



Base Aérienne 105 d'Evreux

Atelier de réparation et
d'entretien des aéronefs

ANNEXE 17 - TEST DE PERMEABILITE DES SOLS



Rapport n°R-BAM-1810-1b
Version de 26 novembre 2019
Version Enquête Publique



Fiche signalétique

Exploitant

Raison sociale :	Base Aérienne 105 - Commandant Viot
Adresse du siège social :	Route de Paris - 27037 Evreux
Représentant :	Colonel DESJARDINS David

Site

Raison sociale :	Base Aérienne 105 d'Evreux
Adresse du site :	Route de Paris - 27037 Evreux
Téléphone :	02.32.62.11.00
Projet :	Unité de Transport Aérien Franco-Allemande C-130J
Activité exercée :	Atelier de réparation et d'entretien des aéronefs
Interlocuteur en charge du suivi du dossier :	Mme KEOMANIVONG PAOLI Elisabeth Représentante de l'exploitant de la BA105 Chargée d'environnement 02.32.62.13.30 elisabeth.keomanivong-paoli@intradef.gouv.fr

Document

Référence :	R-BAM-1810-1
Titre du rapport	Annexe 17 - Test de perméabilité des sols

Numéro de version	Date	Nature des modifications
b	26/11/2019	Version "Enquête Publique"
a	14/05/2019	Version initiale

Bureau d'Etudes Conseil

Rédacteur(s)	Baudouin MAERTENS	Chef de projets NEODYME Breizh
Approbateur	Sylvain GRIAUD	Directeur adjoint NEODYME Breizh

© NEODYME

Seules sont autorisées les copies intégrales du présent rapport pour des fins prévues à la commande de l'étude. Toute reproduction intégrale ou partielle faite sans autorisation est illicite et constitue une contrefaçon.



Sommaire du rapport d'étude

1.	Contexte et méthodologie de l'étude	7
1.1.	Avant-Propos	7
1.2.	Perméabilité des sols	7
1.3.	Tests de perméabilité	7
1.4.	Méthodologie générale des Essais de PORCHET	8
2.	Tests d'infiltration dans les sols	9
2.1.	Equipe en charge de l'étude et localisation des tests	9
2.2.	Mise en place du chantier	9
2.3.	Réalisation des essais de Porchet.....	11
2.3.1.	Phase d'imbibition	11
2.3.2.	Phase de mesure	11
2.4.	Résultats des tests d'infiltration d'eau dans les sols	12
3.	Conclusion.....	15



Liste des tableaux

Tableau 1 : Représentation du coefficient de perméabilité k	7
Tableau 2 : Nom, Qualité, Domaines d'intervention des participants aux essais de perméabilité	9
Tableau 3 : Résultats de la phase de mesure des essais de PORCHET.....	12
Tableau 4 : Résultats des calculs de perméabilité des sols suite aux essais de PORCHET	13

Liste des figures

Figure 1 : Rapport entre la perméabilité d'un sol et sa texture.....	8
Figure 2 : Localisation de réalisation des essais de Porchet	9
Figure 3 : Illustrations des fosses préalables à la réalisation des essais de PORCHET	10
Figure 4 : Illustrations des trous creusés à la tarière en fond de fosses pour les essais de PORCHET.....	10
Figure 5 : Illustrations de la phase d'imbibition des sols préalable aux essais de PORCHET	11
Figure 6 : Illustrations de la phase de mesure des essais de PORCHET en cours	12



1. CONTEXTE ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

1.1. Avant-Propos

La perméabilité du sol est sa propriété « à transmettre » l'eau. Connaître la perméabilité d'un sol permet, notamment, à un aménageur d'envisager des solutions de gestion intégrée des eaux pluviales afin de réduire leurs rejets dans les réseaux d'assainissement et ainsi d'éviter le recours au « tout tuyau » par des méthodes alternatives d'infiltration « à la parcelle ».

Ainsi un sol qui offrirait la possibilité d'infiltrer une partie des eaux météorologiques qu'il reçoit pourrait permettre de stocker en vue d'infiltrer en totalité ou en partie les eaux pluviales dans le sol et ainsi éviter leur rejet vers des ouvrages anthropiques. Cette gestion à la parcelle est à envisager pour éviter les phénomènes d'engorgement des réseaux et des milieux superficiels déportés en bout de bassin versant pouvant être à l'origine d'inondation.

1.2. Perméabilité des sols

Une étude de la perméabilité des sols doit être envisagée dès lors qu'un projet vient modifier les conditions « naturelles » de gestion des eaux. Ceci est notamment le cas dans les projets qui sont à l'origine d'une imperméabilisation de surface.

