essais de perméabilité réalisés dans cet horizon indiquent une perméabilité assez importante, avec en moyenne k= 1.10^{-5}m/s.
Une adaptation des fluides de forage sera probablement à prévoir.

5.2.3 Nappe phréatique

A l'occasion SC1, SC2 et SC3, un niveau d'eau a été mesuré aux alentours de 1.8 - 3.6m de profondeur.

Ici, compte tenu de l'obstacle à franchir, cette donnée correspond aux prévisions et la majorité du forage proposé se fera sous le niveau de la nappe phréatique, sans contrainte additionnelle.

5.3 SYNTHESE GEOPHYSIQUE

En complément de la campagne de reconnaissances géotechniques, des investigations géophysiques ont été réalisées.

La société GINGER CEBTP est intervenue pour réaliser une série de tomographies électriques alignées avec l'axe du forage pressenti en phase G1 PGC, calibrées par une série de sondages électriques et réinterprétées à l'aide des sondages géotechniques.

Les niveaux d'alluvions graveleux recherchés ont bien été identifiés, et l'interface avec les limons et argiles sous-jacentes se distingue relativement bien.
Aucun niveau de graviers propres n'est identifié au droit de l'Allier.

Cette zone a été reportée sur le profil de la solution technique proposée.

Il ressort de la coupe géologique finale une analyse très proche de celle obtenue par analyse des sondages géotechniques, avec des matériaux graveleux meubles et hétérogènes, localement perméables qui reposent sur un substratum plus consolidé avec une interface légèrement en « dents de scie ».

6 ANALYSE DU RISQUE GEOTECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

Identification du risque	Présence	Commentaires	Analyse de l'aléa	Conséquences
Présence de vides, de dolines, ou de phénomènes karstiques	NON			
Présence de couches de terrain compressible ou de zones décomprimées ou sans cohésion	NON	On peut supposer les alluvions en surface sans cohésion		*Effondrement du trou foré, perte partielle ou totale des fluides de forage*
Présence d'écoulements d'eau souterraine au-dessus de la base de la canalisation	---	NON OBSERVE		
Présence d'une nappe phréatique	OUI	Le niveau d'eau le plus haut a été mesuré aux alentours de -1.6m/TN		*Arrivée d'eau dans le forage*
Présence de couches de terrain boulant	OUI	Les graves en place sont boulantes		*Problèmes de stabilité des parois du forage*
Présence de blocs rocheux	OUI	Les graves en place présentent des galets de Dmax 80mm		*Déviation de la trajectoire, blocage de l'outil de forage*
Présence de terrains collants, gonflants ou susceptibles de contaminer un fluide de forage à la bentonite	NON			
Présence de matériaux abrasifs	OUI	Les bancs grésifiés du substratum peuvent être abrasifs		*Usure prématurée des outils de forage*
Présence de matériaux rocheux durs	OUI	Localement les limons et argiles se présentent sous la forme de bancs grésifiés très indurés		*Usure prématurée des outils de forage et déviations possibles du tir pilote*
Présence d'obstacles artificiels	NON			

Légende de l'analyse des aléas géologique et environnementaux				
Aléa Mineur	Aléa Faible	Aléa Moyen	Aléa Fort	Aléa Majeur

Un aléa est par définition un évènement imprévisible pouvant affecter les opérations de forage.

- Un aléa faible est un aléa qui n'aura pas d'impact sur les opérations de forage,
- Un aléa moyen est un aléa qui peut être maîtrisé en adaptant la technique de forage,
- Un aléa fort est un aléa qui ne pourra pas être entièrement maîtrisé et qui existera toujours même après adaptation de la technique de forage,
- Un aléa majeur est un aléa de nature à compromettre la réalisation du forage.

Aucun aléa majeur n'a été relevé, susceptible de remettre en cause la réalisation du franchissement.

7 INCIDENCE DU CONTEXTE GEOLOGIQUE ET ENVIRONNEMENTAL SUR LE CHOIX DE LA TECHNIQUE

Le sous-sol est principalement composé d'alluvions limono-graveleuses, avec quelques bancs et passées de galets presque propres qui reposent sur des argiles rouges localement indurées.
La majorité du tracé se fait en dessous de la nappe phréatique.

Compte tenu de la géométrie du site d'étude et de la géologie en place, le franchissement des deux bras de l'Allier est envisageable par forage dirigé, sous conditions.

La réalisation d'un long tir de forage dirigé sous l'Allier présente une série de contraintes qui impactent de façon significative le design de l'ouvrages que nous proposons.

Les contraintes principales identifiées concernent la géologie en place et l'espace disponible pour implanter les plateformes de travail :

1. Contraintes géologiques

Une grande partie du forage se fait directement au sein des alluvions grossières et des passées de galets presque propres.

La perméabilité attendue dans de telles formations est très élevée, et génère un risque de pertes partielles ou totales des fluides de forage très important.
La mise en œuvre d'un casing (soutènement externe en acier) qui part de la surface et s'ancre à quelques mètres de profondeur dans les formations argileuses semble inévitable.

Il s'agit de foncer un tube acier de diamètre plus important que le forage prévu depuis la surface et jusqu'à atteindre les formations moins perméables, puis de démarrer le forage dans l'espace annulaire de ce tube en acier.
La bonne circulation des fluides de forage est ainsi garantie jusqu'à la sortie de l'outil de forage du casing, et le risque de perte est considérablement réduit.

Concernant le casing :

- Le diamètre intérieur du tube acier doit être supérieur au diamètre du plus grand alésage prévu, de telle sorte que l'outil de forage puisse pénétrer le casing sans risque de blocage ou d'endommagement des outils.

  Ici, l'alésage le plus grand est de 900mm. **Il est donc question de mettre en place un casing acier DN1000.**

- Le casing impose un ordre de réalisation du forage spécifique.

  Il est impératif de commencer le forage au droit du casing.

  Il est également nécessaire à la fin des opérations de forage de tirer la canalisation depuis le casing et vers le terrain naturel, pour minimiser les risques de coincement et d'endommagement de la canalisation.

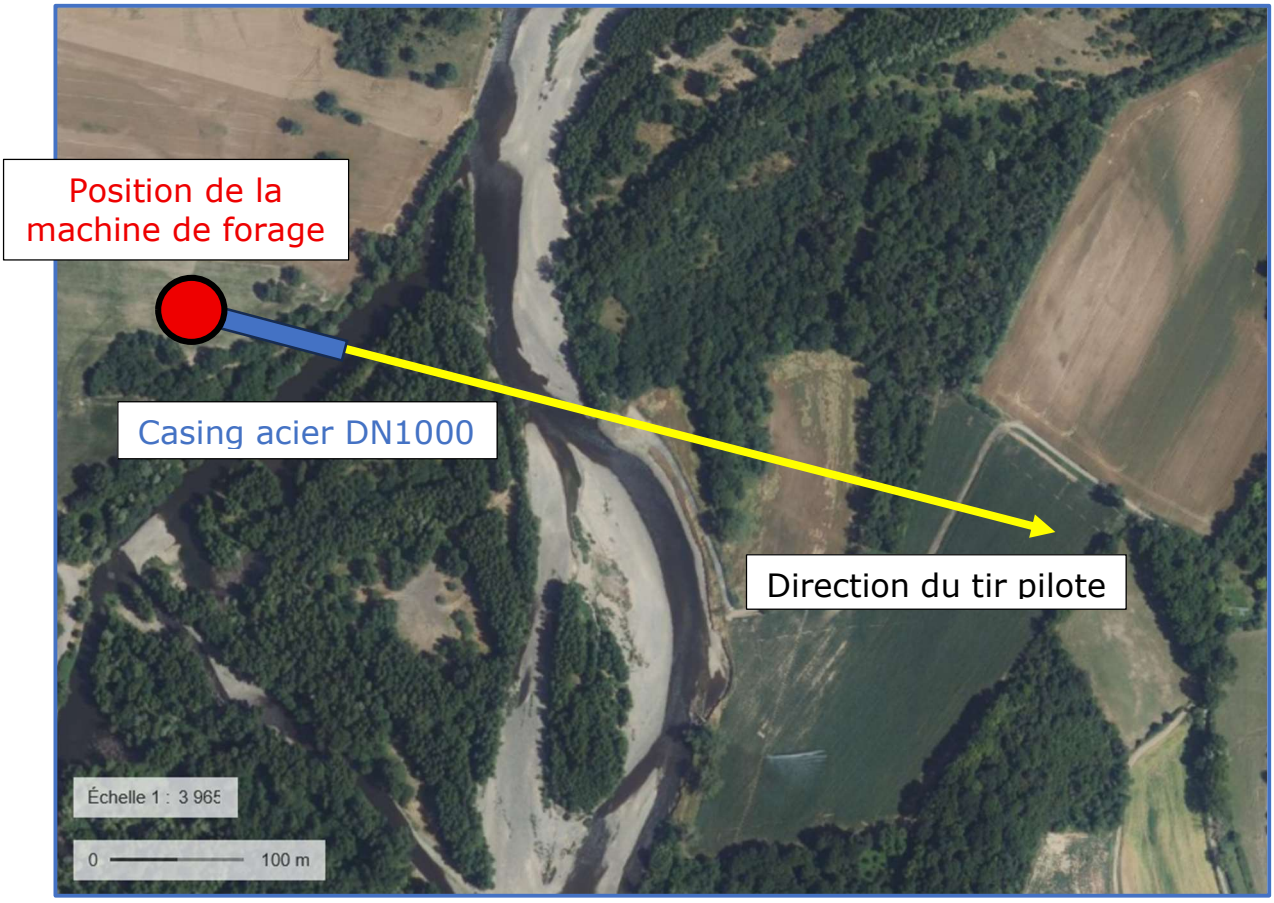
  Une fois le tir pilote et les alésages achevés, **il sera donc nécessaire de d'inverser les points d'entrée et de sortie et de déplacer la machine d'une extrémité à l'autre de l'ouvrage**.

- On remarque que la mise en place d'un casing ne protège que la « première moitié » du forage contre les problématiques de pertes des fluides de forage dans les galets. Une fois que l'outil de coupe remonte du substratum et vers la surface, le risque réapparait.

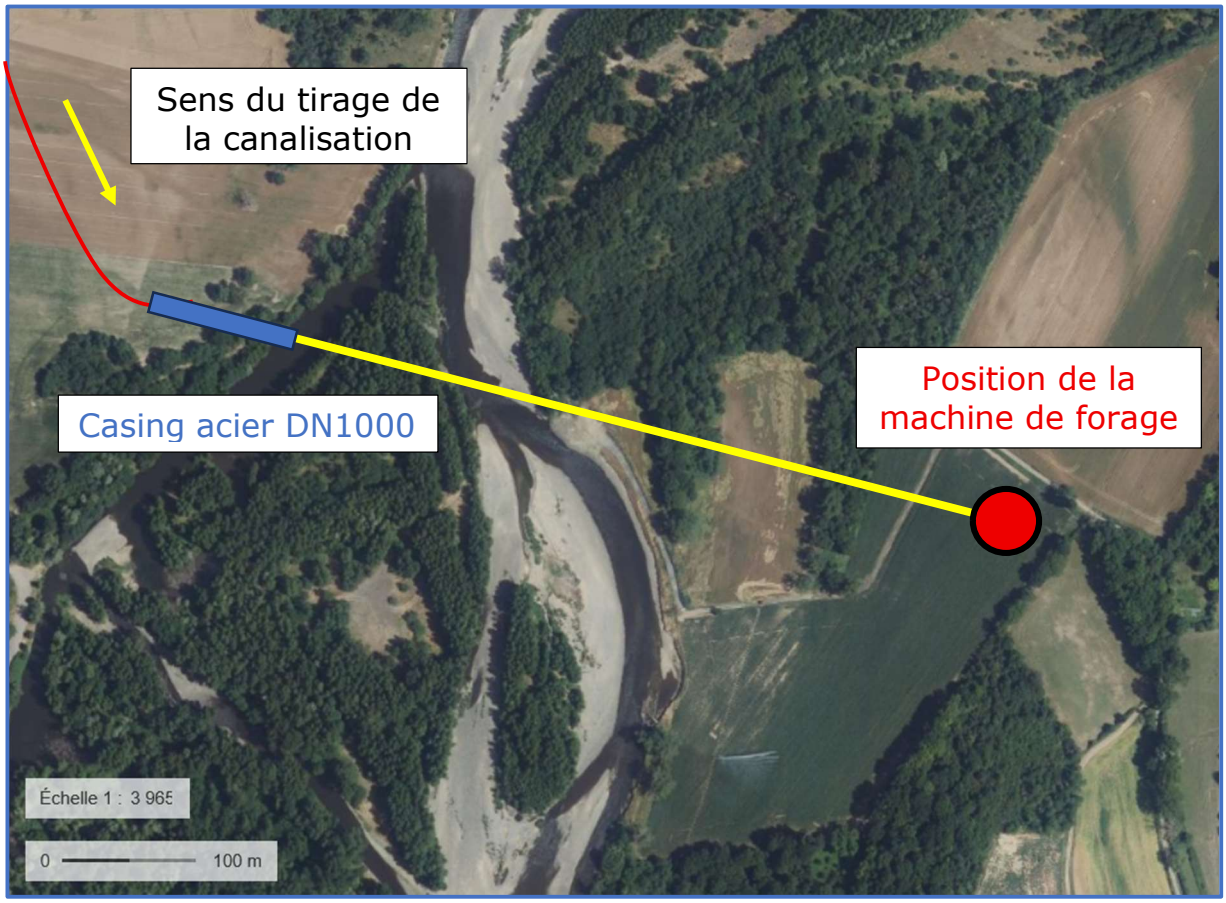
  Heureusement, la géologie observée dans les sondages géotechniques n'est pas tabulaire et les galets semblent très largement moins présents en partie Est du projet.

  Nous proposons en conséquence d'implanter le casing là où les formations graveleuses sont les plus problématiques, soit en partie Ouest du projet.

En clair, la géologie en place ne nous permet d'envisager qu'une seule et unique configuration : il faut implanter le point d'entrée du tir pilote et le casing en partie Ouest de la zone d'étude, réaliser le tir pilote et les alésages, puis changer la machine de place et l'implanter en partie Est pour pouvoir tirer la canalisation en acier (qui aura été construite et alignée dans les parcelles agricoles à l'Ouest).



Configuration au moment du tir pilote et des alésages

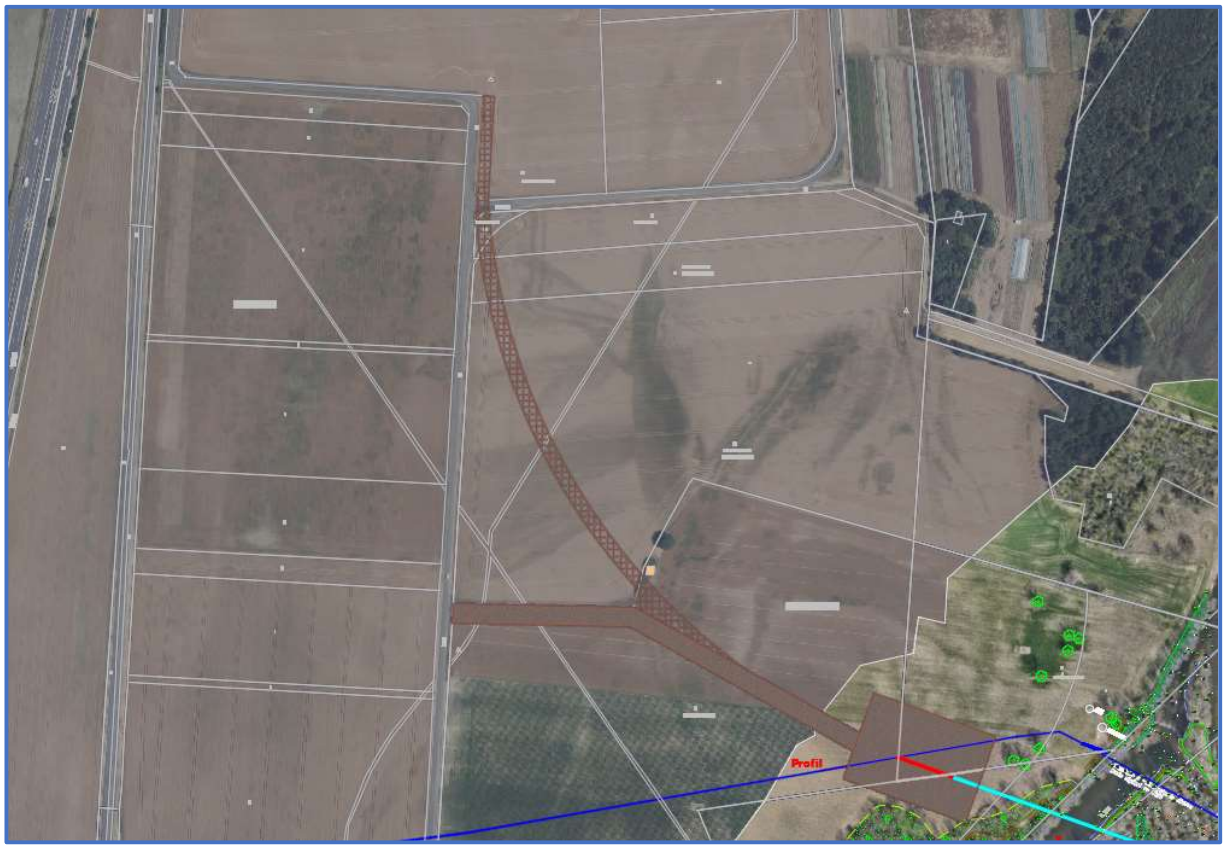


Configuration pour le tirage de la canalisation acier

2. Espace disponible en entrée et en sortie

Dans le cadre d'un forage dirigé, il est nécessaire de tirer la canalisation d'un seul tenant.
Pour un forage de 700m de long, il faut donc s'assurer que l'on dispose de 700m supplémentaires de disponibles dans l'alignement du forage pour positionner la canalisation (assemblée préalablement) à l'occasion des opérations de tirage.

Dans le cas présent on remarque la présence de voies ferrées en partie Ouest de la zone d'étude, qui ne permettent pas un alignement rectiligne du pipe acier. Il est donc question de prévoir une piste curviligne qui respecte les rayons de courbure minimaux acceptables (généralement 800D ou 1000D) en partie Ouest du projet.



Exemple de piste curviligne proposée dans les plans en Annexe

Plus généralement, les plateformes de travail et de sortie attendues pour un ouvrage de grande dimension mesurent respectivement 5000-7000m² et 3000-4000m².

3. Recommandations générales

- Dans le cadre d'un forage dirigé le guide technique du DCA, les recommandations de la FSTT et plus généralement les règles de l'art conseillent de conserver une charge d'au moins 10x le diamètre du forage réalisé sous les obstacles traversés.

  Ici, il est donc question de s'assurer que l'ouvrage est implanté a minima 9m sous le lit de l'Allier.

- Il faut nécessairement **mettre en œuvre un rayon de courbure combiné** (qui prend en compte la courbure verticale et la courbure horizontale) **sécuritaire**, qui laisse une marge de manœuvre en cas de déviation involontaire de l'outil de forage.

  Nous proposons de garder un **rayon de courbure supérieur à 540m (soit 900D)**.

- Les argiles et limons en place en profondeur sont localement indurés. Les **outils de forage devront être adaptés** au travail en milieu dur (avec un outil de coupe type tri-hawk par exemple),

- Lors du passage dans les alluvions à proximité du point de sortie, **les pressions d'injection des fluides de forage et les caractéristiques mécaniques de ces derniers (viscosité, densité…) devront faire l'objet d'un suivi minutieux**.

- Comme mentionné plus haut, face à d'importantes contraintes géométriques et compte tenu du fait que des difficultés de maintien de la trajectoire du forage sont à prévoir, et il conviendra d'utiliser un **système de guidage adapté** à l'ampleur du projet et à l'obstacle à franchir. Nous préconisons la mise en œuvre d'un système de type **Paratrack**, et un suivi rigoureux de la trajectoire tout au long des opérations de tir pilote.

  On rappelle que la mise en œuvre d'un gyroscope peut s'avérer limité lors du travail en contexte graveleux.

En clair, la réalisation de ce forage est possible, mais il s'agit d'un projet de grande ampleur, qui impose un suivi minutieux et une réalisation appliquée et rigoureuse.

8 PRESENTATION GENERALE DES TRAVAUX

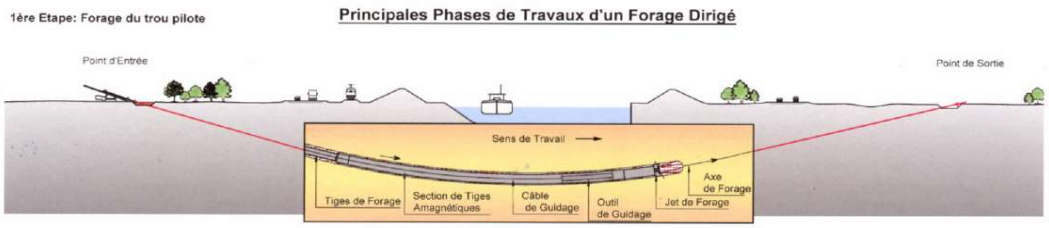
8.1 TECHNIQUE RETENUE

Le franchissement de l'Allier est préconisé par forage dirigé.

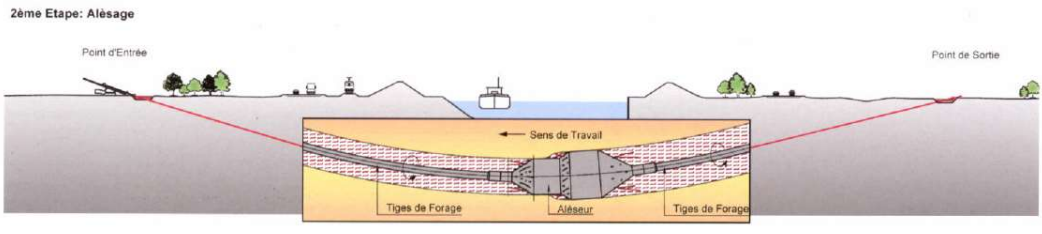
8.2 METHODE DE REALISATION

Chaque forage se divise en 3 étapes :

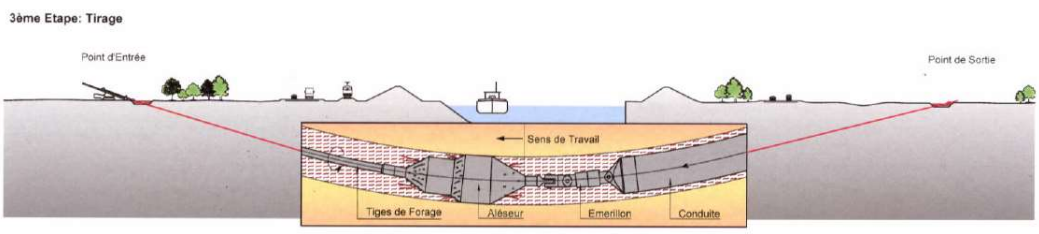
- La phase pilote, qui dessine une trajectoire curviligne sous l'obstacle à franchir. Le suivi de cette trajectoire est assuré en temps réel par un système de détection à câble relié à la tête de forage.



- Les alésages successifs pour atteindre le diamètre final de 900mm.
  On rappelle qu'il est nécessaire de conserver un train de tige à l'arrière de l'aléseur de telle sorte que le trou foré ne soit jamais vide.



- Le tirage de la canalisation



8.3 PRESENTATION DES TRAVAUX

Il s'agit de réaliser un forage dirigé rectiligne de **659m de long**.
Un **fourreau de protection en acier DN600** sera tiré directement en pleine terre puis la canalisation de service en fonte DN250 (Øext 350mm) sera tirée dans un second temps à l'intérieur du fourreau de protection.

Il s'agit de conserver un coefficient d'alésage de 1.5, qui correspond à la réalisation d'un forage de **diamètre extérieur alésé Ø900mm**.
Le forage présente un **rayon de courbure de 550m**, supérieur aux 900D acceptables pour le fourreau acier ce qui permet de conserver une **marge de manœuvre** qui nous semble nécessaire dans le cadre d'un forage de grande dimension dans des formations géologiques hétérogènes, à même de générer des difficultés de maintien de la trajectoire de l'outil de forage.

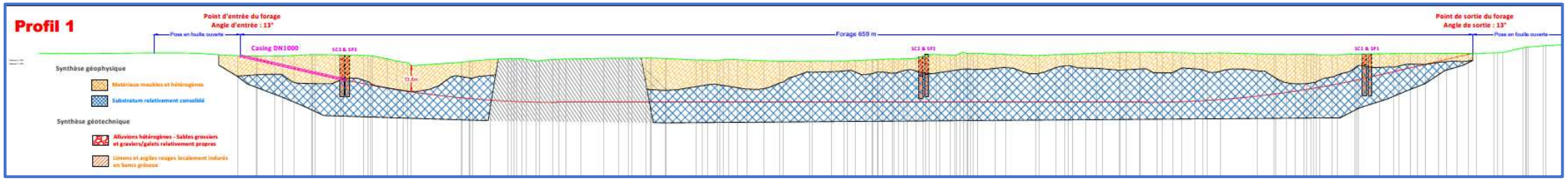
La **mise en place d'un casing DN1000** au niveau du point d'entrée du forage en partie Ouest semble indispensable.
Ce casing devra être implanté quelques mètres dans le substratum limono-argileux relativement imperméable.

Le **point d'entrée du forage** sera implanté côté casing lors du tir pilote et des alésages et donc **en partie Ouest** du projet.
Dans un second temps et à l'occasion des phases de tirage, la machine de forage sera positionnée en partie Est de la zone d'étude au droit de la plateforme de sortie.
L'assemblage et l'alignement des canalisations à l'occasion des opérations de tirage se fera le long d'une piste curviligne implantée dans les parcelles agricoles en partie Ouest du projet, voire en demi-chaussée du chemin d'accès.

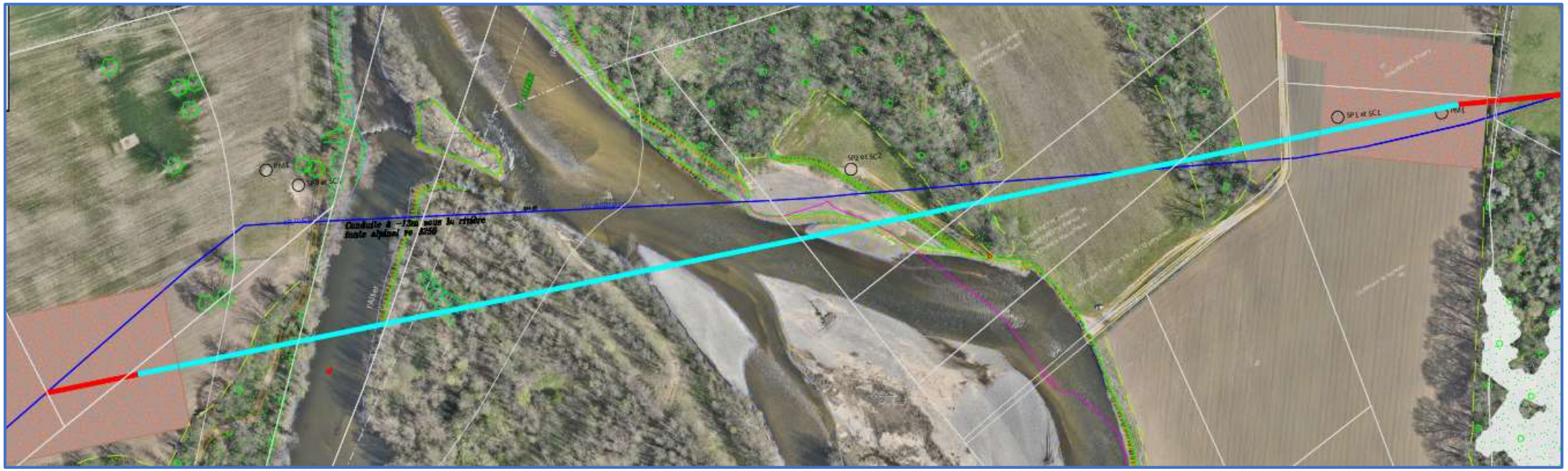
L'entreprise de forage retenue pour les travaux devra concevoir ses propres plans et fournira les surfaces des plateformes de travail optimisées en fonction de ses besoins.

Le **volume des fluides de forage** nécessaire est estimé à 2-3x le volume du trou foré, soit ici **1257m^3**.

Compte tenu du contexte environnemental et de la nature de l'obstacle à franchir, nous préconisons l'emploi d'une sonde à câble ou à défaut un matériel permettant de suivre à distance la position de la tête de forage sans nécessiter d'intervention sur l'Allier.



Profil proposé pour le forage dirigé sous l'Allier



Tracé proposé pour le forage

Le tableau qui suit résume les caractéristiques de ce forage (les paramètres qui génèrent des aléas sont notés en gras et en rouge) :

Paramètre	***Préconisations***
Technique retenue	Forage Dirigé
Longueur de traversée	659m
Diamètre du fourreau de protection	600mm
Diamètre extérieur du forage	900mm
Rayon de courbure vertical minimum	550m
Charge minimale sous l'Allier	13.8m
Longueur attendue pour le casing DN1000	48-55m
Angle d'entrée	13°
Angle de sortie	13°

Les plans détaillés sont fournis en annexe (Annexe 3).

On remarque que la solution proposée implique des angles d'entrée et de sortie égaux, pour garantir que l'inversion de la position de la machine de forage ne génère aucun aléa supplémentaire.

La foreuse utilisée devra être à même de reprendre des **forces de traction de l'ordre de 225 t** (environ 1,5 fois les efforts de tirage estimés en annexe 6) avec un couple de rotation et un diamètre de tige compatibles.
L'entreprise de forage retenue devra établir son propre design du profil de forage en respectant le rayon de courbure combiné sécuritaire d'au moins 292 m, afin de ne pas endommager le fourreau acier. En fonction de ce design, elle établira sa propre note de calcul des pressions maximum à appliquer.

Lors du tirage, la canalisation sera alignée sous la forme d'une **caténaire curviligne** partie Ouest du projet.

Hauteur max catenaire	12.81 m
Rayon de courbure combiné	354 m

L'entreprise de forage retenue établira son propre design du profil de la caténaire en respectant les rayons de courbures sécuritaires afin de ne pas endommager la canalisation acier.

Elle devra également présenter un mode opératoire de réalisation de la caténaire et du tirage ainsi que les plans de la caténaire avec le nombre d'engin de levage, leur emplacement ainsi qu'assurer leur capacité à soulever la caténaire.

Il est important de rappeler que l'apparition de résurgence est intimement liée aux conditions de réalisation du forage dirigé (maîtrise des pressions de boue dans l'espace annulaire). Pour réduire ce risque, il est nécessaire de contrôler les débits de boues et de limiter les pics de pression au redémarrage des pompes.

8.4 CALENDRIER DES TRAVAUX

Phase	Durée estimée	Commentaires
Installation	8-10 j	Cette phase regroupe la mise en place de l'atelier de forage et la réalisation des fosses d'entrée et de sortie
Tir Pilote	10-12 j	Ne compte pas la mise en place du casing
Alésage(s)	18 j	Ici 6 jours par alésage pour 3 alésages de prévus. Peut varier et dépend du nombre d'alésage prévu par le foreur
Passée de nettoyage (Cleaning run)	1 j	Il s'agit de passer une seconde fois l'aléseur D900mm pour nettoyer le trou foré et évacuer un maximum de cuttings
Tirage de la canalisation	1 j	L'assemblage de la canalisation sera réalisé en temps masqué
Démobilisation	3 j	Remise à l'identique et remblaiement des fouilles d'entrée et de sortie

9 GESTION DU FLUIDE DE FORAGE

9.1 GENERALITES SUR LE ROLE DU FLUIDE DE FORAGE

Le fluide de forage a une importance déterminante dans le bon déroulement des opérations de forage. Il permet de :

- Evacuer les déblais / cuttings créés par la tête de forage,
- Refroidir les outils de forage,
- Maintenir les parois du forage,
- Créer une fine couche filtrante sur les parois du forage pour limiter la dispersion du fluide de forage dans le terrain environnant,
- Lubrifier les outils et les tiges à l'avancement.

Ce fluide est formé d'eau et de bentonite. Si la dureté ou l'acidité/basicité de l'eau sont excessifs, la bentonite ne se mélange pas bien, flocule et perd ses propriétés de transport et de filtration. Il est important de vérifier la qualité de l'eau pour la traiter éventuellement avant de procéder au mélange avec la bentonite.

Certains terrains interagissent avec la boue de forage :

- Argile plastique : hydratation des argiles par l'eau du fluide de forage
- Terrain acide (ex : tourbe) : perte de la thixotropie[1] du fluide de forage,
- Terrain riche en calcium réactif (ex : ciment) : réaction du fluide avec les ions Ca^{2+} en grande quantité dans le ciment et floculation de la bentonite.

Pour éviter ces phénomènes, l'ajout de certains polymères / additifs au fluide de forage est parfois nécessaire.

FOREXI rappelle que l'ajout de polymères ou autres additifs ne peut se substituer à l'utilisation de bentonite. La présence de ces additifs sur le chantier est fortement conseillée pour permettre une adaptation rapide à l'évolution du fluide de forage.

[1] Phénomène par lequel certains mélanges passent de l'état de gel à celui de liquide par une légère agitation. Une perte de thixotropie entraine une perte de la viscosité du fluide de forage.

Une mauvaise gestion de ce fluide de forage peut mener à des problèmes de nettoyage du forage et d'évacuation des cuttings. Ces problèmes d'évacuation peuvent :

- Diminuer l'efficacité / la cadence du forage,
- Augmenter la pression de boue dans le forage par création d'un bouchon de cuttings, pouvant amener des résurgences de fluide en surface.
- Augmenter les forces de poussée / traction lors de la réalisation du trou pilote / des alésages,
- Augmenter les forces de tirage de la canalisation.

Un contrôle systématique et régulier du pH du fluide de forage, de sa densité et de sa viscosité est essentiel au bon déroulement d'un forage dirigé.

9.2 VERIFICATION DE LA COMPATIBILITE DU FLUIDE DE FORAGE AVEC LES TERRAINS TRAVERSES

Les formations concernées par le forage dirigé sont des alluvions hétérogènes et des limons et argiles localement consolidés.
A priori un fluide bentonitique simple sans additif est adapté.

Une attention particulière sera portée à la présence de passées perméables. Une adaptation des caractéristiques mécaniques des fluides de forage sera peut-être nécessaire.

Il est rappelé que l'emploi d'un fluide de forage sans bentonite est inadapté.

10 CONCLUSION

Le franchissement de l'Allier sur la commune de Nonette-Orsonnette (63) est envisageable par forage dirigé, sous condition.

Les terrains en place au droit du projet sont composés d'alluvions graveleuses localement chargées en poches de graviers et galets presque propres qui reposent sur des limons et argiles parfois consolidés en bancs gréseux très durs et abrasifs.

Ces terrains peuvent présenter quelques difficultés dans le cadre d'un forage dirigé, et peuvent imposer la mise en œuvre de dispositions particulières (mise en place d'un casing, utilisation d'un outil adapté au terrain dur, adaptation des fluides de forage, suivi minutieux de la trajectoire du tir pilote…).

Il s'agit de réaliser un forage de 659m de long depuis un casing DN1000 implanté dans les parcelles agricoles à l'Ouest de l'Allier, et en direction de l'Est.
Le forage de diamètre externe Ø900mm permettra de tirer en pleine terre un fourreau acier DN600, qui servira de fourreau de protection pour la canalisation en fonte DN250 de service.

Une attention particulière sera portée aux nombreuses contraintes géométriques associées au projet :

- Casing DN1000 à implanter quelques mètres dans les limons et argiles,
- Risques de pertes partielles ou totales des fluides de forage,
- Espace disponible pour les pistes d'assemblage et d'alignement du fourreau acier limité en partie Ouest.

Un contrôle rigoureux de la trajectoire ainsi que de la bonne circulation des fluides et des pressions d'injection devra impérativement être fait pour éviter des désordres liés aux résurgences de fluide, et aux problèmes de perte totale ou partielle de fluides de forage.

Rédigé par Paul CAVILLON, Ingénieur Géologue-Géophysicien

RAPPEL DES CONDITIONS DE PERTINENCE ET D'UTILISATION DU PRESENT DOCUMENT

1. Le présent document a été élaboré sur la base des documents, pièces et éléments d'informations fournis par le Client au démarrage de la mission et dans le cadre exclusif de la proposition d'intervention sur la base de laquelle le Client a passé commande.

   En conséquence, toute modification, de quelque nature que ce soit qui pourrait être apportée au projet, ou à son environnement (conception, implantation, niveau ou taille de l'ouvrage, etc..) en cours de mission, doit être impérativement signalée à la société FOREXI, de façon à ce que ces modifications soient si nécessaire prises en compte dans le cadre de l'exécution de la mission confiée ; en cas de non-respect de cette obligation par le Client, la société FOREXI ne saurait être recherchée à raison de la caducité partielle ou totale des éléments contenus au présent document.

2. La remise du présent document au Client marque la fin de la mission confiée à la société FOREXI ; en conséquence, son contenu n'engage cette dernière que sur la base des éléments connus et/ou qui lui ont été signalés à cette date.
   Tout élément nouveau connu ou mis en évidence postérieurement à cette date lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations *(par exemple : failles, remblais anciens ou récents, caverne de dissolution, hétérogénéité localisée, venue d'eau, pollution, etc.)* sont susceptibles de rendre caduques les conclusions du présent document en tout ou en partie, sans que la société FOREXI ne puisse être recherchée à quelque titre que ce soit à raison de cette caducité totale ou partielle.
   Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux *(éboulements des fouilles, dégâts occasionnés aux constructions existantes, glissement de talus, etc.)* doivent être immédiatement signalés à la société FOREXI pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les solutions initialement préconisées, dans le cadre d'une nouvelle mission, complémentaire et distincte de la mission initialement confiée.

   Dans le cas où ces éléments nouveaux ou incidents survenus au cours des travaux ne seraient pas signalés à FOREXI et dans le cas où FOREXI ne se serait pas vu confier de mission complémentaire comme précisé à l'alinéa précédent, FOREXI ne pourra être rendue responsable des dommages de quelque nature que ce soit qui résulteraient de la survenance de ces éléments nouveaux ou incidents survenus au cours des travaux.

3. Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, la société FOREXI a été amenée dans le présent document à formuler une ou plusieurs hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage et/ou à son Maître d'Œuvre, de communiquer par écrit ses observations éventuelles à la société FOREXI sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à cette dernière d'avoir établi son étude pour le projet décrit dans le présent document.

4. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable, élaboré dans le cadre de la mission contractuellement confiée dans les termes de la commande ; il est strictement interdit d'y apporter quelconque altération, modification, ou correction.
   L'utilisation, totale ou partielle du présent document est régie par les conditions générales d'exécution de la Prestation (article 5).
   En conséquence, l'utilisation, totale ou partielle du présent document et ses annexes pour chiffrer, à forfait ou non, le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de la société FOREXI.
   De même, son utilisation, totale ou partielle par un tiers ou pour d'autres ouvrages, opérations ou projets que ceux objet de la mission confiée ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de la société FOREXI.
   Les interprétations qui pourraient en être faites à partir d'une communication ou d'une reproduction totale ou partielle du présent document à des tiers en contravention avec les présentes ne sauraient engager la responsabilité de la Société FOREXI.

5. Le présent document a été élaboré sur la base de la Date Réelle d'Ouverture du Chantier *(DROC)* ; en conséquence, en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document, celui-ci doit être impérativement réactualisé.

Rev 2 - *MAJ 15/01/2013*

Extrait de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

NFP 94-500 – Novembre 2013

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

- ***Phase Étude de Site (ES)***

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

- ***Phase Principes Généraux de Construction (PGC)***

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
-

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

- ***Phase Avant-projet (AVP)***

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

- ***Phase Projet (PRO)***

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

- ***Phase DCE / ACT***

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel.
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique

NFP 94500 – Novembre 2013

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

➲ ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

➲ SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE N°1

Identifiant national de l'ouvrage

BSS001VJHW

Ancien code - avant 2017
07421X0147

Log géologique numérisé

Nombre de niveaux : 7

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,2 m	TERRE VÉGÉTALE	
De 0,2 à 2 m	SABLE GROSSIER 10%, PETITS ET MOYENS GALETS 30%, GRAVIERS 10%, GROS GALETS 50%	
De 2 à 4 m	SABLE GROSSIER 10%, PETITS ET MOYENS GALETS 30%, GRAVIERS 30%, GROS GALETS 30%	
De 4 à 5 m	SABLE GROSSIER 10%, PETITS ET MOYENS GALETS 60%, GRAVIERS 10%, GROS GALETS 20%	
De 5 à 6 m	SABLE GROSSIER 20%, PETITS ET MOYENS GALETS 50%, GRAVIERS 20%, GROS GALETS 10%	
De 6 à 8 m	SABLE GROSSIER 20%, PETITS ET MOYENS GALETS 30%, GRAVIERS 20%, GROS GALETS 30%	
De 8 à 9,1 m	SABLE GROSSIER 10%, PETITS ET MOYENS GALETS 40%, GRAVIERS 10%, GROS GALETS 40%	

Identifiant national de l'ouvrage

BSS001VJHU

Ancien code - avant 2017
07421X0145

Log géologique numérisé

Localisation
Description technique
Document(s) numérisé(s)
Log géologique numérisé
Fiche BSS Eau

Nombre de niveaux : 5

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,4 m	TERRE VÉGÉTALE	
De 0,4 à 8,4 m	SABLES GROSSIERS, NOMBREUX PETITS GALETS DE GRANITE ET DE BASALTE	
De 8,4 à 9,7 m	BANCS DE GROS BLOCS DE BASALTE ET GALETS DE QUARTZ	
De 9,7 à 12,7 m	SABLE GROSSIER DEVENANT DE PLUS EN PLUS ARGILEUX EN PROFONDEUR PETITS GALETS DE BASALTE À LA BASE	
De 12,7 à 13,4 m	ARGILE GRIS VERT	

Identifiant national de l'ouvrage

BSS001VJHV

Ancien code - avant 2017
07421X0146

Log géologique numérisé

Localisation
Description technique
Document(s) numérisé(s)
Log géologique numérisé
Fiche BSS Eau

Nombre de niveaux : 8

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,4 m	TERRE VÉGÉTALE	
De 0,4 à 3 m	SABLE GROSSIER 60%, PETITS ET MOYENS GALETS 30%, GRAVIERS 10%	
De 3 à 5 m	SABLE GROSSIER 50%, PETITS ET MOYENS GALETS 30%, GRAVIERS 10%	
De 5 à 7 m	SABLE GROSSIER 50%, PETITS ET MOYENS GALETS 40%, GRAVIERS 10%	
De 7 à 8 m	SABLE GROSSIER 40%, PETITS ET MOYENS GALETS 40%, GRAVIERS 20%	
De 8 à 9 m	SABLE GROSSIER 30%, PETITS ET MOYENS GALETS 20%, GRAVIERS 30%, 20% BLOCS ESSENTIELLEMENT BASALTIQUES	
De 9 à 10,2 m	SABLE GROSSIER 40%, PETITS ET MOYENS GALETS 10%, GRAVIERS 10%, 40% BLOCS ESSENTIELLEMENT BASALTIQUES	
De 10,2 à 10,5 m	ARGILE ROUGE	

ANNEXE N°2

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

GÉORISQUES

Rapport de risques

Adresse recherchée :

63340 Nonette-Orsonnette (parcelle : 000-ZD-0207)



Ce rapport de risques est délivré à titre informatif.
Il a pour but de vous montrer une vision simplifiée des risques naturels et technologiques situés près de chez vous.

Vous pouvez consulter nos conditions d'utilisation sur :
georisques.gouv.fr/cgu

6 Risques naturels identifiés :

INONDATION	à mon adresse : EXISTANT	sur ma commune : EXISTANT
REMONTÉE DE NAPPE	à mon adresse : EXISTANT	sur ma commune : EXISTANT
SÉISME	à mon adresse : MODÉRÉ	sur ma commune : MODÉRÉ
MOUVEMENTS DE TERRAIN	à mon adresse : INCONNU	sur ma commune : EXISTANT
RETRAIT GONFLEMENT DES ARGILES	à mon adresse : MODÉRÉ	sur ma commune : IMPORTANT
RADON	à mon adresse : FAIBLE	sur ma commune : FAIBLE

4 Risques technologiques identifiés :

INSTALLATIONS INDUSTRIELLES CLASSÉES (ICPE)	à mon adresse : NON CONCERNÉ	sur ma commune : CONCERNÉ
POLLUTION DES SOLS	à mon adresse : CONCERNÉ	sur ma commune : CONCERNÉ
RUPTURE DE BARRAGE	à mon adresse : INCONNU	sur ma commune : CONCERNÉ

RISQUES MINIERS

à mon adresse : INCONNU

sur ma commune : EXISTANT

Risque d'inondation près de chez moi

Risque à mon adresse EXISTANT

Risque sur la commune EXISTANT

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau.



Zone à risque entrainant une servitude d'utilité publique

Les types de risques d'inondation à mon adresse

- Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau
  Crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau: Une crue dite « éclair », se caractérise par une montée des eaux rapide, qui s'accompagne d'un courant très puissant et dangereux, pouvant charrier des éléments solides (sable, galets, etc).
- Par une crue à débordement lent de cours d'eau
  On parle de « crue lente de plaine » lorsqu'un fleuve ou une rivière sort lentement de son lit et envahit les terrains alentours. Il s'agit d'inondations relativement longues, qui peuvent persister plusieurs jours, voire semaines.

Informations détaillées :

PPR : rev PPRi Val d'Allier Issoirien

Le plan de prévention des risques naturels (PPRN) de type Inondation nommé rev PPRi Val d'Allier Issoirien a été approuvé et affecte votre bien.
Date de prescription : 13/07/2016
Date d'approbation : 13/06/2018
Le PPR couvre les aléas suivant :
Inondation
Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau
Par une crue à débordement lent de cours d'eau
Le plan de prévention des risques est un document réalisé par l'État qui interdit de construire dans les zones les plus exposées et encadre les constructions dans les autres zones exposées.
Pour avoir tous les détails sur votre PPR, vous pouvez consulter le site de votre préfecture.

DDRM : DDRM63

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :
Inondation
Par une crue à débordement lent de cours d'eau
Par ruissellement et coulée de boue

8 inondations classées en catastrophe naturelle dans ma commune :

Une CATNAT est une Catastrophe Naturelle, liée à un phénomène ou conjonction de phénomènes dont les effets sont particulièrement dommageables. Lorsqu'une catastrophe naturelle frappe un territoire, on dit que "le territoire est en état de catastrophe naturelle".

Risque d'inondation près de chez moi

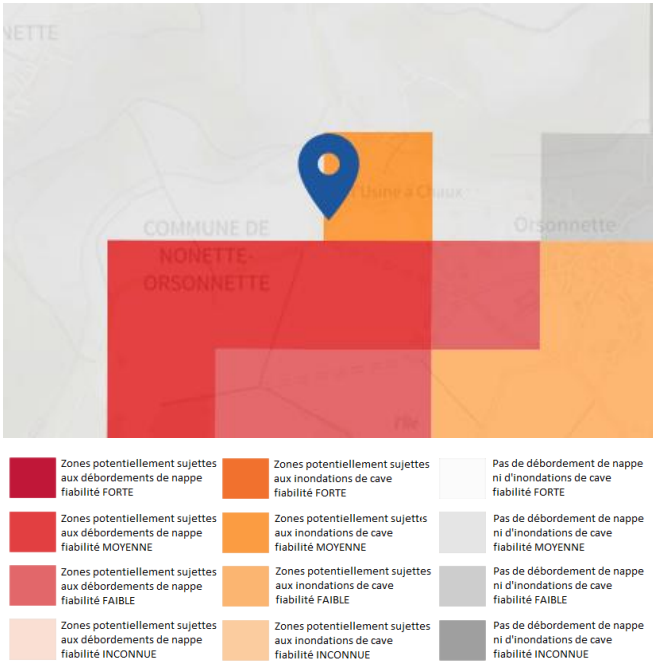
Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE2023938A	Inondations et/ou Coulées de Boue	13/06/2020	24/10/2020
IOCE0903436A	Inondations et/ou Coulées de Boue	02/11/2008	13/02/2009
INTE0300740A	Inondations et/ou Coulées de Boue	01/12/2003	13/12/2003
INTE9900627A	Mouvement de Terrain	25/12/1999	30/12/1999
INTE9400580A	Inondations et/ou Coulées de Boue	04/11/1994	25/11/1994
INTE9300038A	Inondations et/ou Coulées de Boue	09/06/1992	27/02/1993
INTE9300038A	Inondations et/ou Coulées de Boue	04/06/1992	27/02/1993
NOR19821118	Inondations et/ou Coulées de Boue	06/11/1982	19/11/1982

Risque de remontées de nappe près de chez moi

Risque à mon adresse EXISTANT

Risque sur la commune EXISTANT

Une inondation par remontée de nappe se produit lorsque la nappe phréatique (le réservoir d'eau souterrain) sature le sol et remonte à la surface, souvent après des pluies prolongées ou des crues.
Les remontées de nappes peuvent provoquer l'inondation de caves et engendrer l'endommagement du bâti, notamment du fait d'infiltrations dans les murs. A long terme, des infiltrations dans les murs peuvent désagréger les mortiers. Il faut être très prudent lors des opérations de pompage lorsque des caves ont été inondées afin de ne pas fragiliser les murs à cause d'une différence de pression exercée par l'eau.



Informations détaillées :

REMONTÉE DE NAPPES :

- Votre niveau d'exposition aux remontées de nappes est : Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave.
- L'indication de fiabilité associé à votre zone est : MOYENNE

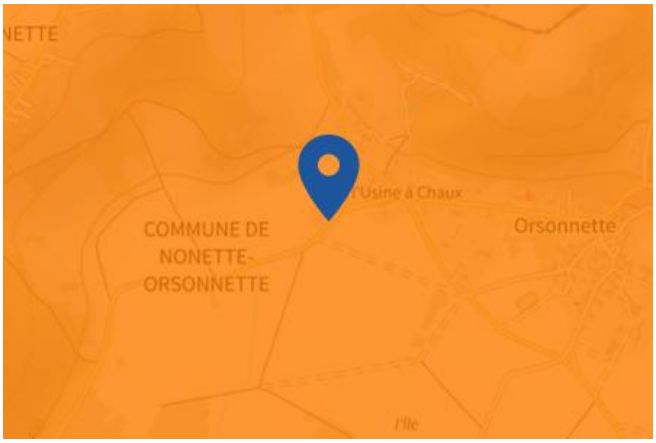
Risque de séisme près de chez moi

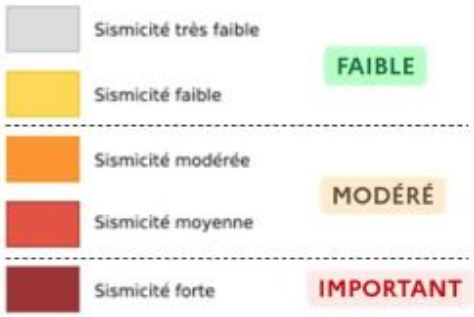
Risque à mon adresse MODÉRÉ

Risque sur la commune MODÉRÉ

Les tremblements de terre naissent généralement dans les profondeurs de l'écorce terrestre et causent des secousses plus ou moins violentes à la surface du sol. Généralement engendrés par la reprise d'un mouvement tectonique le long d'une faille, ils peuvent avoir pour conséquence d'autres phénomènes : mouvements de terrain, raz de marée, liquéfaction des sols (perte de portance), effet hydrologique.

Certains sites, en fonction de leur relief et de la nature du sol, peuvent amplifier les mouvements créés par le séisme. On parle alors d'effet de site. On caractérise un séisme par sa magnitude (énergie libérée) et son intensité (effets observés ou ressentis par l'homme, ampleurs des dégâts aux constructions).





Informations détaillées :

DDRM : DDRM63

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :
Séisme

SÉISME : Échelle règlementaire et obligations associées

Sur l'échelle règlementaire, à votre adresse, le risque sismique est de **3/5**.
Pour votre sécurité, à partir d'un risque de niveau 2, des obligations en cas de travaux ou de construction sont liées à prévenir votre risque sismique. Vous pouvez les consulter sur cette fiche.

Risque de mouvements de terrain près de chez moi

Risque à mon adresse INCONNU

Risque sur la commune EXISTANT

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol.
Les volumes en jeu peuvent aller de quelques mètres cubes à plusieurs millions de mètres cubes.
Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) à très rapides (quelques centaines de mètres par jour).
Généralement, les mouvements de terrain mobilisant un volume important sont peu rapides. Ces phénomènes sont souvent très destructeurs, car les aménagements humains y sont très sensibles et les dommages aux biens sont considérables et souvent irréversibles.



Les types de risques mouvements de terrain à mon adresse:

- Glissements de terrain.
  Mouvements plus ou moins lents d'un sol en pente qui se détache. Ils ont lieu selon la nature du sol, l'inclinaison de la pente et les intempéries

Informations détaillées :

DDRM : DDRM63

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :
Mouvement de terrain
Glissement de terrain

1 Mouvements de terrain classés en catastrophe naturelle dans ma commune :

Une CATNAT est une Catastrophe Naturelle, liée à un phénomène ou conjonction de phénomènes dont les effets sont particulièrement dommageables. Lorsqu'une catastrophe naturelle frappe un territoire, on dit que "le territoire est en état de catastrophe naturelle".

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
INTE9900627A	Mouvement de Terrain	25/12/1999	30/12/1999

Risque de retrait gonflement des argiles près de chez moi

Risque à mon adresse MODÉRÉ

Risque sur la commune IMPORTANT

Les sols qui contiennent de l'argile gonflent en présence d'eau (saison des pluies) et se tassent en saison sèche. Ces mouvements de gonflement et de rétractation du sol peuvent endommager les bâtiments (fissuration). Les maisons individuelles qui n'ont pas été conçues pour résister aux mouvements des sols argileux peuvent être significativement endommagées. C'est pourquoi le phénomène de retrait et de gonflement des argiles est considéré comme un risque naturel. Le changement climatique, avec l'aggravation des périodes de sécheresse, augmente ce risque.



Informations détaillées :

RGA : Échelle règlementaire et obligations associées

Sur l'échelle règlementaire, à votre adresse, le risque de gonflement des argiles et de **2/3**.
Pour votre sécurité, des obligations en cas de travaux ou de construction sont liées à prevenir le risque.

6 sécheresses classées en catastrophe naturelle dans ma commune :

Une CATNAT est une Catastrophe Naturelle, liée à un phénomène ou conjonction de phénomènes dont les effets sont particulièrement dommageables. Lorsqu'une catastrophe naturelle frappe un territoire, on dit que "le territoire est en état de catastrophe naturelle".

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
IOME2415881A	Sécheresse	01/07/2023	02/07/2024
IOME2415881A	Sécheresse	01/01/2023	02/07/2024
IOME2311008A	Sécheresse	01/10/2022	10/06/2023
IOME2311008A	Sécheresse	01/04/2022	10/06/2023
INTE2019261A	Sécheresse	01/01/2019	03/09/2020
INTE1920338A	Sécheresse	01/07/2018	09/08/2019

Risque radon près de chez moi

Risque à mon adresse FAIBLE

Risque sur la commune FAIBLE

Le radon est un gaz radioactif naturel. Il est présent dans le sol, l'air et l'eau. Il présente principalement un risque sanitaire pour l'homme lorsqu'il s'accumule dans les bâtiments.



Informations détaillées :

RADON : Potentiel radon faible : recommandations et obligations

Sur l'échelle règlementaire dans votre commune, le potentiel radon est de **1/3**.
Pour votre sécurité, lorsque le potentiel radon est élevé (niveau 3), il existe des recommandations et une obligation d'informer les acquéreurs ou locataires. Vous pouvez les consulter sur cette fiche.

Risque lié aux installations industrielles classées (ICPE) près de chez moi

Risque à mon adresse NON CONCERNÉ

Risque sur la commune CONCERNÉ

Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) sont les exploitations industrielles ou agricoles susceptibles de créer des risques ou de provoquer des pollutions ou nuisances, notamment pour la sécurité et la santé des riverains.
Les établissements Seveso stockent ou manipulent des quantités importantes de substances et mélanges dangereux.
Les établissements Seveso seuil haut stockent plus de substances et mélanges dangereux que les établissements Seveso seuil bas.
Les établissements relevant des rubriques 4XXX sont des établissements qui stockent ou manipulent des substances et mélanges dangereux et sont autorisés ou enregistrés pour cette activité.



Informations détaillées :

DDRM : DDRM63

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :

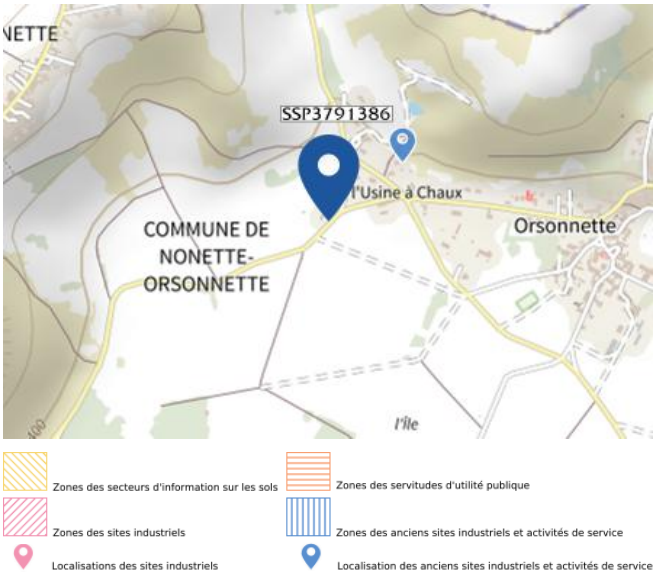
Risque industriel
Effet de surpression

Risque de pollution des sols près de chez moi

Risque à mon adresse CONCERNÉ

Risque sur la commune CONCERNÉ

Un site pollué est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.



Informations détaillées :

Les tableaux ci-dessous répertorient les sites pollués ou potentiellement pollués ainsi que les anciens sites industriels ou activités de service (base de données CASIAS) sur votre commune. Cliquer sur les liens de la colonne identifiant pour accéder à la fiche

1 anciens sites industriels ou activités de service à moins de 500m

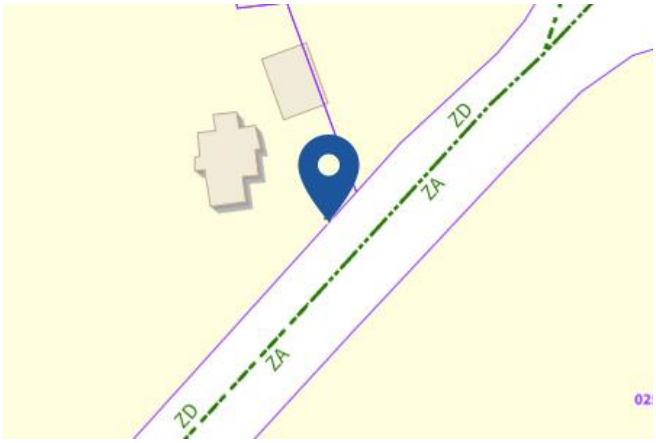
Identifiant	Nom établissement	Etat	Activité principale
SSP3791386	Ancienne usine à chaux d'Orsonnette	En arrêt	

Risque rupture de barrage

Risque à mon adresse INCONNU

Risque sur la commune CONCERNÉ

La rupture d'un barrage peut être une destruction partielle ou totale de l'ouvrage. Elle a pour conséquence une libération soudaine d'une partie de l'eau retenue et entraîne la formation d'une « vague » (onde de submersion) qui se propage vers l'aval. Celle-ci peut avoir pour conséquence une augmentation très rapide du niveau de l'eau à l'aval avec des effets potentiellement destructeurs.



