

Annexe 1. Essais d'infiltration et piézométrie

HYDROGEOLOGIQUE

05/12/2022

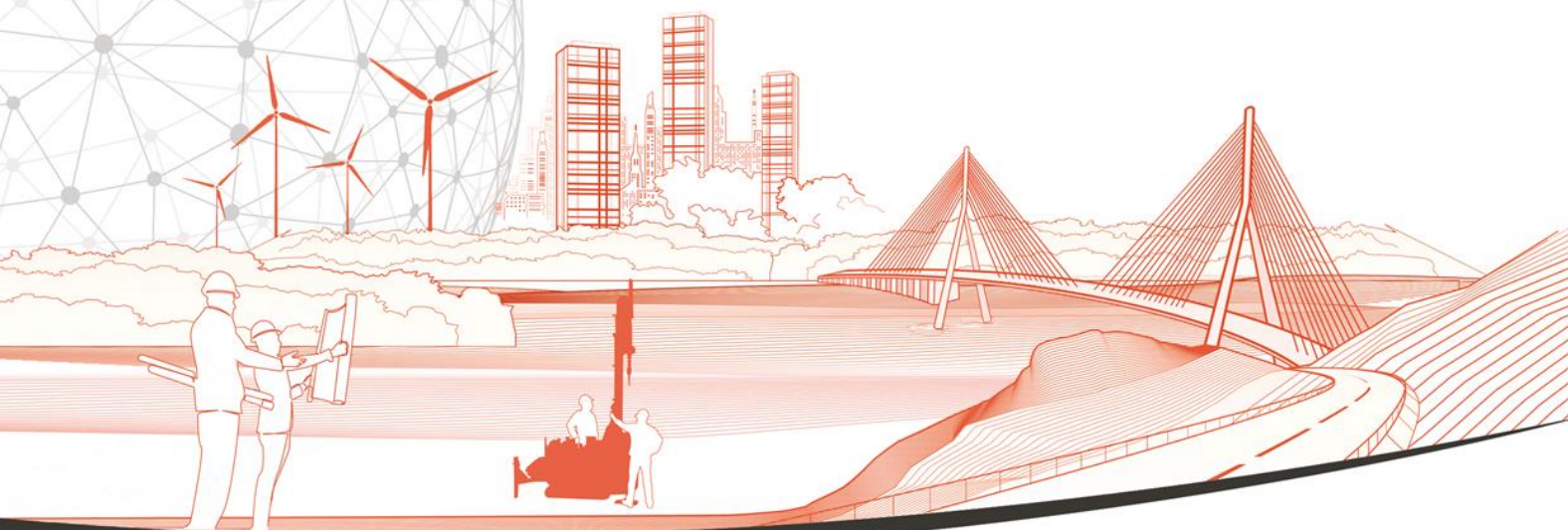
Cette annexe contient 32 pages.

HYDROGEOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,
chaussée et environnement.



SENS URBAIN



COMPTE RENDU FACTUEL GEOTECHNIQUE

Essais d'infiltration et piézométrie – Parc d'activité des Molières

Mission géotechnique G0

MIRAMAS (13)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.22.50223	1	05/12/2022	GCA	JSK	Première émission

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	3
1.1. MISSIONS.....	3
1.2. RÉFÉRENTIELS.....	3
1.3. DOCUMENTS FOURNIS.....	4
1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION	4
1.5. ANALYSES D'ÉTUDES GÉOTECHNIQUES EXISTANTES	5
2. CONTEXTE SITOLOGIQUE, GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE et SISMIQUE GENERAL.....	6
2.1. CONTEXTE SITOLOGIQUE	6
2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	7
2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	8
3. PROGRAMME DES PRETATIONS GEOTECHNIQUES	9
3.1. INVESTIGATION REALISEES.....	9
3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE.....	9
3.3. RESULTATS DES ESSAIS D'INFILTRATION	10
3.4. SUIVI DES PIEZOMETRES INSTALLES.....	10
ANNEXES	12
ANNEXE 1 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES.....	13
ANNEXE 2 COUPES DES SONDAGES DESTRUCTIFS	14
ANNEXE 3 RESULTATS DES ESSAIS D'INFILTRATION	15
ANNEXE 4 MISSIONS GÉOTECHNIQUES.....	16

1. INTRODUCTION

1.1. MISSIONS

À la demande et pour le compte de **SENS URBAIN**, la Direction Régionale PACA du Bureau d'Études **HYDROGÉOTECHNIQUE SUD-EST** a été chargée de la réalisation de sondages et d'essais dans le cadre d'un projet d'aménagement du parc d'activité des Molières sur la commune de **MIRAMAS (13)**.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la norme NF P 94-500 des missions type d'ingénierie géotechnique de l'AFNOR-USG (en date de novembre 2013), qui suivent les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet, à savoir :

- **Article 6 : Investigations géotechniques**

Les hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport s'entendent sous réserve de la stricte application de cette norme et plus généralement de l'ensemble des normes et règlements en vigueur.

Ce rapport a été rédigé par **Geoffrey CADRAN, ingénieur géotechnicien**, vérifié par **Jean-Sébastien KUHN, Ingénieur géotechnicien**.

Les objectifs de cette étude sont :

- Fournir un compte-rendu factuel des différents essais (procès-verbaux joints en annexe).

Limites de cette étude :

- La présence notamment de risque d'amiante anthropique dans les remblais n'a pas été étudiée.
- Le caractère de cette étude est strictement de type géotechnique. Les aspects liés à la recherche de pollution éventuelle ou à la caractérisation des ouvrages enterrés et des incidences des vestiges et fouilles archéologiques sont exclus. Notre mission n'intègre pas l'étude des dispositifs d'assainissement ni l'étude de la possibilité d'infiltration des eaux pluviales.
- La présente étude peut présenter des contradictions avec les résultats de missions complémentaires (recherche de pollution notamment). Il appartiendra au Maître d'Œuvre de mettre en cohérence ces éléments, si nécessaire, à la réception des études.

1.2. RÉFÉRENTIELS

La campagne de sondages, ainsi que notre étude suivent les normes et documents français et plus particulièrement :

- Normes relatives aux essais in situ,

1.3. DOCUMENTS FOURNIS

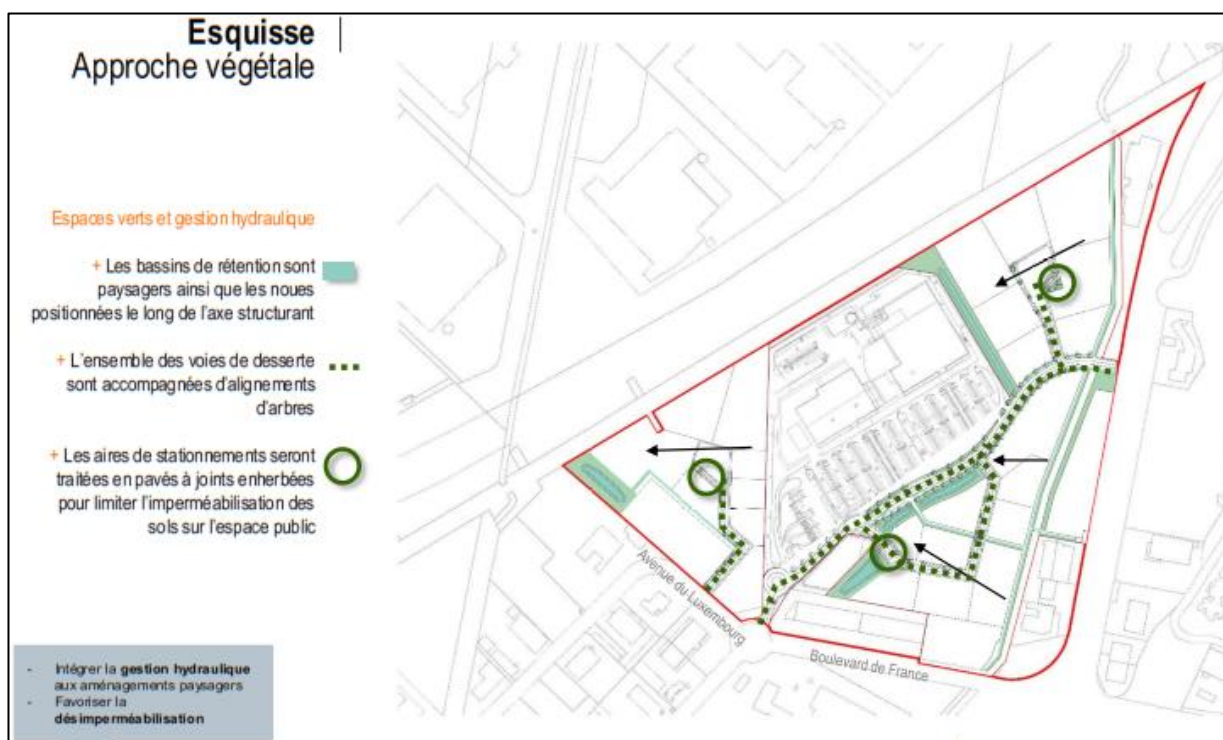
Pour mener à bien notre mission, les documents suivants nous ont été fournis par SENS URBAIN :

- Esquisse – approche végétale,
- Dossier de consultation – études de sol (hydraulique)
- Esquisse – détail de la programmation.