Des études de perméabilité des sols sont également réalisées dans le cas spécifique de la mise en place d'un dispositif d'assainissement autonome, en l'absence d'assainissement collectif, pour s'assurer que le sol sera en capacité d'infiltrer les matières décantées en fin de processus.

1.3. Tests de perméabilité

Plusieurs types de tests normalisés ou non permettent de déterminer la perméabilité d'un sol et notamment les tests dits de MATSUO, les essais de PORCHET et / ou les essais de LEFRANC.

Dans le cas de l'étude, la méthode PORCHET a été retenue avec la particularité d'être réalisée en fond de fosses creusées préalablement. Cette technique a l'avantage :

- De réaliser des tests à plusieurs (3 en l'occurrence) profondeurs (3 fosses à des profondeurs variables).
- De réaliser des tests précis dans une cavité creusée à la tarière au fond de chacune de ces 3 fosses.

Ces essais ont pour objectif de déterminer k « le coefficient de perméabilité des sols » illustré de la façon suivante.

Tableau 1 : Représentation du coefficient de perméabilité k

k (en m/s)	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
-	Perméable \longrightarrow Imperméable								
Sol	Graviers		Sables		Limons			Argiles	



Le rapport entre la perméabilité et la texture du sol peut également être illustré de la façon suivante.

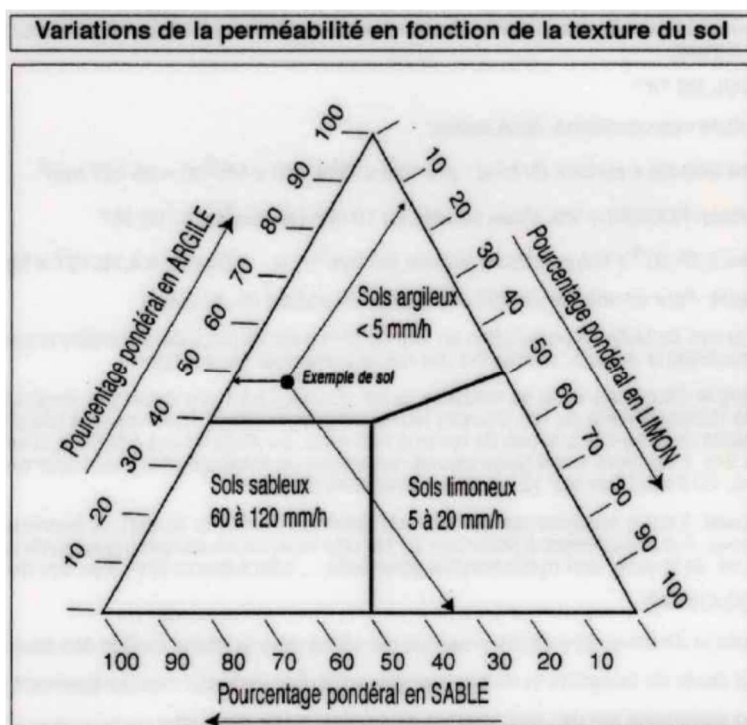


Figure 1 : Rapport entre la perméabilité d'un sol et sa texture

1.4. Méthodologie générale des Essais de PORCHET

Le test réalisé doit permettre de mesurer la conductivité hydraulique à saturation d'un sol, ou perméabilité, permettant ainsi de définir l'aptitude dudit sol à permettre l'infiltration de l'eau.

Le test consiste, de manière générale, à réaliser un (des) trou(s) dans le sol et à le(s) remplir d'eau claire durant une longue période. Le trou reste en eau pour y créer « un bulbe » saturé en eau autour du trou.

Une fois le niveau de saturation atteint, l'essai ou test de Porchet consiste à mesurer le volume d'eau nécessaire pour maintenir le niveau d'eau dans le trou durant la durée du test.

On détermine ainsi le coefficient K, soit la conductivité hydraulique à saturation, du sol calculé selon la loi de Darcy simplifiée car il est considéré que la colonne d'eau est soumise à un écoulement unidimensionnel dans un milieu homogène et isotrope (propriétés physiques constantes) et avec une pente négligeable.

Dans le cas de l'étude ces conditions de simplification de la loi de Darcy sont réputées réunies ainsi K est égal à :

$$K \text{ (en mm/h)} = \frac{\text{Volume d'eau introduit (en mm}^3\text{) x temps (en heure)}}{\text{Surface d'infiltration (en mm}^2\text{)}}$$

K aussi appelé coefficient de perméabilité représente donc une hauteur d'eau infiltrée par unité de temps.