Géorisques ne possède pas de données cartographiques sur ce risque à ce jour

Informations détaillées :

DDRM : DDRM63

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :
Rupture de barrage

Risque minier près de chez moi

Risque à mon adresse INCONNU

Risque sur la commune EXISTANT

A l'arrêt de l'exploitation des mines souterraines, et en dépit des travaux de mise en sécurité, peuvent se produire plusieurs types de risques.
Il y a généralement des mouvements résiduels de terrain : effondrements localisés ou généralisés, affaissements. Les dommages peuvent être importants et affecter les bâtiments, la voirie ainsi que les réseaux notamment de gaz et d'eau.
Selon leur nature, les anciennes exploitations minières peuvent générer d'autres risques : pollution de l'eau, inondation par remontée des eaux en zones affaissées, explosions gazeuses (grisou), émissions de gaz asphyxiants, toxiques ou de radioactivité (uranium ou radon).



Informations détaillées :

DDRM : DDRM63

Dans son Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM), la préfecture a classé votre commune à risque pour les aléas et sous aléas :
Echauffement des terrains de dépôts

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



QUE FAIRE EN CAS D'...

Premier risque naturel en France, les inondations concernent une très grande majorité des territoires français.

INONDATION ?

Avant une inondation

- **RENSEIGNEZ-VOUS auprès de la mairie** sur le type d'inondation qui vous concerne et les mesures de protection (lieux d'hébergement en cas d'évacuation, etc.)
- **FAITES RÉALISER un diagnostic** de vulnérabilité de votre maison
- **PRÉPAREZ votre kit d'urgence 72 heures** avec les objets et articles essentiels
- **PRÉVOYEZ les dispositifs de protection à installer :** sacs de sable, barrières amovibles (batardeaux) et le matériel pour surélever les meubles
- **AMÉNAGEZ une zone refuge** à l'étage, avec une ouverture permettant l'évacuation **OU IDENTIFIEZ** un lieu à proximité pour vous réfugier



Quand une inondation est annoncée et que l'eau monte

- **ÉLOIGNEZ-VOUS** des cours d'eau, des berges et des ponts
- **REPORTEZ** tous vos déplacements, que ce soit à pied ou en voiture
- **N'ALLEZ PAS CHERCHER** vos enfants à l'école ou à la crèche : ils y sont en sécurité
- **INFORMEZ-VOUS** sur les sites Météo-France et Vigicrues
- **INSTALLEZ** les dispositifs de protection, sans vous mettre en danger, et placez en hauteur les produits polluants
- **COUPEZ,** si possible, les réseaux de gaz, d'électricité et de chauffage
- **RÉFUGIEZ-VOUS** dans un bâtiment, en hauteur ou à l'étage, avec le kit d'urgence 72 heures
- **NE DESCENDEZ PAS** dans les sous-sols ou les parkings souterrains

Pendant toute la durée de l'inondation



NE PRENEZ PAS VOTRE VOITURE, 30 cm d'eau suffisent à emporter une voiture



ÉVITEZ DE TÉLÉPHONER afin de laisser les réseaux disponibles pour les secours



RESTEZ À L'ABRI, n'évacuez votre domicile que sur ordre des autorités



RESTEZ À L'ÉCOUTE des consignes des autorités

POUR EN SAVOIR PLUS : georisques.gouv.fr

© Illustration : Antoine Levesque - CITIZENTHESIS

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité



QUE FAIRE EN CAS DE...

SÉISME ?

Le séisme est le risque naturel majeur potentiellement le plus meurtrier, tant par ses effets directs (chutes d'objets et effondrement de bâtiments) qu'indirects (mouvements de terrain, tsunami, etc.).

Avant les secousses, préparez-vous

- **REPÉREZ les endroits où vous protéger :** loin des fenêtres, sous un meuble solide
- **FIXEZ les appareils et meubles lourds** pour éviter qu'ils ne soient projetés ou renversés
- **PRÉPAREZ VOTRE KIT D'URGENCE 72H** avec les objets et articles essentiels
- **FAITES RÉALISER UN DIAGNOSTIC de vulnérabilité** de votre bâtiment



Pendant les secousses

- **ABRITEZ-VOUS PRÈS D'UN MUR,** d'une structure porteuse ou sous des meubles solides
- **ELOIGNEZ-VOUS DES FENÊTRES** pour éviter les bris de verre
- Si vous êtes en rez-de-chaussée ou à proximité d'une sortie, **ÉLOIGNEZ-VOUS DU BÂTIMENT**
- **NE RESTEZ PAS PRÈS DES LIGNES ÉLECTRIQUES** ou d'ouvrages qui pourraient s'effondrer (ponts, corniches, ...)
- **EN VOITURE, NE SORTEZ PAS** et arrêtez-vous à distance des bâtiments
- **RESTEZ ATTENTIF :** après une première secousse, il peut y avoir des répliques



Après les secousses



SORTEZ DU BÂTIMENT, évacuez par les escaliers et éloignez-vous de ce qui pourrait s'effondrer



ELOIGNEZ-VOUS DES CÔTES et rejoignez les hauteurs : un séisme peut provoquer un tsunami



EVITEZ DE TÉLÉPHONER afin de laisser les réseaux disponibles pour les secours



RESTEZ À L'ÉCOUTE des consignes des autorités

POUR EN SAVOIR PLUS : georisques.gouv.fr

© Illustration : Antoine Levesque - CITIZEN PRESS

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité



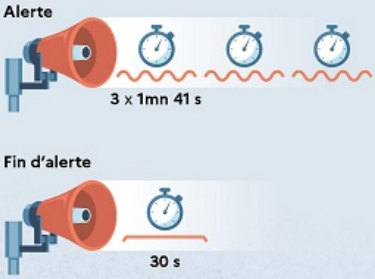
QUE FAIRE EN CAS D'...

Un accident industriel peut exposer la population et l'environnement à des effets thermiques, toxiques ou de surpression, jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres du lieu de l'accident.

ACCIDENT INDUSTRIEL ?

Si vous vivez dans une zone à risques industriels majeurs

- **DEMANDEZ À VOTRE MAIRIE les brochures d'information éditées par l'industriel en lien avec la préfecture :** elles informent sur les signaux d'alerte et indiquent la conduite à tenir
- **IDENTIFIEZ LE SIGNAL NATIONAL D'ALERTE pour le reconnaître en cas d'événement**
- **PRÉPAREZ VOTRE KIT D'URGENCE 72h** et munissez-vous de gros scotch



En cas d'accident industriel, dès que vous entendez le signal sonore d'alerte

- **METTEZ-VOUS À L'ABRI** dans un bâtiment en dur, fermez portes et fenêtres
- **CALFEUTREZ AVEC LE GROS SCOTCH LES OUVERTURES ET LES AÉRATIONS,** arrêtez la ventilation et la climatisation
- **SI VOUS ÊTES DANS VOTRE VÉHICULE,** gagnez un bâtiment le plus rapidement possible
- **N'ALLEZ PAS CHERCHER VOS ENFANTS,** ils sont pris en charge par les équipes pédagogiques ou les secours
- **ELOIGNEZ-VOUS DES FENÊTRES** afin de vous protéger des éclats de verre éventuels
- **EN CAS DE GÊNE RESPIRATOIRE** respirez à travers un linge humide



Jusqu'a la fin de l'alerte



RESTEZ À L'ÉCOUTE des consignes des autorités



ÉVITEZ DE TÉLÉPHONER afin de laisser les réseaux disponibles pour les secours



RESTEZ À L'ABRI, n'évacuez votre domicile que sur ordre des autorités

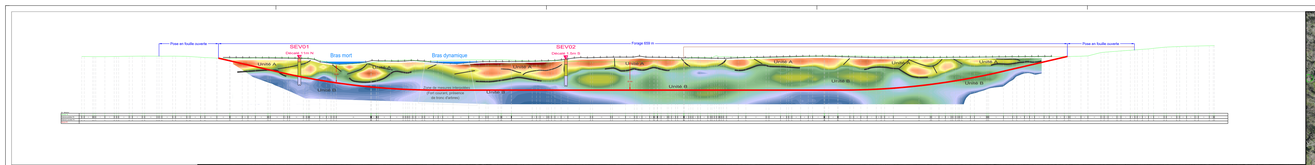


NE FUMEZ PAS, évitez toute flamme ou étincelle

POUR EN SAVOIR PLUS : georisques.gouv.fr

© Illustration : Antoine Leveque - CITIZEN PRESS

ANNEXE N°3



Emprise plateforme de travail

Emprise dégagement canalisation pour tirage

Canalisation existante

Canalisation projet Méthode de pose = forage

Canalisation projet Méthode de pose = tranchée

PM1

SP3 et SC3

SP2 et SC2

SP1 et SC1

PM1

Conduite à -18m sous la rivière
fonte alpinal ve Ø250

ro nucha ve

ro pulsard ave

l'Allier

l'Allier

Rousset Rivoire

DUMERGUE Thierry

DUMERGUE Christian
DUMERGUE Roger

CHASTRETTE Jacques
CHASTRETTE Patrice
VEDRINES Marie-Pierre

Indivision TISSOT / VILLIN (12 propriétaires)

Commune de Nonette

Raise

ZA 186
MOREL Alain

Département du Puy de Dome
Communes Le Broc / Nonette - Orsonette

Maître d'Ouvrage

Syndicat Mixte de l'eau (SME)
Zone de Pérache
63114 COUDES
04 73 93 68 01

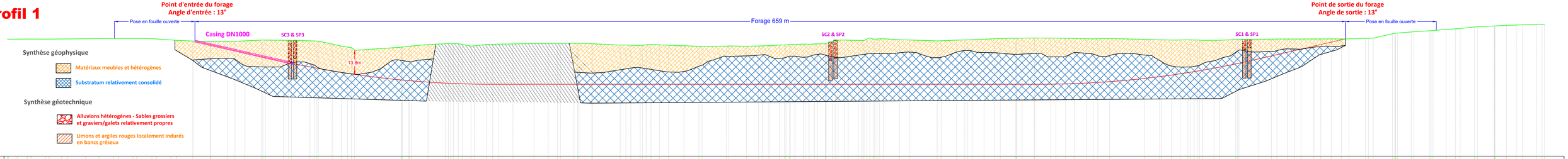
Travaux de sécurisation de la canalisation d'AEP sous l'Allier

PLAN FORAGE

GEOMETRES-EXPERTS
Bureau d'études VRD
GEOVAL
Ingénierie du Territoire - Infrastructures
38 Rue de Sarliève - CS 10 012
63 800 COURNON D'AUVERGNE CEDEX
TEL: 04-73-37-57-42
Email: coumon@geoval.info

ECHELLE	1/500
DATE	05/06/2026
DOSSIER N°	C25044
INDICE	A
Nom Fichier	AVP_C25044.01-C.dwg

Profil 1


Point d'entrée du forage
Angle d'entrée : 13°
Pose en fouille ouverte
Forage 659 m
Point de sortie du forage
Angle de sortie : 13°
Pose en fouille ouverte
Casing DN1000
SC3 & SP3
SC2 & SP2
SC1 & SP1
13.8m
Synthèse géophysique
Matériaux meubles et hétérogènes
Substratum relativement consolidé
Synthèse géotechnique
Alluvions hétérogènes - Sables grossiers et graviers/galets relativement propres
Limons et argiles rouges localement indurés en bancs gréseux

ANNEXE N°4

SYNDICAT MIXTE DE L'EAU

Renouvellement de la canalisation AEP DN250 sous l'Allier

Lieu-dit Le Broussilloux à NONETTE - ORSONETTE (63)

Rapport d'étude RCF2.P.122 Version A

Etude géotechnique de conception phase Avant-Projet (G2 AVP)

19/03/2026



GINGER CEBTP
ZAC des Gravanches
17 Rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND
Tél. : 04 73 27 72 00
Fax : 04 73 27 74 57
www.groupe-cebtp.com

GINGER CEBTP

SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE

RENOUVELLEMENT DE LA CANALISATION AEP DN250 SOUS L'ALLIER

Lieu-dit Le Broussilloux à NONETTE - ORSONETTE (63)

RAPPORT - Etude géotechnique de conception phase Avant-Projet (G2 AVP)

Dossier : RCF2.P.122	Réf. rapport : RCF2.P.122	Contrat : RCF2.P.0198

Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	19/03/26	Lucie PRAT		François MERESSE		42 pages 6 annexes	-

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

I. CONTEXTES 5

I.1. Contexte du projet 6
I.1.1. Données générales 6
I.1.2. Description du projet 6
I.1.3. Document communiqué 7
I.2. Mission Ginger CEBTP 8
I.3. Description du site 9
I.3.1. Extrait de carte IGN 9
I.3.2. Image aérienne 9
I.3.3. Occupation du site - Mitoyenneté 10
I.3.4. Topographie 11
I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs 12
I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels 12
I.4.2. Contexte hydrogéologique 13
I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques 14

II. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES 20

II.1. Préambule 21
II.2. Implantation et nivellement 21
II.3. Sondages, essais et mesures in situ 21
II.3.1. Investigations in situ 21
II.3.2. Essais de perméabilité in situ 22
II.4. Essais en laboratoire 23

III. INTERPRÉTATIONS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS – MODÈLE GÉOTECHNIQUE 24

III.1. Synthèse des investigations - Interprétations 25
III.1.1. Lithologie 25
III.1.2. Modèle géotechnique 27
III.1.3. Caractéristiques physiques des sols 28
III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique 31
III.2.1. Piézométrie, niveaux d'eau 31
III.2.2. Interprétation des niveaux d'eau 32
III.2.3. Perméabilité 33

IV. ÉTUDE DES OUVRAGES 35

IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG 36
IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques 36
IV.2.1. Inondations - Débordement de cours d'eau 36
IV.2.2. Risque sismique 36
IV.2.3. Cavités naturelles ou anthropiques 37
IV.2.4. Mouvement de terrain 37
IV.2.5. Argiles (retrait / gonflement) 37
IV.2.6. Remblais 37
IV.2.7. Radon 37
IV.2.8. Pollution 37
IV.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique 37
IV.4. Terrassements généraux - Fouilles 38
IV.4.1. Traficabilité en phase chantier 38
IV.4.2. Terrassabilité des matériaux 38
IV.4.3. Drainage en phase chantier 38
IV.4.4. Réalisation des remblais 39
IV.4.5. Talutage éventuel 39
IV.4.6. Soutènement éventuel (fosse) 39
IV.5. Avoisinants sensibles (conduite existante) 40

V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES 41

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GÉNÉRALES SUR LES MISSIONS GÉOTECHNIQUES
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES
ANNEXE 3 – SONDAGE PRESSIOMETRIQUE
ANNEXE 4 – SONDAGE CAROTTE
ANNEXE 5 – RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE
ANNEXE 6 – RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE DE SOL

I. CONTEXTES

I.1. Contexte du projet

I.1.1. Données générales

I.1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Renouvellement de la canalisation AEP DN250 sous l'Allier
Adresse et Commune : Lieu-dit Le Broussilloux à NONETTE - ORSONETTE (63)
Demandeur de la mission : GEOVAL (représenté par M. OBRIER)
Client : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE

I.1.1.2. Intervenants

Maître d'ouvrage : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Maîtrise d'œuvre : GEOVAL
Bureau d'études : FOREXI

I.1.1.3. Phase du projet

D'après les éléments communiqués, le projet est au stade d'avancement suivant :

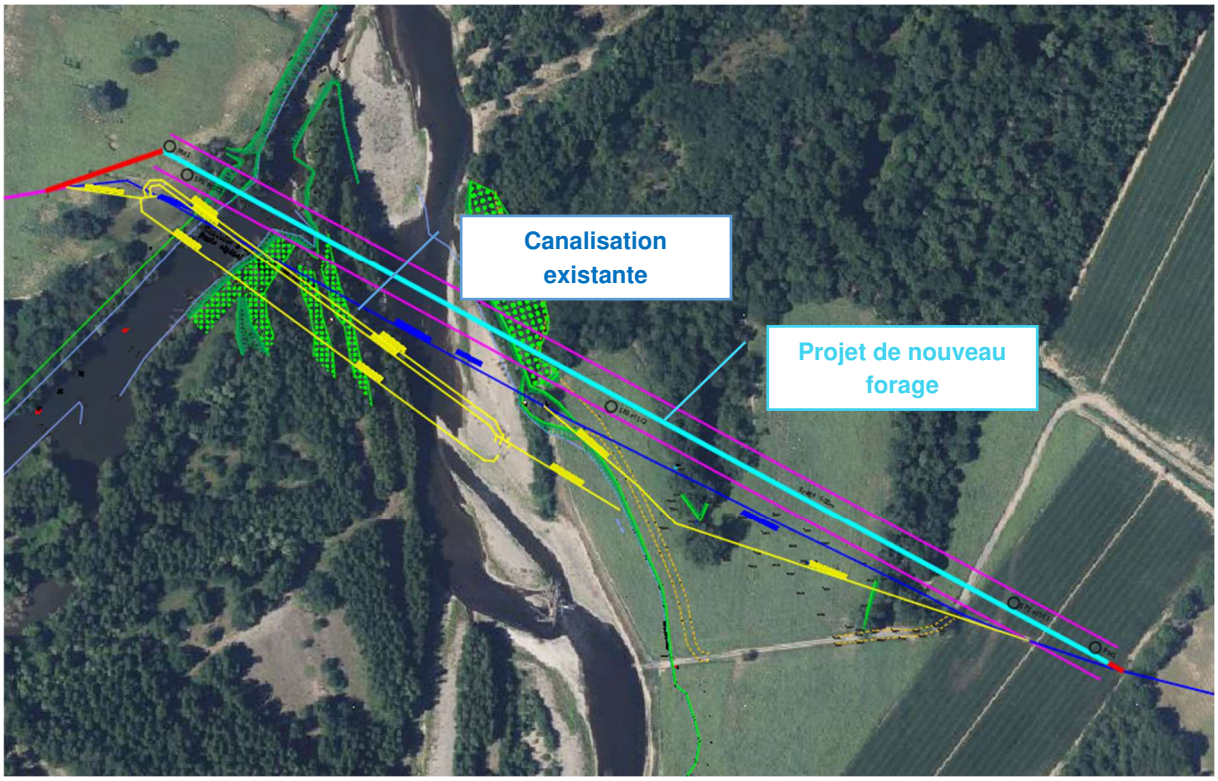
Etudes d'esquisse	Etudes d'avant-projet sommaire	Etudes d'avant-projet définitif	Etudes de projet	Etablissement DCE	Consultation ACT	Réalisation des ouvrages
	x					

I.1.2. Description du projet

D'après les documents cités au paragraphe I.1.3 et les informations fournies, le projet prévoit le renouvellement d'une canalisation AEP DN250 sous l'Allier sur la commune de NONETTE – ORSONNETTE (63).

A ce stade du projet, il est prévu de réaliser un forage dirigé sur un linéaire maximum d'environ 600 m et pouvant atteindre une profondeur maximale d'environ 14 m.

Au stade actuel de l'étude, les caractéristiques définitives du projet ne sont pas encore clairement définies et décidées.



Implantation du nouveau forage

Le projet n'étant pas complétement défini et étant susceptible d'évoluer, l'étude de conception phase projet (mission G2 PRO) devra tenir compte des dernières évolutions.

I.1.3. Document communiqué

Les documents communiqués dans le cadre de cette étude sont les suivants :

Document	Echelle	Origine - Référence	Format	Date
Cahier des charges études géotechniques	-	GEOVAL – C25044	PDF	06/08/2025
Etude préliminaire du franchissement en sous-œuvre de l'Allier – Mission G1ES/PGC	-	FOREXI – 25.1276	PDF	02/06/2025
Plan de masse du forage	Variable	GEOVAL - /	DWG	Non daté
Implantation du forage sur vue aérienne	Non définie	GEOVAL	Jpeg mail	24/11/2025

I.2. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°RCF2.P.0198 en date du 16 octobre 2025 (Accord signé en date du 04/11/2025).

Il s'agit d'une Etude géotechnique de conception phase Avant-Projet (G2 AVP) réalisée en phase Avant-Projet (AVP), selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

Les résultats de l'étude réalisée au stade de la phase Avant-Projet (G2 AVP) ne sont pas suffisants pour être utilisés dans le DCE (Dossier de Consultation des Entreprises) car les risques importants sont traités à la fin de la mission G2 intégrant les phases PRO, DCE et ACT. De ce fait, cette étude d'Avant-Projet devra être suivie des études G2-PRO et G2-DCE/ACT.

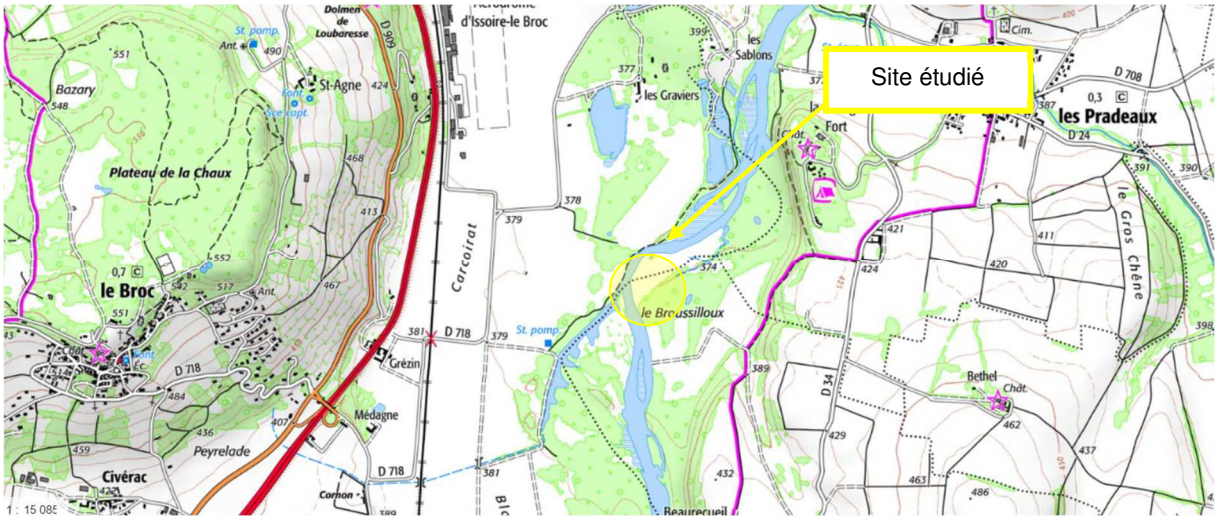
L'étude comprend, conformément au contrat et à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013, les prestations suivantes :

- L'ébauche des contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique :
  - Etablir une première approche d'un modèle géologique,
  - Etudier les différents risques naturels identifiés,
  - Fournir une première approche d'un modèle hydrogéologique,
  - Présenter une première ébauche du contexte sismique et qualifier le risque de liquéfaction sous séisme,
  - Faire une première estimation des caractéristiques géotechniques importantes et des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
  - Donner les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants),
- Préciser la disposition vis à vis des avoisinants et des ouvrages situés dans la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG).

<u>Selon le cahier des charges transmis</u> : GINGER CEBTP se contentera de commenter d'un point de vue géotechnique les résultats obtenus en s'abstenant d'écrire des recommandations concernant les modalités techniques du forage à réaliser ainsi que toute compilation bibliographique.

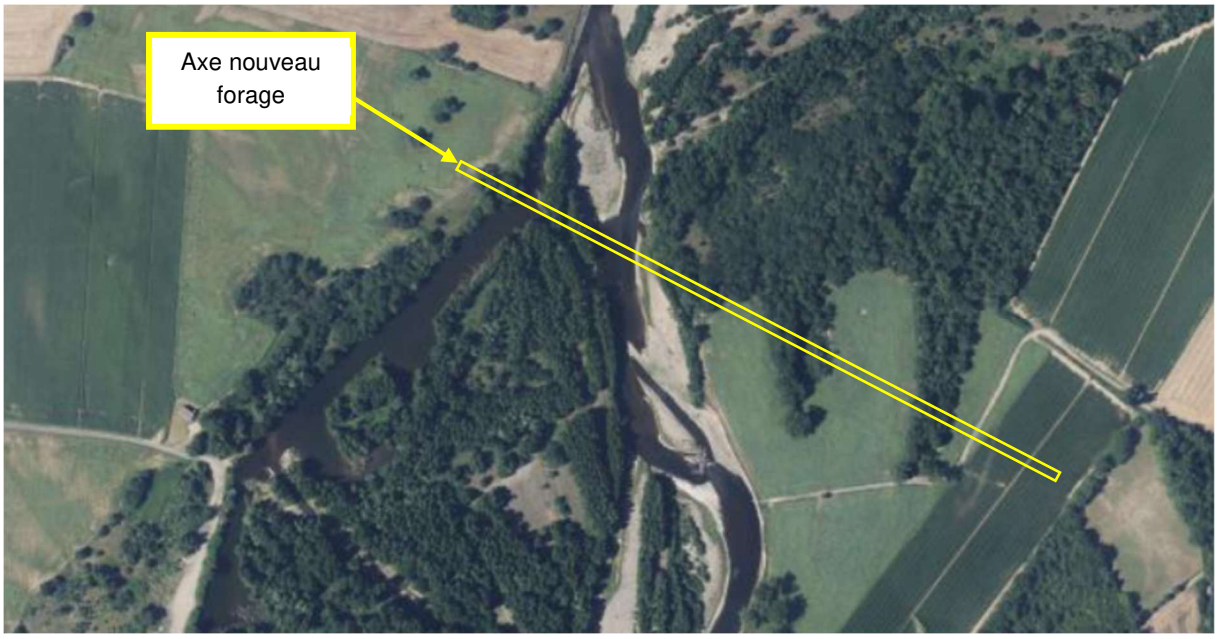
I.3. Description du site

I.3.1. Extrait de carte IGN



Source : Géoportail

I.3.2. Image aérienne



Source : Géoportail

I.3.3. Occupation du site - Mitoyenneté

Lors de nos interventions en décembre 2025 et janvier 2026, la zone d'investigations correspondait à des parcelles agricoles et prairies.



Zone de sondages SP1+SC1+ PM1



Zone de sondages SP2 + SC2



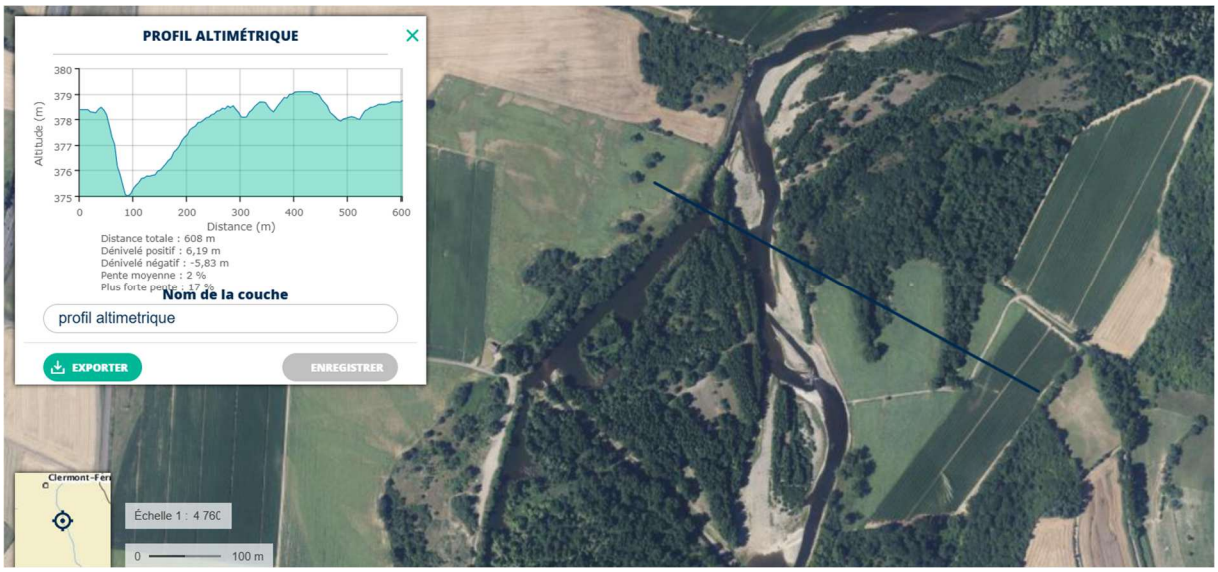
Zone de sondages SP3+SC3+ PM2

On note la présence des avoisinants suivants :

- le forage accueillant la canalisation existante au Sud du nouveau forage et les sorties du réseau en tranchée,
- des chemins agricoles existants en bordure de la zone de futurs travaux.

I.3.4. Topographie

La topographie actuelle du site est de l'ordre de 378 m NGF avec un point bas au fond de l'Allier aux environs de 375 m NGF.



Topographie au droit de la zone de projet

I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs.

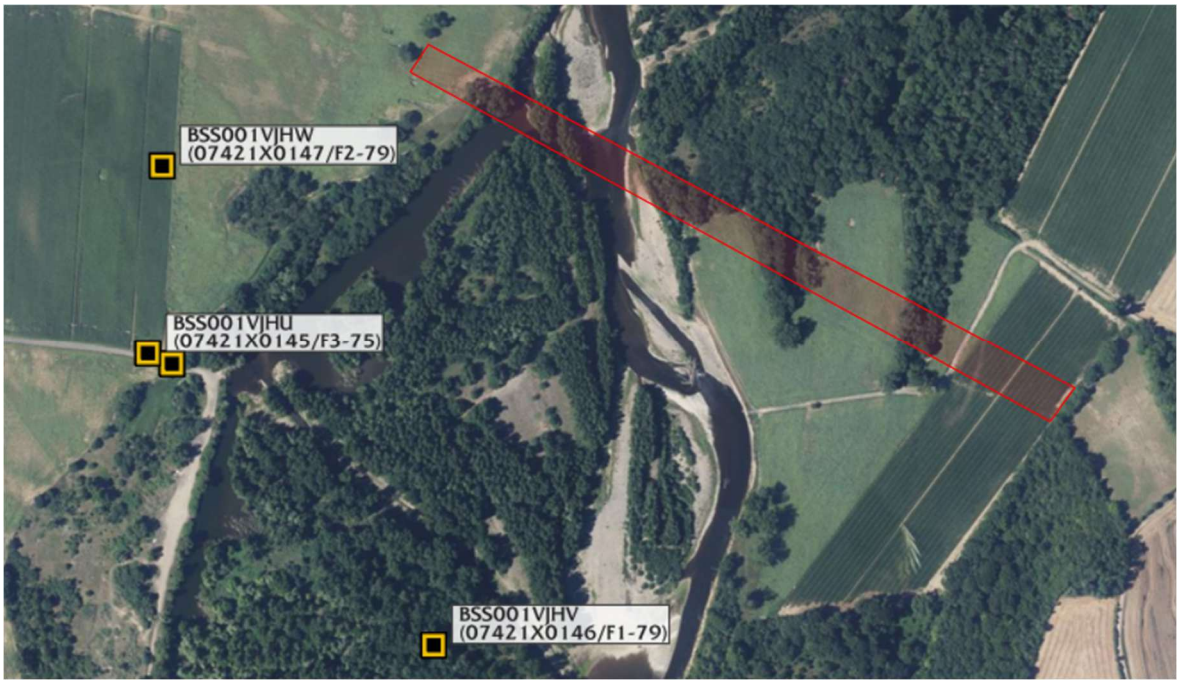
I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels

D'après notre expérience locale et la carte géologique de CLERMONT FERRAND à l'échelle 1/50000, le site serait constitué, sous une épaisseur de remblais d'aménagement :

- Formations alluviales - Alluvions actuelles indifférenciées (Fy-z),
- Eventuellement à l'Est, de dépôts de pentes - Colluvions de fond de vallée (Cfv).



Extrait de la carte géologique (site infoterre)



Implantation de sondages réalisés à proximité

Deux forages réalisés plus au Sud de la zone d'étude ont mis en évidence, une épaisseur d'alluvion sur 10 à 13 m environ reposant sur un substrat argileux rouge à gris – vert.

Nombre de niveaux : 8

Profondeur	Lithologie
De 0 à 0,4 m	TERRE VÉGÉTALE
De 0,4 à 3 m	SABLE GROSSIER 60%, PETITS ET MOYENS GALETS 30%, GRAVIERS 10%
De 3 à 5 m	SABLE GROSSIER 50%, PETITS ET MOYENS GALETS 30%, GRAVIERS 10%
De 5 à 7 m	SABLE GROSSIER 50%, PETITS ET MOYENS GALETS 40%, GRAVIERS 10%
De 7 à 8 m	SABLE GROSSIER 40%, PETITS ET MOYENS GALETS 40%, GRAVIERS 20%
De 8 à 9 m	SABLE GROSSIER 30%, PETITS ET MOYENS GALETS 20%, GRAVIERS 30%, 20% BLOCS ESSENTIELLEMENT BASALTIQUES
De 9 à 10,2 m	SABLE GROSSIER 40%, PETITS ET MOYENS GALETS 10%, GRAVIERS 10%, 40% BLOCS ESSENTIELLEMENT BASALTIQUES
De 10,2 à 10,5 m	ARGILE ROUGE

Nombre de niveaux : 5

Profondeur	Lithologie
De 0 à 0,4 m	TERRE VÉGÉTALE
De 0,4 à 8,4 m	SABLES GROSSIERS, NOMBREUX PETITS GALETS DE GRANITE ET DE BASALTE
De 8,4 à 9,7 m	BANCS DE GROS BLOCS DE BASALTE ET GALETS DE QUARTZ
De 9,7 à 12,7 m	SABLE GROSSIER DEVENANT DE PLUS EN PLUS ARGILEUX EN PROFONDEUR PETITS GALETS DE BASALTE À LA BASE
De 12,7 à 13,4 m	ARGILE GRIS VERT

I.4.2. Contexte hydrogéologique

Dans le contexte géologique décrit plus haut, peuvent cohabiter plusieurs types de nappes. On distingue, de haut en bas :

- une poche d'eau temporaire, de type nappe d'imbibition, pouvant régner au sein des remblais ou des formations superficielles, alimentée par la pluviométrie efficace,
- une ou des nappes semi-captives régnant au sein des formations plus perméables du site et en lien possible avec la rivière de l'Allier qui traverse le site,
- en profondeur, une nappe de type fissurale pouvant se développer au sein du substratum local selon l'état de fracturation de ce dernier. Celle-ci s'apparente à de multiples venues d'eau observées au gré des discontinuités rencontrées dans le rocher.

Par ailleurs des circulations anarchiques / ponctuelles ne sont pas exclues au sein des formations superficielles.

I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques

Les informations recueillies sur les sites internet consultés (www.georisques.gouv.fr et site de la préfecture) sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Risques majeurs	Informations documentaires
Inondations/débordement de cours d'eau	Zone inondable identifiée (PPR en vigueur) Zone potentiellement inondable*
Cavités naturelles ou anthropiques carrières	Pas de présence de cavités connues à proximité du projet *
Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)	Niveau exposition : faible à moyenne (niveau 1 à 2) *
Mouvements de terrains Instabilité – Glissement – Chute de blocs	Présence de mouvements de terrains connus à proximité du projet (érosion des berges) *
Séismes	Zone 3 : Modéré *
Radon	Potentiel d'exposition : a priori faible (niveau 1) *
Remblais	Pas de risque de présence de remblais *
Pollution – Chimique - Pyrotechnique	Pas de pollution signalée, présence d'une canalisation *

** cf. détail et illustrations ci-après*

I.4.3.1. Arrêté de catastrophes naturelles

Il est à noter que la commune de NONETTE ORSONNETTE (63) a fait l'objet des arrêtés de catastrophes naturelles suivants dont 6 relatifs à la sècheresse :

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 16 Source : CCR
Inondations et/ou Coulées de Boue : 8

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0300740A	01/12/2003	05/12/2003	12/12/2003	13/12/2003
INTE2023938A	13/06/2020	13/06/2020	14/09/2020	24/10/2020
INTE9300038A	09/06/1992	12/06/1992	04/02/1993	27/02/1993
INTE9300038A	04/06/1992	06/06/1992	04/02/1993	27/02/1993
INTE9400580A	04/11/1994	06/11/1994	21/11/1994	25/11/1994
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
IOCE0903436A	02/11/2008	03/11/2008	09/02/2009	13/02/2009
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Source : www.georisques.gouv.fr

Sécheresse : 6

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1920338A	01/07/2018	30/09/2018	16/07/2019	09/08/2019
INTE2019261A	01/01/2019	31/12/2019	28/07/2020	03/09/2020
IOME2311008A	01/04/2022	30/06/2022	25/04/2023	10/06/2023
IOME2311008A	01/10/2022	31/12/2022	25/04/2023	10/06/2023
IOME2415881A	01/01/2023	31/03/2023	18/06/2024	02/07/2024
IOME2415881A	01/07/2023	31/12/2023	18/06/2024	02/07/2024

Mouvement de Terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Source : www.georisques.gouv.fr

I.4.3.2. Inondation /débordement de cours d'eau

Après consultation du site du Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires sur les risques majeurs (www.georisques.gouv.fr), la commune **fait** l'objet d'un PPRN vis-à-vis du risque inondation (PPRNPI) et **affecte le site étudié**.

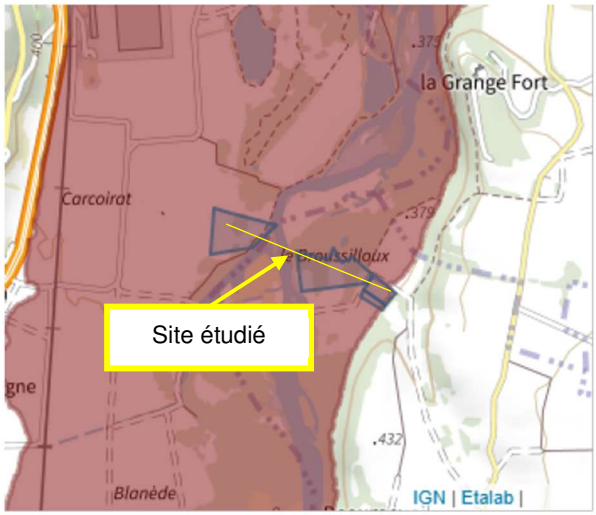
INONDATION

Le Plan de prévention des risques naturels (PPR) de type Plan de Prévention des Risques Naturels nommé rev PPRi Val d'Allier Issoirien a été approuvé et affecte votre bien.
Date de prescription : 13/07/2016
Date d'approbation : 13/06/2018

Un PPR approuvé est un PPR définitivement adopté.

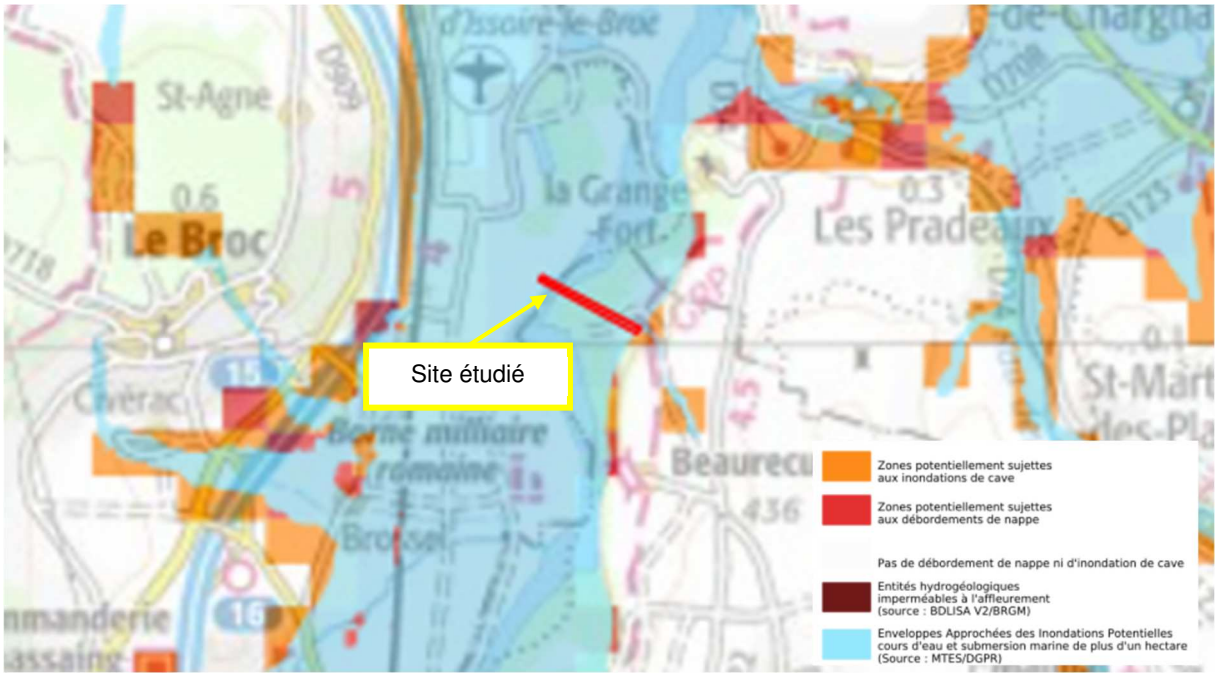
Le PPR couvre les aléas suivants :
InondationPar une crue à débordement lent de cours d'eauPar une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau

Le plan de prévention des risques est un document réalisé par l'Etat qui interdit de construire dans les zones les plus exposées et encadre les constructions dans les autres zones exposées.



Source : www.georisques.gouv.fr

De plus, le site est localisé au droit d'une zone potentiellement inondable par débordement de cours d'eau.



Source : site infoterre

Par ailleurs des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

I.4.3.3. Cavités naturelles ou anthropiques - Carrières

D'après les cartes d'aléas (www.georisques.gouv.fr) du BRGM réalisées pour le compte du Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, il **apparaît qu'il n'y a aucune cavité répertoriée** dans un rayon de 500 m autour de la zone d'étude.

A noter que le substratum n'est pas réputé karstique.

I.4.3.4. Remblais

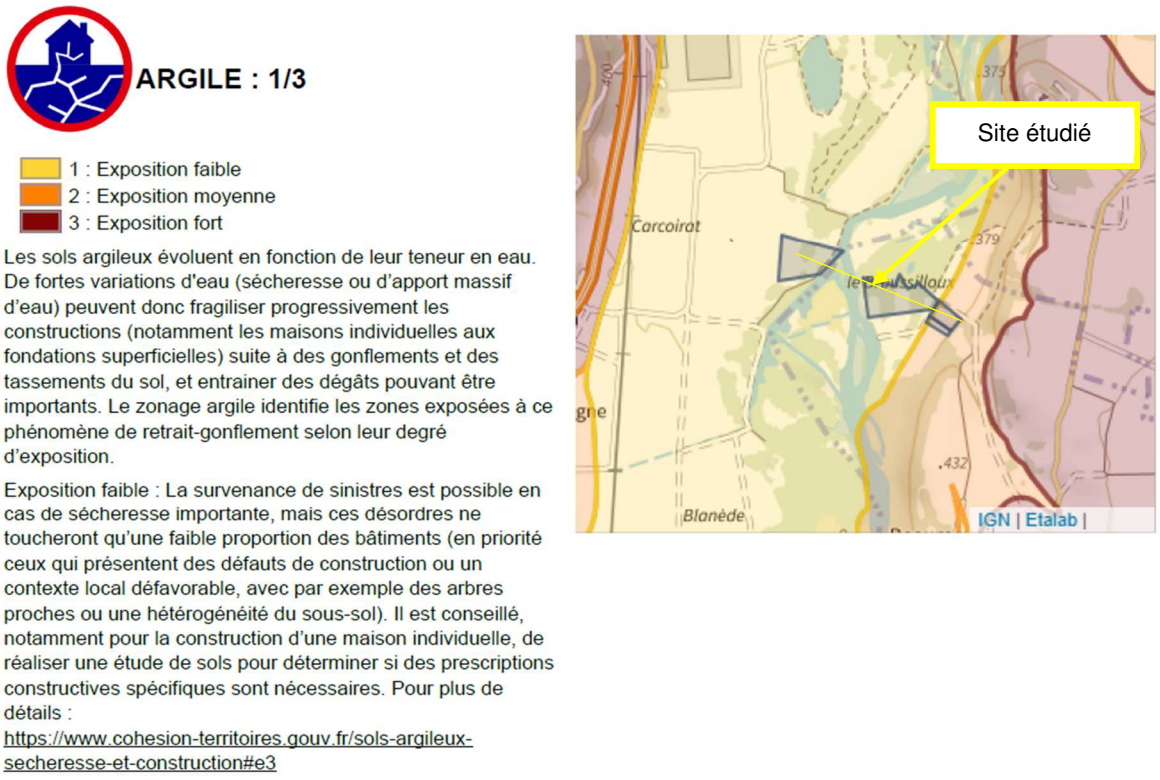
D'après l'historique et l'occupation actuelle du site, le site présente un **risque nul de remblais de forte épaisseur**.

I.4.3.5. Radon

On note un potentiel radon de catégorie 1.

I.4.3.6. Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)

A noter que, d'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), le niveau d'exposition vis-à-vis du retrait / gonflement des terrains argileux au droit du projet est essentiellement **faible à moyenne à l'Est**.

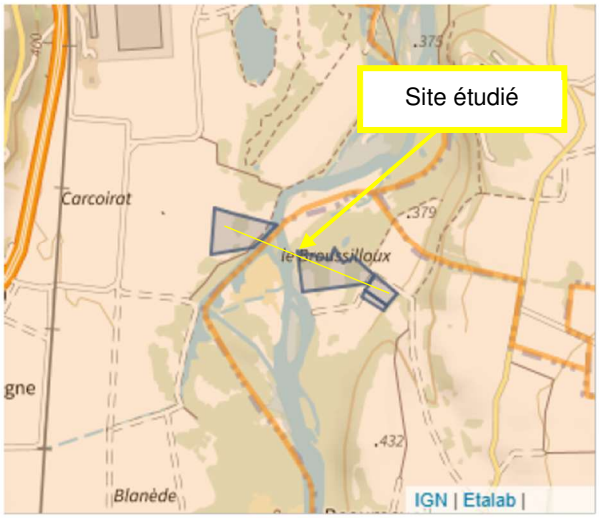


Source : www.georisques.gouv.fr

I.4.3.7. Séisme

Le site étudié est classé en **zone de sismicité 3** (modéré). Dans le cas d'un ouvrage de catégorie d'importance II, III ou IV, l'application des règles parasismiques est obligatoire et il faut se reporter à l'Eurocode 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme).

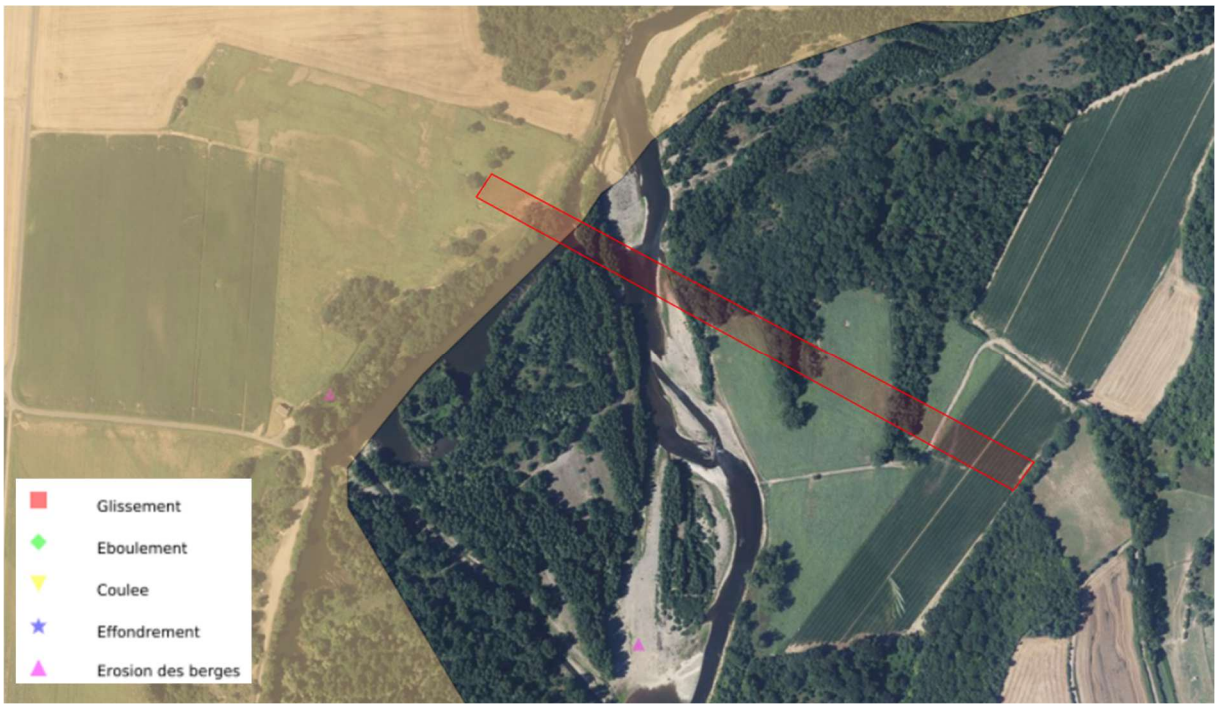




Source : www.georisques.gouv.fr

I.4.3.8. Mouvements de terrains – Instabilité – Glissement – Chute de blocs

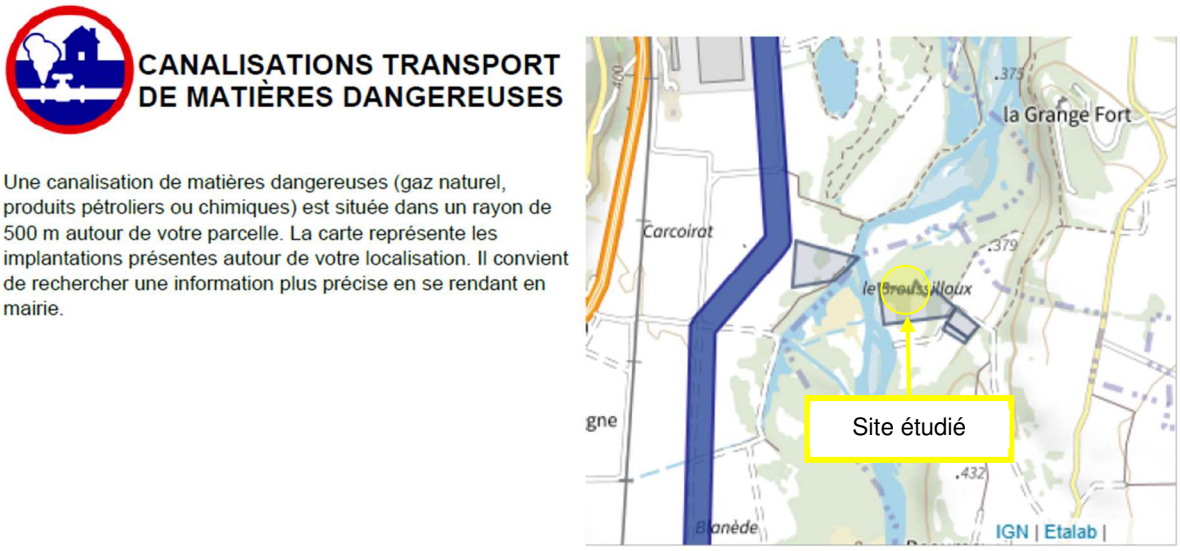
D'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), il y a des **mouvements de terrain (érosion des berges)** répertoriés à moins de 500 m du site.



Source : site infoterre

I.4.3.9. Pollution – Chimique – Pyrotechnique

D'après les cartes d'aléas (www.georisques.gouv.fr) du BRGM réalisées pour le compte du Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, on ne note pas la présence de site potentiellement pollué à moins de 500 m de la zone d'étude. On note toutefois la présence d'une canalisation de transport de matière dangereuse.



Source : www.georisques.gouv.fr

II. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

II.1. Préambule

La campagne d'investigations a été définie lors de la consultation en accord avec le maître d'œuvre (GEOVAL).

Ces investigations ont toutes été réalisées en décembre 2025 et janvier 2026.

II.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie par GEOVAL et réalisée et adaptée par GINGER CEBTP en fonction des contraintes du site et de la présence de réseaux enterrés.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain au moment des investigations, noté « TA » dans la suite de ce rapport. Elle a été relevée par nos soins à l'aide d'un GPS.

II.3. Sondages, essais et mesures in situ

II.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Qtté	Noms	Prof. / TA (en m)	Essais pressiométriques (norme NF 94 110-1)	Altitude NGF de la tête (m)
Sondage semi-destructif à la tarière ∅ 63 mm	3	SP1 SP2 SP3	20.0 20.0 20.0	19 19 19	378.8 378.4 378.3
Sondage carotté	3	SC1 SC2 SC3	20.0 21.4 22.3		378.8 378.4 378.3
Puits à la pelle hydraulique, à la mini-pelle ou au tractopelle	2	PM1 PM2	3.5 3.0		378.8 378.3

Les coupes des sondages sont présentées en annexes 3, 4 et 5 où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages destructifs :**
  - coupe approximatives des sols (1),
  - diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
    - V.I.A. : vitesse instantanée d'avancement (m/h),
    - P.O. : pression sur l'outil (bars),
    - P.I. : pression d'injection (bars),
    - C.R. : couple de rotation (bars).

(1) l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings, des courbes de pénétration des sols et des diagraphies.

- **Essais pressiométriques :**
  - Module pressiométrique : E_M (MPa),
  - Pression limite nette : p_l^* (MPa),
  - Pression de fluage nette p_f^* (MPa),
  - Rapport E_M/p_l^*.

- **Sondages carottés :**
  - coupe détaillée des sols,
  - planches photographiques des échantillons prélevés.

II.3.2. Essais de perméabilité in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai de perméabilité in situ	Sondage de référence	Prof. / TA (m)
Essais de perméabilité de type Lefranc à charge variable ou constante	SC1	3.0-4.0 5.0-6.0 1.5-9.0 9.0-15.0
	SC2	3.0-4.0 11.0-12.0 11.0-15.0 11.0-18.0
	SC3	3.0-4.0 5.0-6.0 11.0-12.0 14.0-15.0 14.0-18.0

Les résultats des essais sont présentés en annexe 6.

II.4. Essais en laboratoire

Les essais suivants ont pu être réalisés :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	10	NF EN ISO 17892-1
Mesure du poids volumique sec	4	NF EN ISO 17892-2
Analyse granulométrique par tamisage	10	NF EN ISO 17892-4
Valeur au bleu du sol (VBS)	10	NF EN 17542-3
Limite d'atterberg	4	NF EN ISO 17892-12
Classification des sols (GTR)	10	NF EN 16907-2
Caractéristiques mécaniques	Nombre	Norme
Cisaillement direct consolidé lent (CD)	2	NF P94-071-1
Essai de résistance à la compression simple	1	NF P 94-420
Essai d'abrasivité CERCHAR	2	NF P94-430-1
Essai de dureté CERCHAR	2	NF P94-412

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebus.

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en annexe 7.

III. INTERPRÉTATIONS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS – MODÈLE GÉOTECHNIQUE

III.1. Synthèse des investigations - Interprétations

Cette synthèse devra être affinée par l'ingénierie géotechnique lors de l'étude géotechnique de conception en phase PROJET (G2 PRO), puis en phase d'élaboration du dossier de consultation des entreprises et assistance au contrat de travaux (G2 DCE/ACT).

III.1.1. Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance (décembre 2025 et janvier 2026). L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°1 : **Formation de couverture constituée de terre végétale limono-sableuse à limono-graveleuse marron**
Epaisseur de 0.2 à 0.4 m environ

Formation n°2 **: Formations alluvionnaires +/- cimentées constituées essentiellement de sable limoneux, sable graveleux et de graves sableuses (galets Dmax = 90 mm) de teinte marron, beige, gris, noir**

On distingue selon les caractéristiques mécaniques :

> 2-1 / Des niveaux lâches proche de l'Allier (SP2)
Profondeur du toit : 0.2 m / TA
Profondeur de la base : 2.2 m / TA
Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (pl*) : 0.38 MPa (un seul essai réalisé)
- Module pressiométrique (Em) : 2.4 MPa (un seul essai réalisé)

>2-2 / Des niveaux moyennement denses à denses (SP1, SP2, SP3)
Profondeur du toit : 0.2 à 2.2 m / TA
Profondeur de la base : 3.2 à 4.7 m / TA
Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (pl*) : 0.55 à 1.98 MPa
- Module pressiométrique (Em) : 5.8 à 12.0 MPa

> 2-3 / Des niveaux très denses plus en profondeur (SP2, SP3 uniquement)
Profondeur du toit : 3.2 à 3.5 m / TA
Profondeur de la base : 10.5 à 12.2 m / TA
Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (pl*) : > 2.15 à >4.93 MPa
- Module pressiométrique (Em) : 16.3 à 69.8 MPa

Commentaires :

- Cet horizon de par son origine et son mode de dépôt présente des variations significatives de faciès avec des passes plus sableuses ou plus graveleuses qui peuvent impacter les caractéristiques mécaniques.
- Il présente des caractéristiques mécaniques globalement faibles en tête sur le premier ou les deux premiers mètres de formation à rapidement moyennes à très bonnes en profondeur.

Formation n°3 **: Alternance de sable et limon et niveau sableux grésifié rouge, beige vert, gris**
Profondeur du toit : 4.7 à 12.2 m / TA
Profondeur de la base : > 22.3 m / TA
Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (pl*) : 1.33 à > 4.76 MPa
- Module pressiométrique (Em) : 7.1 à 594.7 MPa

Commentaires :

- Cet horizon présente des caractéristiques mécaniques globalement bonnes voire très bonnes. On note très ponctuellement des valeurs plus faibles.
- Il correspond à une alternance de passes limono-sableuses à sablo- limoneuses parfois sableuses et de passes sableuses fines à grossières grésifiées très indurées et plus ou moins friables.

Remarque : nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu.

III.1.2. Modèle géotechnique

Au stade de la G2AVP, on retiendra de l'analyse des essais pressiométriques disponibles les valeurs moyennes suivantes. Les valeurs ont été minorées pour tenir compte des valeurs hétérogènes du site en écartant les valeurs les plus faibles et les plus fortes.

			Pl*			EM		
Formation / type de sol		Nbr d'essais	Min	Max	Moy	Min	Max	Moyen
1 / Terre végétale		0	Formation neutralisée					
2 / Alluvions	2-1	2(1)	-	-	**0.35***	-	-	**2.4***
	2-2	9	0.55	1.98	**1.4***	5.8	12.0	**8.0***
	2-3	14	2.15	4.93	**2.5***	16.3	69.8	**20***
3 / Alternance limon, sable et niveau grésifié		33(2)	1.33	4.76	**2.5***	7.1	594.7	**40***

(1) dont 1 inexploitable, (2) dont 2 inexploitables

On retiendra donc :

Formation	Nature du sol		Prof. base /TA (m)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α
				p_l* (MPa)	E_M (MPa)	
n°1	Terre végétale		0.2 à 0.4	Neutralisée		
n°2	Alluvions	2-1 / Lâche	Absent à 2.2	0.35*	2.4*	1/3
		2-2 / moy. dense à dense	3.2 à 4.7	1.4*	8.0*	1/3
		2-3 / très dense	10.5 à 12.2	2.5*	20.0*	1/3
n°3	Alternance limon, sable et niveau grésifié		10.4	2.5*	40.0*	1/2

** valeur retenue. Ceci ne doit pas faire oublier les caractéristiques mécaniques plus élevées mesurées dans la formation (voir coupe de sondage) pour le choix des techniques de travaux.*

Ces données ont pour seul objet de préciser les hypothèses de calcul retenues pour la justification des ouvrages. La conception des infrastructures devra tenir compte des variations des limites de couches et des hétérogénéités locales toujours possibles.

III.1.3.Caractéristiques physiques des sols

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en annexe 7. Les résultats de ces essais sont synthétisés ci-après.