1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION

Le projet vise à viabiliser des terrains au droit du parc d'activité des Molières dans le but de générer une activité économique de type artisanal et de petite industrie. Les lots seront d'une superficie de 1000 à 5000m².

Concernant la gestion des eaux pluviales, il est prévu la réalisation de bassins de rétention à 1.5m de profondeur répartis sur la parcelle.



Esquisse – Approche végétale

1.5. ANALYSES D'ÉTUDES GÉOTECHNIQUES EXISTANTES

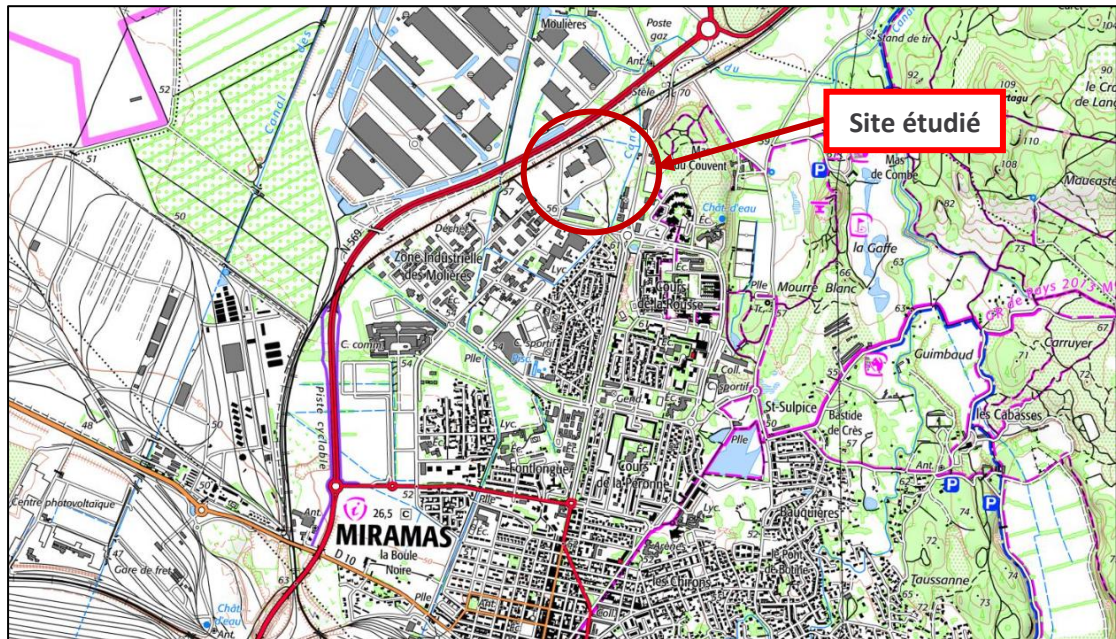
Tout changement d'implantation ou d'importance du projet par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport doivent nous être communiqués et recevoir notre accord par écrit et faire l'objet d'une mission spécifique complémentaire. Ces changements peuvent modifier les conclusions de notre étude.

Cette étude a été réalisée au mois de Novembre 2022. Nous attirons l'attention sur le fait qu'un certain nombre de paramètres peuvent évoluer dans la durée (environnement notamment). Au-delà d'un délai de 1 an, nous recommandons fortement une actualisation de nos conclusions.

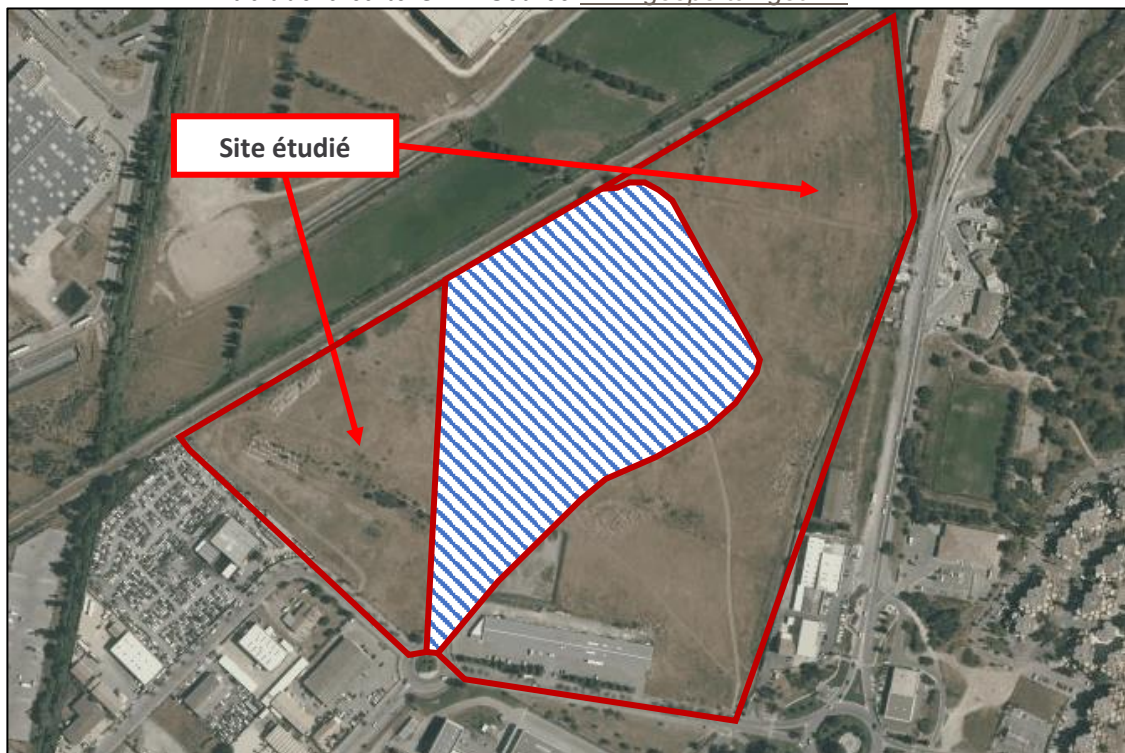
2. CONTEXTE SITOLOGIQUE, GEOLOGIQUE, HYDROGEOLOGIQUE ET SISMIQUE GENERAL

2.1. CONTEXTE SITOLOGIQUE

Le site est localisé avenue du Luxembourg sur le parc d'activité des Molières de Miramas (13). La parcelle est enherbée et occupée en son centre par des commerces. Le terrain est globalement plat aux alentours des cotes 56 et 57m NGF.



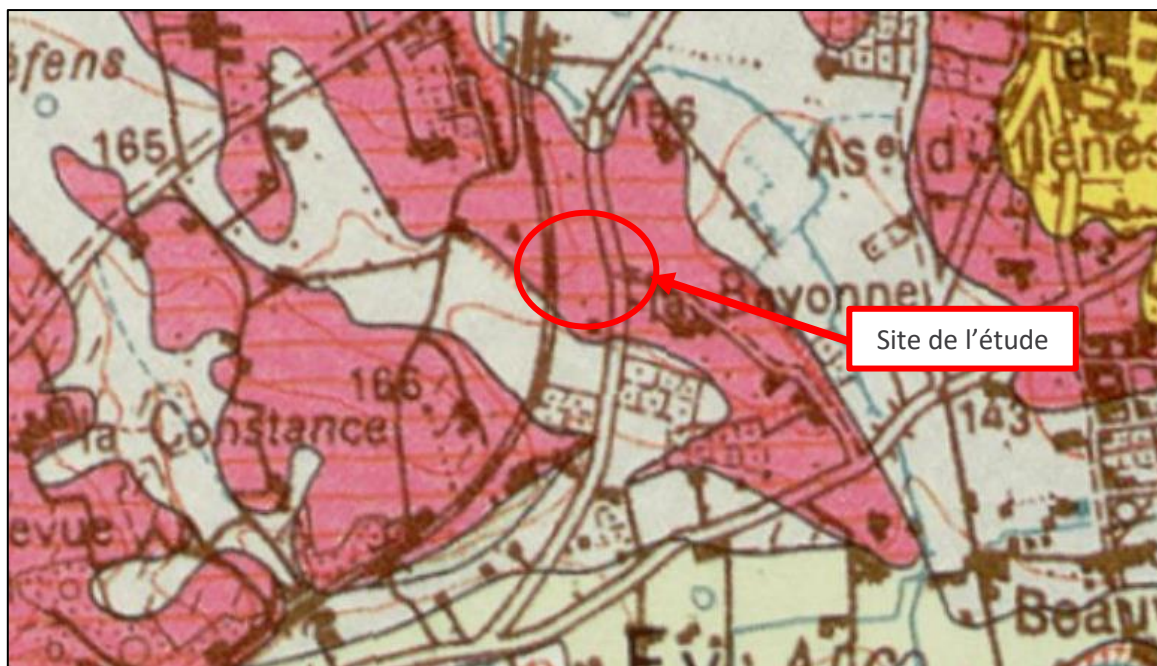
Extrait de la carte GIN - Source www.geoportail.gouv.fr



