

SNC PARAY DC

Paray-Vieille-Poste (91550) 1, rue du Maréchal Devaux Projet de DATA CENTER

Mission géotechnique G5 de Diagnostic Géotechnique

6 mai 2025

Réalisation de 4 essais de perméabilité à la fosse



Division Ingénierie Géotechnique

 **GINGER**
CEBTP

SNC PARAY DC – c/o HINES France – 66 av. Charles de Gaulle – 92200 Neuilly-sur-Seine

**PROJET DE DATA CENTER
1, RUE DU MARECHAL DEVAUX**

Paray-Vieille-Poste (91550)

Mission géotechnique G5 de Diagnostic Géotechnique

Réalisation de 4 essais de perméabilité à la fosse

Dossier : LGEN.P.134

Ind	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Contenu	Observations
1	06/05/2025	JF.BARRAL L.RIVAGE	L.RIVAGE	L.RIVAGE	18 Pages + annexes	-

Sommaire

1	Introduction	5
1.1	Généralités	5
1.2	Documents de référence	5
1.2.1	Documents marché et géotechniques reçus	5
1.2.2	Contexte normatif	5
2	Caractéristiques du projet	6
2.1	Equipe projet	6
2.2	Localisation du projet.....	6
2.3	Description des existants avant travaux	7
2.4	Caractéristiques du projet	8
2.5	Noues d'infiltration objet de la présente mission G5	9
3	Contexte géotechnique et hydrogéologique	10
3.1	Contexte géologique et géotechnique	10
3.2	Contexte hydrogéologique	11
4	Réalisation des 4 essais de perméabilité à la fosse	14
4.1	Mode opératoire des essais à la fosse à niveau variable.....	14
4.2	Résultats des 4 essais d'infiltration réalisés	16
5	Incertitudes résiduelles	17
6	Missions ultérieures	18

Figures

Figure 1:	Carte IGN de la zone d'étude (Source : www.geoportail.gouv.fr)	6
Figure 2:	Vue aérienne de la zone d'étude (Source : www.geoportail.gouv.fr)	7
Figure 3:	Vue aérienne de l'existant	7
Figure 4:	Plan de masse du projet	8
Figure 5:	Zones des noues d'infiltration en bleu (EGIS)	9
Figure 6:	Extrait de la carte géologique Corbeil Essonne 1/50 000- BRGM	10
Figure 7:	Modèles géotechniques retenus en première approche	11
Figure 8:	Mesures piézométriques relevées en juin 2023 – source : rapport DIE REMEDIATION.....	12
Figure 9:	Evolution du niveau piézométrique sur l'ensemble des ouvrages (2013-2023) – Rapport DIE.....	13
Figure 10:	Schéma de réalisation de l'essai de perméabilité en fosse à charge variable	16

Annexes

Annexe 1 – Notes générales sur les missions géotechniques

Annexe 2 – Plan d'implantation des 4 essais de perméabilité à la fosse.

Annexe 3 – Rapports d'essais des 4 essais de perméabilité à la fosse.

Annexe 4 – Photos des essais

1 Introduction

1.1 Généralités

A la demande de HINES FRANCE et pour le compte de SNC PARAY DC, GINGER CEBTP a réalisé 4 essais d'infiltration d'eau de type essai de perméabilité à la fosse, et leur interprétation dans le cadre d'une mission G5 de Diagnostic Géotechnique, selon les missions d'ingénierie géotechnique définies par la norme NF P 94-500 de novembre 2013.

Les essais ont été effectués dans le cadre du projet de construction d'un Data Center situé au 1, rue du Maréchal Devaux à Paray-Vieille-Poste (91550).

1.2 Documents de référence

1.2.1 Documents marché et géotechniques reçus

- Fond de plan topographique PROGEXIAL réf. PA012021 ind B du 31/08/21.
- Zones d'implantation des 4 essais à réaliser suite à visite du 04/04/25 (EGIS)

1.2.2 Contexte normatif

Il n'existe pas de norme pour la réalisation de ces de perméabilité par infiltration en fosse à charge variable.

Nous faisons donc référence à nos documents internes :

- Mode opératoire I42 : Essai à la fosse à niveau variable,
- Feuille d'essai E57,
- Rapport d'essai E182 d'infiltration de type essai à la fosse (niveau variable).

Ce rapport de diagnostic géotechnique de mission G5 est réalisé conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

2 Caractéristiques du projet

2.1 Equipe projet

L'équipe projet est notamment constituée de :

- Maître d'ouvrage : SNC PARAY DC
- Maître d'Ouvrage Délégué : HINES France
- Coordination des études : EGIS
- BET Structure : EGIS
- Bureau de contrôle : SOCOTEC
- Architecte : Atelier M3

2.2 Localisation du projet

Le projet se situe au 1, rue du Maréchal Devaux à Paray-Vieille-Poste (91550).