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des essais d'identification sur matériaux non rocheux :

Référence échantillon	Formation / Type de sol	Prof. échantillon (m/TA)	W (%)	VBS	VB	Dmax (mm)	MV ρ_s (Mg/m^3)	Limites d'Atterberg			Tamisat < 80 µm	Tamisat < 63 µm	Classe G.T.R.	Equivalent G.T.R. NF P 11 300	σ_c (MPa)	φ'_p (degrés)	C'$_p$ (kPa)	Classe D_{in}	Classe A_{in}
								WI	Ip	Wp									
26RCF-0052 (SC1)	n°2 / Grave sableuse	2.0 - 2.5	1.2	**0.06**	0.13	63					5.0	4.1	**G_1 ins**	D_2					
26RCF-0053 (SC1)	n°2 / Grave sableuse	5.0 - 5.8	1.3	**0.01**	0.02	63					0.5	0.5	**G_1 ins**	D_2					
26RCF-0057 (SC2)	n°2 / Grave sableuse	5.5 - 6.0	2.3	**0.01**	0.08	50					0.5	0.5	**G_1 ins**	D_2				**DU 3**	**A_{in} 2**
26RCF-0059 (SC3)	n°2 / Grave sableuse	2.0 - 3.0	2.5	**0.04**	0.10	80					2.1	1.7	**VC_2 G_1 ins**	C_1 D_2					
26RCF-0061 (SC3)	n° 2 / Sable	5.0 - 5.5	2.8	**0.05**	0.06	32					3.4	3.1	**S_2 ins**	D_1					
26RCF-0054 (SC1)	n°3 / Limon et sable	6.0 - 6.5	8.1	**1.20**	1.20	6		35	13	22	54.3	53.0	**F_2**	A_2					
26RCF-0051 (SC1)	n°3 / Sable, limon et grès	14.0 - 15.0	13.6	**1.11**	1.13	20	2.05				59.6	56.2	**F_1**	A_1				**DU 5**	**A_{in} 3**
26RCF-0055 (SC2)	n°3 / Limon	10.8 - 11.5	20.8	**2.67**	2.67	6	1.96	47	18	29	96.7	96.4	**F_2 ts**	A_2					
26RCF-0085 (SC2)	n°3 / Grès	14.4 - 14.6													18.04				
26RCF-0056 (SC2)	n°3 / Limon et sable	17.0 - 18.0	16.5	**2.84**	2.84	2	1.88	50	20	30	89.1	88.8	**F_2 ts**	A_2		26	63	**DU 6**	**A_{in} 4**
26RCF-0058 (SC3)	n°3 / Sable limoneux	12.0 - 13.0	10.1	**0.36**	0.39	20	1.98	35	12	23	19.7	19.6	**I_1**	B_5		40	7		
- (SC3)	n°3 / Grès	20.6 - 20.7																**DU 5**	**A_{in} 3**

Légende :
W (%) : Teneur en eau pondéral
VBS :Valeur au Bleu de Sol (quantité VB en grammes de bleu de méthylène adsorbée par 100g de fraction 0/50 mm d'un sol)
Dmax :Diamètre maximale d'un élément de l'échantillon
MV ρ_s :Masse volumique sèche
Tamisat < 80 µm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 microns
Tamisat < 63 µm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 63 microns
WI : Limite de Liquidité
Ip : Indice de Plasticité
Wp :Limite de Plasticité
Classe G.T.R. :Classe de sol selon la norme NF P11-300
σ_c :Résistance à la compression uniaxiale
φ'_p :Angle de frottement interne – critère de pic
C'$_p$:Cohésion interne - critère de pic
D_{in} :Indice de dureté Cerchar
A_{in} :Indice d'abrasivité Cerchar

Remarques :

Concernant les matériaux de la formation 1 (Alluvions) :

- Les matériaux de la formation 1 sont classés en VC_2 $G_{1,}$ G_1, S_2 ins selon le GTR. Ce qui démontre leur hétérogénéité.

- Les matériaux S_2 sont des sables propres qui sont sans cohésion et perméables, généralement insensibles à l'eau mais, dans certains cas, cette insensibilité devra être confirmé. Leur granulométrie, mal graduée et de faible calibre, les rend érodables et d'une traficabilité difficile.

- **Les matériaux G_1 sont généralement insensibles à l'eau. La VBS peut permettre de confirmer l'insensibilité à l'eau. En l'absence d'essai complémentaire, il faut les considérer comme sensible à l'eau.**

- La valeur de VBS obtenue montre que la formation n°1 analysée présente **une sensibilité faible (VBS < 2.5) à l'aléa retrait-gonflement** d'après les études de CHASSAGNEUX et Al. (1995)*.

** La classification établie par CHASSAGNEUX et Al. (1995) considère, en plus de la valeur au bleu (VBS), la valeur du coefficient de gonflement (C_g) et l'indice de plasticité (I_P). Ces deux valeurs ne peuvent être connues avec les essais réalisés dans le cadre de cette mission.*

Concernant les matériaux de la formation 2 (Alternance limon, sable et niveau grésifié) :

- Les matériaux sont classés en F_1, F_2 et I_1 selon le GTR sur sa fraction fine. Ils sont à dominante limono-sableux.

- **Les matériaux F_1 sont sensibles à l'eau et changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau,** en particulier lorsque leur Wn est proche de W_{OPN}. Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court, mais la perméabilité pouvant varier dans de larges limites selon la granulométrie, la plasticité et la compacité, le temps de réaction peut tout de même varier assez largement.

- **Les matériaux F_2 sont sensibles à l'eau et sujet à des pertes de portance et consistance pour de faibles variations de teneur en eau.**

- **Les matériaux I_1 sont sensibles à l'eau et sujet à des pertes de portance et consistance pour de faibles variations de teneur en eau.** La proportion de fines et la faible plasticité de ces dernières rapprochent beaucoup le comportement de ces sols de celui des sols F.

- La valeur de VBS et d'IP obtenue montre que la fraction fine de la formation n°3 analysée présente **une sensibilité faible (VBS < 2.0 et IP < 12.0) à moyenne (2.5 < VBS < 6.0 et 12 < IP < 22) à l'aléa retrait-gonflement** d'après les études de CHASSAGNEUX et Al. (1995)*.

** La classification établie par CHASSAGNEUX et Al. (1995) considère, en plus de la valeur au bleu (VBS), la valeur du coefficient de gonflement (C_g) et l'indice de plasticité (I_P). Ces deux valeurs ne peuvent être connues avec les essais réalisés dans le cadre de cette mission.*

Les essais de dureté CERCHAR réalisés sur des matériaux grésifiés ou blocailleux des formations analysées mettent en évidence des **matériaux durs (DU 3)** au sein des **alluvions** de la formation 2 et **tendres (DU5) à très tendres (DU6)** au sein des **passes grésifiées** de la formation 3.

Les essais d'abrasivité CERCHAR réalisés sur des matériaux grésifiés ou blocailleux des formations analysées mettent en évidence des **matériaux très abrasifs (AIN 2)** au sein des **alluvions** et **abrasifs (AIN 3) à peu abrasifs (AIN4)** au sein des **passes grésifiées** de la formation 3.

III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique

III.2.1. Piézométrie, niveaux d'eau

Les niveaux d'eau relevés dans nos sondages pressiométriques **et non stabilisés** s'établissent comme suit :

Sondage (cote NGF)		SP1 (378.8)	SP2 (378.4)	SP3 (378.3)
Date	Temps	Prof. (m / TA) (cote NGF correspondante)		
09/12/2025	Nuageux, froid, humide		3.6 (374.8)	
15/12/2025		3.0 (375.8)		
24/12/2025				1.8 (376.5)

Les sondages à la pelle réalisés sont restés secs jusqu'à 3.0 et 3.5 m de profondeur.

Ces niveaux d'eau ne préjugent pas du niveau statique de la nappe alluviale. En effet, nous rappelons que les forages ayant été réalisés à l'eau, ils peuvent être biaisés par la présence de liquide résiduel de forage, le niveau piézométrique réel peut être supérieur au niveau d'eau constaté.

Il est à noter que les niveaux d'eau dans le sol peuvent varier en fonction de la saison et de la pluviométrie**. Les niveaux d'eau doivent donc être considérés à un instant donné.**

De plus, des circulations d'eau ponctuelles / anarchiques ne sont pas à exclure au sein des différentes formations, notamment en cas de précipitations.

Seul le suivi d'un piézomètre sur une période adaptée permettrait de préciser les niveaux d'eau caractéristiques de la nappe.

L'étude du contexte hydrogéologique ne fait pas partie de la présente mission et doit faire l'objet d'une étude spécifique (cf. annexe A1 de la norme NFP 94-500). Nous restons à la disposition pour effectuer cette étude.

III.2.2. Interprétation des niveaux d'eau

Cas d'une nappe perchée, poches d'eau
Les nappes perchées peuvent régner au sein des remblais, sols de surface… Leur présence est favorisée par des terrains superficiels perméables reposant sur un niveau inférieur plus imperméable.

Elles sont alimentées par la pluviométrie ou des écoulements de surface et ont un caractère aléatoire. Elles sont généralement temporaires et peuvent atteindre le niveau du terrain actuel (subaffleurantes).

Cas d'une nappe alluviale
Nous sommes en présence d'une nappe alluviale en liaison avec l'Allier (rivière). Les caractéristiques de cette nappe doivent faire l'objet d'une étude spécifique afin de connaitre les niveaux d'eau caractéristiques (EB, EF, EH, EE…) et le débit qui peut être important.

III.2.3.Perméabilité

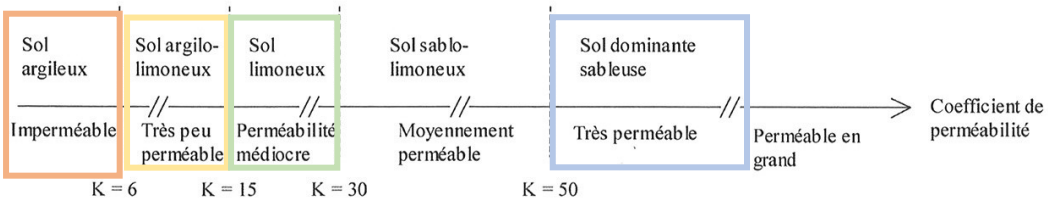
Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, des essais de perméabilité PORCHET, adaptés au site et au projet, ont été réalisés. Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Référence sondage	Formation / Nature du sol	Profondeur de l'essai (m)	Coefficient de perméabilité K	
			m/s	mm/h
SC1	2/Grave sableuse	3.0-4.0	$1.9.10^{-7}$	<1
	2/Grave peu sableuse	5.0-6.0	$3.3.10^{-7}$	1.2
	3/Limon sableux et grès	7.5-9.0	$7.5.10^{-6}$	27
	3/Limon sableux et grès	9.0-15.0	$2.5.10^{-6}$	9
SC2	2/Grave peu sableuse	3.0-4.0	$9.5.10^{-7}$	3.4
	3/Limon sableux et grès	11.0-12.0	$6.3.10^{-5}$	227
	3/Limon sableux et grès	11.0-15.0	$2.3.10^{-5}$	83
	3/Limon sableux et grès	11.0-18.0	$1.6.10^{-5}$	58
SC3	2/Grave sableuse	3.0-4.0	$6.0.10^{-7}$	2.2
	2/Sable moyen à fin	5.0-6.0	$4.6.10^{-6}$	16.6
	2/Alluvions probables	11.0-12.0	$3.8.10^{-7}$	1.4
	3/Limon sableux	14.0-15.0	$8.0.10^{-7}$	2.9
	3/Limon sableux et grès	14.0-18.0	$1.8.10^{-5}$	65

Remarques importantes :

- Nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité sur une surface très limitée par rapport au terrain étudié. Des variations latérales ne sont donc pas exclues.
- Pour obtenir une valeur pertinente de perméabilité de l'aquifère, il est nécessaire de réaliser un essai de pompage. En effet, cet essai permet de mesurer la perméabilité en grand du massif et d'obtenir une estimation raisonnable des débits à prévoir, notamment dans l'hypothèse de rabattement provisoire ou permanent de la nappe. Nous restons à la disposition de notre client pour réaliser un essai de pompage.

Les termes utilisés dans ce paragraphe sont ceux utilisés dans la norme XP DTU 64.1 P1-1 : Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif, dont le tableau récapitulatif (page 19) est présenté ci-dessous (k exprimé en mm/h).



La formation 1 (alluvions) peut être considérée comme imperméable, peu perméable ou de perméabilité médiocre. Les faibles valeurs mesurées dans cet horizon peuvent s'expliquer par la cimentation des alluvions qui pourraient les rendre peu perméables.

La formation 2 (alternance limon sable et niveau grésifié) peut être considérée comme de perméabilité médiocre, très peu perméable et surtout très perméable. Les valeurs plus faibles mesurées peuvent correspondre à des niveaux plus argileux ou fortement grésifiés.

IV. ÉTUDE DES OUVRAGES

IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG

Le projet est concerné par les avoisinants suivants :

- le forage accueillant la canalisation existante au Sud du nouveau forage et les sorties du réseau en tranchée,
- des chemins agricoles existants en bordure de la zone de futurs travaux.

Nous demandons au MOA de nous communiquer la sensibilité de ces ouvrages, leurs tolérances aux déformations afin de les prendre en considération dans l'étude d'avant-projet.

IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques

IV.2.1. Inondations - Débordement de cours d'eau

Le projet est concerné par cet aléa et situé en zone inondable.

IV.2.2. Risque sismique

IV.2.2.1. Données réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité		3 (aléa modéré)
Caractéristiques du sol	Type de sol	B
	Paramètre de sol « S »	1.35
Accélération maximale de référence (agR)		1.1 $m.s^{-2}$

La classe d'ouvrage devra être confirmée *a minima* avant les études de la phase projet.

IV.2.2.2. Liquéfaction

Les reconnaissances réalisées dans le cadre de ce projet ne permettent pas de statuer sur le risque de liquéfaction. **Toutefois, au regard de la compacité des sols traversés, ce risque apparait négligeable.**

IV.2.3. Cavités naturelles ou anthropiques

Compte tenu du caractère aménagé du site (tranchée du réseau à remplacer existant), la présence de cavités anthropiques n'est pas exclue.

IV.2.4. Mouvement de terrain

Le site peut être concerné par cet aléa notamment concernant l'érosion des berges de l'Allier.

IV.2.5. Argiles (retrait / gonflement)

Le projet n'est a priori pas concerné par la présence d'argiles sensibles au retrait/gonflement.

IV.2.6. Remblais

Le site n'est pas concerné par cet aléa.

IV.2.7. Radon

Ce risque est à considérer pour les bâtiments à présence humaine. Le projet ne concerne pas ce type d'ouvrage.

IV.2.8. Pollution

On ne note pas la présence de site potentiellement pollué à moins de 500 m de la zone d'étude.

IV.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique

Au regard des éléments transmis, le projet prévoit essentiellement des terrassements en déblais pour la création de fosses d'entrée et sortie de part et d'autre de la traversée dont les amplitudes ne nous ont pas été transmises.

A ces terrassements, s'ajouteront les déblais nécessaires aux futurs travaux de VRD.

Il n'est a priori pas prévu de remblaiement significatif à notre connaissance.

IV.4. Terrassements généraux - Fouilles

IV.4.1. Traficabilité en phase chantier

Après décapage de la **terre végétale** (formation n°1), le fond de forme du site sera constitué d'alluvions (formation n°2, matériaux G1 ins. et S2 ins.). Ces formations **sont généralement insensibles à l'eau toutefois cette insensibilité doit être confirmée par des essais complémentaires**. Par conséquent, il est vivement conseillé de réaliser les travaux dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait devenir impraticable et nécessiter la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

IV.4.2. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais au sein de la formation n°1 (terre végétale) et en tête de la formation n°2 (alluvions lâche à moyennement denses notamment) ne devrait pas présenter de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Nous attirons par ailleurs l'attention sur les compacités plus importantes des alluvions (formation n°2) en profondeur qui pourront nécessiter des moyens de terrassement (outils et engins) adaptés/spécifiques.

IV.4.3. Drainage en phase chantier

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec jusqu'aux profondeurs intéressées par le projet. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Toutefois, selon la période de chantier, l'amplitude des déblais et selon l'étiage de l'Allier, les terrassements en déblai pourront recouper la nappe phréatique nécessitant un rabattement préalable de la nappe préalable (pompage…). ***On privilégiera notamment une réalisation des travaux en période favorable.***

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

IV.4.4. Réalisation des remblais

Il n'est a priori pas prévu de mise en œuvre de remblais.

IV.4.5. Talutage éventuel

Hors mitoyenneté et hors venues d'eau et dans le cas de terrassement limité (< 2.0 m), les talus **provisoires** des fouilles au sein des formations n°1 et n°2 pourront être dressés **avec une pente de 3 de base pour 2 de hauteur**, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire.

A noter que des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux notamment dans les formations sableuses dans ce cas les pentes devront être réduites. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane soigneusement fixées et des cunettes étanches en tête de talus.

Il n'est a priori pas prévu de talus définitifs.

Pour des hauteurs de talus supérieures à 2.0 m ou pour des talus plus raides, un confortement est à prévoir. Son dimensionnement fera l'objet d'une étude particulière spécifique.

IV.4.6. Soutènement éventuel (fosse)

En l'absence d'essais spécifiques, on pourra retenir provisoirement les caractéristiques géomécaniques suivantes au sein des alluvions (formation n°2) à titre indicatif uniquement :

Formation	Type de sol	γ (kN/m^3)	Long terme	
			φ' (°)	C' (kPa)
2	Alluvions : sable, sable et grave, grave et sable	20	30	0

Ces valeurs devront impérativement être confirmées à partir des résultats des essais spécifiques.

IV.5. Avoisinants sensibles (conduite existante)

La réalisation du projet actuel implique l'exécution de travaux **au voisinage d'aménagements existants (ouvrages et réseaux associés existants au Sud).** Toutes les précautions devront être prises pour leur éviter tout dommage tant en phase provisoire que définitive.

V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve de nos conditions générales et des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P94-500 de novembre 2013 (extrait en annexe).

Nous rappelons que cette étude est une mission de niveau G2 menée en phase Avant-Projet.

Ginger CEBTP se tient à disposition pour la réalisation des missions géotechniques suivantes.

Conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, il est nécessaire d'enchainer les études d'ingénierie géotechniques avec les phases suivantes :

- Etude géotechnique de conception phase PROJET (G2 PRO),
- Etude géotechnique de conception phase DCE/ACT (G2 DCE / ACT),
- Puis, après attribution du marché de travaux, les études géotechniques de réalisation G3 et G4.

Enfin, Ginger CEBTP peut également assurer la maîtrise d'œuvre des ouvrages géotechniques.

ANNEXE 1 – NOTES GÉNÉRALES SUR LES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchainement des missions types d'ingénierie géotechnique.

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.

— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

— Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

— Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).

— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Schéma d'implantation des investigations
Echelle : 1/2500 (format A3)

Légende : Puits à la pelle mécanique Sondage pressiométrique et sondage carotté



ANNEXE 3 – SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

- **Sondage semi-destructif :**
  - coupe détaillée des sols,
  - venue d'eau éventuelle.

  Et, pour chaque essai pressiométrique effectué :
  - module pressiométrique E_M (MPa)
  - pression limite nette p_l^* (MPa)
  - pression de fluage nette p_f^* (MPa)
  - rapport E_M/p_l^*

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

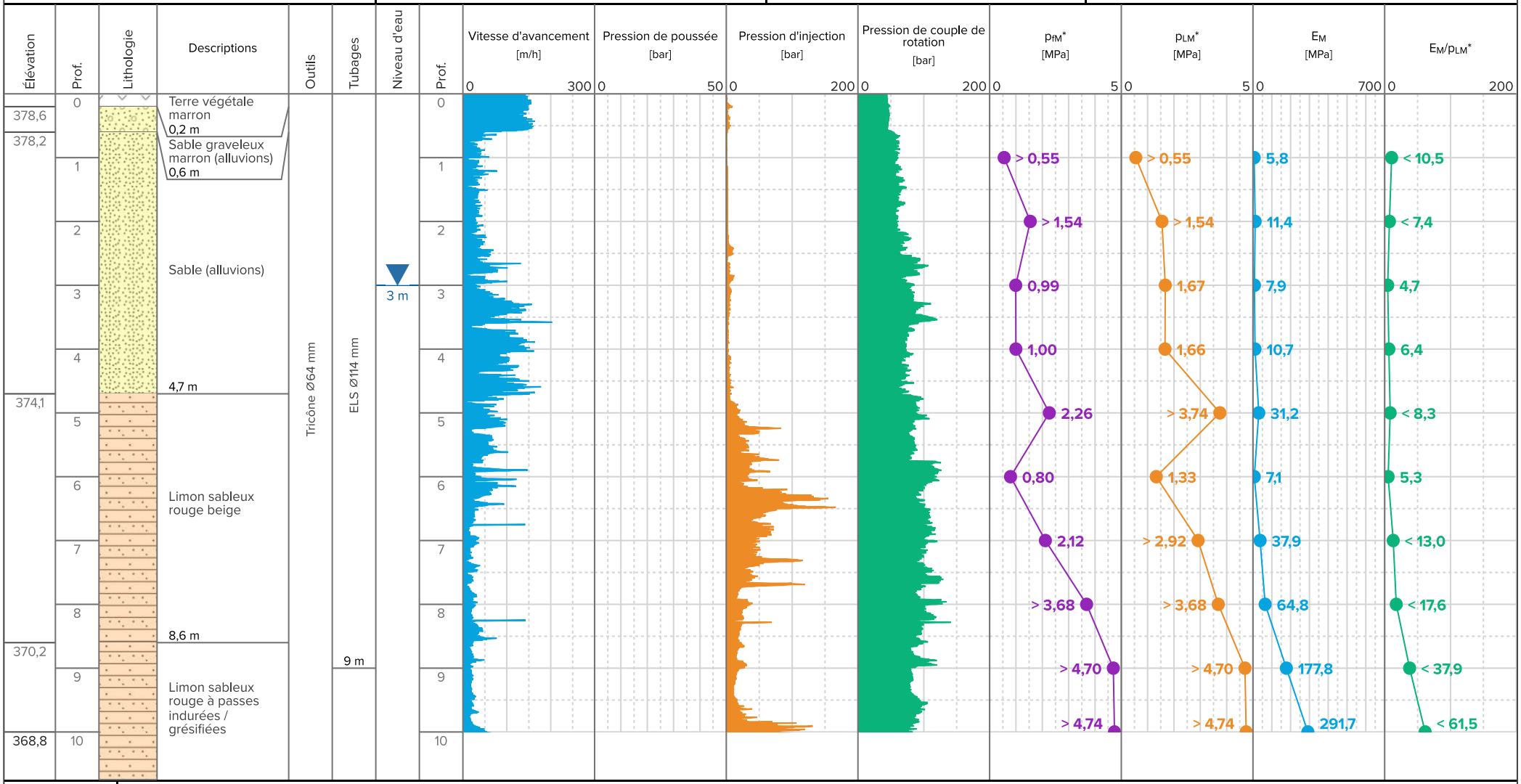
RCF2.P.122

Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SP1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,27855	45,50104	WGS 84		
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
+378,8 m	m NGF	-	-	20,0 m

Début	Fin	Machine	Opérateur
11/12/2025	15/12/2025	M303	N.OUMEDHI



Commentaires Arrêt volontaire à 20.0 m

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

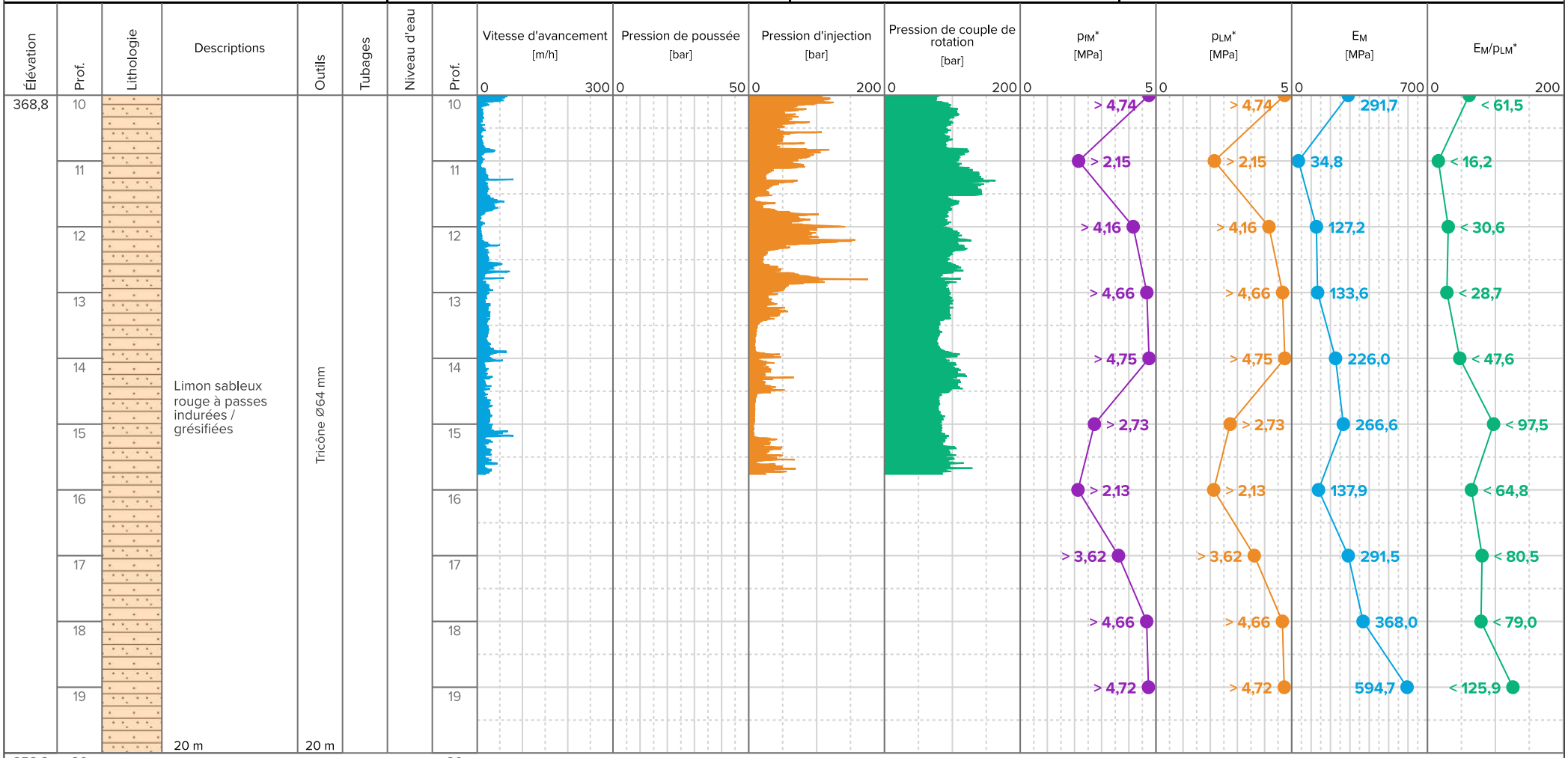
RCF2.P.122

Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SP1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,27855	45,50104	WGS 84		
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
+378,8 m	m NGF	-	-	20,0 m

Début	Fin	Machine	Opérateur
11/12/2025	15/12/2025	M303	N.OUMEDHI



Commentaires Arrêt volontaire à 20.0 m

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

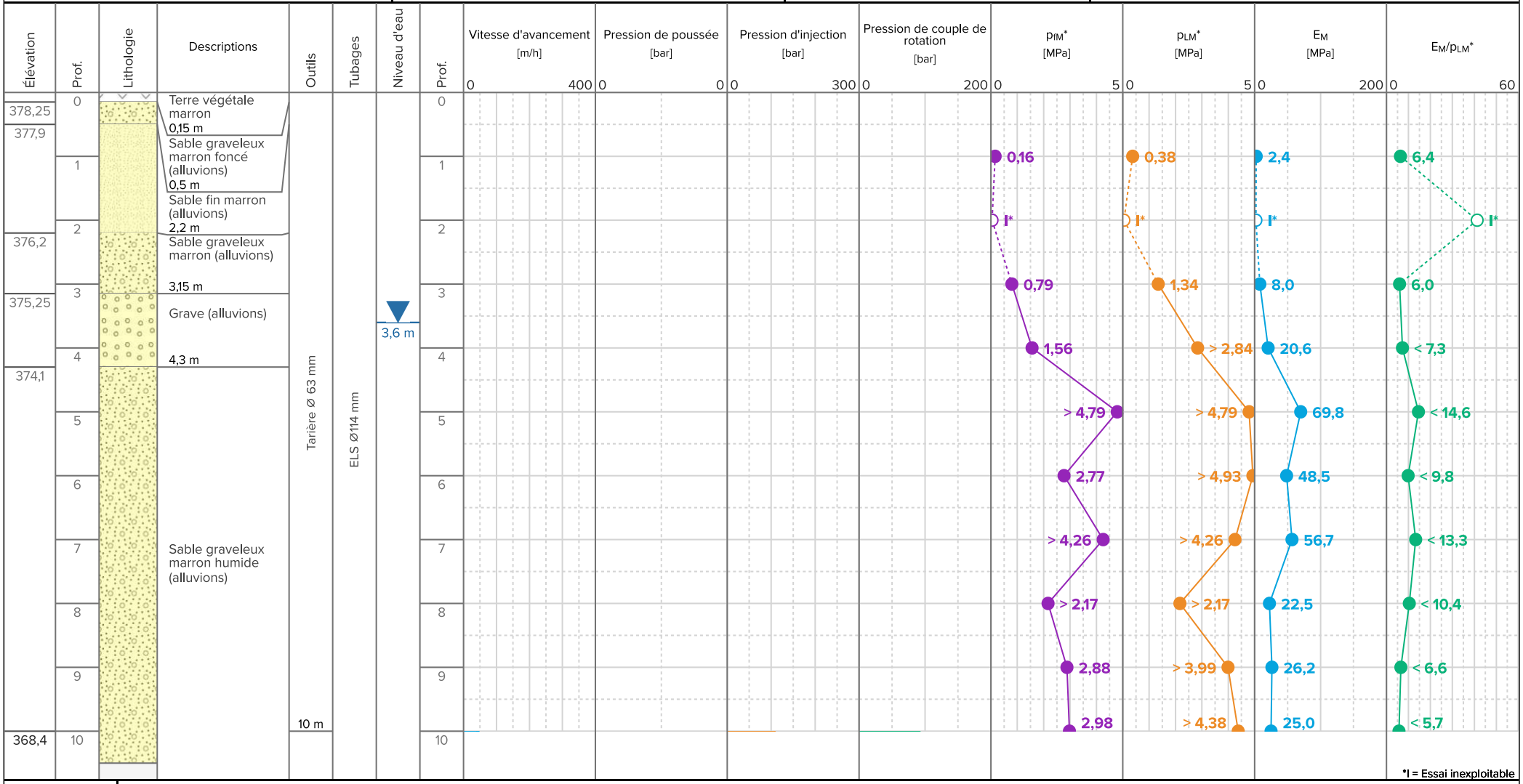
RCF2.P.122

Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SP2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,27574	45,50205	WGS 84		
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
+378,4 m	m NGF	-	-	20,0 m

Début	Fin	Machine	Opérateur
08/12/2025	09/12/2025	M303	N. OUMEDHI



*I = Essai inexploitable

Commentaires Arrêt volontaire à 20.0 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

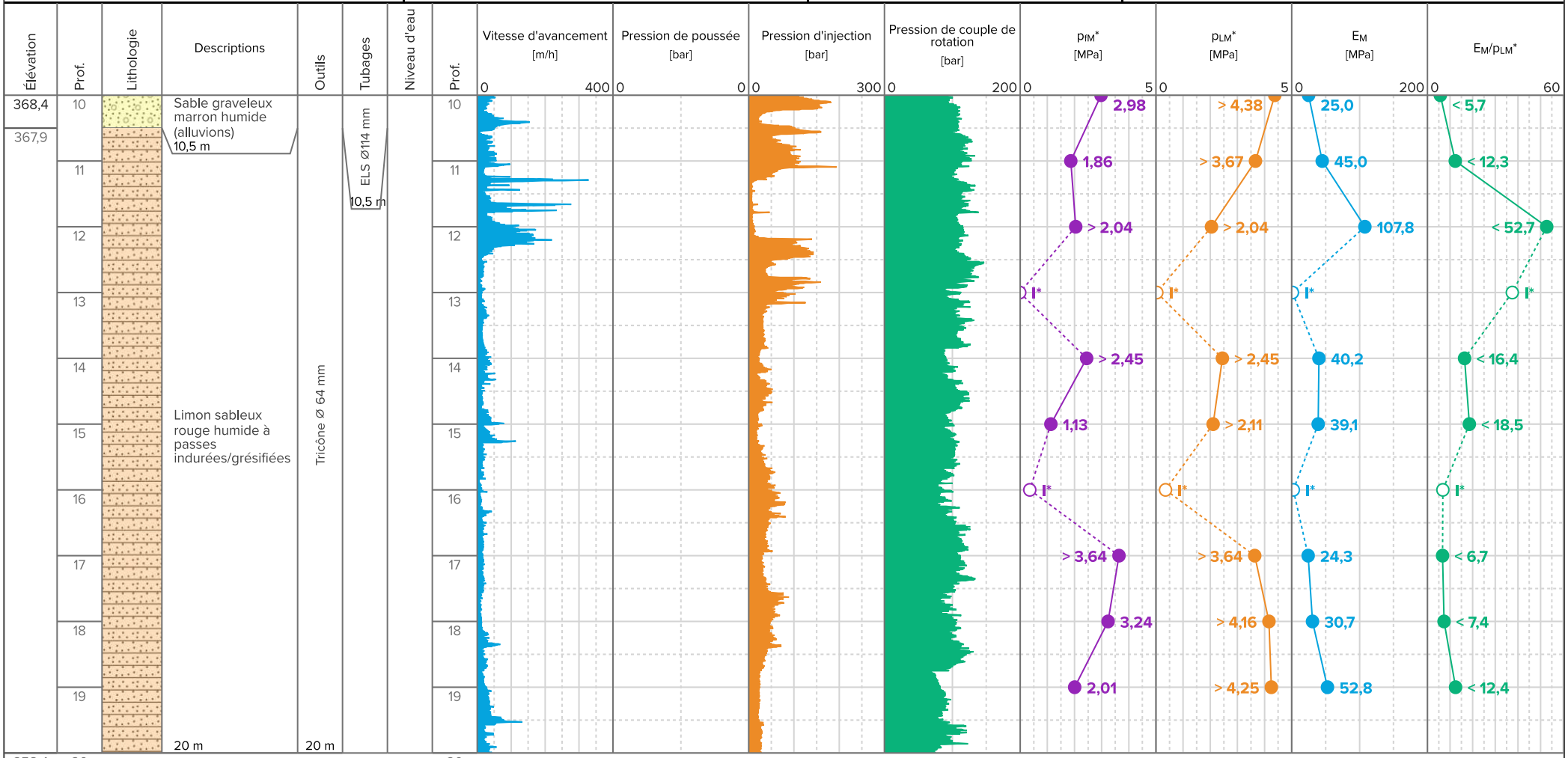
RCF2.P.122

Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SP2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,27574	45,50205	WGS 84		
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
+378,4 m	m NGF	-	-	20,0 m

Début	Fin	Machine	Opérateur
08/12/2025	09/12/2025	M303	N. OUMEDHI



*I = Essai inexploitable

Commentaires Arrêt volontaire à 20.0 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

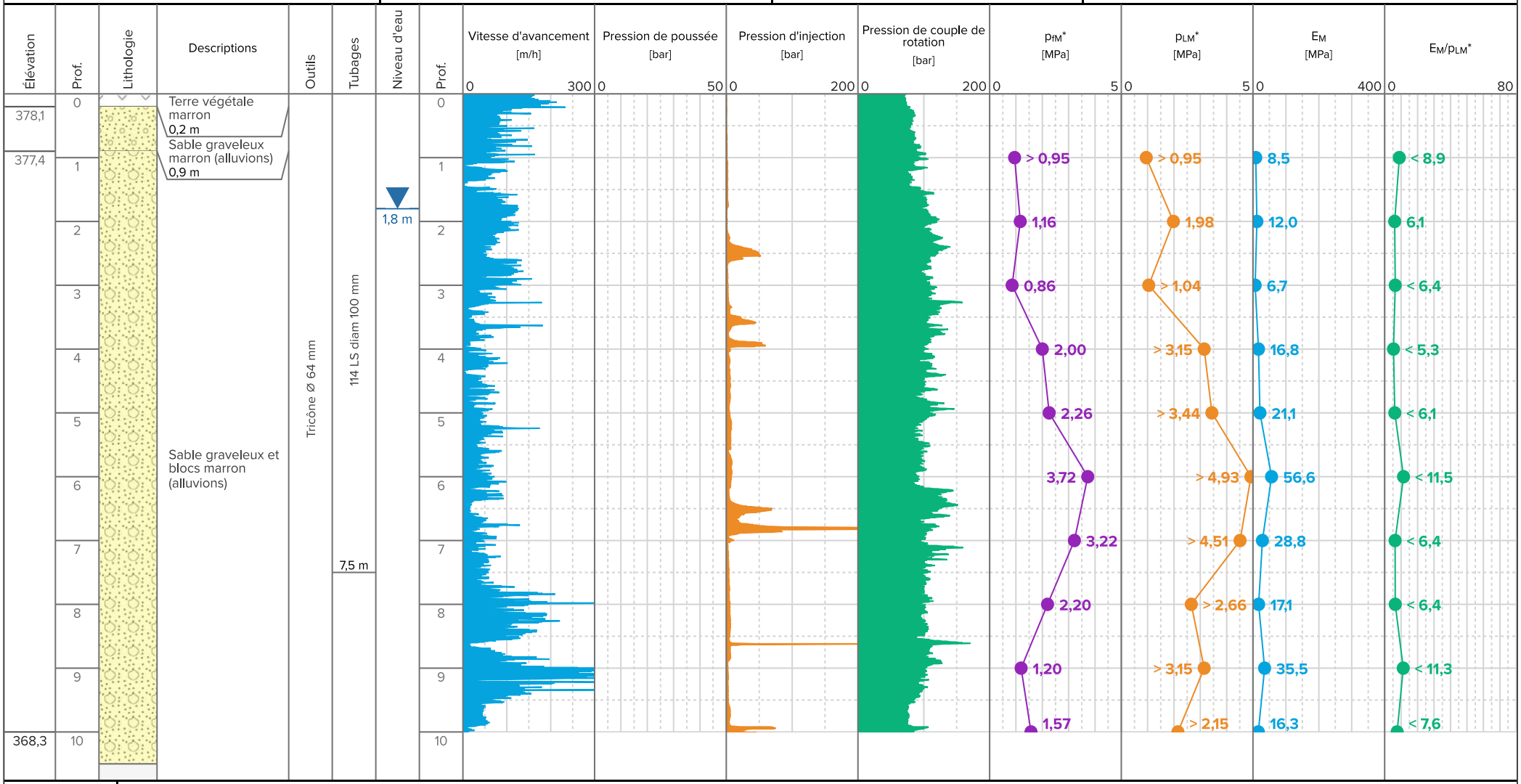
RCF2.P.122

Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SP3

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,27275	45,50318	WGS 84		
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
+378,3 m	m NGF	-	-	20,0 m

Début	Fin	Machine	Opérateur
19/12/2025	24/12/2025	M393	N. OUMEDHI



Commentaires Arrêt volontaire à 20.0 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

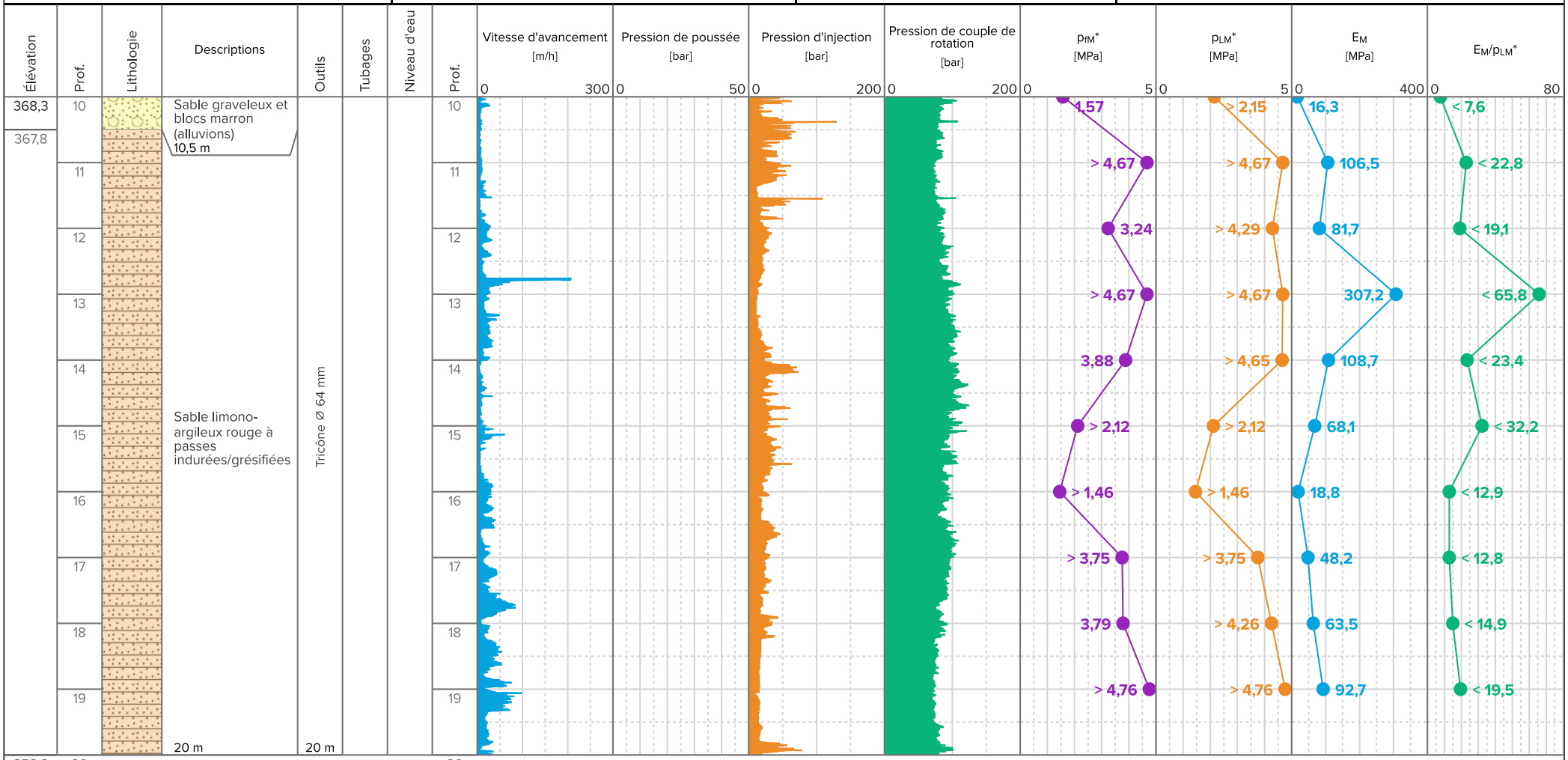
RCF2.P.122

Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SP3

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
3,27275	45,50318	WGS 84		
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Azimut**	**Prof. atteinte**
+378,3 m	m NGF	-	-	20,0 m

Début	Fin	Machine	Opérateur
19/12/2025	24/12/2025	M393	N. OUMEDHI



Commentaires Arrêt volontaire à 20.0 m/TN.

ANNEXE 4 – SONDAGE CAROTTE

- Coupes détaillées des sols,
- Photographies des caisses à carotte.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27856	45,50107	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,8 m	20,0 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
16/12/2025	18/12/2025	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages
378,8	0		Limon sableux brun (terre arable) avec racines superficielles, présence de graves Bonne tenue	ELS Ø114 mm	Tubage 140 LS Ø125mm
			0,4 m		
378,4			Limon sableux marron, présence de graves Bonne tenue		
			0,7 m		
378,1	1		Graves sableuses (galets) marron beige (Dmax = 50 mm)		
	2		2,2 m		
376,6			Graves sableuses grossières +/- riches en galets marron beige (Dmax = 50 mm)		
			3 m		
375,8	3		Graves sableuses (galets) marron beige à matrice sableuse + grossière (Dmax= 70 mm) Passage plus fin entre 3.60 et 3.70 m)		
	4		4,9 m		
373,9			Passage sableux humide beige verdâtre		
373,8	5		5 m		

Commentaires Arrêt volontaire à 20.0 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27856	45,50107	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,8 m	20,0 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
16/12/2025	18/12/2025	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages
373,8	5		Graves peu sableuses (pauvre en matrice) gris foncé (Dmax= 50 mm)	ELS Ø114 mm	Tubage 140 LS Ø125mm
			5,8 m		
373			Limon +/- sableux fin micacé beige verdâtre induré		
372,9			5,9 m		
	6		Limon argilo-sableux à sable limono-argileux rouge compact à passe plus sableuse beige verdâtre		
			6,5 m		
			6,9 m		
371,9			Galets dans une matrice limoneuse rouge (retombée d'alluvions probable)		
	7		7,1 m		
371,7			Limon sableux rouge Passe beige vert à gris foncé		
			7,7 m		
371,1			Limon argileux rouge fin raide		
			7,9 m		
			Retombé alluvions (galets basaltiques)		
			7,97 m		
	8		Sable beige vert		
370,72			8 m		
			Passage induré gréseux (sable induré) beige vert micacé		
			8,05 m		
370,5			Limon sableux à sable limoneux rouge		
			8,08 m		
370,42			Passage induré gréseux (sable induré) beige		
			8,3 m		
370,28			Limon sableux rouge		
			8,38 m		
			Passage induré gréseux (sable induré) beige vert à rouge (friable)		
			8,52 m		
			Limon +/- sableux rouge (vermillon) plus lâche et plus humide		
			8,9 m		
369,9			Passage induré gréseux plus grossier (sable plus grossier) beige vert, gris à rouge		
	9		9,15 m		
369,65			Limon sableux rouge, passe beige verdâtre		
			9,24 m		
369,56			Passage induré gréseux plus grossier (sable grossier) beige vert à rouge légèrement friable	T6 Ø116 mm	9,5 m
368,8	10				

Commentaires Arrêt volontaire à 20.0 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27856	45,50107	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,8 m	20,0 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
16/12/2025	18/12/2025	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages
368,8	10		Passage induré gréseux plus grossier (sable grossier) beige vert à rouge légèrement friable 10,35 m	T6 Ø116 mm	
368,45			Limon rouge (vermillon) raide 10,72 m		
368,08			Passage sable gréseux beige vert (friable et induré) 10,82 m		
367,98			Limon sableux induré (raide) marron grisâtre 11 m		
367,8	11		Limon rouge marron (Retombé de graves alluvionnaires basaltiques avec matrice limoneuse rouge) 11,3 m		
367,5			Limon rouge vermillon à passe beige vert 11,56 m		
367,24			Passage induré gréseux beige vert (sable induré)		
	12		12,38 m		
366,42			Limon sableux à sable limoneux rouge à gris) 12,5 m		
366,3			Limon argileux rouge (présence de graviers basaltiques) 12,78 m		
366,02			Sable moyen rouge orangé 13 m		
	13		Sable gris bleu 13,05 m		
365,75			Passage induré gréseux (beige vert à gris bleu) légèrement friable 13,41 m		
365,39			Limon sableux à sable limoneux rouge 13,5 m		
365,3			Limon rouge 13,62 m		
365,18			Sable limoneux induré (raide) rouge orangé 13,9 m		
364,9			Limon sableux induré (raide) rouge à beige vert 14 m		
364,8	14		Limon micacé peu sableux rouge marron, humide, plutôt mou 14,09 m		
364,65			Sable limoneux marron rougeâtre à beige vert assez compact (friable) 14,15 m Passage induré gréseux (très compact) beige verdâtre 14,5 m		
364,3			Passage induré gréseux très friable et très fin marron rouge à beige vert 14,58 m		
364,17			Limon finement sableux micacé marron rouge 14,63 m		
363,97			Passage induré gréseux (grain moyen très induré) marron rouge à beige vert 14,83 m		
363,8	15		Limon sableux micacé marron rouge à beige vert gris (raide) 14,98 m Passage gréseux induré, beige vert à marron rouge 15,05 m		

Commentaires Arrêt volontaire à 20.0 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27856	45,50107	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,8 m	20,0 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
16/12/2025	18/12/2025	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages
	15		Passage gréseux induré, beige vert à marron rouge		
363,73			15,05 m Limon sableux micacé marron rouge		
			15,07 m Passage gréseux induré, compact		
363,45			15,34 m Limon finement sableux micacé rouge à gris argenté (mou)		
			15,35 m Grés induré et compact rouge à beige vert (à grain moyen à grossier)		
			15,93 m		
362,87	16		Limon sableux micacé rouge à gris argenté raide		
			16,3 m		
362,5			Passage induré gréseux fin (sable induré) beige vert à rouge friable		
			16,44 m Limon sableux micacé raide rouge		
362,36			16,56 m Passage induré gréseux fin beige vert à rouge peu friable		
362,17			16,63 m Limon sableux à sable limoneux micacé rouge (raide) à passage sableux induré peu épais beige vert (très raide)		
			17 m		
	17		Limon micacé rouge (plus mou)		
361,75			17,05 m Passage induré gréseux à grains moyens beige vert à rouge		
			17,3 m		
361,5			Limon micacé (peu sableux) marron rouge à gris (raide)		
			17,5 m		
361,3			Passage induré gréseux beige à rougeâtre très friable	T6 Ø116 mm	
			17,6 m Limon micacé rouge gris (raide)		
361,15			17,65 m Passage induré gréseux à grain moyen à grossier friable, entrecoupé de petites passes limono-sableuses micacé rouge		
	18		18,14 m		
360,66			Limon sableux à sable limoneux micacé rouge, passe plus sableuse et plus dure et indurée (très raide)		
			18,33 m Passage induré gréseux fin friable rouge		
			18,4 m Limon sableux micacé rouge assez compact		
360,3			18,45 m Passage induré gréseux friable rouge à grains fins		
			18,5 m Passage induré gréseux fracturé et très friable rouge, grains moyens à grossiers Passage peu épais de limon rouge micacé mou (à 18.65 m et à 19.03 m)		
	19		19,18 m		
359,62			Limon rouge marron à gris bleuté, passes +/- fines gris irisé (litage)		
			19,46 m Sable limoneux induré rouge micacé (grésifié)		
359,28			19,52 m Limon rouge		
			19,65 m Passage induré gréseux (sable induré) rouge, grains moyens		
359,11			19,69 m		
359,02			Limon rouge légèrement micacé 19,78 m	20 m	
358,8	20		Sable limoneux à limon sableux rouge (raide) 20 m		

Commentaires | Arrêt volontaire à 20.0 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27572	45,50205	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,4 m	21,4 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
29/12/2025	07/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages
378,4	0		Terre végétale 0,1 m	ELS Ø114 mm	ODEX
378,3			Limon sableux à quelques graves brun 0,28 m		
			Limon sableux marron 0,35 m		
378,05			Sable grossier graveleux marron clair 0,7 m		
377,7			Limon sablo-graveleux marron clair 0,9 m		
377,5	1		Sable graveleux marron clair 1,25 m		
377,15			Limon finement sableux marron 1,4 m		
377			Sable fin à moyen marron clair beige 1,85 m		
376,55	2		Sable graveleux marron clair beige 2,95 m		
375,45	3		Sable graveleux à petits galets (Dmax= 30 mm) beige à noir lâche 3,4 m		
375			Grave sableuse à galets (Dmax= 90 mm) grise lâche 4,05 m		
374,35	4		Grave grossièrement sableuse noire (Dmax= 80 mm)		
373,4	5				

Commentaires Arrêt volontaire à 21.4 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27572	45,50205	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,4 m	21,4 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
29/12/2025	07/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages
373,4	5		Grave grossièrement sableuse noire (Dmax= 80 mm)	ELS Ø114 mm	ODEX
			5,5 m		
372,9			Galets (Dmax= 60 mm)		
			5,75 m		
372,65			Grave grossièrement sableuse grise (Dmax= 40 mm)		
	6		6,1 m		
372,3			Grave sablo-limoneuse grise beige		
			6,5 m	6,5 m	
371,9			Pas de prélèvement au carottage Grave sableuse marron (alluvions)	Pas de prélèvement carotté	
	7				
	8				
	9				
368,4	10				

Commentaires Arrêt volontaire à 21.4 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27572	45,50205	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,4 m	21,4 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
29/12/2025	07/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Descriptions	Outils	Tubages
368,4	10	Pas de prélèvement au carottage Grave sableuse marron (alluvions) 10,5 m	Pas de prélèvement carotté 10,5 m	ODEX 10,5 m
367,9		Limon rouge (perte sur 30 cm)		
	11	11,55 m		
366,85		Limon sableux rouge 11,63 m		
366,77		Passage gréseux à grain fin gris 11,71 m		
366,69		Passage gréseux à grain grossier légèrement friable gris 11,84 m		
366,5		Limon sableux rouge gris légèrement grésifié 11,9 m		
	12	Passage gréseux à grain fin gris 12,03 m		
366,3		Passage gréseux a grain grossier beige gris légèrement friable 12,1 m		
366,08		Passage gréseux à grain fin gris 12,25 m		
365,9		Limon finement sableux rouge marron 12,32 m		
365,8		Passage gréseux à grain fin gris bleuté 12,5 m		
365,65		Limon légèrement sableux rouge marron 12,6 m		
365,56		Limon sableux rouge orangé 12,75 m		
	13	Limon argileux finement sableux rouge 12,84 m		
365,27		Limon grossièrement sableux rouge 13,13 m		
365,08		Limon légèrement sableux rouge gris 13,21 m		
364,96		Sable fin moyen gris bleu serré 13,23 m		
364,8		Limon légèrement sableux rouge marron 13,28 m		
364,5		Sable fin moyen gris bleu serré 13,32 m		
	14	Limon finement sableux rouge orangé 13,44 m		
364,2		Passage gréseux gris rouge fin 13,6 m		
364		Limon sableux rouge gris raide 13,85 m		
363,85		Limon sableux rouge gris plus tendre 13,9 m		
363,7		Passage gréseux fin gris 14,2 m		
363,53		Limon sableux à sable limoneux rouge raide et compact 14,32 m		
363,4	15	Limon rouge raide 14,36 m		
		Limon sableux à sable limoneux rouge raide et compact 14,4 m		
		Passage gréseux à grain moyen gris rougeâtre friable 14,55 m		
		Limon sableux rouge marron 14,63 m		
		Limon rouge marron micacé 14,7 m		
		Limon rouge micacé +/- sableux raide	T6 Ø116 mm	

Commentaires | Arrêt volontaire à 21.4 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27572	45,50205	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,4 m	21,4 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
29/12/2025	07/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages
363,4	15		Passage gréseux à grain grossier à moyen gris rougeâtre friable 15,16 m	T6 Ø116 mm	
363,21			Limon sableux rouge gris micacé 15,19 m		
			Passage gréseux à grain fin à moyen gris 15,4 m		
363			Limon sableux micacé rouge mou 15,5 m		
			Passage gréseux à grain moyen friable 15,54 m		
362,8			Limon légèrement sableux gris micacé raide 15,6 m		
			Limon +/- sableux gris marron rougeâtre raide et très sec 15,87 m		
362,53	16		Limon sableux rouge grisâtre plus mou 16,33 m		
362,04			Limon rouge jaune verdâtre 16,36 m		
			Limon plastique rouge marron raide 16,61 m		
361,75			Limon sableux rouge raide 16,65 m		
361,63			Limon sableux fin gris clair induré et friable 16,77 m		
			Limon sableux gris rougeâtre raide 16,94 m		
361,46					
361,37	17		Passage gréseux à grain grossier gris friable 17,03 m		
361,25			Limon marron rouge ferme 17,15 m		
			Limon légèrement sableux rouge raide 17,38 m		
361,02			Limon légèrement sableux rouge gris raide 17,67 m		
360,73			Sable limoneux rouge marron serré 17,75 m		
360,65			Limon légèrement sableux rouge gris raide 18,25 m		
360,15	18		Limon sableux marron rouge raide 18,4 m		
360			Sable limoneux rouge marron mou 18,55 m		
			Sable moyen orangé serré 18,6 m		
359,8			Sable limoneux gris foncé induré 18,7 m		
359,64			Limon sableux rouge marron induré 18,76 m		
			Sable limoneux gris foncé induré 18,87 m		
359,42	19		Limon rouge raide 18,94 m		
			Limon sableux rouge gris raide 18,98 m		
359,13			Sable limoneux orange grisâtre friable et induré 19,27 m		
359			Passage gréseux à grain fin gris induré et friable 19,4 m		
			Passage gréseux à grain grossier friable orangé 19,63 m		
358,77			Passage gréseux à grain fin gris induré et friable 19,73 m		
358,67			Passage gréseux à grain grossier friable orangé 19,9 m		
358,4	20		Limon sableux gris rougeâtre micacé 19,97 m		
			Limon rouge marron 20,01 m		

Commentaires | Arrêt volontaire à 21.4 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27572	45,50205	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,4 m	21,4 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
29/12/2025	07/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages
358,39	20		Limon rouge marron 20,01 m	T6 Ø116 mm	
358,24			Sable limoneux à limon sableux rouge marron micacé 20,16 m		
358,15			Passage gréseux à grain fin friable 20,24 m		
			Sable grossier orangé 20,25 m		
			Passage gréseux à grain fin gris rosé friable 20,7 m		
357,7			Passage gréseux à grain grossier gris rosé friable 20,88 m		
			Sable limoneux gris orangé 20,93 m		
357,47	21		Passage gréseux à grain grossier gris rosé friable 21,04 m		
357,36			Passage gréseux à grain fin gris rosé friable 21,4 m	21,4 m	
357					

Commentaires Arrêt volontaire à 21.4 m/TN.

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27278	45,50320	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,3 m	22,3 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
26/12/2025	13/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
378,3	0		Terre végétale 0,2 m	ELS Ø114 mm
378,1			Grave limoneuse marron gris à blocs et galets (0-60 mm) lâche 0,6 m	
377,7	1		Grave sableuse marron noir à cailloux et galets (0-30 mm) lâche	
	2		3 m	
375,3	3		Grave sableuse marron à blocs et galets (0-50 mm) lâche 3,7 m	
374,6	4		Grave sableuse grise à cailloux et galets (0-30 mm) 5 m	
373,3	5			

Commentaires Arrêt volontaire à 22.3 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC3

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
3,27278	45,50320	WGS 84			Mètre
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**
+378,3 m	22,3 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
26/12/2025	13/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
373,25	5		Grave sableuse gris noir à blocs et galets (0-60 mm) 5,05 m	ELS Ø114 mm
			Sable moyen pulvérulent noir marron 5,6 m	
372,7			Sable fin pulvérulent gris rougeâtre 6,1 m	
372,2	6		Sable moyen graveleux pulvérulent gris rougeâtre à quelques cailloux 6,6 m	
371,7				
	7			
	8		AUCUNE RECUPERATION	
	9			
368,3	10			

Commentaires Arrêt volontaire à 22.3 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27278	45,50320	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,3 m	22,3 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
26/12/2025	13/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
368,3	10		AUCUNE RECUPERATION	ELS Ø114 mm
	11			11,7 m
			12 m	
366,3	12		Sable grossier pulvérulent noir à quelques galets (0-40 mm)	
			12,2 m	
366,1			Sable limoneux induré gris rougeâtre	
			12,4 m	
365,9			Sable fin limoneux induré gris	
			12,6 m	
			Sable fin limoneux gris lâche	
365,65			12,65 m	
			Sable fin limoneux induré gris	
			12,9 m	
365,38			Limon gris ferme	
	13		12,92 m	
			Limon sableux gris rougeâtre raide	
			13,16 m	
365,1			Galets noirs dans une matrice de sable fin beige	
			13,2 m	
365			Limon plastique rouge à graves noires	
			13,3 m	
			Limon sableux rouge raide	
364,8			13,43 m	
			Sable limoneux gris raide	
364,66			13,5 m	
364,58			Limon rouge raide	
			13,64 m	
364,49			Sable limoneux rouge raide	
			13,72 m	
364,35			Limon légèrement sableux rouge raide	
	14		13,81 m	
			Limon sableux gris orangé ferme	
			13,95 m	
364,1			Limon légèrement sableux rouge raide	
			14,15 m	
			Limon légèrement sableux rouge gris raide	
			14,18 m	
			Limon sableux marron beige	
			14,2 m	
			Sable moyen pulvérulent	
			14,4 m	
363,62			Limon sableux noir rouge	
			14,45 m	
			Limon sablo-graveleux raide rouge	
			14,5 m	
			Limon sableux rouge mou	
363,3	15		14,56 m	
			Grès à grain grossier rouge	
			14,63 m	T6 Ø116 mm

Commentaires | Arrêt volontaire à 22.3 m/TN.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27278	45,50320	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,3 m	22,3 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
26/12/2025	13/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
363,3	15		AUCUNE RECUPERATION	T6 Ø116 mm
	16			
	17			
	18			
	19			
			19,3 m Limon argileux légèrement sableux rouge 19,32 m	
358,9			Limon sableux rouge 19,37 m	
358,76			Sable limoneux gris raide 19,4 m	
			Sable limoneux rouge raide 19,48 m	
358,52			Sable limoneux gris à galets et cailloux (0-20 mm) 19,54 m	
			Sable grossier induré légèrement friable 19,67 m	
358,3	20		Sable fin induré friable 19,74 m	

Commentaires Arrêt volontaire à 22.3 m/TN.