Vue aérienne du secteur – Source www.geoportail.gouv.fr

2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique de EYGUIERES à l'échelle 1/50000e, la lithologie devrait être la suivante :



Extrait de la carte géologique de Eyguieres : [Source www.Infoterre.fr](http://www.infoterre.fr)

- Limon sableux pouvant comporter quelques galets,
- Galets et cailloutis à matrice cimentée (formation alluviale des galets de la Crau)

D'après la base de données du BRGM (infoterre.fr) un sondage a été réalisé au droit du site et nous présentons ci-après la lithologie relevée :



Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
3.00	Colluvions		Terre caillouteuse.	Holocène	53.00
6.50 7.00	Fy		Cailloutis dans matrice sableuse. Crau de Miramas. Sable jaunâtre et quelques cailloutis.	Würm	49.50 49.00
11.00			Cailloutis et matrice sableuse.		45.00
13.00			Matériel marneux jaunâtre. Molasse calcaire jaune. Apparition d'eau vers 13m (estimation débit vers 16m : 2 à 3m3/h)		43.00
17.00			Molasse calcaire jaune sombre. Accroissement très net du débit (estimation air-lift : 12-15m3/h).		39.00
19.00	Calcaires coquilliers et sableux de Sulauze		Molasse calcaire jaune clair. Débit très élevé.	Langhien à Tortonien	37.00
25.00					31.00

On constate une couche superficielle de colluvions limoneuses jusque 3.0m de profondeur surmontant la formation alluviale des Galets de la Crau. A 11m de profondeur, on constate la présence de la formation des calcaires et Molasse du Vindobonien.

2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Compte tenu du contexte sitologique et géologique, il est probable que des circulations d'eau puissent s'établir :

- En surface au sein des possibles remblais,
- Sous forme de nappes de stagnation dans les poches perméables ou fracturées,
- A la faveur de la perméabilité des différentes couches de sol,
- Sous forme de nappe alluviale dans les cailloutis de Crau.

3. PROGRAMME DES PRETATIONS GEOTECHNIQUES

3.1. INVESTIGATION REALISEES

Conformément au cahier des charges, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes les 14/11/22 et 16/11/22 :

- **4 forages de reconnaissance géologique de type destructif notés SD1 à SD4 réalisés entre 6m (x3) et 12m (x1) de profondeur, en diamètre 90 mm les outils étant adaptés aux types de terrains.**
 - 4 d'entre eux ont été équipés en piézomètres 52/60mm suivant la norme NF94.157-1 jusqu'à leur base.

	SD1	SD2	SD3	SD4
Profondeur (m)	12	7.0	6.7	6.5
Tubage piézométrique plein 52/60mm (m)	0->1.5	0->2.0	0->2.0	0->2.0
Tubage piézométrique crépiné 52/60mm (m)	1.5->10.5	2.0->6.0	2.0->6.0	2.0->6.0

- **7 essais d'infiltration de type Matsuo notés MA1 à MA7 réalisés dans des trous réalisés à la pelle mécanique à une profondeur de 1.5m.**
- **Le suivi manuel des 4 piézomètres de Novembre 2022 à Juin 2023 (1 mesure par mois).**

Les résultats du suivi seront incorporés au présent rapport en Juin 2023.

Difficultés rencontrées : Le piézomètre SD1 devait être posé à 12m de profondeur, mais des difficultés pour placer le tubage piézométrique ont été rencontrées aux alentours de 10.5m de profondeur. Ces difficultés peuvent être attribuées à la présence du niveau de nappe au sein de poches sableuses amenant du sable au sein du tubage provisoire bloquant ainsi la descente du tubage piézométrique à 12m de profondeur.

3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE

Les coordonnées des têtes de sondages sont prises par rapport au terrain naturel les jours de nos interventions soit le 14/11/22 et le 16/11/22.

3.3. RESULTATS DES ESSAIS D'INFILTRATION

Un total de 7 essais d'infiltration a été réalisés au sein des horizons superficiels. Les essais réalisés intéressent la frange de limon sableux à galets. Les profondeurs ont été choisis en fonction du toit de la couche de galets à matrice sableuse empêchant tout terrassement plus profond.

	Couche testée	Dimension de la fouille l x l x h (m)	Perméabilité m.s ⁻¹
MA1	Limon sableux à galets	0.8x0.4x0.25	8.10 ⁻⁶
MA2		1.0x0.4x0.3	2.10 ⁻⁵
MA3		1.6x0.7x1.1	2.10 ⁻⁵
MA4		1.6x0.7x0.9	5.10 ⁻⁵
MA5		1.6x0.7x0.6	2.10 ⁻⁵
MA6		1.6x0.5x0.7	3.10 ⁻⁵
MA7		1.6x0.7x0.8	2.10 ⁻⁵

Les essais réalisés indiquent une perméabilité de l'ordre de 10⁻⁵ à 10⁻⁶ m.s⁻¹.

Remarque : Il existe dans le sol des différences de perméabilité verticales et horizontales (discontinuités) qui peuvent influencer les valeurs réelles de perméabilité ainsi que des facteurs d'échelle liés à la taille des ouvrages d'infiltration. Les valeurs indiquées devront alors être utilisées avec prudence.

3.4. SUIVI DES PIEZOMETRES INSTALLES

Nous avons installé 4 piézomètres sur le site entre 6m et 10.5m de profondeur. Nous avons repéré un ancien piézomètre dont la localisation est indiquée sur le plan d'implantation.

Les relevés seront renseignés à l'issue du suivi, ci-dessous est présenté le premier relevé de Novembre 2022 :

	Nov 22	Dec 22	Jan 23	Fev 23	Mar 23	Avr 23	Mai 23	Jui 23
PZ1	7.5							
PZ2	sec							
PZ3	sec							
PZ4	sec							
PZ existant	6.7							

Notre mission se termine à la remise du présent rapport sauf demandes de renseignements complémentaires entrant dans le cadre de la présente mission.

Nous restons à la disposition de **SENS URBAIN**, et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par le chargé d'étude : Geoffrey CADRAN	Vérifié par l'ingénieur soussigné : Jean Sébastien KUHN
--	---

Notre mission se termine à la remise du présent rapport sauf demandes de renseignements complémentaires entrant dans le cadre de la présente mission.

