

MERIDIAM

Décembre 2021

INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

MISE EN PLACE D'UNE STEP A PERINELLE BAS ET HAUT

SAINT PIERRE (97250)

Quartiers Périnelle Bas et Périnelle Haut



GINGER GEODE

Z.I. de la Lézarde. 23 Immeuble Les Flamboyants

97232 LE LAMENTIN

Tél. : 05.96.51.99.51 Fax : 05.96.51.99.57

E-mail : ginger-geode@groupeginger.com

 **GINGER**
GÉODE





MERIDIAM

INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

MISE EN PLACE D'UNE STEP A PERINELLE BAS ET HAUT

SAINT PIERRE (97250)

QUARTIERS PERINELLE BAS ET PERINELLE HAUT

Dossier : G001.J.060_002			Rapport : G001.J.060_002-01			Contrat : G001.K.0242	
INDICE	DATE	ETABLI PAR	VISA	VERIFIE PAR	VISA	PAGES	OBSERVATIONS
A	21/12/21	Q.VINCENT		C.CLEMENCON		12 pages + 5 annexes	Essais en laboratoire en cours

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral du prix de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement.

A compter du paiement intégral du prix, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, à conditions de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui figurent au rapport, et notamment les conditions de validité et d'application du rapport. Les logos Veritas certification portent sur le système de management de la qualité, de la sécurité et de la santé au travail et non spécifiquement sur le présent rapport.



SOMMAIRE

1	PLANS DE SITUATION	4
2	CONTEXTE DE L'ETUDE	5
2.1	Données générales - Généralités	5
2.1.1	Généralités	5
2.2	Contexte de l'étude	5
2.2.1	Localisation, topographie, occupation du site	5
2.2.2	Contextes géologique et hydrogéologique	6
2.2.3	Plan de Prévention des Risques	7
2.3	Mission GINGER GEODE	9
3	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	9
3.1	Implantation	9
3.2	Sondages et essais <i>in situ</i>	9
3.3	Essais en laboratoire	12
4	REMARQUES GENERALES	12

Liste des figures

Figure 1	Plan de situation – Extrait de CartoExploreur 3	4
Figure 2	Photographie aérienne du secteur 1 Périnelle Bas – Extraite de Géoportail	4
Figure 3	Photographie aérienne du secteur 2 Périnelle Haut – Extraite de Géoportail	5
Figure 4	Contexte géologique du secteur 1 Périnelle Bas – Extrait de la carte au 1/50 000	6
Figure 5	Contexte géologique du secteur 2 Haut – Extrait de la carte au 1/50 000	7
Figure 6	Carte réglementaire du secteur 1 Périnelle Bas – Site http://www.pprn972.fr/carto/web/#! ..	8
Figure 7	Carte réglementaire du secteur 2 Haut – Site http://www.pprn972.fr/carto/web/#!.....	8

Liste des tableaux

Tableau 1	Sondages et essais réalisés en 2021	9
Tableau 2	Essais réalisés en laboratoire	12

Liste des annexes

ANNEXE 1	NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES
ANNEXE 2	PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES 2021
ANNEXE 3	SONDAGES CAROTTES
ANNEXE 4	SONDAGES DESTRUCTIFS AVEC ESSAIS PRESSIOMETRIQUES
ANNEXE 4	SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE
ANNEXE 5	RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

1 PLANS DE SITUATION

Figure 1 : Plan de situation – Extrait de CartoExplreur 3

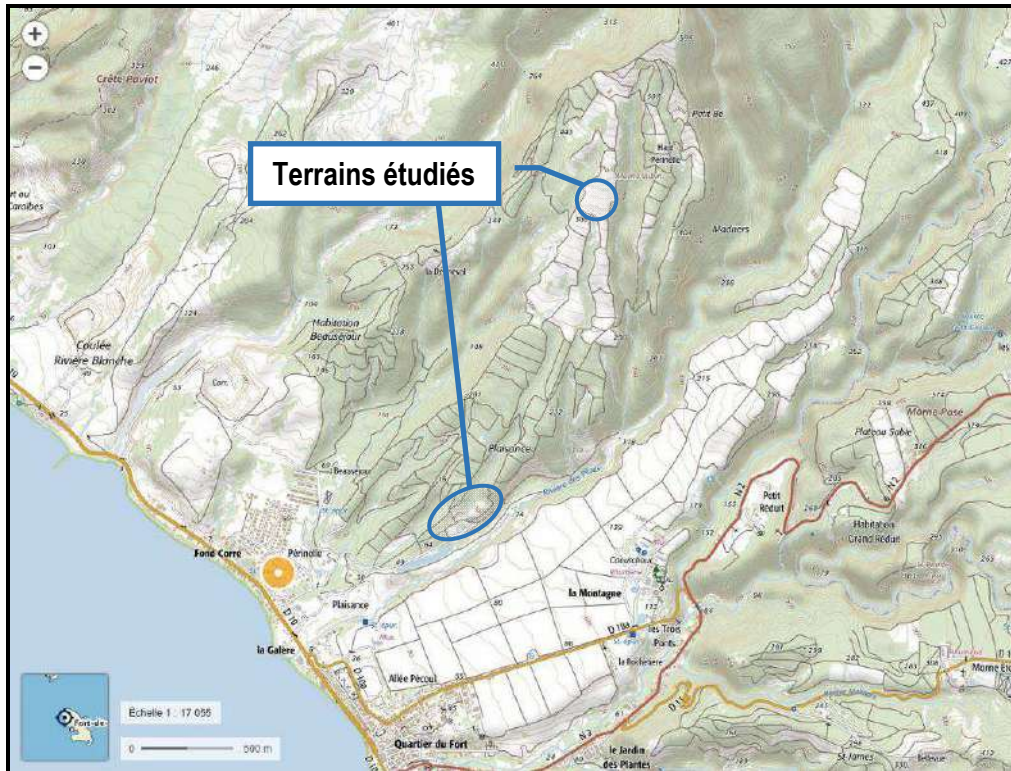


Figure 2 : Photographie aérienne du secteur 1 Périnelle Bas – Extraite de Géoportail

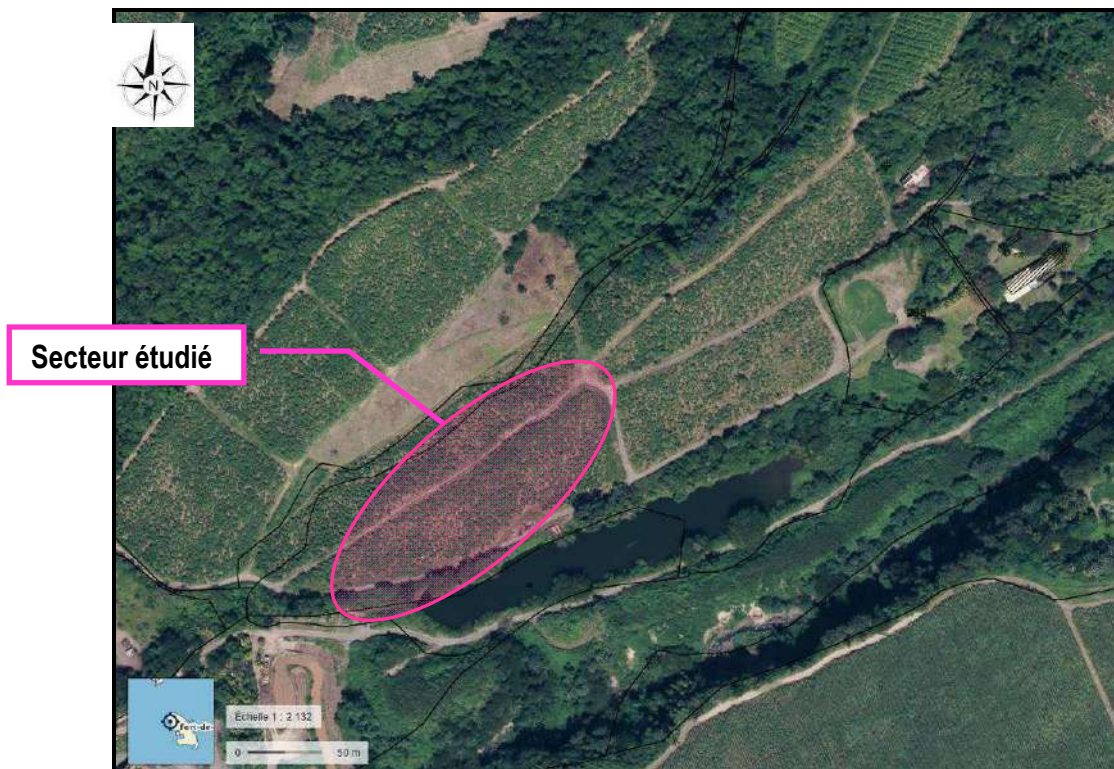


Figure 3 : Photographie aérienne du secteur 2 Périnelle Haut – Extraite de Géoportail

2 CONTEXTE DE L'ETUDE

2.1 Données générales - Généralités

2.1.1 Généralités

Nom de l'opération :	Mise en place d'une STEP à Périnelle Bas et Haut
Localisation :	Quartiers Périnelle Bas et Périnelle Haut
Commune :	SAINT PIERRE (97250)
Maître d'ouvrage :	MERIDIAM
Maître d'œuvre :	ISL INGENIERIE

2.2 Contexte de l'étude

2.2.1 Localisation, topographie, occupation du site

Le Maître d'ouvrage projette de mettre en place une STEP dans les quartiers Bas Périnelle et Périnelle Haut de Saint Pierre. Les terrains sont situés sur le versant Sud de La Montagne Pelée à des altitudes variant entre :

- 55 et 77 NGM environ pour le terrain à Périnelle Bas ;
- 410 et 434 NGM environ pour le terrain à Périnelle Haut.

Il s'agit de terrains agricoles, cultivés ou en friches, à pentes modérées vers le Sud / Sud-Ouest. Ces terrains, distants de plus de 2 km, sont entrecoupés et reliés par des chemins agricoles en terre.

2.2.2 Contextes géologique et hydrogéologique

D'après la carte géologique de la MARTINIQUE à l'échelle 1/50 000^{ème} et compte tenu de notre connaissance du site, la géologie du secteur devrait être celle de :

- Périnelle Bas : nuées ardentes de type Saint Vincent (N_{SV} sur la carte de la figure 4 ci-dessous) issues de l'édifice intermédiaire et datées de 19 500 ans B.P. et de nuées ardentes (1902 sur la carte de la même figure ci-dessous) issues de l'édifice récent et datées de mai-août 1902 ;
- Périnelle Haut : nuées ardentes de type Saint Vincent issues de l'édifice intermédiaire et datées de 19 500 ans B.P. (N_{SV} 1902 sur la carte de la figure 5 ci-après).

Figure 3 : Contexte géologique du secteur 1 Périnelle Bas – Extrait de la carte au 1/50 000

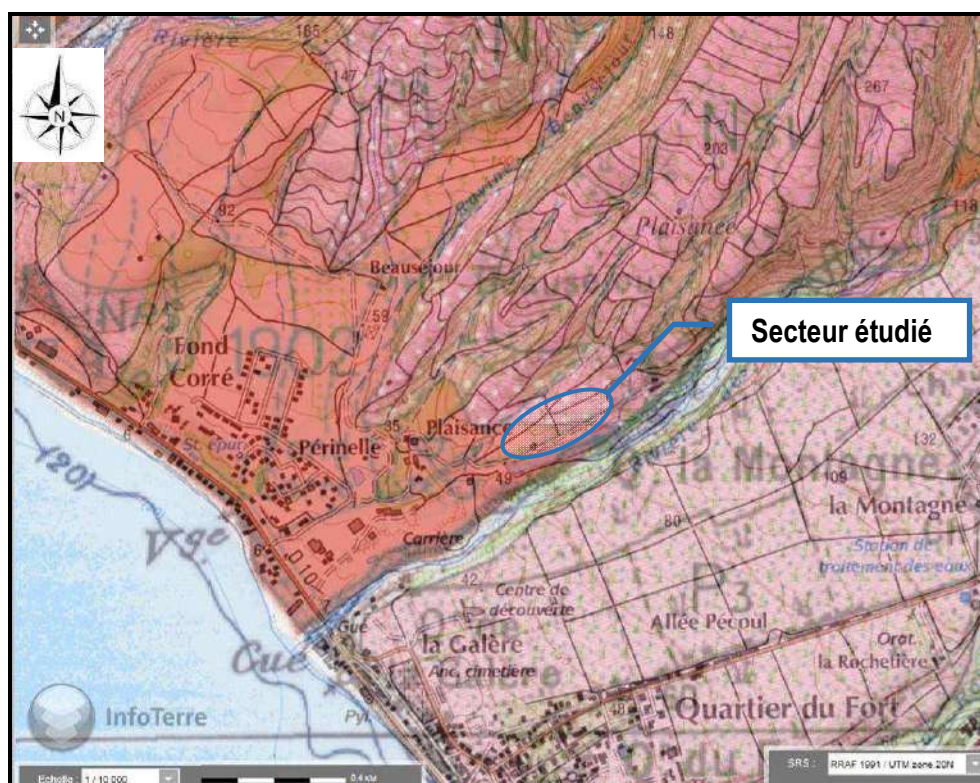
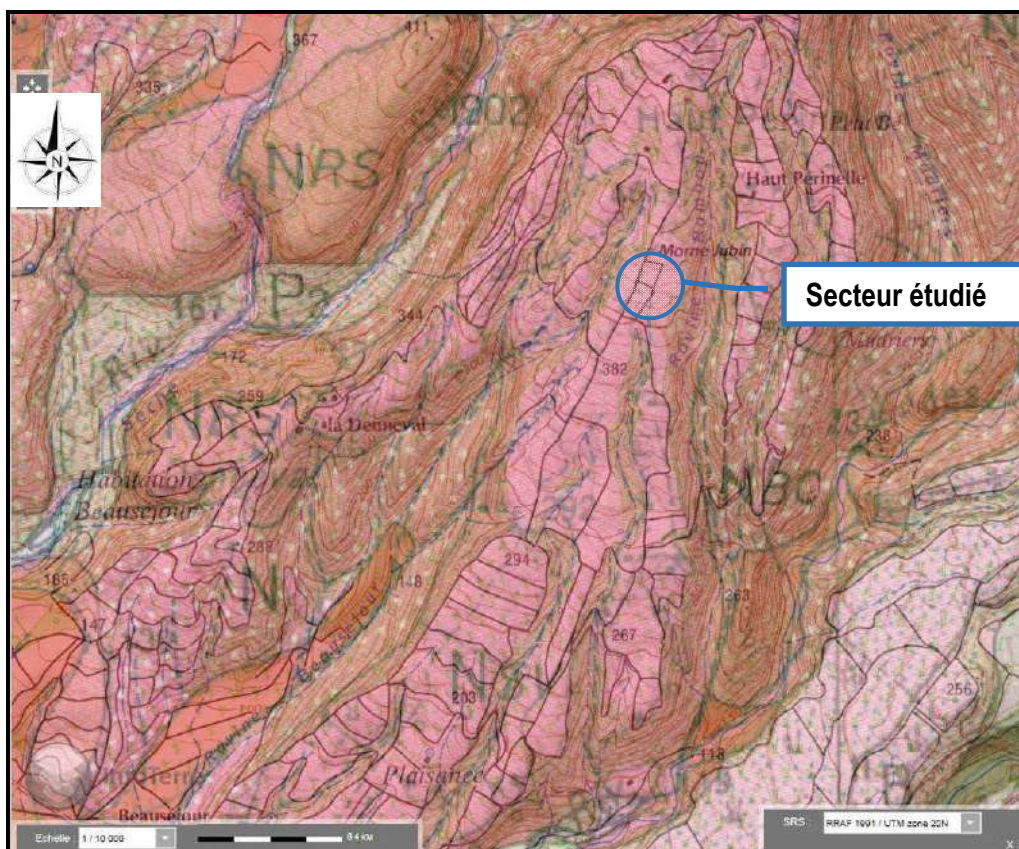


Figure 4 : Contexte géologique du secteur 2 Haut – Extrait de la carte au 1/50 000



Le contexte hydrogéologique devrait être celui de ruissellements et d'infiltrations de versant.

2.2.3 Plan de Prévention des Risques

L'ensemble de la Martinique est classé en aléa fort vis-à-vis du risque sismique (zone 5 selon le décret d'octobre 2010).

D'après le PPRN 2013 de la commune de SAINT PIERRE, les terrains sont classés en zones réglementaires jaunes avec un aléa faible à nul de mouvement de terrain sur le terrain Périnelle Bas et avec un aléa moyen de mouvement de terrain Périnelle Haut.

En bordure Sud du terrain Périnelle Bas, un aléa fort d'inondation (aléa non géotechnique) est également répertorié sur la carte d'aléas.

Etant donné la localisation des terrains sur le versant Sud de La Montagne Pelée, un aléa fort de volcanisme lié à une éruption de l'édifice récent actif du volcan est présent (aléa non géotechnique).

Les cartes de la Figure 5 et de la figure 7 illustrent, ci-dessous, le contexte réglementaire du Plan de Prévention des Risques Naturels respectivement des terrains à Périnelle Bas et à Périnelle Haut.

Figure 5 : Carte réglementaire du secteur 1 Périnelle Bas – Site <http://www.pprn972.fr/carto/web/#!>

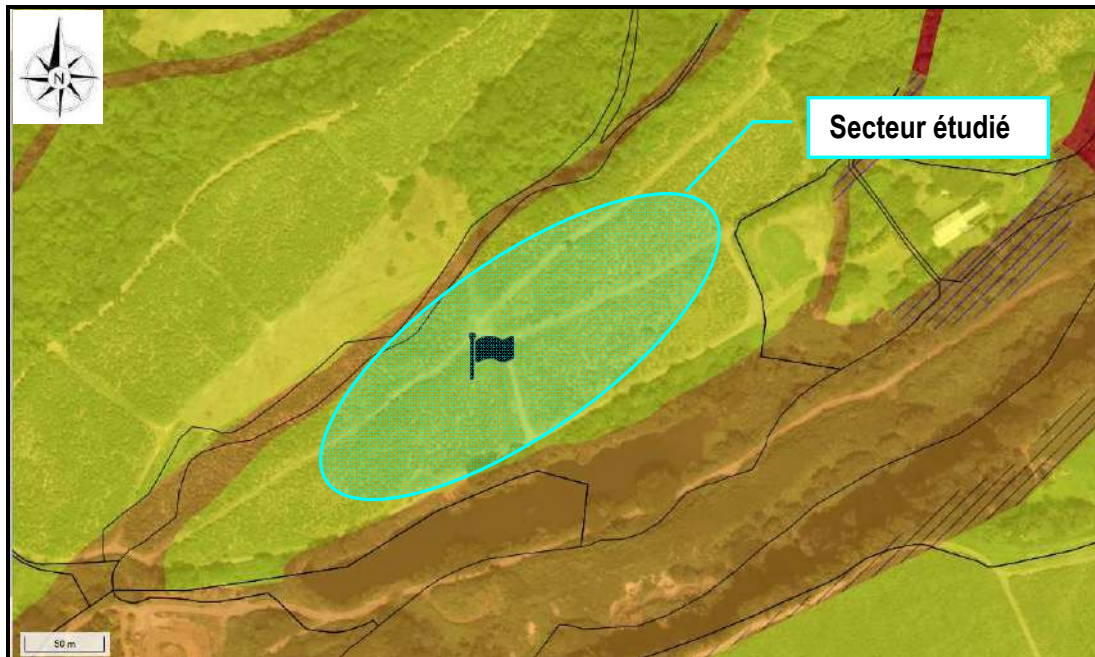
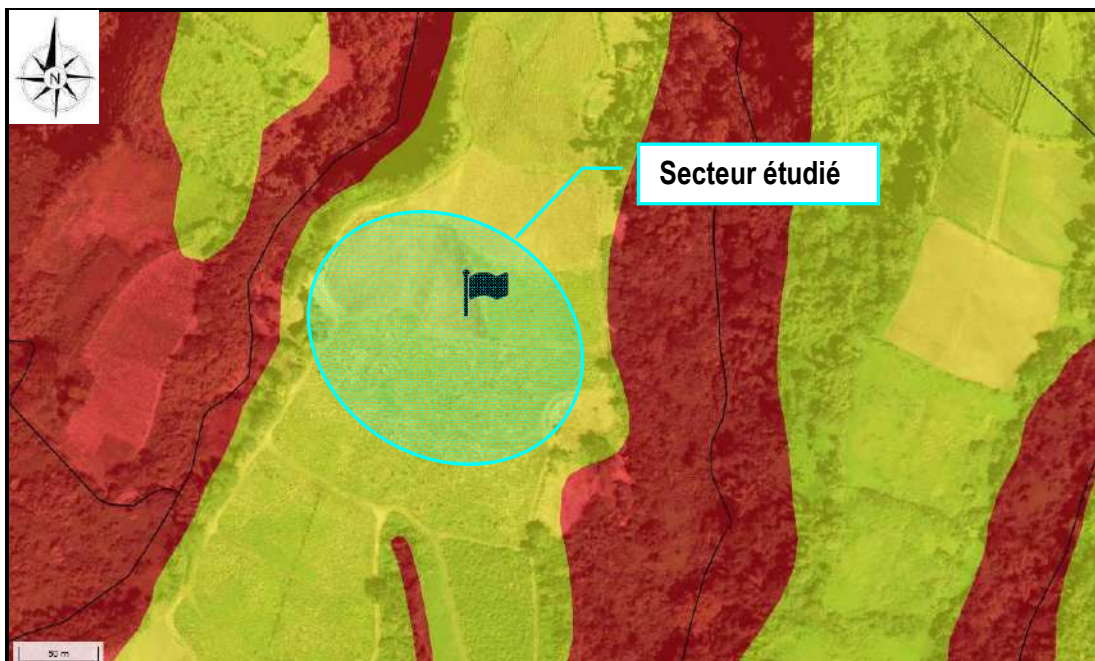


Figure 6 : Carte réglementaire du secteur 2 Haut – Site <http://www.pprn972.fr/carto/web/#!>



2.3 Mission GINGER GEODE

La mission de GINGER GEODE est conforme au contrat G001.K.0242. Il s'agit d'une mission d'investigations géotechniques (anciennement G0) pour le compte de MERIDIAM.

3 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

3.1 Implantation

Les coordonnées des têtes de sondages ont été recollées en X, Y et Z par nos soins. L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain naturel au moment des investigations.

Les résultats des investigations géotechniques in situ, réalisées dans le cadre de la présente étude sont reportés en annexes.

3.2 Sondages et essais *in situ*

Les sondages *in situ* ont été définis par le MOE dans son cahier des charges et conformément au contrat n°G001.K.0242 de GINGER GEODE.

L'implantation des sondages *in situ* figure sur les plans d'implantation joints en annexe 2.