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

SC3	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27278	45,50320	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,3 m	22,3 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
26/12/2025	13/01/2026	M393	N.OUMEDHI

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
358,28	20		Sable limoneux rouge raide 20,02 m	T6 Ø116 mm
358,14			Limon sableux rouge plastique 20,16 m	
358,05			Sable fin gris raide et très friable 20,25 m	
357,84			Sable gris raide et friable 20,46 m	
357,73			Limon plastique rouge 20,55 m	
			Limon plastique gris 20,57 m	
357,5			Grès à grain fin gris friable 20,68 m	
357,4			Limon plastique gris 20,7 m	
	21		Limon plastique rouge 20,75 m	
			Limon légèrement sableux rouge grisâtre 20,8 m	
			Sable grossier blanc gris à galets (0-50 mm) 20,9 m	
356,9			Limon gris rougeâtre raide 21,4 m	
			Limon sableux gris rougeâtre raide 21,75 m	
356,55			Limon légèrement sableux rougeâtre 21,9 m	
356,4			Limon gris raide 22 m	
	22		Limon légèrement sableux rougeâtre raide 22,07 m	
356,19			Limon gris raide 22,11 m	22,3 m
356			Limon rouge raide 22,3 m	

Commentaires Arrêt volontaire à 22.3 m/TN.

ANNEXE 5 – SONDAGE A LA PELLE

- Coupe détaillée des sols,
- Photographies des puits à la pelle et des matériaux extraits.

GINGER CEBTP

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

PM1	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27913	45,50085	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,8 m	3,5 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
04/12/2025	04/12/2025	Pelle mécanique 15 T	A.VIVIER

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
378,8	0		Terre végétale limono-sableuse marron foncé Horizon légèrement humide avec bonne tenue des parois	Godet 50 cm	
			0,4 m		
378,4					
	1		Sable limoneux marron clair Horizon légèrement humide avec léger éboulement des parois		
	2		2,2 m		
376,6			Sable graveleux beige à galets et quelques mottes limono-sableuses grises Horizon humide avec éboulement des parois 2.2-3.0 m : environ 15-20 % d'éléments grossiers (Ø > 20 mm) Ømax = 80 mm Ømoy = 40 mm 3.0-3.5 m : environ 20-25 % d'éléments grossiers (Ø > 20 mm) Ømax = 150 mm Ømoy = 80 mm		
	3		3,5 m	3,5 m	
375,3					

Commentaires	Arrêt à 3.5 m (éboulement des parois) Pas de niveau d'eau

Photographies du sondage PM1



Fond de fouille



TV limono-sableuse marron foncé



Sable limoneux marron clair



Sable graveleux beige à galets

NONETTE-ORSONETTE (63) - Renouvellement d'une canalisation

RCF2.P.122 — Client:Syndicat Mixte de l'Eau de la Région d'Issoire

PM2	Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés
	3,27265	45,50334	WGS 84			Mètre
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements
	+378,3 m	3,0 m	-	-	m NGF	Décimètre

Début	Fin	Machine	Opérateur
04/12/2025	04/12/2025	Pelle mécanique 15 T	A.VIVIER

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Niveau d'eau
378,3	0		Terre végétale limono-graveleuse marron Horizon légèrement humide avec bonne tenue des parois 0,3 m		
378	1		Grave sableuse beige à galets et quelques blocs Horizon humide avec éboulement important des parois 0.3-2.0 m : environ 60-65 % d'éléments grossiers (Ø > 20 mm) Ømax = 200 mm Ømoy = 100 mm 2.0-2.6 m : environ 50-55 % d'éléments grossiers (Ø > 20 mm) Ømax = 150 mm Ømoy = 70 mm 2.6-3.0 m : environ 55-60 % d'éléments grossiers (Ø > 20 mm) Ømax = 200 mm Ømoy = 100 mm	Godet 50 cm	
375,3	3		3 m	3 m	

Commentaires	Arrêt à 3.0 m (éboulement massif des parois) Pas de niveau d'eau

Photographies du sondage PM2



Fond de fouille



TV limono-graveleuse marron



Grave sableuse à galets, qq blocs

ANNEXE 6 – RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE

- **Essai de perméabilité EN FORAGE**

LYON-E164 V0

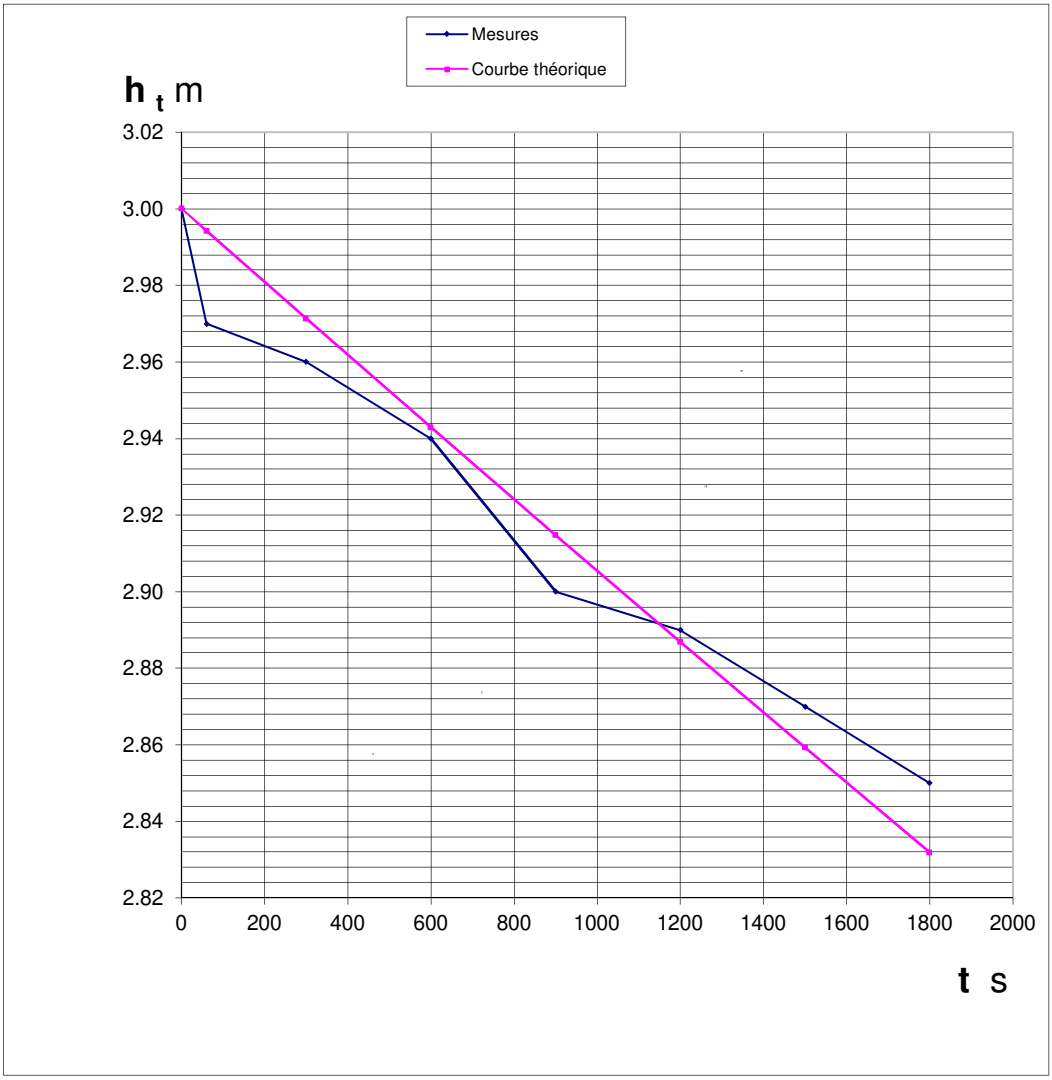
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC1	**Essai N° :** 1
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 16/12/2025	Nature du sol : Grave sableuse marron beige

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.20 m
			Charge initiale :	h0=	3 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	1.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	18
Cavité de :	Prof sup =	3.00 m			
	Prof inf =	4.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		3.00 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
60	0.03
300	0.04
600	0.06
900	0.10
1200	0.11
1500	0.13
1800	0.15

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	1.9E-07 m/s



GINGER CEBTP

LYON-E164 V0

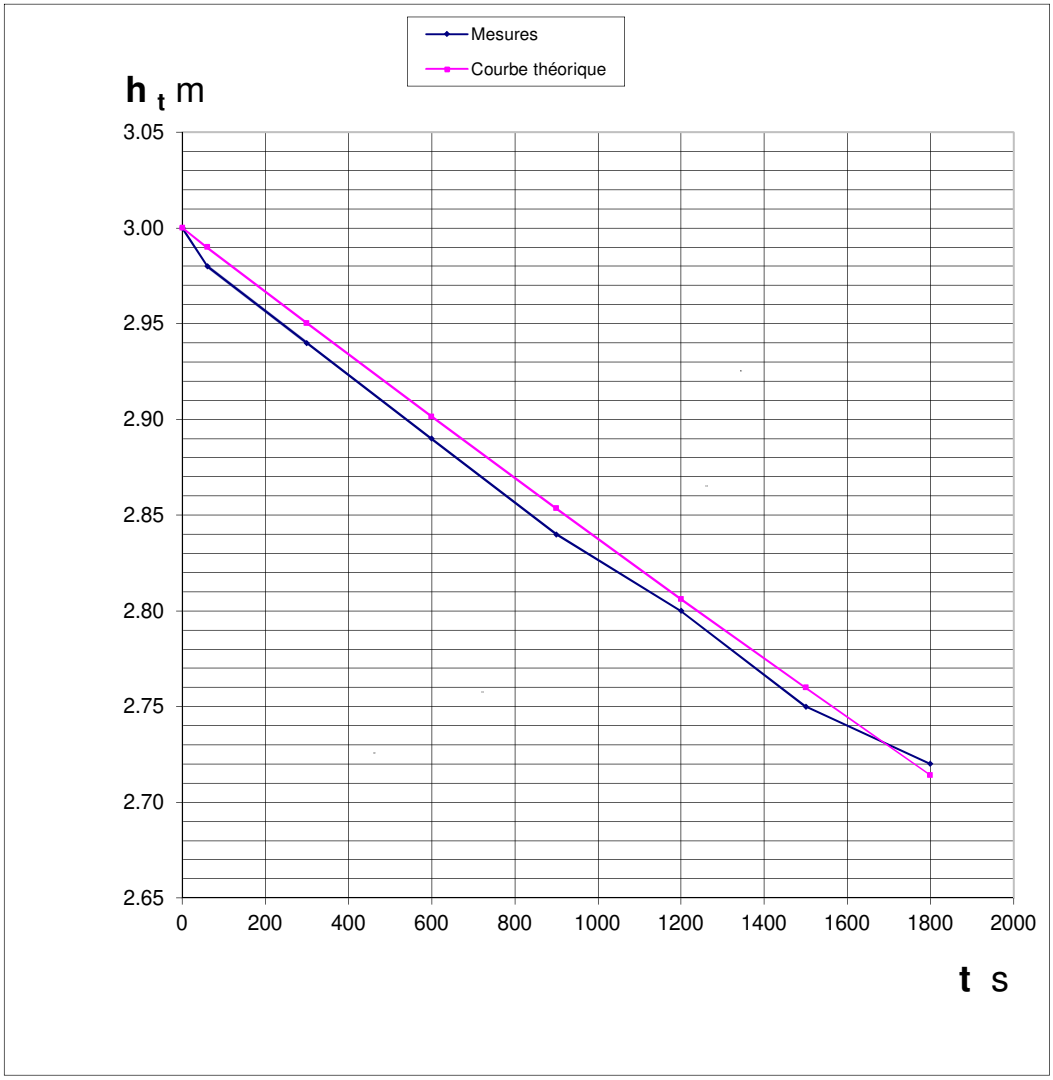
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC1	**Essai N° :** 2
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 16/12/2025	Nature du sol : Grave peu sableuse gris foncé

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.30 m
			Charge initiale :	h0=	3 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	1.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	18
Cavité de :	Prof sup =	5.00 m			
	Prof inf =	6.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		3.00 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
60	0.02
300	0.06
600	0.11
900	0.16
1200	0.20
1500	0.25
1800	0.28

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	3.3E-07 m/s



LYON-E164 V0

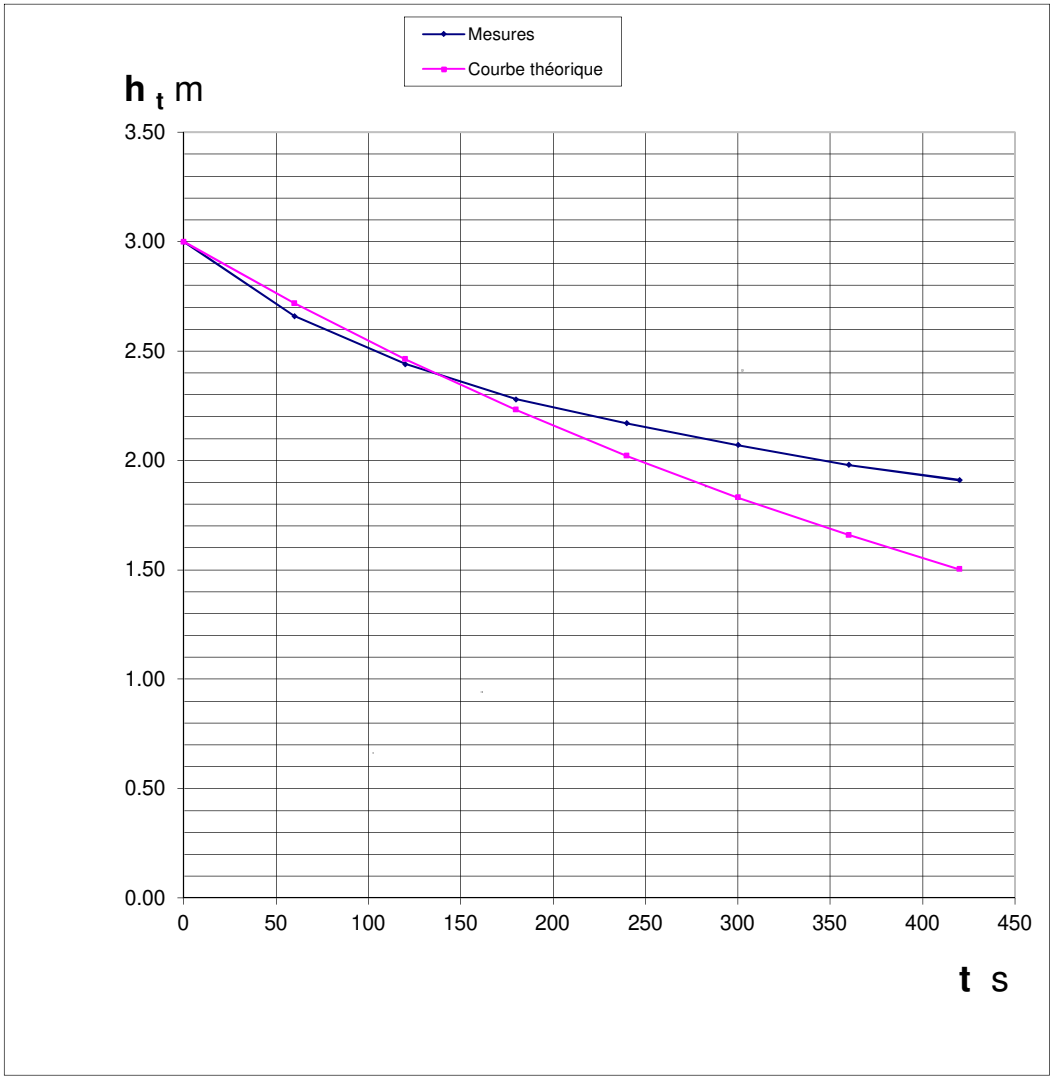
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC1	**Essai N° :** 3
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 17/12/2025	Nature du sol : Limon sableux rouge et grès

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.40 m
			Charge initiale :	h0=	3 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	1.50 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	24
Cavité de :	Prof sup =	7.50 m			
	Prof inf =	9.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		3.00 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
60	0.34
120	0.56
180	0.72
240	0.83
300	0.93
360	1.02
420	1.09
0	1.15
0	1.20
0	1.25
0	1.29
0	1.34
0	1.37
0	1.40
0	1.43
0	1.55
0	1.62
0	1.68

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	7.5E-06 m/s



LYON-E164 V0

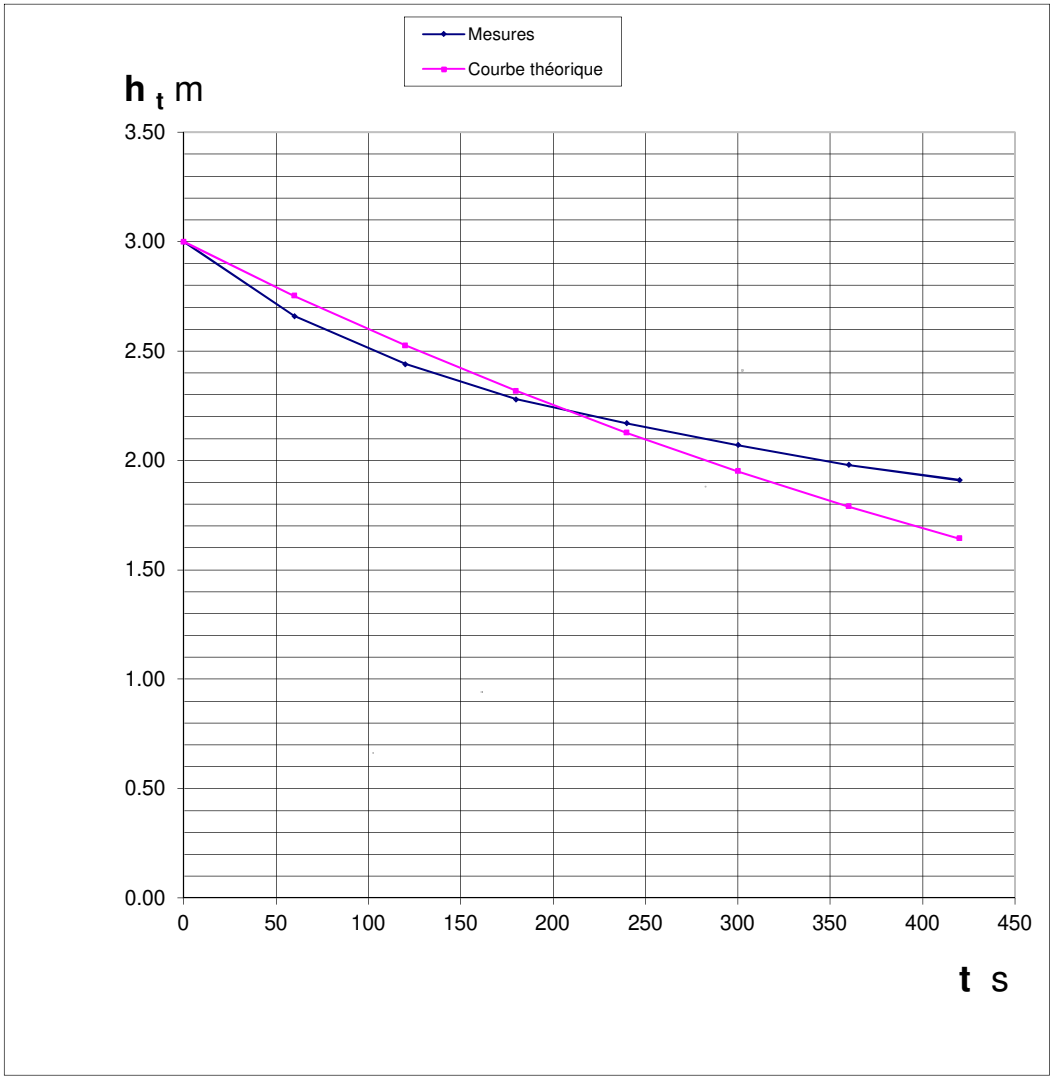
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC1	**Essai N° :** 4
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 18/12/2025	Nature du sol : Limon sableux rouge et grès

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.50 m
			Charge initiale :	h0=	3 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	6.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	63
Cavité de :	Prof sup =	9.00 m			
	Prof inf =	15.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		3.00 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
60	0.34
120	0.56
180	0.72
240	0.83
300	0.93
360	1.02
420	1.09
0	1.15
0	1.20
0	1.25
0	1.29
0	1.34
0	1.37
0	1.40
0	1.43
0	1.55
0	1.62
0	1.68

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	2.5E-06 m/s



GINGER CEBTP

LYON-E164 V0

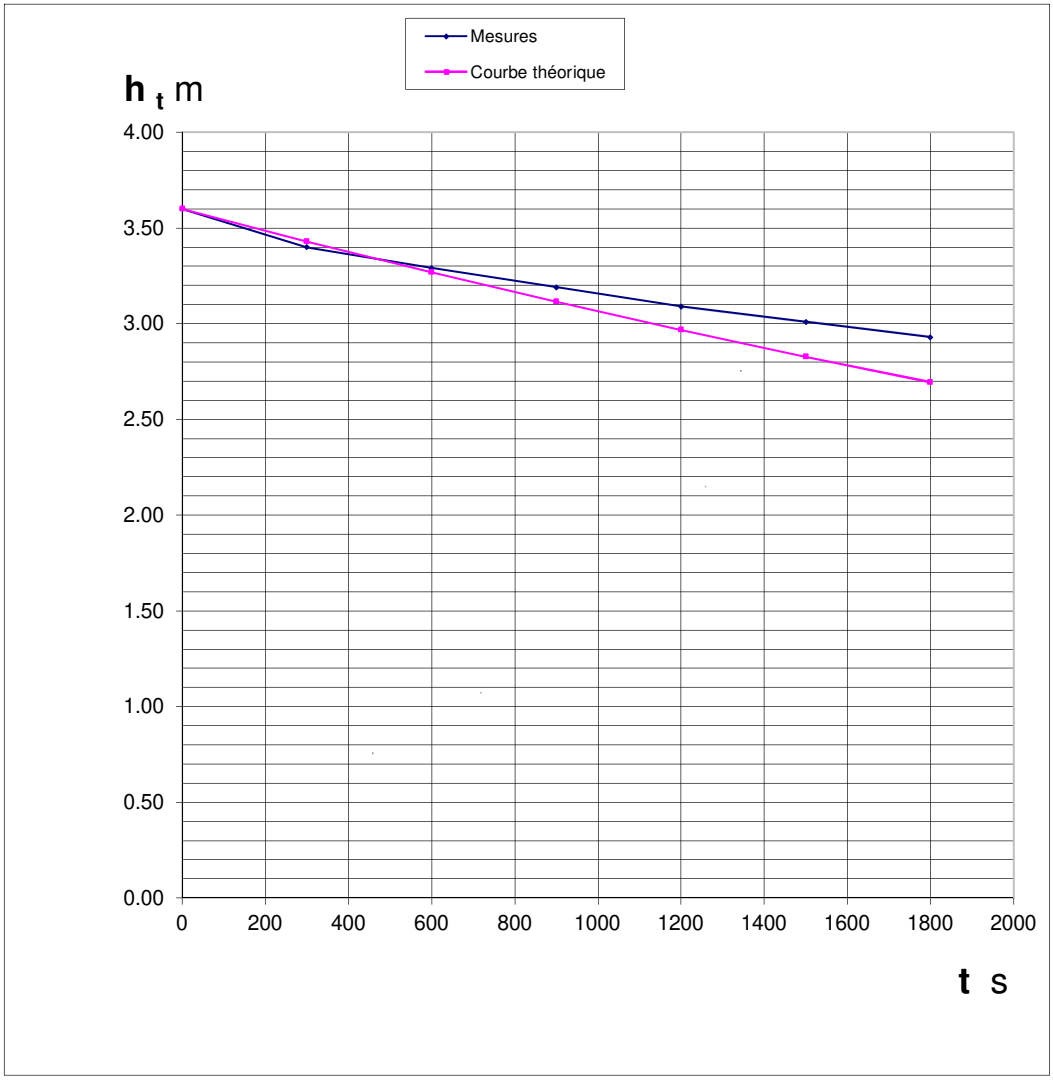
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP			
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC2	**Essai N° :** 1	
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 10/12/2025	Nature du sol :Grave sableuse grise	

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.40 m
			Charge initiale :	h0=	3.6 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	1.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	19
Cavité de :	Prof sup =	3.00 m			
	Prof inf =	4.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		3.60 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
300	0.20
600	0.31
900	0.41
1200	0.51
1500	0.59
1800	0.67

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	9.5E-07 m/s



GINGER CEBTP

LYON-E163 V0

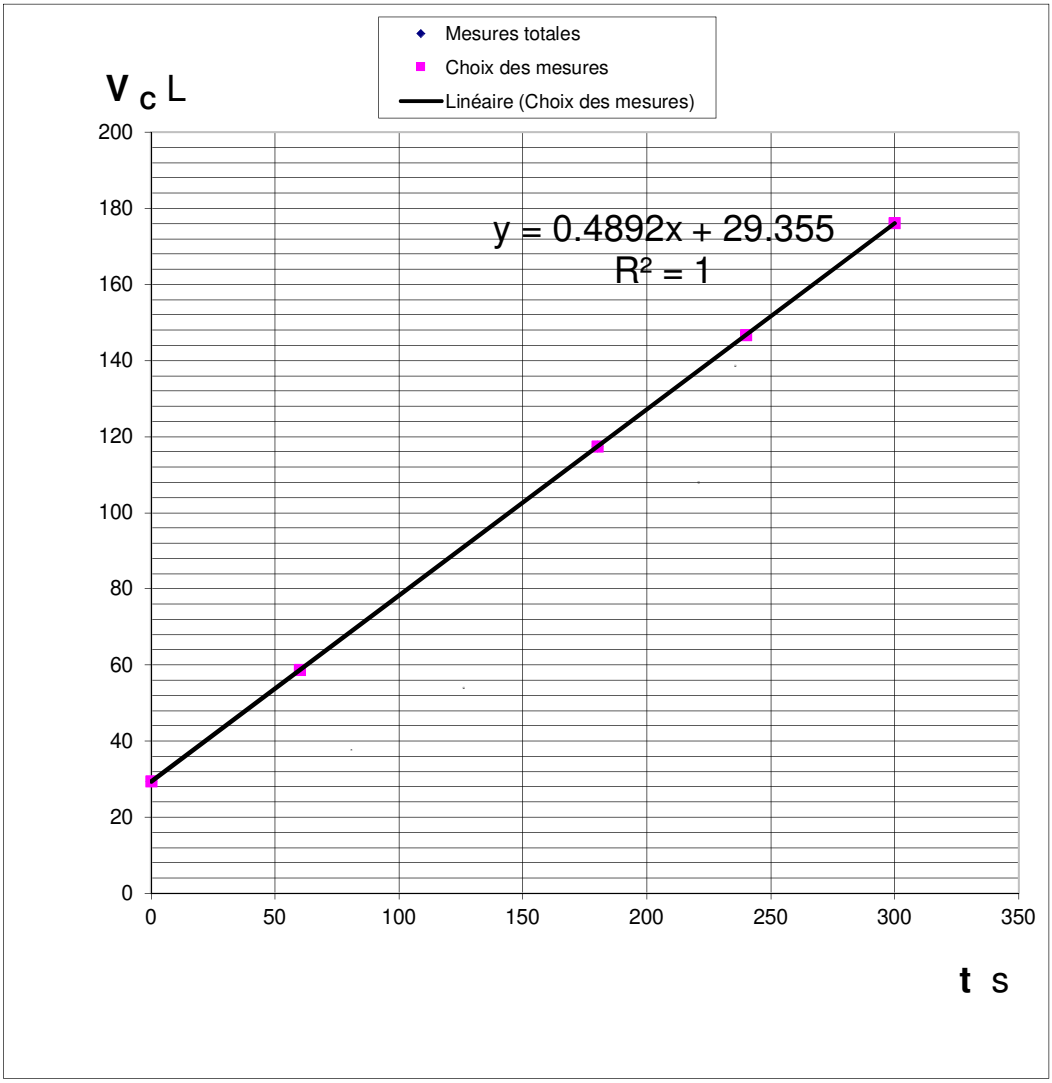
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau constant

GINGER CEBTP			
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC2		**Essai N° :** 2
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 07/01/2026	Nature du sol :Limon sableux rouge et grès	

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0154 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.30 m
			Charge initiale :	h0=	3.6 m
Débit d'apport :	Qa=	4.89E-04 m3/s	**Cavité**	L=	1.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	140/168 mm		m=	18
Cavité de :	Prof sup =	11.00 m			
	Prof inf =	12.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		3.60 m

MESURES	
t(s)	**V cumul (L)**
0	29.4
60	58.7
180	117.4
240	146.8
300	176.1
360	205.5
420	234.8
480	264.2
540	293.5
600	322.9
900	469.7
1200	616.5
1500	763.2
1800	910.0

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	6.3E-05 m/s



GINGER CEBTP

LYON-E163 V0

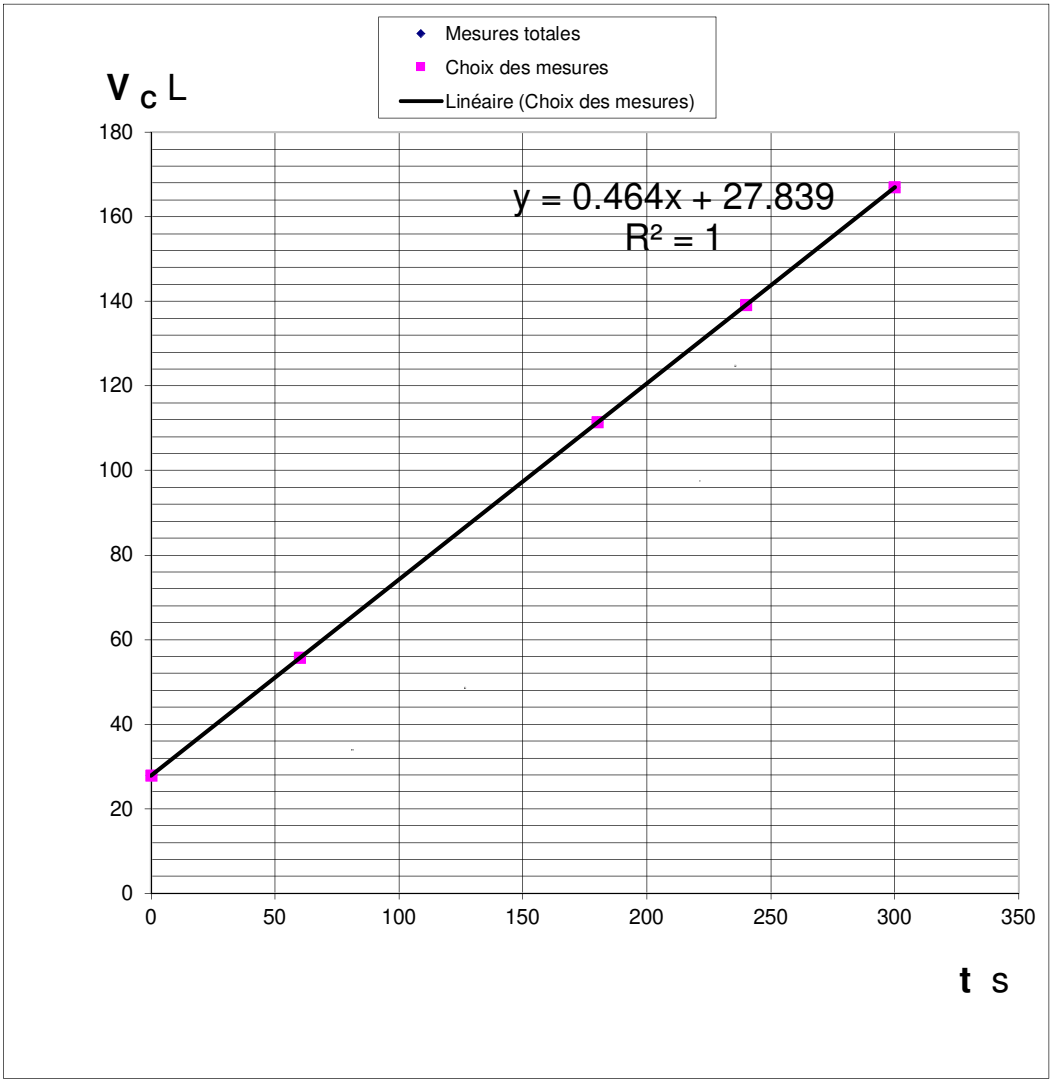
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau constant

GINGER CEBTP			
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC2		**Essai N° :** 3
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 08/01/2026	Nature du sol :Limon sableux rouge et grès	

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0154 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.30 m
			Charge initiale :	h0=	3.6 m
Débit d'apport :	Qa=	4.64E-04 m3/s	**Cavité**	L=	4.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	140/168 mm		m=	47
Cavité de :	Prof sup =	11.00 m			
	Prof inf =	15.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		3.60 m

MESURES	
t(s)	**V cumul (L)**
0	27.8
60	55.7
180	111.4
240	139.2
300	167.0
360	194.9
420	222.7
480	250.6
540	278.4
600	306.2
900	445.4
1200	584.6
1500	723.8
1800	863.0

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	2.3E-05 m/s



GINGER CEBTP

LYON-E163 V0

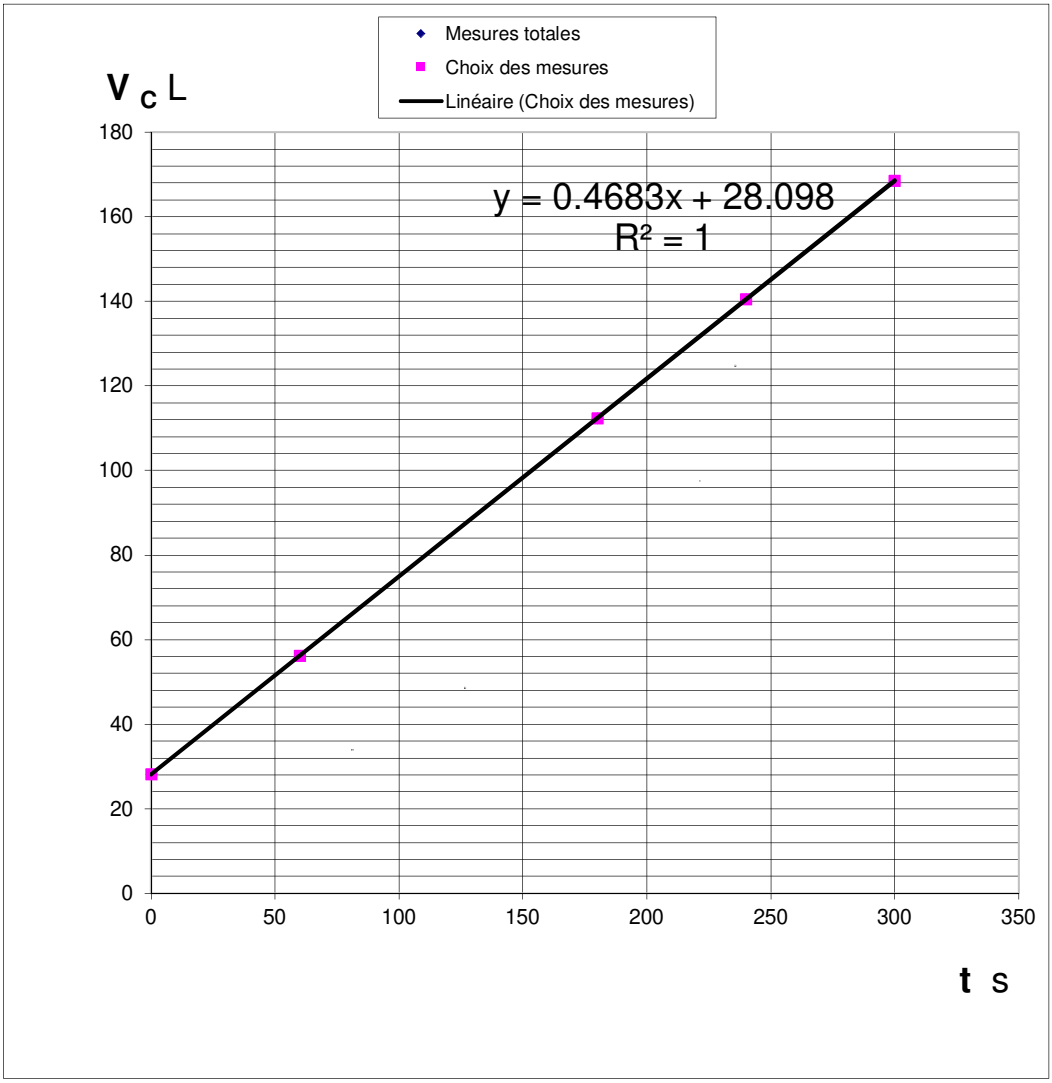
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau constant

GINGER CEBTP			
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC2		**Essai N° :** 4
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 08/01/2026	Nature du sol :Limon sableux rouge et grès	

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0154 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.30 m
			Charge initiale :	h0=	3.6 m
Débit d'apport :	Qa=	4.68E-04 m3/s	**Cavité**	L=	7.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	140/168 mm		m=	70
Cavité de :	Prof sup =	11.00 m			
	Prof inf =	18.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		3.60 m

MESURES	
t(s)	**V cumul (L)**
0	28.1
60	56.2
180	112.4
240	140.5
300	168.6
360	196.7
420	224.8
480	252.9
540	281.0
600	309.1
900	449.6
1200	590.1
1500	730.6
1800	871.0

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	1.6E-05 m/s



GINGER CEBTP

LYON-E164 V0

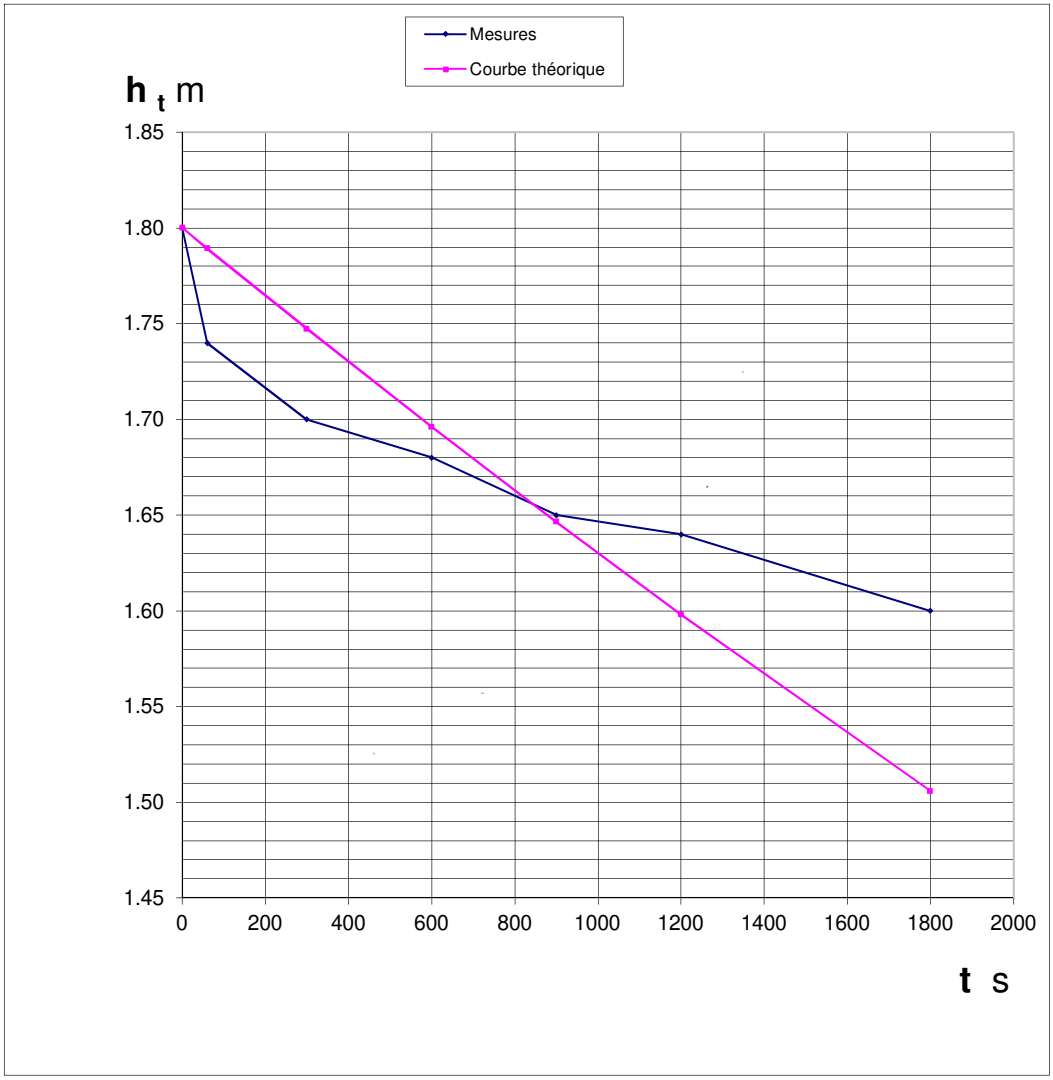
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC3	**Essai N° :** 1
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 24/12/2025	Nature du sol :Grave sableuse à galets

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.30 m
			Charge initiale :	h0=	1.8 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	1.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	18
Cavité de :	Prof sup =	3.00 m			
	Prof inf =	4.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		1.80 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
60	0.06
300	0.10
600	0.12
900	0.15
1200	0.16
1800	0.20

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	6.0E-07 m/s



LYON-E164 V0

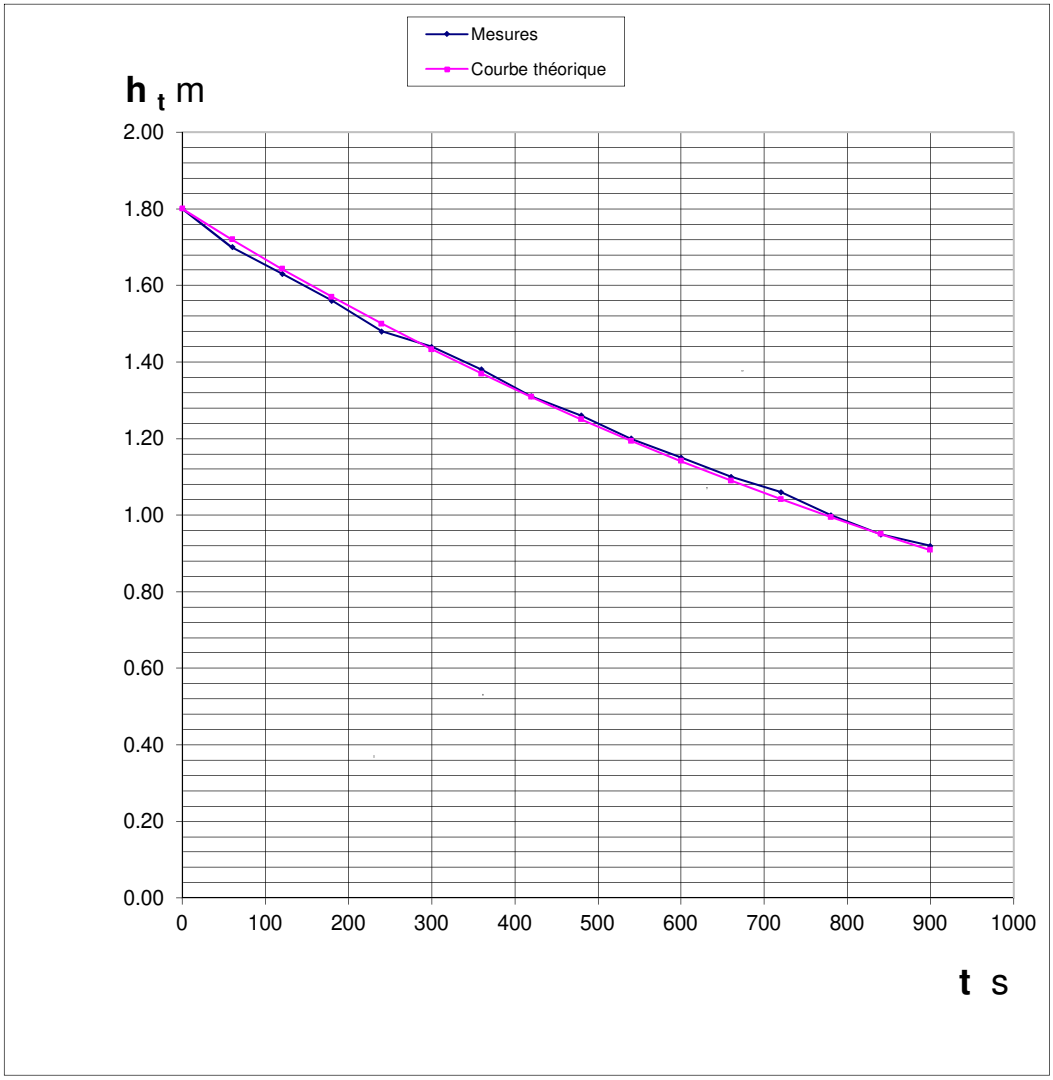
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC3	**Essai N° :** 2
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 29/12/2025	Nature du sol :Sable moyen à fin

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.40 m
			Charge initiale :	h0=	1.8 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	1.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	18
Cavité de :	Prof sup =	5.00 m			
	Prof inf =	6.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		1.80 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
60	0.10
120	0.17
180	0.24
240	0.32
300	0.36
360	0.42
420	0.49
480	0.54
540	0.60
600	0.65
660	0.70
720	0.74
780	0.80
840	0.85
900	0.88
1200	1.10
1500	1.29
1800	1.43

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	4.6E-06 m/s



GINGER CEBTP

LYON-E164 V0

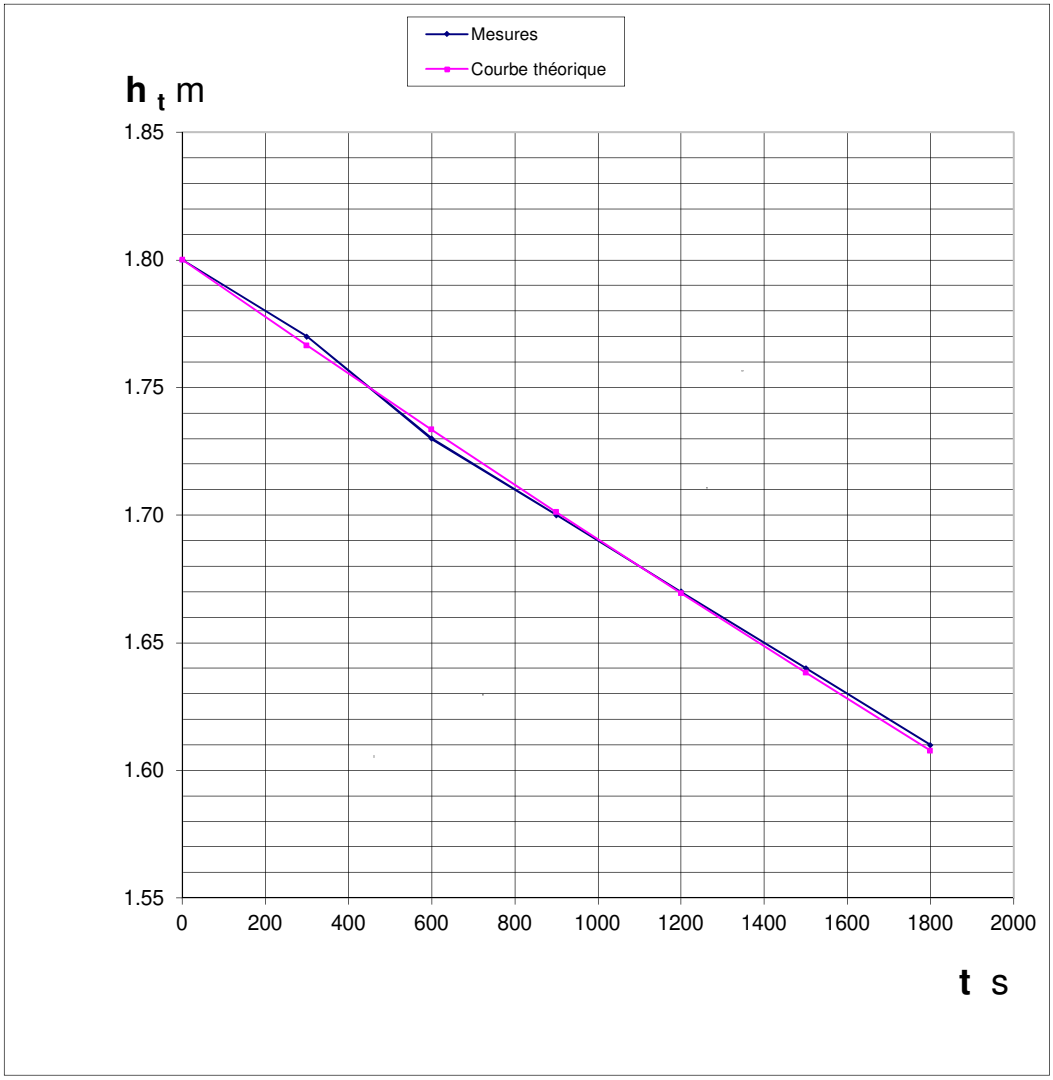
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC3	**Essai N° :** 3
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 13/01/2026	Nature du sol :Alluvions probables

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.40 m
			Charge initiale :	h0=	1.8 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	1.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	18
Cavité de :	Prof sup =	11.00 m			
	Prof inf =	12.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		1.80 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
300	0.03
600	0.07
900	0.10
1200	0.13
1500	0.16
1800	0.19

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	3.8E-07 m/s



LYON-E164 V0

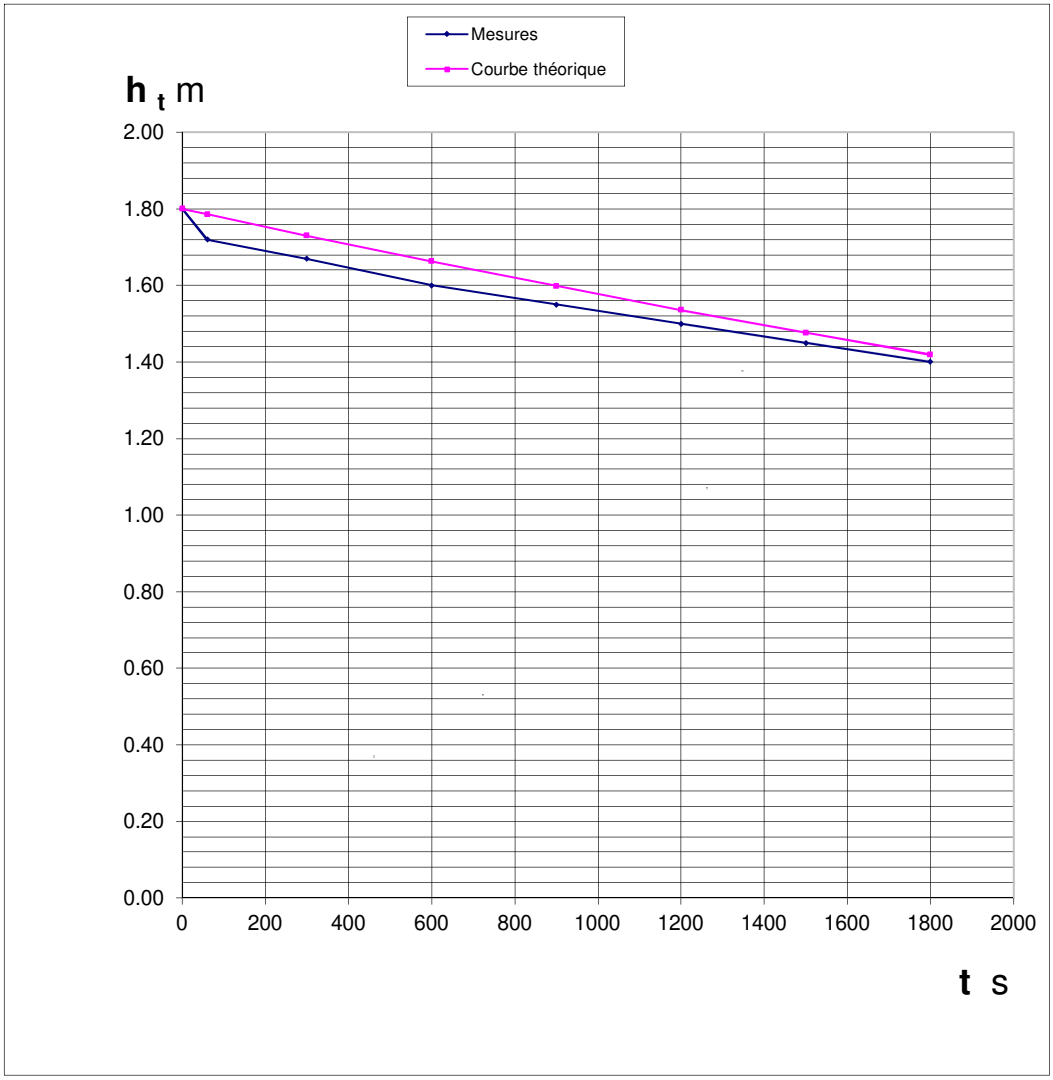
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC3	**Essai N° :** 4
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 14/01/2026	Nature du sol :Limon sableux rouge

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.40 m
			Charge initiale :	h0=	1.8 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	1.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	18
Cavité de :	Prof sup =	14.00 m			
	Prof inf =	15.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		1.80 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
60	0.08
300	0.13
600	0.20
900	0.25
1200	0.30
1500	0.35
1800	0.40

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	8.0E-07 m/s



LYON-E164 V0

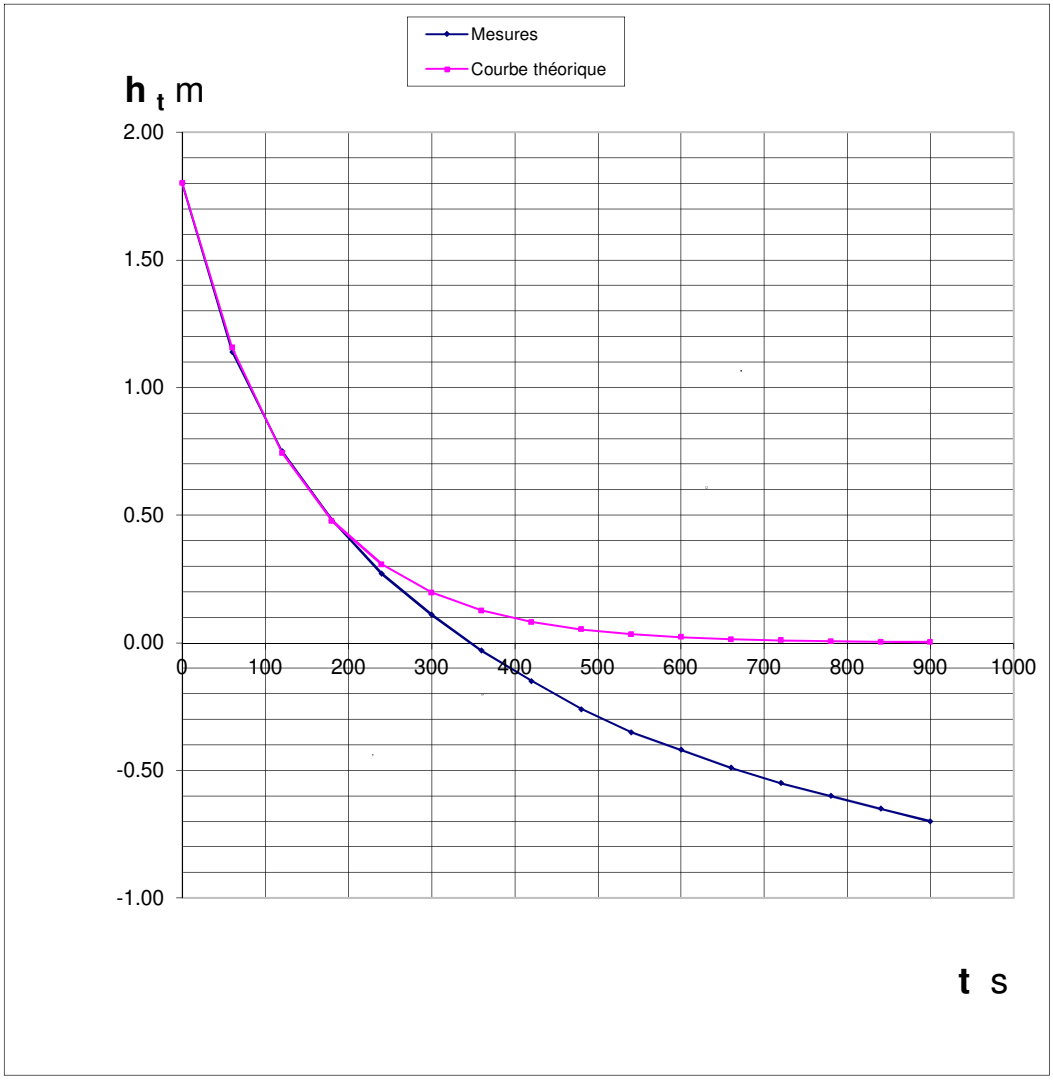
MESURE DE PERMEABILITE type Lefranc injection à niveau variable

GINGER CEBTP		
Affaire : NONETTE-ORSONETTE (63)	**Sondage :** SC3	**Essai N° :** 5
Dossier : RCF2.P.122	**Date:** 14/01/2026	Nature du sol :Limon sableux rouge

Aire intérieure du tubage :	S=	0.0127 m2	**Cote du tubage /TN :**	Ht=	0.30 m
			Charge initiale :	h0=	1.8 m
Débit d'apport :	Qa=	0.00E+00 m3/s	**Cavité**	L=	4.00 m
				B=	0.116 m
Tubage :	Diam =	127/140 mm		m=	45
Cavité de :	Prof sup =	14.00 m			
	Prof inf =	18.00 m	**Niveau d'eau en forage :**		1.80 m

MESURES	
t(s)	**Z (m)**
0	0.00
60	0.66
120	1.05
180	1.32
240	1.53
300	1.69
360	1.83
420	1.95
480	2.06
540	2.15
600	2.22
660	2.29
720	2.35
780	2.40
840	2.45
900	2.50
960	2.53
1020	2.55
1080	2.59
1140	2.61
1200	2.64
1500	2.71
1800	2.76