Nous restons à la disposition de **SENS URBAIN**, et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par le chargé d'étude : Geoffrey CADRAN 	Vérifié par l'ingénieur soussigné : Jean Sébastien KUHN 
---	---

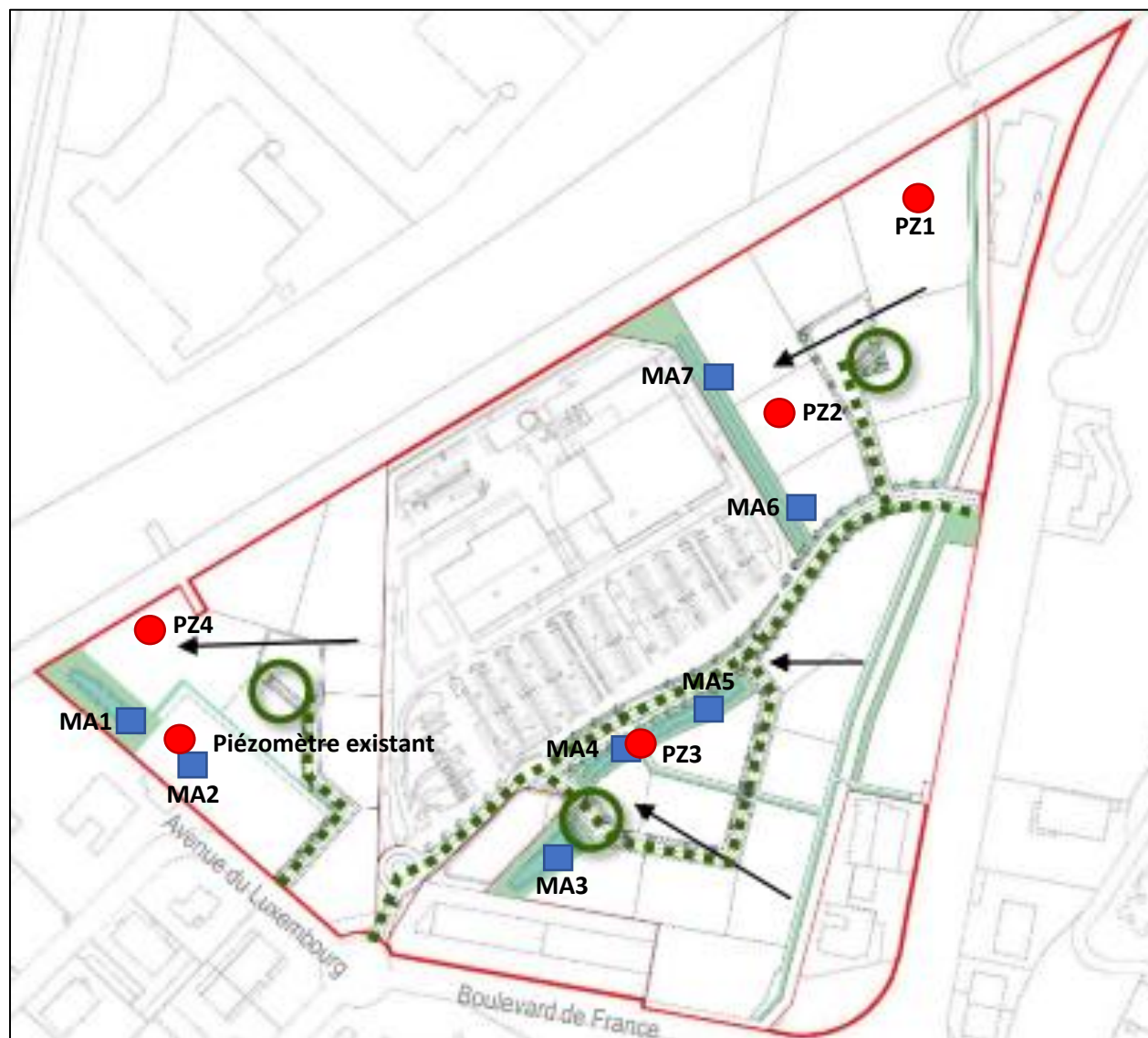
ANNEXES



ANNEXE 1

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

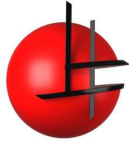


Légende :

-  Essai d'infiltration de type MATSUO
-  Piézomètre

ANNEXE 2

COUPES DES SONDAGES DESTRUCTIFS



HYDROGEOTECHNIQUE

SENS URBAIN
Essais d'infiltration et piézométrie
MIRAMAS (13)

N° dossier C.22.50223

Date : 16/11/2022

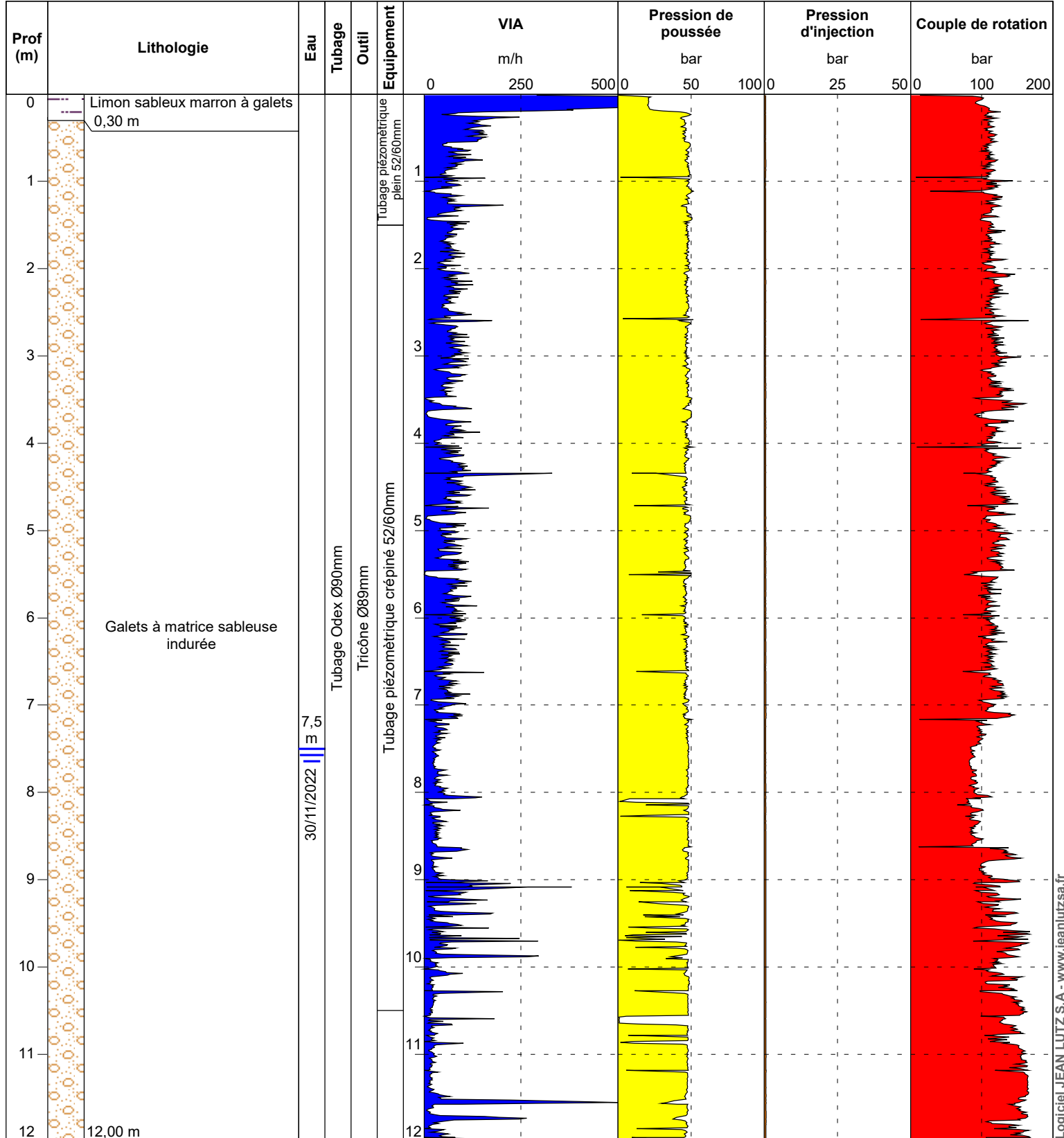
Machine : H750

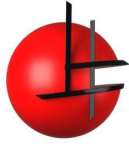
Profondeur : 0,00 - 12,00 m

1/60

Sondage destructif : SD1

EXGTE B3.21.2/LB2GEO107FR





HYDROGEOTECHNIQUE

SENS URBAIN
Essais d'infiltration et piézométrie
MIRAMAS (13)