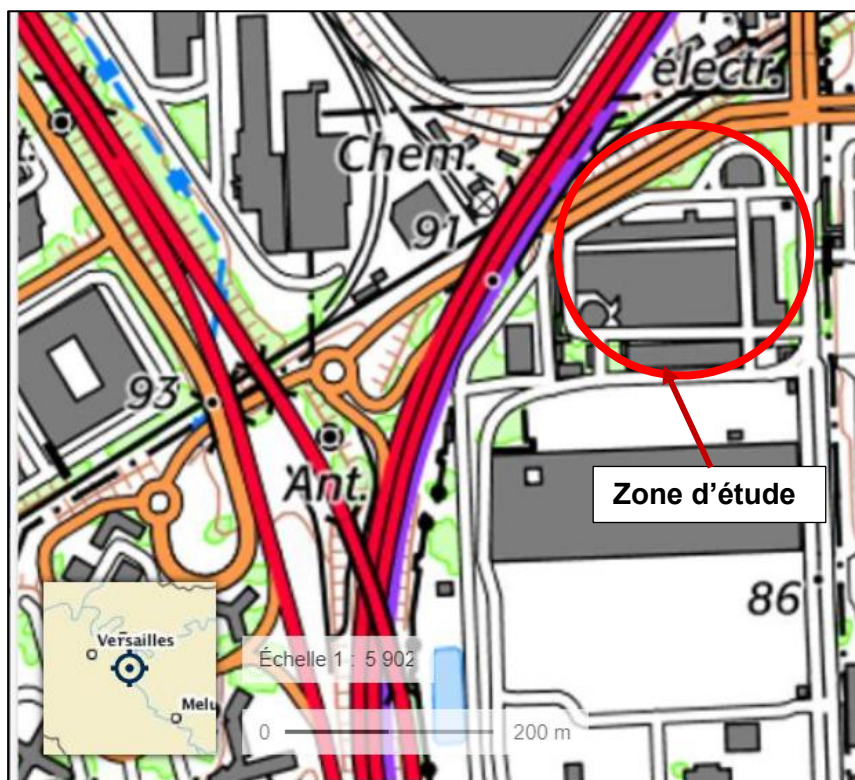


Figure 1: Carte IGN de la zone d'étude (Source : www.geoportail.gouv.fr)



Figure 2: Vue aérienne de la zone d'étude (Source : www.geoportail.gouv.fr)

2.3 Description des existants avant travaux

La zone d'étude est située sur un terrain de 33 721 m², l'ensemble immobilier est constitué de trois bâtiments principaux Astrolab, Sheds, Restaurant RIE, d'un parking semi-enterré sur 2 niveaux, et de voiries.



Figure 3 : Vue aérienne de l'existant

2.4 Caractéristiques du projet

Après la démolition complète des constructions existantes du site à l'exception du bâtiment restaurant RIE, le projet prévoit :

- la construction d'un data center en R+3 et d'un bâtiment de bureaux / livraisons en R+4,
- la restructuration du bâtiment « RIE » en Pôle tertiaire,
- la construction d'un local technique « local chaleur fatale » : local interconnexion avec réseaux de chaleur THIAIS-ORLY,
- la construction d'un local sous-station électrique,
- la construction d'un local poste ENEDIS,
- la mise en place de bassins enterrés EP de type « Tubosider » de 2m de diamètre,
- la construction de cuves à fuel enterrées côté Sud permettant d'alimenter les groupes électrogènes sur plateformes R+2 accolées au Cendré de données côté Ouest,
- Des noues d'infiltration EP.

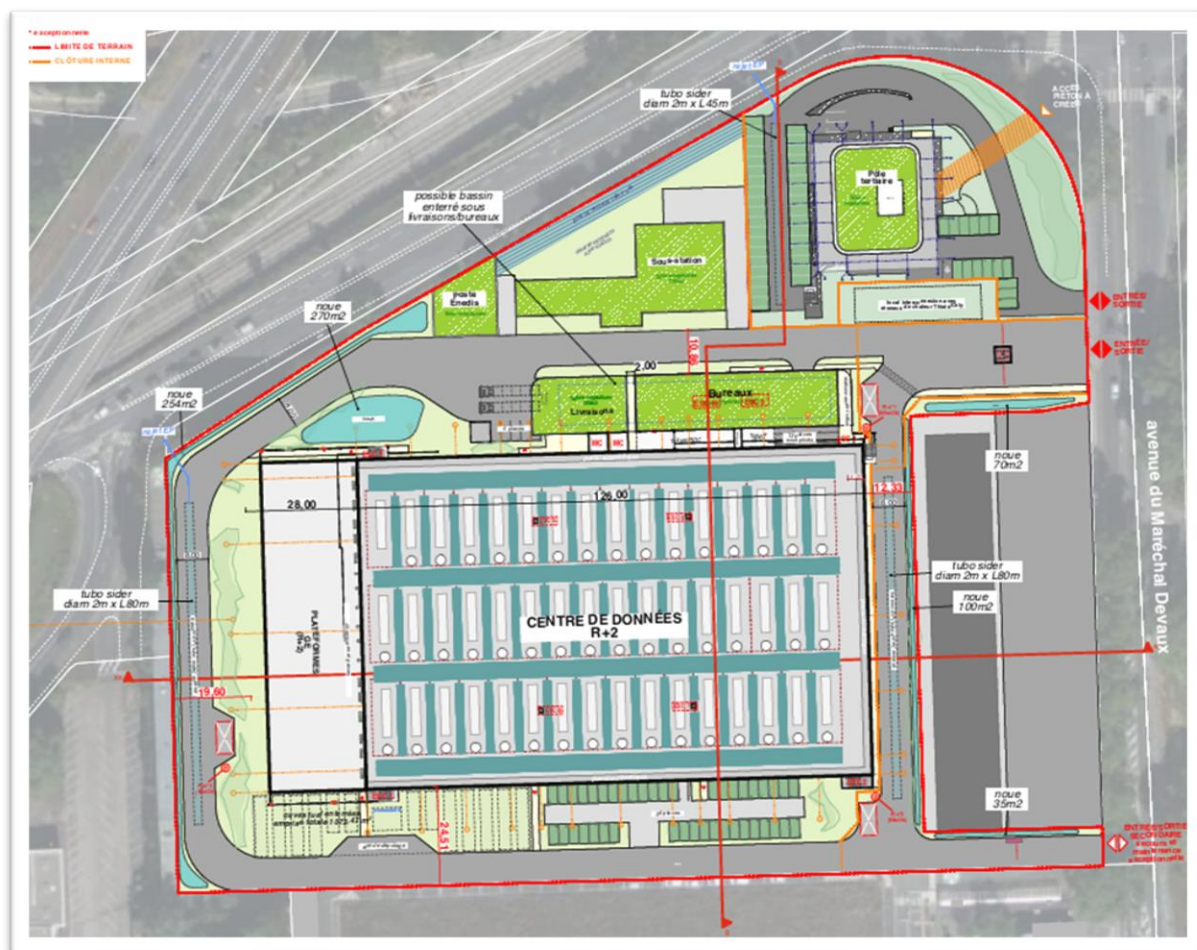


Figure 4 : Plan de masse du projet

2.5 Noues d'infiltration objet de la présente mission G5

La demande concerne la réalisation de 4 essais de perméabilité à la fosse par infiltration d'eau, à niveau variable.