Coefficient de PERMEABILITE :	**k=**	1.8E-05 m/s



ANNEXE 7 – RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE DE SOL

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0052**

Mode de prélévement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	2.00/2.50 m
Date prélévement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Graves sableuses grossières +/- riches en galets larron beige (Dmax= 50 mm)		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	63 / 70	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	31.8	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	5.0	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	4.1	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12		%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF EN 17542-3	0.06	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

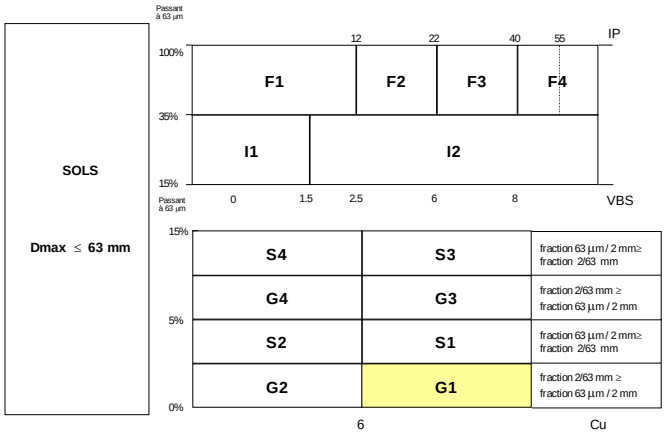
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	1.2	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(W_L - Wn) / I_P		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : G1ins

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : D2



SOLS Dmax > 63 mm		
	VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
	VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux			
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0052**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	2.00/2.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	63
Description :	Graves sableuses grossières +/- riches en galets larron beige (Dmax= 50 mm)		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	03/02/26

Résultats

M0 =	119.7	g	Masse humide de la prise	
W =	0.9	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm	
M1 =	118.61	g	Masse sèche de la prise d'essai	
V =	15	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)	
B =	0.15	g	Masse totale de bleu de méthylène	
VB 0/5 mm =	0.13	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm		Sans correction de C
C =	0.451	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol		
VBs =	0.06	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm		

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0052**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	2.00/2.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26	dm (mm) : 63	dc (mm) : 20
Description :	Graves sableuses grossières +/- riches en galets larron beige (Dmax= 50 mm)		

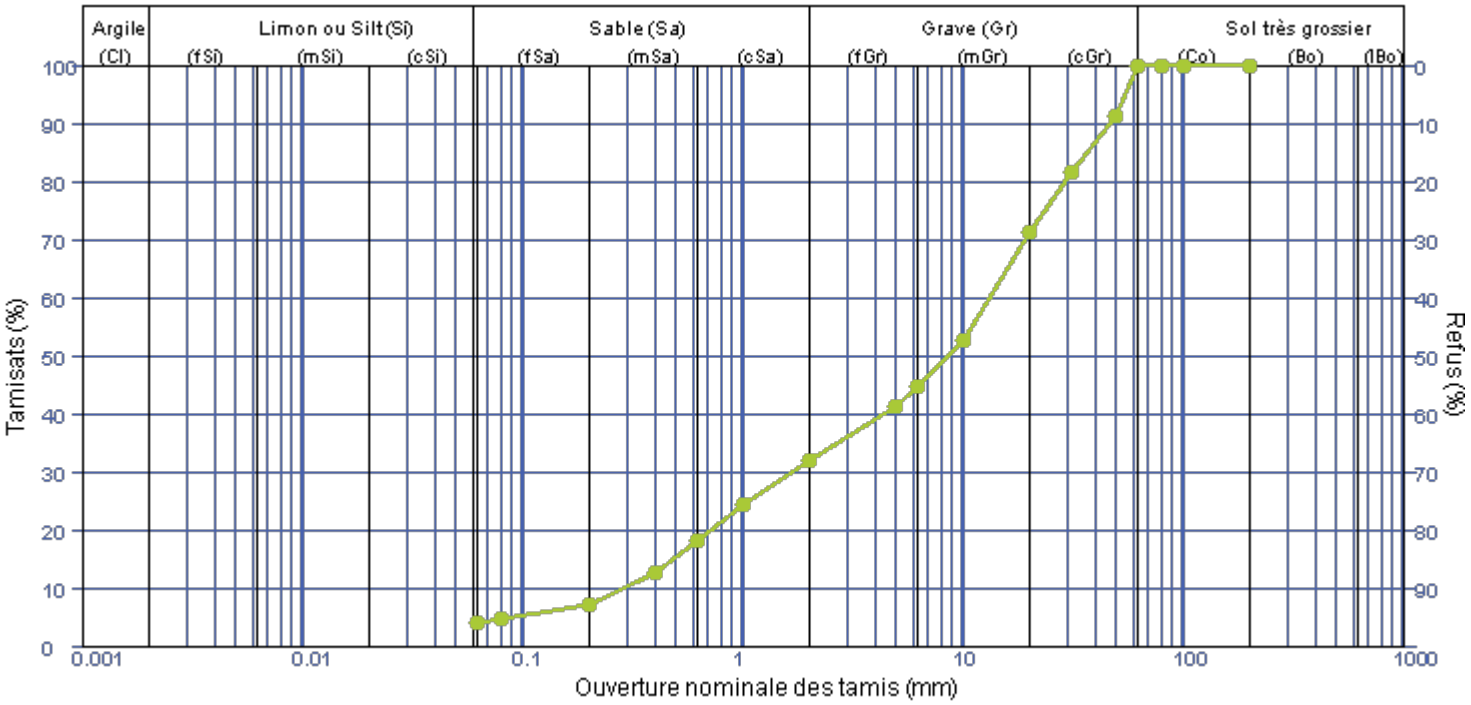
Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	107.5°C	Date essai :	06/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	91.2	81.4	71.1	52.4	44.5	41.1	31.8	24.3	18.1	12.6	7.2	4.5	4.1

Facteur d'uniformité Cu = 46.2 Facteur de courbure Cc = 0.7 Facteur de symétrie Cs = 5.4



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0053**

Mode de prélévement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	5.00/5.80 m
Date prélévement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Graves peu sableuse (pauvre en matrice) gris foncé (Dmax= 50 mm)		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	63 / 70	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	13.5	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	0.5	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	0.5	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12		%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF EN 17542-3	0.01	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	1.3	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

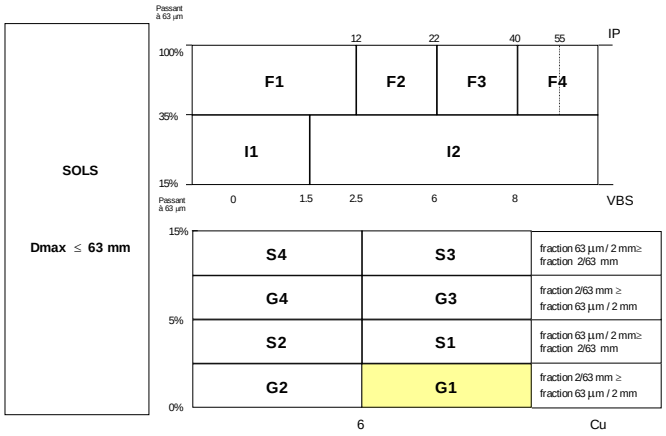
Ic (corrigé de <0.4 mm)

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : G1ins

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : D2



SOLS Dmax > 63 mm		
	VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
	VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux			
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0053**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	5.00/5.80 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	63
Description :	Graves peu sableuse (pauvre en matrice) gris foncé (Dmax= 50 mm)		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	03/02/26

Résultats

M0 =	299.4	g	Masse humide de la prise
W =	1.3	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm
M1 =	295.62	g	Masse sèche de la prise d'essai
V =	6	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)
B =	0.06	g	Masse totale de bleu de méthylène
VB 0/5 mm =	0.02	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm	Sans correction de C
C =	0.356	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	0.01	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier : **RCF2.P122.0001**
Client / MO : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation : NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION
Localité : NONETTE ORSONNETTE
Demandeur / MOE : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0053**

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Sondage : SC1
Prélevé par : GINGER CEBTP
Profondeur : 5.00/5.80 m
Date prélèvement : 06/01/26
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte
Date de livraison : 12/01/26
dm (mm) : 63
dc (mm) : 20
Description : Graves peu sableuse (pauvre en matrice) gris foncé (Dmax= 50 mm)

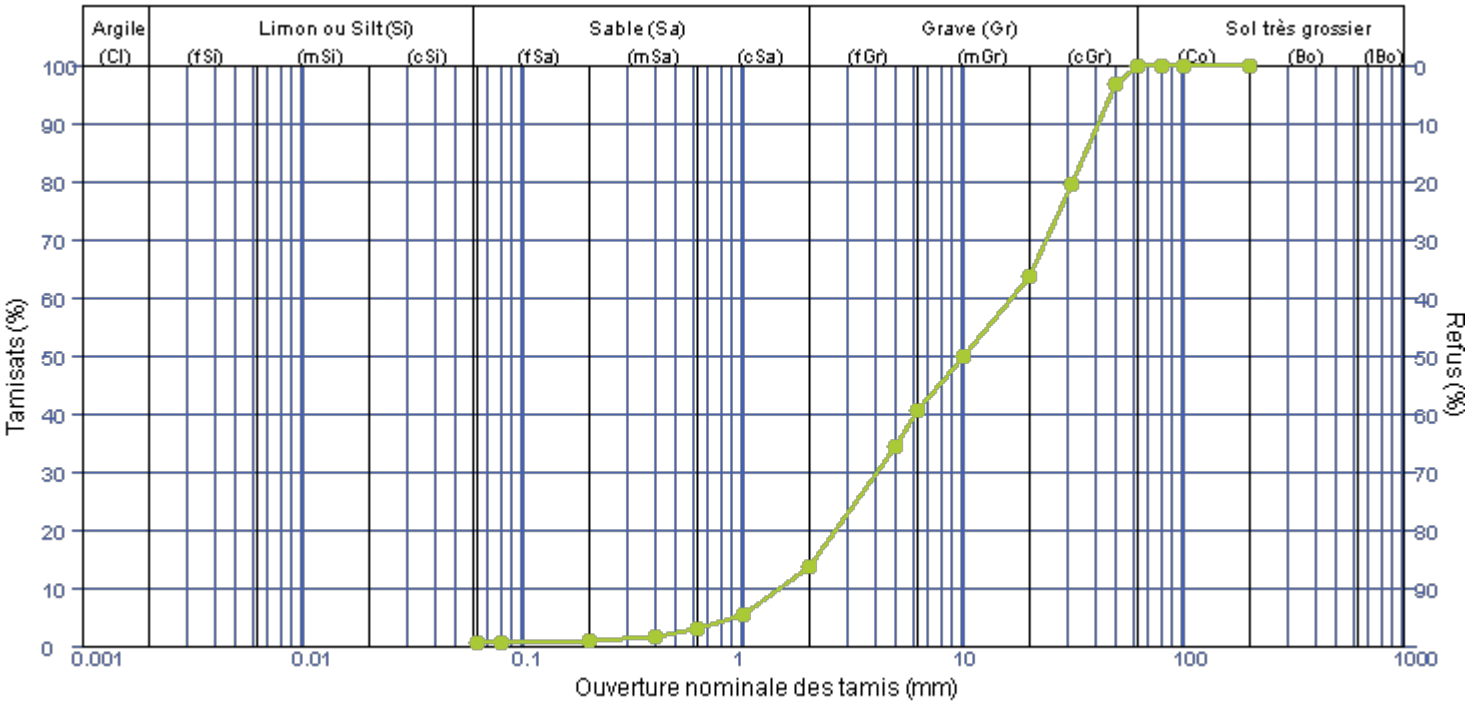
Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Technicien : Constance IRAILAU
Température : 107.5°C
Date essai : 06/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	96.6	79.3	63.7	49.9	40.6	34.4	13.5	5.4	2.8	1.6	0.8	0.5	0.5

Facteur d'uniformité Cu = 11.1
Facteur de courbure Cc = 0.7
Facteur de symétrie Cs = 1.5



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0054**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	6.00/6.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Limon argilo-sableux à sable limono-argileux rouge compact à passe plus sableuse beige verdâtre		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	6 / 10	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	97.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	54.3	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	53.0	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12	35	%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12	22	%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P	13	
VBS	NF EN 17542-3	1.20	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	8.1	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

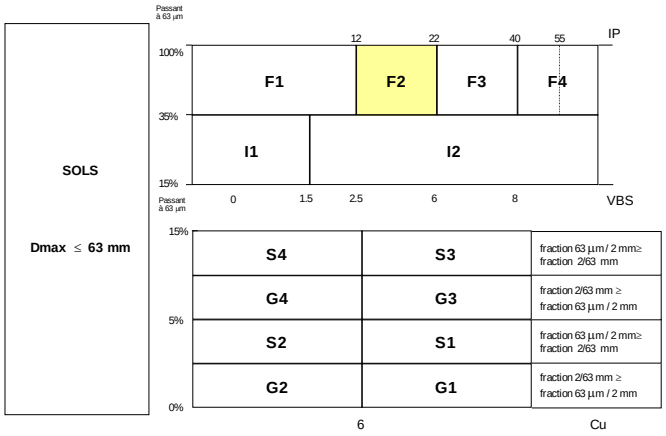
Ic (corrigé de <0.4 mm)

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : F2

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : A2



SOLS Dmax > 63 mm		
	VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
	VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux			
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0054**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	6.00/6.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	6.30
Description :	Limon argilo-sableux à sable limono-argileux rouge compact à passe plus sableuse beige verdâtre		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	03/02/26

Résultats

M0 =	54.5	g	Masse humide de la prise
W =	7.4	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm
M1 =	50.72	g	Masse sèche de la prise d'essai
V =	61	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)
B =	0.61	g	Masse totale de bleu de méthylène
VB 0/5 mm =	1.2	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm	Sans correction de C
C =	1.000	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	1.2	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination des limites de liquidité et de plasticité
NF EN ISO 17892-12

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	RCF2.P122.0001	Client /MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon N° 26RCF-0054

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	6.00/6.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26	dm (mm) :	6.3 — Wnat (%) : 8.1
Description :	Limon argilo-sableux à sable limono-argileux rouge compact à passe plus sableuse beige verdâtre	Teneur en eau corrigée w<0.4 (%) :	11.5

Informations sur l'essai

Méthode d'essai au cône tombant au Cône 80 g/ 30°

Mode de séchage : Etuvage — Température : 107.5°C — Date essai : 13/02/26 — Technicien : Constance IRAILAU

Variation de la teneur en eau durant la détermination de liquidité: Décroissante — Essai effectué sur échantillon tamisé par voie humide

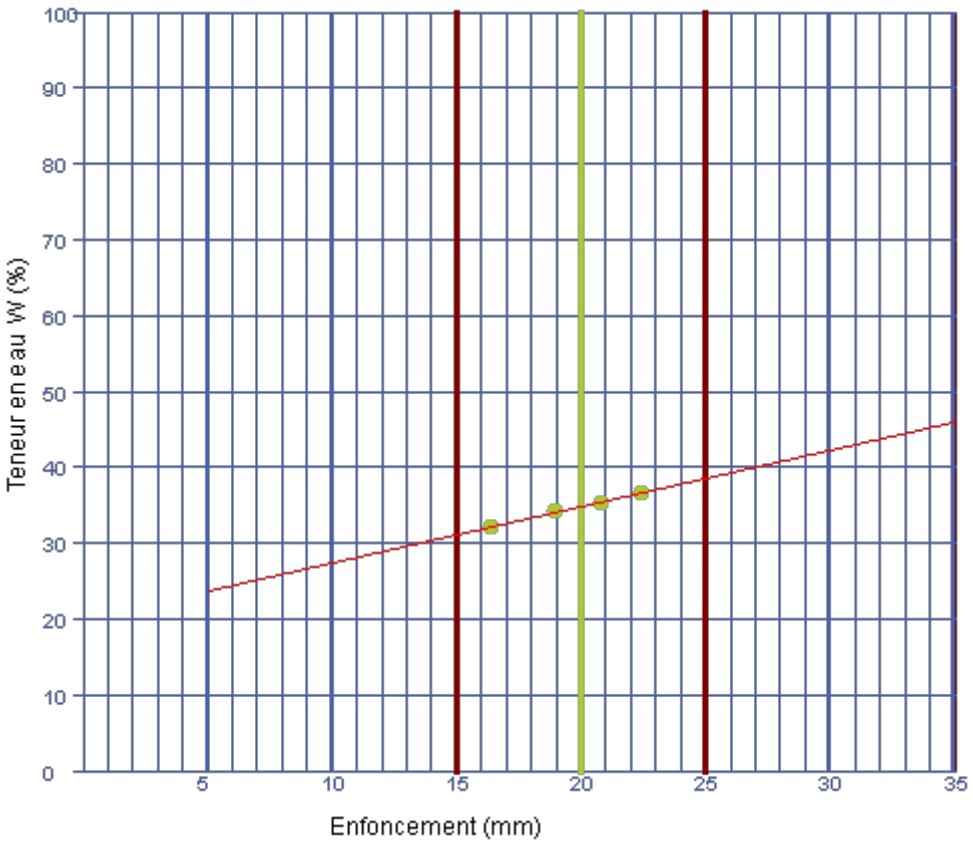
Résultats de l'essai

Méthode de mesure en 4 points

Limite de Liquidité W_L (%)		
Mesure N°	Enfoncement E (mm)	Teneur en eau w (%)
1	22.4	36.6
2	20.8	35.4
3	19.0	34.3
4	16.4	32.1

Limite de Plasticité W_P (%)	
Mesure N°	Teneur en eau w (%)
1	21.5
2	22.4

Limite de liquidité	W_L (%) = 35
Limite de plasticité	W_P (%) = 22
Indice de plasticité	I_P = 13



Indice d'activité	I_A =
Proportion du passant à 400 µm	K = 70.29

- La limite de liquidité est déterminée pour un enfoncement de 20 mm.

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier : **RCF2.P122.0001**
Client / MO : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation : NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION
Localité : NONETTE ORSONNETTE
Demandeur / MOE : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0054**

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Sondage : SC1
Prélevé par : GINGER CEBTP
Profondeur : 6.00/6.50 m
Date prélèvement : 06/01/26
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte
Date de livraison : 12/01/26
dm (mm) : 6.3
Description : Limon argilo-sableux à sable limono-argileux rouge compact à passe plus sableuse beige verdâtre

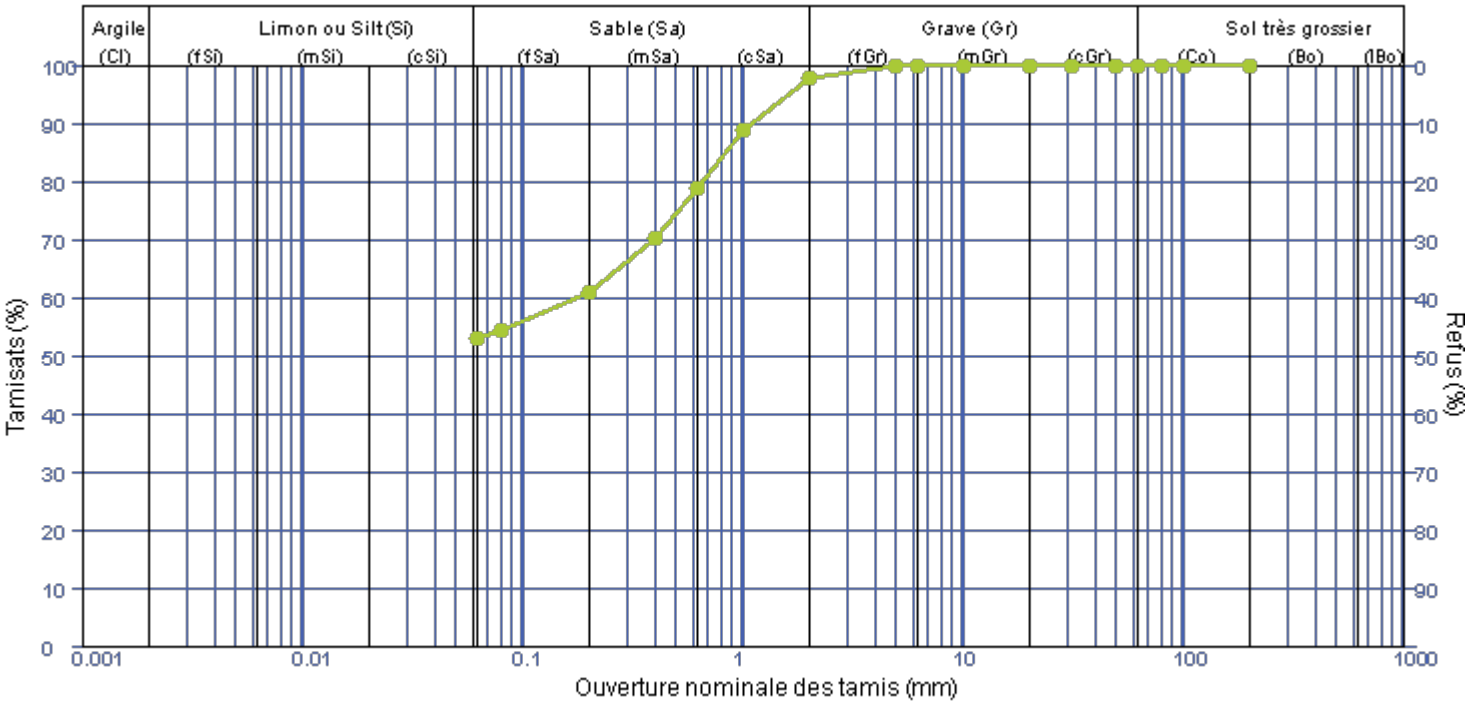
Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Technicien : Constance IRAILAU
Température : 107.5°C
Date essai : 06/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.6	88.7	78.9	70.3	60.9	54.3	53.0

Facteur d'uniformité Cu = *(N.D.)* Facteur de courbure Cc = *(N.D.)* Facteur de symétrie Cs = *(N.D.)*



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0051**

Mode de prélévement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	14.00/15.00 m
Date prélévement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Passage induré gréseux (très compact) beige verdâtre		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	20 / 22	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	97.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	59.6	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	56.2	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12		%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF EN 17542-3	1.11	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	13.6	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(W_L - Wn) / I_P		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

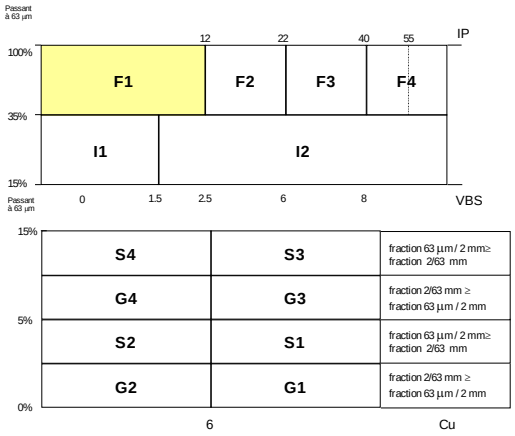
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : F1

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : A1

SOLS

Dmax ≤ 63 mm



SOLS Dmax > 63 mm

VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux

Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0051**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	14.00/15.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	20
Description :	Passage induré gréseux (très compact) beige verdâtre		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	03/02/26

Résultats

M0 =	40.9	g	Masse humide de la prise
W =	12.9	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm
M1 =	36.21	g	Masse sèche de la prise d'essai
V =	41	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)
B =	0.41	g	Masse totale de bleu de méthylène
VB 0/5 mm =	1.13	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm	Sans correction de C
C =	0.983	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	1.11	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier : **RCF2.P122.0001**
Client / MO : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation : NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION
Localité : NONETTE ORSONNETTE
Demandeur / MOE : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0051**

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Sondage : SC1
Prélevé par : GINGER CEBTP
Profondeur : 14.00/15.00 m
Date prélèvement : 06/01/26
Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC
Date de livraison : 12/01/26
dm (mm) : 20
Description : Passage induré gréseux (très compact) beige verdâtre

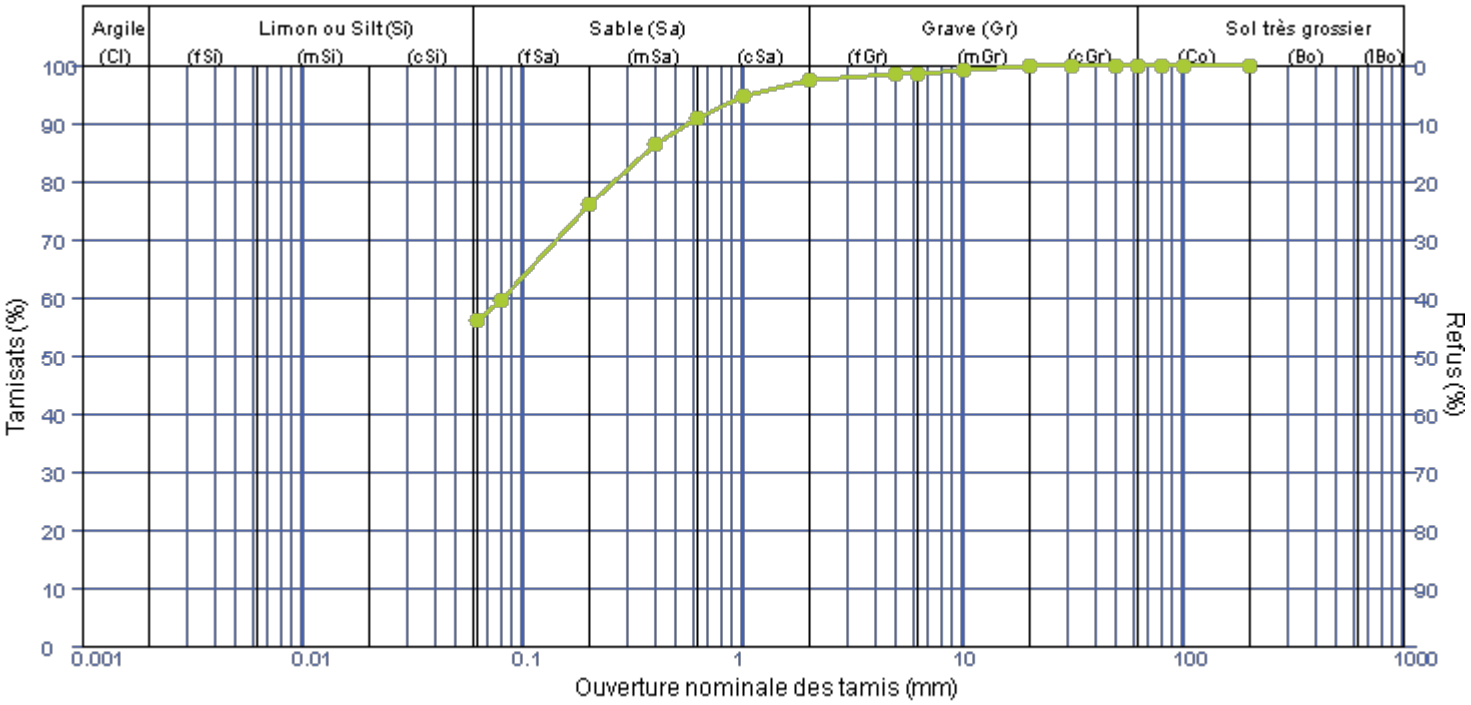
Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Technicien : Constance IRAILAU
Température : 107.5°C
Date essai : 06/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.0	98.3	98.3	97.6	94.7	91.0	86.2	76.0	59.6	56.2

Facteur d'uniformité Cu = *(N.D.)* Facteur de courbure Cc = *(N.D.)* Facteur de symétrie Cs = *(N.D.)*



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0057**

Mode de prélévement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	5.50/6.00 m
Date prélévement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Grave grossièrement sableuse grise (Dmax= 40 mm)		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	50 / 60	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	10.3	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	0.5	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	0.5	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12		%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF EN 17542-3	0.01	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

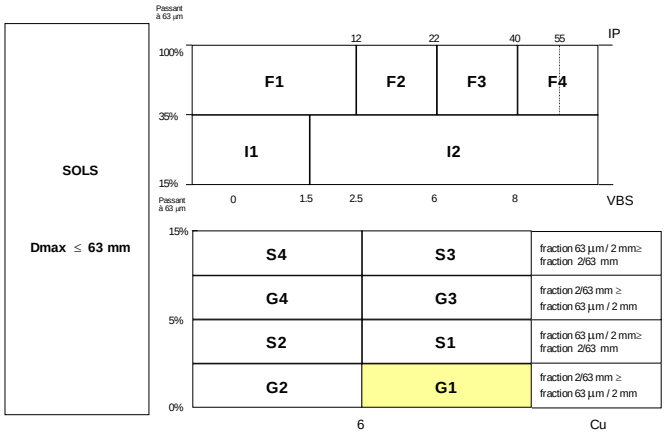
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	2.3	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(W_L - Wn) / I_P		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : G1ins

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : D2



SOLS Dmax > 63 mm		
	VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
	VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux			
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0057**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	5.50/6.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	50
Description :	Grave grossièrement sableuse grise (Dmax= 40 mm)		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	16/02/26

Résultats

M0 =	269.7	g	Masse humide de la prise
W =	3.7	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm
M1 =	260.03	g	Masse sèche de la prise d'essai
V =	20	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)
B =	0.2	g	Masse totale de bleu de méthylène
VB 0/5 mm =	0.08	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm	Sans correction de C
C =	0.189	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	0.01	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier : **RCF2.P122.0001**
Client / MO : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation : NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION
Localité : NONETTE ORSONNETTE
Demandeur / MOE : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0057**

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Sondage : SC2
Prélevé par : GINGER CEBTP
Profondeur : 5.50/6.00 m
Date prélèvement : 06/01/26
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte
Date de livraison : 12/01/26
dm (mm) : 50
dc (mm) : 20
Description : Grave grossièrement sableuse grise (Dmax= 40 mm)

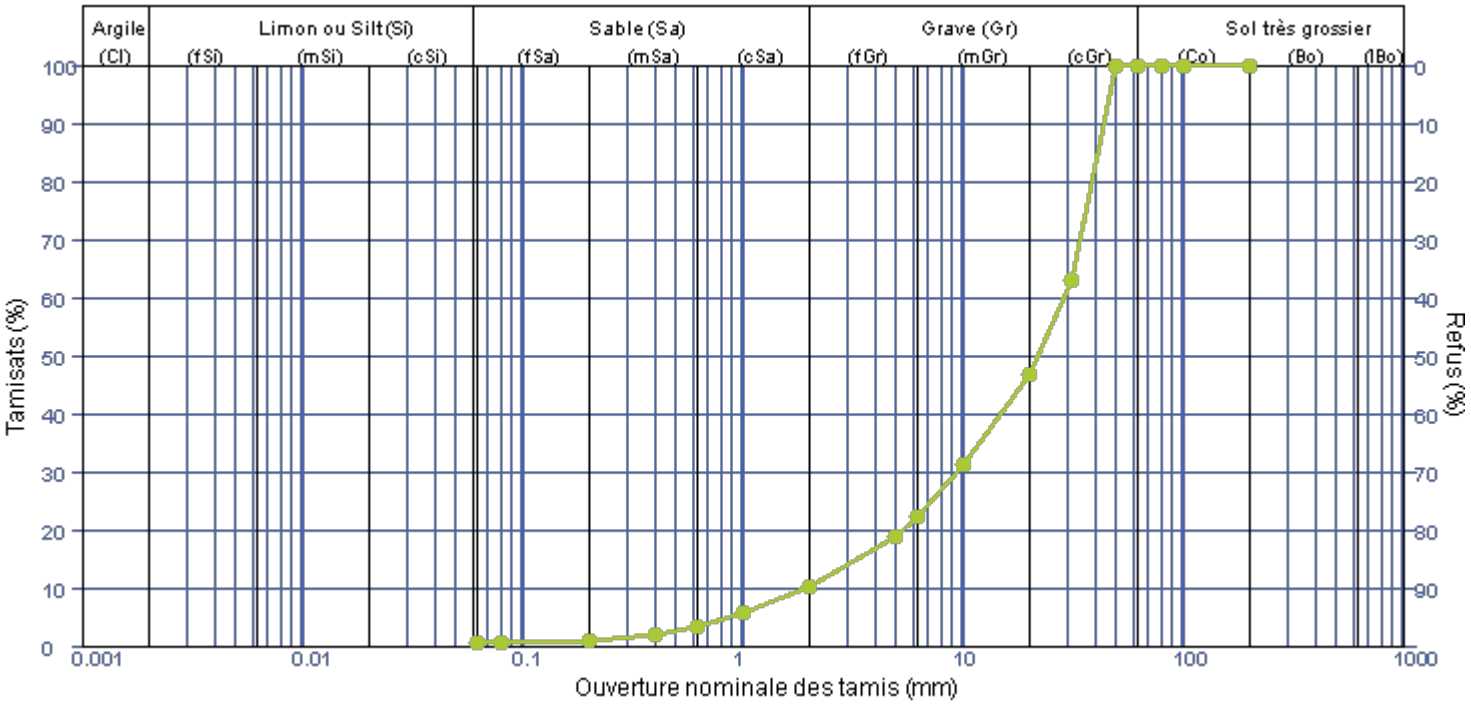
Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Technicien : Constance IRAILAU
Température : 107.5°C
Date essai : 09/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	62.9	46.8	31.2	22.2	18.9	10.3	5.6	3.3	1.9	0.9	0.5	0.5

Facteur d'uniformité Cu = 15.2
Facteur de courbure Cc = 1.6
Facteur de symétrie Cs = 5.7



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0055**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	10.80/11.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Limon rouge		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	6 / 8	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	99.3	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	96.7	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	96.4	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12	47	%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12	29	%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P	18	
VBS	NF EN 17542-3	2.67	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	20.8	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(WL - Wn) / IP	1.42	
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Ic (corrigé de <0.4 mm)

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

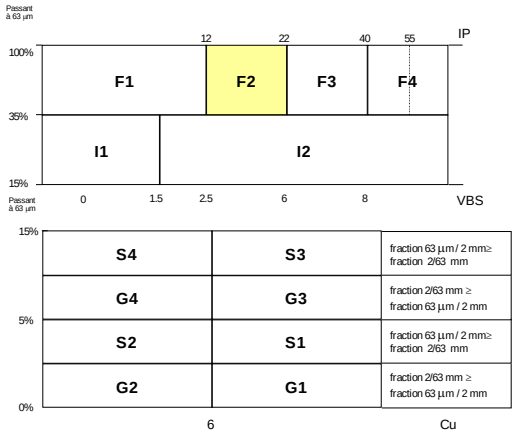
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : F2ts

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : A2

SOLS

Dmax ≤ 63 mm



SOLS Dmax > 63 mm

VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux

Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0055**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	10.80/11.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	6.30
Description :	Limon rouge		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	09/02/26

Résultats

M0 =	31.9	g	Masse humide de la prise
W =	20.1	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm
M1 =	26.56	g	Masse sèche de la prise d'essai
V =	71	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)
B =	0.71	g	Masse totale de bleu de méthylène
VB 0/5 mm =	2.67	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm	Sans correction de C
C =	1.000	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	2.67	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination des limites de liquidité et de plasticité
NF EN ISO 17892-12

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	RCF2.P122.0001	Client /MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon N° 26RCF-0055

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	10.80/11.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26	dm (mm) :	6.3 Wnat (%) : 20.8
Description :	Limon rouge	Teneur en eau corrigée w<0.4 (%) :	21.4

Informations sur l'essai

Méthode d'essai au cône tombant au Cône 80 g/ 30°

Mode de séchage : Etuvage | Température : 107.5°C | Date essai : 13/02/26 | Technicien : Constance IRAILAU

Variation de la teneur en eau durant la détermination de liquidité: Décroissante | Essai effectué sur échantillon tamisé par voie humide

Résultats de l'essai

Méthode de mesure en 4 points

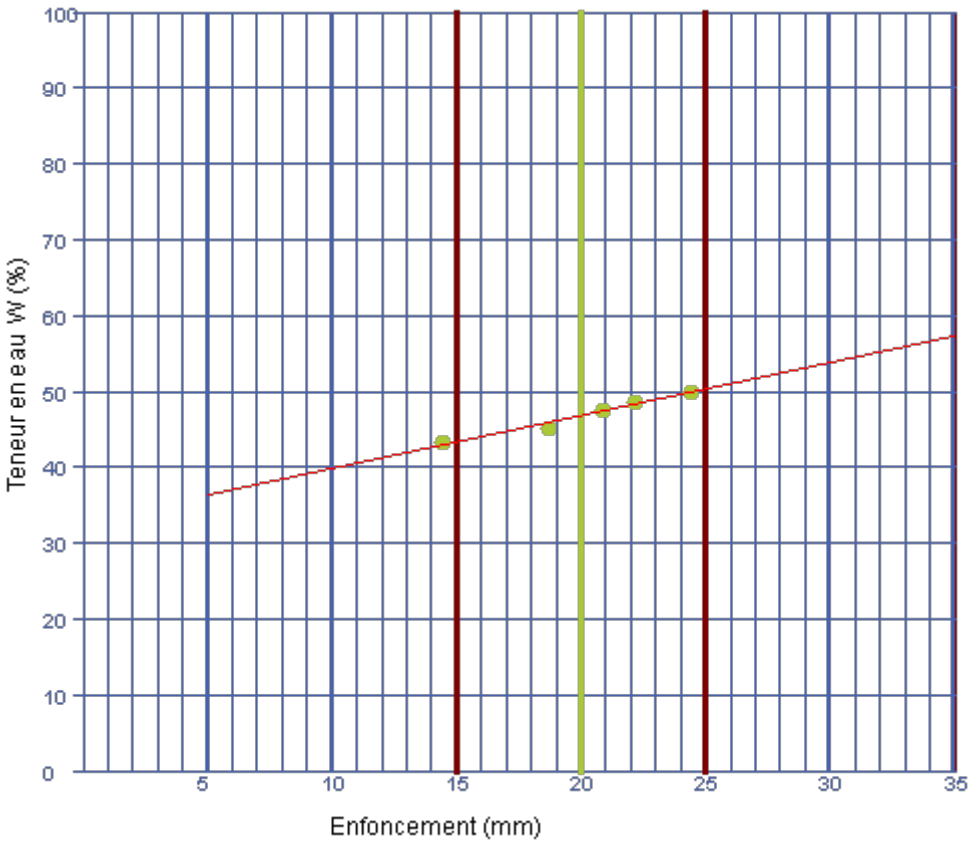
Limite de Liquidité W_L (%)

Mesure N°	Enfoncement E (mm)	Teneur en eau w (%)
1	24.4	50.0
2	22.2	48.7
3	20.9	47.4
4	18.7	45.1
5	14.5	43.3

Limite de Plasticité W_P (%)

Mesure N°	Teneur en eau w (%)
1	29.3
2	28.5

Limite de liquidité	W_L (%) = 47
Limite de plasticité	W_P (%) = 29
Indice de plasticité	I_P = 18
Indice de consistance	I_C = 1.45
(corrigé de <0.4 mm)	1.42



Indice d'activité	I_A =
Proportion du passant à 400 µm	K = 97.61

- La limite de liquidité est déterminée pour un enfoncement de 20 mm.

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0055**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	10.80/11.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26	dm (mm) :	6.3
Description :	Limon rouge		

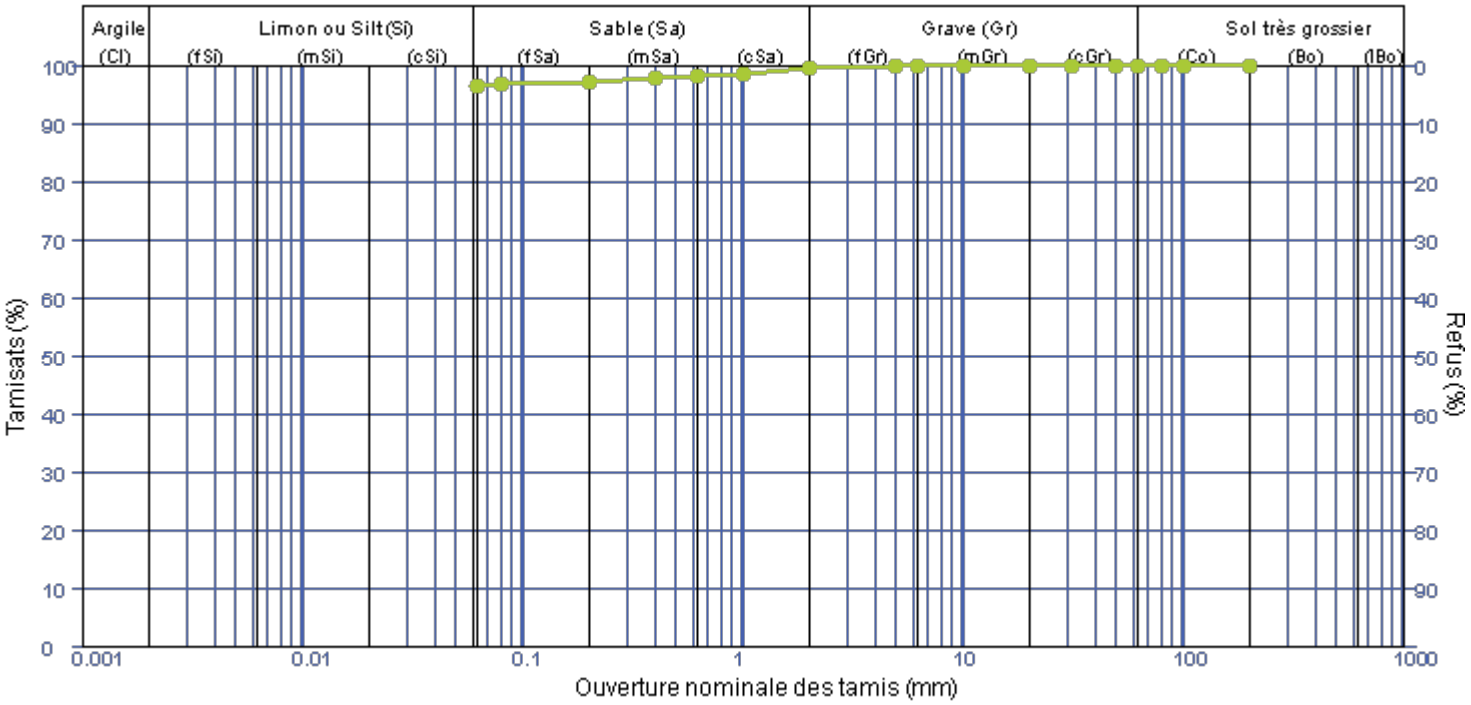
Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	107.5°C	Date essai :	10/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.3	98.6	98.0	97.6	97.2	96.7	96.4

Facteur d'uniformité Cu = *(N.D.)* Facteur de courbure Cc = *(N.D.)* Facteur de symétrie Cs = *(N.D.)*



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la résistance a la compression uniaxiale
NF P 94-420

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	RCF2.P122.0001	Client /MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon N° 26RCF-0085

Mode de prélévement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	14.40/14.55 m
Date prélévement :	05/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	09/01/26		
Description :	Grès à grain moyen gris rougeâtre		

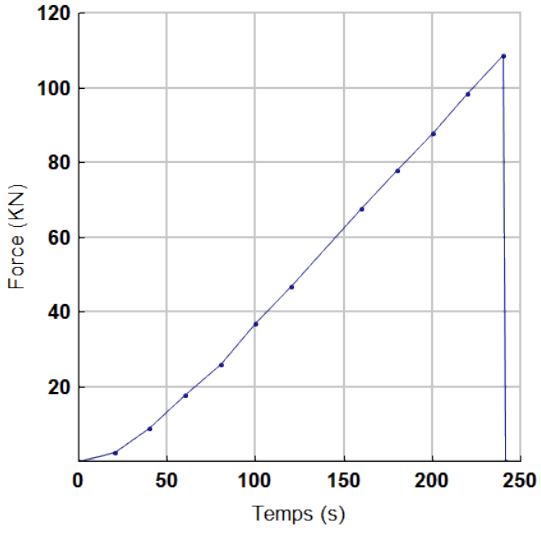
Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Antoine VIVIER
Température :	60°C : échantillon séché	Date essai :	03/03/26

Résultats de l'essai

H (mm)	D (mm) 40 < D < 150	Élancement E 2.0 < E < 2.5	md (g)	*Masse volumique géométrique* ρ_d (kg/m3)	Durée de l'essai (min)	Fmax (KN)	σ_c (MPa)
134.8	87.6	1.5	1807.0	2 224	4	108.7	18.04

Avant essai



Après essai

Observations :

Grès trop hétérogène pour réaliser une éprouvette avec un élancement supérieur à 2.0

Classification AFTES donnée à titre indicatif RC5 : 5 MPa < sigma c < 200 MPa

Technicien(ne) de Laboratoire
ANTOINE VIVIER

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0056**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	17.00/18.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Limon légèrement sableuse rouge		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	2 / 2	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	89.1	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	88.8	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12	50	%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12	30	%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P	20	
VBS	NF EN 17542-3	2.84	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	16.5	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(WL - Wn) / IP	1.60	
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

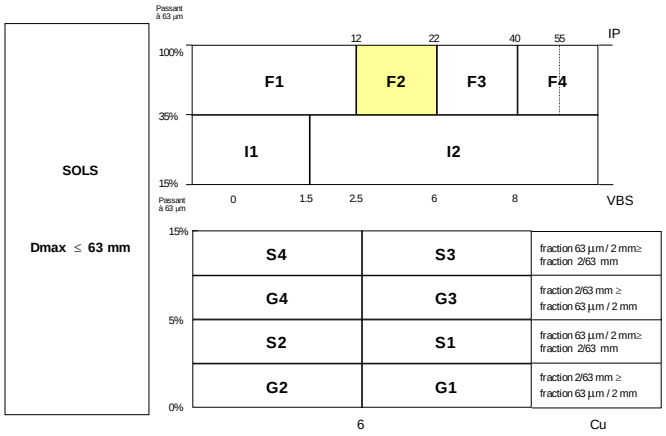
Ic (corrigé de <0.4 mm)

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : F2ts

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : A2



SOLS Dmax > 63 mm		
	VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
	VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux			
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0056**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	17.00/18.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	2
Description :	Limon légèrement sableuse rouge		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	09/02/26

Résultats

M0 =	54.6	g	Masse humide de la prise
W =	17.4	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm
M1 =	46.51	g	Masse sèche de la prise d'essai
V =	132	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)
B =	1.32	g	Masse totale de bleu de méthylène
VB 0/5 mm =	2.84	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm	Sans correction de C
C =	1.000	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	2.84	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

GINGER CEBTP Clermont-Ferrand - ZAC des Gravanches 17 rue du Pré Comtal 63100 CLERMONT-FERRAND Tél:04.73.27.72.00 Fax:04.73.27.74.57

RAPPORT D' ESSAI

Détermination des limites de liquidité et de plasticité
NF EN ISO 17892-12

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	RCF2.P122.0001	Client /MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon N° 26RCF-0056

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	17.00/18.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26	dm (mm) :	2
		Wnat (%) :	16.5
Description :	Limon légèrement sableuse rouge		
		Teneur en eau corrigée w<0.4 (%) :	18.0

Informations sur l'essai

Méthode d'essai au cône tombant au Cône 80 g/ 30°

Mode de séchage : Etuvage — Température : 107.5°C — Date essai : 19/02/26 — Technicien : Constance IRAILAU

Variation de la teneur en eau durant la détermination de liquidité: Croissante — Essai effectué sur échantillon tamisé par voie humide

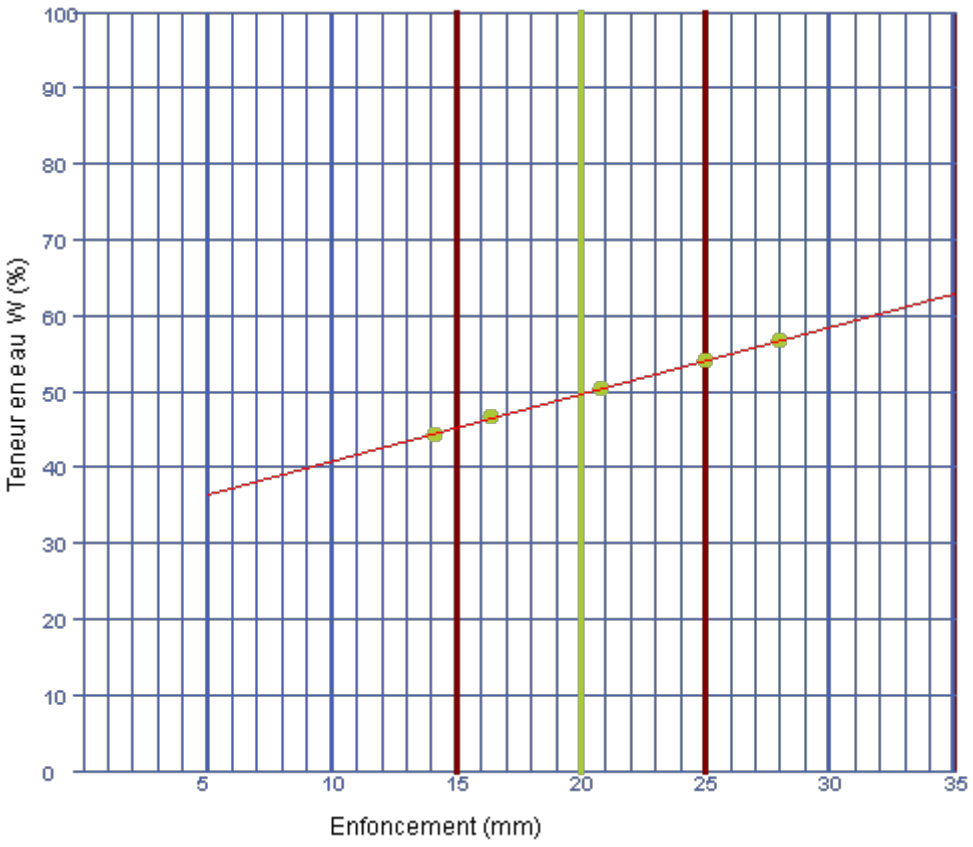
Résultats de l'essai

Méthode de mesure en 1 point

Limite de Liquidité W_L (%)		
Mesure N°	Enfoncement E (mm)	Teneur en eau w (%)
1	28.0	56.8
2	25.0	54.1
3	20.8	50.3
4	16.4	46.8
5	14.2	44.4

Limite de Plasticité W_P (%)	
Mesure N°	Teneur en eau w (%)
1	30.4
2	29.9

Limite de liquidité	W_L (%) = 50
Limite de plasticité	W_P (%) = 30
Indice de plasticité	I_P = 20
Indice de consistance	I_C = 1.68
(corrigé de <0.4 mm)	1.68



Indice d'activité	I_A =
Proportion du passant à 400 µm	K = 91.87

- La limite de liquidité est déterminée pour un enfoncement de 20 mm.

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier : **RCF2.P122.0001**
Client / MO : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation : NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION
Localité : NONETTE ORSONNETTE
Demandeur / MOE : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0056**

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Sondage : SC2
Prélevé par : GINGER CEBTP
Profondeur : 17.00/18.00 m
Date prélèvement : 06/01/26
Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC
Date de livraison : 12/01/26
dm (mm) : 2
Description : Limon légèrement sableuse rouge

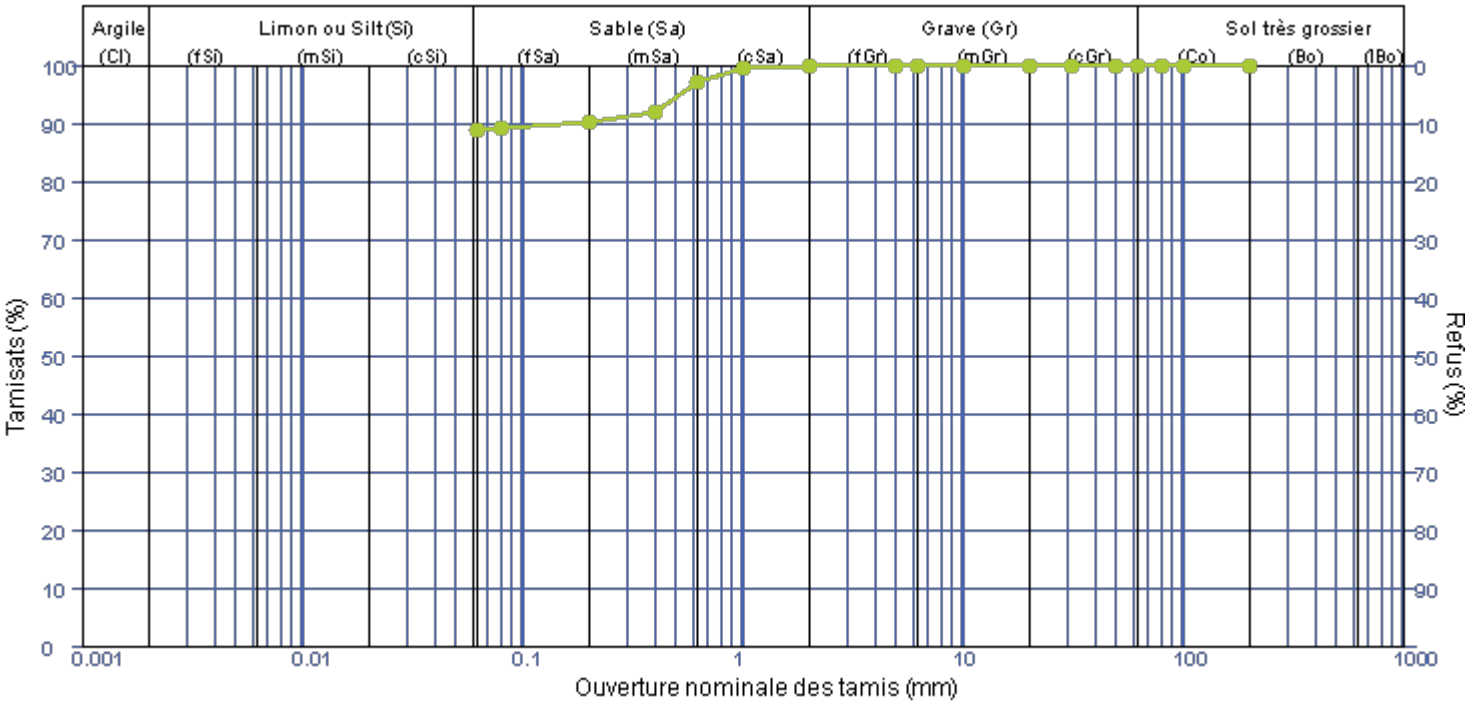
Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Technicien : Lawadoun KI
Température : 107.5°C
Date essai : 12/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.6	97.2	91.9	90.2	89.1	88.8

Facteur d'uniformité Cu = *(N.D.)*
Facteur de courbure Cc = *(N.D.)*
Facteur de symétrie Cs = *(N.D.)*



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0059**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC3
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	2.00/3.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Grave sableuse marron noir à cailloux et galets (0-30 mm)		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	80 / 85	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	95.9	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	29.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	2.1	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	1.7	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12		%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF EN 17542-3	0.04	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

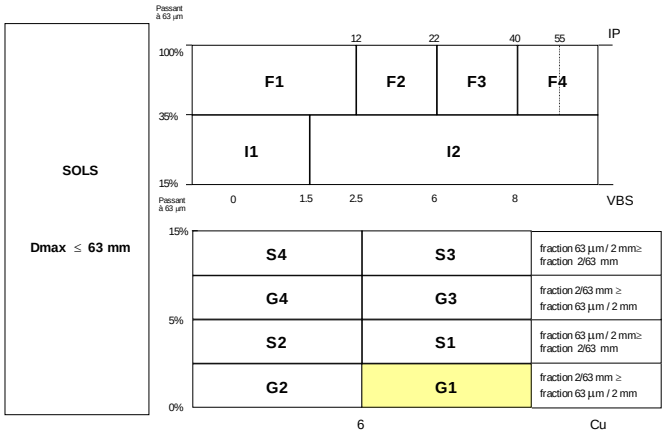
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	2.5	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : VC2 G1ins

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : C1 D2



SOLS Dmax > 63 mm

VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux

Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0059**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC3
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	2.00/3.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	80
Description :	Grave sableuse marron noir à cailloux et galets (0-30 mm)		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	16/02/26

Résultats

M0 =	298.4	g	Masse humide de la prise
W =	3.5	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm
M1 =	288.29	g	Masse sèche de la prise d'essai
V =	29	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)
B =	0.29	g	Masse totale de bleu de méthylène
VB 0/5 mm =	0.1	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm	Sans correction de C
C =	0.398	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	0.04	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0059**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC3
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	2.00/3.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26	dm (mm) :	80 dc (mm) : 20
Description :	Grave sableuse marron noir à cailloux et galets (0-30 mm)		

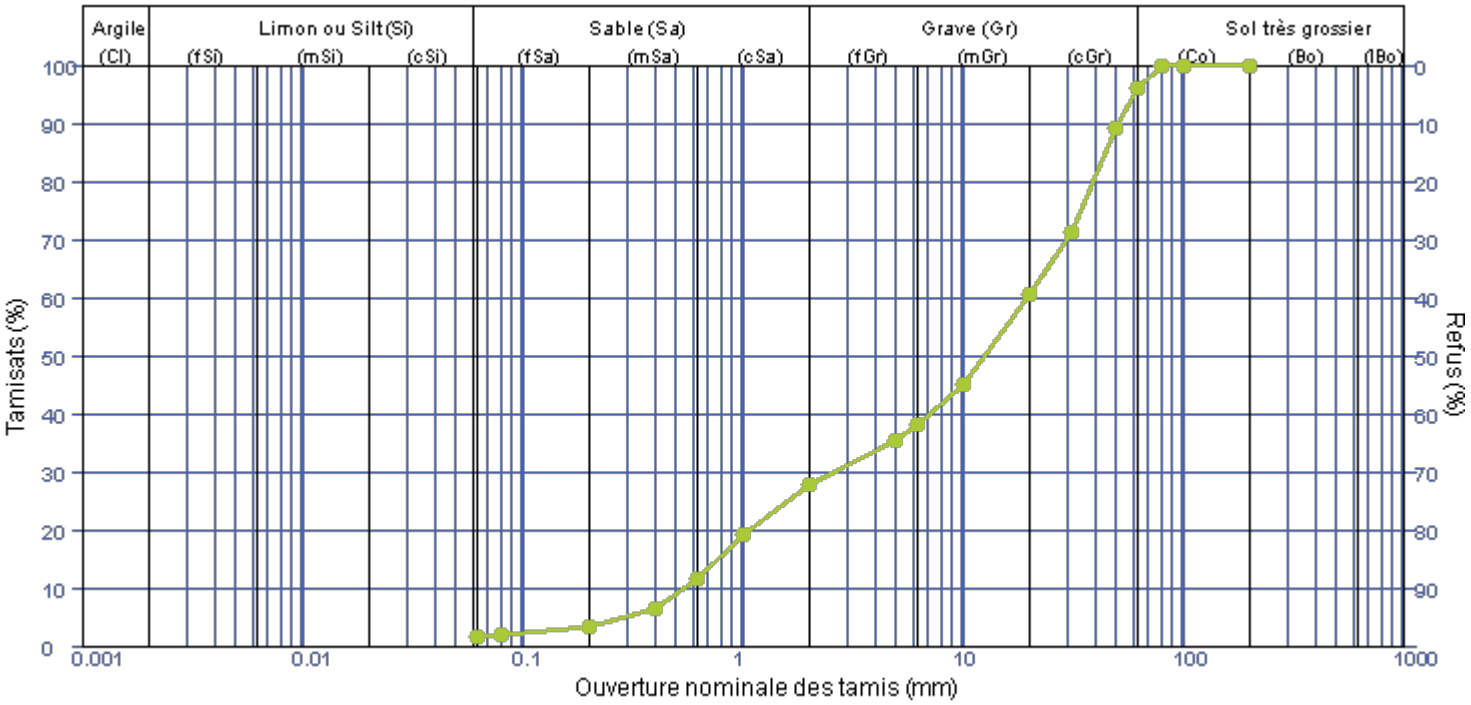
Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	107.5°C	Date essai :	09/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	95.9	89.1	71.0	60.4	45.0	38.1	35.5	27.9	19.3	11.6	6.4	3.3	1.9	1.6