N° dossier C.22.50223

Date : 16/11/2022

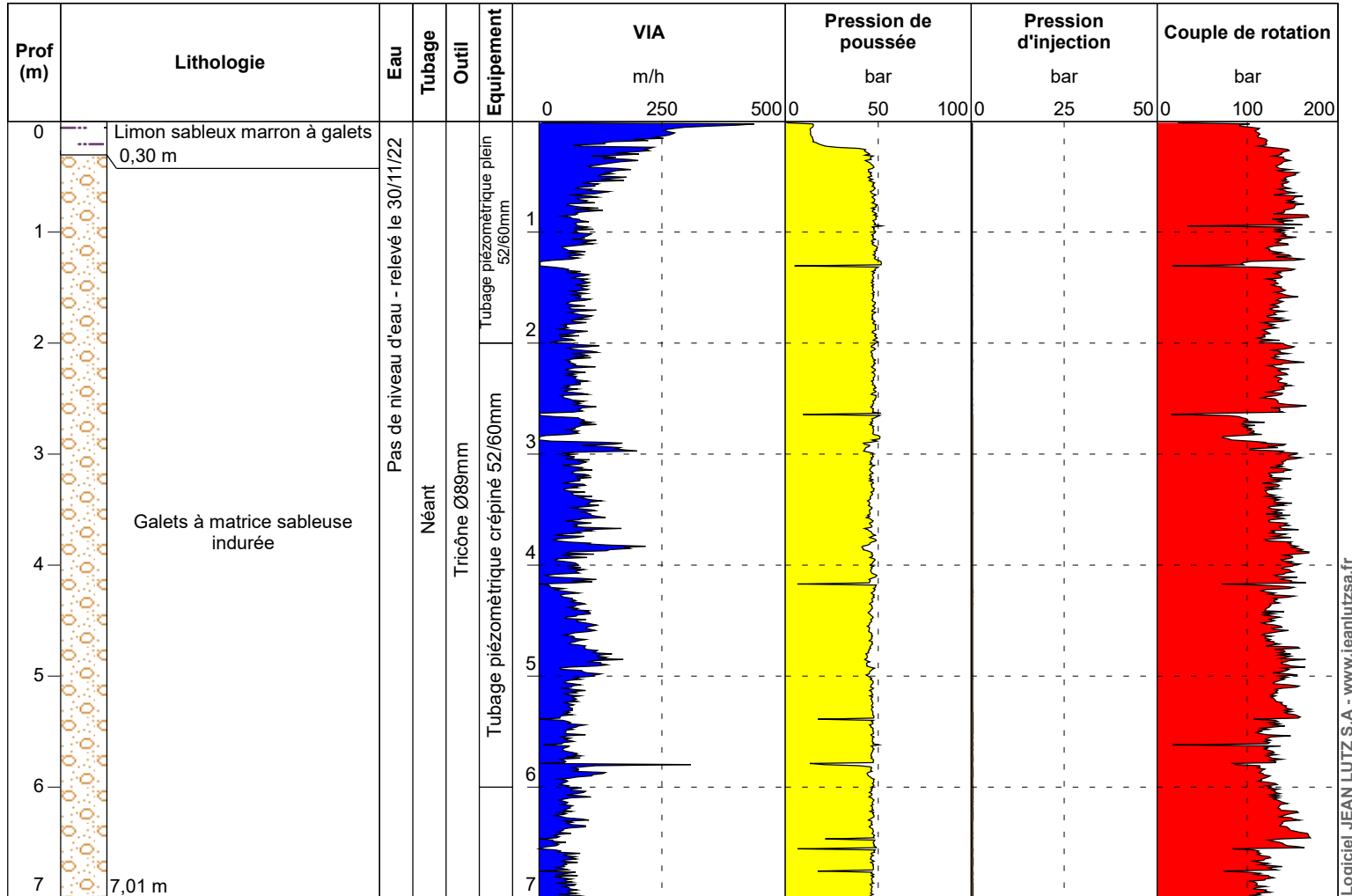
Machine : H750

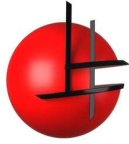
Profondeur : 0,00 - 7,01 m

1/60

Sondage destructif : SD2

EXGTE B3.21.2/LB2GEO107FR





HYDROGEOTECHNIQUE

SENS URBAIN
Essais d'infiltration et piézométrie
MIRAMAS (13)

N° dossier C.22.50223

Date : 16/11/2022

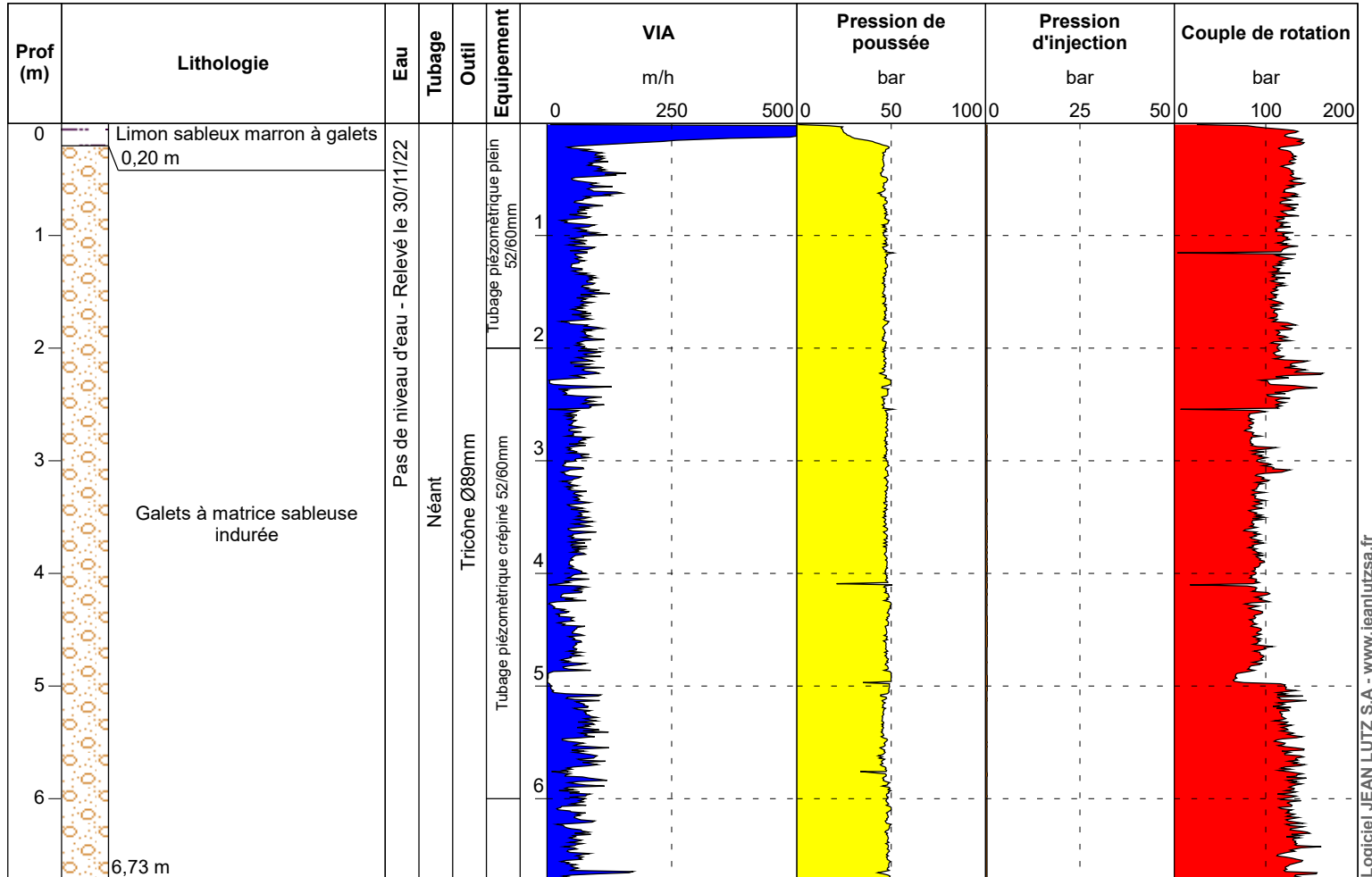
Machine : H750

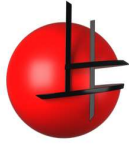
Profondeur : 0,00 - 6,73 m

1/60

Sondage destructif : SD3

EXGTE B3.21.2/LB2GEO107FR





HYDROGÉOTECHNIQUE

SENS URBAIN
Essais d'infiltration et piézométrie
MIRAMAS (13)

