



Base Aérienne 105 Evreux - Fauville

Communes de Fauville et
Gauciel - 27

Base Aérienne à usage militaire
- Transfert de la flotte aérienne
C-130H

Tests de perméabilité
des sols



Rapport n°R21089.a
Version du 26 janvier 2023



Fiche signalétique

Client

| | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Raison sociale : | Base Aérienne 105 - Commandant Viot |
| Adresse du siège social : | Route de Paris 27037 Evreux |
| Représentant : | Colonelle Solène Le Floch |

Site

| | |
|---|---|
| Raison sociale : | Base Aérienne 105 Evreux - Fauville |
| Adresse du site : | Route de Paris - 27037 Evreux |
| Communes du projet : | Fauville (27930) et Gauciel (27930) |
| Téléphone : | 02.76.57.51.05 |
| Activité du site : | Base Aérienne à usage militaire |
| Projet objet de la demande : | Transfert de la flotte aérienne C-130H |
| Interlocuteur en charge du suivi du dossier : | Conduite d'opération – ESID de Rennes : Mr Rémi LEPAGE ICDD - Conducteur d'opérations 07.81.59.05.56. remi.lepage@intradef.gouv.fr Représentant de l'utilisateur BA105 - BPEI : Mme KEOMANIVONG PAOLI Elisabeth Cheffe du BPEI de la BA105 02.76.57.40.33 elisabeth.gouault@intradef.gouv.fr |

Document

| | |
|------------------|---|
| Référence : | R21089 |
| Titre du rapport | Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale Annexe : Tests de perméabilité des sols |

Numéro de version

Date

Nature des modifications

a

26/01/2023

Version initiale

Bureau d'Etudes Conseil

Rédacteur(s)

Baudouin MAERTENS

Responsable de projet NEODYME Breizh

Approbateur

Sylvain GRIAUD

Directeur NEODYME Breizh

© NEODYME Breizh

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.



Contexte de l'étude

La Base Aérienne 105 Evreux - Fauville occupe une très grande superficie répartie sur les communes de Fauville, de Gauciel, de Huest, de Miserey, de Sassey et du Viel Evreux, dans le département de l'Eure (27), en périphérie Est d'Evreux.

Dans le cadre de la déflation de la flotte des aéronefs « C-160 - TRANSALL » sur cette BA105 et de la montée en puissance de l'A400M sur la Base Aérienne 123 d'Orléans, l'Armée de l'Air et de l'Espace (AAE) a initié un projet de Transfert de la flotte aérienne C-130H depuis la BA123 vers la BA105.

Ce transfert se justifie par le besoin d'une part, d'utiliser les infrastructures des C-130H de la BA123 d'Orléans pour le stockage d'équipements de configuration et le stationnement des équipements de servitudes pour A400M, et d'autre part, par la nécessité de rationaliser l'exploitation technico-opérationnelle de la flotte C-130H.

Ce transfert se traduit par la nécessité de réaliser de nouvelles infrastructures horizontales et verticales au sein la Base Aérienne 105 Evreux - Fauville.

Ces nouvelles infrastructures seront principalement implantées au niveau de la Marguerite 3 (M3) de la BA105, située dans sa partie Sud-Ouest, et entraîneront pour certaines d'entre elles une imperméabilisation des sols par du béton (voiries aéronautiques notamment), de l'enrobé (voiries routières notamment) ou encore par des bâtiments (toiture).

Dans ce cadre, la Base Aérienne 105 Evreux - Fauville assurera une gestion des eaux pluviales collectées sur les surfaces à imperméabiliser dans le cadre de ce projet.

A cet effet, la Base Aérienne 105 Evreux - Fauville souhaite connaître la capacité des sols à infiltrer les eaux de surface, nécessitant de déterminer leur perméabilité.

La Base Aérienne 105 Evreux - Fauville souhaite connaître la perméabilité des sols du secteur de la Marguerite M3 afin d'envisager le recours à l'infiltration des eaux pluviales collectées sur les surfaces à imperméabiliser dans le cadre du projet de Transfert de la flotte aérienne C-130H.