Les 4 zones envisagées pour les futures noues d'infiltration sont localisées en bleu sur le plan ci-dessous transmis par EGIS, ainsi que les 4 endroits prévisionnels identifiés pour la réalisation des essais.

Les essais ont été relocalisés dans les espaces verts à proximité pour éviter les zones de voiries. L'implantation finale des 4 essais figure sur le plan joint en annexe n°2.

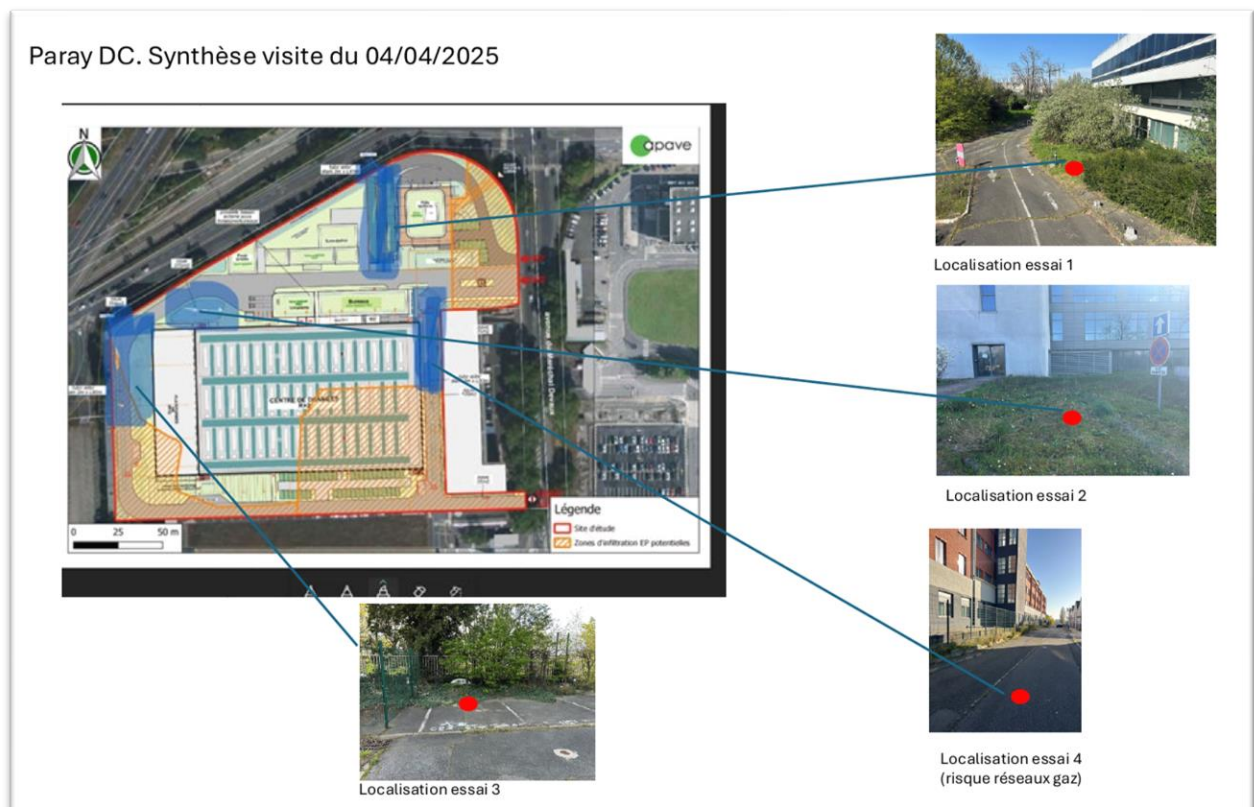


Figure 5 : Zones des noues d'infiltration en bleu (EGIS)

3 Contexte géotechnique et hydrogéologique

3.1 Contexte géologique et géotechnique

Le contexte géologique est constitué, sous des remblais d'aménagement, de la succession des formations suivantes, de haut en bas :

- Sol vers l'altitude +81,5 en partie basse (accès nord au Parking SS2 du bâtiment Astrolab) à +86/+87 NGF pour les abords des niveaux RDC de tous les bâtiments,
- Limons des Plateaux,
- Marnes à Huîtres (g2a, Stampien),
- Calcaire de Brie (g1b – Sannoisien)
- Argiles vertes de Romainville (g1a - Sannoisien),
- Marnes Supragypseuses (e7b – Sannoisien).

Les sondages de reconnaissance effectués dans ce secteur confirment cette géologie (cf. notre rapport de mission G2AVP LGEN.O.421 indice 1 du 21/03/2025).