N° dossier C.22.50223

Date : 16/11/2022

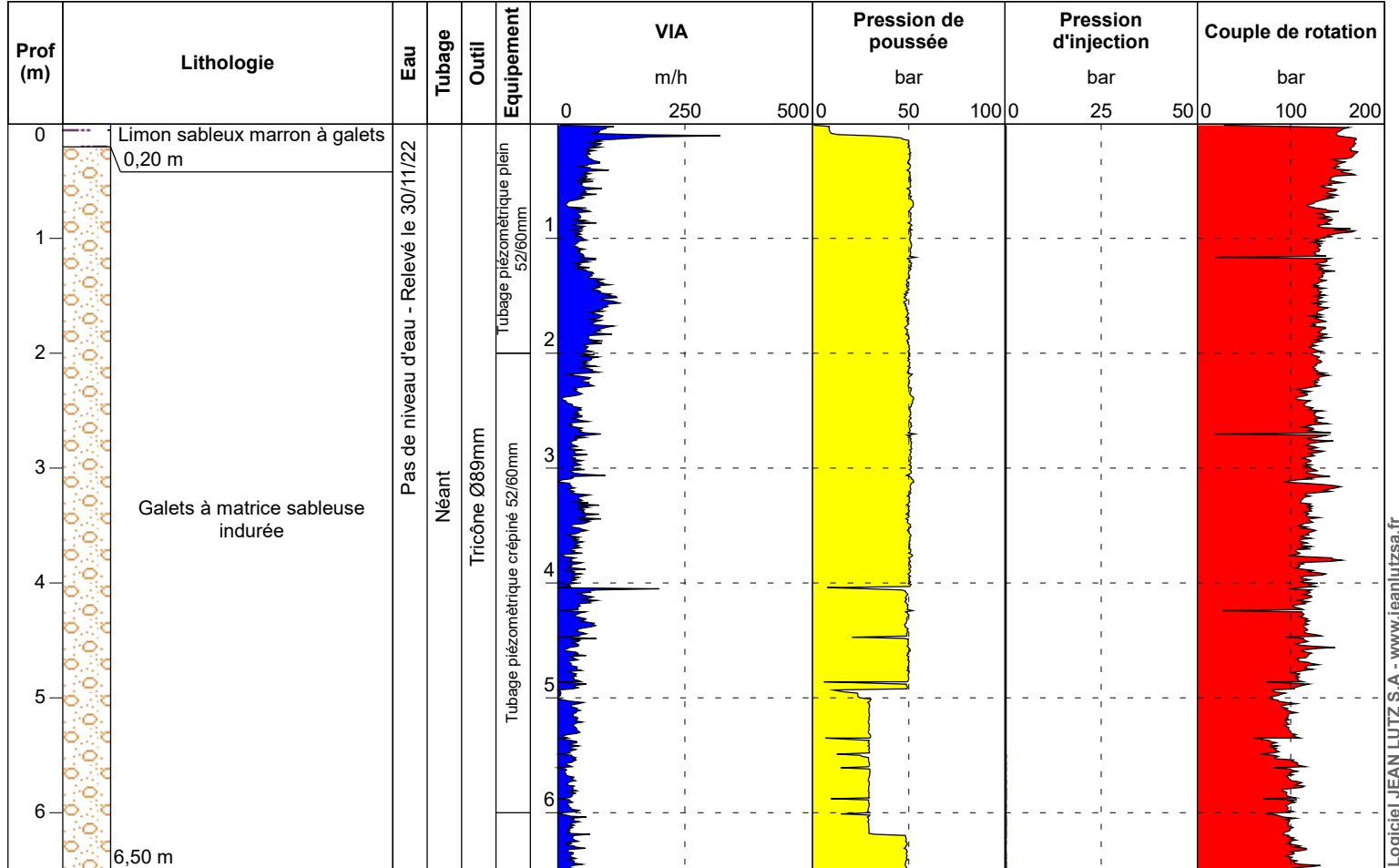
Machine : H750

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

1/60

Sondage destructif : SD4

EXGTE B3.21.2/LB2GEO107FR



ANNEXE 3

RESULTATS DES ESSAIS D'INFILTRATION



**GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE**

Essai de perméabilité à l'eau en fouille de type MATSUO

(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Dossier : **C.22.50223**

Chantier : **Miramas**

Date : **14/11/2022**

Lithologie **Galets à matrice sablo-limoneuse marron**

Sondage :

MA1

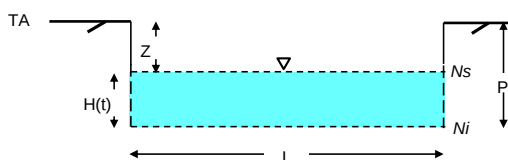
Profondeur d'essai :

de (N_s = Niveau supérieur) : 0,05 m /TA

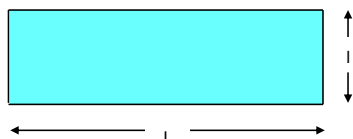
à (N_i = Niveau inférieur) : 0,25 m /TA

(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe



Vue en plan



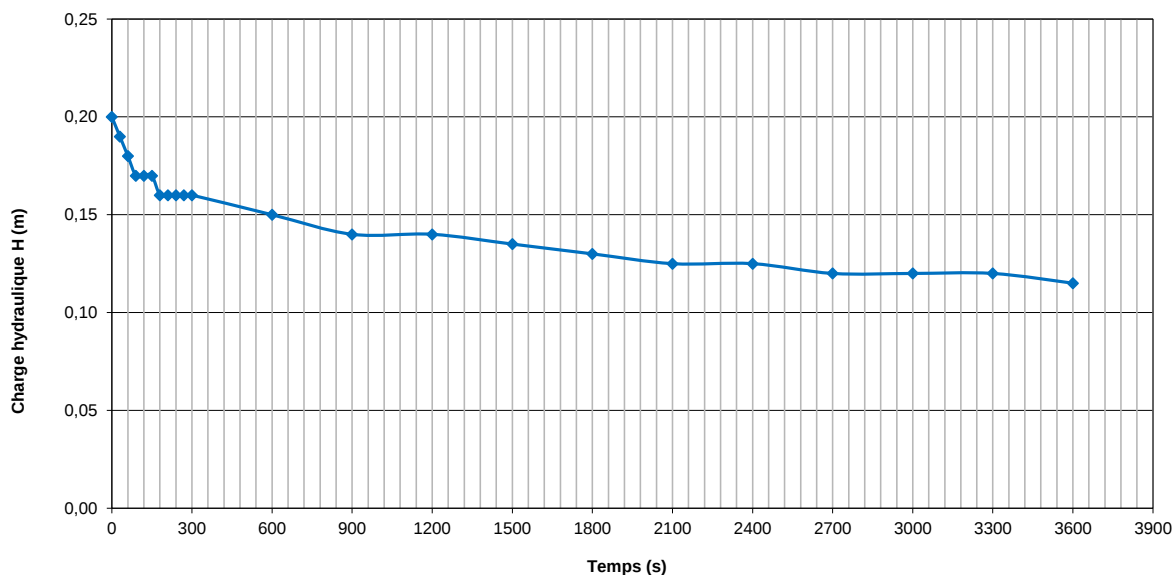
Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	0,200	0,000	
30	0,190	0,010	
60	0,180	0,010	
90	0,170	0,010	
120	0,170	0,000	
150	0,170	0,000	
180	0,160	0,010	
210	0,160	0,000	
240	0,160	0,000	
270	0,160	0,000	
300	0,160	0,000	
600	0,150	0,010	
900	0,140	0,010	
1200	0,140	0,000	
1500	0,135	0,005	
1800	0,130	0,005	
2100	0,125	0,005	
2400	0,125	0,000	
2700	0,120	0,005	
3000	0,120	0,000	
3300	0,120	0,000	
3600	0,115	0,005	

L = Longueur de la fouille (en m) = 0,80

l = Largeur de la fouille (en m) = 0,40

P = Profondeur de la fouille / TA (en m) = 0,25

H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) = 0,20



k = 8E-06 m.s⁻¹



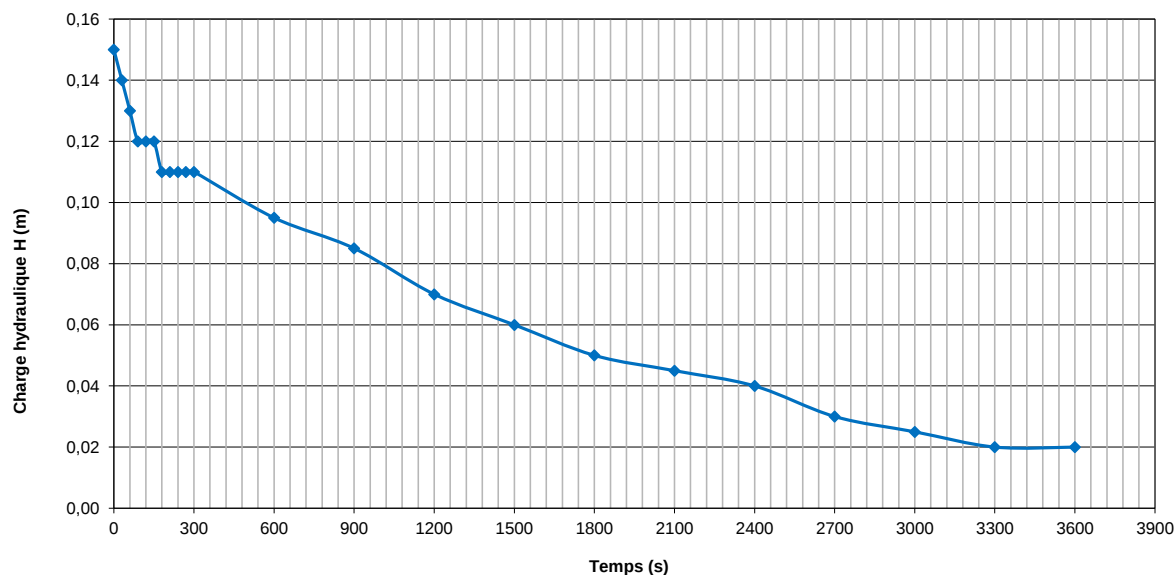
(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Lithologie Galets à matrice sablo-limoneuse marron

(TA = Terrain Actuel)

A diagram of a rectangle with a light blue fill and a black border. Below the rectangle, a horizontal double-headed arrow indicates the length. To the right of the rectangle, a vertical double-headed arrow indicates the width.