Les investigations réalisées sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 1 : Sondages et essais réalisés en 2021

Type de sondage	Quantité	Nom	Profondeur atteinte (m/T.N.)	Cote NGM de la tête
Secteur 1 / Périnelle Haut				
Sondage géologique à la pelle	4	FP11 FP12 FP13 FP14	3.0	431.7 424.4 431.0 423.6
Sondage carotté	2	SC8 SC9	15.0	425.3 430.6
Sondage destructif avec essais pressiométriques (Norme NF P94-110)	2	SD / SP10 SD / SP11	15.0 15.0 Tous les 1,5 m	415.7 413.6

	Secteur 2 / Périnelle Bas			
Sondage géologique à la pelle	4	FP15	3.0	64.9
		FP16		74.2
		FP17		67.7
		FP18		72.2
Sondage carotté	2	SC6	15.0	72.5
		SC7		64.7
Sondage destructif avec essais pressiométriques (Norme NF P94-110)	3	SP7	15.0	60.5
		SP9	15.0	66.2
		SP18	15.0	56.8
		Tous les 1,5 m		

Les coupes des sondages et les diagrammes des essais sont présentés en annexes 3 et 4, où l'on trouvera en particulier les caractéristiques informatives décrites ci-après :

Les résultats des investigations sont présentés en annexes, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après pour les sondages :

- **Sondages à la pelle :**

- coupe détaillée des remblais du terre-plein et du sol support,
- venue d'eau,
- tenue des parois.

- **Sondage carotté :**

- coupe des sols,
- équipement inclinométrique,
- % de récupération,
- échantillons intacts,
- photographies des caisses de carotte.

- **Essais au pénétromètre dynamique :**

- résistance dynamique conventionnelle qd en fonction de la profondeur : application de la formule de battage des Hollandais avec application d'un coefficient de sécurité sur le terme de pointe.

- **Sondage destructif avec ou sans essais pressiométriques :**
 - Coupe approximatives des sols*,
 - Enregistrements des paramètres de forage :
 - Vitesse d'avancement V_{ia} (m/h) / Pression de poussée sur l'outil P_o (bar) ;
 - Pression de poussée sur l'outil P_o (bar) ;
 - Pression d'injection P_i (bar) ;
 - Essais pressiométriques :
 - Module pressiométrique : EM (MPa) ;
 - Pression limite nette : p_l^* (MPa) ;
 - Pression de fluage nette : p_f^* (MPa) ;
 - Rapport EM/p_l^* ;

** l'interprétation des sols est faite uniquement d'après l'examen des cuttings, et des diagraphies pour les sondages destructifs, et d'après les diagrammes de résistance pour les essais pénétrométriques.*

3.3 Essais en laboratoire

Tableau 2 : Essais réalisés en laboratoire

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	16+5	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	16+5	NF P94-056
Analyse sédimentométrique	2	NF P94-057
Détermination de la VBS	16+5	NF P 94-051
Densité apparente	16+5	NF P 94-053
Essai Proctor	6	NFP 94-093
Essai de cisaillement rectiligne à la boîte Consolidé Drainé	6+5	NF P 94-071-1

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en annexes 3 à 5,



Les 2 analyses sédimentométriques ainsi que les 16 densités sur les échantillons remaniés sont en cours de réalisation. Ils seront rendus début 2022.

4 REMARQUES GENERALES

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous vous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une mission d'investigations géotechniques sans ingénierie.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

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

Extrait de la norme AFNOR sur les missions d'ingénierie géotechniques (NF P 94-500 - Version de Novembre 2013)

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

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

**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 oeuvre 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'oeuvre 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.

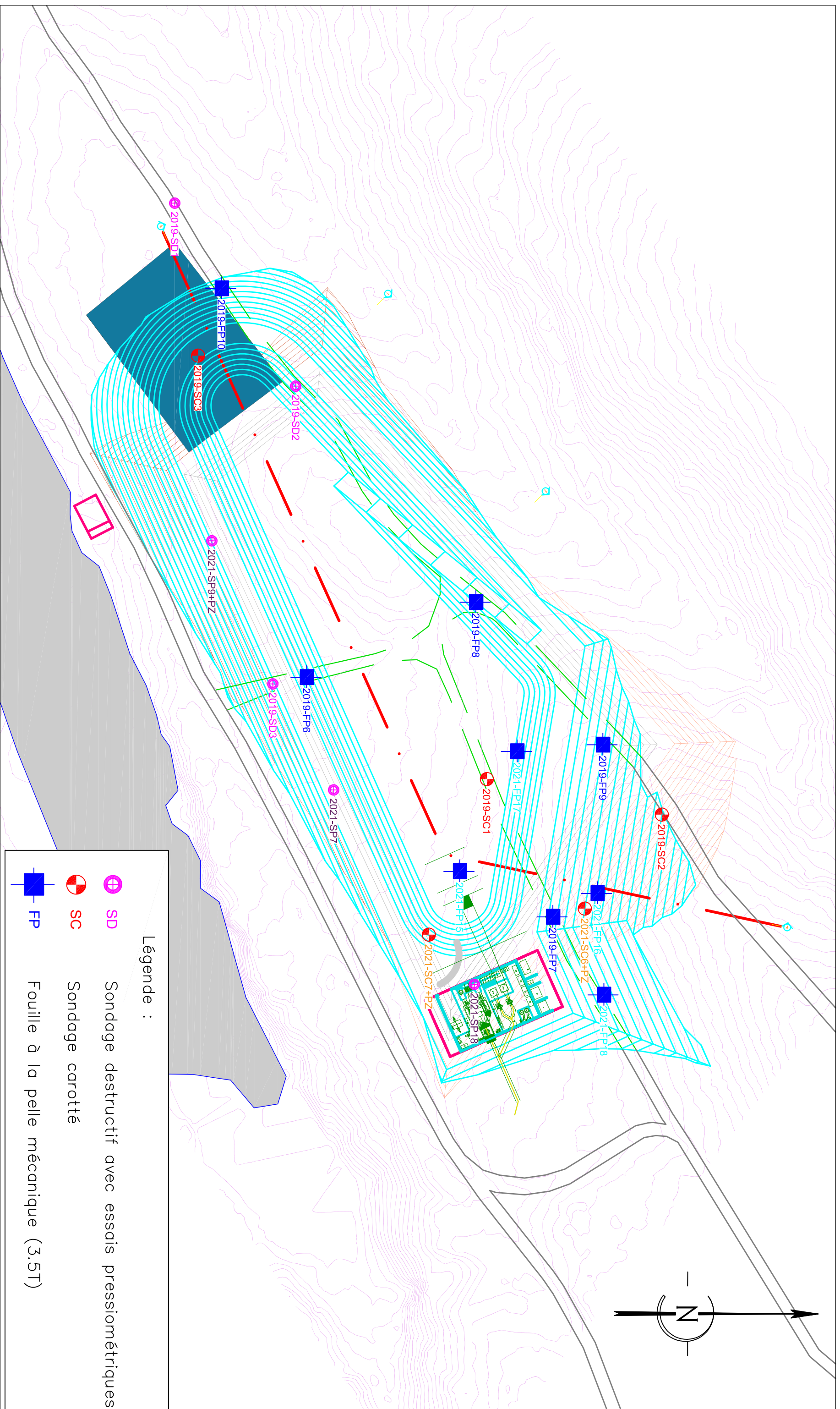
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre 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).

Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

(NF P 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 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

***ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION, TABLEAU DES COORDONNEES DES
SONDAGES ET RELEVES PIEZOMETRIQUES***



Légende :

	SD	Sondage destructif avec essais pressiométriques
	SC	Sondage carotté
	FP	Fouille à la pelle mécanique (3.5T)

Méridiam

Saint Pierre (97250)
Périnelle Bas
Mini-Step

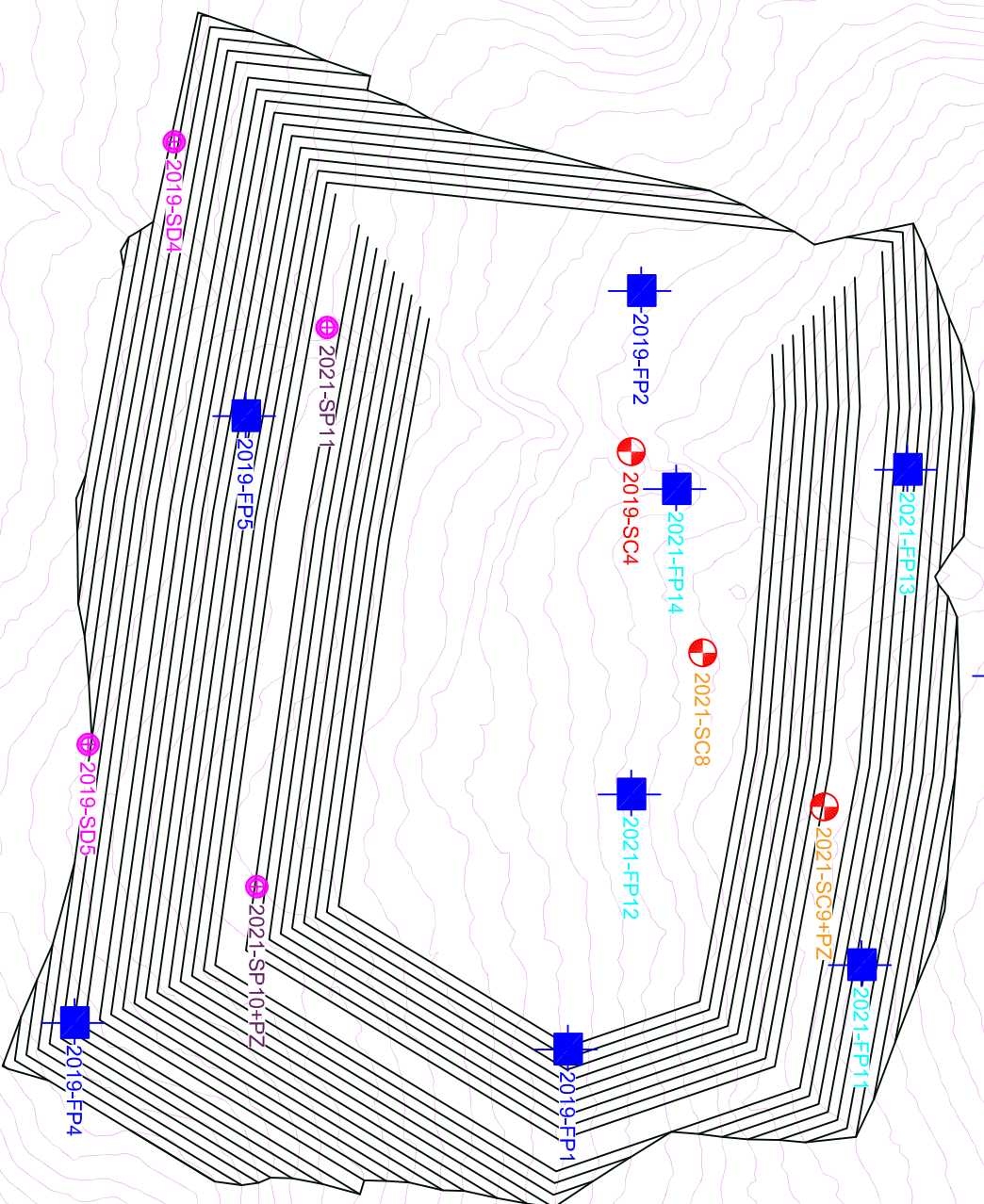
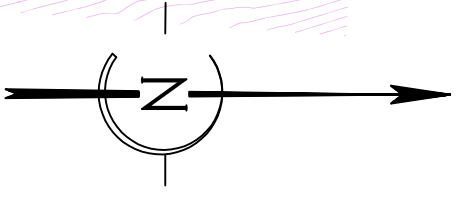
ref : G001.J.060D

Annexe 2.1 :
Plan d'implantation des sondages






Immeuble Les Flamboyants
Zila Lézarde
97232 LE LAVENTIN
Tél: 05.96.51.99.51
Fax : 05.96.51.99.57

G0		Format A3	
1/1000		1/1000	
QV	CC	Emission originale	21/12/21
DESS.	VERIF.	MODIFICATIONS	DATE
			IND.



Légende :

-  SD Sondage destructif avec essais pressiométriques
-  SC Sondage carotté
-  FP Fouille à la pelle mécanique (3.5T)

Méridiam

Saint Pierre (97250)
Périnelle Haut
Mini-Step

ref : G001.J.060D

Annexe 2.2 :
Plan d'implantation des sondages



Immeuble Les Flamboyants
Zila Lézarde
97232 LE LAVENTIN
Tél : 05.96.51.99.51
Fax : 05.96.51.99.57

QV	CC	Emission originale	21/12/21	0
DESS.	VERIF.	MODIFICATIONS	DATE	IND.

G0
Format A3
1/1000

Coordonnées des sondages STEP - Saint Pierre

Système de coordonnées : Fort-Desaix

Périnelle Bas	Sondages	X	Y	Z
	FP15	695935.5	1632394.4	64.9
	FP16	695939.4	1632434.6	74.2
	FP17	695898	1632411.9	67.7
	FP18	695968.5	1632437.5	72.2
	SC6	695944.1	1632431.8	72.5
	SC7	695951.5	1632388	64.7
	SD/SP7	695908.7	1632358.8	60.5
	SD/SP9	695837.6	1632324.2	56.8
	SD/SP18	695966	1632399.9	66.2

Périnelle Haut	Sondages	X	Y	Z
	SD/SP10	696857.7	1634230.6	415.7
	SD/SP11	696779.1	1634240.5	413.6
	FP11	696868	1634315.8	431.7
	FP12	696844.8	1634283.4	424.4
	FP13	696799.3	1634321.5	431
	FP14	696801.3	1634288.1	423.6
	SC8	696827.6	1634291.6	425.3
	SC9	696846.1	1634310.8	430.6

Relevés piézométriques STEP - Saint Pierre

	29/07/2021	20/08/2021	17/09/2021	21/10/2021	25/11/2021
SC6	fond 15cm	sec	sec	sec	sec
SC7	sec	sec	sec	sec	sec
SC9	sec	sec	sec	sec	sec
SD9	sec	sec	sec	sec	sec
SD10	sec	sec	sec	sec	sec

ANNEXE 3 – SONDAGES CAROTTES

SONDAGE CAROTTE SC7

Chantier : STEP - Saint Pierre

Client : MERIDIAM

Dossier : G001.J.060_002

Coordonnées du sondage:

X : 695951.5 Y : 1632388.0 Z : 64.7 (NGM)

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 15-30/06/2021

Prof. (m)	Outils	Tubage	Etages	COUPE		Description des sols	% de récup.	R.Q.D %	Echant.	Résultats d'essais ou observations
				Prof	NGM					
1					1.00	63.70	Lappilis noirs cendro-ponceux	50		
2						Lappilis fins gris à ponces, Dmax=20	65			
3					3.00	61.70	Cendres marrons et lappilis	40		
4					4.00	60.70		80		
5						Sables gris à blocs d'andésite, Dmax=100mm	45			
6							40			
7					7.00	57.70		30		
8						Echantillon intact	0	0%		
9					8.00	56.70		35		
10						Sables gris à blocs d'andésite, Dmax=100mm	30			
11					10.00	54.70		25		
12						Blocs d'andésite, légèrement sableux, Dmax=100mm	20			
13					11.00	53.70		30		
14						Blocs d'andésite, légèrement sableux, Dmax=100mm	30			
15					14.00	50.70		40	15%	
16						Andésite fracturée	40			
17					15.00	49.70	[Arrêt du sondage]			
18										
19										
20										

Sondeuse: SOCO10

Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

Edité le 21/12/2021

SONDAGE CAROTTE SC6

Chantier : STEP - Saint Pierre

Client : MERIDIAM

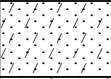
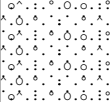
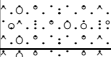



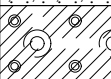








Dossier : G001.J.060_002

Coordonnées du sondage:

X : 695944.1 Y : 1632431.8 Z : 72.5 (NGM)

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 15-30/06/2021

Prof. (m)	Outils	Tubage	Etages	COUPE		Description des sols	% de récup.	R.Q.D %	Echant.	Résultats d'essais ou observations
				Prof	NGM					
1					1.00	71.50	Lappilis sableux légèrement ponceux	55		
2							Ponces à lappilis grossiers, marrons clair, légèrement cendreux	75		
3					3.00	69.50	Ponces à lappilis grossiers, marrons clair, légèrement cendreux	50		
4					4.00	68.50	Ponces à lappilis grossiers, marrons clair, légèrement cendreux	80	0%	
5							Lappilis ponceux, Dmax<10mm	75		
6					6.00	66.50		45		
7					7.00	65.50	Echantillon intact	0		
8								60	15%	
9								40	10%	
10								10		
11							Blocs d'andésite fissurées, légèrement sableux	25		
12								25		
13								40	0%	
14								15		
15					15.00	57.50		0		
16							[Arrêt du sondage]			
17										
18										
19										
20										

Sondeuse: SOCO10

Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

Edité le 21/12/2021

SONDAGE CAROTTE SC8

Chantier : STEP - Saint Pierre

Client : MARIDIAM

Dossier : G001.J.060_002

Coordonnées du sondage:

X : 696827.6 Y : 1634291.6 Z : 425.3 (NGM)

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 08/07/2021

Prof. (m)	Outils	Tubage	Etages	COUPE		Description des sols	% de récup.	R.Q.D %	Echant. Echant.	Résultats d'essais ou observations
				Prof	NGM					
1				1.00	424.30	Lapillis, marrons foncés, humides + grave ponceuse	65			
				1.25	424.05	Lapillis, marron foncés, humides	55			
				1.70	423.60	Lapillis, marron foncé, humide + grave ponceuse et débris rocheux	55			
2										
						Cendres, marrons, très humides	85		1 i	
3										
				3.50	421.80					
4										
						Cendres à lapillis, marrons clairs, très humides	45			
5										
				5.00	420.30					
6										
						Lapillis légèrement cendreux, beige/gris, très humides	50			
7										
				7.10	418.20		60			
8										
						Lapillis fins, gris foncés, humides faible à élevée + grave ponceuse	55			
9										
				8.95	416.35	Lapillis grossiers, marron/ocre, humide + grave ponceuse	45			
10										
				10.00	415.30					
11										
						Echantillon prélevé	0		2 i	
12										
				11.00	414.30	Lapillis fins à moyennement grossiers, gris foncé, humide	40			
13										
				12.00	413.30					
14										
				13.00	412.30	Cendres, marrons, faible humidité	35			
15										
				14.10	411.20	Cendres, marron clair/ocre, peu humide + grave ponceuse	55			
16										
				15.00	410.30	Lapillis grossiers, ocre/rouge, humide + débris rocheux	40			
						[Arrêt du sondage]				
17										
18										
19										
20										

Sondeuse: S250

Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

Edité le 21/12/2021

SONDAGE CAROTTE SC9

Chantier : STEP - Saint Pierre

Client : MARIDIAM

Dossier : G001.J.060_002

Coordonnées du sondage:

X : 696846.1 Y : 1634310.8 Z : 430.6 (NGM)

Ech.Prof: 1/100°

date travaux: 08/07/2021

Prof. (m)	Outils	Tubage	Etages	COUPE		Description des sols	% de récup.	R.Q.D %	Echant.	Résultats d'essais ou observations
				Prof	NGM					
1				0.55	430.05	Cendres à lapillis, marrons foncés, humides + grave ponceuse	65			
2						Cendres fines à moyennement grossières, marrons clairs à foncés, humides + grave ponceuse	60			
3									1 i	
4				3.70	426.90	Cendres fines à lapillis, ocre, très humide + quelques ponces	55			
5				5.00	425.60	Cendres moyennement grossières à lapillis, gris/marron, humide + débris rocheux	65			
6				6.00	424.60	Cendres grossières à lapillis, beige/gris, très humide	45			
7				7.30	423.30					
8						Cendres fines, marron foncé/gris, peu humide + ponces	50			
9										
10				10.30	420.30	Lapillis faiblement cendreux, marron clair, très humide + débris rocheux	35			
11				11.00	419.60					
12				12.30	418.30	Cendres fines à moyennement grossières, marron/grise + grave ponceuse	45			
13						Echantillon intact	0		2 i	
14				13.00	417.60					
15				15.00	415.60	Lapillis faiblement cendreux, marron, peu humide + ponces et débris rocheux	20			
16						[Arrêt du sondage]				
17										
18										
19										
20										