Figure 6 : Extrait de la carte géologique Corbeil Essonne 1/50 000- BRGM

L'analyse bibliographique des sondages réalisés dans ce secteur (cf. notre rapport de mission G2AVP LGEN.O.421 indice 1 du 21/03/2025) a permis de retenir les modèles géotechniques suivants en première approche :

Modèle G2AVP - Zone Data Center					
Horizon	Toit	Base	Epaisseur	qc	Rf
	NGF	NGF	m	MPa	%
Remblais	+86,5	+85,5	1,0	-	-
Limons des Plateaux	+85,5	+82,0	3,5	2	4
Marno-calcaire de Brie	+82,0	+75,0	7,0	7	2
Argiles Vertes	+75,0	+65,0	10,0	3	5
Marnes Supragypseuses	+65,0	< +47,0	> 18,0	8	2

Modèle G2AVP - Zone pôle tertiaire et local "chaleur fatale"					
Horizon	Toit	Base	Epaisseur	qc	Rf
	NGF	NGF	m	MPa	%
Remblais	+82,0	+81,0	1,0	-	-
Limons des Plateaux	+81,0	+78,5	2,5	2	4
Marno-calcaire de Brie	+78,5	+72,0	6,5	7	2
Argiles Vertes	+72,0	+65,0	7,0	3	5
Marnes Supragypseuses	+65,0	< +47,0	> 18,0	8	2

Figure 7 : Modèles géotechniques retenus en première approche

3.2 Contexte hydrogéologique

Le niveau de la nappe des Calcaires de Brie se situe vers 5.6m de profondeur en moyenne selon l'étude DIE REMEDIATION réalisée au droit du site, soit une cote moyenne vers +80.0 à +81.0 NGF environ.

Le tableau ci-après présente les niveaux d'eau mesurés dans les piézomètres le 12 juin 2023.

PIEZOMETRE	P21	P22'	P23	P24	P25	P26BIS	P27	P28BIS	P29
Cote tête d'ouvrage (m NGF); repère = bouche à clé	86,38	86,34	86,07*	82,68	86,27	86,75	86,26	86,35	86,48
Cote piézométrique (m) au 12/06/2023	80,09	80,03	80,00	79,74	-**	80,23	80,56	80,62	79,95
Profondeur d'eau mesurée (m par rapport au repère)	5,815	5,845	5,6	2,55	-**	5,935	5,21	5,1	6,12
Cote piézométrique (m) au 12/06/2023	80,565	80,495	80,47	80,13	-**	80,815	81,05	81,25	80,36

* Nouvelle cote mesurée au 18/05/2022

** Ouvrage non retrouvé lors du relevé synchrone dû à l'absence de coupes des espaces verts

Figure 8 : Mesures piézométriques relevées en juin 2023 – source : rapport DIE REMEDIATION

Ce niveau de nappe fluctue de façon importante en fonction des saisons.

L'évolution des niveaux piézométriques de 2013 à 2023 est présentée dans la figure ci-après.

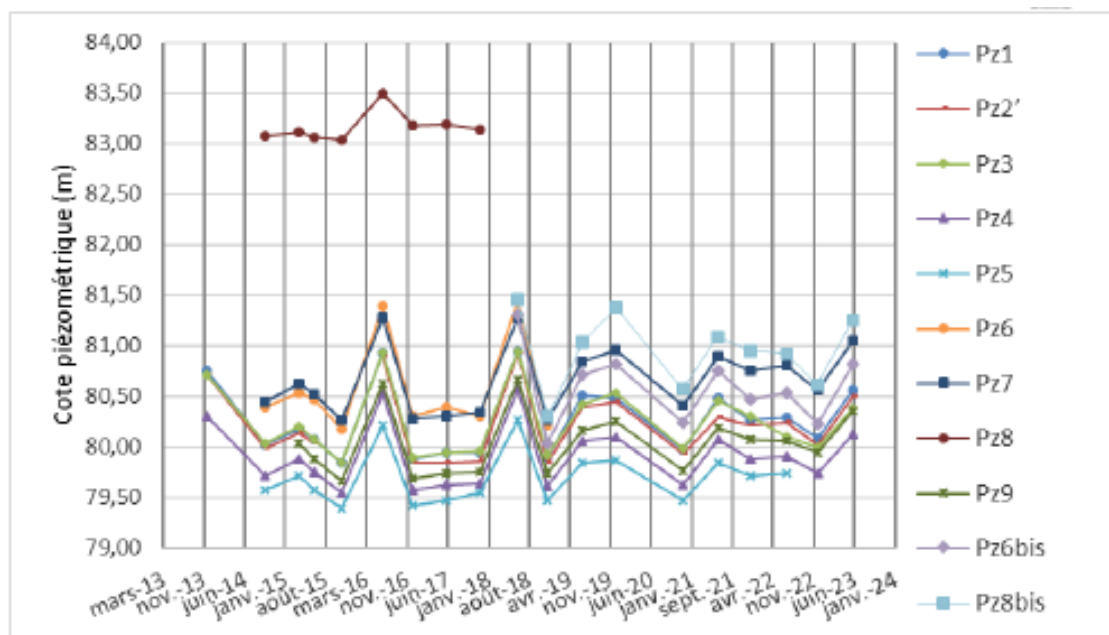


Figure 9 : Evolution du niveau piézométrique sur l'ensemble des ouvrages (2013-2023) – Rapport DIE

La définition des niveaux d'eaux caractéristiques est indispensable pour le dimensionnement des ouvrages géotechniques, et la protection des ouvrages enterrés. Une étude hydrogéologique de détermination des NPHE est nécessaire.

4 Réalisation des 4 essais de perméabilité à la fosse

4.1 Mode opératoire des essais à la fosse à niveau variable

Principe de l'essai à la fosse :

L'essai a pour but la détermination in-situ du coefficient de perméabilité à l'eau d'un matériau dans une fosse creusée à la main ou à la pelle mécanique par application d'une charge hydraulique variable au cours de l'essai. Le principe consiste à suivre la variation du niveau de l'eau dans la cavité après son remplissage. Cette variation permet de calculer le coefficient de perméabilité en suivant la différence de charge dans la cavité durant l'essai.

Préparation de la cavité :

La cavité est réalisée pour des essais à faible profondeur au moyen d'une pelle, bêche et pioche selon le sol.

Cette cavité est réalisée en forme rectangulaire ou carré jusqu'à la profondeur souhaitée.

Les dimensions de cette fosse doivent être au minimum de 0.80 * 0.80 m de côté et de 1.00 m de profondeur minimum.