$H(t(0))$ = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,15
---	------



$$k = 2\text{E-}05 \text{ m.s}^{-1}$$



GROUPE HYDROGEOTECHNIQUE

Essai de perméabilité à l'eau en fouille de type MATSUO

(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Dossier : C.22.50223

Chantier : Miramas

Date : 14/11/2022

Lithologie Galets à matrice sablo-limoneuse marron

Sondage :

MA3

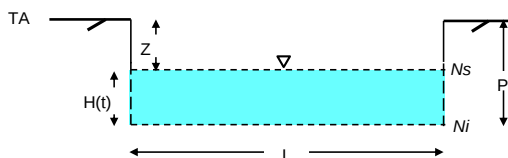
Profondeur d'essai :

de (N_s = Niveau supérieur) : 0,73 m /TA

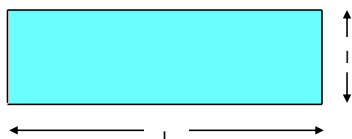
à (N_i = Niveau inférieur) : 1,10 m /TA

(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe



Vue en plan



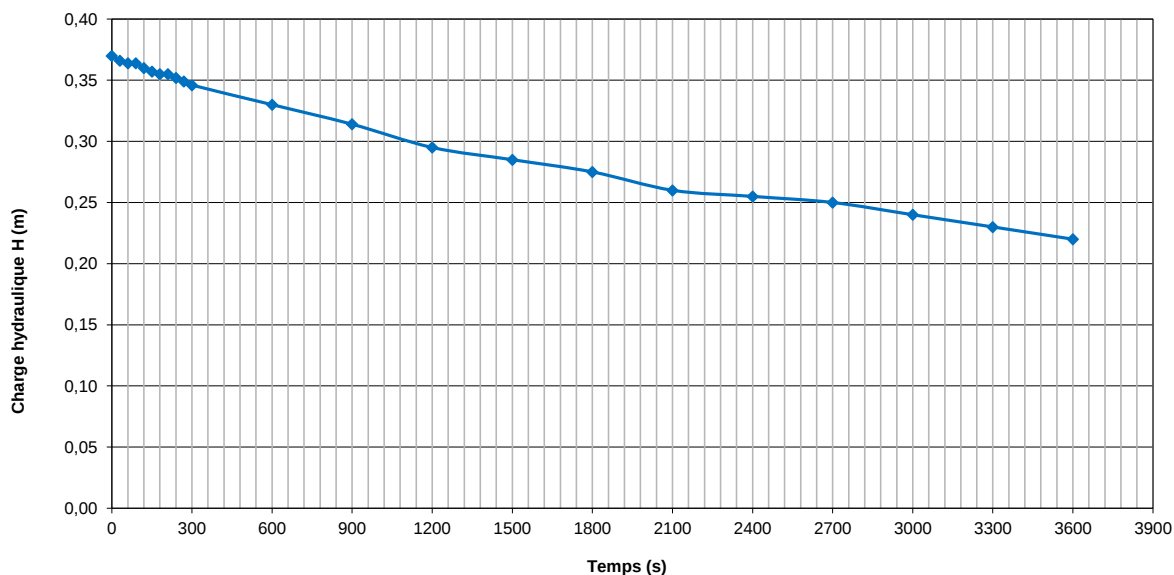
Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	0,370	0,000	
30	0,366	0,004	
60	0,364	0,002	
90	0,364	0,000	
120	0,360	0,004	
150	0,357	0,003	
180	0,355	0,002	
210	0,355	0,000	
240	0,352	0,003	
270	0,349	0,003	
300	0,346	0,003	
600	0,330	0,016	
900	0,314	0,016	
1200	0,295	0,019	
1500	0,285	0,010	
1800	0,275	0,010	
2100	0,260	0,015	
2400	0,255	0,005	
2700	0,250	0,005	
3000	0,240	0,010	
3300	0,230	0,010	
3600	0,220	0,010	

L = Longueur de la fouille (en m) = 1,60

I = Largeur de la fouille (en m) = 0,70

P = Profondeur de la fouille / TA (en m) = 1,10

H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) = 0,37



$$k = 2E-05 \text{ m.s}^{-1}$$



(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Lithologie Galets à matrice sablo-limoneuse marron

(TA = Terrain Actuel)

A diagram of a rectangle with a light blue fill and a black border. Below the rectangle, a horizontal double-headed arrow indicates the length. To the right of the rectangle, a vertical double-headed arrow indicates the width.

The graph shows the hydraulic charge H (in meters) as a function of time t (in seconds) for a pipe of length $L = 1000$ m. The charge starts at approximately 0.21 m at $t = 0$ and decreases linearly until it reaches 0 m at $t = 2700$ s. After $t = 2700$ s, the charge remains at 0 m.

Temps (s)	Charge hydraulique H (m)
0	0.21
100	0.195
200	0.18
300	0.17
600	0.16
900	0.145
1200	0.125
1500	0.10
1800	0.085
2100	0.07
2400	0.045
2700	0.00
3000	0.00
3300	0.00
3600	0.00

$$k = 5E-05 \text{ m.s}^{-1}$$



**GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE**

Essai de perméabilité à l'eau en fouille de type MATSUO

(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Dossier : **C.22.50223**

Chantier : **Miramas**

Date : **14/11/2022**

Lithologie **Galets à matrice sablo-limoneuse marron**

Sondage :

MA5

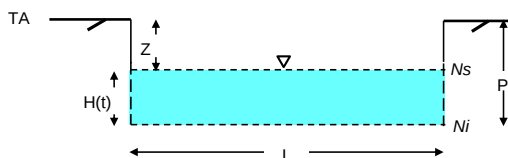
Profondeur d'essai :

de (N_s = Niveau supérieur) : 0,43 m /TA

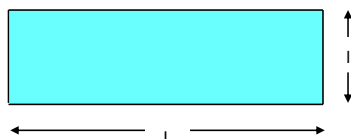
à (N_i = Niveau inférieur) : 0,60 m /TA

(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe



Vue en plan



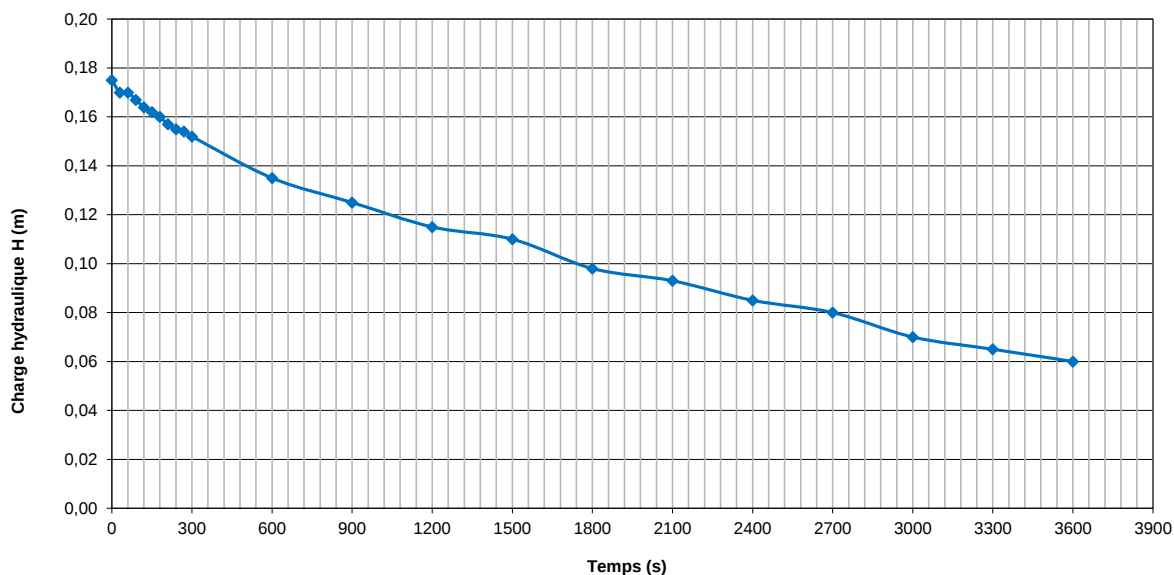
Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	0,175	0,000	
30	0,170	0,005	
60	0,170	0,000	
90	0,167	0,003	
120	0,164	0,003	
150	0,162	0,002	
180	0,160	0,002	
210	0,157	0,003	
240	0,155	0,002	
270	0,154	0,001	
300	0,152	0,002	
600	0,135	0,017	
900	0,125	0,010	
1200	0,115	0,010	
1500	0,110	0,005	
1800	0,098	0,012	
2100	0,093	0,005	
2400	0,085	0,008	
2700	0,080	0,005	
3000	0,070	0,010	
3300	0,065	0,005	
3600	0,060	0,005	