Sondeuse: S250

Observations : /

Nappe : /
à la date du sondage

Edité le 21/12/2021

Photographies du sondage carotté

SONDAGE CAROTTE SC6



Photographies du sondage carotté

8 m



9 m

9 m

10 m

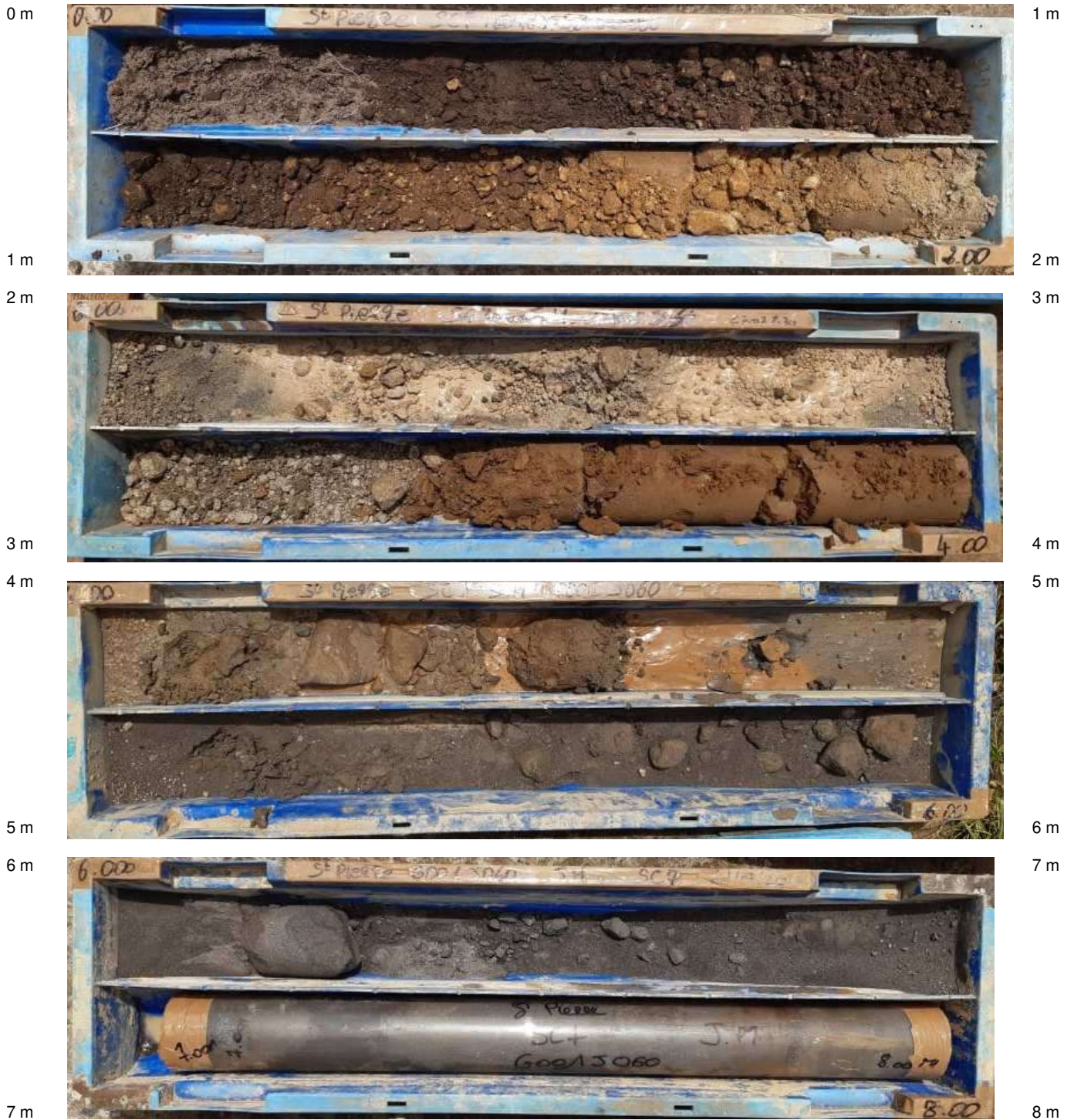
12 m



15m

Photographies du sondage carotté

SONDAGE CAROTTE SC7



Photographies du sondage carotté

8 m



9 m

10 m



11 m

12 m



13 m

14 m



9 m

10 m

11 m

12 m

11 m

14 m

15 m

Photographies du sondage carotté

SONDAGE CAROTTE SC8

0 m



1 m

1 m

2 m

2 m



3 m

4 m

3 m

4 m



5 m

6 m

5 m

6 m



7 m

8 m

7 m

Photographies du sondage carotté

8 m



9 m

10 m



11 m

12 m



13 m

14 m



Photographies du sondage carotté

SONDAGE CAROTTE SC9

0 m



1 m

1 m

2 m

2 m



3 m

3 m

4 m

4 m



5 m

5 m

6 m

6 m

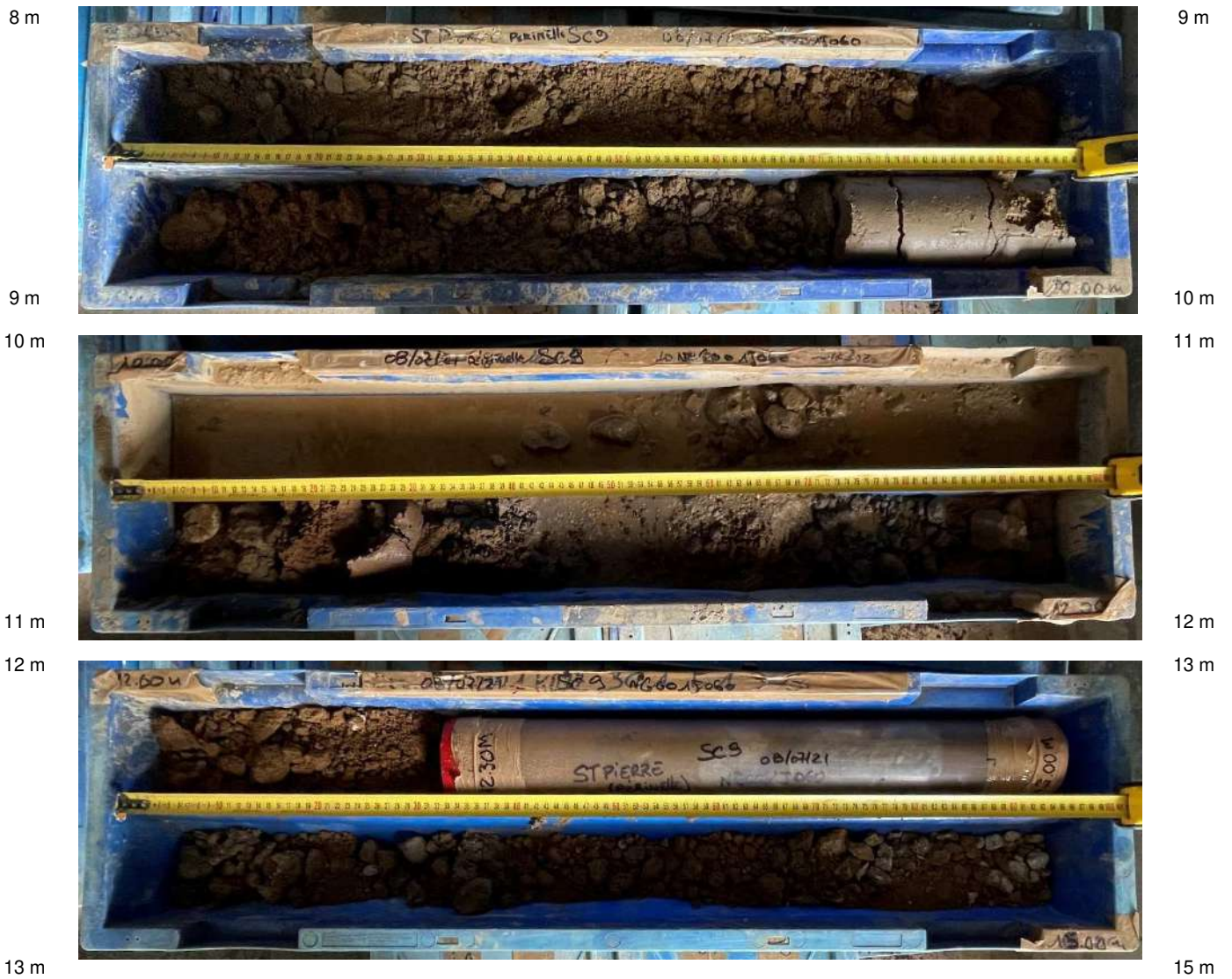


7 m

7 m

8 m

Photographies du sondage carotté



ANNEXE 4 – SONDAGES DESTRUCTIFS AVEC ESSAIS PRESSIOMETRIQUES



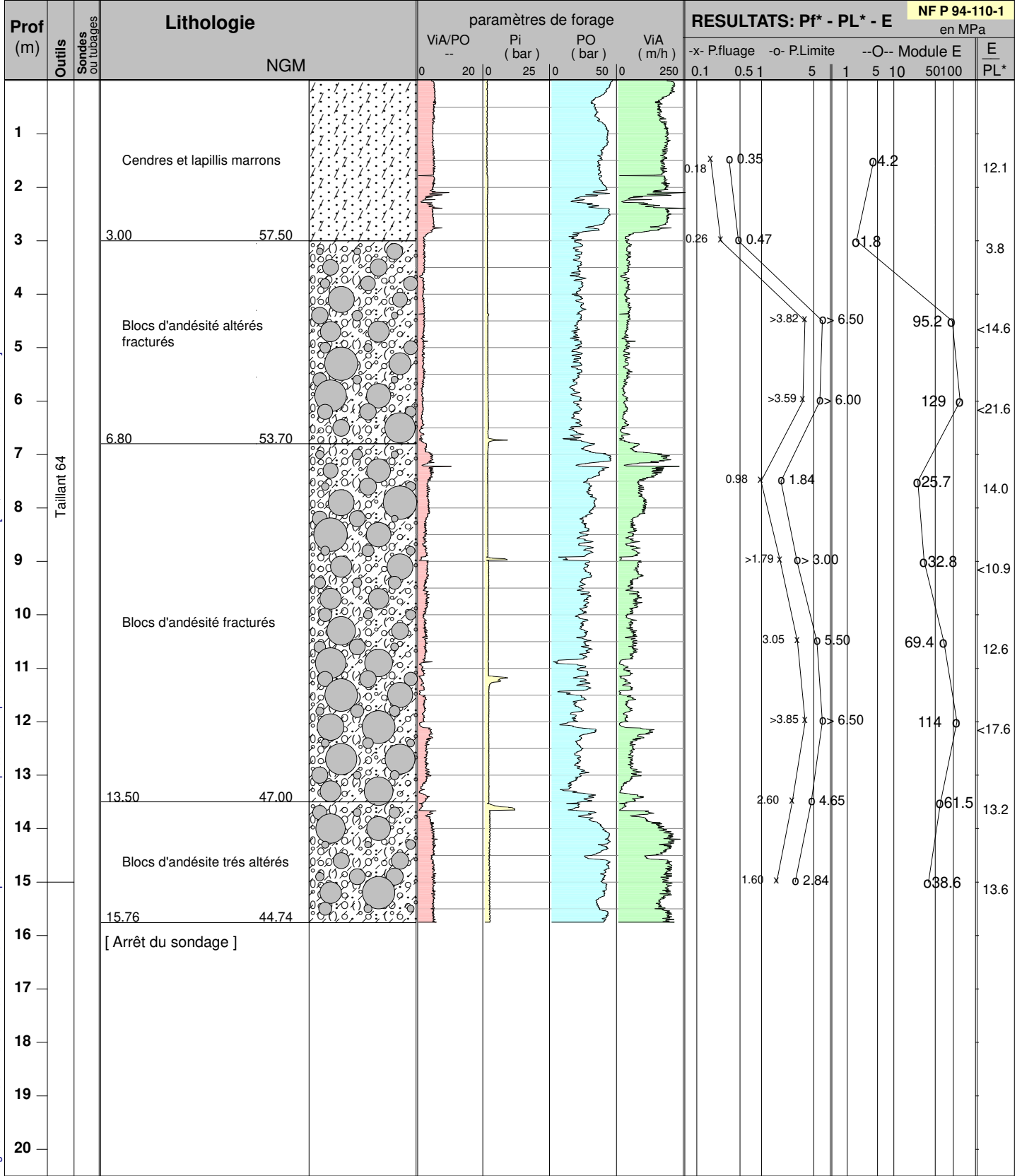
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP7

Chantier : STEP Saint Pierre

Client : MERIDIAM
 Dossier : G001.J.060
 Coordonnées du sondage:
 X : 695908.7 Y : 1632358.7 Z : 60.5 (NGM)

Ech.Prof: 1/100°

date de fin de sondage: 18/06/2021



Logiciel DEPRESS - Version 4.02 du 27-03-2017 - Dépeçage des essais pressiométriques selon norme NF P 94-110-1 -- [DO.E158 - V.1 du 28/09/2016]

Observations : /
 Edité le 21/12/2021

Nappe: /
 (à la date d'exécution du forage)

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP9

Chantier : STEP Saint Pierre

Client : MERIDIAM

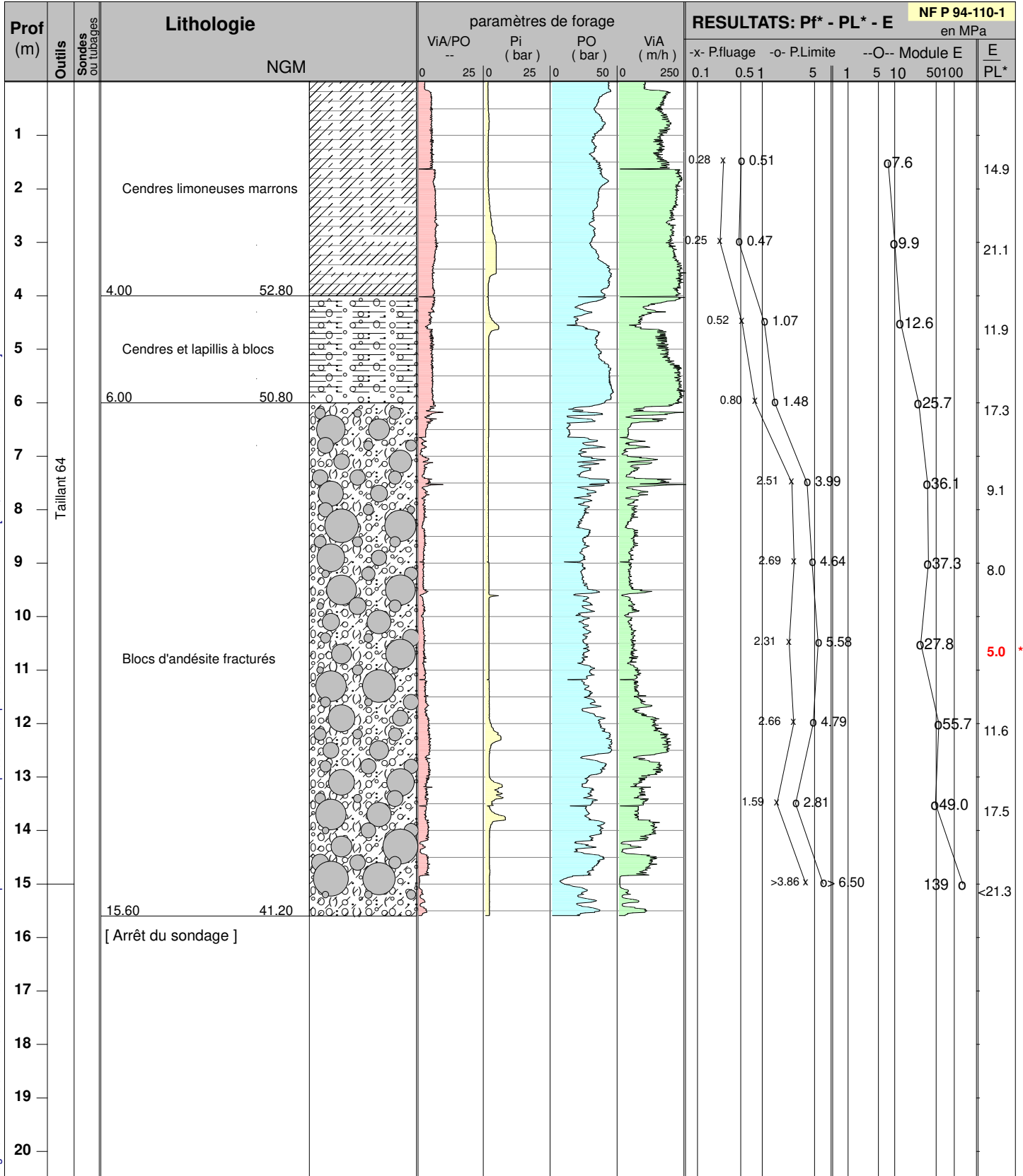
Dossier : G001.J.060

Coordonnées du sondage:

X : 695837.6 Y : 1632324.2 Z : 56.8 (NGM)

Ech.Prof: 1/100°

date de fin de sondage: 30/06/2021



Logiciel DEPRESS - Version 4.02 du 27-03-2017 - Dépeillement d'essais pressiométriques selon norme NF P 94-110-1 -- [DO.E158 - V.1 du 28/09/2016]

Observations : /
 Edité le 21/12/2021

Nappe : /
 (à la date d'exécution du forage)

(*): -> essais douteux



SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP10

Chantier : STEP Saint Pierre

Client : MERIDIAM

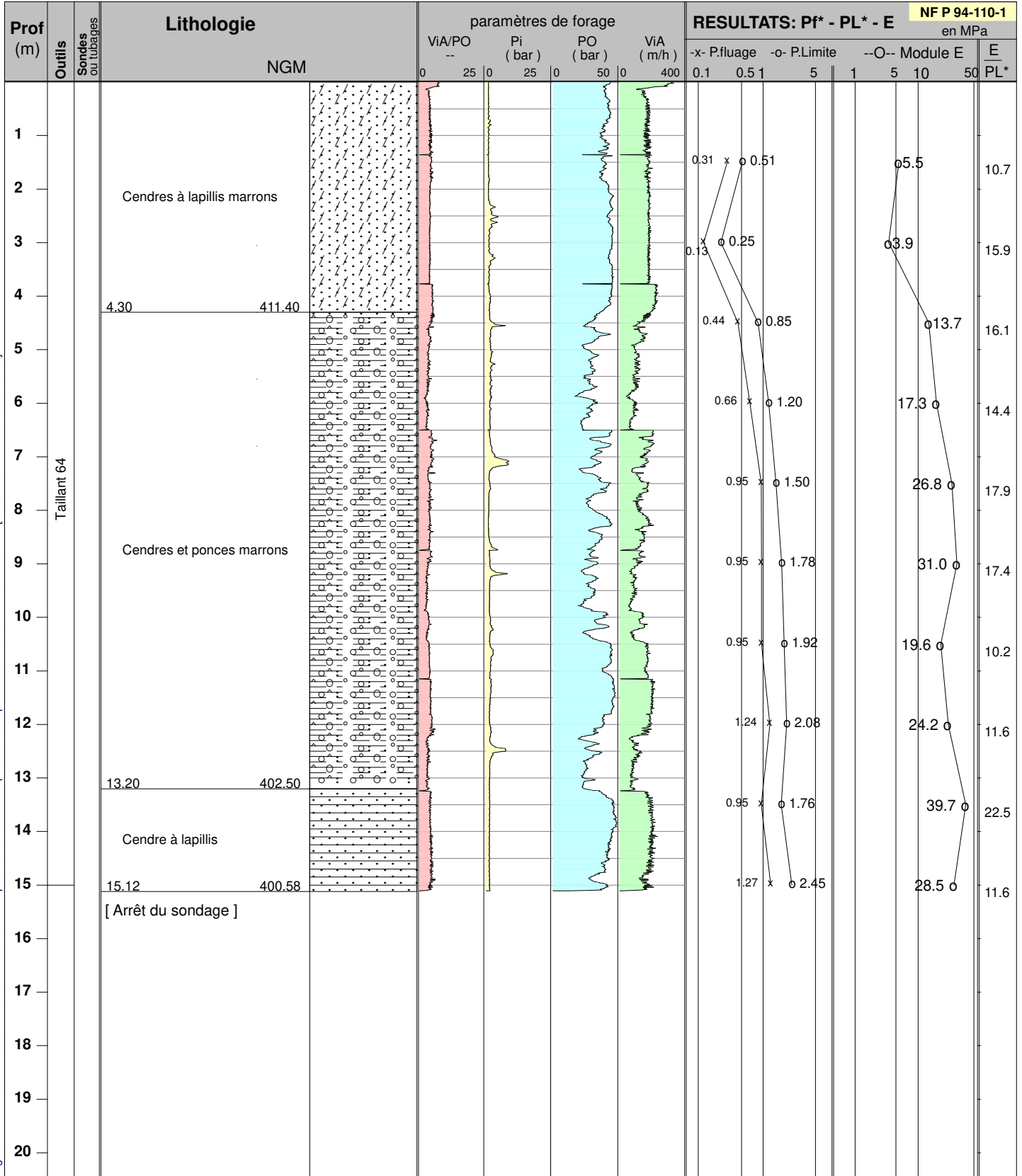
Dossier : G001.J.060

Coordonnées du sondage:

X : 696857.7 Y : 1634230.6 Z : 415.7 (NGM)

Ech.Prof: 1/100°

date de fin de sondage: 15/07/2021



Logiciel DEPRESS - Version 4.02 du 27-03-2017 - Dépeillement d'essais pressiométriques selon norme NF P 94-110-1 -- [DO.E158 - V.1 du 28/09/2016]

Observations : /
 Edité le 21/12/2021

Nappe : /
 (à la date d'exécution du forage)



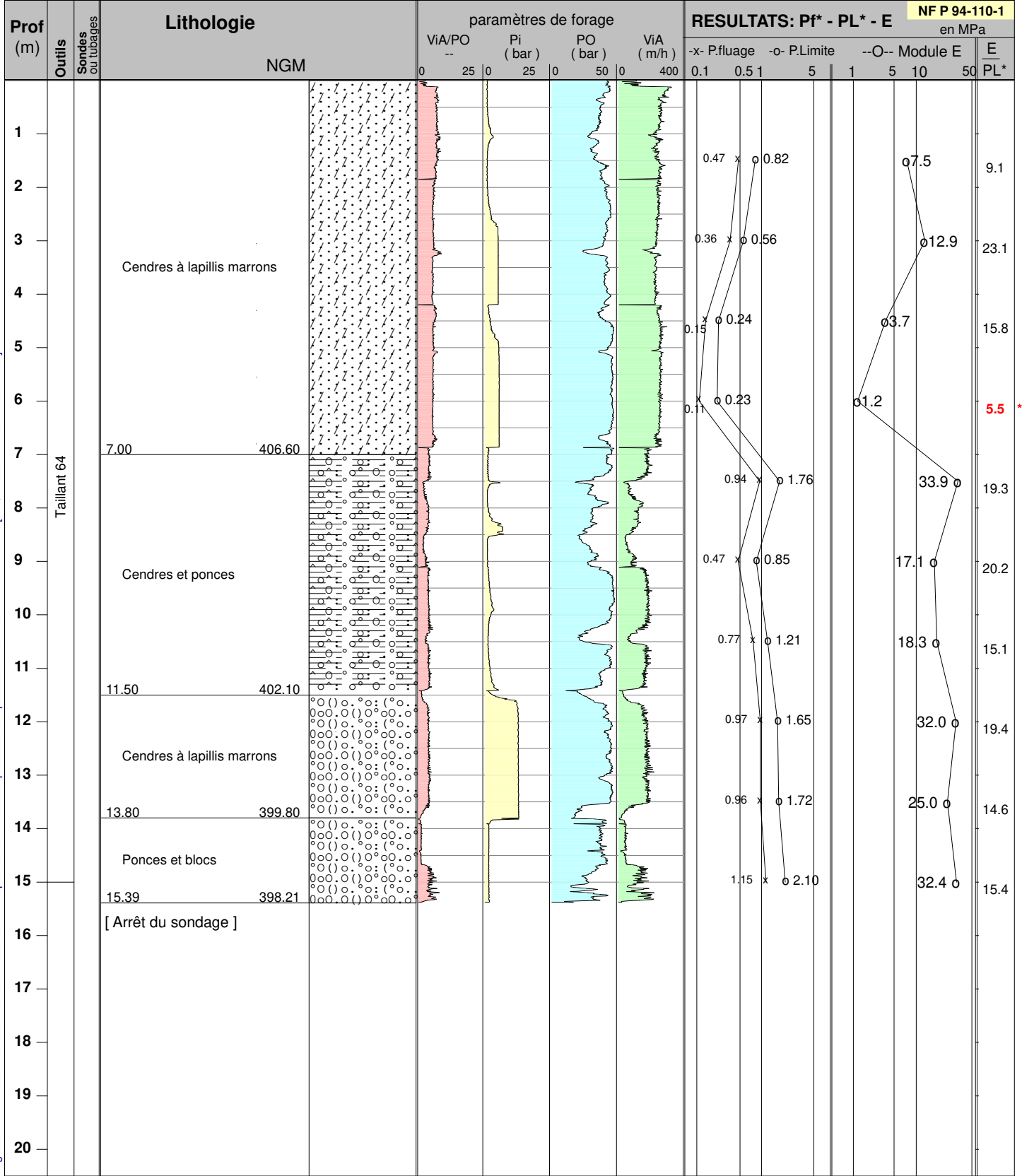
SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP11

Chantier : STEP Saint Pierre

Client : MERIDIAM
 Dossier : G001.J.060
 Coordonnées du sondage:
 X : 696779.1 Y : 1634240.5 Z : 413.6 (NGM)

Ech.Prof: 1/100°

date de fin de sondage: 19/07/2021



Logiciel DEPRESS - Version 4.02 du 27-03-2017 - Dépeillement d'essais pressiométriques selon norme NF P 94-110-1 -- [DO.E158 - V.1 du 28/09/2016]

Observations : /
 Edité le 21/12/2021
 (*): -> essais douteux

Nappe: /
 (à la date d'exécution du forage)