Facteur d'uniformité Cu = 35.2 Facteur de courbure Cc = 0.7 Facteur de symétrie Cs = 6.1



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0061**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC3
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	5.00/5.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Sable moyen noir marron		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	32 / 32	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	73.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	3.4	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	3.1	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12		%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12		%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P		
VBS	NF EN 17542-3	0.05	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

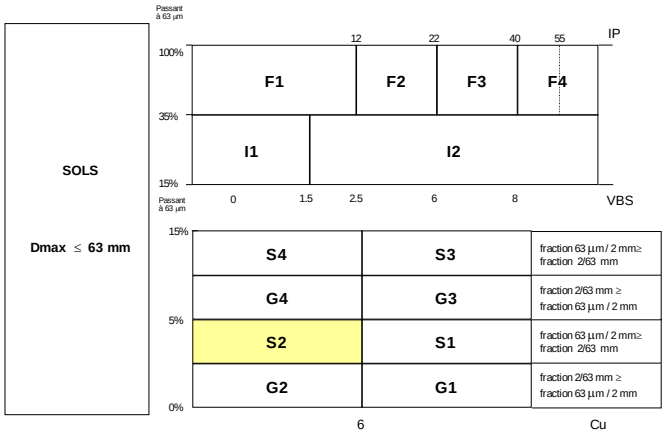
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	2.8	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : S2ins

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : D1



SOLS Dmax > 63 mm		
	VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
	VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux			
Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0061**

Mode de prélévement :	Sondage carotté	Sondage :	SC3
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	5.00/5.50 m
Date prélévement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	31.50
Description :	Sable moyen noir marron		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	03/02/26

Résultats

M0 =	297	g	Masse humide de la prise
W =	2.8	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm
M1 =	288.95	g	Masse sèche de la prise d'essai
V =	16	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)
B =	0.16	g	Masse totale de bleu de méthylène
VB 0/5 mm =	0.06	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm	Sans correction de C
C =	0.879	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	0.05	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier : **RCF2.P122.0001**
Client / MO : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation : NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION
Localité : NONETTE ORSONNETTE
Demandeur / MOE : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0061**

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Sondage : SC3
Prélevé par : GINGER CEBTP
Profondeur : 5.00/5.50 m
Date prélèvement : 06/01/26
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte
Date de livraison : 12/01/26
dm (mm) : 31.5
dc (mm) : 20
Description : Sable moyen noir marron

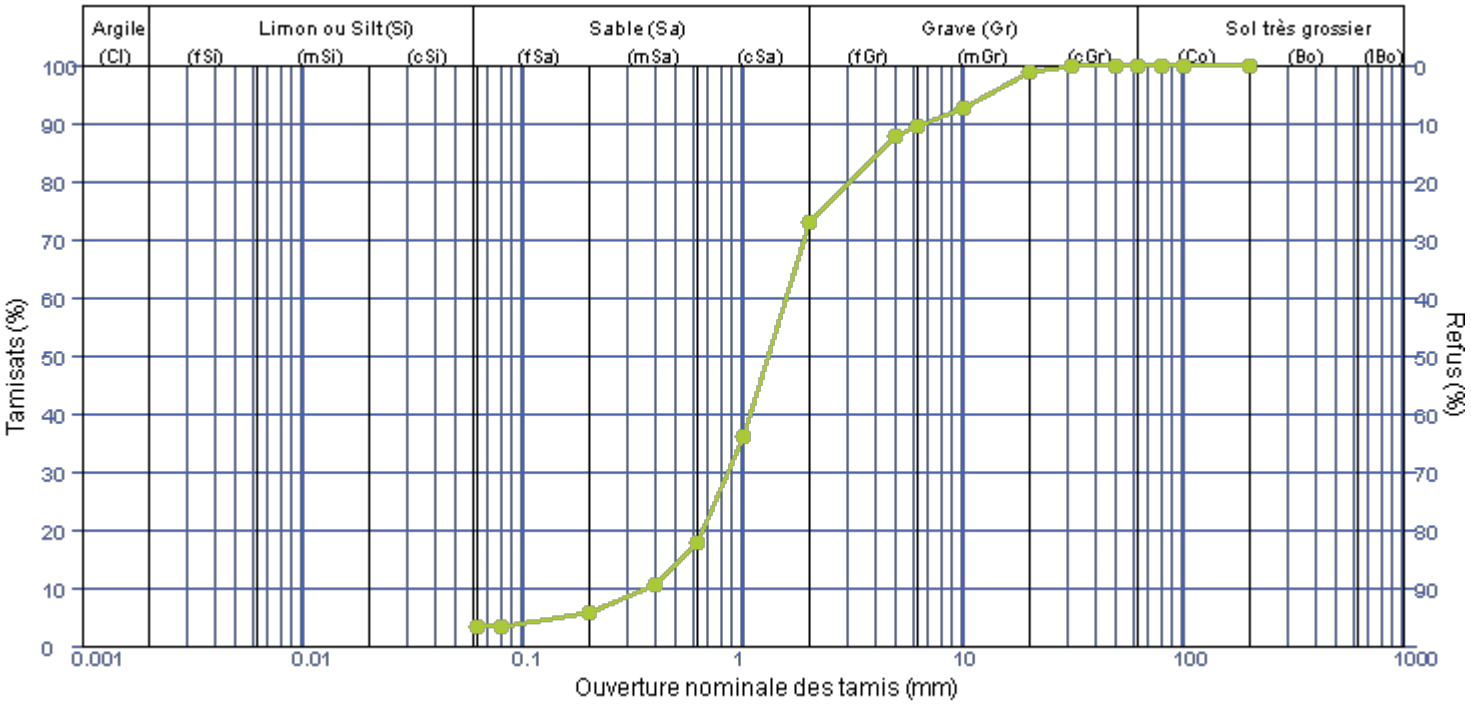
Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Technicien : Constance IRAILAU
Température : 107.5°C
Date essai : 06/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.6	92.4	89.6	87.8	73.1	36.1	17.9	10.4	5.5	3.4	3.1

Facteur d'uniformité Cu = 4.3
Facteur de courbure Cc = 1.2
Facteur de symétrie Cs = 0.7



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

RAPPORT D' ESSAI

TERRASSEMENT - CLASSIFICATION DES MATERIAUX
NF EN 16907-2

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0058**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC3
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	12.00/13.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	Sable fin limoneux induré gris		

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax / Lmax	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	20 / 22	mm
Passant à 63 mm	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	78.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	19.7	%
Passant à 63 µm (fraction 0/63 mm)	Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4	18.6	%
Passant à 2 µm	ME selon NF P 94-057		%
Limite de liquidité - W_L	NF EN ISO 17892-12	35	%
Limite de plasticité - W_P	NF EN ISO 17892-12	23	%
Indice de plasticité - I_P	W_L - W_P	12	
VBS	NF EN 17542-3	0.36	g /100 g
MV des particules solides ρ_S	NF EN ISO 17892-3		Mg/m3
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF EN ISO 17892-2		Mg/m3
Masse volumique sèche ρ_d	NF P94-064		t/m3
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C_{MOC}	XP P 94-047		%

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	10.1	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice I.CBR.Immersion	NF P94-078		
Indice de Consistance - I_C	(WL - Wn) / IP		
W_n / W_{OPN}	NF P94-093		

Ic (corrigé de <0.4 mm)

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

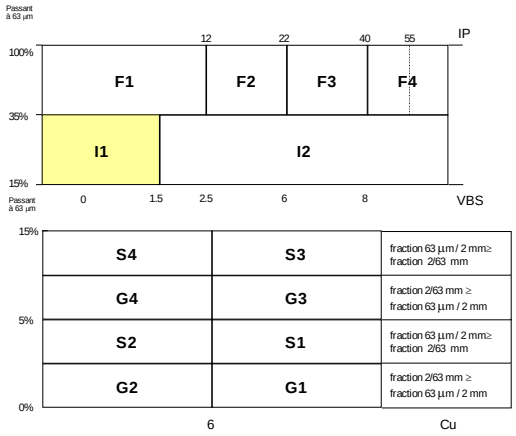
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF EN 17542-2		
Dégradabilité - DG	NF EN 17542-1		
micro-Deval - MDE	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA	NF EN 1097-2		
Friabilité des sables - F_S	NF P18-576		

CLASSIFICATION NF EN 16907-2 : I1

Équivalence Classification NF P 11 300 - Sept. 1992 : B5

SOLS

Dmax ≤ 63 mm



SOLS Dmax > 63 mm

VC1	Matériaux roulés et matériaux anguleux très charpentés (fraction 0/63 mm ≤ 60 à 80 %)
VC2	Matériaux roulés et matériaux anguleux peu charpentés (fraction 0/63 mm > 60 à 80 %)

Matériaux rocheux

Roches sédimentaires	Roches carbonatées	Craies	CH
		Calcaires	Li
	Roches argileuses ou dégradables	Marnes, argilites, pélites ...	Cl
	Roches siliceuses	Grès	Sa
		Brèches, poudingues, conglomérats	Co
	Roches salines	Sel gemme, gypse	SR
Roches magmatiques		Granites, basaltes, trachytes, andésites	Vo
Roches métamorphiques		Gneiss, schistes métamorphiques, schistes ardoisiers	Me

Pour information:

Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m3) :	

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire

CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche
NF EN 17542-3

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client / MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0058**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC3
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	12.00/13.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
		Dmax / D95 (mm) :	20
Description :	Sable fin limoneux induré gris		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Constance IRAILAU
Température :	105 à 110°C	Date essai :	20/02/26

Résultats

M0 =	188.5	g	Masse humide de la prise
W =	9.1	%	Teneur en eau de la fraction 0/5 mm
M1 =	172.79	g	Masse sèche de la prise d'essai
V =	67	ml	Volume total de la solution de colorant ajouté (solution à 10 g/l)
B =	0.67	g	Masse totale de bleu de méthylène
VB 0/5 mm =	0.39	g de bleu pour 100 g de fraction 0/5 mm	Sans correction de C
C =	0.939	Proportion massique de la fraction 0/5 dans la fraction 0/50 mm du sol	
VBs =	0.36	g de bleu pour 100 g de fraction 0/50 mm	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm - Si dm = 5 mm, alors C=1

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination des limites de liquidité et de plasticité
NF EN ISO 17892-12

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier :	RCF2.P122.0001	Client /MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon N° 26RCF-0058

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC3
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	12.00/13.00 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26	dm (mm) :	20 Wnat (%) : 10.1
Description :	Sable fin limoneux induré gris	Teneur en eau corrigée w<0.4 (%) :	28.9

Informations sur l'essai

Méthode d'essai au cône tombant au Cône 80 g/ 30°

Mode de séchage : Etuvage Température : 107.5°C Date essai : 16/02/26 Technicien : Constance IRAILAU

Variation de la teneur en eau durant la détermination de liquidité: Croissante

Essai effectué sur échantillon tamisé par voie humide

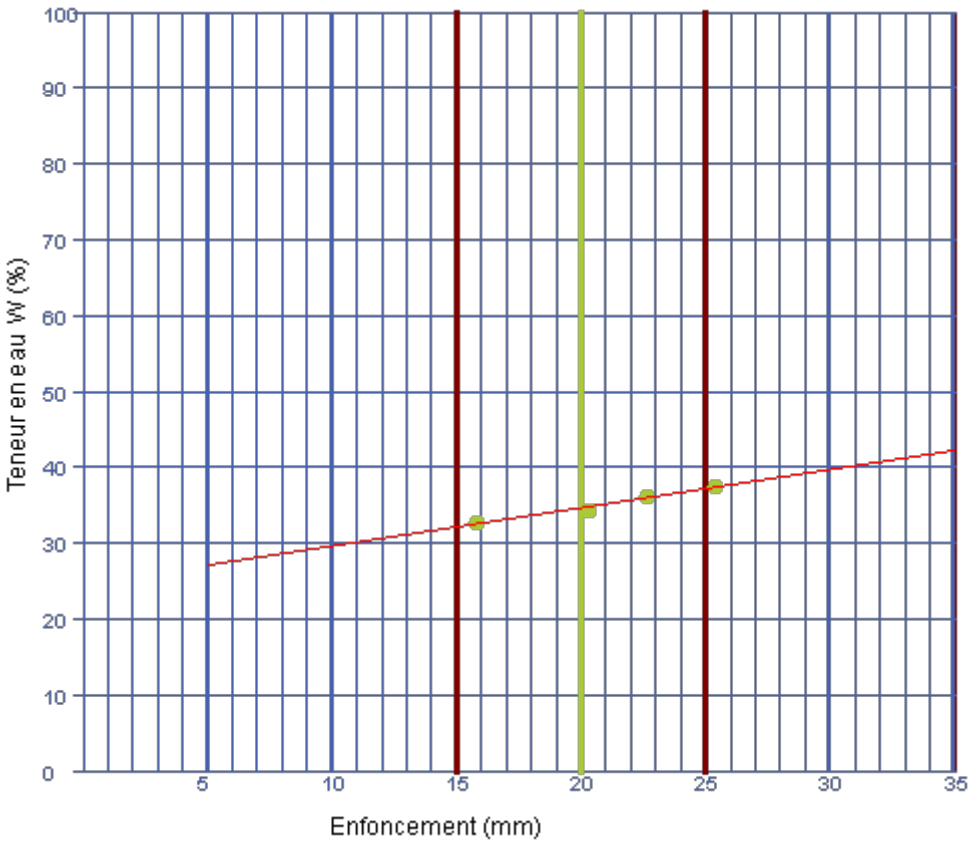
Résultats de l'essai

Méthode de mesure en 1 point

Limite de Liquidité W_L (%)		
Mesure N°	Enfoncement E (mm)	Teneur en eau w (%)
1	25.4	37.5
2	22.7	36.0
3	20.3	34.4
4	15.8	32.7

Limite de Plasticité W_P (%)	
Mesure N°	Teneur en eau w (%)
1	23.4
2	22.4

Limite de liquidité	W_L (%) = 35
Limite de plasticité	W_P (%) = 23
Indice de plasticité	I_P = 12



Indice d'activité	I_A =
Proportion du passant à 400 µm	K = 34.98

- La limite de liquidité est déterminée pour un enfoncement de 20 mm.

Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la distribution granulométrique des particules
Granulométrie selon NF EN ISO 17892-4

GINGER CEBTP

ZAC des Gravanches
17 rue du Pré Comtal
63100 CLERMONT-FERRAND

Informations générales

N° dossier : **RCF2.P122.0001**
Client / MO : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation : NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION
Localité : NONETTE ORSONNETTE
Demandeur / MOE : SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire : LUCIE PRAT

Informations sur l'échantillon **N° 26RCF-0058**

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Sondage : SC3
Prélevé par : GINGER CEBTP
Profondeur : 12.00/13.00 m
Date prélèvement : 06/01/26
Mode de conservation : Ech. Intact en gaine PVC
Date de livraison : 12/01/26
dm (mm) : 20
Description : Sable fin limoneux induré gris

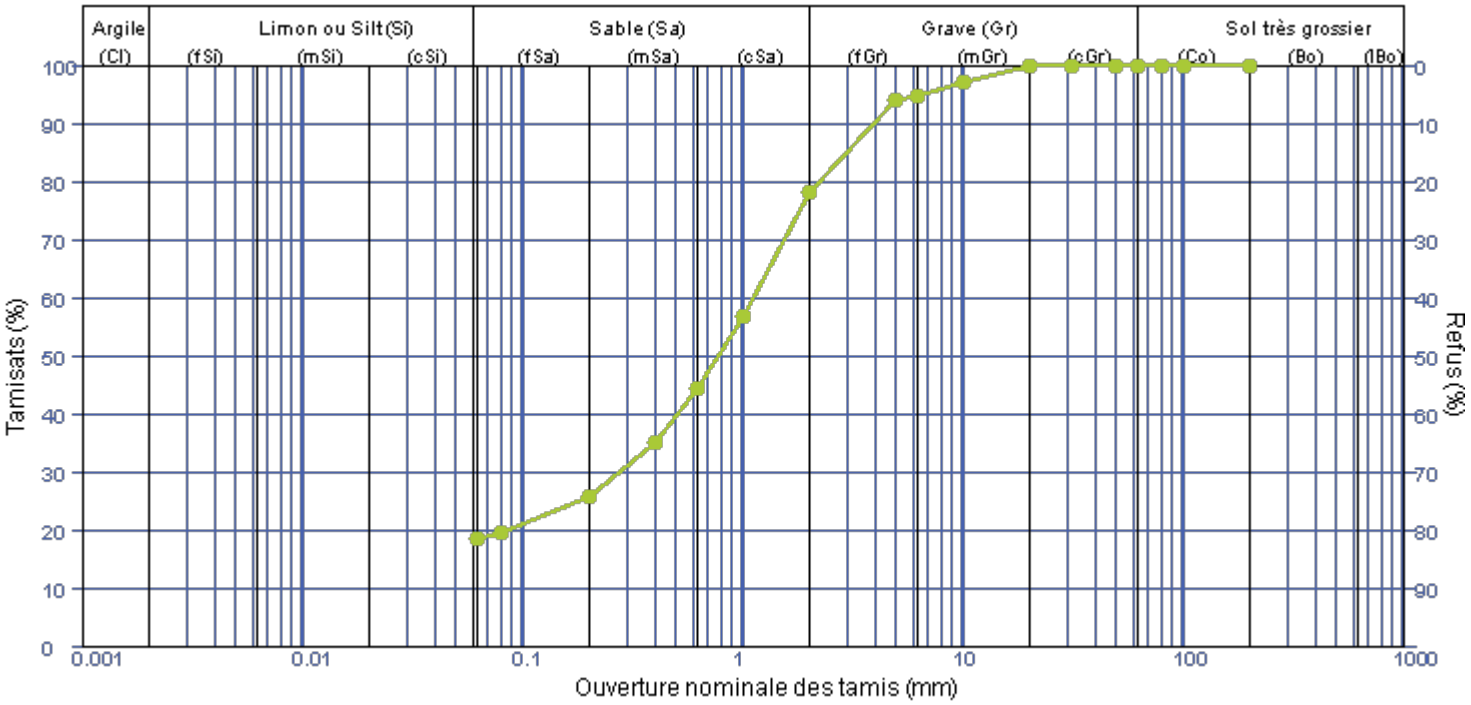
Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage
Technicien : Constance IRAILAU
Température : 107.5°C
Date essai : 09/02/26

Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	63 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	6.3 mm	5 mm	2 mm	1 mm	630 µm	400 µm	200 µm	80 µm	63 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.1	94.8	93.9	78.1	56.6	44.2	35.0	25.6	19.7	18.6

Facteur d'uniformité Cu = *(N.D.)* Facteur de courbure Cc = *(N.D.)* Facteur de symétrie Cs = *(N.D.)*



Observations :

Technicien(ne) de Laboratoire
CONSTANCE IRAILAU

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la masse volumique d'un sol fin
NF EN ISO 17892-2

GINGER CEBTP

Parc d'activités Clément Ader
12 rue des Frères Lumière
34830 JACOU

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client /MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **26RCF-0051**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	14.45/14.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	LIMON argilo-sableux marron rougeâtre, taché gris		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	FONTES Aurélie
Température :	107.5°C	Date essai :	26/02/26
Méthode utilisée:	Méthode par immersion dans un fluide (pesée hydrostatique)	Température de salle d'essai (°C):	19.0

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	ρ =	2.29	Mg/m3
Teneur en eau naturelle	w =	11.7	%
Masse volumique sèche	ρd =	2.05	Mg/m3

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρS (Mg/m3)	=	2.70	(estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρsat (Mg/m3)	=	2.29	
Teneur en eau naturelle de saturation	Wsat (%)	=	11.7	
Porosité	n (%)	=	24.0	
Indice des vides	e	=	0.317	
Degré de saturation	Sr (%)	=	100.0	

Observations :

Responsable de Laboratoire
AURELIE FONTES

GINGER CEBTP Jacou - Parc d'activités Clément Ader 12 rue des Frères Lumière 34830 JACOU Tél:04.67.59.40.10 Fax:04.67.59.23.30 Email:cebtp.montpellier@groupeginger.com

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la masse volumique d'un sol fin
NF EN ISO 17892-2

GINGER CEBTP

Parc d'activités Clément Ader
12 rue des Frères Lumière
34830 JACOU

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client /MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **26RCF-0055**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	11.55/11.63 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	LIMON argilo-sableux marron rougeâtre		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	FONTES Aurélie
Température :	107.5°C	Date essai :	26/02/26
Méthode utilisée:	Méthode par immersion dans un fluide (pesée hydrostatique)	Température de salle d'essai (°C):	19.0

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	ρ =	2.23	Mg/m3
Teneur en eau naturelle	w =	13.8	%
Masse volumique sèche	ρd =	1.96	Mg/m3

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρS (Mg/m3)	=	2.70	(estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρsat (Mg/m3)	=	2.24	
Teneur en eau naturelle de saturation	Wsat (%)	=	13.9	
Porosité	n (%)	=	27.3	
Indice des vides	e	=	0.376	
Degré de saturation	Sr (%)	=	99.2	

Observations :

Responsable de Laboratoire
AURELIE FONTES

GINGER CEBTP Jacou - Parc d'activités Clément Ader 12 rue des Frères Lumière 34830 JACOU Tél:04.67.59.40.10 Fax:04.67.59.23.30 Email:cebtp.montpellier@groupeginger.com

037_MvS_EU-2.29.09.00-02-26

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la masse volumique d'un sol fin
NF EN ISO 17892-2

GINGER CEBTP

Parc d'activités Clément Ader
12 rue des Frères Lumière
34830 JACOU

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client /MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **26RCF-0056**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	17.10/17.50 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	ARGILE sableuse bariolé brun rougeâtre et gris		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	LOSSE Jéremie
Température :	107.5°C	Date essai :	04/03/26
Méthode utilisée:	Méthode par mesurage des dimensions géométriques *éprouvette cylindrique*	Température de salle d'essai (°C):	18.0

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	ρ =	2.14	Mg/m3
Teneur en eau naturelle	w =	14.0	%
Masse volumique sèche	ρd =	1.88	Mg/m3

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρS (Mg/m3)	=	2.70	(estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρsat (Mg/m3)	=	2.18	
Teneur en eau naturelle de saturation	Wsat (%)	=	16.1	
Porosité	n (%)	=	30.3	
Indice des vides	e	=	0.436	
Degré de saturation	Sr (%)	=	87.0	

Observations :

Responsable de Laboratoire
AURELIE FONTES

GINGER CEBTP Jacou - Parc d'activités Clément Ader 12 rue des Frères Lumière 34830 JACOU Tél:04.67.59.40.10 Fax:04.67.59.23.30 Email:cebtp.montpellier@groupeginger.com

037_MvS_EU-2.29.09.00~02-26

RAPPORT D' ESSAI

Détermination de la masse volumique d'un sol fin
NF EN ISO 17892-2

GINGER CEBTP

Parc d'activités Clément Ader
12 rue des Frères Lumière
34830 JACOU

Informations générales

N° dossier :	**RCF2.P122.0001**	Client /MO :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Désignation :	NONETTE - ORSONETTE (63) - G2AVP RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Localité :	NONETTE ORSONNETTE	Demandeur / MOE :	SYNDICAT MIXTE DE L'EAU DE LA REGION D'ISSOIRE
Chargé d'affaire :	LUCIE PRAT		

Informations sur l'échantillon **26RCF-0058**

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC3
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	12.95/13.07 m
Date prélèvement :	06/01/26		
Mode de conservation :	Ech. Intact en gaine PVC		
Date de livraison :	12/01/26		
Description :	LIMON argilo-sableux marron gris rougeâtre		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	FONTES Aurélie
Température :	107.5°C	Date essai :	26/02/26
Méthode utilisée:	Méthode par immersion dans un fluide (pesée hydrostatique)	Température de salle d'essai (°C):	19.0

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	ρ =	2.24	Mg/m3
Teneur en eau naturelle	w =	13.2	%
Masse volumique sèche	ρd =	1.98	Mg/m3

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρS (Mg/m3)	=	2.70	(estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρsat (Mg/m3)	=	2.25	
Teneur en eau naturelle de saturation	Wsat (%)	=	13.4	
Porosité	n (%)	=	26.6	
Indice des vides	e	=	0.362	
Degré de saturation	Sr (%)	=	98.4	

Observations :

Responsable de Laboratoire
AURELIE FONTES

037_MvS_EU-2.29.09.00-02-26

GINGER CEBTP	CISAILLEMENT DIRECT A LA BOITE TYPE CD NF P94-071-1	ENREGISTREMENT MTP-E059 Version 9 - 20/10/2021 Processus: AFFAIRE

GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Date :	mars-26	Sondage :	SC2
Dossier :	RCF2.P122.0001	Echantillon :	26RCF0056
Chantier :	NONETTE ORSONNETTE	Profondeur :	17.10-17.50 m
	RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Nature :	ARGILE sableuse ferme bariolé brun rougeâtre et gris		

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES

VALEURS INITIALES

Eprouvette		1	2	3	4
H_0	mm	19.71	19.71	19.71	
D_0	mm	60.13	60.13	60.13	
w	%	14.4	14.0	14.1	
ρ_h	kg/m3	2175	2145	2142	
ρ_d	kg/m3	1902	1882	1878	
ρ_s estimé	kg/m3	2700	2700	2700	
e		0.42	0.44	0.44	
Sr	%	92	87	87	

CONSOLIDATION

$\sigma_{3\ cons}$	kPa	174	347	692	
ΔH_{cons}	mm	0.59	1.10	1.45	
H_{cons}	mm	19.13	18.61	18.26	
ρd_{cons}	kg/m3	1960	1992	2026	
T100	min	1.2	2.0	4.4	

CISAILLEMENT

Vitesse	mm/min	0.025	0.025	0.025	
$\sigma_{3\ cis}$	kPa	174	347	692	

ETAT FINAL

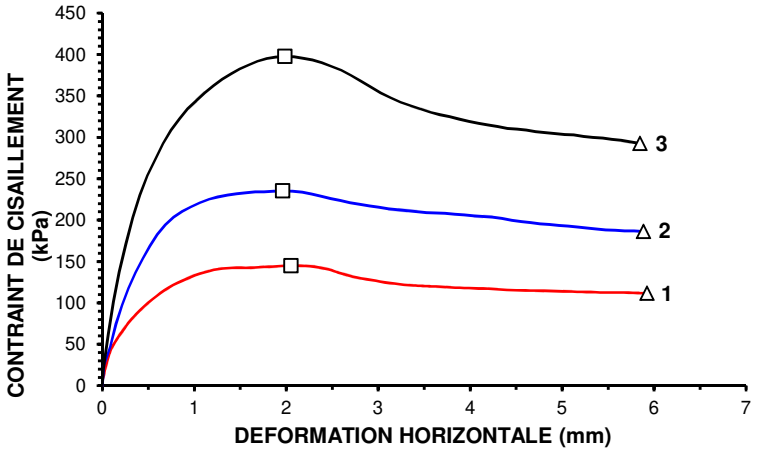
w	%	17.3	16.6	15.9	

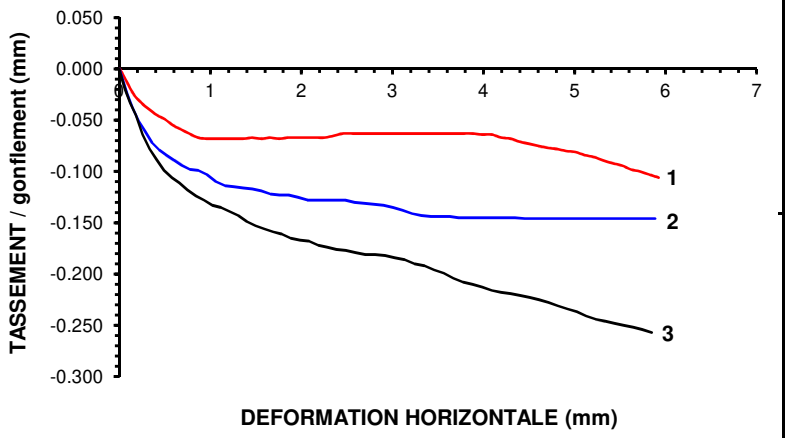
σ_{v0}	kPa	-
u_0	kPa	-

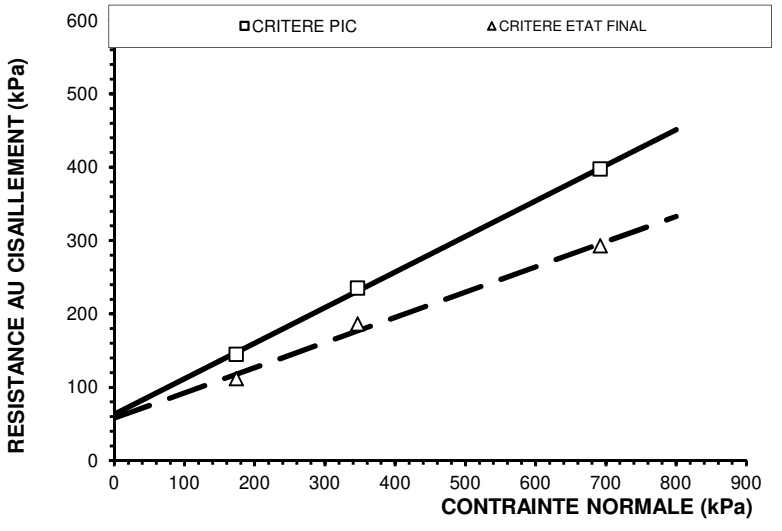
CRITERES DE RUPTURE

pic	$\delta l_{f,p}$(mm)	2.05	1.96	1.98	
	$\tau_{f,p}$ (kPa)	145	235	398	
CRITERE DE PIC	ϕ'_p =	**26**			Degrés
	c'_p =	**63**			kPa
état final	$\delta l_{f,f}$(mm)	5.92	5.88	5.85	
	$\tau_{f,f}$ (kPa)	111	186	293	
CRITERE D'ETAT FINAL	ϕ'_f =	**19**			Degrés
	c'_f =	**58**			kPa

OBSERVATIONS







Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

GINGER CEBTP	**CISAILLEMENT DIRECT A LA BOITE TYPE CD** **NF P94-071-1**	ENREGISTREMENT **MTP-E059** Version 9 - 20/10/2021 Processus: AFFAIRE

GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Date :	février-26	Sondage :	SC3
Dossier :	RCF2.P122.0001	Echantillon :	26RCF0058
Chantier :	NONETTE ORSONETTE	Profondeur :	12.40-12.50 m
	RENOUVELLEMENT CANALISATION		
Nature :	SABLE légèrement argileux gris bleu à marron		

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES

VALEURS INITIALES

Eprouvette		1	2	3	4
H_0	mm	19.71	19.71	19.71	
D_0	mm	60.13	60.13	60.13	
w	%	13.1	12.9	12.2	
ρ_h	kg/m3	2177	2183	2173	
ρ_d	kg/m3	1925	1934	1936	
ρ_s estimé	kg/m3	2700	2700	2700	
e		0.40	0.40	0.39	
Sr	%	88	88	84	

CONSOLIDATION

$\sigma_{3\ cons}$	kPa	105	208	312	
ΔH_{cons}	mm	0.93	1.21	1.27	
H_{cons}	mm	18.78	18.50	18.44	
ρd_{cons}	kg/m3	2020	2061	2070	
T100	min	5.0	4.6	2.1	

CISAILLEMENT

Vitesse	mm/min	0.025	0.025	0.025	
$\sigma_{3\ cis}$	kPa	105	208	312	

ETAT FINAL

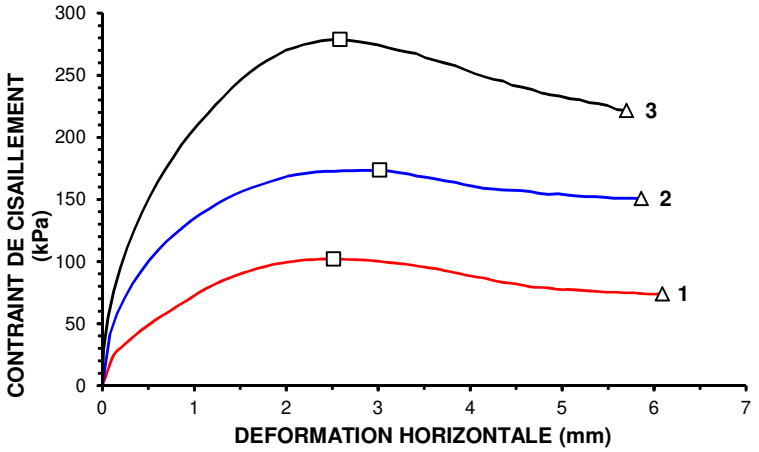
w	%	14.8	14.0	13.2	

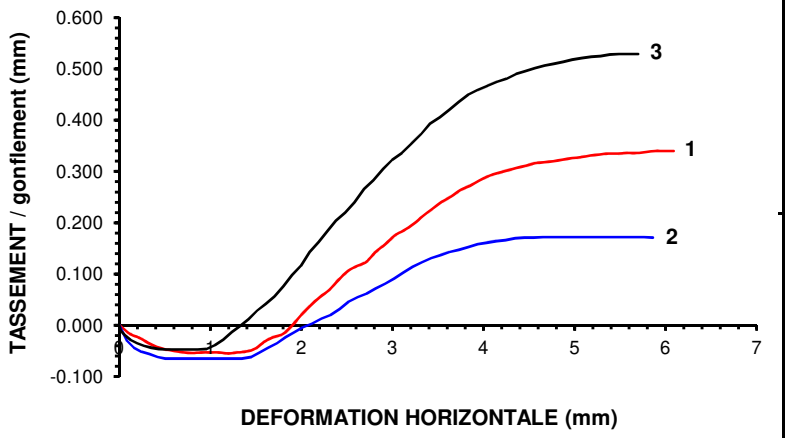
σ_{v0}	kPa	-
u_0	kPa	-

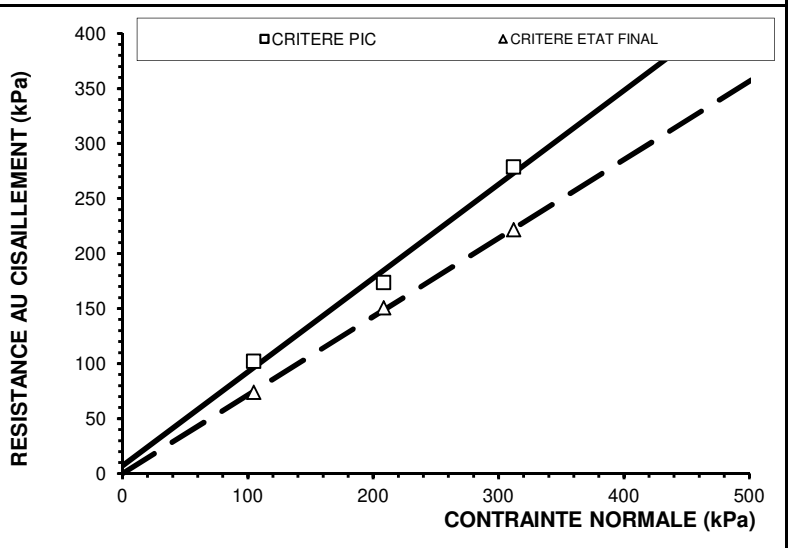
CRITERES DE RUPTURE

pic	$\delta l_{f,p}$(mm)	2.51	3.02	2.58	
	$\tau_{f,p}$ (kPa)	102	174	279	
CRITERE DE PIC		ϕ'_p =	**40**		Degrés
		c'_p =	**7**		kPa
état final	$\delta l_{f,f}$(mm)	6.09	5.86	5.70	
	$\tau_{f,f}$ (kPa)	74	151	222	
CRITERE D'ETAT FINAL		ϕ'_f =	**35**		Degrés
		c'_f =	**0**		kPa

OBSERVATIONS







Le Technicien chargé de l'essai
J. Losse

Plateforme HGM
HydroGéoMécanique

A.S.G.A.

Formulaire plateforme HGM FM-15

BORDEREAU D'ESSAI MECANIQUE
DURETE ET ABRASIVITE (METHODE CERCHAR)

DATE DE RECEPTION : 10/02/26
N° ETUDE : 26.0098.A
DEMANDEUR : GINGER CEBTP
REF. CLIENT : RCF2-P122-0001
OPERATEUR : CG

DATE DES ESSAIS : 10/02/26
REFERENCE MODE OPERATOIRE :
établi selon la norme : XP P94-412 (dureté)
et NF P94-430-1 (abrasivité)

	Références	Dureté (D_{IN})				Abrasivité (A_{IN})		
1.	SC1 "14.65-14.85"m	6	11	11		1.0	1.3	
2.	SC2 "5.80-6.00"m	31	35	62		2.0	2.4	
3.	SC2 "16.94-17.03"m	<5	<5	<5		0.4	0.7	
4.	SC3 "20.57-20.68"m	<5	7	7		1.4	1.3	
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

OBSERVATIONS

Plateforme HGM (HydroGéoMécanique) - GeoRessources - ASGA
Tél : +(0)3 72 74 45 71 - https://asgageol.univ-lorraine.fr
2 rue du Doyen Marcel Roubault 54518 Vandoeuvre-lès-Nancy - http://georessources.univ-lorraine.fr/fr/content/hydrogeomecanique

DESCRIPTIF DE L'ESSAI DE DURETE CERCHAR (XP P94-412)

(SERVANT D'ANNEXE TECHNIQUE)

DURETE CERCHAR

Le test de dureté est une méthode de caractérisation mécanique par essai de forabilité, ponctuelle et rapide, assez bien corrélée à la résistance à la compression uniaxiale. Le coefficient de corrélation est d'environ 0,90 sur les roches assez homogènes, mais cette relation n'est pas linéaire. La correspondance statistique entre dureté et résistance à la compression uniaxiale doit être considérée comme purement indicative.

La dureté INERIS correspond à la pente à l'origine de la courbe enregistrée pendant l'essai, du temps en fonction de la profondeur d'enfoncement d'un foret dans la roche. Ce foret, en carbure de tungstène à extrémité dièdre de 8 mm d'arête et de 99° d'angle au sommet, est mû à la vitesse de 200 tr/min et appliqué à la roche sous une charge constante de 20 kg.

L'indice de dureté, exprimé en points, correspond au nombre de secondes nécessaires pour obtenir un enfoncement de 1 cm dans la roche.

Le jugement sur la dureté suit les règles suivantes :

Classes	Valeurs de dureté (D_{IN})	Jugement
DU 1	>120	Extrêmement dur
DU 2	80-120	Très dur
DU 3	40-80	Dur
DU 4	20-40	Moyennement dur
DU 5	5-20	Tendre
DU 6	<5	Très tendre

Tableau des valeurs de dureté – AFTES GT1R1F1

DESCRIPTIF DE L'ESSAI D'ABRASIVITE CERCHAR (NF P94-430-1)

(SERVANT D'ANNEXE TECHNIQUE)

ABRASIVITE CERCHAR

L'abrasivité est obtenue par la mesure du diamètre du méplat formé par l'usure de la pointe d'un pic, en acier doux d'une dureté bien définie, après frottement de celui-ci sur la roche. Ce frottement s'effectue mécaniquement sur une longueur de 1 cm tout en appliquant au pic une charge constante de 7 kg.

La valeur du point d'abrasivité correspond à une usure du pic formant un méplat de 0,1 mm ($1/10^{eme}$ de mm).

Le jugement sur l'abrasivité suit les règles suivantes :

Classes	Valeur de l'indice d'abrasivité (A_{IN})	Jugement
A_{IN} 1	>4,0*	Extrêmement abrasif
A_{IN} 2	2,0-4,0	Très abrasif
A_{IN} 3	1,0-2,0	Abrasif
A_{IN} 4	0,5-1,0	Peu Abrasif
A_{IN} 5	< 0,5	Très peu abrasif

* : le quartz présente des valeurs supérieures à 6,0

Tableau des valeurs d'abrasivité – AFTES GT1R1F1

GINGER CEBTP

www.groupe-cebtp.com

CONTACT

Agence de CLERMONT FERRAND

ZAC des Gravanches

17 rue du Pré Comtal

63100 CLERMONT FERRAND

Tél. : +33 (0)4.73.27.72.00

www.ginger-cebtp.com

ANNEXE N°5

SYNDICAT MIXTE DE L'EAU
de la Région d'Issoire et des Communes de la Banlieue Sud Clermontoise

GEOMETRES-EXPERTS
Bureau d'études VRD
GEOVAL
AU SERVICE DU TERRITOIRE ET DES CITOYENS
38 Rue de Sarliève - CS 10 012
63 808 Cournon d'Auvergne CEDEX
TEL:04-73-37-91-01
Email: cournon@geoval.info

Renouvellement canalisation AEP Ø 250 sous l'Allier Communes de Le Broc & Nonette-Orsonnette (63)

- Reconnaissance Géophysique -

Méthode de la Tomographie de résistivité électrique multi-électrodes

KAS4.P.079

Décembre 2025



GINGER CEBTP – Pôle Géophysique • 17 rue du Pré Comtal
Tél. 33 (0) 4 73 27 72 00 • Fax 33 (0) 4 73 27 74 57 • cebtp.clermont@groupe-cebtp.com

GINGER CEBTP

*



Zone du « bras mort », le 02/12/2025 lors des mesures in situ.

Date émission	Version	Rédaction	Contrôle
19/12/2025	1	T. HOUTTEVILLE	F. CHALUS
	2		

Le présent rapport constitue un ensemble indissociable de 51 pages (annexes comprises).

SOMMAIRE

1. Introduction 4
1.1 Généralités 4
1.2 Nature de la mission 4
1.3 Contexte géographique & géologique 5
1.4 Documents fournis 6
2. Reconnaissance géophysique 7
2.1 Matériel de mesure mis en œuvre 7
2.2 Travaux réalisés 8
3. Résultats de la reconnaissance 11
3.1 Documents remis en annexes 11
3.2 Synthèse de la reconnaissance 12
4. Conclusion 15

Annexes 16

Annexe 1 : Synthèse de la reconnaissance géophysique 17

- Implantation & nomenclature de la tomographie électrique (1 planche A3)
- Tableau des coordonnées GPS (1 page A4)
- Tableau des mesures brutes des sondages électriques (1 page A4)
- Sondages électrique verticaux interprétés SEV01 & SEV02 (1 planche A3)
- Coupes géoélectriques PE01 & PE02 incluant la topographie (1 planche A3)
- Sections de mesures PE01 & PE02 modélisées à l'aide du logiciel Res2DInv (1 page A4)

Annexe 2 : Principe des méthodes employées 24

1. Introduction

1.1 Généralités

A la demande su service géotechnique de la société GINGER CEBTP – Agence de Clermont-Ferrand, 17 rue du Pré Comtal, ZA des Gravanches, 63100 CLERMONT-FERRAND, représenté par Mme Lucie PRAT,

Le Pôle National Géophysique de la société GINGER CEBTP, ZA des Gravanches, 17 rue du Pré Comtal, 63100 CLERMONT-FERRAND, a réalisé une reconnaissance géophysique par tomographie de résistivité électrique multi-électrodes (ou panneau électrique – PE) et par la méthode du sondage électrique vertical (SEV) au droit du projet de renouvellement de la canalisation AEP Ø 250 sous l'Allier, sur le territoire communal de LE BROC & NONETTE-ORSONNETTE (63).

Les mesures ont été effectuées par le personnel de GINGER CEBTP (Thomas HOUTTEVILLE assisté de Antoine VIVIER), pendant 4 jours in situ, sur une période allant du 24 novembre au 02 décembre 2025.

Le traitement, l'interprétation et le rapport ont été réalisés par Thomas HOUTTEVILLE, Ingénieur Géologue-Géophysicien au Pôle Géophysique de GINGER CEBTP.

Ce rapport a fait l'objet d'un contrôle par François CHALUS, Ingénieur Géophysicien au Pôle Géophysique de GINGER CEBTP.

1.2 Nature de la mission

La tomographie électrique permet de reconnaitre le sous-sol d'une zone d'étude en termes d'unités lithologiques (couches, horizons, ensembles…) caractérisées par leur nature géoélectrique et leur épaisseur.

Divers paramètres peuvent être mesurés, comme la résistivité (en Ohm.m) et/ou la chargeabilité électrique (en ms). Le paramètre mesuré dans le cas présent est la résistivité (Ohm.m) du terrain.

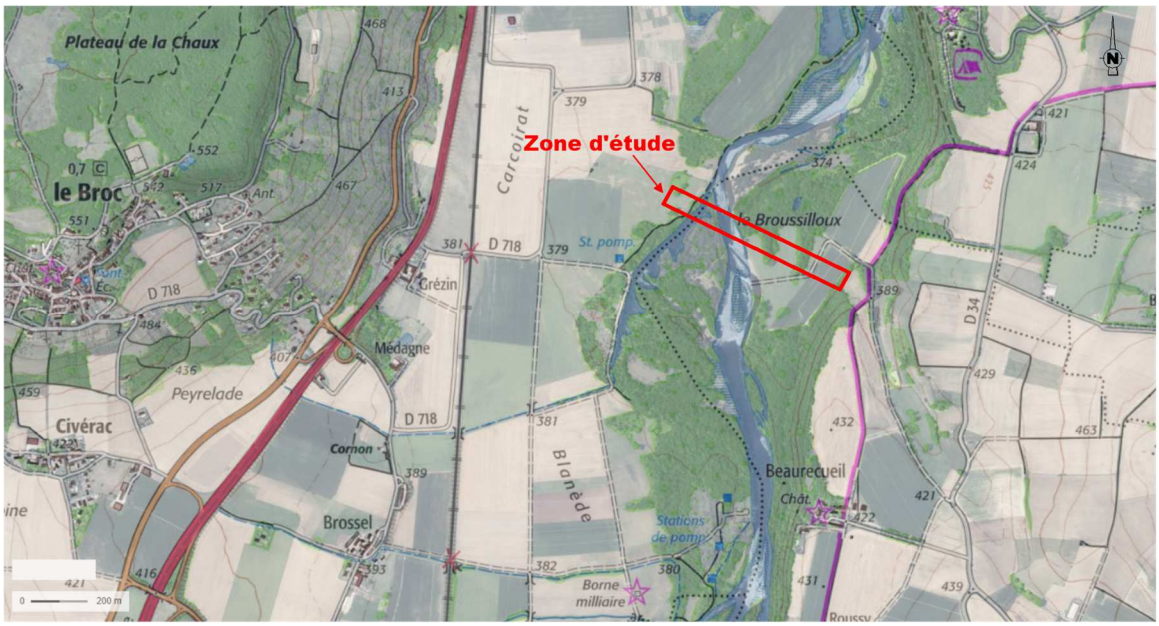
Dans le cadre du projet de renouvellement de la canalisation AEP Ø 250 sous l'allier (passage en forage dirigé), l'objet de cette prospection géophysique est d'obtenir une meilleure connaissance des structures géologiques et des terrains investigués au droit et à proximité de l'axe de la future canalisation.

La méthode mise en œuvre vise donc à préciser en coupe la géométrie de la zone d'étude et la nature supposée des différentes formations en présence.

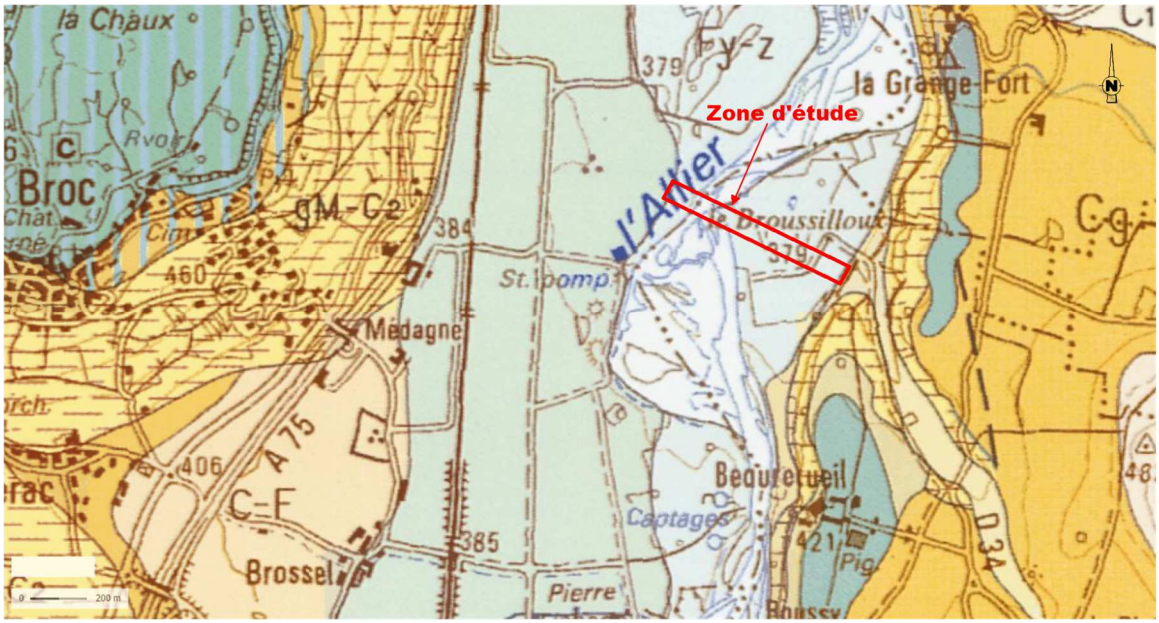
D'éventuelles hétérogénéités (variations de faciès, anomalies, discontinuités…) pourront être mises en évidence. Des flux d'eau souterraine peuvent aussi influencer les résultats de la prospection géophysique.

1.3 Contexte géographique & géologique

La zone d'étude est située à environ 2.2 km à l'est de « Le Broc », dans le lit majeur de l'Allier. Elle se caractérise par des champs cultivés en rive gauche et rive droite. Le lit mineur est constitué d'un bras mort et d'un bras dynamique séparés par des îles alluvionnaires.



Localisation de la zone d'étude sur fond de carte topographique IGN drapée sur photo aérienne (geoportail.fr).



Localisation de la zone d'étude sur carte géologique du BRGM – Feuille 742, St-Germain-Lembron (infoterre.brgm.fr).

Sur la base des informations mentionnées dans la notice de la carte géologique – Feuille 742 ST-GERMAIN-LEMBRON, les formations géologiques naturelles susceptibles d'être rencontrées au droit du site étudié sont succinctement décrites ci-dessous, de la plus récente à la plus ancienne :

- Formations superficielles (C_{fv}) : Dépôts de pente & colluvions de fond de vallée, à dominante argilo-sableuse. Potentiellement présentes au pied du coteau à l'est de la zone d'étude.

- Alluvions actuelles à subactuelles indifférenciées (FY / Fy-z) : Elles constituent le fond de l'Allier et l'ensemble du lit majeur. Elles sont à dominante de sables et de galets non altérés (essentiellement issus du socle et de basalte). Leur granulométrie peut être très hétérogène.

- Substratum oligocène indifférencié (gs et gM-C_2) : Ensemble détritique sablo-argileux et alternance de calcaires marneux et marnes bariolées, localement présence de schistes papyracés.

1.4 Documents fournis

- SME/Geoval : Cahier des charges Etudes géophysiques du 06/08/2025 - dossier C25044 - Renouvellement canalisation AEP Ø 250 sous l'Allier, au format PDF.

- Document Forexi : 25.1276 GEOVAL - Franchissement de l'Allier - Rapport de mission G1PGC_rev1, au format PDF.

- Plan Autocad AVP_C25044-pour GINGER.dwg.

2. Reconnaissance géophysique

2.1 Matériel de mesure mis en œuvre

- ⇨ Résistivimètre de marque ABEM, de type Terrameter SAS4000.
  (Référence CEBTP GPH07244)
- ⇨ Système multi électrodes de marque ABEM, de type Lund ES10-64.
  (Référence CEBTP GPH07245)
- ⇨ 2 câbles de 155m, 64 électrodes inox & 64 connexions.
  (Référence GPH 07272)
- ⇨ GPS Garmin non différentiel.



Matériel de mesure in situ.

2.2 Travaux réalisés

Les mesures géophysiques ont été réalisées selon le référentiel AGAP, fiche n°2018 – ELE 01 du code de bonne pratique édité par l'Association pour la qualité en Géophysique Appliquée (AGAP).

Il a été réalisé 2 panneaux électriques terrestres et aquatiques, avec la configuration suivante :

Nom	Longueur	Nbre d'électrodes	Distance Inter-électrodes	Protocole de mesure	Prof. théorique	Nombre de mesures
PE01	640m	125	5m	Wenner-Schlumberger	± 35m	1035
PE02	635m	122	5m	Wenner-Schlumberger	± 35m	948

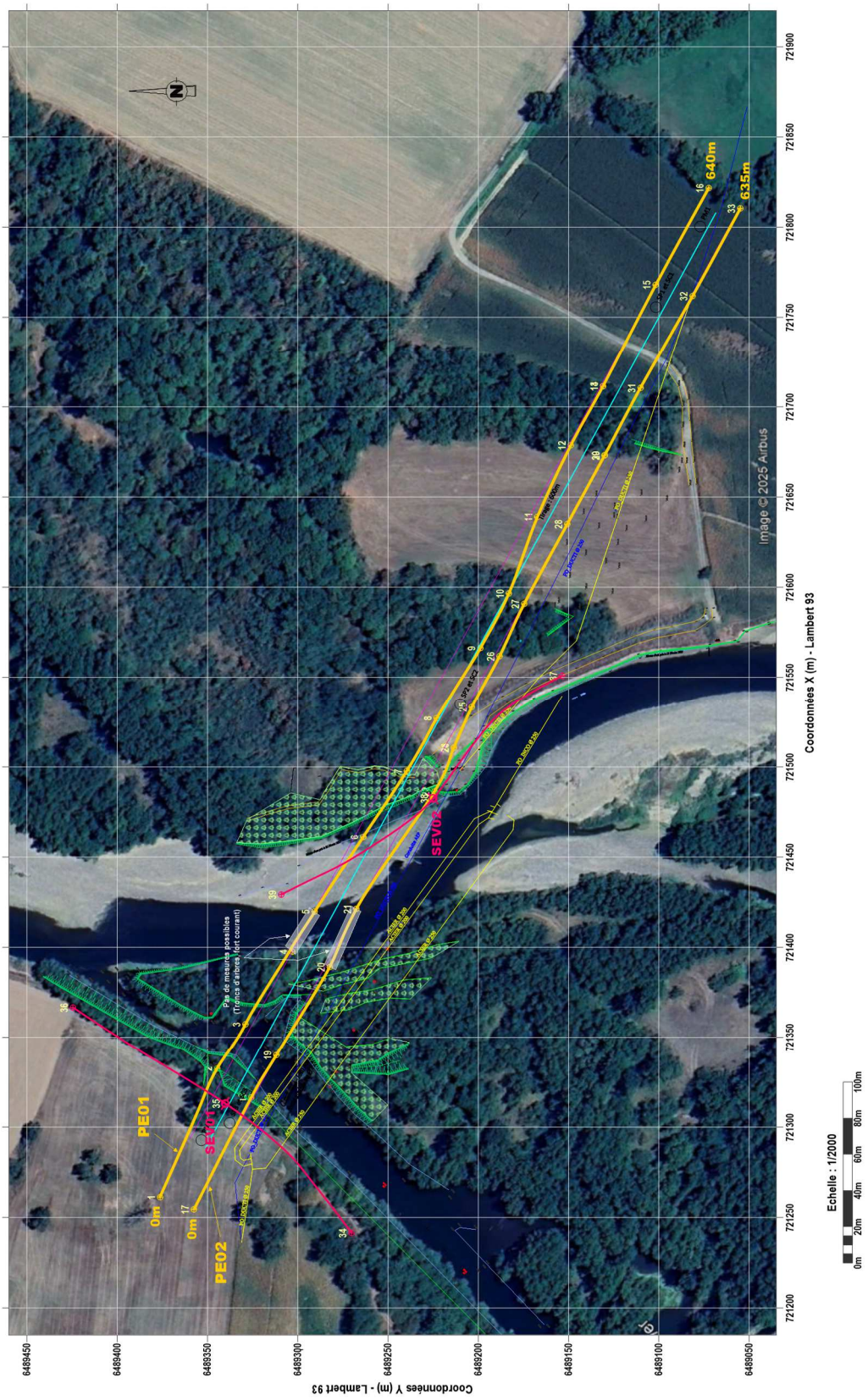
Il est important de noter que les mesures des panneaux électriques n'ont pas pu être réalisées dans le bras dynamique de l'Allier du fait d'un fort courant et de la présence d'arbres morts ne permettant pas la mise en place des câbles électriques. Il en résulte que 4 électrodes n'ont pas pu être mises en place sur le PE01, ainsi que 6 électrodes sur le PE02.

L'implantation finale des panneaux électriques a également été conditionnée par la présence de zones boisées avec broussailles et ronces.

Il a également été réalisé 2 sondages électriques verticaux parallèles aux berges en rive droite et rive gauche. Ils sont notés SEV01 & SEV02 et ont été mesurés selon la configuration Schlumberger et avec un écartement AB max = 200m.

Les coordonnées X, Y (selon le système géodésique RGF93) de 39 points GPS, répartis sur les différents profils, ont été relevées à l'aide d'un système GPS non différentiel dont la précision les jours des mesures était de ± 1m.

Elles sont présentées dans un tableau en annexe.



Implantation finale des panneaux électriques sur photographie aérienne. Superposition avec le plan Autocad.

Les données obtenues lors de la prospection électrique ont été filtrées (élimination des mesures considérées comme non significatives), traitées par l'intermédiaire d'un module de lissage (« smoothing ») codé en langage informatique PYTHON, puis dépouillées à l'aide du logiciel 2D de modélisation par inversion RES2DINV, version 3.4, produit par la société GEOTOMO Software.

Les données du problème sont fournies par les mesures de résistivité apparente sur un site hétérogène.
Le but de l'interprétation est alors de caractériser chacune des couches existant en sous-sol par une résistivité vraie, c'est à dire de définir un modèle multicouche ayant des caractéristiques électriques s'approchant au mieux de la réalité. Pour ce faire, un calcul mathématique matriciel complexe a été réalisé à l'aide d'un logiciel d'inversion.

La topographie et la bathymétrie, extraites du plan Autocad fourni et complétées par les données du MNT (géoportail.fr), ont été prises en compte dans le processus d'inversion et de modélisation.

Les données ont été inversées suivant la norme L2, couramment utilisée dans le cadre d'une distribution où les variations de la résistivité électrique sont progressives, typiquement lorsque l'on cherche à imager les variations géologiques d'une zone. L'utilisation de la norme L2 implique que les données obéissent à une statistique Gaussienne.

$$L_2 norm = \|e\|_2 = \left[\sum_i |e_i|^2\right]^{1/2}$$
$$avec\ e_i = d_i^{obs} - d_i^{mod}$$

L'équation ci-dessus définit la norme L2 comme étant la racine carrée de la somme des carrés des écarts entre les données mesurées et le modèle calculé.

Afin de quantifier l'écart entre les données de résistivité apparente calculées à partir du modèle et les données de résistivité apparente mesurées sur le terrain, la valeur RMS (Root Mean Square) est calculée :

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{d_i^{calc} - d_i^{mes}}{d_i^{mes}}\right)^2}{N}} \text{X } 100$$

La RMS peut être définie comme un facteur de la qualité de l'inversion. Plus celle-ci sera faible, plus le modèle calculé sera proche du modèle mesuré et donc représentatif de la réalité.

La RMS obtenue pour le PE01 après 5 itérations de calcul est de 15.8%.
La RMS obtenue pour le PE02 après 5 itérations de calcul est de 15.6%.

Les modèles calculés sont considérés comme bons et à priori représentatifs de la réalité.

Le résultat des panneaux électrique est présenté sous la forme de sections de résistivité finalement calculées. Ces coupes géoélectriques 2D permettent de déterminer la géométrie du sous-sol (épaisseur, variations latérales et verticales…) et la nature électrique des différents horizons recoupés.