Sommaire

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Contexte et méthodologie de l'étude | 5 |
| 1.1. | Avant-Propos | 5 |
| 1.2. | Perméabilité des sols | 5 |
| 1.3. | Tests de perméabilité | 5 |
| 1.4. | Méthodologie générale des essais de Porchet..... | 6 |
| 2. | Tests de perméabilité des sols | 7 |
| 2.1. | Equipe en charge de l'étude et localisation des tests | 7 |
| 2.2. | Mise en place des essais | 8 |
| 2.3. | Réalisation des essais de Porchet..... | 9 |
| 2.3.1. | Réalisation des essais de Porchet : phase d'imbibition | 9 |
| 2.3.2. | Réalisation des essais de Porchet : phase de mesure | 10 |
| 2.3.3. | Résultats des tests d'infiltration d'eau dans les sols | 11 |
| 3. | Conclusion..... | 13 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Représentation du coefficient de perméabilité k..... | 5 |
| Tableau 2 : Nom, Qualité, Domaines d'intervention des participants aux essais de perméabilité | 7 |
| Tableau 3 : Coordonnées « moyennes » des essais de Porchet dans le secteur de la M3 (en Lambert II étendu) | 8 |
| Tableau 4 : Résultats de la phase de mesure des essais de Porchet | 11 |
| Tableau 5 : Résultats des calculs de perméabilité des sols suite aux essais de Porchet..... | 12 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Rapport entre la perméabilité d'un sol et sa texture..... | 6 |
| Figure 2 : Localisation de réalisation des essais de Porchet | 7 |
| Figure 3 : Illustrations (générale et détail) de la fosse initialement creusée..... | 8 |
| Figure 4 : Illustrations des trous creusés à la tarière pour les essais de Porchet (en eau lors de la phase d'imbibition) ... | 9 |
| Figure 5 : Illustrations de la phase de mesure des essais de Porchet | 10 |



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 est à envisager lorsqu'un projet vient modifier les conditions « naturelles » de gestion des eaux, notamment dans le cas des projets qui sont à l'origine d'une imperméabilisation de surface.

Une étude de perméabilité des sols est également réalisée 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 est 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. Cette technique a l'avantage :

- De réaliser des tests à plusieurs profondeurs.
- De réaliser des tests précis dans une cavité creusée à la tarière.

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  | | | | | | | | Imperméable |
| Sol | Graviers | | Sables | | Limons | | | Argiles | |



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

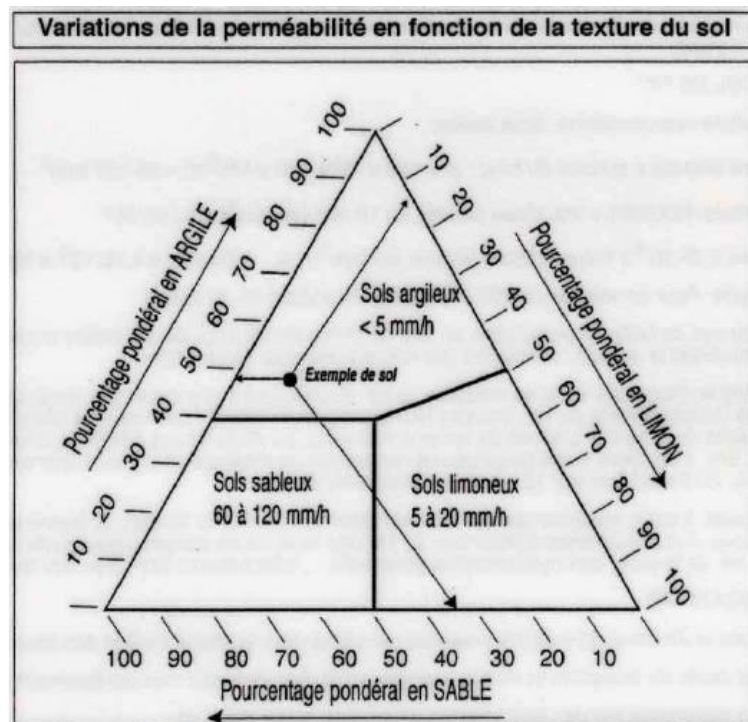


Figure 1 : Rapport entre la perméabilité d'un sol et sa texture

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 infiltrer 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 à son pourtour.