2. TESTS D'INFILTRATION DANS LES SOLS

2.1. Equipe en charge de l'étude et localisation des tests

Des essais d'infiltration d'eau dans les sols ont été réalisés spécifiquement pour le projet d'Unité de Transport Aérien Franco-Allemande C-130J au sein de la Base Aérienne 105 d'Evreux.

Ces essais ont été réalisés par le Bureau d'Etudes spécialisé NEODYME et de sa filiale NEODYME Breizh sous la direction du responsable d'opération spécifiquement désigné pour cette mission, Mr MAERTENS Baudouin.

Tableau 2 : Nom, Qualité, Domaines d'intervention des participants aux essais de perméabilité

Rédacteurs	Niveaux d'intervention
Baudouin MAERTENS Ingénieur Génie industriel de l'environnement Bureau d'Études NEODYME Breizh	Responsable d'opération Technicien en charge des essais Rédacteur du rapport
Sylvain GRIAUD Ingénieur Génie industriel de l'environnement Directeur Adjoint du Bureau d'Études NEODYME Breizh	Relecteur / approbateur final

Ces essais ont été réalisés dans le secteur du projet à savoir au Sud-Ouest du périmètre merlonné de la Marguerite M2 (au jour des tests – octobre 2018) en concertation avec l'exploitant de la façon suivante.

« information non communicable » (cartographie trop précise).

Figure 2 : Localisation de réalisation des essais de Porchet

2.2. Mise en place du chantier

Trois fosses carrées de 1,10 m de côté ont été réalisées le jeudi 4 octobre 2018 par l'entreprise SITPO présente au sein de la Base Aérienne 105 d'Evreux pour y réaliser des travaux de réseaux à trois profondeurs différentes de - 0,50 m, - 1 m et - 1,50 m par rapport au niveau du sol.



Fosse de 0,50 m de profondeur



Fosse de 1 m de profondeur



Fosse de 1,50 m de profondeur

Figure 3 : Illustrations des fosses préalables à la réalisation des essais de PORCHET

La réalisation de tests de PORCHET à des profondeurs variables en fond de fosses ont pour but de déterminer, le cas échéant, des différences de perméabilité en fonction des éventuelles strates lithographiques en présence.

Une couche d'argile compacte a été mise en évidence à cette étape du chantier aux alentours de $-0,60$ m.

En fond de chacune de ces 3 fosses, un trou à la tarière à main de 15 cm de diamètre a été réalisé le mercredi 10 octobre 2018. Le cas échéant (cas des fosses de -1 m et $-1,5$ m) une scarification des parois de ce trou a été réalisée afin de minimiser l'effet de « lissage » des parois occasionné par la tarière en présence d'argile.



Trou en fond de fosse de 0,50 m de profondeur



Trou en fond de fosse de 1 m de profondeur



Trou en fond de fosse de 1,50 m de profondeur

Figure 4 : Illustrations des trous creusés à la tarière en fond de fosses pour les essais de PORCHET

Des trous ont été creusés en fond de chacune des 3 fosses de façon à y adapter le matériel des essais de PORCHET.



2.3. Réalisation des essais de Porchet

2.3.1. Phase d'imbibition

Chacun des trois trous creusés en fond des fosses a ensuite été mis en eau durant une longue période.



Phase d'imbibition des sols

Figure 5 : Illustrations de la phase d'imbibition des sols préalable aux essais de PORCHET

Cette phase d'imbibition des sols a permis de constater « un faible niveau » de perméabilité des sols, au regard de la relative constance du niveau d'eau.

En effet au niveau des trous n°1 et n°3 (fosses de – 0,50 m et de – 1,50 m) les niveaux d'eau se sont révélés stables dès 2 heures de mise en eau, indiquant une saturation « précoce » du sol. Durant la phase de maintien de l'imbibition des sols, après 2 h de mise en eau, le niveau d'eau dans ces trous n'a quasiment plus évolué.

Le sol au niveau du trou n°2 (fosse de – 1 m) a pour sa part continué à infiltrer l'eau au-delà de 2 h et jusqu'à la fin de la phase d'imbibition d'une durée supérieure à 3 h.

2.3.2. Phase de mesure

Au terme de la phase d'imbibition, le phase de mesure a débuté.

Cette phase consiste à relever le volume d'eau s'infiltrant par unité de temps. Pour cela un réservoir d'eau gradué est connecté au système d'infiltrométrie constitué d'un tube métallique et d'un flotteur, ce dernier agissant sur l'arrivée d'eau en fonction de sa descente sur un axe amovible.