L'ensemble des données a ensuite été mis en forme à l'aide du logiciel SURFER 22, produit par la société GOLDEN Software.

3. Résultats de la reconnaissance

3.1 Documents remis en annexes

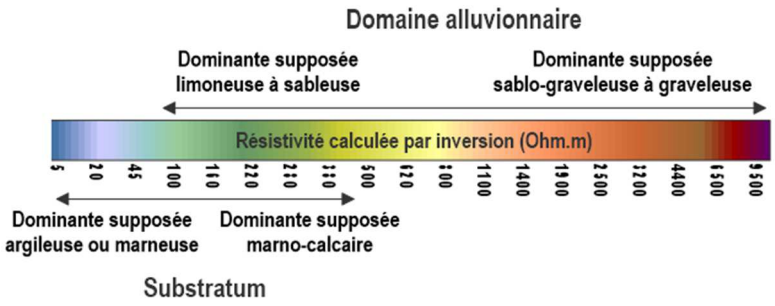
- ***Annexe 1 :*** **Synthèse de la reconnaissance géophysique**
  - Implantation & nomenclature de la tomographie électrique (1 planche A3)
  - Tableau des coordonnées GPS (1 page A4)
  - Tableau des mesures brutes des sondages électriques (1 page A4)
  - Sondages électrique verticaux interprétés SEV01 & SEV02 (1 planche A3)
  - Coupes géoélectriques PE01 & PE02 incluant la topographie (1 planche A3)
  - Sections de mesures PE01 & PE02 modélisées à l'aide du logiciel Res2DInv (1 page A4)

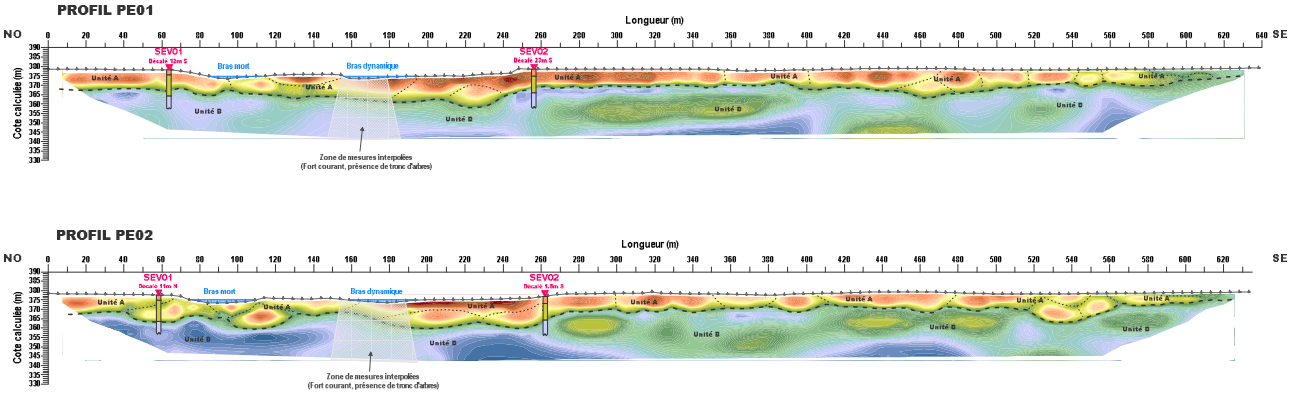
- ***Annexe 2 :*** (27 pages)

  Principe des méthodes employées.

3.2 Synthèse de la reconnaissance

Les résistivités obtenues par « inversion » sur les sections de résistivité (ou coupes géoélectriques) s'intègrent dans une gamme considérée comme très étendue. Elles sont intégralement comprises entre 5 Ohm.m et 10 000 Ohm.m.
Les coupes géoélectriques montrent une géométrie bicouche caractérisée par un recouvrement alluvionnaire globalement électriquement résistant sur un substratum marno-calcaire globalement électriquement plus conducteur.
Il est à noter que la distinction entre les différents matériaux constitutifs du recouvrement et du substratum peut parfois être difficile à réaliser car leurs gammes de résistivité peuvent se chevaucher, selon l'échelle de résistivité suivante :





Coupes géoélectriques modélisées incluant la topographie, obtenues par inversion et mises en forme à l'aide du logiciel Surfer.

Les tomogrammes présentent des contrastes de résistivité significatifs permettant de définir les unités géoélectriques décrites ci-après :

Unité géoélectrique	Plage de Résistivité	Interprétation géophysique correspondante
Unité A	Résistivité hétérogène, assez faible à très forte, globalement comprise entre 75 et 10 000 Ohm.m (en moyenne autour des 1000 Ohm.m).	Unité de surface et subsurface attribuée au recouvrement quaternaire et pouvant correspondre : - à des alluvions de l'Allier pouvant varier d'une dominante sableuse à une dominante graveleuse à galets. - localement à des colluvions sablo-limoneuses de pied de versant (notamment au pied du coteau en rive droite). Il est à noter que les fortes variations de résistivité au sein de cette unité peuvent résulter de variations latérales & verticales de faciès ainsi que de la teneur en eau des alluvions (hors nappe, sous nappe…).
Unité B	Résistivité très faible à moyenne, globalement comprise entre 5 et 400 Ohm.m.	Unité profonde attribuée au substratum et pouvant correspondre de manière indifférenciée à : - Des formations sédimentaires d'âge oligocène : Marnes, marnes argileuses, marno-calcaires, calcaires argileux, schistes papyracés. - Localement à des formations détritiques sablo-argileuses bariolées et plus ou moins indurées, d'âge oligocène Il est à noter que les variations de résistivité au sein de cette unité peuvent résulter de variations latérales & verticales de faciès. La teneur en eau peut également influencer la résistivité.

Au droit des 2 profils réalisés, l'épaisseur modélisée du recouvrement alluvionnaire est très variable, comprise entre environ 3m (en bordure de coteau en rive droite) et environ 17m (vers 227m au droit du PE01). Plusieurs zones de surépaisseur d'alluvions sont visibles sur les coupes géoélectriques.
En moyenne, l'épaisseur des alluvions est de l'ordre d'une dizaine de mètres.

Remarques :

- Les passages entre les diverses formations géologiques présentant à priori des propriétés de résistivité électrique contrastées sont marqués par des gradients et non par des transitions brutales. Cela s'explique à la fois par la mesure géophysique et par le processus d'inversion du signal, qui concourent à lisser les interfaces contrastées.

- Les limites reportées sur les profils correspondent à des interfaces marquées liées à des gradients significatifs. Elles déterminent donc les transitions supposées entre les différentes unités géoélectriques définies ci-dessus.

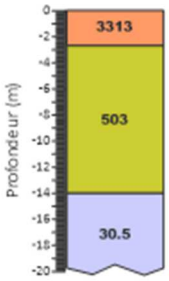
- Les coupes géoélectriques présentées sont des modèles calculés par inversion mathématique des mesures. Les épaisseurs fournies, les limites supposées entre les différents ensembles et la nature supposée des formations en présence sont donc théoriques et peuvent être différentes des unités décrites lors des investigations géotechniques.

Les 2 sondages électriques (SEV01 & SEV02) réalisés présentent une bonne corrélation avec les coupes géoélectriques.
Au droit du SEV01 en rive gauche, l'épaisseur modélisée des alluvions est de l'ordre de 14m.
Au droit du SEV02 en rive droite, l'épaisseur modélisée des alluvions est de l'ordre de 12.6m.

Sondage électrique SEV01 - Rive gauche

N	ρ	h	d
1	3313	2.7	2.7
2	503	11.3	14
3	30.5		

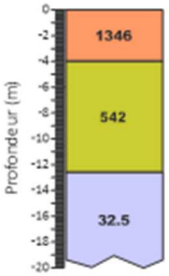
Déviation Mesures brutes / Modèle calculé = 8.64%



Sondage électrique SEV02 - Rive droite

N	ρ	h	d
1	1346	4	4
2	542	8.6	12.6
3	32.5		

Déviation Mesures brutes / Modèle calculé = 3.95%



4. Conclusion

La prospection géophysique réalisée fournit une vision spatiale au droit du projet de franchissement de l'Allier en forage dirigé pour la pose d'une nouvelle canalisation AEP Ø 250.

Elle permet de préciser la géométrie du sous-sol, d'estimer la nature et la qualité supposée des différentes unités en présence ainsi que leur puissance.

Cette prospection géophysique étant dite « conjecturale » (car non destructive et réalisée depuis la surface), les caractéristiques indiquées précédemment (nature lithologique, limites entre différents ensembles, épaisseurs calculées, hétérogénéités et variations relevées…) ont un caractère représentatif mais non absolu.

Les caractéristiques géophysiques obtenues devront être corrélées avec les données géologiques, hydrogéologiques et géotechniques existantes ou futures, afin de confirmer les hypothèses émises.

Le détail des résultats obtenus est précisé dans le texte et en annexe.

Fait à Clermont - Ferrand,

Le 18/12/2025

Rédaction	Contrôle
	
T. HOUTTEVILLE	*F. CHALUS*
Ingénieur Géophysicien	Ingénieur Géophysicien

ANNEXES

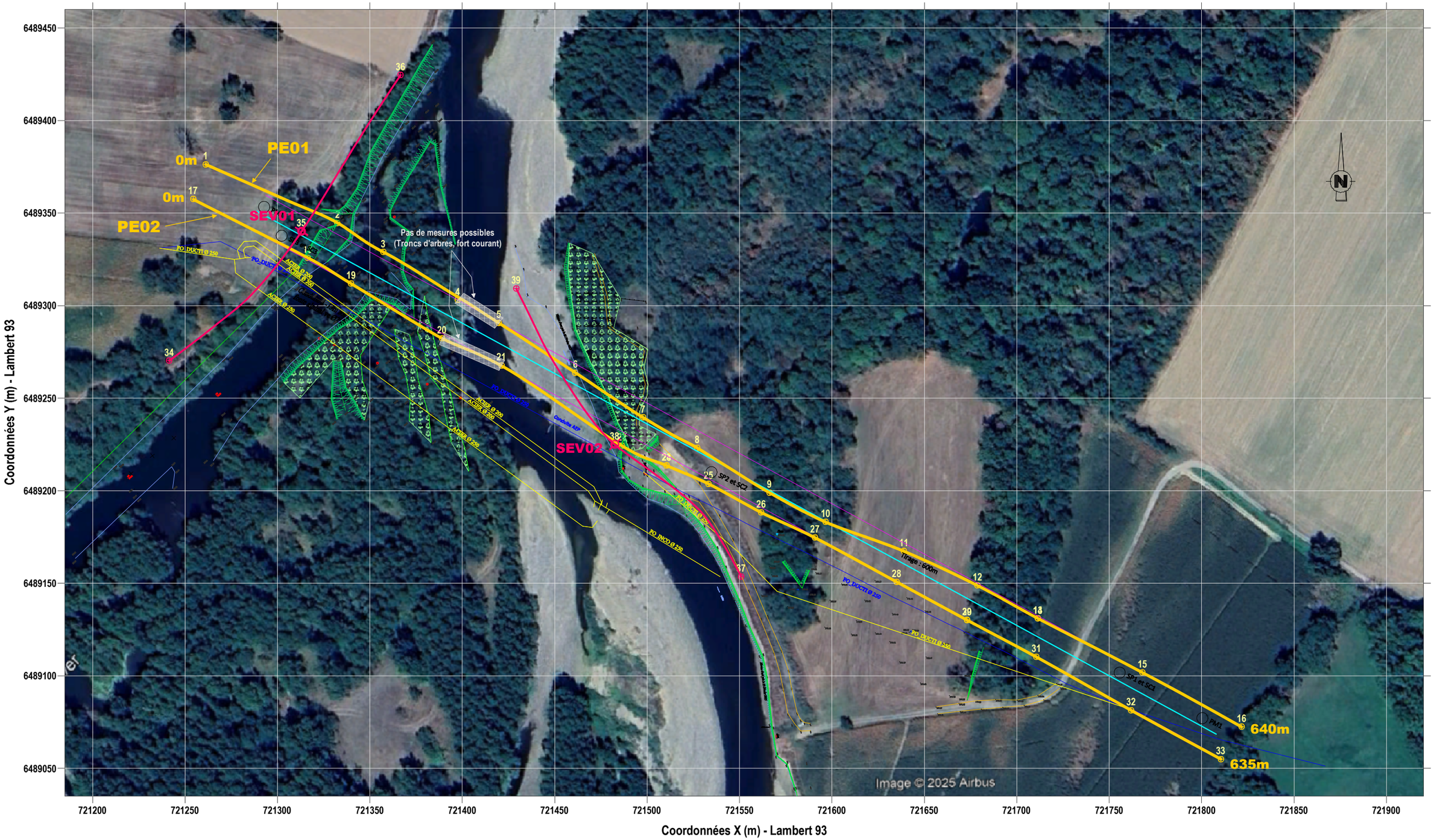
Annexe 1 : Synthèse de la reconnaissance géophysique

- Implantation & nomenclature de la tomographie électrique (1 planche A3)
- Tableau des coordonnées GPS (1 page A4)
- Tableau des mesures brutes des sondages électriques (1 page A4)
- Sondages électrique verticaux interprétés SEV01 & SEV02 (1 planche A3)
- Coupes géoélectriques PE01 & PE02 incluant la topographie (1 planche A3)
- Sections de mesures PE01 & PE02 modélisées à l'aide du logiciel Res2DInv (1 page A4)

GINGER CEBTP
Pôle Géophysique

Reconnaissance géophysique
Dossier n° KAS4.P.079
- Renouvellement Conduite AEP sous l'Allier -
NONETTE-ORSONETTE (63)

Implantation & nomenclature de la tomographie électrique



Echelle : 1/2000

0m 20m 40m 60m 80m 100m

Date	Realisé/modifié par :	GINGER-CEBTP Pôle Géophysique
Déc. 2025	HOUTTEVILLE T.	17 rue du Pré Comtal ZA des Gravanches 63000 Clermont Ferrand tel: 04.73.27.72.00

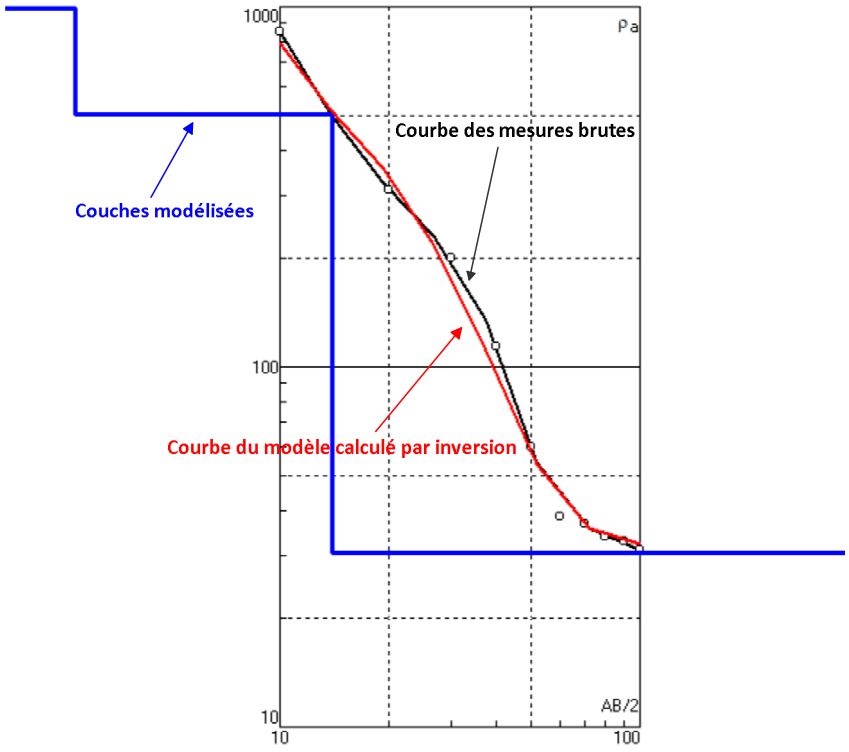
Coordonnées GPS - Système géodésique Lambert 93		
N° Point GPS	X (m)	Y (m)
1	721261.2426	6489376.198
2	721332.497	6489344.632
3	721357.2644	6489328.969
4	721397.593	6489303.066
5	721419.803	6489290.647
6	721461.2004	6489263.705
7	721497.801	6489239.589
8	721527.1077	6489223.029
9	721566.271	6489198.847
10	721596.5633	6489183.077
11	721639.0121	6489167.306
12	721678.701	6489148.775
13	721711.4247	6489130.967
14	721711.4904	6489130.967
15	721768.0668	6489101.791
16	721821.6863	6489072.418
17	721254.4715	6489357.533
18	721316.3967	6489325.77
19	721339.9245	6489311.841
20	721389.0976	6489282.242
21	721421.2837	6489267.561
22	721486.323	6489224.282
23	721510.6456	6489213.532
24	721510.6456	6489213.532
25	721533.2636	6489203.643
26	721561.7518	6489188.264
27	721590.8637	6489174.564
28	721635.0131	6489150.7
29	721673.1148	6489129.957
30	721673.1148	6489130.124
31	721710.5509	6489110.102
32	721761.8523	6489081.317
33	721810.4361	6489054.917
34	721241.4582	6489270.196
35	721313.0518	6489340.186
36	721366.6031	6489424.531
37	721550.8753	6489153.485
38	721482.496	6489225.013
39	721429.2231	6489309.13

GINGER CEBTP	Date : 27/11/2025	
SEV N° : 01	**LIEU : Nonette-Orsonnette - Rive gauche**	
AB/2	**MN**	**ρ (résistivité app.) Ohm.m**
10	5	856
20	5	311
30	5	201
40	5	114
50	5	60
60	5	38.6
70	5	36.8
80	5	33.9
90	5	32.7
100	5	31

GINGER CEBTP	Date : 27/11/2025	
SEV N° : 02	**LIEU : Nonette-Orsonnette - Rive Droite**	
AB/2	**MN**	**ρ (résistivité app.) Ohm.m**
10	5	815.5
20	5	352
30	5	164
40	5	90
50	5	51
60	5	43
70	5	38
80	5	36
90	5	34
100	5	32

Sondages électriques verticaux interprétés SEV01 & SEV02

Sondage électrique SEV01 - Rive gauche

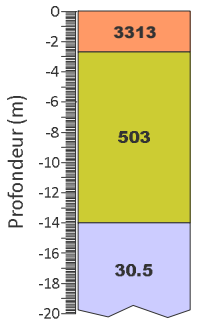


Résistivité "vraie" calculée de l'horizon (Ohm.m)
Epaisseur calculée de l'horizon (m)
Epaisseurs cumulées (m)
Horizon

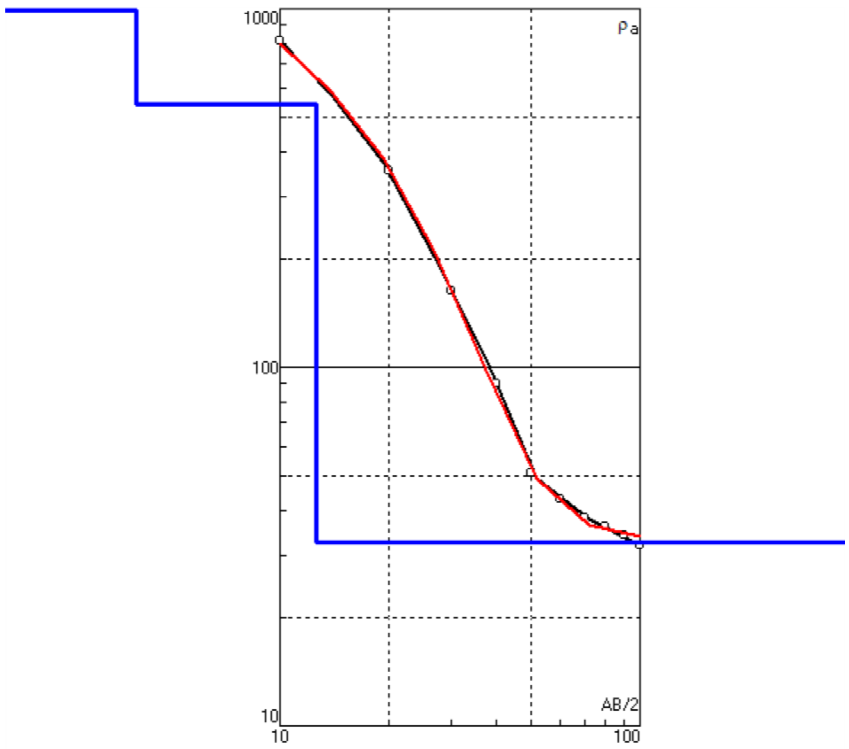
N	ρ	h	d
1	3313	2.7	2.7
2	503	11.3	14
3	30.5		

Déviation Mesures brutes / Modèle calculé = 8.64%

Coupe géoélectrique correspondante



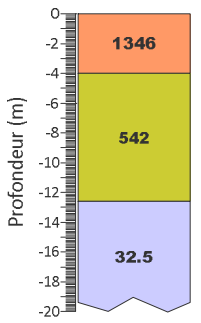
Sondage électrique SEV02 - Rive droite



N	ρ	h	d
1	1346	4	4
2	542	8.6	12.6
3	32.5		

Déviation Mesures brutes / Modèle calculé = 3.95%

Coupe géoélectrique correspondante



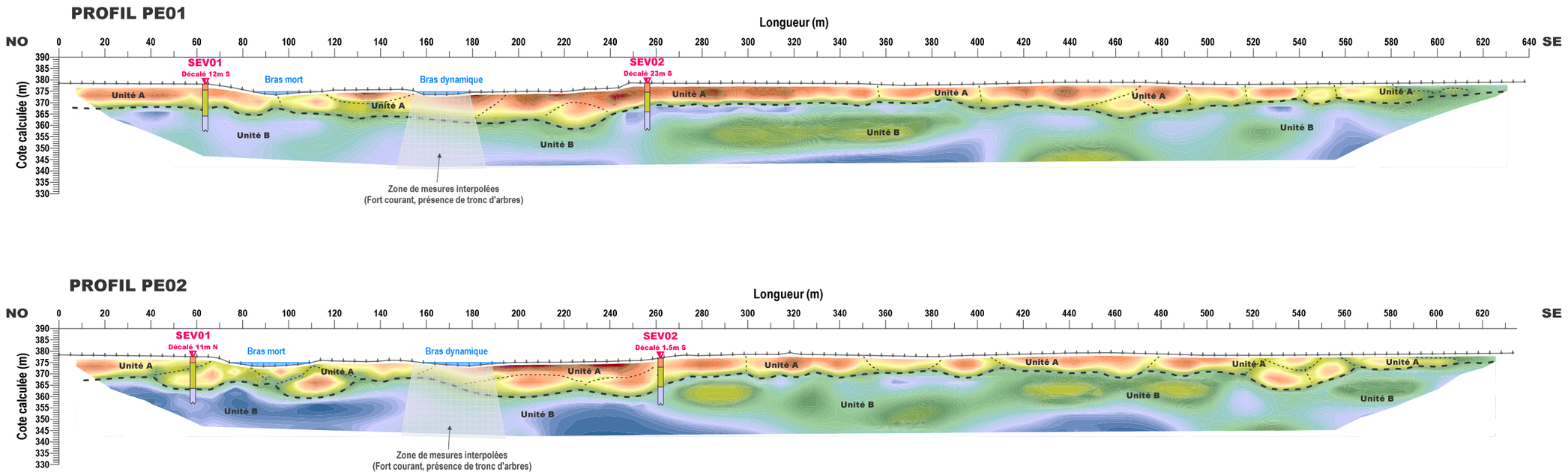
- < 50 Ohm.m : Dominante argileuse à marneuse supposée
- 50 à 200 Ohm.m : Dominante indifférenciée sablo-argileuse, marno-calcaire ou limoneuse supposée
- 200 à 400 Ohm.m : Dominante infifférenciée sableuse ou marno-calcaire supposée
- 400 à 1000 Ohm.m : Dominante sablo-graveleuse (avec présence de galets) supposée
- > 1000 Ohm.m : Dominante gravelo-sableuse (avec présence de galets) supposée

Moscow State University — IPI2Win - IPI to win — Resistivity Sounding Interpretation
Version 3.0.1.e 7.01.03 (1050 2003)

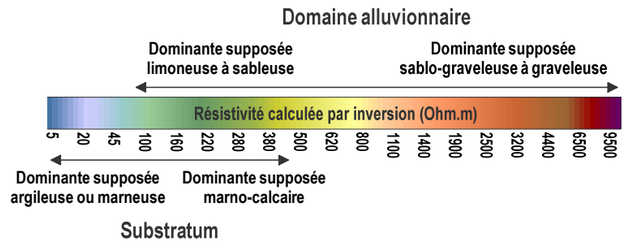
Date	Réalisé/modifié par :
Déc. 2025	HOUTTEVILLE T.

GINGER-CEBTP
Pôle Géophysique
17 rue du Pré Comtal
ZA des Gravanches
63100 Clermont Ferrand
tel: 04.73.27.72.00

Coupes géoélectriques PE01 & PE02 incluant la topographie



Unité géoélectrique	Plage de Résistivité	Interprétation géophysique correspondante
Unité A	Résistivité hétérogène, assez faible à très forte, globalement comprise entre 75 et 10 000 Ohm.m (en moyenne autour des 1000 Ohm.m).	Unité de surface et subsurface attribuée au recouvrement quaternaire et pouvant correspondre : - à des alluvions de l'Allier pouvant varier d'une dominante sableuse à une dominante graveleuse à galets. - localement à des colluvions sablo-limoneuses de pied de versant (notamment au pied du coteau en rive droite). Il est à noter que les fortes variations de résistivité au sein de cette unité peuvent résulter de variations latérales & verticales de faciès ainsi que de la teneur en eau des alluvions (hors nappe, sous nappe…).
Unité B	Résistivité très faible à moyenne, globalement comprise entre 5 et 400 Ohm.m.	Unité profonde attribuée au substratum et pouvant correspondre de manière indifférenciée à : - Des formations sédimentaires d'âge oligocène : Marnes, marnes argileuses, marno-calcaires, calcaires argileux, schistes papyracés. - Localement à des formations détritiques sablo-argileuses bariolées et plus ou moins indurées, d'âge oligocène Il est à noter que les variations de résistivité au sein de cette unité peuvent résulter de variations latérales & verticales de faciès. La teneur en eau peut également influencer la résistivité.



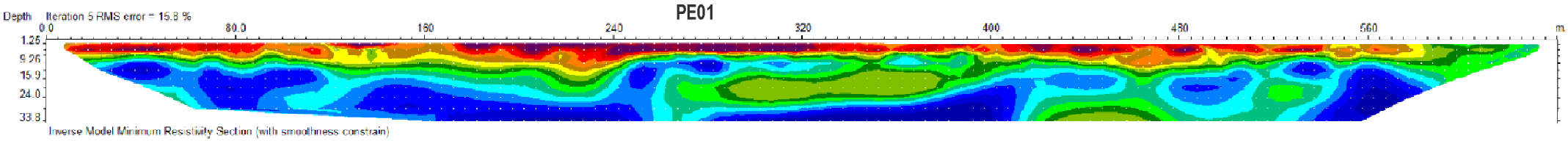
Limite supposée Recouvrement alluvionnaire / Substratum

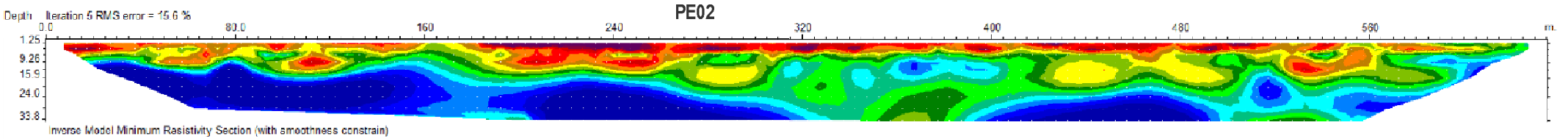
Limites secondaires supposées au sein du recouvrement alluvionnaire

Echelle horizontale & verticale
des coupes géoélectriques : 1/2000

0m 20m 40m 60m 80m 100m

Date	Realisé/modifié par :	GINGER-CEBTP Pôle Géophysique
Déc. 2025	HOUTTEVILLE T.	17 rue du Pré Comtal ZA des Gravanches 63000 Clermont Ferrand tel: 04.73.27.72.00

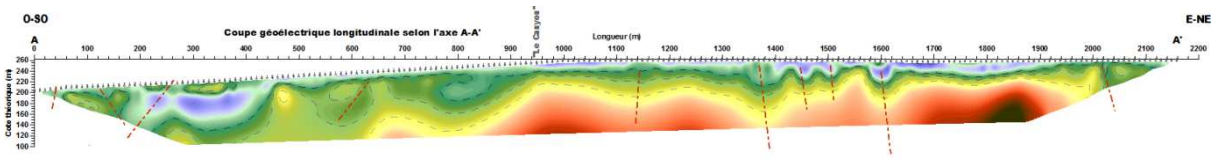

PE01
Depth
Iteration 5 RMS error = 15.8 %
0.0
80.0
160
240
320
400
480
560
m
1.25
9.26
15.9
24.0
33.8
Inverse Model Minimum Resistivity Section (with smoothness constrain)


PE02
Depth
Iteration 5 RMS error = 15.6 %
0.0
80.0
160
240
320
400
480
560
m.
1.25
9.26
15.9
24.0
33.8
Inverse Model Minimum Rasistivity Section (with smoothness constrain)


4.84
11.3
26.2
61.1
142
331
771
1795
Resistivity in ohm.m

Annexe 2 : Principe des méthodes employées

TOMOGRAPHIE DE RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE
- Résistivité & Polarisation Provoquée -



Panneau de résistivité

1- Notion de résistivité apparente & principe de la méthode

La méthode de tomographie de résistivité électrique (TRE, ou panneau électrique) consiste à mesurer, à la verticale d'une série d'électrodes MN, la résistivité électrique du sous-sol à différentes profondeurs au moyen d'un dispositif multi-électrodes plantées dans le sol, à partir d'un courant électrique créé à l'aide d'une source de courant I (batterie par exemple) et de deux électrodes A et B, dites d'injection, placées en surface.
Un quadripôle est donc utilisé, comprenant 2 électrodes d'injection de courant (intensité I connue) et 2 électrodes de mesure du potentiel électrique V, induit dans le sol par l'injection de I.
Le courant injecté pénètre dans le sol par l'électrode A et en sort par l'électrode B. La répartition des lignes de courant se fait alors en volume. La différence de potentiel entre les deux électrodes M et N (dites électrodes de réception) est mesurée.

Il est alors possible de repérer les discontinuités du sous-sol (à la fois les variations latérales de résistivité et les variations en profondeur) en fonction de la distribution des résistivités apparentes.

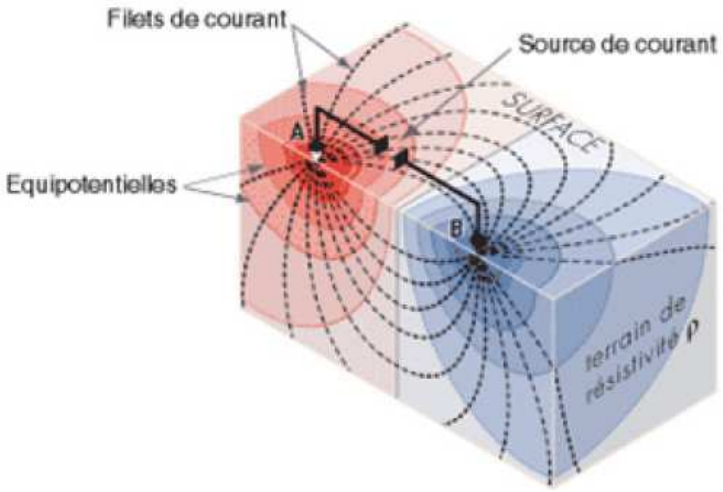


Figure 1 : Distribution du courant créé par deux électrodes dans un terrain homogène et isotrope.

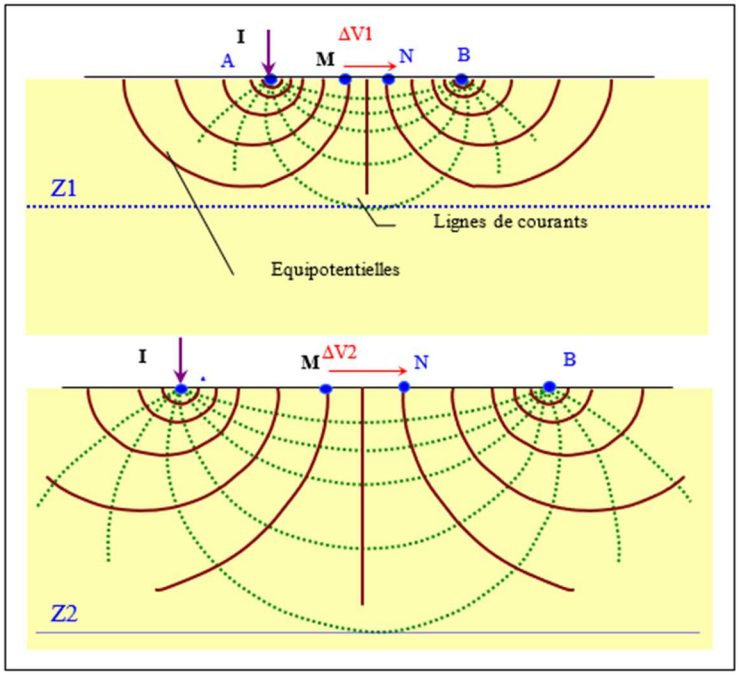


Figure 2 : ***Répartition des équipotentielles & des lignes de courant en fonction de l'écartement des électrodes : Influence sur la profondeur d'investigation.***

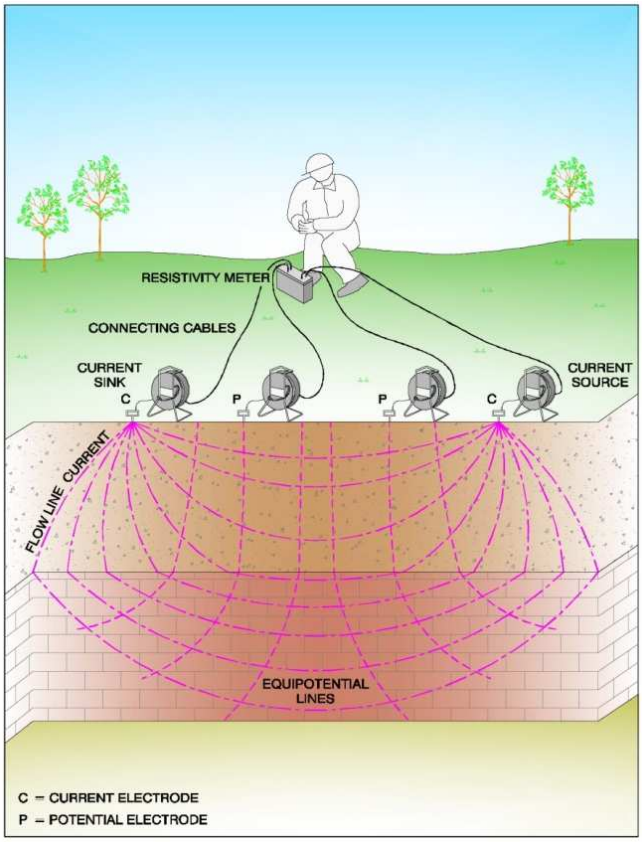


Figure 3 : Schéma de principe de la mesure de résistivité.

La résistivité électrique apparente ρ_a est telle que :

$$\rho_a = K \times \frac{\Delta V}{I}$$

Avec :
ρ_a : Résistivité apparente,
K : Coefficient géométrique du quadripôle,
ΔV : Différence de potentiel mesurée,
I : Intensité du courant injectée.

Cette formule fait intervenir le facteur géométrique K caractérisant la géométrie du montage.

En faisant varier la géométrie du quadripôle, une série de valeurs de résistivité apparente ρ_a est obtenue. La résistivité apparente mesurée n'est pas la résistivité vraie du sous-sol, c'est une résistivité prenant en compte l'ensemble des terrains traversés par les équipotentielles utilisées pour la mesure. Elle résulte de la contribution de la résistivité de chaque unité lithologique présente sur une tranche de sol donnée.

La relation entre la résistivité apparente et la résistivité vraie est complexe. Le calcul de la résistivité vraie à partir de la résistivité apparente nécessite l'utilisation d'un algorithme d'inversion de données qui permet de déterminer les pseudo-résistivités électriques du sous-sol en fonction de la profondeur.

Une image des variations de résistivité électrique du sous-sol est alors obtenue sur une profondeur qui dépend du dispositif mis en place. Elle représente la répartition de la résistivité électrique dans le plan vertical situé sous le dispositif de mesure.

Le panneau électrique correspond ainsi à une succession de sondages électriques le long d'un profil d'électrodes. Les positions des quadripôles sont préenregistrées dans une séquence, jusqu'à la profondeur d'investigation théorique souhaitée.

Les mesures sont réalisées suivant un ou plusieurs protocoles donnés (dipôle-dipôle, Wenner-Schlumberger, pôle-dipôle, etc…).
Le protocole de mesure est choisi suivant l'objectif : le dipôle-dipôle est par exemple plus sensible aux hétérogénéités verticales, le Wenner-Schlumberger restitue mieux la structure géologique. Un protocole mixte offre les deux possibilités.

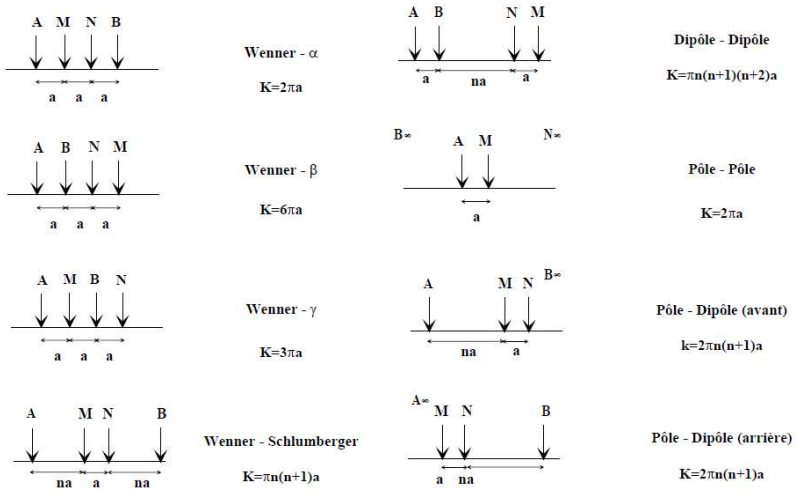


Figure 4 : ***Exemples de quadripôles et facteur géométrique correspondant.***

2- Appareillage & acquisition

L'appareillage mis en œuvre in situ se compose d'un système d'acquisition des mesures, d'un système d'injection de courant et de contrôle des électrodes et d'un ou plusieurs câbles (flûtes) de 16 à 32 électrodes chacune. La distance inter-électrodes peut généralement varier de 1m à 20m.
La longueur d'un dispositif (unité de base) peut alors varier, pour un profil donné, de 16ml à 1260ml.

Il est également possible de mesurer un linéaire en continu en utilisant la technique du roll-along (translation dans une direction du dispositif de mesure).

Le système est constitué d'un résistivimètre de type SAS4000 ou LS, produit par la société ABEM, associé à des câbles et électrodes inox (dispositif multi-électrodes de 32 à 128 électrodes).

La résolution (espacement entre les électrodes) et la profondeur d'investigation (longueur du dispositif au sol) vont dépendre des objectifs recherchés.

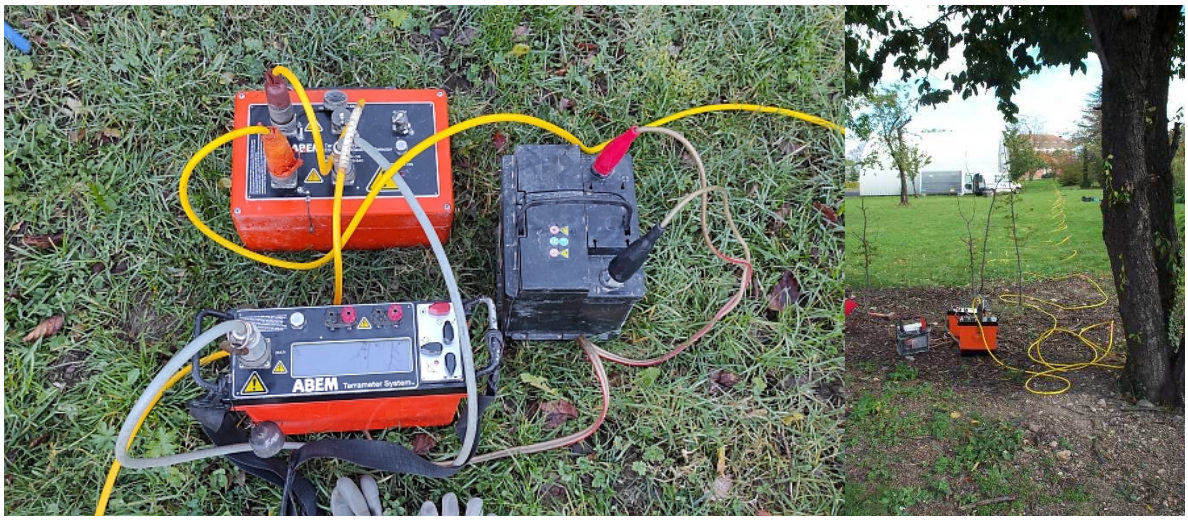


Figure 5 : Résistivimètre SAS4000 & multiplexeur ES10-64, flûte de 32 électrodes (à droite).



Figure 6 : Système d'acquisition ABEM LS.

Le panneau électrique peut être mis en œuvre aussi bien en milieu terrestre qu'aquatique.

En configuration **terrestre**, les électrodes en acier inoxydable sont plantées directement dans le terrain et assurent le couplage entre l'appareillage et le sol.

En configuration **aquatique**, la flûte est positionnée au fond de l'eau et de préférence dans le sens du courant. L'eau assure alors le contact entre les électrodes et le terrain. Une mesure en laboratoire de la résistivité de l'eau est réalisée et prise en compte dans le processus de traitement et de modélisation des panneaux électriques obtenus. Le CEBTP dispose des moyens nécessaires à la mise en œuvre de ce type de prospection (Barque motorisée).



Figure 7 : Panneau électrique terrestre - flûte de 155m – 32 électrodes distantes de 5m.



Figure 8 : Panneau électrique aquatique.

Le dispositif multi-électrodes permet de mesurer à la fois des variations latérales de résistivité et des variations en profondeur tout en conservant un dispositif de mesure fixe. Ceci permet d'avoir des informations relativement complètes sur les propriétés électriques du sous-sol tout en évitant les « à-coups de prises ».

L'opérateur choisit le dispositif de mesure (Wenner, Schlumberger, Pole-pole…) en fonction de la sensibilité du montage aux changements verticaux et horizontaux de résistivité, de la profondeur d'investigation souhaitée et de la problématique posée.

Certains de ces montages sont plus ou moins maniables : Le montage pôle-pôle par exemple (avec 2 électrodes dites « à l'infini ») est difficile à mettre en place pour de grands écarts entre les électrodes.

La prospection électrique multi-électrodes (PE) est une méthode non destructive, non intrusive et sans impact environnemental. La mise en place des électrodes est possible dans la plupart des cas rencontrés (milieu naturel, aquatique, urbain…).

Les mesures s'effectuent selon le protocole défini antérieurement et enregistré dans le système de contrôle des électrodes.

Pour chaque mesure, le système de contrôle choisit 4 électrodes (A, B, M et N) parmi celles mises en place.

En déplaçant ce dispositif et en faisant varier la géométrie (longueur totale du montage), le système de contrôle parcourt l'ensemble du profil et atteint différentes profondeurs.

La profondeur d'investigation est déterminée par la longueur totale du dispositif et le protocole de mesures utilisé.

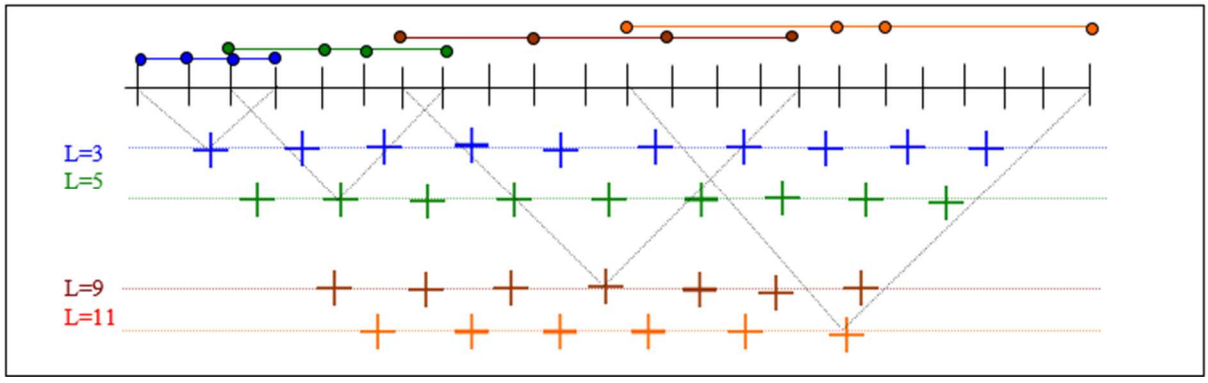


Figure 9 : Influence de la longueur du dispositif sur la profondeur d'investigation – Etablissement d'une pseudo-section de mesures.

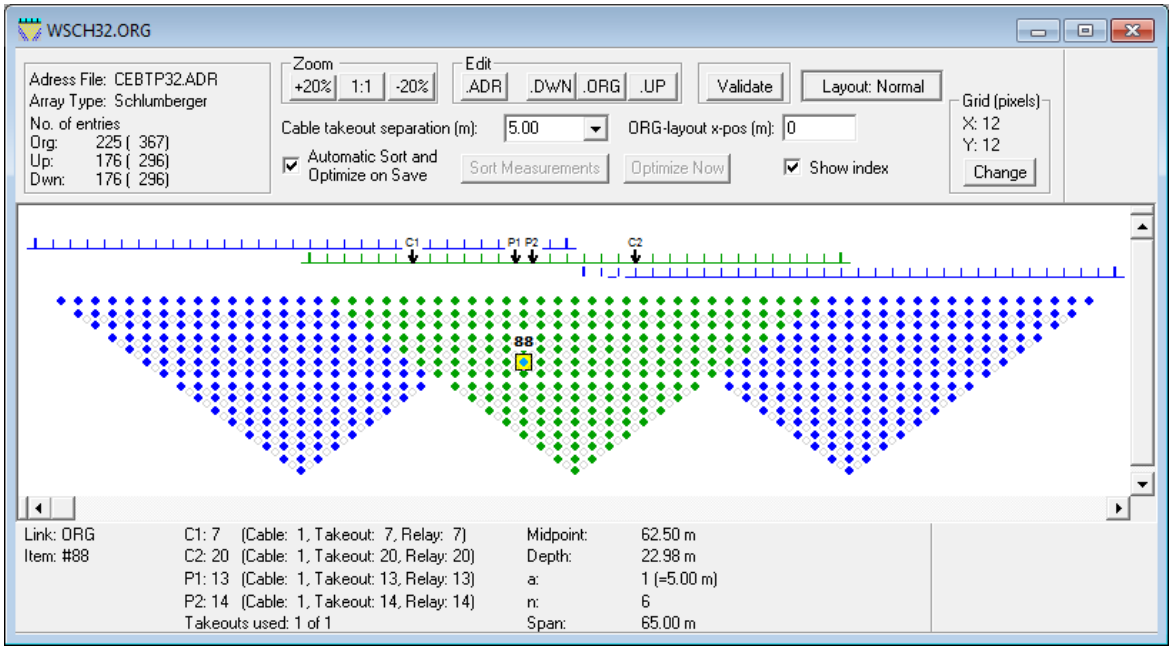


Figure 10 : Exemple de protocole de mesure Wenner-Schlumberger 32 électrodes et pseudo-section correspondante. En bleu, les mesures réalisées selon la technique Roll-along (Logiciel S4kwin – Pôle géophysique).

3- Traitement & résultats obtenus

Les données du problème sont fournies par les mesures de résistivité apparente sur un site hétérogène.

Le but de l'interprétation est alors de caractériser chacune des couches existant en sous-sol par une résistivité vraie, c'est à dire de définir un modèle multicouche ayant des caractéristiques électriques s'approchant au mieux de la réalité.

Pour ce faire, un calcul mathématique matriciel complexe est réalisé à l'aide notamment d'un logiciel d'inversion des données. Au pôle géophysique de GINGER CEBTP, les mesures de résistivité électrique sont filtrées puis inversées par l'intermédiaire du logiciel **Res2dInv** mis au point par M.H. LOKE.

Une correction topographique est également appliquée dans le processus de calcul.

Les données peuvent être inversées suivant la norme L2 dite « standard », couramment utilisée dans le cadre d'une distribution où les variations de la résistivité électrique sont progressives, typiquement lorsque l'on cherche à imager les variations géologiques d'une zone. L'utilisation de la norme L2 implique que les données obéissent à une statistique Gaussienne.

$$L_2 norm = \|e\|_2 = \left[\sum_i |e_i|^2\right]^{1/2}$$
$$avec\ e_i = d_i^{obs} - d_i^{mod}$$

L'équation ci-dessus définit la norme L2 comme étant la racine carrée de la somme des carrés des écarts entre les données mesurées et le modèle calculé.

Afin de quantifier l'écart entre les données de résistivité apparente calculées à partir du modèle et les données de résistivité apparente mesurées sur le terrain, la valeur RMS (Root Mean Square) est calculée :

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{d_i^{calc} - d_i^{mes}}{d_i^{mes}}\right)^2}{N}} \text{X } 100$$

La RMS peut être définie comme un facteur de la qualité de l'inversion. Plus celle-ci sera faible, plus le modèle calculé sera proche du modèle mesuré et donc représentatif de la réalité.

Lorsque les variations électriques attendues ne suivent pas une distribution gaussienne, typiquement lorsque les variations géologiques sont plus abruptes (faille, décrochement, présence de cavités, structures anthropiques), il est souvent plus approprié d'inverser les données suivant la norme L1 dite « robuste ». Cet algorithme donne généralement des résultats présentant des variations électriques plus franches. Dans ce cas, l'écart entre les données de résistivité apparente calculées à partir du modèle et les données de résistivité apparente mesurées sur le terrain est évalué à partir de l'erreur abs (absolute).

Le résultat des panneaux électrique est généralement présenté sous la forme d'une section de résistivités finalement calculée. Cette coupe géoélectrique 2D permet de déterminer la géométrie du sous-sol (épaisseur, variations latérales et verticales…) et la nature électrique des différents horizons recoupés.
Dans l'exemple ci-dessous, on voit nettement se distinguer le niveau résistif correspondant aux matériaux sablo-graveleux, objet de la recherche, surmontant un horizon électriquement conducteur (couleur bleu) correspondant au substratum argilo-marneux.

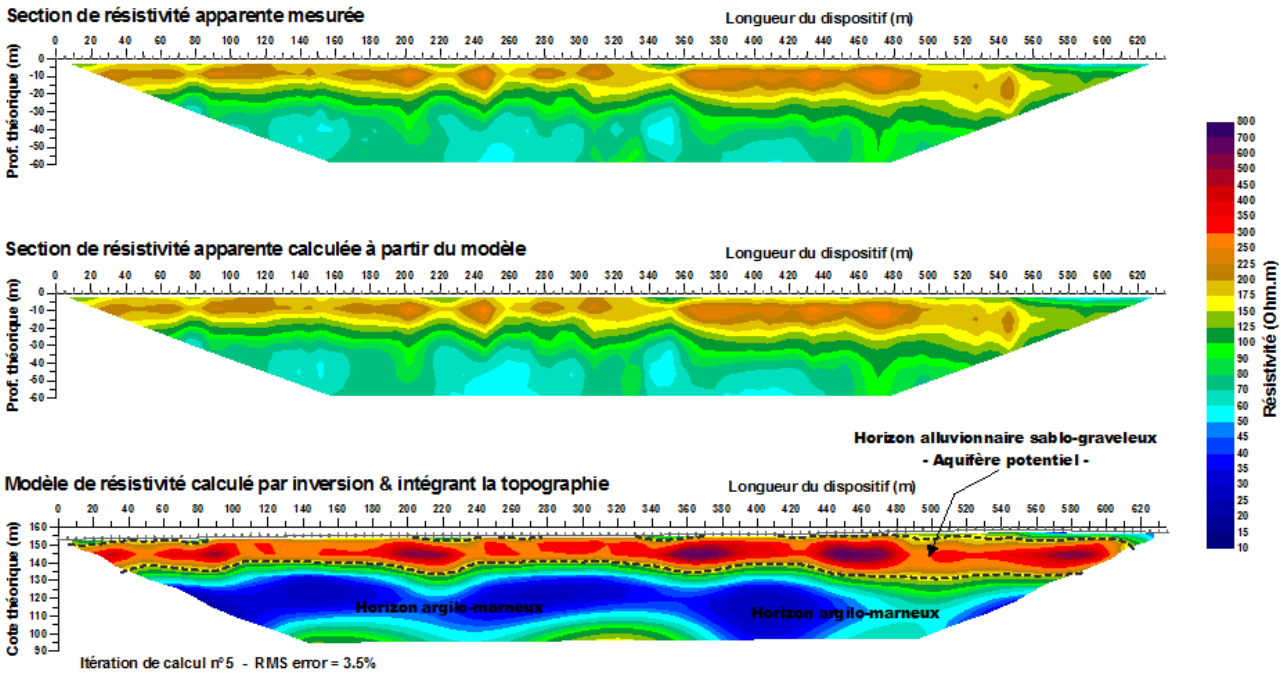


Figure 11 : Exemple de résultat obtenu par la méthode des panneaux électriques en hydrogéologie. Détermination d'un horizon alluvionnaire sablo-graveleux sur substratum argilo-marneux - Flacourt (78). Panneau électrique 128 électrodes - 635 m – configuration Wenner-Schlumberger.

La ressemblance entre le profil des résistivités mesurées et le profil des résistivités calculées à partir du modèle (figure 11) permet de supposer le modèle valide.

Il est cependant nécessaire de garder à l'esprit que pour la plupart des problèmes devant être inversés, il n'y a pas unicité de la solution.

L'interprétation des résultats demande également **une bonne connaissance du contexte géologique** (dans le cas d'une détermination de faciès ou d'une reconnaissance hydrogéologique par exemple). Cette recherche d'informations (carte géologique, logs de forages, relevés d'affleurements…) permet en général de confirmer la validité du modèle.

<u>Exemples de prospection</u> :

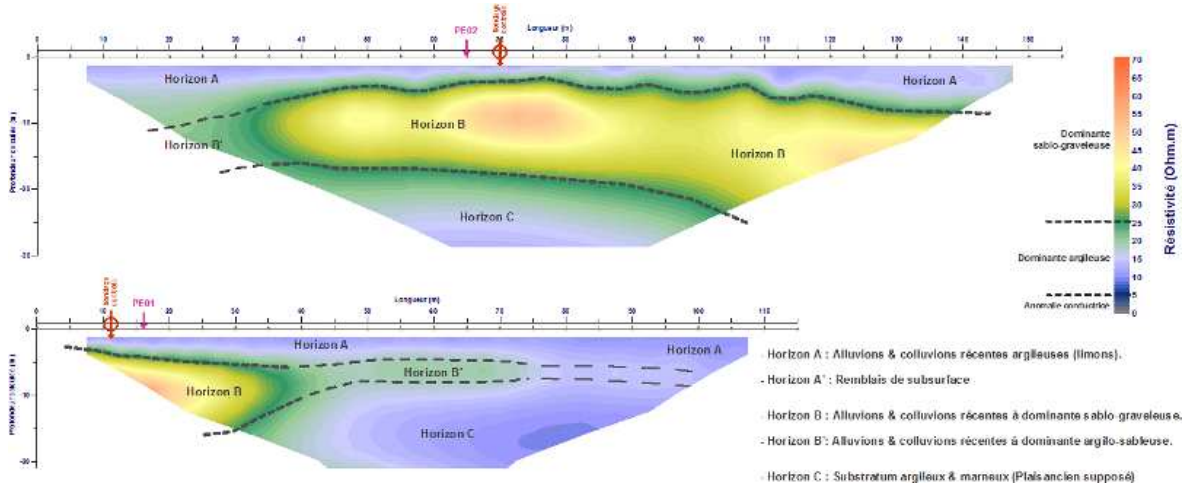


Figure 12 : Reconnaissance hydrogéologique en contexte de vallée alluviale - Mise en évidence d'un horizon sablo-graveleux considéré comme aquifère potentiel - La Roquette/Siagne (06).