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 se calcule de la façon suivante :

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

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



2. TESTS DE PERMEABILITE DES SOLS

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

Les essais d'infiltration d'eau dans les sols, et donc de détermination de leur perméabilité, ont été réalisés par NEODYME Breizh, AMO sur la partie environnementale du projet, particulièrement par 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 de NEODYME Breizh | Relecteur / approbateur final |

Les essais ont été réalisés dans le secteur de la Marguerite M3, plus précisément en bordure extérieure Nord-Ouest de son périmètre actuellement merlonné (au jour des tests – janvier 2023). Ce secteur correspond au Nord de l'emplacement supposé du futur parking pour véhicules légers en concertation avec l'exploitant et son assistant en maîtrise d'ouvrage « réseaux » de la façon suivante.

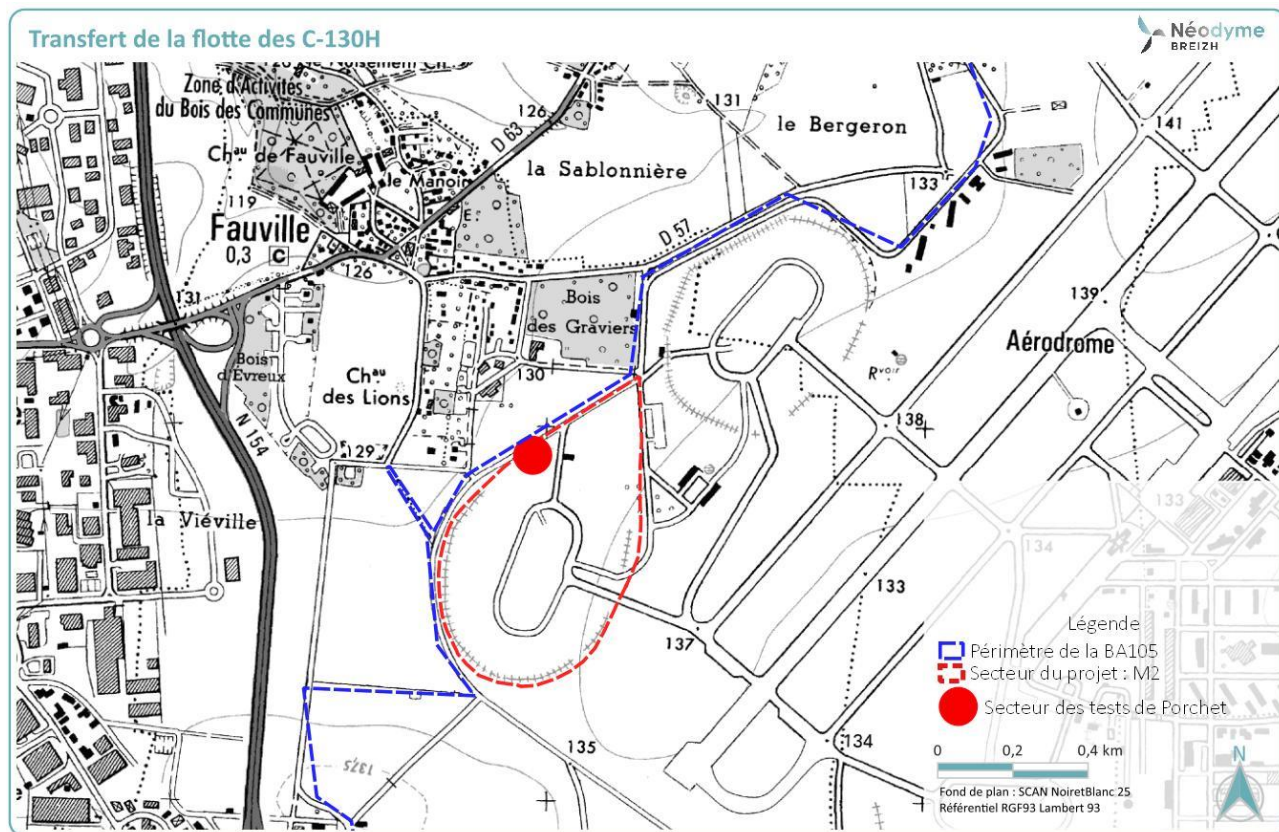


Figure 2 : Localisation de réalisation des essais de Porchet



Plus précisément, les essais selon la méthode de Porchet ont été réalisés à environ 2 m d'intervalles entre eux sur un secteur réputé homogène aux coordonnées suivantes (coordonnées « moyennes » des essais).