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP18

Chantier : STEP Saint Pierre

Client : MERIDIAM

Dossier : G001.J.060

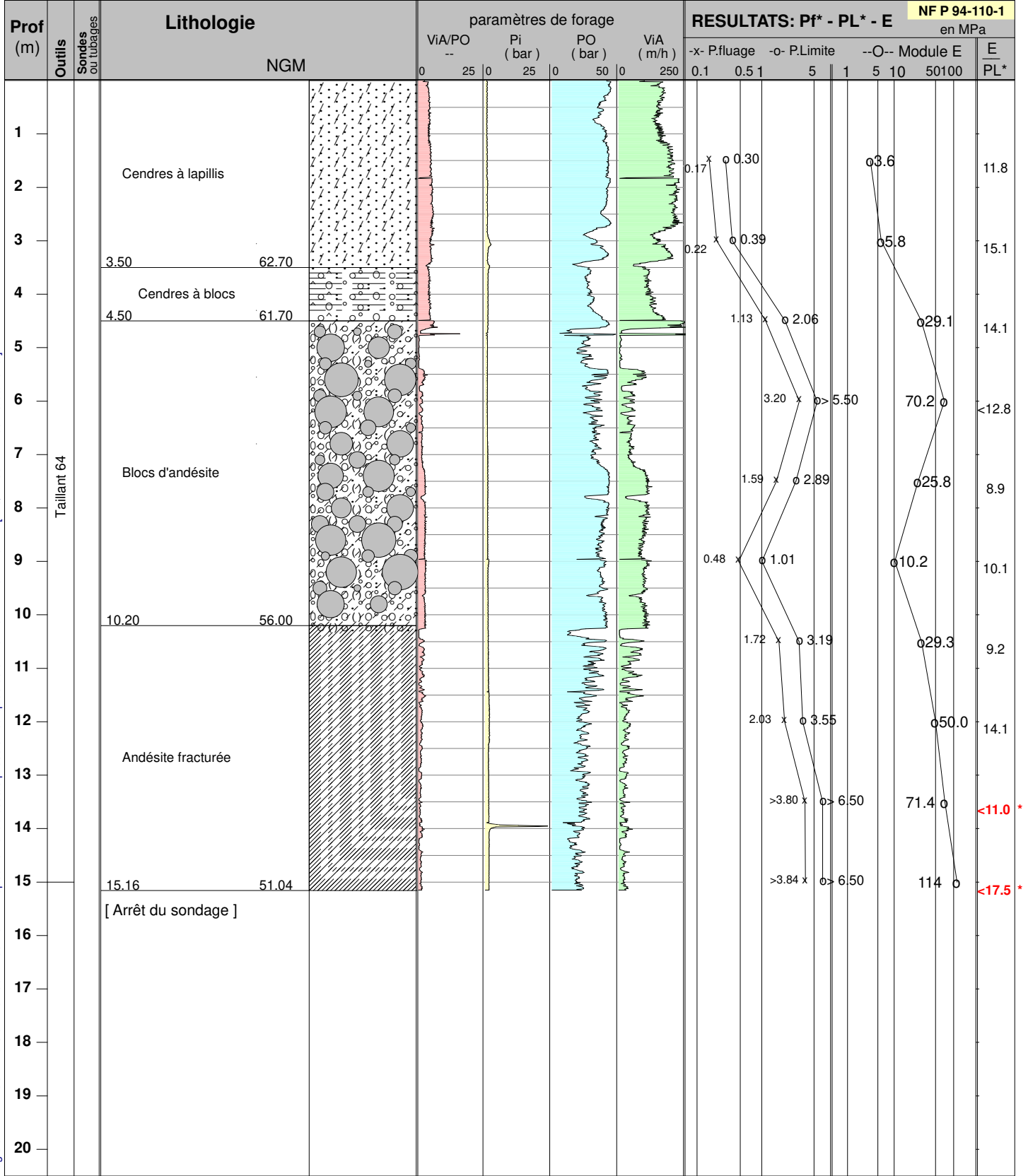
Coordonnées du sondage:

X : 695966.0 Y : 1632399.9 Z : 66.2 (NGM)

Ech.Prof: 1/100°

date de fin de sondage: 16/06/2021

Logiciel DEPRESS - Version 4.02 du 27-03-2017 - Déroulement d'essais pressiométriques selon norme NF P 94-110-1 -- [DO.E158 - V.1 du 28/09/2016]



Observations : /
 Edité le 21/12/2021

Nappe : /
 (à la date d'exécution du forage)

(*): -> essais douteux

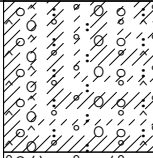

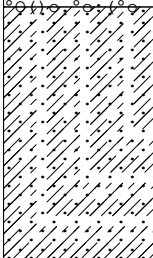
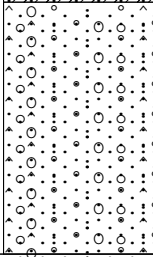
ANNEXE 5 – SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE

Chantier : STEP - Saint Pierre
Client : MERIDIAM
Dossier: G001.J.060



Coord. X: 695898.0 Y: 1632411.9 Z: 67.7 (NGM)

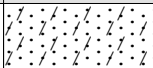



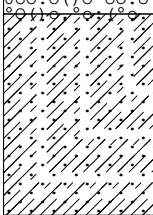
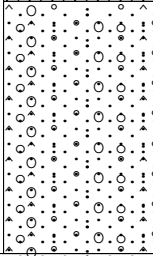
Date : 14/06/2021

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage FP17		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations	
			Prof	NGM				
0.5	Tracto-pelle			0.60	67.10	1	Parois stables à court terme	
								Lapillis ponceux jaunes Dmax 100mm
1				1.00	66.70			
1.5								Cendres à Lapillis marrons
2				2.00	65.70			
2.5						2		
				3.00	64.70			

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : Perinelle BAS

Coord. X: 695935.5 Y: 1632394.4 Z: 64.9 (NGF)

Date : 14/06/2021

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage FP15		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations	
			Prof	NGF				
0.5	Tracto-pelle			0.30	64.60	1	Parois stables à court terme	
				0.50	64.40			Lapillis ponceux gris bleus Dmax 50mm
			0.80	64.10	Cendres ponceuses marrons			
1				1.20	63.70			Lapillis ponceux jaunes Dmax 100mm
1.5								Cendres à Lapillis marrons
2		2.00	62.90					
2.5						2		
				3.00	61.90			

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : Perinelle BAS

Chantier : STEP - Saint Pierre
Client : MERIDIAM
Dossier: G001.J.060



Coord. X: 695968.5 Y: 15632437.5 Z: 72.2 (NGM)

Date : 14/06/2021

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage FP18		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
			Prof	NGM			
				72.00	Terre végétale + cendres ponceuses		
0.5							
1				71.10	Lapillis ponceux gris Dmax 50mm	1	
1.5				70.50	Lapillis ponceux jaunes Dmax 100mm		Parois stables à court terme
2							
2.5					Cendres à Lapillis marrons et quelques ponces	2	
			3.00	69.20			

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : Perinelle BAS

Coord. X: 695939.4 Y: 1632434.6 Z: 74.2 (NGM)

Date : 14/06/2021

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage FP16		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations
			Prof	NGM			
0.5				73.40	Cendres à Lapillis noires		
1				73.00	Lapillis ponceux jaunes Dmax 100mm	1	
1.5					Cendres à Lapillis marrons		Parois stables à court terme
2				72.30			
2.5				71.70	Lapillis ponceux jaunes oranges Dmax 50mm	2	
					Lapillis ponceux gris Dmax 100mm		
			3.00	71.20			

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : Perinelle BAS

Logiciel PUIT32 - Version 4.0 -- [DQ.E138-01 - V.1 du 28/09/2016]

Chantier : STEP - Saint Pierre
Client : MERIDIAM
Dossier: G001.J.060



Coord. X: 696801.3 Y: 1634288.0 Z: 423.6 (NGM)

Date : 14/06/2021

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage FP14		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations	
			Prof	NGM				
0.5	Tracto-pelle				Lapillis cendreux noirs	1	- Parois stables à court terme	
1			1.00	422.60				Lapillis ponceux jaune gris Dmax 100mm
1.5								
2			1.80	421.80				Cendres à Lapillis marron
2.5								
			3.00	420.60				

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : Perinelle HAUT

Coord. X: 696799.3 Y: 1634321.5 Z: 431.0 (NGM)

Date : 14/06/2021

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage FP13		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations		
			Prof	NGM					
0.5	Tracto-pelle			0.20	430.80	Terre végétale + ponces	- Parois stables à court terme		
1						Lapillis ponceux jaune Dmax 100mm		1	
1.5			1.00	430.00				Lapillis cendreux noirs	
2			1.40	429.60				Lapillis ponceux jaune gris Dmax 50mm	2
2.5									
			3.00	428.00					

Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) | Observations : Perinelle HAUT

Chantier : STEP - Saint Pierre
Client : MERIDIAM
Dossier: G001.J.060



Coord. X: 696868.0 Y: 1634315.8 Z: 431.7 (NGM)

Date : 14/06/2021

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage FP11		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations	
			Prof	NGM				
0.5 1 1.5 2 2.5	Tracto-pelle			0.30	431.40	Terre végétale + ponces	1 2	- Parois stables à court terme
				1.00	430.70	Lapillis ponceux jaune Dmax 100mm		
				1.40	430.30	Lapillis cendreux noirs		
				2.50	429.20	Lapillis ponceux jaunes Dmax 50mm		
				3.00	428.70	Lapillis ponceux gris Dmax 50mm		
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : Perinelle HAUT								

Coord. X: 696844.8 Y: 1634283.4 Z: 424.4 (NGM)

Date : 14/06/2021

Prof. en m.	matériel	Nappe	sondage FP12		Description des sols	Echant.	Résultats d'essais ou observations	
			Prof	NGM				
0.5 1 1.5 2 2.5	Tracto-pelle			0.30	424.10	Terre végétale + ponces	1 2	- Parois stables à court terme
				1.00	423.40	Lapillis ponceux jaune Dmax 100mm		
				1.40	423.00	Lapillis cendreux noirs		
				2.00	422.40	Lapillis ponceux jaune Dmax 50mm		
				3.00	421.40	Lapillis ponceux gris Dmax 50mm		
Nappe: pas d'eau à la prof. reconnue (à date du sondage) Observations : Perinelle HAUT								

Logiciel PUIT32 - Version 4.0 -- [DQ.E138-01 - V.1 du 28/09/2016]

Photographies coupes de puits ou sondages FP11 entre 0,30 et 3,0 m

Photo d'ensemble



Photo du sondage



Sols : 0,30 à 1,00 m



Sols : 1,00 à 1,40 m



Sols : 1.40 à 2.50 m



Sols : 2,50 à 3,00 m

Photographies coupes de puits ou sondages FP12 entre 0,30 et 3,0 m

Photo d'ensemble



Photo du sondage



Sols : 0,30 à 1,00 m



Sols : 1,40 à 2,00 m



Sols : 2,00 à 3,00 m

Photographies coupes de puits ou sondages FP13 entre 0,20 et 3,0 m

Photo d'ensemble



Photo du sondage



Sols : 0,20 à 1,00 m



Sols : 1,00 à 1,40 m



Sols : 1,40 à 3,00 m

Photographies coupes de puits ou sondages FP14 entre 0,0 et 3,0 m

Photo d'ensemble



Photo du sondage



Sols : 0,00 à 1,00



Sols : 1,00 à 1,80 m



Sols : 1,80 à 3,00 m

Photographies coupes de puits ou sondages FP15 entre 0,30 et 3,0 m

Photo d'ensemble



Photo du sondage



Sols : 0,0 à 0,30 m



Sols : 0,30 à 0,50 m



Sols : 0,50 à 0,80 m



sols : 0,80 à 1,20 m



sols : 2,00 à 3,00 m

Photographies coupes de puits ou sondages FP16 entre 0,0 et 3,0 m

Photo d'ensemble



Photo du sondage



Sols : 0,00 à 0,80 m



Sols : 1,20 à 1,90 m



Sols : 2,50 à 3,00 m



Sols : 1,90 à 2,50 m

Photographies coupes de puits ou sondages FP17 entre 0,0 et 3,0 m

Photo d'ensemble



Photo du sondage



Sols : 0,0 à 0,60 m



sols : 0,60 à 1,00 m



sols : 1,00 à 2,00 m



Sols : 2,00 à 3,00 m

Photographies coupes de puits ou sondages FP18 entre 0,20 et 3,0 m

Photo d'ensemble



Photo du sondage



Sols : 0,20 à 1,10 m






Sols : 1,10 à 1,70 m



sols : 1,70 à 3,00 m

ANNEXE 5 – RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

-  échantillons de sols - analyses d'identification type GTR,
-  échantillons de sols – essais proctor,
-  échantillons de sols – essais de cisaillement à la boîte CD

Chantier : STEP PERINELLE- SAINT PIERRE

Client : GEODE

Destinataire : GEODE

Adresse :

Dossier : G001.J.060D

N° d'enregistrement : FP 11 0.30m

Nature du matériau :

Repère ou sondage : FP11

Profondeur : 0.30-1.40m

Mode prélèvement :

Date prélèvement : 14/05/2021

Prélevé par : GINGER GEODE

Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
31.5	41.7	0.27				67	52	7			B4

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

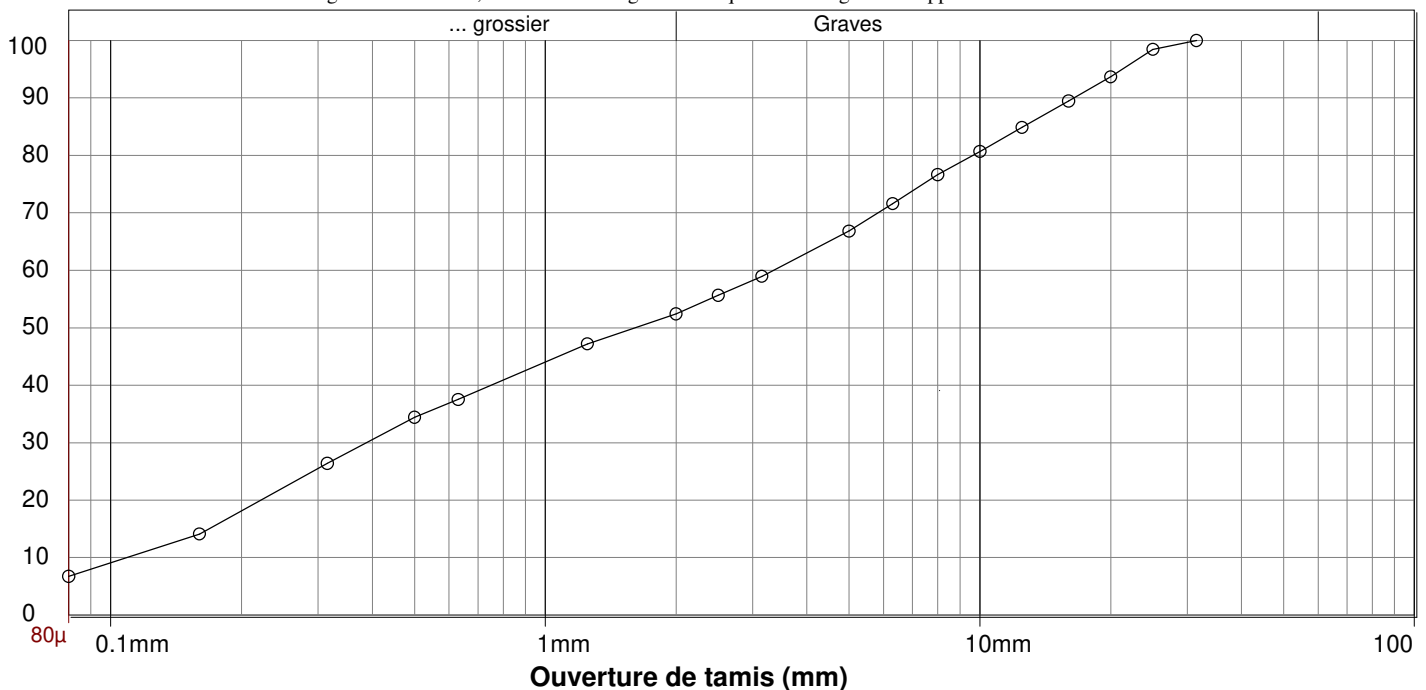
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5
Passants (%)	7%	14%	26%	34%	38%	47%	52%	56%	59%	67%	72%	77%	81%	85%	89%	94%	98%	100%

Chantier : STEP PERINELLE SAINT-PIERRE

Client : GEODE

Destinataire : GEODE

Adresse :

Dossier : G001.J.060D

N° d'enregistrement : FP 11 1.40m

Nature du matériau :

Repère ou sondage : FP 11

Profondeur : 1.40 - 3.00m

Mode prélèvement :

Date prélèvement : 14/05/2021

Prélevé par : GINGER GEODE

Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
25	30.8	0.13				79	64	4			B3

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

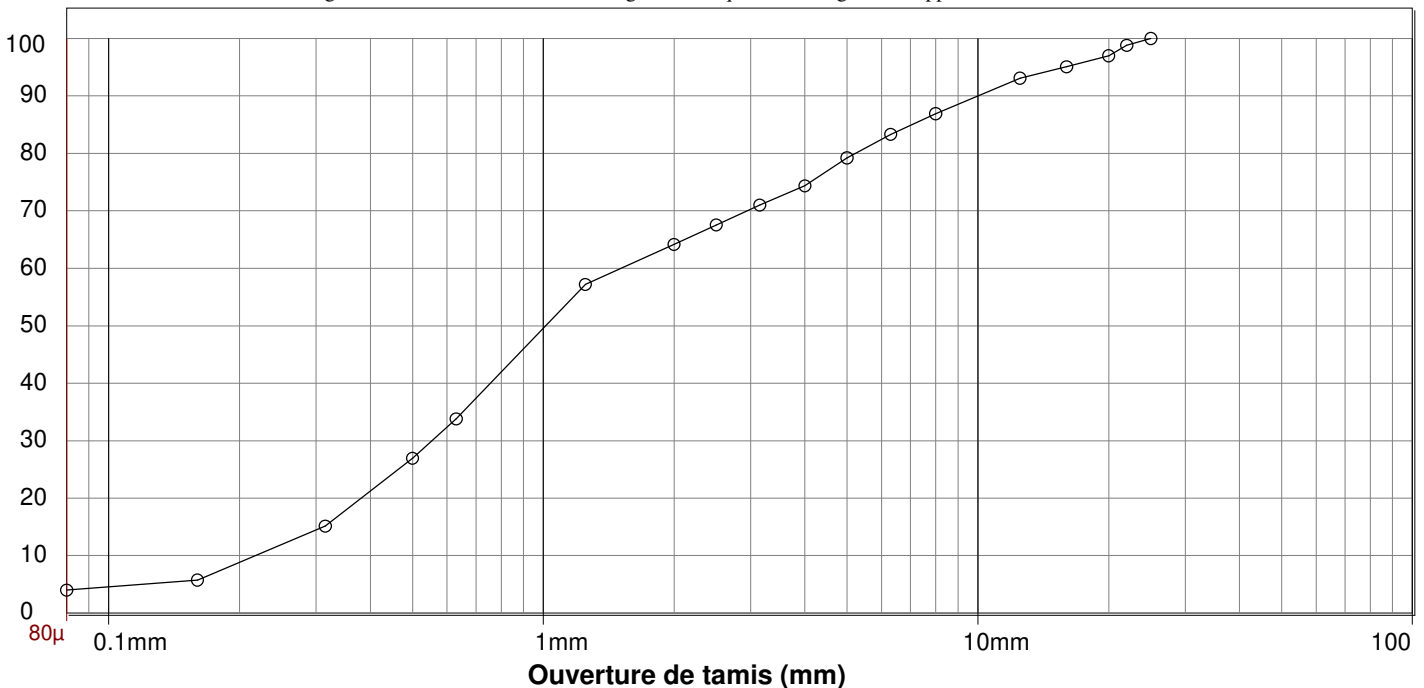
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	12.5	16	20	22	25
Passants (%)	4%	6%	15%	27%	34%	57%	64%	68%	71%	74%	79%	83%	87%	93%	95%	97%	99%	100%

Chantier : STEP PERINELLE SAINT-PIERRE

Client : GEODE

Destinataire : GEODE

Adresse :

Dossier : G001.J.060D

N° d'enregistrement : FP 12 0.00-1.00m

Nature du matériau :

Repère ou sondage : FP 12

Profondeur : 0.00 - 1.00m

Mode prélèvement :

Date prélèvement : 14/05/2021

Prélevé par : GINGER GEODE

Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
25	39.7	0.16				63	48	4			B3

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

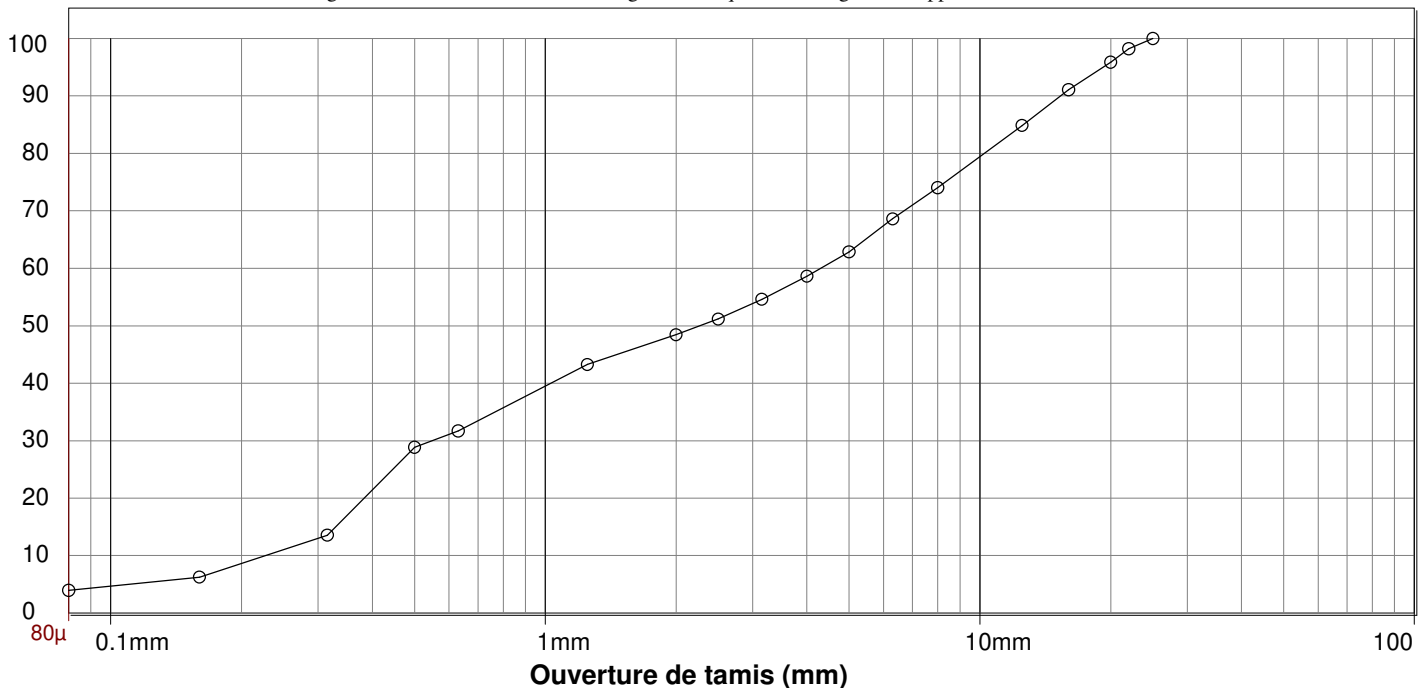
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	12.5	16	20	22	25
Passants (%)	4%	6%	14%	29%	32%	43%	48%	51%	55%	59%	63%	69%	74%	85%	91%	96%	98%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE