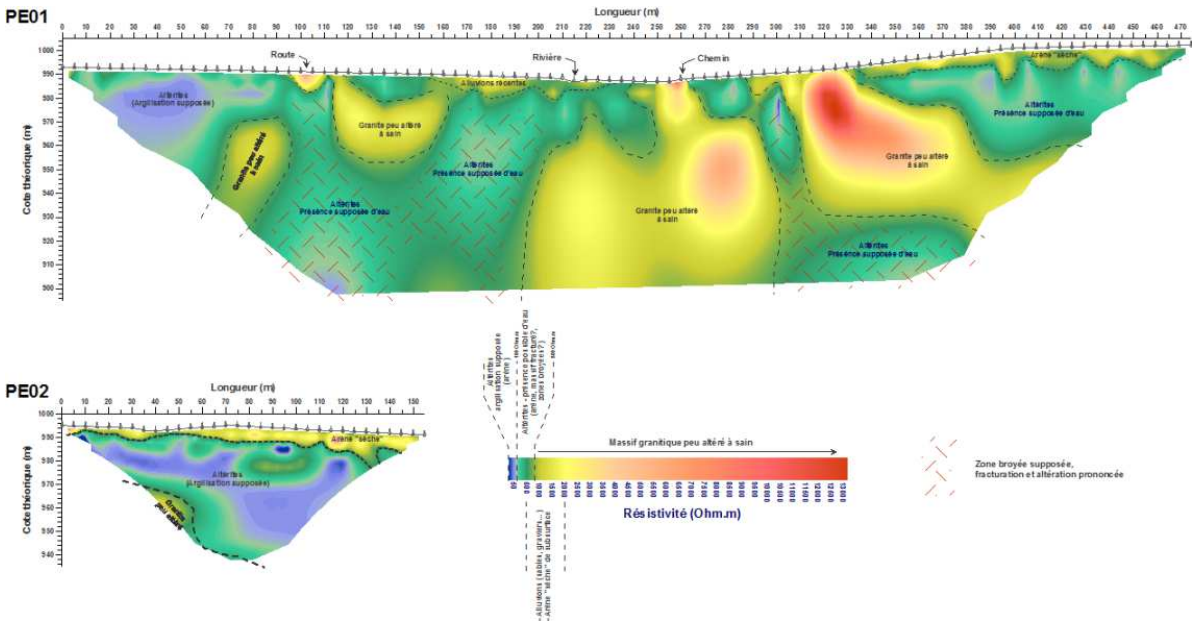
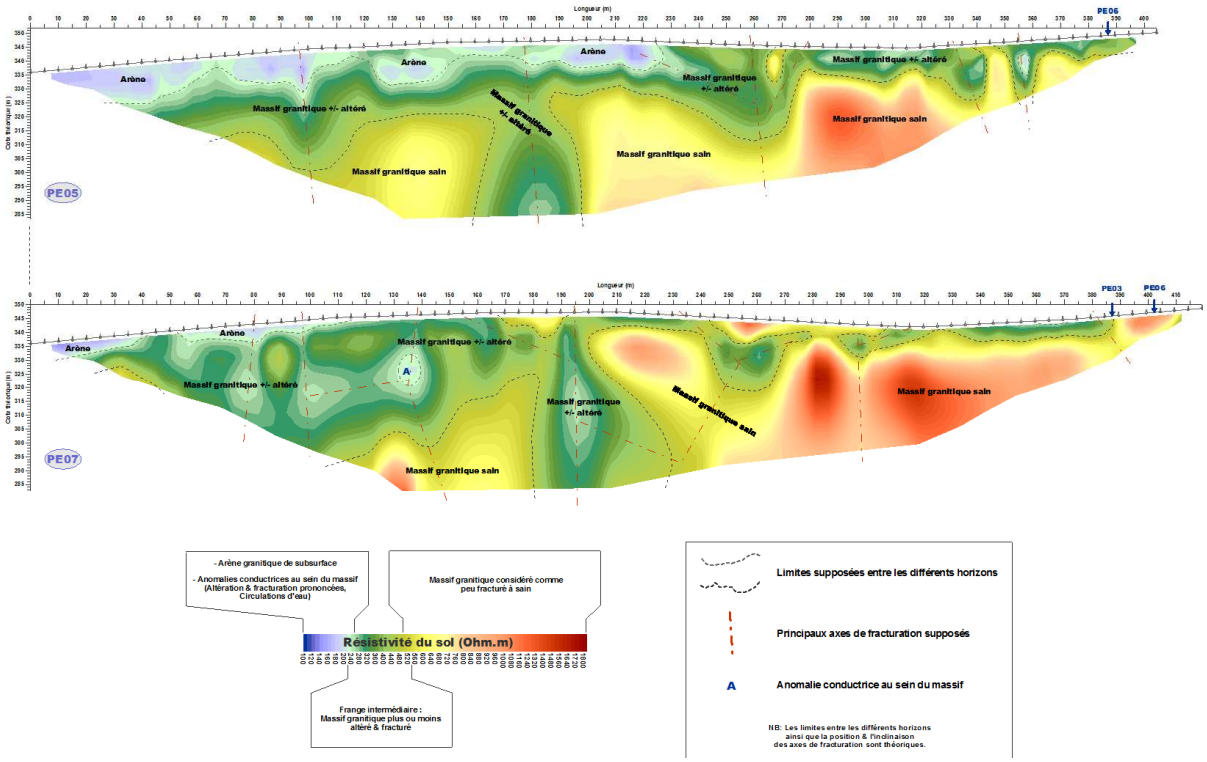
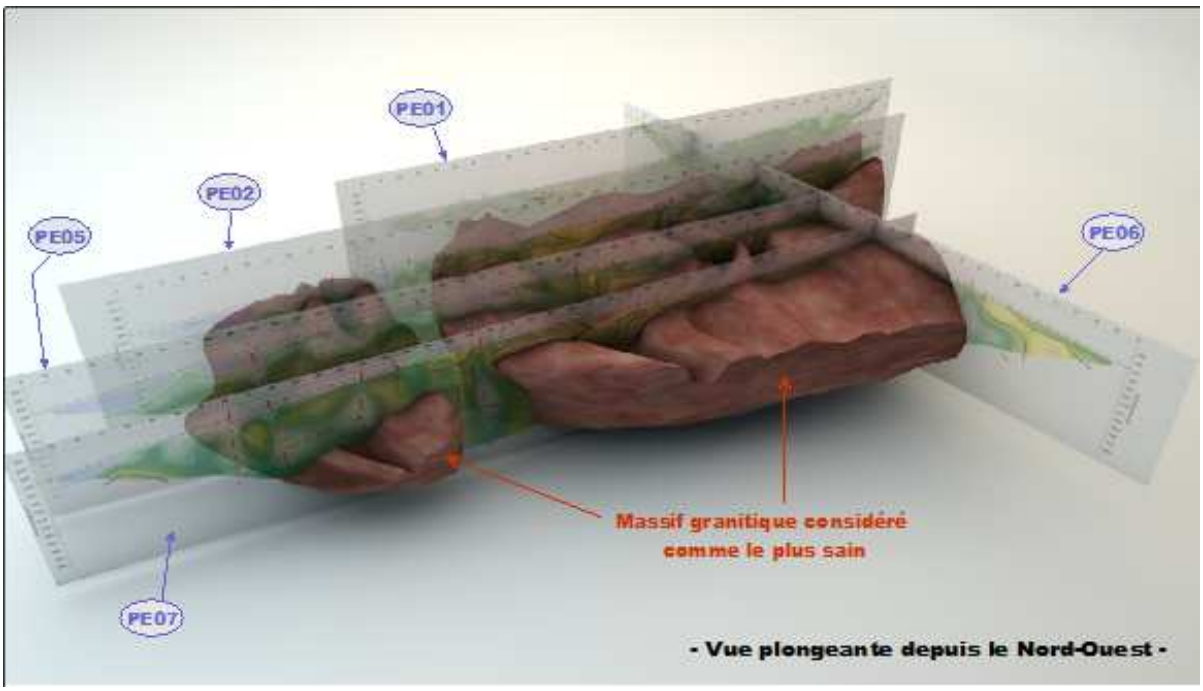


Figure 13 : Reconnaissance hydrogéologique en contexte cristallin – Coupes géoélectriques interprétées montrant la qualité et la géométrie d'un massif granitique, mise en évidence de zones « broyées » (fracturation, altération, failles) potentiellement aquifères – Usine Arcelor-Mittal, St-Chély-d'Apcher (48).

Lorsque plusieurs panneaux sont réalisés selon un maillage précis et en contexte favorable, il est possible de procéder à une modélisation 3D.





Figures 14 & 15 : Modélisation en 2D & en pseudo 3D d'un massif de granite rose (qualité, géométrie, recouvrement) et de la fracturation associée. Extension de Carrière à Vendenesse-lès-Charolles (71).

4- Domaines d'application préférentiels & limites de la méthode

Cette méthode, principalement qualitative, permet de mettre en évidence les déformations du champ électrique, produites par des hétérogénéités quelconques.

Elle est donc principalement utilisée pour les problématiques suivantes :

- Détermination de faciès, d'horizons géologiques, d'hétérogénéités (failles…).
- Recherche de gisements (carrière, domaine minier, alluvionnaire…).
- Hydrogéologie, recherche de fluides.
- Caractérisation, diagnostic de digues.
- Recherche de cavités naturelles (karst) ou anthropiques…

Valeurs usuelles de la résistivité de quelques matériaux et fluides :

Eau douce	**10 à 1000 Ohm.m**
Eau salée	**0.1 à 1 Ohm.m**
Argiles, vases	**1 à 50 Ohm.m**
Marnes	**5 à 100 Ohm.m**
Craie, Calcaires marneux	**80 à 500 Ohm.m**
Calcaires	**300 à 5000 Ohm.m**
Grès	**500 à 4000 Ohm.m**
Sables secs	**1000 à 10000 Ohm.m**
Sables humides	**30 à 1000 Ohm.m**
Schistes	**50 à 1000 Ohm.m**
Granites	**500 à 10000 Ohm.m**
Basaltes	**800 à 10000 Ohm.m**

Limites de la méthode :

- La résolution (taille du plus petit élément observable) d'un panneau électrique va directement dépendre de la distance entre les électrodes de mesure. Plus celle-ci sera petite est plus des éléments de petites tailles seront observables (typiquement de l'ordre de la maille de mesure).

- La profondeur d'investigation maximale dépend de la taille du dispositif de mesure au sol (plus celle si sera importante, plus les mesures seront profondes) mais aussi du protocole de mesure utilisé et de la géologie du site étudié. D'un milieu à un autre, la profondeur d'investigation peut varier fortement en fonction de la résistivité du terrain traversé. En effet, dans un terrain très conducteur en surface, le courant va circuler préférentiellement dans les couches supérieures qui opposent peu de résistance. Les terrains sous-jacents ne seront alors pas traversés et la profondeur d'investigation sera nettement réduite. Au contraire, avec un terrain résistant en surface et des terrains sous-jacents conducteurs, le courant circulera préférentiellement dans les couches profondes. La profondeur d'investigation sera alors plus importante.

- Les résultats des mesures électriques sont issus d'un calcul fondé sur un algorithme d'inversion dont l'objet est de déterminer un modèle de terrain optimisé par rapport aux données. En conséquence, les valeurs de résistivité et les profondeurs indiquées doivent être considérées comme indicatives et, en toute rigueur, les anomalies mises en évidence devront être vérifiées par des sondages mécaniques pour en déterminer la nature exacte et la profondeur.

- La présence de conduites enterrées et de lignes électriques à proximité des investigations peut perturber les mesures, voire les rendre inopérantes.

Polarisation Provoquée (PP)

1- Généralités & principe de la méthode

Le passage d'un courant électrique dans un sol s'accompagne de processus électrochimiques dont le caractère et l'intensité dépendent directement des propriétés chimiques et physiques du sol.

Le passage du courant peut se faire de deux façons : Par conductibilité électrique (Potentiel de membrane), pour laquelle il y a déplacement d'électrons libres dans les particules métalliques (pyrite, chalcopyrite, ...), et par conductibilité ionique (Potentiel d'électrode), pour laquelle il y a déplacement d'ions dans les solutions contenues dans les pores et les fractures des roches.

La polarisation provoquée origine des processus électrochimiques qui se produisent lorsque le courant passe d'un milieu à conductibilité ionique (eau) à un milieu à conductibilité électronique, d'un milieu à conductibilité ionique à un milieu peu conducteur ou au contact d'un milieu de conductibilité ionique différente.

Lorsqu'un courant injecté traverse le sol, il peut provoquer une polarisation de certains de ses constituants. A la coupure du courant, un retour progressif du milieu à l'état d'équilibre se fait et un faible potentiel résiduel transitoire associé à cet effet capacitif peut être mis en évidence. Le temps de retour à l'équilibre est aussi nommé temps de relaxation. Ce phénomène de charge puis de relaxation est appelé la polarisation provoquée (PP).

Les mesures peuvent se faire dans le domaine temporel ou fréquentiel. Le matériel dont dispose le pôle géophysique de GINGER CEBTP fonctionne dans le domaine temporel.

Lorsqu'un courant est injecté dans le sol, puis brutalement interrompu, un délai est nécessaire pour que le voltage redevienne nul. Le principe de mesure est ainsi présenté sur la Figure suivante :

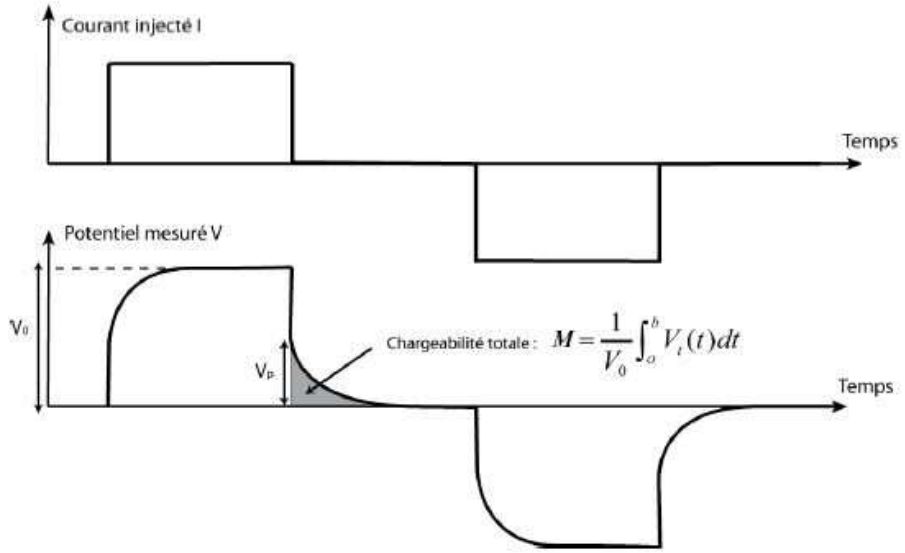


Figure 16 : Principe de mesure de la polarisation provoquée temporelle.

Lors de l'application d'un courant en créneaux, d'intensité *I*, le milieu se charge, à la façon d'un condensateur, jusqu'à une différence de potentiel V_0 (V).

Le courant est ensuite brutalement coupé, ce qui permet au milieu de revenir à son état d'équilibre après un temps de relaxation. La tension est alors mesurée de manière discrète sur la durée de la relaxation. Une courbe de décroissance de la chargeabilité est ainsi obtenue.

Cette mesure correspond à l'intégrale de l'aire sous la courbe de décroissance, pondérée par V_0.

L'injection d'un courant en créneaux positifs puis négatifs permet d'éviter la polarisation résiduelle du milieu.

La vraie chargeabilité d'un milieu ne peut être mesurée ou, si elle le peut, elle n'est d'aucun intérêt puisque cela impliquerait que le sous-sol est homogène. Nous recherchons donc des zones présentant des hétérogénéités. Par conséquent, ce que nous mesurons vraiment est la chargeabilité apparente, qui est une fonction des vraies chargeabilités et résistivités des matériaux sondés.

Pour avoir des chiffres significatifs, on aura des mesures en ms ou mV/V.

2- Mise en œuvre

De même que pour la méthode de résistivité électrique, la mesure de la PP (ou chargeabilité) nécessite l'emploi d'un quadripôle d'électrodes (ABMN) composé d'un dipôle d'électrodes d'injection et d'un dipôle d'électrodes de mesure de potentiel.

Le même matériel (ABEM terrameter SAS4000 ou LS) que pour la mesure de résistivité est utilisé.

Les mesures de PP se font en en parallèle avec les mesures de résistivité, selon le même protocole de mesures (dipôle-dipôle, Wenner-Schlumberger…).

L'utilisation d'électrodes impolarisables est conseillée mais non nécessaire, afin d'augmenter le rapport signal/bruit.

3- Traitements & résultats obtenus

Les mesures sont habituellement réalisées avec une configuration d'électrode dipôle-dipôle, Wenner ou Schlumberger. Si l'écartement entre électrodes n augmente, la résolution diminue (averaging effect).
Le traitement consiste, après filtrage des données anomaliques, à accéder aux distributions de chargeabilités « vraies » à l'aide des mêmes processus que ceux utilisés pour l'inversion des données de résistivité.

Les données PP sont présentées sous forme de pseudo-sections (Distance/profondeur).

Les données brutes, mesurées sur le terrain, de la résistivité apparente (Ohm.m) et de la chargeabilité (millisecondes) obtenue par polarisation provoquée permettent de calculer et de modéliser les 5 tomogrammes suivants :

- Tomogramme de résistivité dite « vraie » ou coupe géoélectrique (voir le chapitre Panneau de résistivité).
- Tomogramme de chargeabilité normalisée (Mn).
- Tomogramme de capacité d'échange cationique (CEC).
- Tomogramme de teneur en eau.
- Tomogramme de perméabilité (K)

3.1- Chargeabilités

Chargeabilité :

Le terramètre utilise la courbe de décroissance du courant pour calculer la chargeabilité.

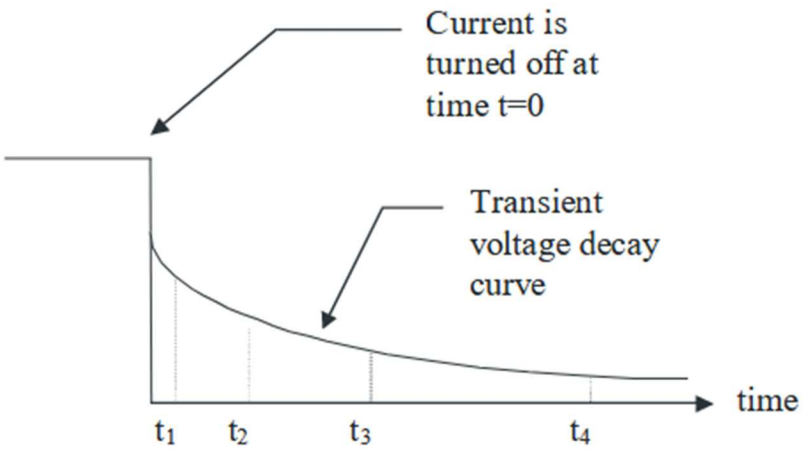


Figure 17 : Courbe de décroissance de la chargeabilité.

Une chargeabilité est calculée entre deux instants (t_i,t_{i+1}).
Si 10 fenêtres de mesures ont été choisies par l'utilisateur, alors le terramètre calcule 10 chargeabilités.
W1 est la première chargeabilité. Elle est égale à $M_{t1,t2}=\int_{t1}^{t2} V(t)dt$ en msec t1 = temps mort, t2= temps mort + « incrementation time ».

Plus on prend une fenêtre proche de t=0, plus elle est en théorie juste, mais en pratique, les bruits inductifs nous poussent à utiliser un temps mort pour palier à ce phénomène :

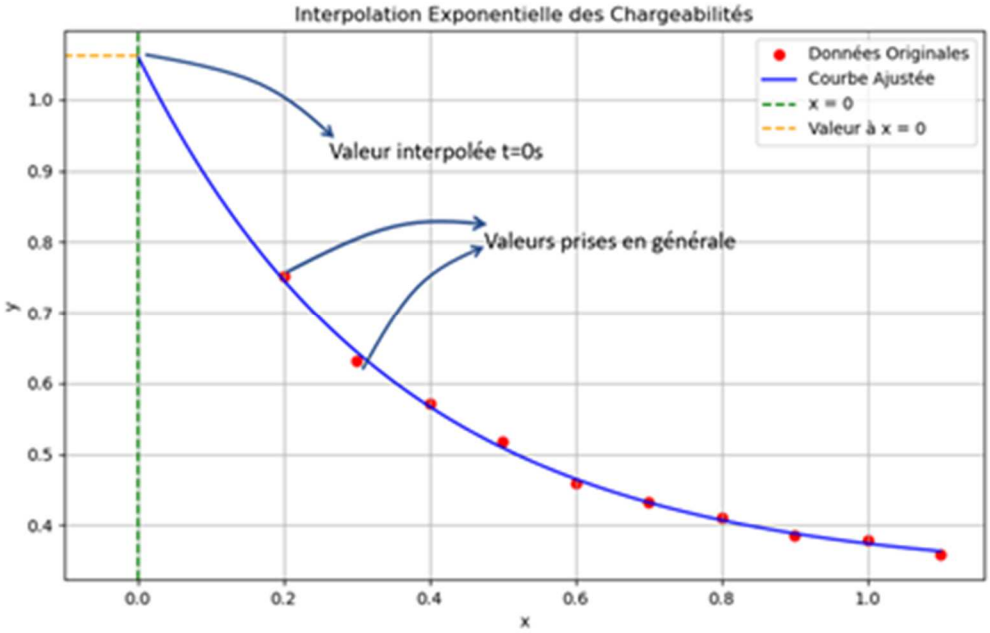


Figure 18 : Principe d'interpolation des chargeabilités.

Attention, les msec ne sont pas une unité valable pour les calculs pétrophysiques : La chargeabilité est sans unité. Il faut donc diviser $M_{t1,t2}$ par (t2-t1) et multiplier par 10^{-3} (car en msec).

Chargeabilité normalisée :

La chargeabilité se définit de la manière suivante : M = $\frac{\sigma_\infty - \sigma_0}{\sigma_\infty}$

Avec M la chargeabilité, σ_∞ la conductivité mesurée par le terramètre (régime permanent), et σ_0 la conductivité mesurée en début d'injection (régime transitoire).

Mn=M*σ_∞ = la chargeabilité normalisée, en S/m.

L'utilisation de la chargeabilité normalisée permet de s'affranchir de l'influence de la conductivité sur les données de chargeabilité.

Les valeurs de chargeabilité normalisée obtenues permettent de calculer les paramètres de teneur en eau et de CEC.

3.2- Calcul de la capacité d'échange cationique (CEC)

La CEC est une quantité de matière chargée négativement à la surface des grains dans un sol. Plus la CEC est élevée, plus le sol peut être considéré comme riche en argile, en matières organiques, en minéraux métalliques…

Ci-dessous, les gammes de valeurs usuelles :

Type de sol	**CEC (meq/100g)**
Sables	3-5
Limons	10-15
Limons argileux	15-25
Argile	10 (kaolinite)-100 (smectite sodique)
Sol organique	50-150
Granites	<2

Calcul de la CEC :

$$CEC = \frac{Mn}{963.2 * \rho_g * \lambda * \theta^{(m-1)}}$$

Avec :

- Mn est la chargeabilité normalisée.
- 963.2 est une constante permettant d'exprimer le résultat en meq/100g.
- ρ_g La densité des grains.
  Pour la plupart des sols minéraux, la densité se situe entre 2,5 et 2,7 g/cm3. Cette fourchette est assez étroite car les minéraux courants du sol diffèrent peu en termes de densité. Une valeur moyenne de 2,65 g / cm3 est souvent retenue. En revanche, les sols organiques ont des densités de particules plus faibles car la densité de la matière organique est beaucoup plus faible que celle des particules minérales.
- λ, La mobilité des ions pour la polarisation.
  $\lambda = 3e^{-10}$ $m^2S^{-1}V^{-1}$ en général. $2e^{-10}$ $m^2S^{-1}V^{-1}$ pour des calcaires purs.
- θ La teneur en eau volumique calculée (voir ci-après).
- m, le facteur de cimentation de la loi d'Archie

3.3- Calcul de la teneur en eau

$$\theta = \left[\frac{1}{\sigma_w}\left(\sigma_\infty - \frac{M_n}{R}\right)\right]^{1/m}$$

Avec :

- θ est la teneur en eau volumique = $\frac{Volume\ d'eau}{Volume\ total}$, sans unité ou en %.
  Si le terrain est saturé en eau, alors on a θ tend vers ϕ, la porosité effective.
  $\theta \in [0{,}0.95 * \phi]$. 7

Type de sédiments	Diamètre (mm)	Porosité totale (%)	Porosité efficace (%)
gravier moyen	2,5	45	40
sable gros	0,250	38	34
sable moyen	0,125	40	30
sable fin	0,09	40	28
sable très fin	0,045	40	24
sable silteux	0,005	32	5
silt	0,003	36	3
silt argileux	0,001	38	-
argile	0,0002	47	-

- σ_w est la conductivité de l'eau porale (S/m).
- R est le rapport des mobilités des ions dans la couche de Stern, généralement pris à 0.08 (Dans un contexte calcaire, on se rapproche plus de 0.02).
- m est le facteur de cimentation de la loi d'Archie.

a: Tortousity factor	*m*: Cementation exponent	Comments
1.0	2.0	Carbonates*
0.81	2.0	Consolidated sandstones*
0.62	2.15	Unconsolidated sands (Humble Formula)*
1.45	1.54	Average sands (Carothers, 1968)
1.65	1.33	Shaly sands (Carothers, 1968)
1.45	1.70	Calcareous sands (Carothers, 1968)
0.85	2.14	Carbonates (Carothers, 1968)
2.45	1.08	Pliocene sands, southern California (Carothers and Porter, 1970)
1.97	1.29	Miocene sands, Texas-Louisiana Gulf Coast (Carothers and Porter, 1970)
1.0	$\phi^{(2.05-\phi)}$	Clean granular formations (Sethi, 1979)

*Most commonly used.

3.4- Calcul de la perméabilité

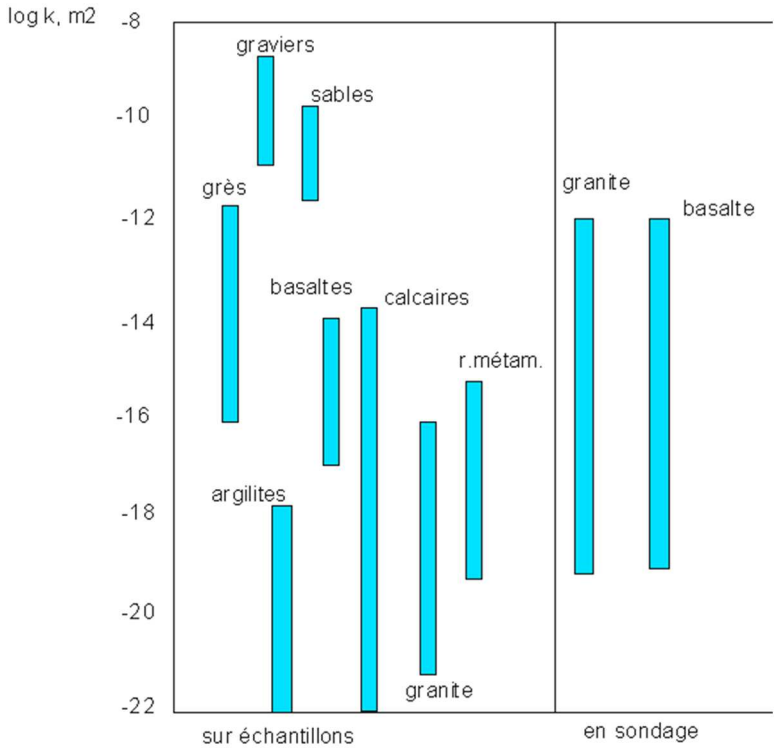
$$k = \frac{k0 * \theta^6}{(CEC * \rho_g)}$$

Avec :

- $k0 = 10^{4.3}\ (m^2)$
- θ La teneur en eau volumique calculée précédemment.
- CEC la Capacité d'Echange Cationique calculée précédemment.
- ρ_g La densité des grains

L'unité de cette perméabilité est le m² (1m²=1.03*10^{11} Darcy).

Ci-dessous, les gammes de valeurs usuelles :



- Remarque –

ATTENTION : Pour l'instant, les calculs et résultats sont encore expérimentaux et en cours de développement. Il est donc nécessaire d'analyser les tomogrammes de CEC, de Teneur en eau et de perméabilité de manière qualitative plus que quantitative.

3.5- Résultats obtenus

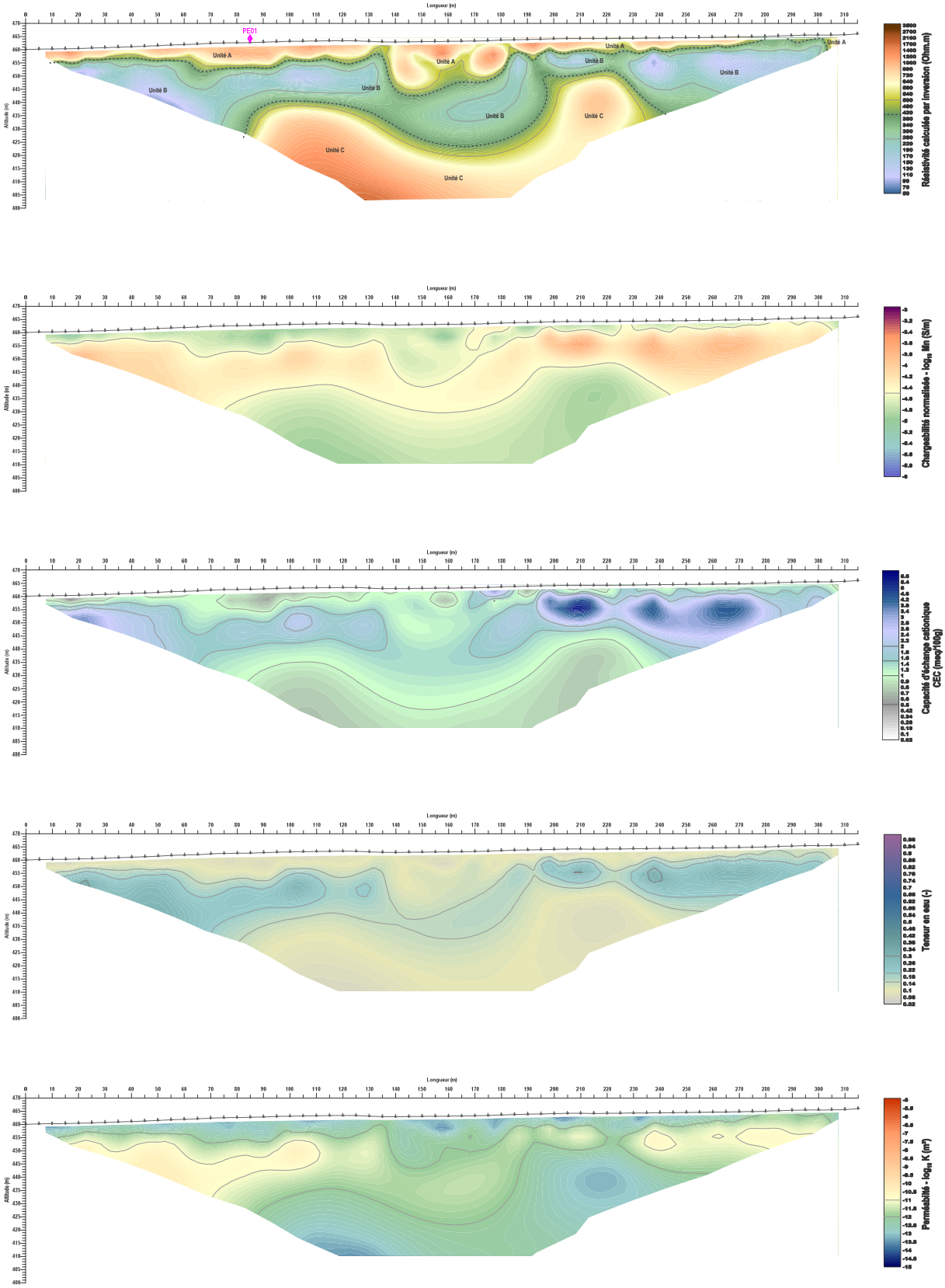


Figure 19 : Différents tomogrammes incluant la topographie, obtenus par mesure de la résistivité et par Polarisation Provoquée, lors d'une étude hydrogéologique en contexte granitique (granite arénisé à sain, hors nappe et sous nappe) – Commune de Junhac (15).

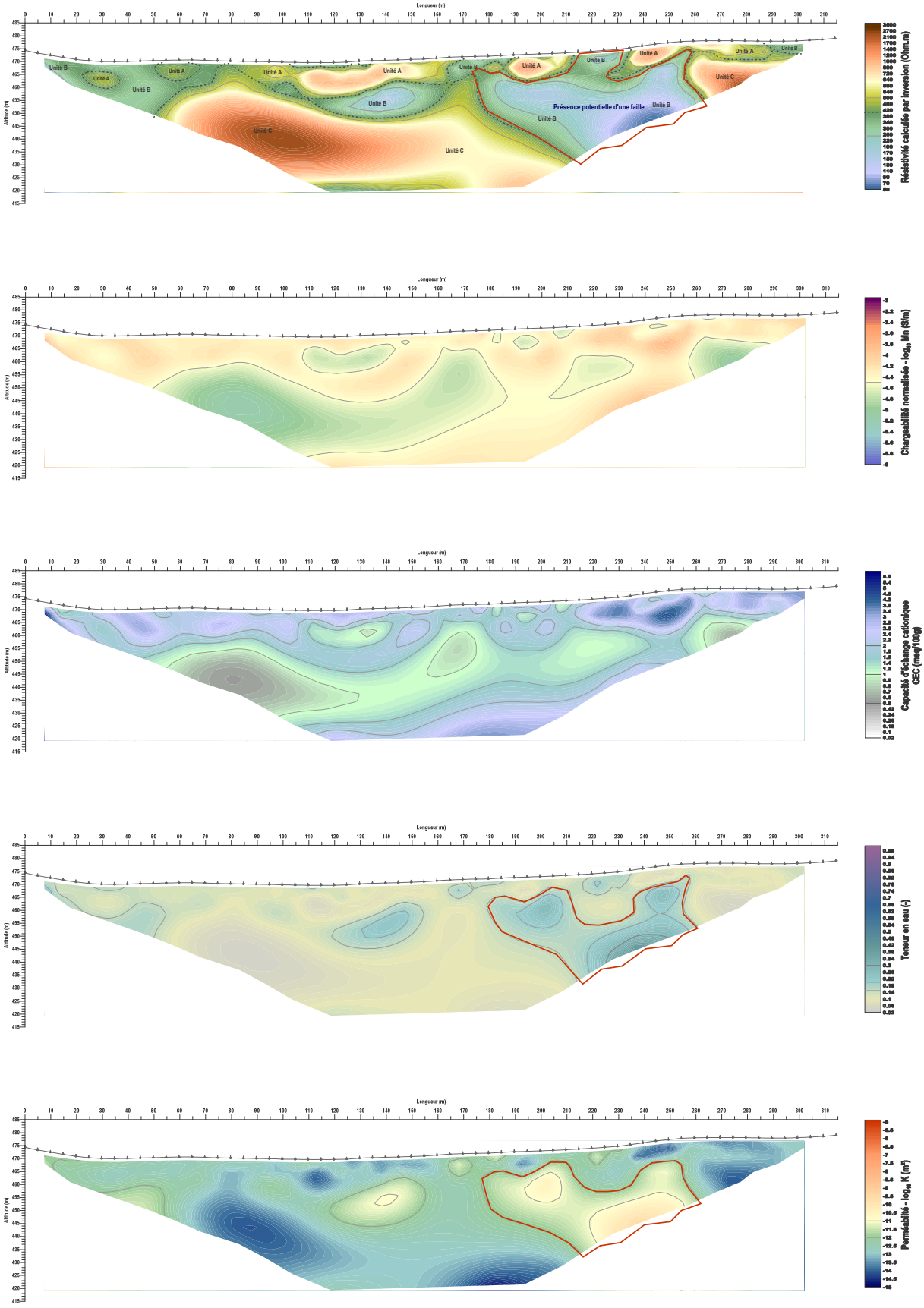


Figure 20 : Mise en évidence d'une zone de faille avec circulations d'eau, par mesure de la résistivité et par Polarisation Provoquée, lors d'une étude hydrogéologique en contexte granitique – Commune de Junhac (15).

3.6- Interprétation – Domaines d'application

L'interprétation est essentiellement qualitative. L'intensité des anomalies de chargeabilité et la connaissance des facteurs géologiques ou environnementaux locaux (nature des terrains prospectés, présence d'accidents tectoniques…) permettent le plus souvent de se faire une idée sur la nature des corps perturbateurs (gisements métallifères, aquifères, teneur en argile…).

Un couplage avec des mesures de résistivité est nécessaire pour l'interprétation.

Les principaux domaines d'application sont les suivants :

- Prospection minière, recherche de gisements métalliques.
- Géologie (recherche d'accidents tectoniques, évaluation des teneurs en argile…).
- Hydrogéologie (recherche d'alluvions aquifères, de fuites…).
- Environnement (Recherche de fluides, de pollutions…).

Les limites de la méthode sont globalement les mêmes que pour les panneaux de résistivité classiques.

PRINCIPE DE LA METHODE ELECTRIQUE
(Sondage et traîné)

Notion de résistivité apparente

Un courant est créé en sous-sol à l'aide d'une source de courant (batterie par exemple) et de deux électrodes dites d'injection. Ce courant pénètre dans le sol par une électrode dite "A" et en sort par une électrode dite "B". La répartition des lignes de courant dans le sol se fait alors en volume.

Dans un matériau homogène et dans un plan passant par A et B, on peut représenter la trace des surfaces équipotentielles et les filets de courant de la façon suivante (les deux réseaux de courbe étant orthogonaux):

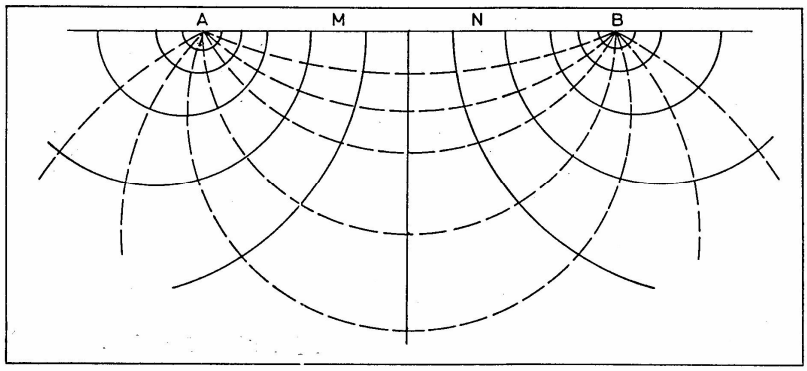


figure n°1:
tracé schématique des équipotentielles et des filets de courant dans un sol homogène

On mesure alors la chute de potentiel de ce courant, entre deux électrodes dite de mesure, à l'aide d'un voltmètre. Cette mesure n'intéresse qu'un volume relativement restreint, elle concerne la chute de potentiel entre les électrodes M et N.

La résistivité déduite de cette mesure dépend de la géométrie du dispositif de mesure (constitué des quatre électrodes A,B,M et N). On accédera alors à la résistivité apparente par l'introduction d'un facteur dit "géométrique" tenant compte de l'écart entre électrodes constituants le système d'injection / mesure.

La résistivité apparente obtenue est égale à la résistivité vraie du sol si celui-ci est homogène. En fait cette résistivité est dite "apparente" car elle correspond, pour un système multicouche, à la capacité des différentes couches concernées par le faisceau de courant à concentrer les lignes de courant.

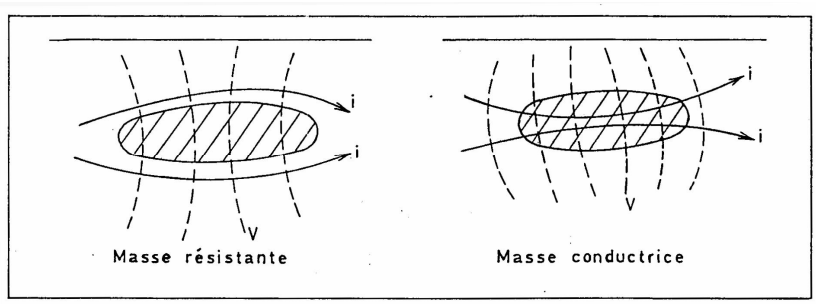


figure n°2:
Distorsion des filets de courant et des équipotentielles dans un sol hétérogène

Le Sondage électrique vertical (dispositif quadripôle) :

Un sondage électrique est constitué par une série de mesures de résistivité apparente avec, entre chaque mesure, un accroissement de la séparation des électrodes d'injection (ou de courant), le centre du dispositif et sa direction demeurant constant. Plus la distance entre les électrodes de courant est grande, plus grande est la profondeur de pénétration des filets de courant participant utilement à la mesure.

Un terrain constitué d'une succession, en profondeur, de couches présentant des caractéristiques électriques différentes se traduira donc par des variations de la résistivité apparente mesurée en surface lors de la réalisation du "sondage".

La mise en œuvre:

Plusieurs types de dispositifs existent, (dispositifs Wenner, Schlumberger ....), présentant des protocoles de mesures différents quant au pas de mesure le long du profil et au rapport entre écartement des électrodes d'injection et de mesure (on choisira de préférence le dispositif Schlumberger).

De façon générale, on augmente progressivement la distance AB en laissant le centre O du dispositif fixe. Pour obtenir des renseignements sur les séries de plus en plus profondes, en pratique, on est amené à augmenter la valeur de l'intensité et de la tension du courant émis, et de temps en temps la distance MN de façon à obtenir des valeurs de différence de potentiel supérieures à la précision de lecture de l'appareil. A chaque valeur de résistivité mesurée est associée une valeur du facteur géométrique caractérisant la disposition des électrodes au sol. Il est parfois intéressant de réaliser au même point plusieurs mesures selon des directions différentes, cette opération permettant de mettre en évidence une anisotropie des terrains ou des limites de couches, proches.

Présentation des résultats:

La représentation adoptée est maintenant universelle, elle est due à l'école Schlumberger. Elle consiste à tracer la courbe de résistivité apparente en fonction de AB/2:

$$\text{Log (rho app.)} = f\,[\,\log (AB/2)]$$

Ce choix permet en premier lieu d'avoir une bonne précision pour les faibles valeurs de résistivité et une bonne interprétation pour les faibles profondeurs. De plus cette représentation permet l'interprétation à l'aide de courbes théoriques

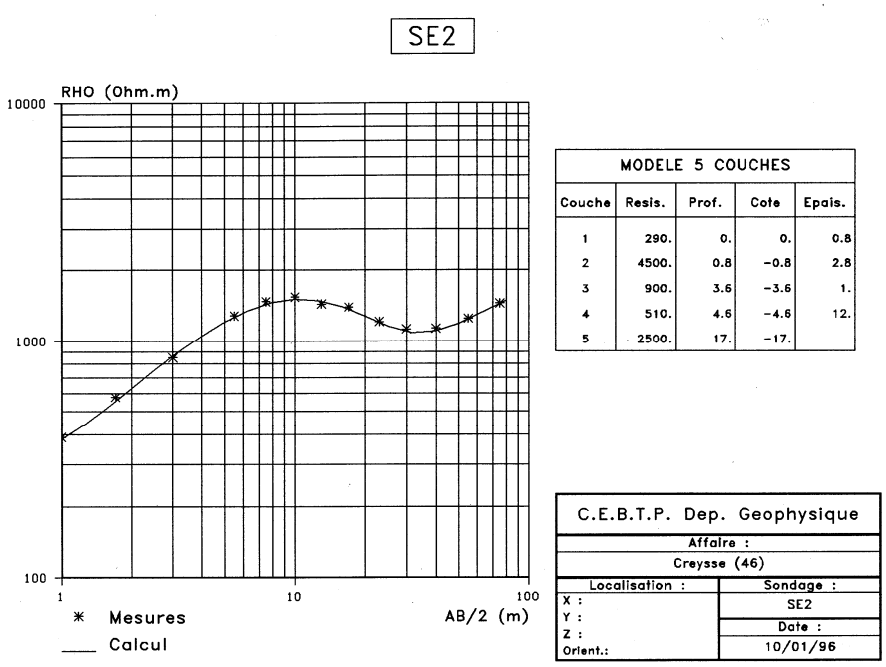
L'interprétation des résultats:

Les données du problème sont fournies par les mesures de résistivités apparentes sur un site hétérogène. Le but de l'interprétation est alors de caractériser chacune des couches existant en sous-sol par une résistivité vraie, c'est à dire de définir un modèle multicouche ayant des caractéristiques électriques s'approchant au mieux de la réalité.

L'interprétation classique se fera par comparaison entre la courbe expérimentale relevée sur le terrain et diverses courbes théoriques dont la distribution des terrains est connue et constitue un modèle.

Actuellement les méthodes d'interprétation indirectes assistées par ordinateur permettent d'ajuster la courbe de résistivité apparente, calculée à partir d'un modèle, à la courbe expérimentale. L'ajustement des deux courbes se fait par modification successives du modèle initialement introduit jusqu'à ce que l'écart entre la courbe calculée et la courbe expérimentale soit jugé négligeable.

Lors d'une campagne il est donc particulièrement intéressant d'étalonner un sondage électrique sur un sondage destructif de façon à "caler" au mieux le modèle électrique qui servira de base à l'interprétation, ou à défaut de recueillir la maximum d'informations sur la géologie locale.



MODELE 5 COUCHES

Couche	Resis.	Prof.	Cote	Epais.
1	290.	0.	0.	0.8
2	4500.	0.8	-0.8	2.8
3	900.	3.6	-3.6	1.
4	510.	4.6	-4.6	12.
5	2500.	17.	-17.	

C.E.B.T.P. Dep. Geophysique

Affaire :
Creysse (46)

Localisation :	Sondage :
X :	SE2
Y :	Date :
Z :	10/01/96
Orient.:	

Figure n°3:
Exemple de sondage électrique, courbe expérimentale et modèle associé

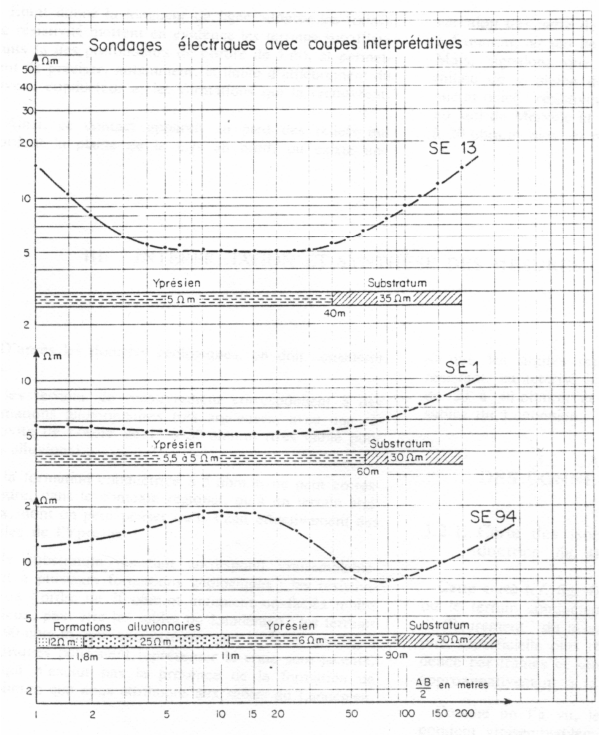


Figure n°4:
Exemple de 3 sondages électriques issus d'une même campagne

Le traîné électrique (dispositif quadripôle):

Le traîné électrique consiste à mesurer la résistivité apparente à l'aide d'un dispositif approprié, et à étudier les variations latérales de cette résistivités apparente. Pour cela on choisira une longueur de ligne AB et une disposition des électrodes MN correspondante, et cet ensemble est déplacé sur le sol sans modification de sa géométrie. Les résultats ainsi obtenus correspondent à la résistivité apparente du terrain à une profondeur supposée constante.

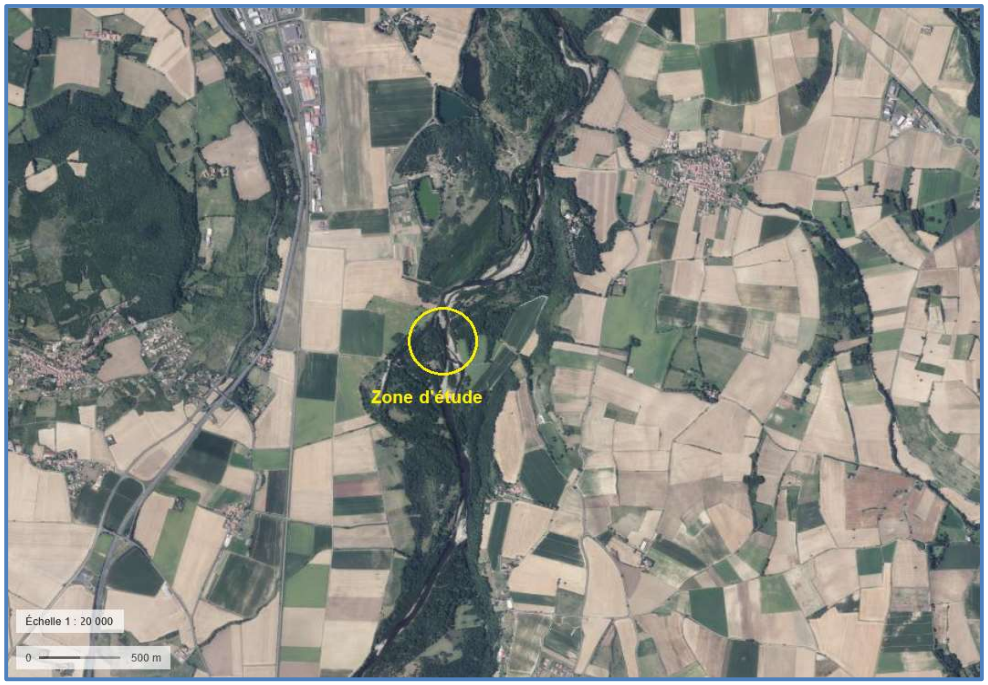
Le choix de la longueur AB est donc primordial et doit s'effectuer en fonction de la profondeur d'investigation souhaitée et/ou de la taille des anomalies recherchées. Ainsi, si la longueur de AB est bien choisie la répartition en plan des résistivités apparentes mesurées reflète bien les variations de niveau d'un substratum résistant, la présence de poches ou de filons conducteurs, ou les discontinuités géologiques à fort contraste de résistivité. Cependant la méthode du traîné électrique ne donnera en général que des résultats qualitatifs.

ANNEXE N°6

Entreprise de travaux	Bureau d'Etude
GEOVAL AU SERVICE DU TERRITOIRE ET DES CITOYENS	FOREXI LE SAVOIR-FAIRE AU SERVICE DE VOS PROJETS OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE N° CERTIFICAT 19 04 3809 9 rue du Petit Chatelier - 44300 NANTES ☎ 02 40 52 58 40 contact@forexi.com

FOURREAU EXTERNE EN ACIER
DN 600
Franchissement des deux bras de l'Allier sur la commune de Nonette-Orsonette (63)

NOTE DE CALCUL
VERIFICATION DES CONTRAINTES EN PHASE DE TIRAGE ET D'EXPLOITATION



Rappel :
Le rayon de courbure de la canalisation doit être tel que la contrainte longitudinale reste partout inférieure à :
60 % de la limite d'élasticité à 0,5 % d'allongement rémanent de l'acier (Rt0,5) constituant les tubes lorsque la canalisation est en exploitation à la PMC fixée dans la Spécification Particulière.
80 % de la limite d'élasticité à 0,5 % d'allongement rémanent de l'acier constituant les tubes, lors des opérations de tirage.
90 % de la limite d'élasticité à 0,5 % d'allongement rémanent pendant les épreuves hydrauliques.

Révision	Description	Rédigé par		Vérifié par	
		Date	Nom	Date	Nom
0	Première émission	08/07/2026	P.CAVILLON	08/07/2026	P. CAVILLON
			Référence du dossier		25.1276

Ce document est la propriété intellectuelle de FOREXI - copie et reproduction interdite
Articcle L.111-1 et L.123-1 du code de la propriété intelectuelle

FOURREAU EXTERNE EN ACIER

DN 600

Franchissement des deux bras de l'Allier sur la commune de Nonette-Orsonette (63)

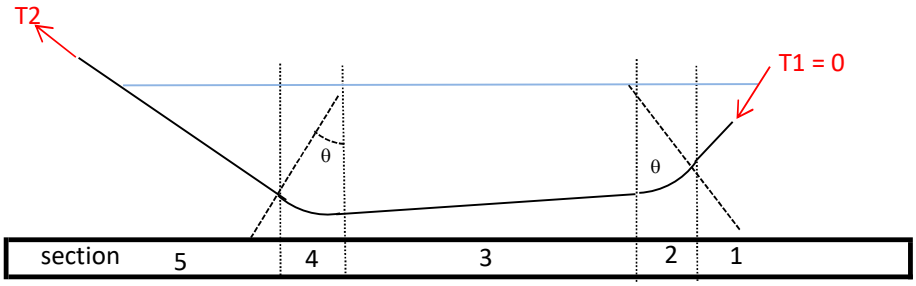
Dossier 25.1276

CARACTERISTIQUES DE LA CONDUITE

Canalisation	Acier	Module de Young en Mpa	2,E+05	Yg
Limite élastique Rp	360 Mpa	Densité	7,85	d
Diamètre extérieur De	600 mm	Coefficient de poisson	0,3	λ
Epaisseur e	17,6 mm	Section du tube non revetu	32 202,08	mm²
Effort de traction maximal admissible		**537 439** daN	**537,44**	**Tonnes**

Revêtement	2,5mm HDPE + 5mm GRP	Densité du revetement	0,92	
Epaisseur du revêtement	7,5 mm	Diamètre exterieur total	615	mm²

GEOMETRIE DU FORAGE



Section	Longueur (m)	Rayon (m)	Angle °
1	47,46	∝	13,0
2	124,2	550	
3	314	∝	0
4	124,3	550	
5	53,4	∝	13

CARACTERISTIQUES DU FORAGE

Densité du fluide de forage	1,05		
Coefficient de Frottement dans le forage K	0,3	Coefficient de frottement sur les rouleaux Kr	0,5
Pression hydrostatique au point le plus bas Phydro	0,28 Mpa		

SYNTHESE DES RESULTATS

Effort de traction global :	T2 =	**146 171**	DaN
	T2 =	**149,09**	Tonnes

Ratio résistance équivalente pendant le tirage /Rp0,5 44% CONFORME

Répartition des efforts de tirage en daN

Rouleaux & caténaire	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5
123364	1206	9033	3622	9036	10420

Ce document est la propriété de FOREXI - copie et reproduction interdite-Lois des 11 mars 1957 et 3 juillet 1985

FOREXI - 9 rue du Petit Chatelier - CS 50306 - 44300 NANTES Cedex 3
Courriel : contact@forexi.com - Tel : 02 40 52 58 40

FOREXI
LE SAVOIR-FAIRE AU SERVICE DE VOS PROJETS

FOURREAU EXTERNE EN ACIER
DN 600
Franchissement des deux bras de l'Allier sur la commune de Nonette-Orsonette (63)

Dossier 25.1276

Données générales :				
	section du forage			
Longueur d'entrée 1	1	47,46	m	
Angle d'entrée 1/horizontal		13	°	
Longueur de l'arc 2	2	124,2	m	
Rayon de courbure de l'arc 2		550	m	
Longueur médiane 3	3	314	m	
Angle médiane /horizontal		0	°	
Longueur de l'arc 4	4	124,3	m	
Rayon de courbure de l'arc 4		550	m	
Longueur de sortie 5	5	53,4	m	
Angle de sortie/horizontale		13	°	
Coefficient de frottement dans le forage		0,3		
Coefficient de frottement sur les rouleaux		0,5	-	
Profondeur du point le plus bas du forage/TN		26,75	m	

Caractéristiques de la conduite:			
Diamètre extérieur	600		mm
Epaisseur	17,6		mm
Rayon extérieur	300		mm
Rayon intérieur	282,4		mm
Limite elastique en Mpa	360		Mpa
Limite elastique en bars	3600		Bars
Pression maximum de service	0		Bars
Rayon de courbure combiné mini admissible	500		m
Effort de traction maximal admissible	537 439		daN
Poids au ml	252,79		kg/ml
Poussée d'Archimède	291,24		kg/ml
Masse linéique déjaugée (si négatif le tube flotte)	-38,45		kg/ml

RESULTATS

Effort de traction global :	T2 =	146 171	DaN
	T2 =	149,09	Tonnes
Coefficient de sécurité		3,68	

Estimation de la contrainte équivalente pendant le tirage en Zone 2			
St =Résistance due à l'effort de tirage	T/section du tube	45,39	Mpa
Sz2 = résistance de cintrage	YgD/2Rc2	114,55	Mpa
Sy2 = Résistance radiale	PeDe/2e	4,79	Mpa
Sx2 =Résistance longitudinale	St+Sz+λ|Sy|	45,39	Mpa
Se2 =Résistance équivalente (Critère de Von Mises)	$\sqrt{Sx^2 + Sy^2 - SxSy}$	43,20	Mpa
Ratio résistance équivalente pendant le tirage /Rp0,5	**12%**	**CONFORME**	

Estimation de la contrainte équivalente pendant le tirage en Zone 4			
St =Résistance due à l'effort de tirage	T/section du tube	45,39	Mpa
Sz = résistance de cintrage	YgD/2Rc4	114,55	Mpa
Sy = Résistance radiale	PeDe/2e	4,79	Mpa
Sx =Résistance longitudinale	St+Sz+λ|Sy|	161,37	Mpa
Se =Résistance équivalente (Critère de Von Mises)	$\sqrt{Sx^2 + Sy^2 - SxSy}$	158,96	Mpa
Ratio résistance équivalente pendant le tirage /Rp0,5	**44%**	**CONFORME**	

PMC		1,6	MPa
Pression hydrostatique interne (Pint)	Pmax.g/1000	0,26	MPa
Pression hydrostatique externe (Pext)	Pmax.g.densité boue/1000	0,00	MPa
Pression d'epreuve (Ptest)		2,400	MPa

Estimation de la contrainte équivalente pendant les essais après tirage			
Str =Résistance résiduelle		0,00	Mpa
Sze = résistance de cintrage pendant l'essai*	YgD/2Rc	114,55	Mpa
Sye = Résistance radiale pendant l'essai (Ptest+Pint-Pext)De/2e		45,38	Mpa
Sxe =Résistance longitudinale pendant l'essai	r+Sze+λ|Sye	128,16	Mpa
See =Résistance équivalente (Critère de Von Mises)	$\sqrt{Sxe^2 + Sye^2 - SxeSye}$	112,55	Mpa
Ratio résistance équivalente pendant les essais(See/Rp$_{0,5}$)	**31%**	**CONFORME**	

*Prise pour le rayon de courbure le plus contraignant

Estimation de la contrainte équivalente pendant le service			
Str =Résistance résiduelle		0,00	Mpa
Szs = résistance de cintrage en service	YgD/2Rc	114,55	Mpa
Sys= Résistance radiale en service	(PMS+Pint-Pext)De/2e	4,47	Mpa
Sxs =Résistance longitudinale en service	St+Sz+λ|Sy|	161,28	Mpa
Ses =Résistance équivalente (Critère de Von Mises)	$\sqrt{Sx^2 + Sy^2 - SxSy}$	159,09	Mpa
Ratio résistance équivalente pendant le service (Ses/Rp0,5)	**44%**	**CONFORME**	

*Prise pour le rayon de courbure le plus contraignant

FOREXI
LE SAVOIR-FAIRE AU SERVICE DE VOS PROJETS

FOURREAU EXTERNE EN ACIER
DN 600
Franchissement des deux bras de l'Allier sur la commune de Nonette-Orsonette (63)

Dossier 25.1276

Données générales géométriques de la caténaire :

Angle de sortie forage/horizontale	13	°	
Angle de jonction	2	°	
Hauteur des galets	0,5	m	
Rayon de courbure combiné mini admissible à 0,6 $R_{p0,5}$	292	m	
Rayon de courbure Vertical retenu	500	m	
Rayon de courbure Horizontal	500	m	
Rayon de courbure combiné résultant	354	m	
Coefficient de frottement dans les diabolos	0,3	-	
Coefficient de frottement sur les rouleaux	0,5	-	

Caractéristiques de la conduite:

Diamètre extérieur de la conduite nue	600	m	
Epaisseur du revetement	7,5	mm	
Diamètre extérieur dela conduite	615	mm	

RESULTATS

Estimation de la contrainte équivalente pendant le **tirage** sur la caténaire

Stcat =Résistance due à l'effort de tirage	T/section du	45,39	Mpa
Szcat = résistance de cintrage sur caténaire	YgD/2Rvcat	126,00	Mpa
Sy = Résistance radiale	PeDe/2e	0,00	Mpa
Sx =Résistance longitudinale	St+Sz+λ|Sy|	171,39	Mpa
Se =Résistance équivalente (Critère de Von Mises)	$\sqrt{Sx^2 + Sy^2 - SxSy}$	171,39	Mpa
Ratio résistance équivalente pendant le tirage /Rp0,5		**48%**	**CONFORME**

RESULTATS

	A	B	C	D	E				
Distance/origine	**0**	**95,03**	**112,48**	**129,93**	**147,38**				

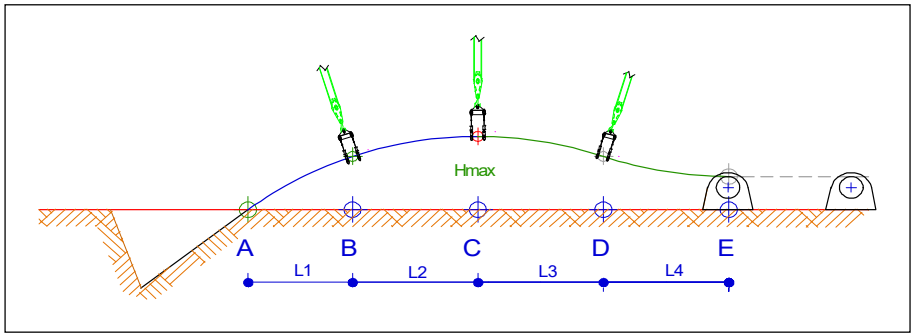
	L1	L2	L3	L4					
Ecartement entre support	**36,84**	**36,84**	**36,84**	**36,84**					

	A	B	C	D	E				
Poids supporté en kg	**0**	**9314**	**9314**	**9314**	**9314**				

	A	B	C	D	E				
Hauteur de levage en m*	**0**	**0,80**	**12,81**	**0,80**	**0,5**				

Hauteur au point de levage maximum en m	**12,81**

* Hauteur par rapport au point bas de la catenaire et non par rapport au Terrain Naturel



Ce document est la propriété de FOREXI - copie et reproduction interdite-Lois des 11 mars 1957 et 3 juillet 1985