Les dimensions exactes de la fouille (longueur, largeur et profondeur) sont relevées et la description géologique du terrain est précisée.

Phase d'infiltration initiale :

Dans le cas d'un essai en terrain non saturé, la fosse d'essai est remplie d'eau jusqu'à la surface du sol.

Pour considérer que le sol aux avoisinants de la fosse soit saturé, il faut attendre au minimum un quart d'heure ou bien que toute l'eau ait été absorbée.

Les relevés de cette phase de saturation sont les suivantes pour les 4 essais réalisés :

Essai	Durée (min)	Volume (L)	Débit (m ³ /h)
Fosse01	21	933	2,665
Fosse02	39	1855	2,854
Fosse03	47	2156	2,752
Fosse04	23	1016	2,650

Réalisation de l'essai d'infiltration à la fosse, à charge variable :

Tout d'abord, on vient mettre en place la mire pour pouvoir réaliser les mesures. Il est nécessaire de la fixer à l'aide du dispositif de soutènement, afin qu'elle soit le plus vertical possible et qu'elle ne puisse pas bouger durant l'essai.

Il est important de ne plus toucher au dispositif pendant toute la durée de l'essai au risque de fausser les valeurs.

Il est important d'éviter le passage d'engins ou de véhicules à proximité, les vibrations pouvant avoir un effet sur la perméabilité.

Ensuite on vient remplir d'eau la cavité sur la hauteur de la couche d'étude. On ajuste alors le niveau à une valeur précise pour faciliter la lecture.

L'essai commence dès que l'on déclenche le chronomètre.

Phase de mesure :

Une fois que l'essai a commencé il faut relever la variation de la hauteur d'eau dans la fosse pendant la durée de celui-ci. On relève ainsi le niveau dans la fosse toutes les minutes pendant 15 minutes puis l'intervalle de mesure augmente progressivement de 2 à 15 minutes. L'essai dure environ 1 heure 30 ou s'arrête lorsque la fosse est vide.

Les mesures réalisées figure sur les rapports d'essais d'infiltration en annexe 3.

A la fin de l'essai, les fosses sont rebouchées avec les déblais compactés.

Implantation :

L'implantation des essais figure sur le plan en annexe 2.

Des photos des fosses d'essais figurent en annexe 4.

Les essais ont été réalisés depuis le TN situé aux altitudes suivantes :

Essai	Date	Altimétrie
Fosse01	29/04/2025	+86,62NGF
Fosse02	30/04/2025	+87,20NGF
Fosse03	30/04/2025	+83,21NGF
Fosse04	29/04/2025	+86,95NGF

Calculs et expression des résultats :

Les résultats interprétés figurent sur les rapports d'essais en annexe 3.

Les résultats de l'essai s'expriment par la valeur du coefficient de perméabilité K qui est calculé à partir de la variation du niveau d'eau h(t) dans la cavité en fonction du temps.

La formule utilisée pour cet essai est :

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln\left(\frac{h+C}{H+C}\right) \quad \text{avec} \quad C = \frac{L \times l}{2 \times (L+l)}$$

où :

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- t est l'instant où la mesure a été effectuée (min)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t = 0 (m)
- h est la hauteur d'eau à l'instant t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Cette formule tirée de l'essai Porchet à charge variable a été adaptée à une fosse en parallélépipède rectangle.

On effectue donc la moyenne des résultats pour en déduire la perméabilité du matériau.

Lorsque la mise en saturation n'a pas été suffisante, on note des valeurs de perméabilité différentes entre le début et la fin de l'essai. Il faut ainsi supprimer les premières valeurs dans le calcul de la moyenne pour avoir des résultats les plus proches de la réalité.