Tableau 3 : Coordonnées « moyennes » des essais de Porchet dans le secteur de la M3 (en Lambert II étendu)

| X en m | Y en m | Z en mNGF |
|---------|-----------|-----------|
| 516 869 | 2 448 162 | 133 |

2.2. Mise en place des essais

Initialement, une fosse carrée de 1 m x 1,5 m de côté et de 1 m de profondeur a été réalisée à la pelle mécanique afin de réaliser en fond de cette fosse un essai de Porchet à cette profondeur de – 1 m correspondant à la profondeur « supposée » de réalisation des noues d'infiltration du projet.



Figure 3 : Illustrations (générale et détail) de la fosse initialement creusée

La réalisation de cette fosse a permis de constater que les 80 premiers centimètres du sol se composent d'une couche d'argiles très dense et très compacte, et quasi saturée en eau (janvier 2023).

A la profondeur de cette fosse, aucun essai de Porchet n'a pu finalement être réalisé.

En effet une couche épaisse de silex caractérise cette profondeur sur ce secteur impénétrable à la tarière à main aux différents endroits sondés.

Aussi, trois trous à la tarière à main de 15 cm (à 20 cm) de diamètre ont été réalisés à des profondeurs variables de – 50 cm à – 75 cm sur ce même secteur afin de déterminer, le cas échéant, des différences de perméabilité en fonction de ces différentes profondeurs.

Aucune scarification des parois de ces trous n'a été nécessaire (absence de phénomène marqué de « lissage » des parois occasionné par la tarière).

Ces trois trous sont illustrés sur la triple figure suivante.



Figure 4 : Illustrations des trous creusés à la tarière pour les essais de Porchet (en eau lors de la phase d'imbibition)

Les trous creusés à la tarière à main répondent à la méthodologie du matériel d'infiltrométrie à charge constante SDEC utilisé pour les essais de Porchet.

2.3. Réalisation des essais de Porchet

Les essais de Porchet décrits dans le présent rapport ont été réalisés le 25 janvier 2023 dans des conditions de forte humidité, les sols étant réputés, après des semaines de pluviométrie plus ou moins importantes, quasi saturés en eau (fortement imbibés dans tous les cas).

2.3.1. Réalisation des essais de Porchet : phase d'imbibition

Chacun des trois trous creusés a été mis en eau durant une longue période s'écoulant de 8h45 à 12h00 soit une période de 3 à 4 heures telle que recommandée dans la méthodologie du matériel d'infiltrométrie à charge constante SDEC utilisé pour les essais de Porchet. Les trous en eau ont été illustrés sur la triple figure précédente.

Durant cette phase d'imbibition des sols, le niveau d'eau dans les trous a assez peu évolué, semblant indiquer en première approche une relative faible perméabilité des sols et / ou leur saturation en eau du fait des pluviométries récentes.

Dans les trous n°1 et n°3, creusés à – 0,50 m et à – 0,75 cm, les niveaux d'eau ont baissé faiblement mais de manière assez constante durant la phase d'imbibition, laissant la possibilité de réaliser un essai de Porchet.

Dans le trou n°2, creusé à – 0,50 m, le niveau d'eau n'a pas évolué durant les 4 heures de la phase d'imbibition restant quasi affleurant à la surface. Cette saturation « de fait » n'a pas permis la réalisation d'un essai de Porchet au niveau de ce trou n°2.

Ainsi deux essais de Porchet ont été réalisés par infiltrométrie à charge constante.



2.3.2. Réalisation des essais de Porchet : phase de mesure

Au terme de la phase d'imbibition, la phase de mesure a débuté pour les trous n°1 et 3 (la saturation en eau du trou n°2 dès la phase d'imbibition n'a pas permis de test sur ce trou comme précisé précédemment).

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.

La phase de mesure, aux niveaux des trous n°1 et 3, est illustrée sur la double figure suivante.



Figure 5 : Illustrations de la phase de mesure des essais de Porchet

La quantité d'eau infiltrée au cours des essais de Porchet a été plus importante dans le trou n°1 creusé à une plus faible profondeur (- 0,5 m) que dans le trou n°3 (- 0,75 m).