Destinataire : GEODE

Adresse :

Dossier : G001.J.060D

N° d'enregistrement : FP 12 1.00-2.50m

Nature du matériau :

Repère ou sondage : FP 12

Profondeur : 1.00 - 2.50m

Mode prélèvement :

Date prélèvement : 14/05/2021

Prélevé par : GINGER GEODE

Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
50	38.1	0.1				56	42	3			B3

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

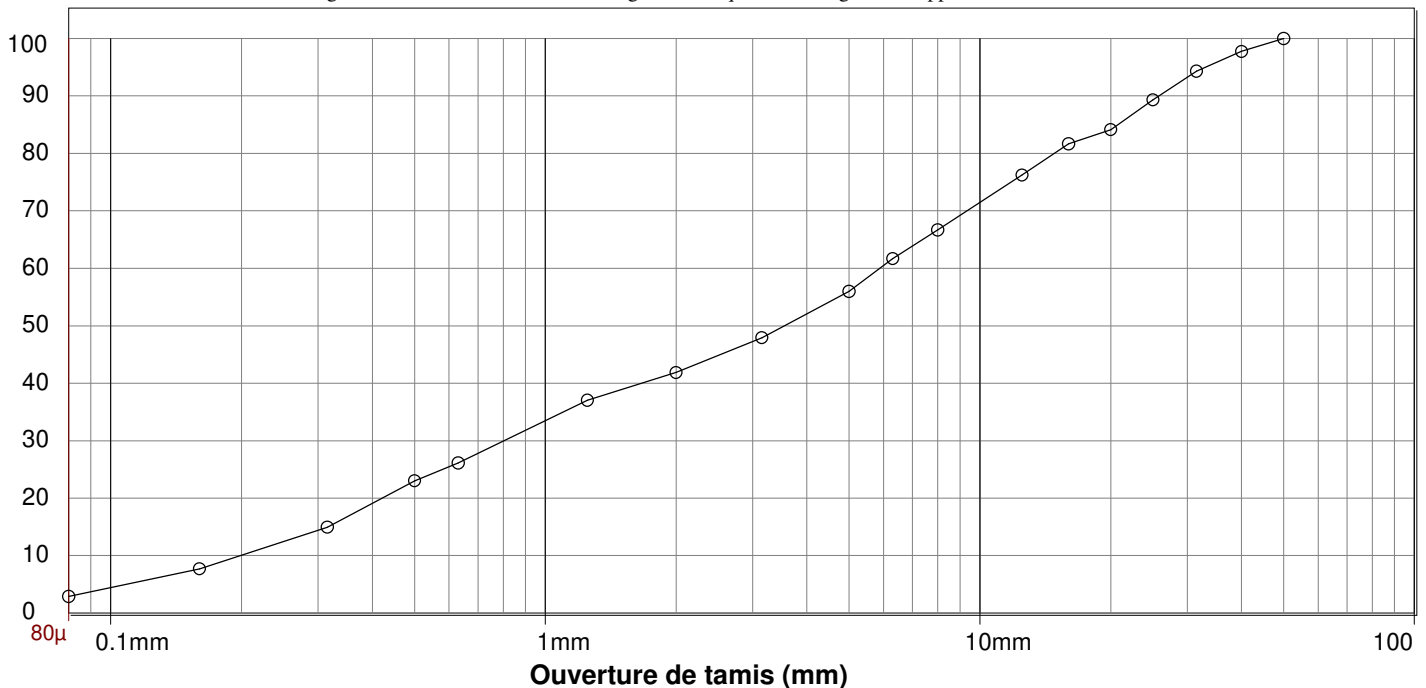
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	3.15	5	6.3	8	12.5	16	20	25	31.5	40	50
Passants (%)	3%	8%	15%	23%	26%	37%	42%	48%	56%	62%	67%	76%	82%	84%	89%	94%	98%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE
Destinataire : GEODE
Adresse :

Dossier : G001.J.060D
N° d'enregistrement : FP13 0.50m

Nature du matériau :
Repère ou sondage : FP 13
Profondeur : 0.50m
Mode prélèvement :
Date prélèvement : 14/05/2021
Prélevé par : GINGER GEODE
Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
25	33.9	0.19				75	61	4			B3

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

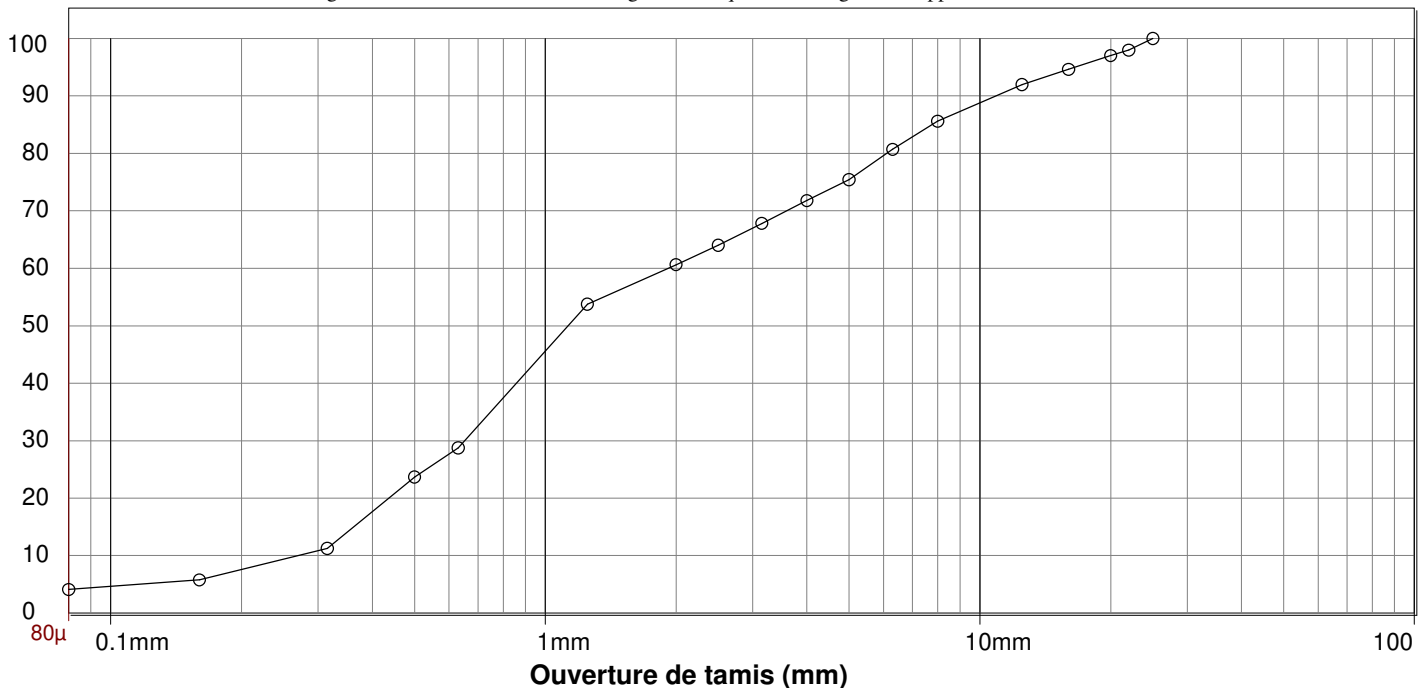
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	12.5	16	20	22	25
Passants (%)	4%	6%	11%	24%	29%	54%	61%	64%	68%	72%	75%	81%	86%	92%	95%	97%	98%	100%

Chantier : STEP PERINELLE SAINT-PIERRE

Client : GEODE

Destinataire : GEODE

Adresse :

Dossier : G001.J.060D

N° d'enregistrement : FP 13 2.00m

Nature du matériau :

Repère ou sondage : FP 13

Profondeur : 2.00m

Mode prélèvement :

Date prélèvement : 14/05/2021

Prélevé par : GINGER GEODE

Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
25	33.6	0.16				75	60	9			B3

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

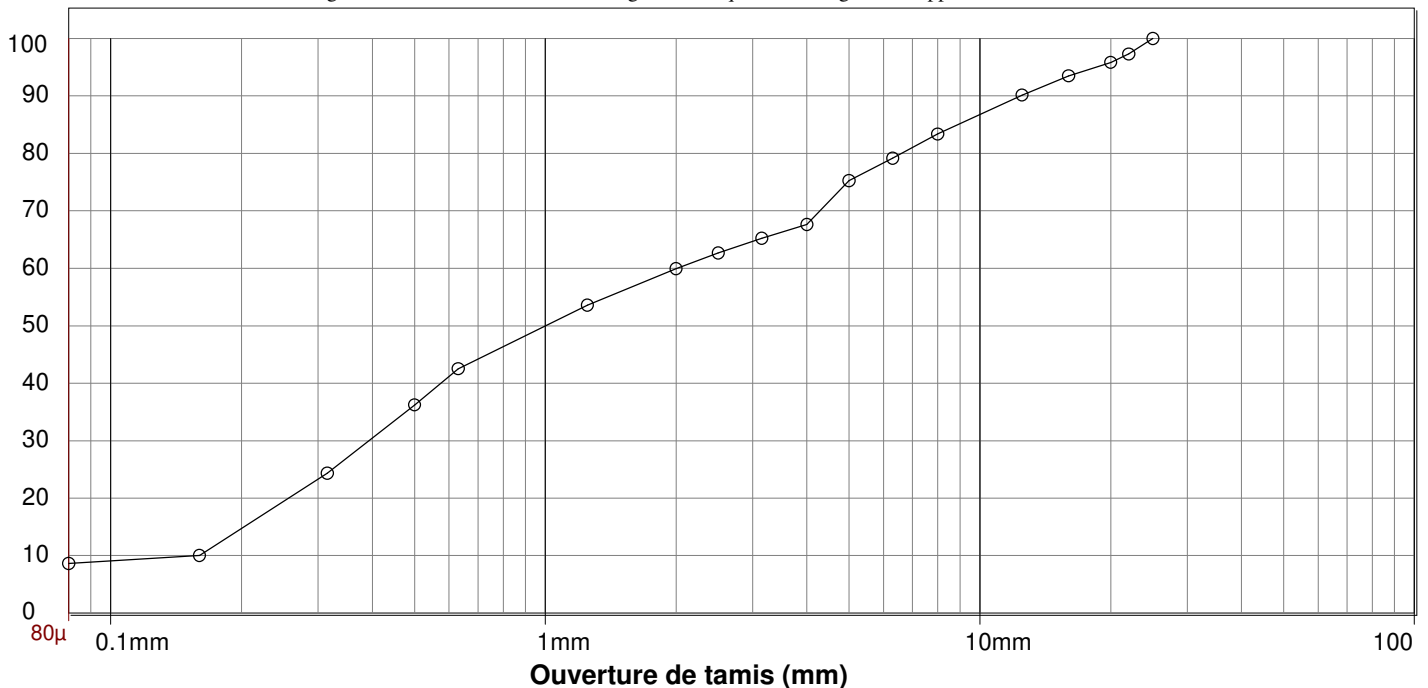
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	12.5	16	20	22	25
Passants (%)	9%	10%	24%	36%	43%	54%	60%	63%	65%	68%	75%	79%	83%	90%	93%	96%	97%	100%

Chantier : STEP PERINELLE SAINT-PIERRE

Client : GEODE

Destinataire : GEODE

Adresse :

Dossier : G001.J.060D

N° d'enregistrement : FP 14 0.50m

Nature du matériau :

Repère ou sondage : FP 14

Profondeur : 0.50m

Mode prélèvement :

Date prélèvement : 14/05/2021

Prélevé par : GINGER GEODE

Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
25	32.2	0.41				76	65	13			B5

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

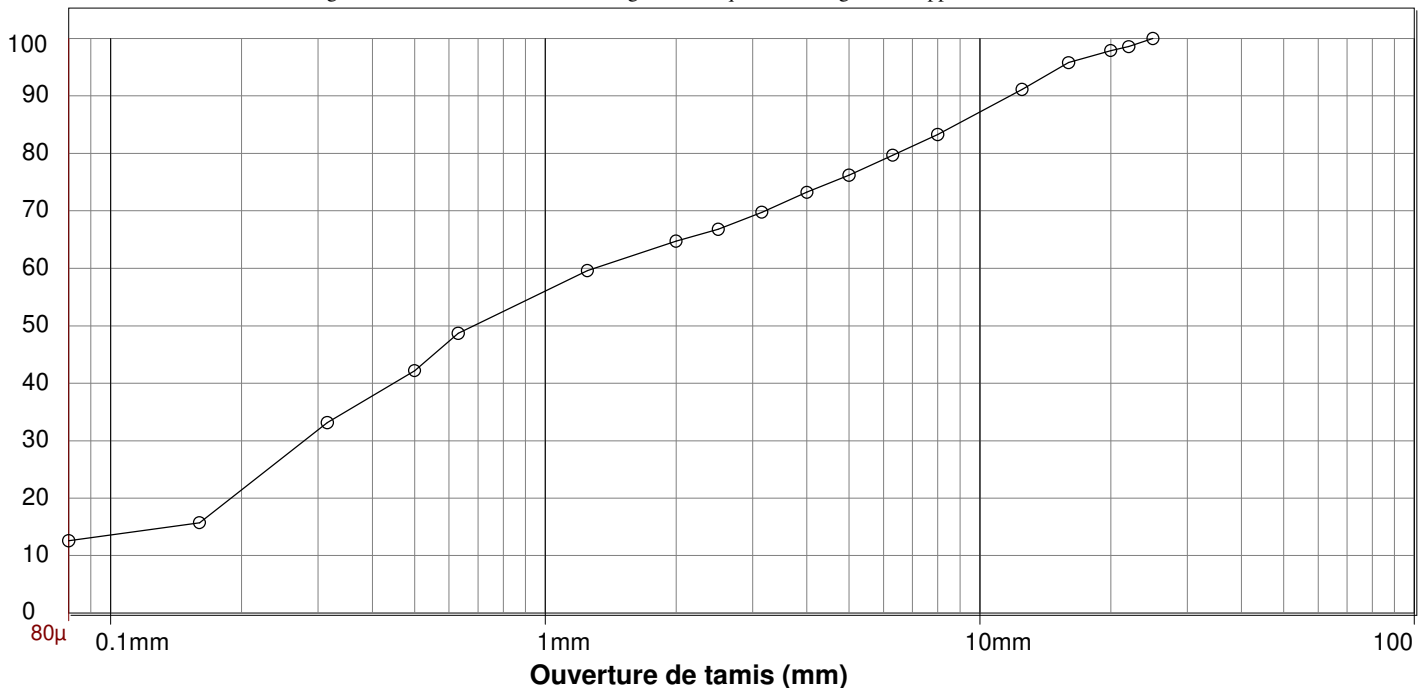
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	12.5	16	20	22	25
Passants (%)	13%	16%	33%	42%	49%	60%	65%	67%	70%	73%	76%	80%	83%	91%	96%	98%	99%	100%

Chantier : STEP PERINELLE- SAINT PIERRE

Client : GEODE

Destinataire : GEODE

Adresse :

Dossier : G001.J.060D

N° d'enregistrement : FP 14 2.50m

Nature du matériau :

Repère ou sondage : FP 14

Profondeur : 2.50m

Mode prélèvement :

Date prélèvement : 14/05/2021

Prélevé par : GINGER GEODE

Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
25	38.2	0.46				87	80	38			A1

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

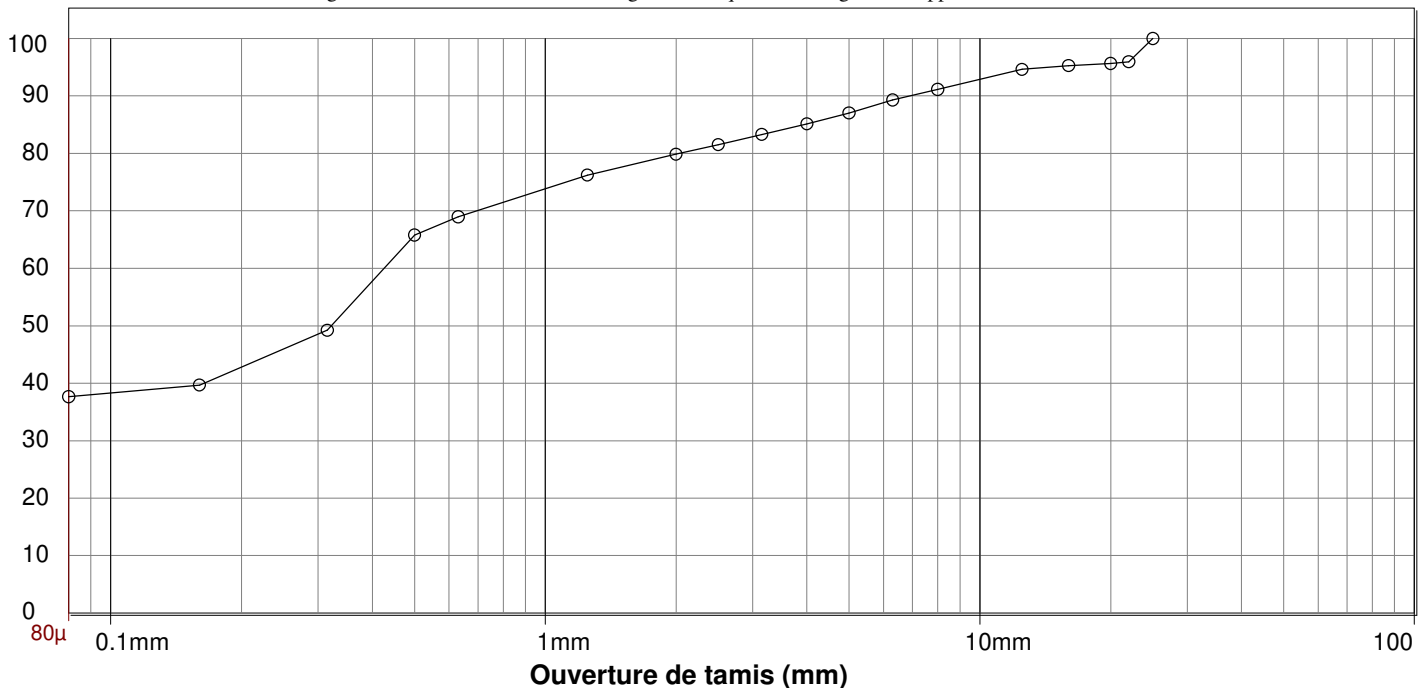
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	12.5	16	20	22	25
Passants (%)	38%	40%	49%	66%	69%	76%	80%	82%	83%	85%	87%	89%	91%	95%	95%	96%	96%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE
Destinataire : GEODE
Adresse :

Dossier : G001.J.060D
N° d'enregistrement : FP15 1.50m

Nature du matériau :
Repère ou sondage : FP 15
Profondeur : 1.50m
Mode prélèvement :
Date prélèvement : 14/05/2021
Prélevé par : GINGER GEODE
Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
50	28.2	0.66				63	49	4			B4

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

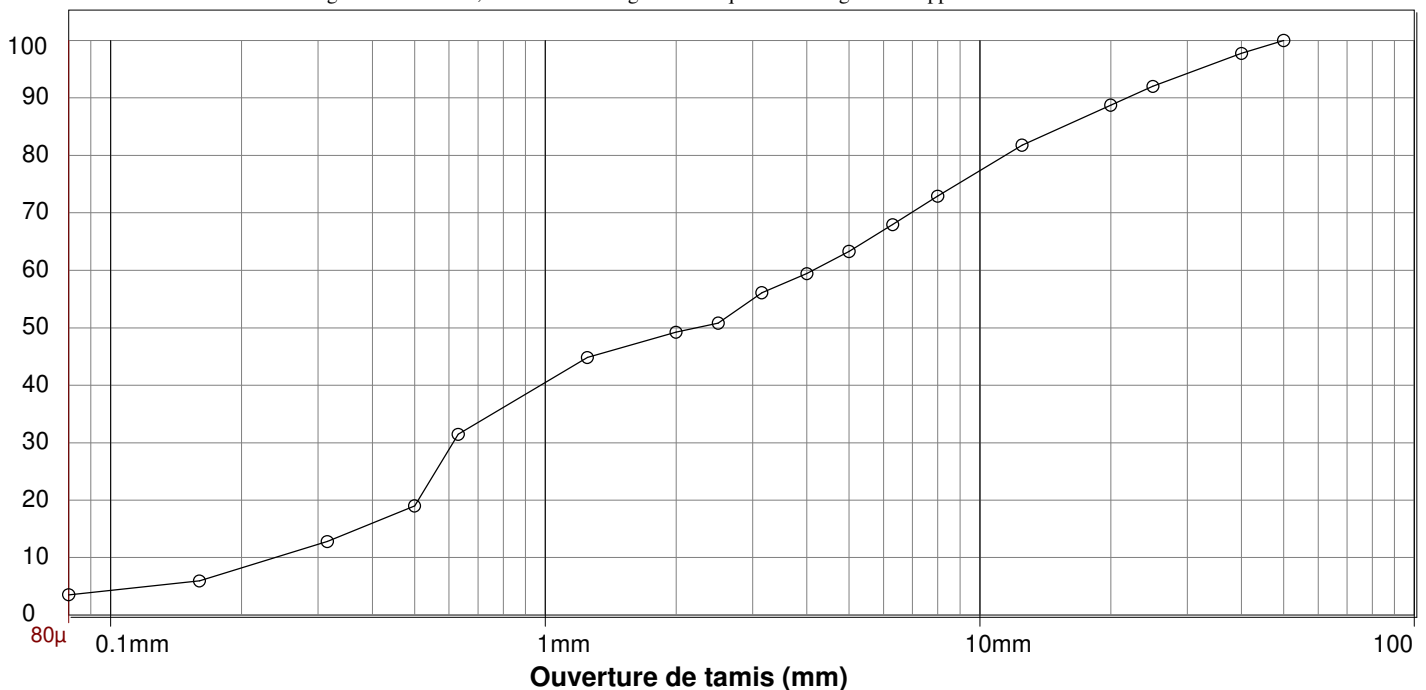
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	12.5	20	25	40	50
Passants (%)	4%	6%	13%	19%	31%	45%	49%	51%	56%	59%	63%	68%	73%	82%	89%	92%	98%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE
Destinataire : GEODE
Adresse :

Dossier : G001.J.060D
N° d'enregistrement : FP15 2.50m

Nature du matériau :
Repère ou sondage : FP 15
Profondeur : 2.50m
Mode prélèvement :
Date prélèvement : 14/05/2021
Prélevé par : GINGER GEODE
Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
25	31.1	0.29				85	78	28			B5