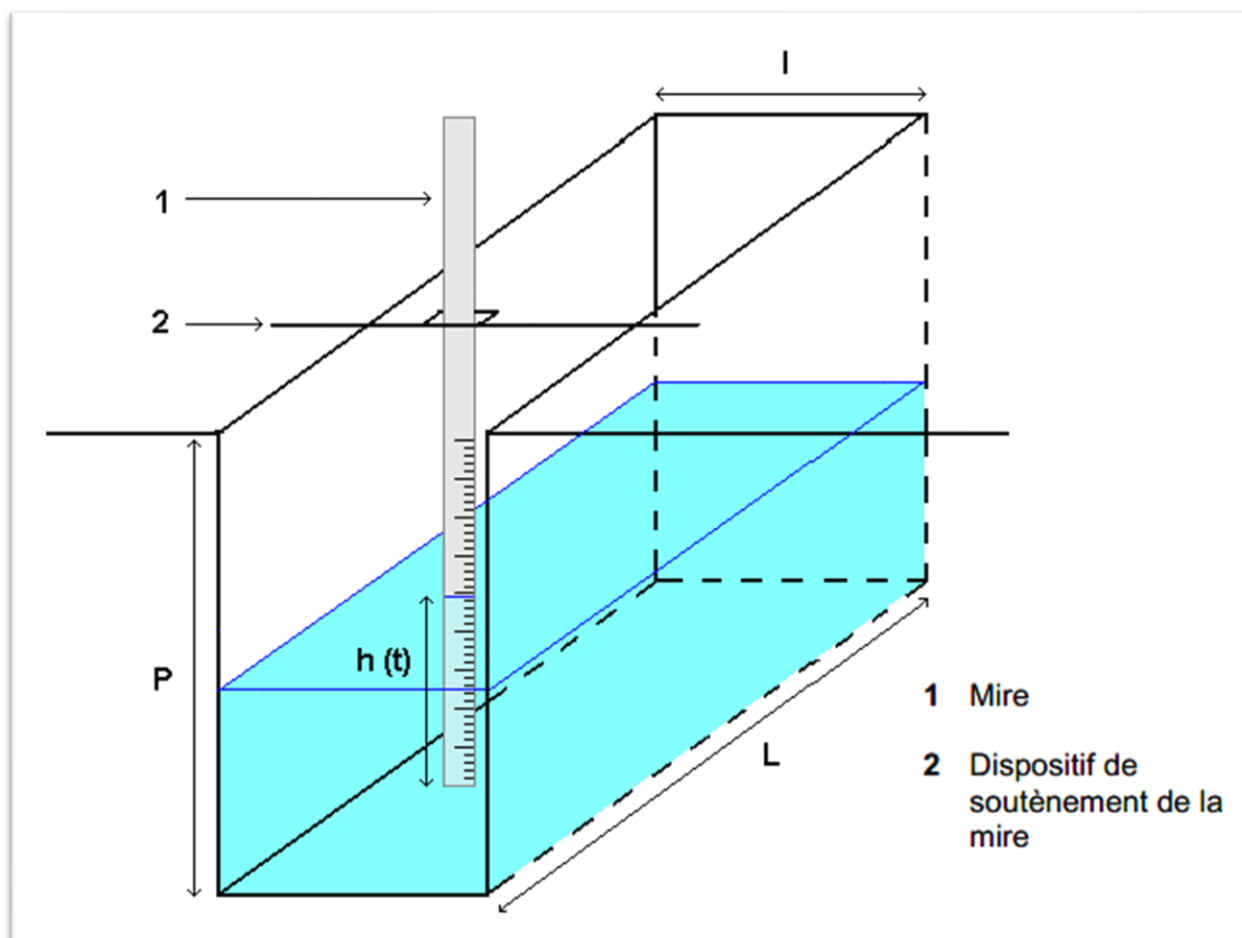


Figure 10 : Schéma de réalisation de l'essai de perméabilité en fosse à charge variable

4.2 Résultats des 4 essais d'infiltration réalisés

Les résultats obtenus sont les suivants :

Essai	Date	Perméabilité K (m/s)
Fosse01	29/04/2025	$2,0 \cdot 10^{-5}$
Fosse02	30/04/2025	$3,7 \cdot 10^{-5}$
Fosse03	30/04/2025	$6,4 \cdot 10^{-5}$
Fosse04	29/04/2025	$3,0 \cdot 10^{-5}$

5 Incertitudes résiduelles

À ce stade d'étude, nous identifions les aléas et incertitudes résiduels suivants :

- Hétérogénéité des sols de couverture, en particulier des remblais, pouvant conduire à des mesures de perméabilité très différentes sur le site,
- Travaux ultérieurs qui vont remodeler le site, notamment les formations superficielles (Remblais et limons) dans lesquelles seront réalisées les noues d'infiltration.

6 Missions ultérieures

A la suite de cette mission, il sera nécessaire de procéder à une mission de conception géotechnique G2 AVP avec investigations géotechniques complémentaires (sondages et essais en laboratoire), puis une mission de conception géotechnique G2 PRO G2 PRO, selon la norme NF P94-500 de Novembre 2013.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique.
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

(extraits de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013)

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 : <u>Phase Étude de Site (ES)</u> 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. <u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> 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 : <u>Phase Avant-projet (AVP)</u> 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. <u>Phase Projet (PRO)</u> 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. <u>Phase DCE / ACT</u> 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 4 ESSAIS DE
PERMEABILITE A LA FOSSE.***

***ANNEXE 3 – RAPPORTS D’ESSAIS DES 4 ESSAIS DE
PERMEABILITE A LA FOSSE.***

	RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE	E182
	ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)	VERSION 1 du 01/10/2011
		Processus AFFAIRES

ATTENTION : Au démarrage de l'essai : risque de saturation incomplète et à la fin de l'essai , risque de colmatage : c'est du ressort de l'ingénieur de choisir les points à retenir pour le calcul de la perméabilité

K (m/s)* :	Perméabilité à partir de l'origine des mesures		
K (m/s)** :	Perméabilité entre deux points de mesures		
Dossier :	LGEN.P.134-0001	Client :	HINES
Date de l'essai:	29/04/2025	Technicien :	JBR
Commune :	Paray-Vieille-Poste (91)	Dépouillement :	JBR

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1	0,8	0,9	0,21	Fosse01

t (min)	h (m)	K (m/s)*
0	0,99	-
0,5	0,99	0,00E+00
1	0,985	1,47E-05
2	0,981	1,33E-05
3	0,96	2,97E-05
4	0,95	2,99E-05
5	0,94	3,00E-05
6	0,93	3,01E-05
7	0,905	3,70E-05
8	0,9	3,43E-05
9	0,895	3,23E-05
10	0,88	3,39E-05
11	0,875	3,23E-05
12	0,87	3,09E-05
13	0,86	3,11E-05
14	0,855	3,00E-05
15	0,845	3,03E-05
17	0,84	2,77E-05
20	0,82	2,69E-05
22	0,805	2,68E-05
25	0,79	2,57E-05
30	0,77	2,38E-05
35	0,75	2,25E-05
40	0,74	2,06E-05
45	0,72	2,00E-05
50	0,7	1,95E-05
55	0,69	1,84E-05
60	0,68	1,75E-05
70	0,66	1,62E-05
80	0,64	1,52E-05
90	0,62	1,44E-05

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)*
2,00E-05

COUPE DE SOL		ms
Nature du matériau	Profondeur/TN (m)	
Terre végétale	0,20	
Limon brun marron	1	

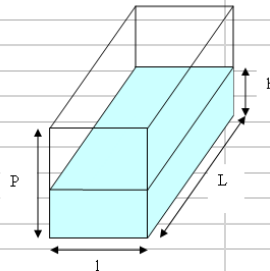
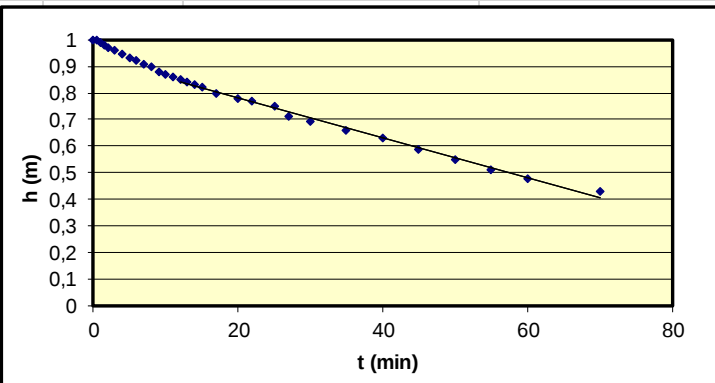
The diagram illustrates a rectangular infiltration test setup. It shows a cross-section of a tank or pit with width l , length L , and depth P . The water level inside the tank is at height h from the bottom.