Ainsi plus le flotteur descend plus il permettra de libérer de l'eau dans la colonne gravitaire composée du réservoir placé en hauteur et d'un tuyau qui les connectent entre eux.



Test de mesure en fond de fosse de
0,50 m de profondeur



Test de mesure en fond de fosse de
1 m de profondeur



Test de mesure en fond de fosse de
1,50 m de profondeur

Figure 6 : Illustrations de la phase de mesure des essais de PORCHET en cours

La quantité d'eau infiltrée au niveau du trou n°2 (- 1 m) a été plus importante que celle infiltrée au niveau des trous n°1 (- 0,50 m) et 3 (- 1,50 m), ce qui indique une plus grande perméabilité du sol au niveau de cette fosse n°2, en cohérence avec les constatations faites au cours de la phase d'imbibition.

2.4. Résultats des tests d'infiltration d'eau dans les sols

Les résultats de la phase de mesure des essais de PORCHET sont les suivants.

Tableau 3 : Résultats de la phase de mesure des essais de PORCHET

	Quantité d'eau infiltrée (cumul à partir de t0)			
	t0	t0 + 5 min	t0 + 10 min	t0 + 15 min
Trou n°1 (fond de fosse à - 0,50 m)	-	0,04 litre 40 000 mm ³	0,05 litre 50 000 mm ³	0,05 litre 50 000 mm ³
Trou n°2 (fond de fosse à - 1 m)	-	0,1 litre 100 000 mm ³	0,3 litre 300 000 mm ³	0,5 litre 500 000 mm ³
Trou n°3 (fond de fosse à - 1,50 m)	-	0,15 litre 150 000 mm ³	-	0,2 litre 200 000 mm ³



Comme cela a été proposé en méthodologie précédemment, le coefficient de perméabilité K représente une hauteur d'eau infiltrée par unité de temps ayant rapport avec 3 variables : le volume d'eau déterminé lors des essais de PORCHET, la surface d'absorption relative au « trou » creusé et la durée des essais.

La surface d'absorption est égale à la surface des parois latérales + la surface de fond soit dans le cas précis la surface offerte par un trou à la tarière de 15 cm de diamètre sur une profondeur de 15 cm, soit une surface d'absorption de 88 357 mm².

En ce qui concerne la durée des essais, chacun d'entre eux a été réalisé sur une durée de 15 min, soit 0,25 heure.

Au regard des résultats de la phase de mesure (volume absorbé par le sol) et des conditions dans lesquelles se sont déroulés les essais d'infiltration (surface d'absorption et durée des essais), le coefficient de perméabilité des sols « K » au droit de chacune des trois fosses est le suivant.

Tableau 4 : Résultats des calculs de perméabilité des sols suite aux essais de PORCHET

	Calcul de k
Trou n°1 (fond de fosse à – 0,50 m)	$K \text{ (en mm/h)} = \frac{50\,000 \times 4}{88\,357} = 2,3 \text{ mm/h}$
Trou n°2 (fond de fosse à – 1 m)	$K \text{ (en mm/h)} = \frac{500\,000 \times 4}{88\,357} = 22,6 \text{ mm/h}$
Trou n°3 (fond de fosse à – 1,50 m)	$K \text{ (en mm/h)} = \frac{200\,000 \times 4}{88\,357} = 9,1 \text{ mm/h}$



3. CONCLUSION

Les essais de PORCHET réalisés le mercredi 10 octobre 2018 ont pour objectif de déterminer la perméabilité des sols au niveau des terrains du projet d'Unité de Transport Aérien Franco-Allemande C-130J au sein de la Base Aérienne 105 d'Evreux et plus particulièrement au niveau de la Marguerite 2.

Les résultats de ces tests montrent, malgré la grande proximité des 3 stations au niveau desquelles ont été réalisés les tests, d'assez fortes variations de perméabilité des sols de 2,3 mm/h, 9,1 mm/h et 22,6 mm/h.

Au regard des constatations faites sur le terrain par l'opérateur en charge des tests, la valeur intermédiaire de 9,1 mm/h correspondant à la perméabilité d'un sol constitué de limons et d'argiles semble à retenir.

La valeur basse de 2,3 mm/h a été mesurée à une profondeur au niveau de laquelle se situe une couche d'argile (déterminée à vue à environ 60 cm de profondeur).

La valeur de 28 mm/h semble pour sa part surestimée par rapport au contexte local et peut correspondre à une anomalie au niveau du sol (cavité ou galerie à proximité naturelle ou liée à la Faune du sol).