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

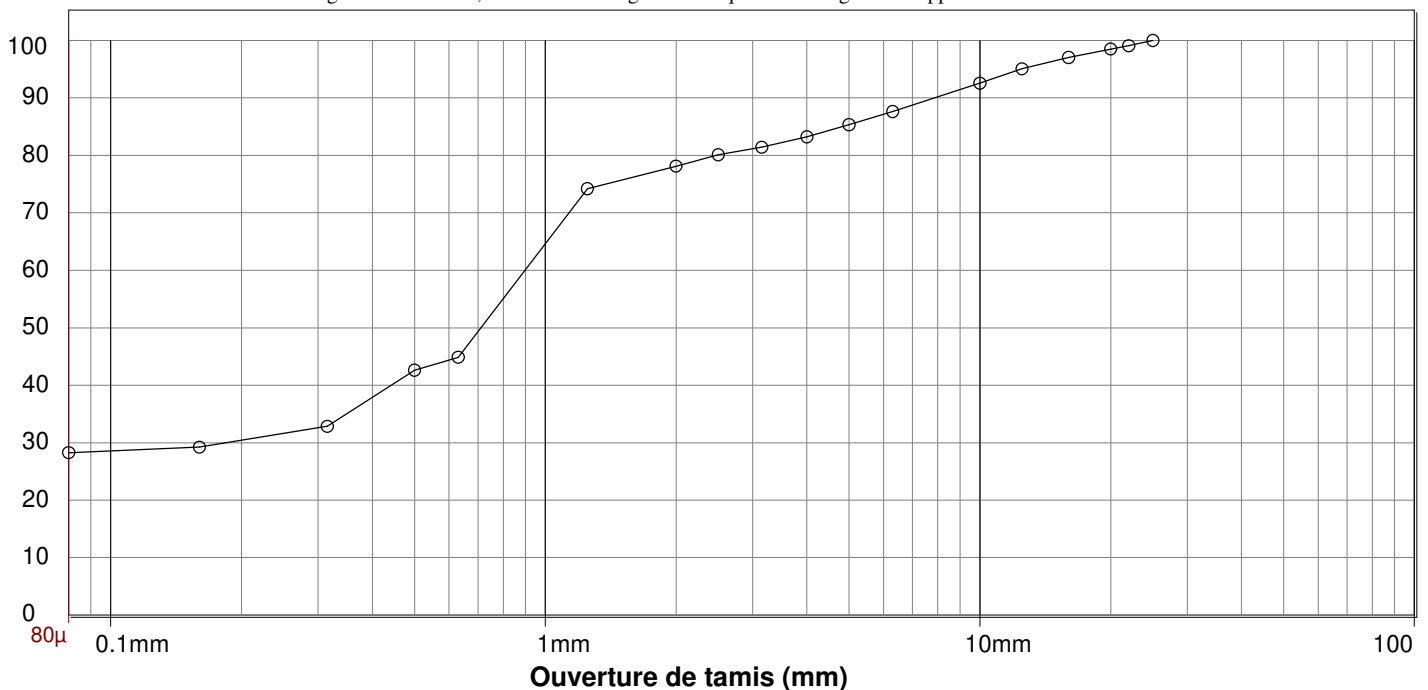
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	10	12.5	16	20	22	25
Passants (%)	28%	29%	33%	43%	45%	74%	78%	80%	81%	83%	85%	88%	93%	95%	97%	99%	99%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE

Destinataire : GEODE

Adresse :

Dossier : G001.J.060D

N° d'enregistrement : FP16 0-1.9m

Nature du matériau :

Repère ou sondage : FP 16

Profondeur : 0-1.9m

Mode prélèvement :

Date prélèvement : 14/05/2021

Prélevé par : GINGER GEODE

Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
31.5	24.5	0.26				74	60	10			B4

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

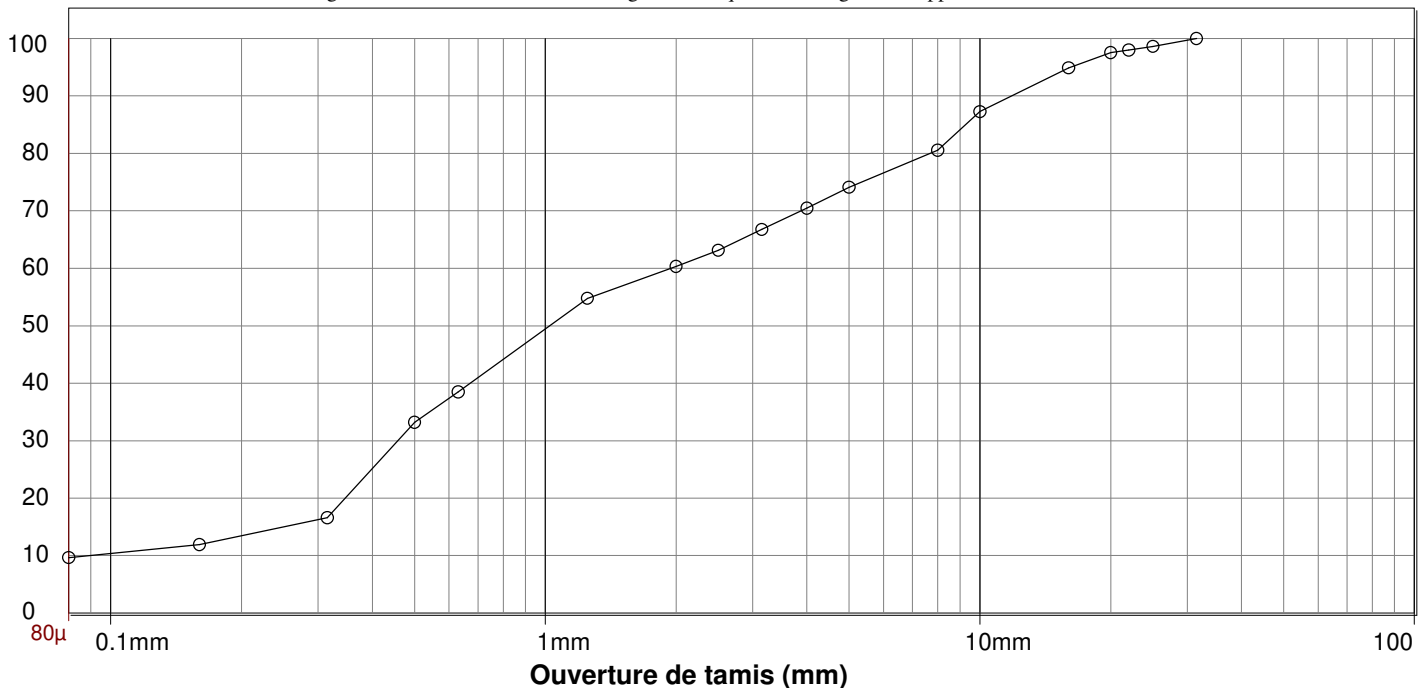
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	8	10	16	20	22	25	31.5
Passants (%)	10%	12%	17%	33%	38%	55%	60%	63%	67%	70%	74%	81%	87%	95%	98%	98%	99%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE
Destinataire : GEODE
Adresse :

Dossier : G001.J.060D
N° d'enregistrement : FP16 1.9-3.0m

Nature du matériau :
Repère ou sondage : FP 16
Profondeur : 1.90 - 3.00m
Mode prélèvement :
Date prélèvement : 14/05/2021
Prélevé par : GINGER GEODE
Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP		Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-		%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
50	29.9	0.2					55	5			B3

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

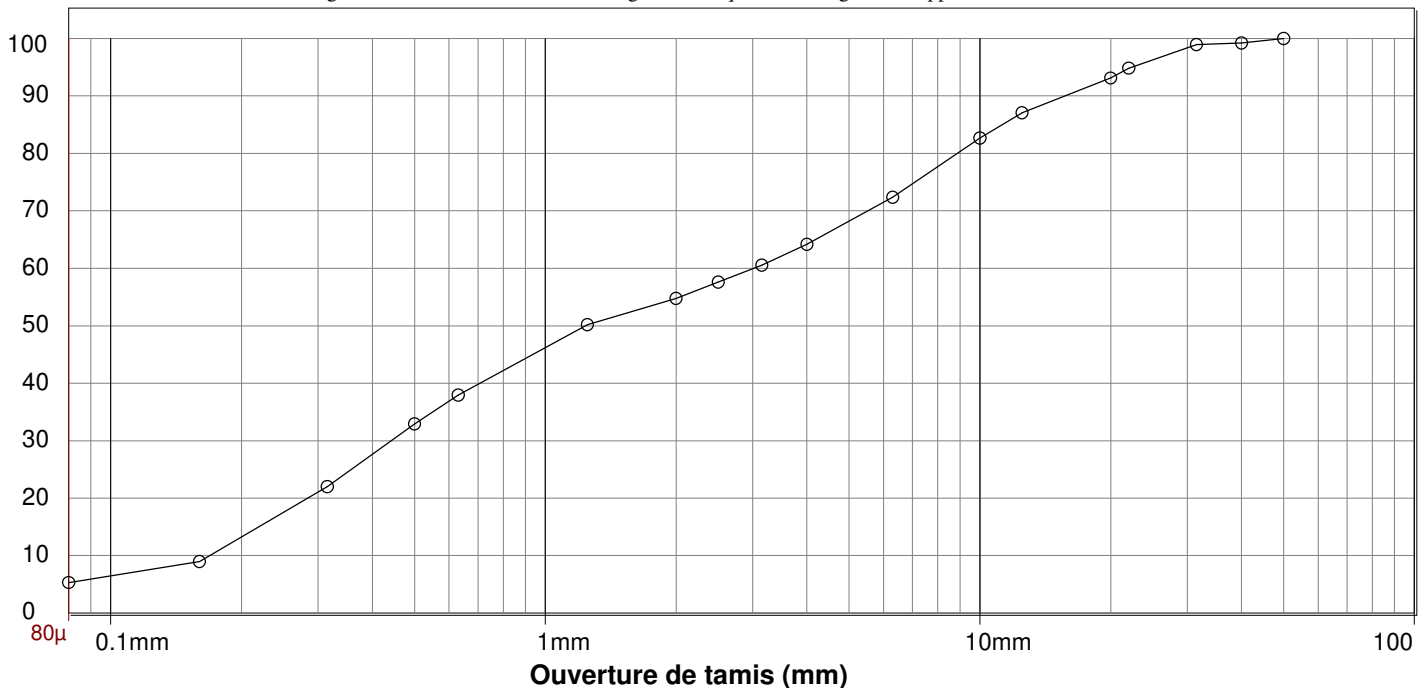
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	6.3	10	12.5	20	22	31.5	40	50
Passants (%)	5%	9%	22%	33%	38%	50%	55%	58%	61%	64%	72%	83%	87%	93%	95%	99%	99%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE
Destinataire : GEODE
Adresse :

Dossier : G001.J.060D
N° d'enregistrement : FP17 0-2m

Nature du matériau :
Repère ou sondage : FP 17
Profondeur : 0 - 2.00m
Mode prélèvement :
Date prélèvement : 14/05/2021
Prélevé par : GINGER GEODE
Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
40	24.4	0.81				73	61	13			B4

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

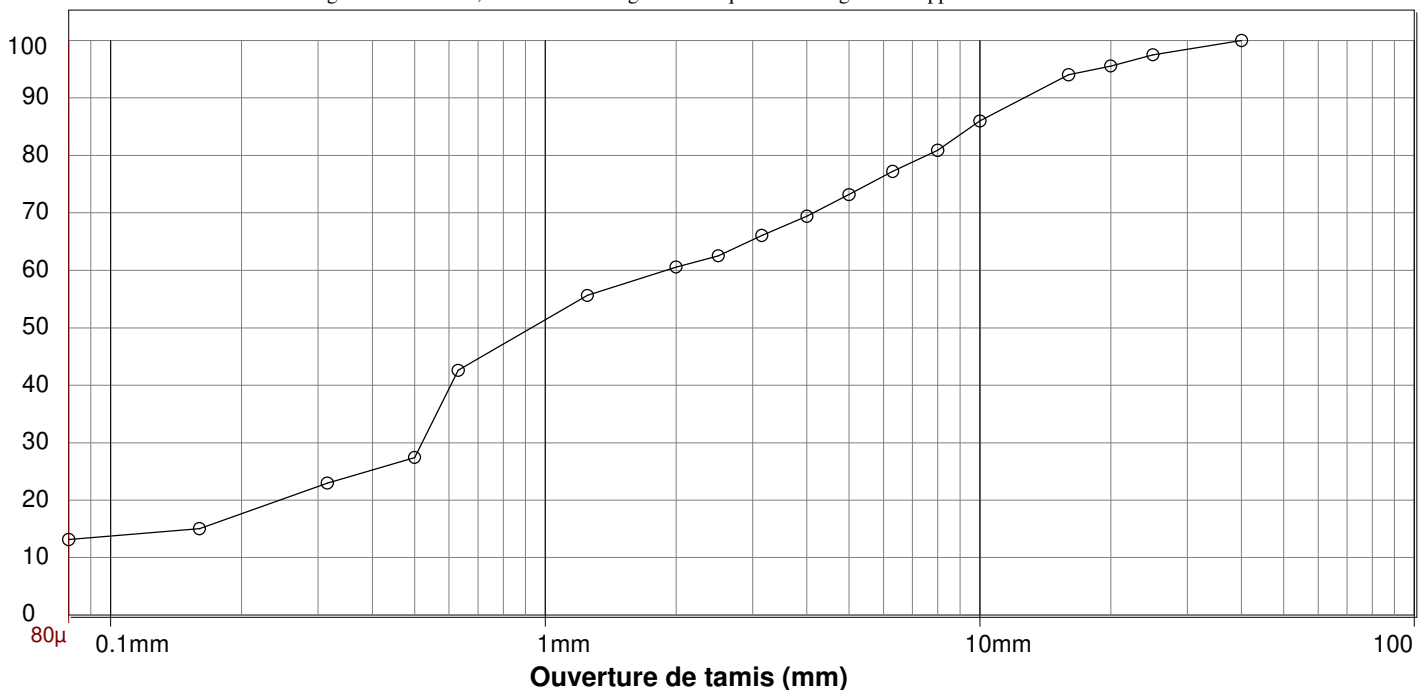
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	16	20	25	40
Passants (%)	13%	15%	23%	27%	43%	56%	61%	63%	66%	69%	73%	77%	81%	86%	94%	96%	98%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE
Destinataire : GEODE
Adresse :

Dossier : G001.J.060D
N° d'enregistrement : FP17 2.50m

Nature du matériau :
Repère ou sondage : FP 17
Profondeur : 2.50m
Mode prélèvement :
Date prélèvement : 14/05/2021
Prélevé par :
Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP		Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-		%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
40	31.3	0.13					53	3			B3

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

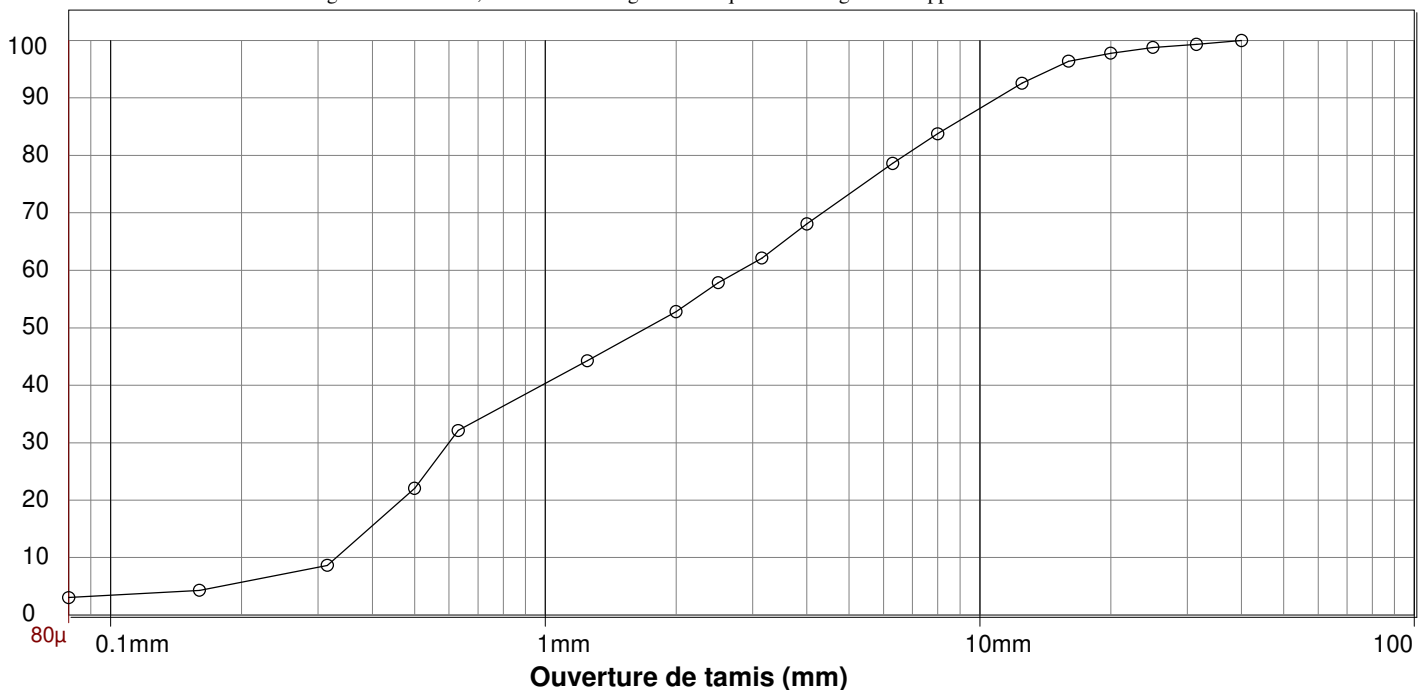
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	6.3	8	12.5	16	20	25	31.5	40
Passants (%)	3%	4%	9%	22%	32%	44%	53%	58%	62%	68%	79%	84%	93%	96%	98%	99%	99%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE
Destinataire : GEODE
Adresse :

Dossier : G001.J.060D
N° d'enregistrement : FP18 0.80m

Nature du matériau :
Repère ou sondage : FP 18
Profondeur : 0.80m
Mode prélèvement :
Date prélèvement : 14/05/2021
Prélevé par :
Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP		Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-		%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
40	28.9	0.39					45	6			B4

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

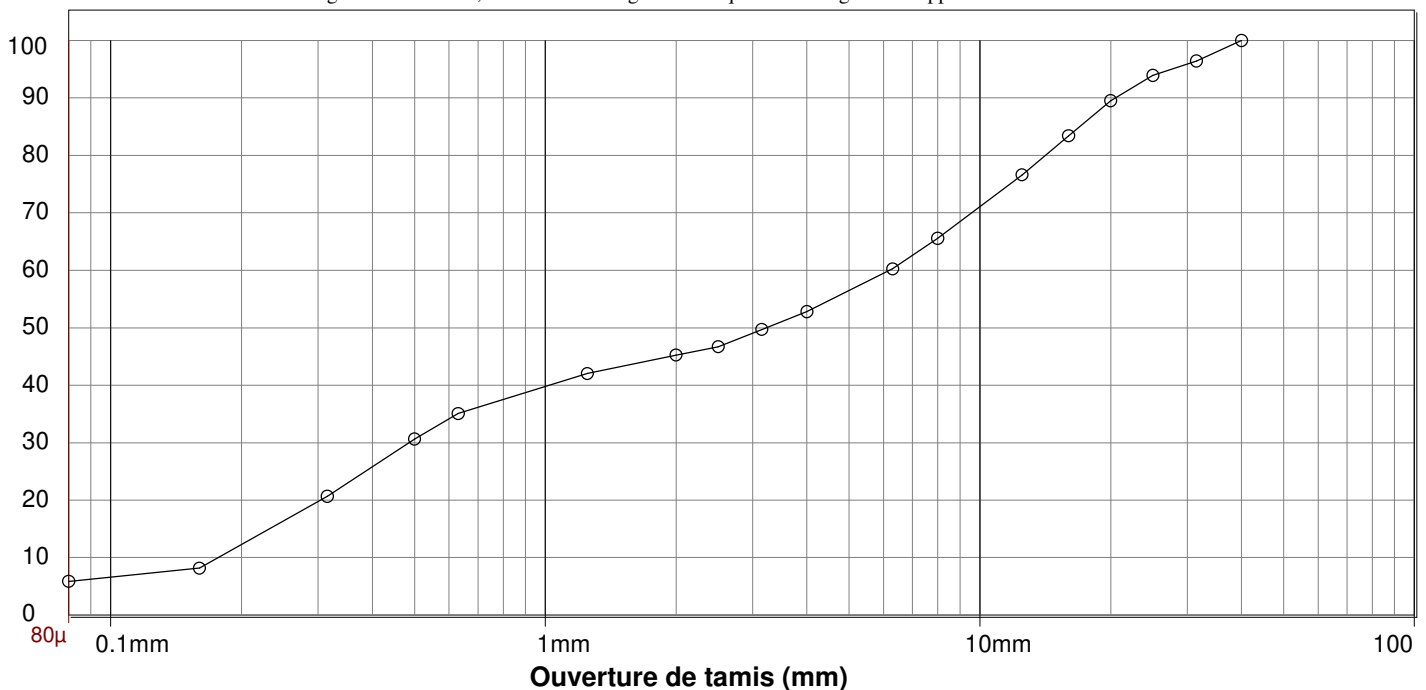
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	6.3	8	12.5	16	20	25	31.5	40
Passants (%)	6%	8%	21%	31%	35%	42%	45%	47%	50%	53%	60%	66%	77%	83%	90%	94%	96%	100%

Chantier : STEP PERINELLE - SAINT-PIERRE

Client : GEODE
Destinataire : GEODE
Adresse :

Dossier : G001.J.060D
N° d'enregistrement : FP18 2.50m

Nature du matériau :
Repère ou sondage : FP 18
Profondeur : 2.50m
Mode prélèvement :
Date prélèvement : 14/05/2021
Prélevé par : GINGER GEODE
Date des essais : JUILLET 2021

D.max	Teneur en eau (*) W	Valeur au bleu VBS	Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Passant à 5 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80µ			Classification du sol
mm	%	g/100g	%	%	-	%	%	%			
	NFP 94-050	NFP 94-068									NFP 11-300
31.5	10.9	0.32				76	60	13			B4

(*) Par dérogation à la norme, la mesure de la teneur en eau est effectuée en laissant le matériau au moins 12 heures à l'étuve

Dans le cas où GINGER CEBTP ne prélève pas les échantillons, le client assumera seul la responsabilité de la fourniture des échantillons et de la méthode de prélèvement utilisée.