Cette quantité d'eau reste toutefois très faible dans un cas comme dans l'autre indiquant une faible perméabilité du sol, en cohérence avec les constatations faites au cours de la phase d'imbibition.

Ces quantités d'eau et les résultats des tests d'infiltration sont décrits dans le titre suivant.



2.3.3. 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 4 : 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 à – 0,50 m) | - | 0,05 litre 50 000 mm ³ | 0,10 litre 100 000 mm ³ | 0,15 litre 150 000 mm ³ |
| Trou n°2 (fond à – 0,50 m) | - | - | - | - |
| Trou n°3 (fond à – 0,75 m) | - | 0 litre 0 mm ³ | 0,05 litre 50 000 mm ³ | 0,05 litre 50 000 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 :

- Pour le trou n°1 : la surface du trou à la tarière de 15 cm de diamètre sur une profondeur de colonne d'eau de 15 cm (maintenue durant la durée du test), soit une surface d'absorption de 88 357 mm².
- Pour le trou n°3 : la surface du trou à la tarière de 20 cm de diamètre sur une profondeur de colonne d'eau de 15 cm (maintenue durant la durée du test), soit une surface d'absorption de 125 662 mm².

Notons que si la hauteur d'eau latérale de la colonne d'eau est constante (maintenue à 15 cm, soit 150 mm, du fond du trou par le flotteur de l'infiltromètre) il n'en n'est pas de même du diamètre du trou.

En effet, le diamètre du trou n°3 (20 cm soit 200 mm) est plus important que le diamètre de la tarière du fait de la difficulté de pénétration à la tarière dans le sol qui a conduit l'opérateur à forcer.

En ce qui concerne la durée des essais, chacun d'entre eux a été réalisé sur une durée de 15 min, soit un quart d'heure (1 heure / 4).



Au regard du volume d'eau absorbé par le sol durant la phase de mesure et des conditions dans lesquelles se sont déroulés les essais d'infiltration, à savoir la surface d'absorption et la durée des essais, le coefficient de perméabilité des sols « k » aux droits des trous n°1 et 3 est le suivant.

Tableau 5 : Résultats des calculs de perméabilité des sols suite aux essais de Porchet

| | Calcul de k | | |
|----------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------------|
| Trou n°1 (fond à – 0,50 m) | k (en mm/h) | $= \frac{150\,000 \times 4}{88\,357}$ | = 6,8 mm/h |
| Trou n°3 (fond à – 0,75 m) | k (en mm/h) | $= \frac{50\,000 \times 4}{125\,662}$ | = 1,6 mm/h |



3. CONCLUSION

Les essais de Porchet réalisés le 25 janvier 2023 ont pour objectif de déterminer la perméabilité des sols dans le secteur Nord-Ouest de la Marguerite M3 de la Base Aérienne 105 d'Evreux afin de déterminer leur aptitude à l'infiltration des eaux pluviales collectées sur les aires à imperméabiliser dans le cadre du projet de Transfert de la flotte aérienne C-130H.

Les résultats de ces tests montrent, une faible perméabilité des sols avec des coefficients k variant de 1,6 mm/h à 6,8 mm/h, et ce sans compter la station de mesure n°2 au niveau de laquelle aucun essai n'a été permis au regard de l'absence de baisse du niveau d'eau lors de la phase d'imbibition.

Cette faible perméabilité est la conséquence principale de la structure locale du sol composée d'argile compacte.

Notons deux choses.

Ces tests ont été réalisés lors de la période supposée « la plus humide » de l'année et donc sur des sols déjà saturés en grande partie en eau. La capacité des sols à infiltrer l'eau de surface lors de période plus sèche sera plus importante.

Aucune anomalie particulière des sols, notamment la présence de cavité ou de galerie à proximité (naturelle ou liée à la Faune du sol) n'a été constatée pour ces essais.

Les modalités de gestion des eaux pluviales du projet devront prendre en compte cette faible aptitude des sols à l'infiltration en ce qui concerne notamment le dimensionnement des noues prévues pour recueillir une partie des eaux du projet.

Notamment, leur aménagement pourra intégrer une sous-couche drainante remaniant ainsi les sols pour augmenter la capacité à l'infiltration et/ou intégrer un système permettant de collecter le surplus non infiltré vers l'exutoire existant de ce secteur.