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec } C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$

The graph plots the water height h in meters against time t in minutes. The y-axis ranges from 0 to 1 m, and the x-axis ranges from 0 to 100 min. Data points are plotted as blue dots, showing a smooth, non-linear decrease in water height over time. A black curve is drawn through the points, representing the theoretical model.

t (min)	h (m)
0	1.00
10	0.95
20	0.88
30	0.82
40	0.78
50	0.74
60	0.70
70	0.66
80	0.62
90	0.58

72,17

		RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)		E182	
				VERSION 1 du 01/10/2011	
				Processus AFFAIRES	
ATTENTION : Au démarrage de l'essai : risque de saturation incomplète et à la fin de l'essai , risque de colmatage : c'est du ressort de l'Ingénieur de choisir les points à retenir pour le calcul de la perméabilité					
K (m/s)* :	Perméabilité à partir de l'origine des mesures				
K (m/s)** :	Perméabilité entre deux points de mesures				
Dossier :	LGEN.P.134-0001		Client :	HINES	
Date de l'essai:	30/04/2025		Technicien :	JBR	
Commune :	Paray-Vieille-Poste (91)		Dépouillement :	JBR	
P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence	
1,1	0,84	1,1	0,24	Fosse02	
t (min)	h (m)	K (m/s)*	COUPE DE SOL		
0	1	-	ms		
0,5	1	0,00E+00	Nature du matériau		
1	0,99	3,22E-05	Profondeur/TN (m)		
1,5	0,98	4,31E-05	Terre végétale		
2	0,97	4,87E-05	Limon brun marron		
3	0,96	4,34E-05	Remblai de construction argilo sableux+briques+béton		
4	0,945	4,51E-05	0,15		
5	0,93	4,62E-05	0,50		
6	0,92	4,42E-05	1,10		
7	0,91	4,28E-05			
8	0,9	4,18E-05			
9	0,88	4,50E-05			
10	0,87	4,40E-05			
11	0,86	4,33E-05			
12	0,85	4,27E-05			
13	0,84	4,22E-05			
14	0,83	4,19E-05			
15	0,82	4,16E-05			
17	0,8	4,11E-05			
20	0,78	3,88E-05			
22	0,77	3,71E-05			
25	0,75	3,58E-05			
27	0,71	3,92E-05			
30	0,695	3,74E-05			
35	0,66	3,64E-05			
40	0,63	3,52E-05			
45	0,59	3,55E-05			
50	0,55	3,59E-05			
55	0,51	3,64E-05			
60	0,48	3,60E-05			
70	0,43	3,50E-05			
80	0,395	3,33E-05			
90	0,35	3,28E-05			
- K est la perméabilité des sols (m/s) - H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m) - h est la hauteur du niveau d'eau à t (m) - L est la longueur de la fosse (m) - l est la largeur de la fosse (m)					
			$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec } C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$		
					
Perméabilité K (m/s)*					
3,76E-05					
135,34					

	RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)				E182
					VERSION 1 du 01/10/2011
					Processus AFFAIRES

ATTENTION : Au démarrage de l'essai : risque de saturation incomplète et à la fin de l'essai , risque de colmatage : c'est du ressort de l'Ingénieur de choisir les points à retenir pour le calcul de la perméabilité

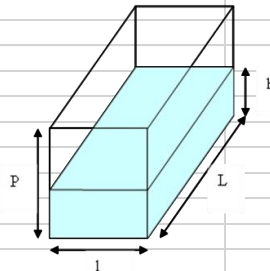
K (m/s)* :	Perméabilité à partir de l'origine des mesures		
K (m/s)** :	Perméabilité entre deux points de mesures		
Dossier :	LGEN.P.134-0001	Client :	HINES
Date de l'essai:	30/04/2025	Technicien :	JBR
Commune :	Paray-Vieille-Poste (91)	Dépouillement :	JBR

P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1,1	1,2	1,2	0,30	Fosse03

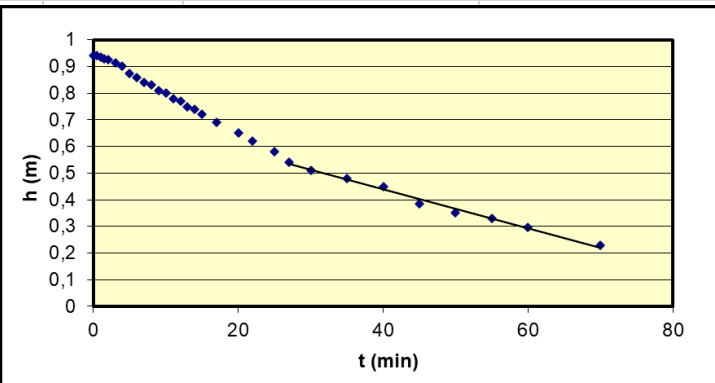
t (min)	h (m)	K (m/s)*
0	0,94	-
0,5	0,94	0,00E+00
1	0,935	2,02E-05
1,5	0,93	2,70E-05
2	0,925	3,04E-05
3	0,915	3,39E-05
4	0,9	4,10E-05
5	0,875	5,38E-05
6	0,86	5,56E-05
7	0,84	6,01E-05
8	0,83	5,81E-05
9	0,81	6,15E-05
10	0,8	5,99E-05
11	0,78	6,28E-05
12	0,77	6,14E-05
13	0,75	6,40E-05
14	0,74	6,28E-05
15	0,72	6,51E-05
17	0,69	6,62E-05
20	0,65	6,66E-05
22	0,62	6,78E-05
25	0,58	6,86E-05
27	0,54	7,21E-05
30	0,51	7,10E-05
35	0,48	6,62E-05
40	0,45	6,28E-05
45	0,385	6,59E-05
50	0,35	6,46E-05
55	0,33	6,16E-05
60	0,295	6,12E-05
70	0,23	6,07E-05
80	0,17	6,06E-05
90	0,13	5,88E-05