L = Longueur de la fouille (en m) = 1,60

I = Largeur de la fouille (en m) = 0,70

P = Profondeur de la fouille / TA (en m) = 0,60

H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) = 0,18



k = 2E-05 m.s⁻¹



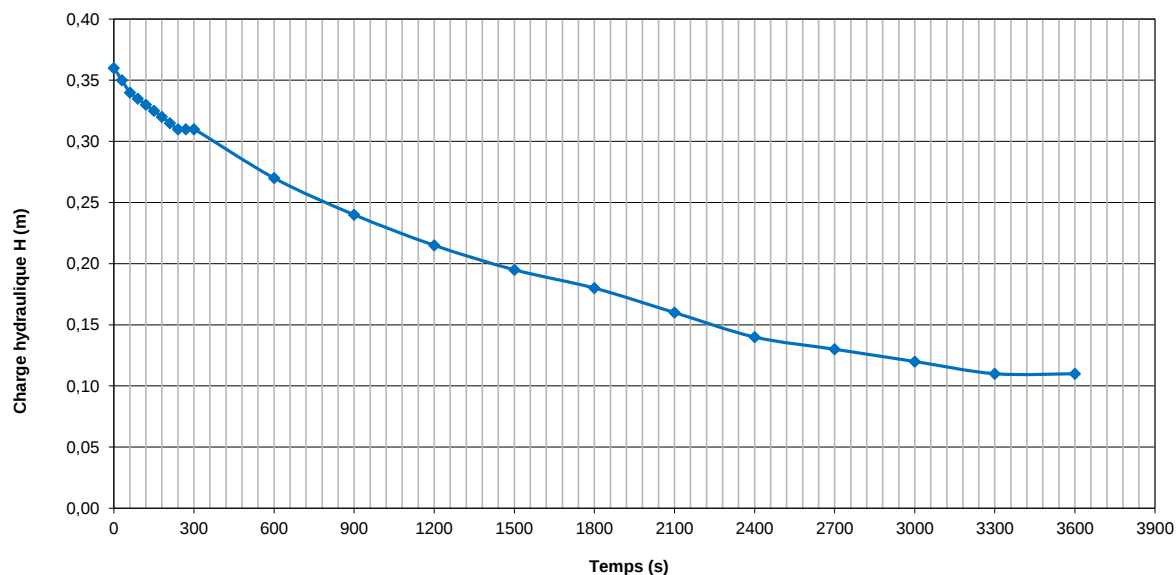
(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Lithologie Galets à matrice sablo-limoneuse marron

(TA = Terrain Actuel)

A diagram of a rectangle with a light blue fill and a black border. Below the rectangle, a horizontal double-headed arrow indicates the length. To the right of the rectangle, a vertical double-headed arrow indicates the width.

H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0,36
---	------



$$k = 3E-05 \text{ m.s}^{-1}$$



**GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE**

Essai de perméabilité à l'eau en fouille de type MATSUO

(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non non-saturés

Dossier : **C.22.50223**

Chantier : **Miramas**

Date : **14/11/2022**

Lithologie **Galets à matrice sablo-limoneuse marron**

Sondage :

MA7

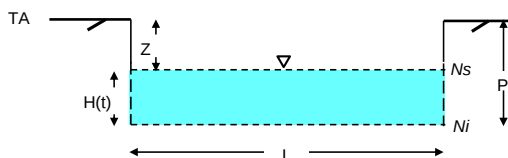
Profondeur d'essai :

de (N_s = Niveau supérieur) : 0,44 m /TA

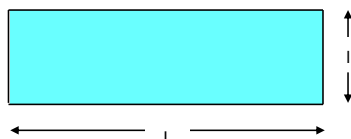
à (N_i = Niveau inférieur) : 0,80 m /TA

(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe



Vue en plan



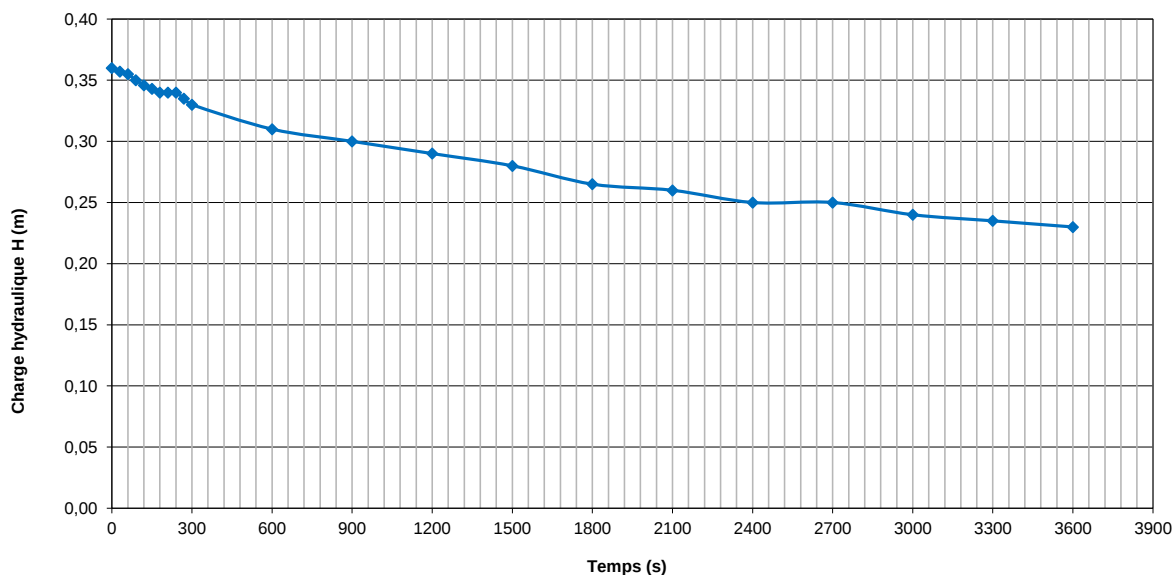
Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	0,360	0,000	
30	0,357	0,003	
60	0,355	0,002	
90	0,350	0,005	
120	0,346	0,004	
150	0,343	0,003	
180	0,340	0,003	
210	0,340	0,000	
240	0,340	0,000	
270	0,335	0,005	
300	0,330	0,005	
600	0,310	0,020	
900	0,300	0,010	
1200	0,290	0,010	
1500	0,280	0,010	
1800	0,265	0,015	
2100	0,260	0,005	
2400	0,250	0,010	
2700	0,250	0,000	
3000	0,240	0,010	
3300	0,235	0,005	
3600	0,230	0,005	

L = Longueur de la fouille (en m) = 1,60

l = Largeur de la fouille (en m) = 0,70

P = Profondeur de la fouille / TA (en m) = 0,80

H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) = 0,36



k = 2E-05 m.s⁻¹

ANNEXE 4

MISSIONS GÉOTECHNIQUES

CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPE D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE**(extraite de la norme NF P 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 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.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

→ ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (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).
- Elaborer 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).
- Etablir 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'EXÉCUTION (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 par 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).

SCHÉMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

(extrait de la norme NFP 94-500 - Novembre 2013)

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 Etude 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, esquisses, 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 Etude (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 Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude 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

HYDROGÉOTECHNIQUE