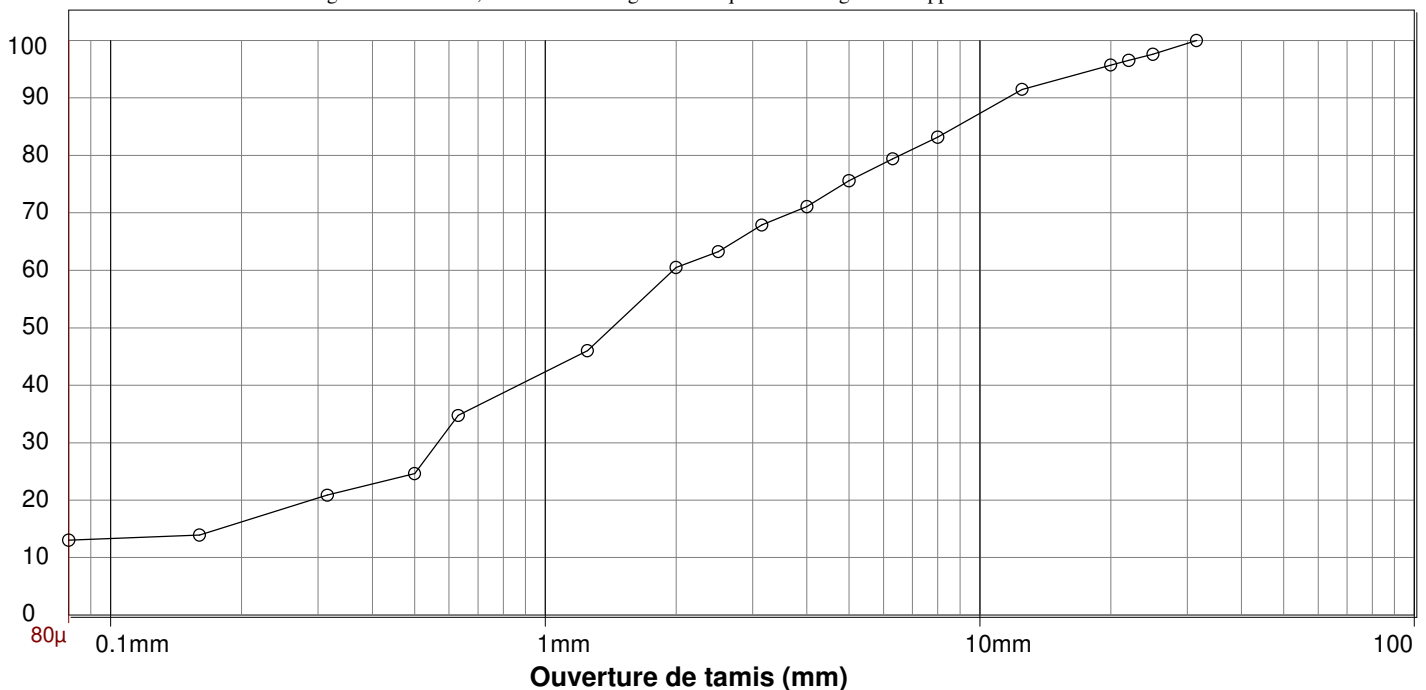
ANALYSE GRANULOMETRIQUE DU MATERIAU

Tamisage à sec après lavage

granulométrie: Méthode d'essai selon NFP 94 056

% passants

Par dérogation à la norme, la fin des tamisages sur chaque tamis ou grille est appréciée visuellement



Tamis en mm	0.08	0.16	0.315	0.5	0.63	1.25	2	2.5	3.15	4	5	6.3	8	12.5	20	22	25	31.5
Passants (%)	13%	14%	21%	25%	35%	46%	60%	63%	68%	71%	76%	79%	83%	91%	96%	97%	98%	100%

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

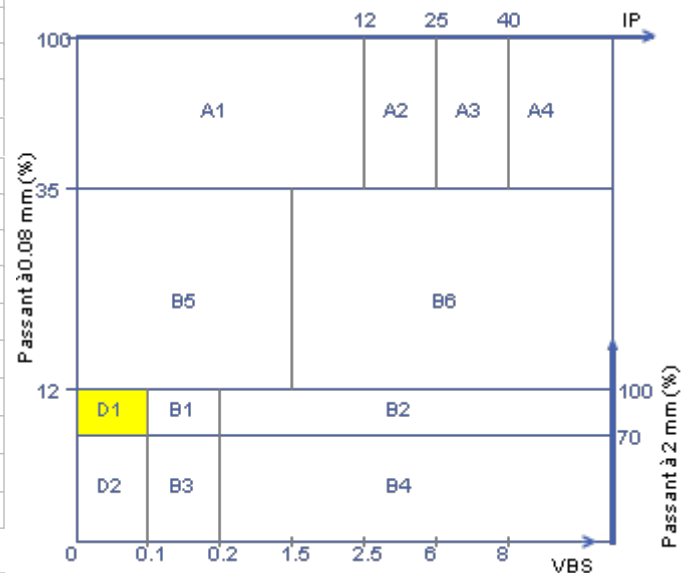
Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4129

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC7
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 7.00/7.60 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Sable graveleux noir basaltique.	

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	50	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	72.6	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	7.4	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057	1	%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.03	g /100 g
MV des particules solides ρ _S	NF P94-054		kg/m ³
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF P94-053	1850	kg/m ³
Masse volumique sèche ρ _d	NF P94-064		t/m ³
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C _{MOC}	XP P 94-047		%

CLASSIFICATION NF P 11-300: D1



Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	16.1	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - I _c	(WL - W _n) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		



Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF P94-066		
Dégradabilité - DG	NF P94-067		
micro-Deval - MDE (10/14 mm)	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA (10/14 mm)	NF EN 1097-2		%
Friabilité des sables - F _s	NF P18-576		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m ³) :	

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT

**DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS
Méthode de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau
Méthode d'essai selon NF P 94-053 (norme périmée)**

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client /MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon 21TLS-4129

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC7
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 7.00/7.60 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Sable graveleux noir basaltique.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MARBOEUF J.
Température : 105°C	Date essai : 07/09/21
Méthode utilisée : Trousse Coupante	Température de salle d'essai (°C) : 23.9

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	$\rho = 1850$	kg/m ³
Teneur en eau	$w = 16.1$	%
Masse volumique sèche	$\rho_d = 1590$	kg/m ³

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρ_S (kg/m ³)	= 2650 (estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρ_{sat} (kg/m ³)	= 1993
Teneur en eau naturelle de saturation	W_{sat} (%)	= 25.0
Porosité	n (%)	= 39.8
Indice des vides	e	= 0.662
Degré de saturation	S_r (%)	= 64.2

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT



GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA



N°08-87

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4129

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC7
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 7.00/7.60 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	dm (mm) : 50 dc (mm) : 20
Description : Sable graveleux noir basaltique.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MONTACEL Q.
Température : 105°C	Date essai : 31/08/21

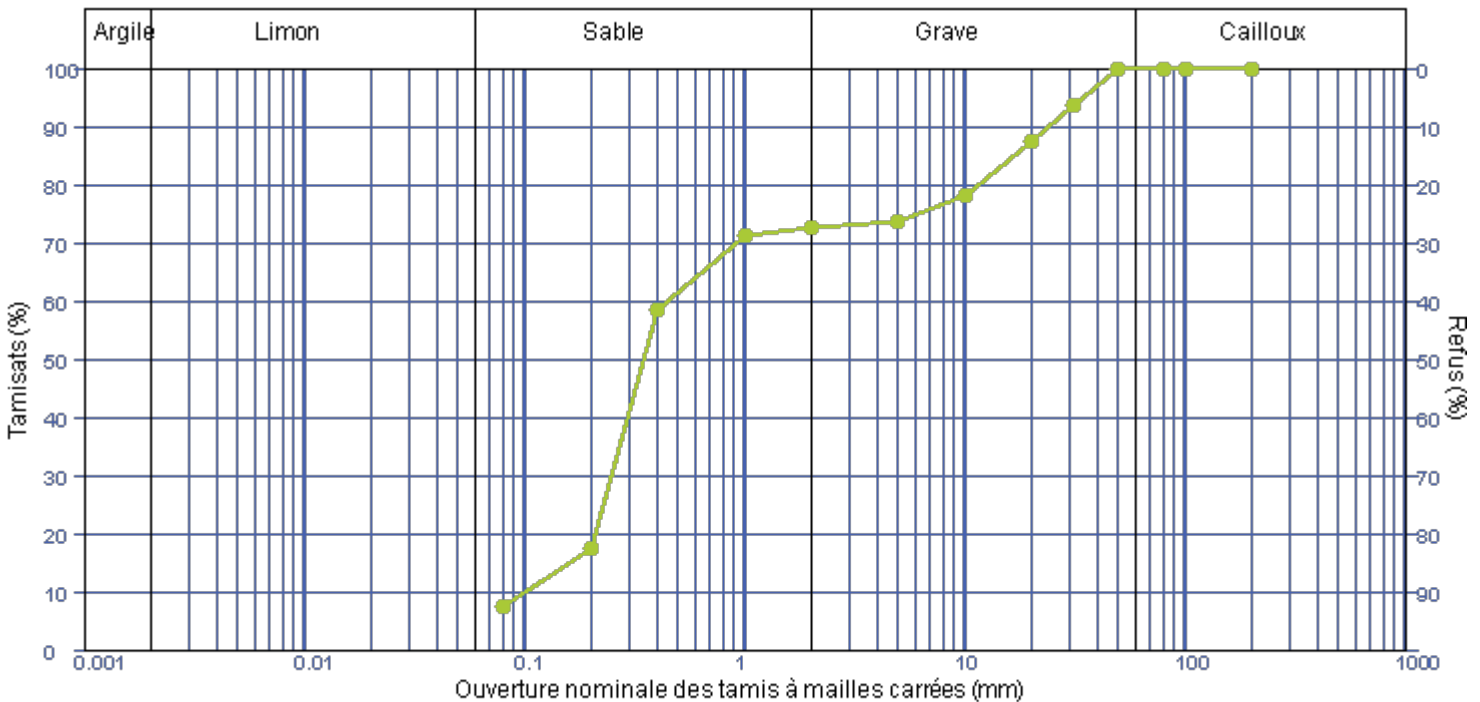
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	200 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	93.6	87.4	78.0	73.6	72.6	71.2	58.4	17.3	7.4

Facteur d'uniformité $C_u = 4.3$

Facteur de courbure $C_c = 1.3$

Facteur de symétrie $C_s = 0.0$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

Chef de service
Laetitia NEROT

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
Méthode par sédimentation
Méthode d'essai selon NF P 94-057 (norme périmée)

 GINGER CEBTP TOULOUSE
 LABORATOIRE TOULOUSE
 2 AVENUE DE FLOURENS
 31130 BALMA

Informations générales
N°08-87

N° dossier :	STL6.L0052.0001	Client / MO :	GINGER GEODE
Désignation :	STEP SAINT PIERRE		
Localité :	ST PIERRE		
Chargé d'affaire :	Laetitia NEROT	Demandeur / MOE :	GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4129

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC7
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	7.00/7.60 m
Date prélèvement :	06/09/21		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte	dm (mm) :	50
Date de livraison :	24/08/21	Wnat (%) :	16.1
		Passant (%) à 80 µm de la fraction 0/D :	7.4
Description :	Sable graveleux noir basaltique.		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	MANSOTTE C.
Température :	105°C	Date essai :	02/09/21

Paramètres du densimètre

H0 (cm):	13.8	h1 (cm):	16.4
H1 (cm):	4.0	Vd (cm3):	80

Facteurs correcteurs

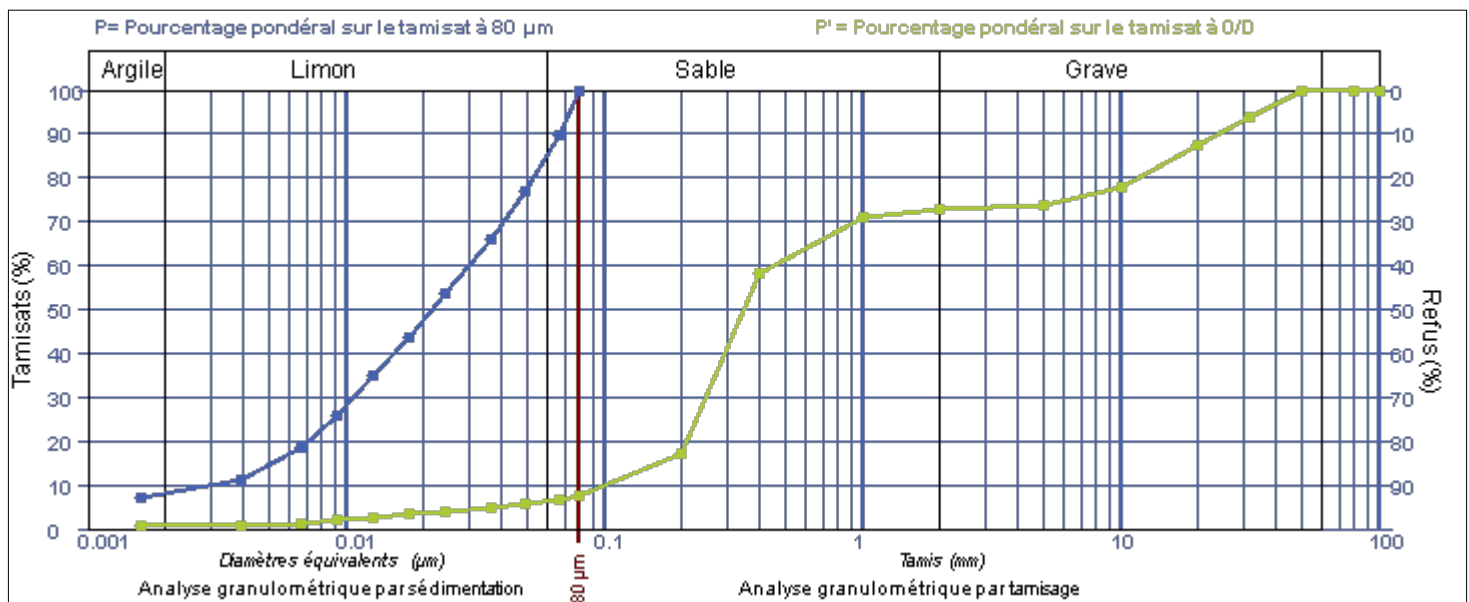
Cm:	0.0005	Cd:	-0.0005
-----	--------	-----	---------

Section de l'éprouvette A (cm2)

50

Résultats:

Temps Lecture (hh:mm:ss)	Temps cumulés (s)	Lecture densimètre R	Température (°C)	Correction température Ct	Diamètre équivalent D (µm)	% passant sur la fraction 0/80 µm P (%)	% passant sur la fraction 0/D P' (%)
30 s	30	1.0209	21.0	0.0018	67.1	89.7	6.6
1 min	60	1.0177	21.0	0.0018	49.8	77.1	5.7
2 min	120	1.0149	21.0	0.0018	36.6	66.0	4.9
5 min	300	1.0117	20.9	0.0018	24.1	53.5	3.9
10 min	600	1.0092	21.0	0.0018	17.6	43.7	3.2
20 min	1200	1.0070	21.0	0.0018	12.7	34.8	2.6
40 min	2400	1.0047	21.0	0.0018	9.2	25.7	1.9
80 min	4800	1.0029	21.0	0.0018	6.6	18.5	1.4
4H	14400	1.0011	20.8	0.0017	3.9	11.3	0.8
24H	86400	1.0001	20.7	0.0017	1.6	7.0	0.5



Passant (%) à 2 µm de la fraction 0/D mm : 1

Passant (%) à 2 µm de la fraction 80 µm : 8

Observations :

 Chef de service
 Laetitia NEROT

**Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériaux rocheux par l'essai à la tâche
NF P 94-068**GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA**N°08-87**

Informations générales

N° dossier :	STL6.L0052.0001	Client / MO :	GINGER GEODE
Désignation :	STEP SAINT PIERRE	Demandeur / MOE :	GINGER GEODE
Localité :	ST PIERRE		
Chargé d'affaire :	Laetitia NEROT		

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4129

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC7
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	7.00/7.60 m
Date prélèvement :	06/09/21		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	24/08/21		
		dm (mm) :	50
Description :	Sable graveleux noir basaltique.		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	DARRIET J.
Température :	105°C	Date essai :	26/08/21

Résultats

VB =	0.05	g de bleu pour 100 g de matériaux sec	(Sans correction)		
VBs =	0.03	g de bleu pour 100 g de matériaux sec	C =	73.6	W (%) : 18.0

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm (%) - Si dm = 5 mm, alors C=100 %

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

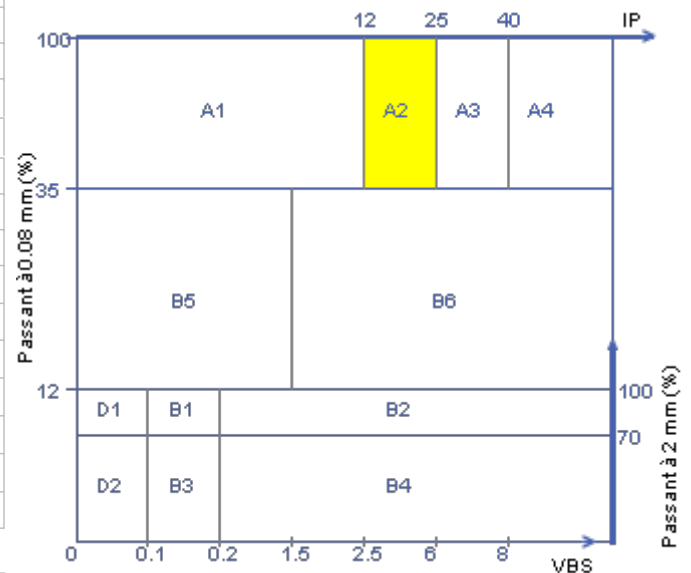
Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4131

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC8
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 2.00/2.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Limon sableux légèrement graveleux	

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	32	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	86.4	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	54.1	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057	7	%
Limite de liquidité - WL	NF P94-052-1	57	%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051	40	%
Indice de plasticité - IP	WL - WP	17	
VBS	NF P94-068		g /100 g
MV des particules solides ρ _S	NF P94-054		kg/m ³
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF P94-053	1820	kg/m ³
Masse volumique sèche ρ _d	NF P94-064		t/m ³
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C _{MOC}	XP P 94-047		%

CLASSIFICATION NF P 11-300: A2



Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - W _n	(NF P 94-050)	36.3	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - I _c	(WL - W _n) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		

Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF P94-066		
Dégradabilité - DG	NF P94-067		
micro-Deval - MDE (10/14 mm)	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA (10/14 mm)	NF EN 1097-2		%
Friabilité des sables - F _s	NF P18-576		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m ³) :	

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT

DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS
Méthode de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau
Méthode d'essai selon NF P 94-053 (norme périmée)

GINGER CEBTP TOULOUSE
 LABORATOIRE TOULOUSE
 2 AVENUE DE FLOURENS
 31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client /MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon 21TLS-4131

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC8
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 2.00/2.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Limon sableux légèrement graveleux	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MARBOEUF J.
Température : 105°C	Date essai : 07/09/21
Méthode utilisée : Trousse Coupante	Température de salle d'essai (°C) : 23.8

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	$\rho = 1820$	kg/m ³
Teneur en eau	$w = 36.3$	%
Masse volumique sèche	$\rho_d = 1340$	kg/m ³

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρ_S (kg/m ³)	= 2700 (estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρ_{sat} (kg/m ³)	= 1841
Teneur en eau naturelle de saturation	W_{sat} (%)	= 37.8
Porosité	n (%)	= 50.5
Indice des vides	e	= 1.021
Degré de saturation	S_r (%)	= 96.1

Observations :

Chef de service
 Laetitia NEROT



GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA



N°08-87

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4131

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC8
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 2.00/2.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	dm (mm) : 31.5 dc (mm) : 20
Description : Limon sableux légèrement graveleux	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MONTACEL Q.
Température : 105°C	Date essai : 02/09/21

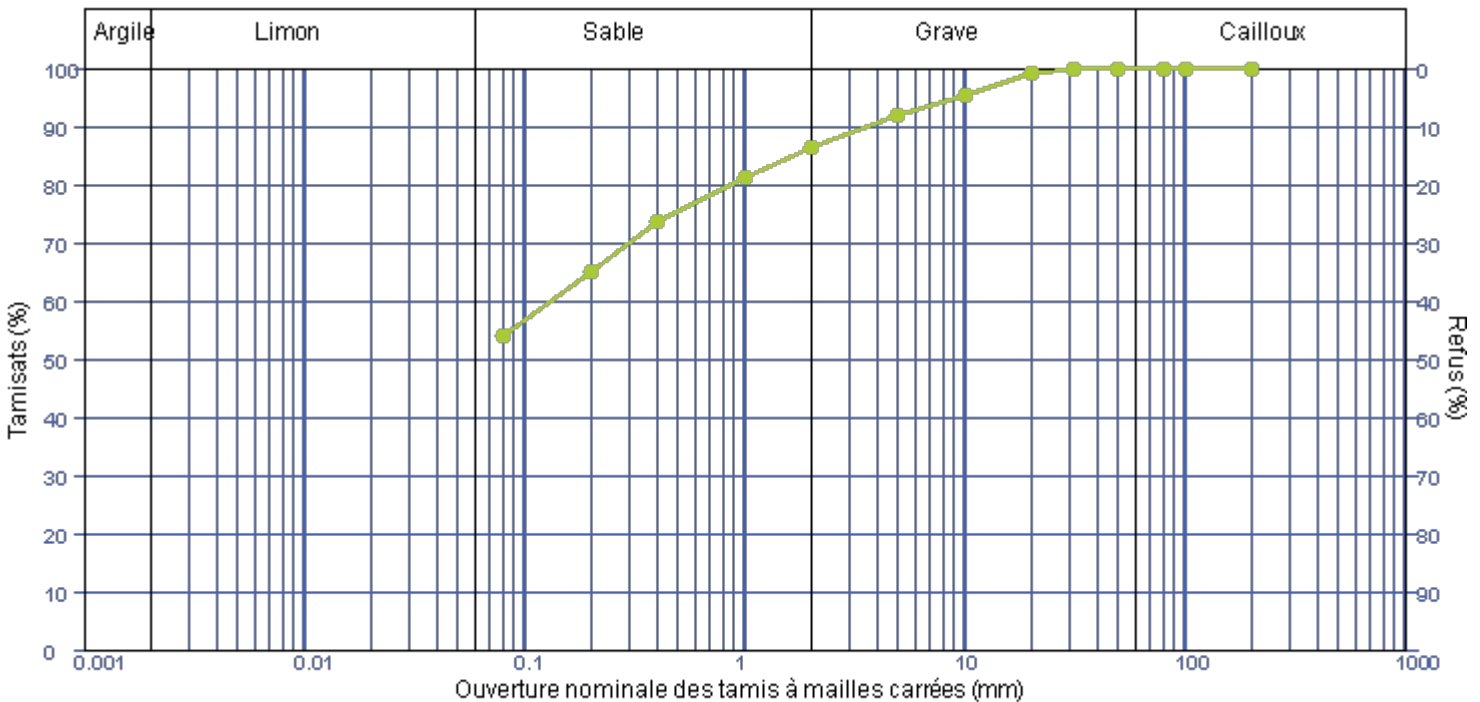
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	200 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.1	95.5	91.8	86.4	81.2	73.7	65.0	54.1

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

Chef de service
Laetitia NEROT

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
Méthode par sédimentation
Méthode d'essai selon NF P 94-057 (norme périmée)

 GINGER CEBTP TOULOUSE
 LABORATOIRE TOULOUSE
 2 AVENUE DE FLOURENS
 31130 BALMA

Informations générales
N°08-87

N° dossier :	STL6.L0052.0001	Client / MO :	GINGER GEODE
Désignation :	STEP SAINT PIERRE		
Localité :	ST PIERRE		
Chargé d'affaire :	Laetitia NEROT	Demandeur / MOE :	GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4131

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC8
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	2.00/2.80 m
Date prélèvement :	06/09/21		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte	dm (mm) :	31.5
Date de livraison :	24/08/21	Wnat (%) :	36.3
		Passant (%) à 80 µm de la fraction 0/D :	54.1
Description :	Limon sableux légèrement graveleux		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	MANSOTTE C.
Température :	105°C	Date essai :	06/09/21