COUPE DE SOL

Nature du matériau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0,15
Limon brun marron	0,63
Remblai de construction argilo sableux+briques+béton	1,00

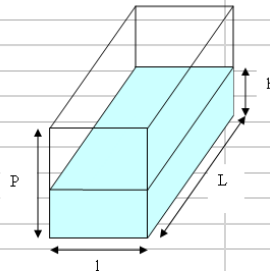
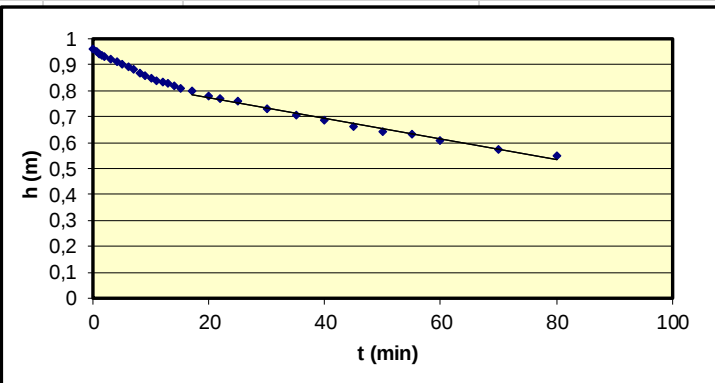


$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec } C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$$



- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)

Perméabilité K (m/s)*
6,41E-05
230,93

	RAPPORT D'ESSAI D'INFILTRATION DE TYPE ESSAI A LA FOSSE (niveau variable)		E182											
			VERSION 1 du 01/10/2011											
			Processus AFFAIRES											
ATTENTION : Au démarrage de l'essai : risque de saturation incomplète et à la fin de l'essai , risque de colmatage : c'est du ressort de l'Ingénieur de choisir les points à retenir pour le calcul de la perméabilité														
K (m/s)* :	Perméabilité à partir de l'origine des mesures													
K (m/s)** :	Perméabilité entre deux points de mesures													
Dossier :	LGEN.P.134-0001		Client :	HINES										
Date de l'essai:	29/04/2025		Technicien :	JBR										
Commune :	Paray-Vieille-Poste (91)		Dépouillement :	JBR										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 15%;">P (m)</th> <th style="width: 15%;">l (m)</th> <th style="width: 15%;">L(m)</th> <th style="width: 10%;">C</th> <th style="width: 45%;">Référence</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1,1</td> <td>1,1</td> <td>0,28</td> <td>Fosse04</td> </tr> </table>					P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence	1	1,1	1,1	0,28	Fosse04
P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence										
1	1,1	1,1	0,28	Fosse04										
t (min)	h (m)	K (m/s)*	COUPE DE SOL											
0	0,96	-	ms											
0,5	0,95	7,45E-05	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 60%;">Nature du matériau</th> <th style="width: 40%;">Profondeur/TN (m)</th> </tr> <tr> <td>Terre végétale</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>Limon brun marron</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>Remblai de construction argilo sableux+briques+béton</td> <td>1,00</td> </tr> </table>		Nature du matériau	Profondeur/TN (m)	Terre végétale	0,15	Limon brun marron	0,80	Remblai de construction argilo sableux+briques+béton	1,00		
Nature du matériau	Profondeur/TN (m)													
Terre végétale	0,15													
Limon brun marron	0,80													
Remblai de construction argilo sableux+briques+béton	1,00													
1	0,94	7,48E-05												
1,5	0,935	6,25E-05												
2	0,93	5,64E-05												
3	0,92	5,03E-05												
4	0,91	4,74E-05												
5	0,9	4,57E-05												
6	0,89	4,46E-05												
7	0,88	4,38E-05												
8	0,87	4,34E-05												
9	0,86	4,30E-05												
10	0,85	4,28E-05												
11	0,84	4,26E-05												
12	0,835	4,08E-05												
13	0,83	3,92E-05												
14	0,82	3,94E-05												
15	0,81	3,96E-05												
17	0,8	3,74E-05												
20	0,78	3,61E-05												
22	0,77	3,48E-05												
25	0,76	3,24E-05												
30	0,73	3,15E-05												
35	0,705	3,03E-05												
40	0,685	2,89E-05												
45	0,66	2,83E-05												
50	0,64	2,75E-05												
55	0,63	2,59E-05												
60	0,61	2,55E-05												
70	0,575	2,45E-05												
80	0,55	2,31E-05												
90	0,52	2,24E-05												
- K est la perméabilité des sols (m/s) - H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m) - h est la hauteur du niveau d'eau à t (m) - L est la longueur de la fosse (m) - l est la largeur de la fosse (m)			$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec } C = \frac{L \times l}{2 \times (L + l)}$											
Perméabilité K (m/s)*														
2,99E-05														
107,55														

ANNEXE 4 – PHOTOS DES ESSAIS

ESSAI A LA FOSSE N°1



ESSAI A LA FOSSE N°2



ESSAI A LA FOSSE N°3



ESSAI A LA FOSSE N°4