Paramètres du densimètre

H0 (cm):	13.8	h1 (cm):	16.4
H1 (cm):	4.0	Vd (cm3):	80

Facteurs correcteurs

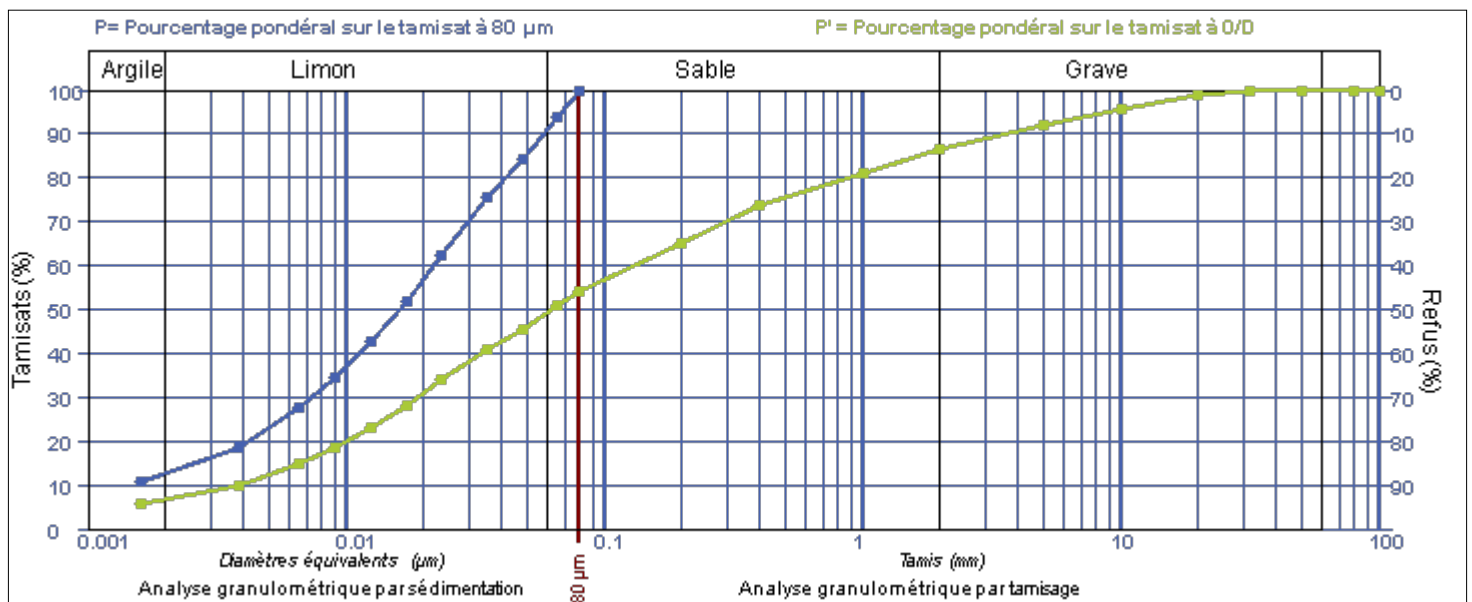
Cm:	0.0005	Cd:	-0.0005
-----	--------	-----	---------

Section de l'éprouvette A (cm2)

50

Résultats:

Temps Lecture (hh:mm:ss)	Temps cumulés (s)	Lecture densimètre R	Température (°C)	Correction température Ct	Diamètre équivalent D (µm)	% passant sur la fraction 0/80 µm P (%)	% passant sur la fraction 0/D P' (%)
30 s	30	1.0219	20.9	0.0018	66.1	93.7	50.7
1 min	60	1.0195	20.9	0.0018	48.6	84.2	45.6
2 min	120	1.0173	20.9	0.0018	35.5	75.5	40.8
5 min	300	1.0140	21.0	0.0018	23.4	62.5	33.8
10 min	600	1.0114	20.8	0.0017	17.2	52.0	28.2
20 min	1200	1.0090	20.8	0.0017	12.5	42.5	23.0
40 min	2400	1.0070	20.7	0.0017	9.0	34.5	18.7
80 min	4800	1.0053	20.3	0.0016	6.5	27.5	14.9
4H	14400	1.0030	20.2	0.0016	3.9	18.3	9.9
24H	86400	1.0010	20.6	0.0017	1.6	10.7	5.8



Passant (%) à 2 µm de la fraction 0/D mm : 7

Passant (%) à 2 µm de la fraction 80 µm : 12

Observations :

 Chef de service
 Laetitia NEROT

DÉTERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG

Limite de liquidité au cône de pénétration - Limite de plasticité au rouleau
Méthode d'essai selon NF P 94-052-1 et NF P 94-051 (norme périmée)

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA



Informations générales

N°08-87

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4131

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC8
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 2.00/2.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	dm (mm) : 31.5 w (%) : 36.3
Description : Limon sableux légèrement graveleux	

Informations sur l'essai

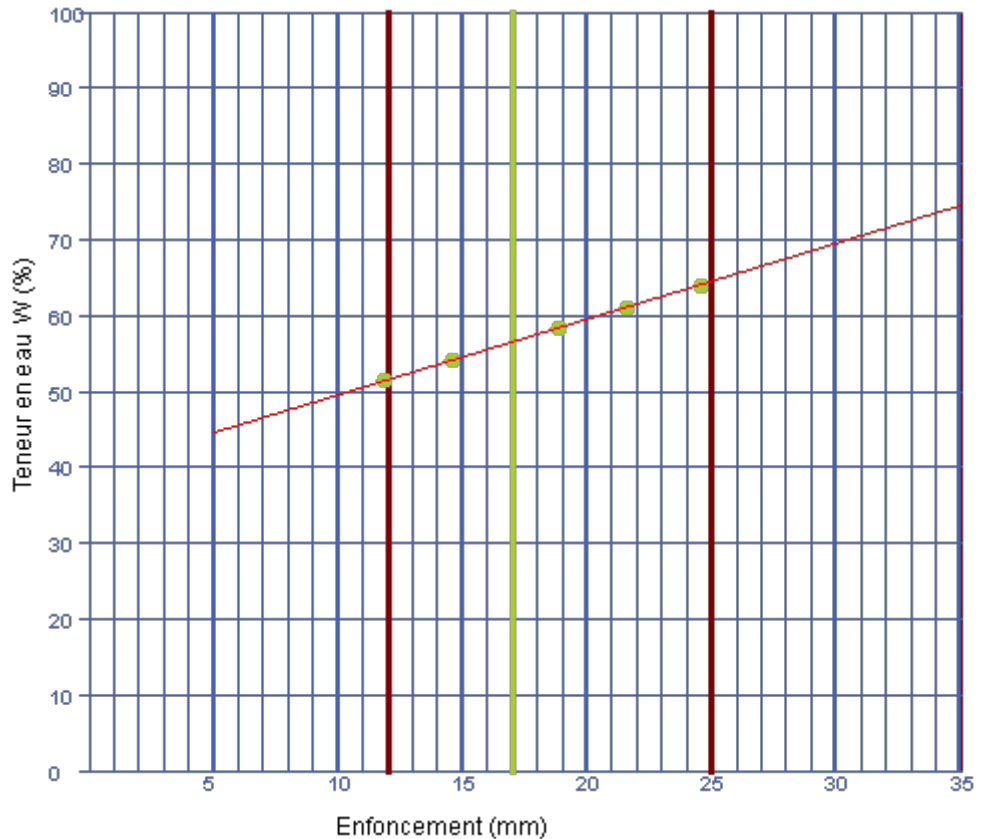
Mode de séchage : Etuvage	Technicien : Marie ERICHOT
Température : 105°C	Date essai : 01/09/21

Résultats de l'essai

Limite de Liquidité W_L (%)		
Mesure N°	Enfoncement (mm)	Teneur en eau W (%)
1	24.6	64.0
2	21.6	61.1
3	18.9	58.5
4	14.6	54.0
5	11.9	51.5

Limite de Plasticité W_P (%)	
Mesure N°	Teneur en eau W (%)
1	40.1
2	39.2

Limite de liquidité W_L (%) = 57
Limite de plasticité W_P (%) = 40
Indice de plasticité I_P = 17



Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT



CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

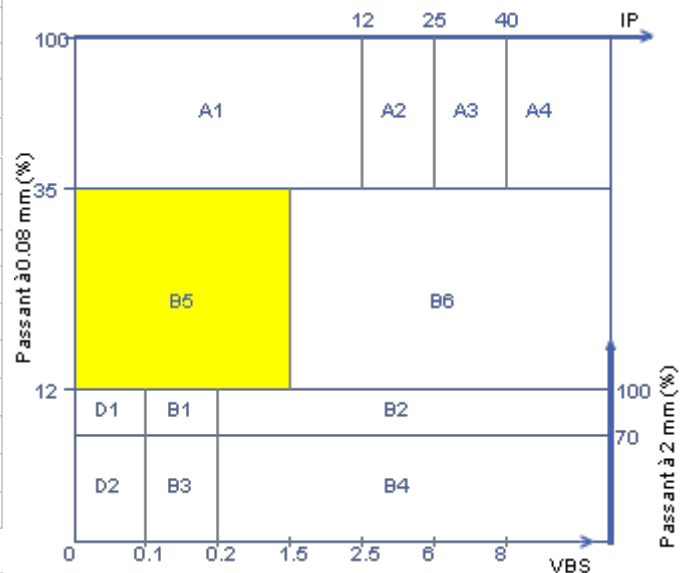
Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4130

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC8
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 10.00/10.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Sable moyen marron/gris-foncé, légèrement limoneux.	

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	32	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	98.4	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	25.7	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057	2	%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.41	g /100 g
MV des particules solides ρ _S	NF P94-054		kg/m ³
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF P94-053	1960	kg/m ³
Masse volumique sèche ρ _d	NF P94-064		t/m ³
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C _{MOC}	XP P 94-047		%

CLASSIFICATION NF P 11-300: B5



Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	(NF P 94-050)	17.6	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - I _c	(WL - W _n) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		



Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF P94-066		
Dégradabilité - DG	NF P94-067		
micro-Deval - MDE (10/14 mm)	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA (10/14 mm)	NF EN 1097-2		%
Friabilité des sables - F _s	NF P18-576		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m ³) :	

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT



DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS
Méthode de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau
Méthode d'essai selon NF P 94-053 (norme périmée)

GINGER CEBTP TOULOUSE
 LABORATOIRE TOULOUSE
 2 AVENUE DE FLOURENS
 31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client /MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon 21TLS-4130

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC8
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 10.00/10.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Sable moyen marron/gris-foncé, légèrement limoneux.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MARBOEUF J.
Température : 105°C	Date essai : 13/09/21
Méthode utilisée : Trousse Coupante	Température de salle d'essai (°C) : 24.3

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	$\rho = 1960$	kg/m ³
Teneur en eau	$w = 17.6$	%
Masse volumique sèche	$\rho_d = 1660$	kg/m ³

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρ_S (kg/m ³)	= 2650 (estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρ_{sat} (kg/m ³)	= 2037
Teneur en eau naturelle de saturation	W_{sat} (%)	= 22.3
Porosité	n (%)	= 37.2
Indice des vides	e	= 0.592
Degré de saturation	S_r (%)	= 78.6

Observations :

Chef de service
 Laetitia NEROT



ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Méthode par tamisage à sec après lavage

Méthode d'essai selon NF P 94-056 (norme périmée)

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA



N°08-87

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4130

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC8
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 10.00/10.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	dm (mm) : 31.5 dc (mm) : 10
Description : Sable moyen marron/gris-foncé, légèrement limoneux.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MONTACEL Q.
Température : 105°C	Date essai : 31/08/21

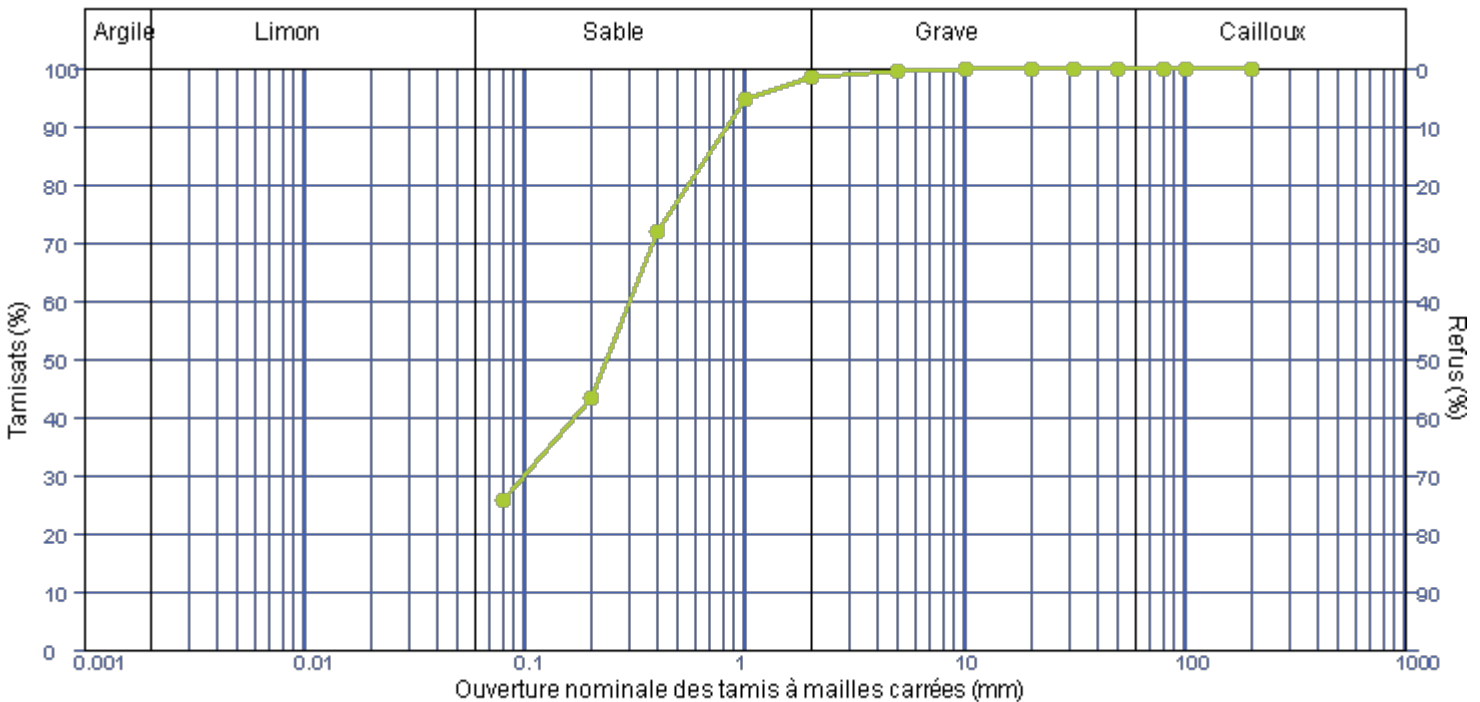
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	200 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	100.0	99.5	98.4	94.5	71.9	43.3	25.7

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

Chef de service
Laetitia NEROT

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
Méthode par sédimentation
Méthode d'essai selon NF P 94-057 (norme périmée)

 GINGER CEBTP TOULOUSE
 LABORATOIRE TOULOUSE
 2 AVENUE DE FLOURENS
 31130 BALMA

Informations générales
N°08-87

N° dossier :	STL6.L0052.0001	Client / MO :	GINGER GEODE
Désignation :	STEP SAINT PIERRE		
Localité :	ST PIERRE		
Chargé d'affaire :	Laetitia NEROT	Demandeur / MOE :	GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4130

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC8
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	10.00/10.80 m
Date prélèvement :	06/09/21		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte	dm (mm) :	31.5
Date de livraison :	24/08/21	Wnat (%) :	17.6
		Passant (%) à 80 µm de la fraction 0/D :	25.7
Description :	Sable moyen marron/gris-foncé, légèrement limoneux.		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	MANSOTTE C.
Température :	105°C	Date essai :	02/09/21

Paramètres du densimètre

H0 (cm):	13.8	h1 (cm):	16.4
H1 (cm):	4.0	Vd (cm3):	80

Facteurs correcteurs

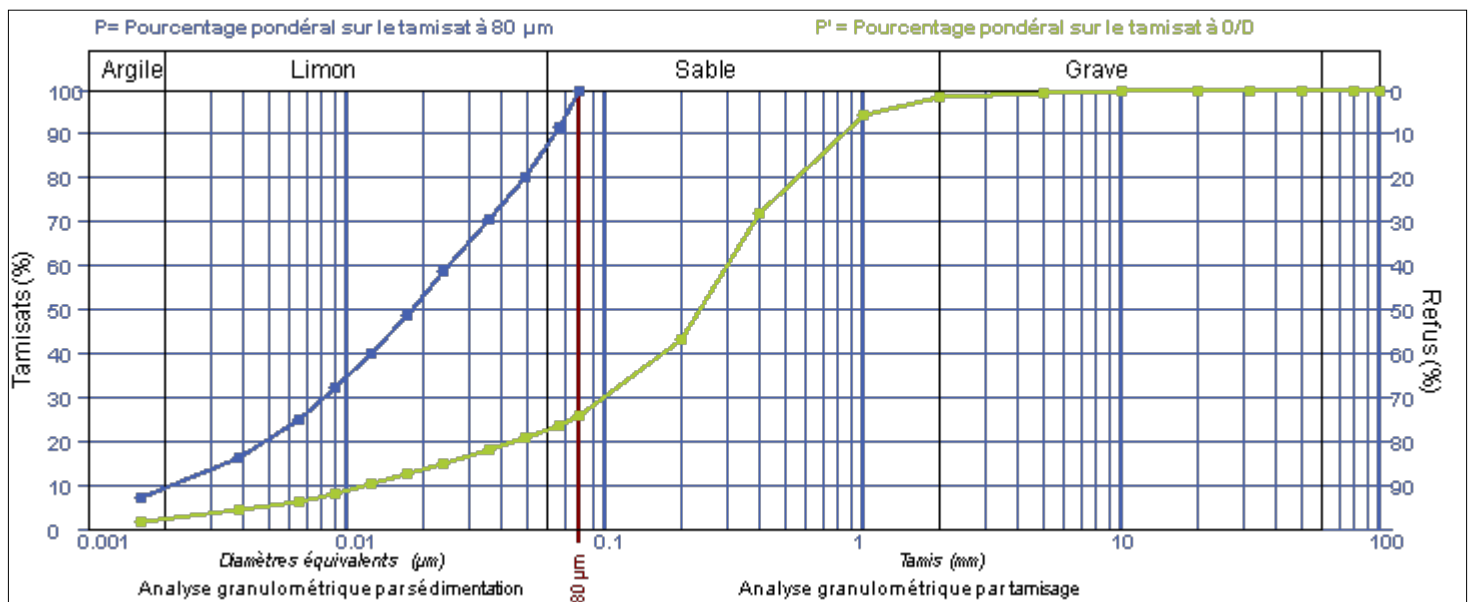
Cm:	0.0005	Cd:	-0.0005
-----	--------	-----	---------

Section de l'éprouvette A (cm2)

50

Résultats:

Temps Lecture (hh:mm:ss)	Temps cumulés (s)	Lecture densimètre R	Température (°C)	Correction température Ct	Diamètre équivalent D (µm)	% passant sur la fraction 0/80 µm P (%)	% passant sur la fraction 0/D P' (%)
30 s	30	1.0213	21.0	0.0018	66.7	91.4	23.4
1 min	60	1.0185	21.0	0.0018	49.2	80.3	20.6
2 min	120	1.0160	21.0	0.0018	36.1	70.4	18.1
5 min	300	1.0130	21.0	0.0018	23.7	58.5	15.0
10 min	600	1.0105	21.0	0.0018	17.3	48.6	12.5
20 min	1200	1.0083	21.0	0.0018	12.6	39.9	10.2
40 min	2400	1.0063	21.0	0.0018	9.1	32.0	8.2
80 min	4800	1.0045	21.0	0.0018	6.5	24.9	6.4
4H	14400	1.0023	20.7	0.0017	3.9	16.1	4.1
24H	86400	1.0000	20.7	0.0017	1.6	6.9	1.8



Passant (%) à 2 µm de la fraction 0/D mm : 2

Passant (%) à 2 µm de la fraction 80 µm : 8

Observations :

 Chef de service
 Laetitia NEROT

**Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériaux rocheux par l'essai à la tâche
NF P 94-068**

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA

**N°08-87****Informations générales**

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4130

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC8
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 10.00/10.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
	dm (mm) : 31.5
Description : Sable moyen marron/gris foncé légèrement limoneux.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : DARRIET J.
Température : 105°C	Date essai : 26/08/21

Résultats

VB = 0.41 g de bleu pour 100 g de matériaux sec	(Sans correction)		
VBs = 0.41 g de bleu pour 100 g de matériaux sec	C = 99.5		W (%) : 17.2

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm (%) - Si dm = 5 mm, alors C=100 %

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT



CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

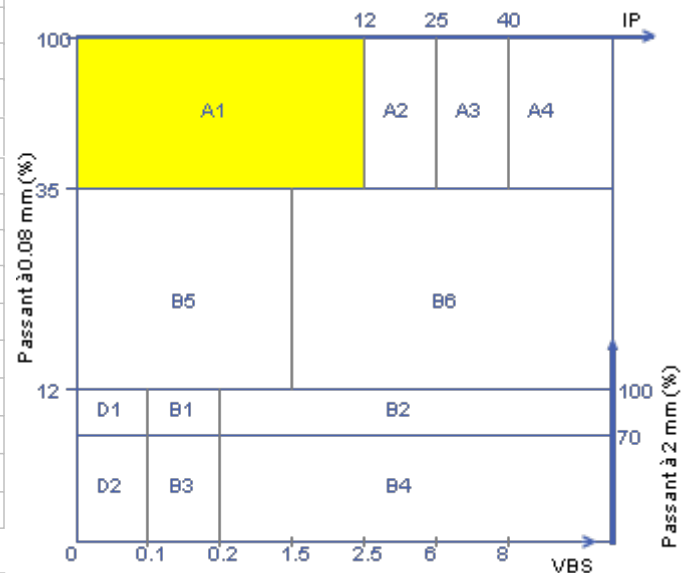
Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4133

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC9
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 2.50/3.00 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Limon sableux marron légèrement graveleux.	

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	32	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	81.0	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	54.5	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057	4	%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	1.02	g /100 g
MV des particules solides ρ _S	NF P94-054		kg/m ³
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF P94-053		kg/m ³
Masse volumique sèche ρ _d	NF P94-064		t/m ³
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C _{MOC}	XP P 94-047		%

CLASSIFICATION NF P 11-300: A1



Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	47.6	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - I _c	(WL - W _n) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		



Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF P94-066		
Dégradabilité - DG	NF P94-067		
micro-Deval - MDE (10/14 mm)	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA (10/14 mm)	NF EN 1097-2		%
Friabilité des sables - F _s	NF P18-576		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m ³) :	

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE

Méthode par tamisage à sec après lavage
Méthode d'essai selon NF P 94-056 (norme périmée)

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA



N°08-87

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4133

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC9
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 2.50/3.00 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	dm (mm) : 31.5 dc (mm) : 20
Description : Limon sableux marron légèrement graveleux.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MONTACEL Q.
Température : 105°C	Date essai : 31/08/21

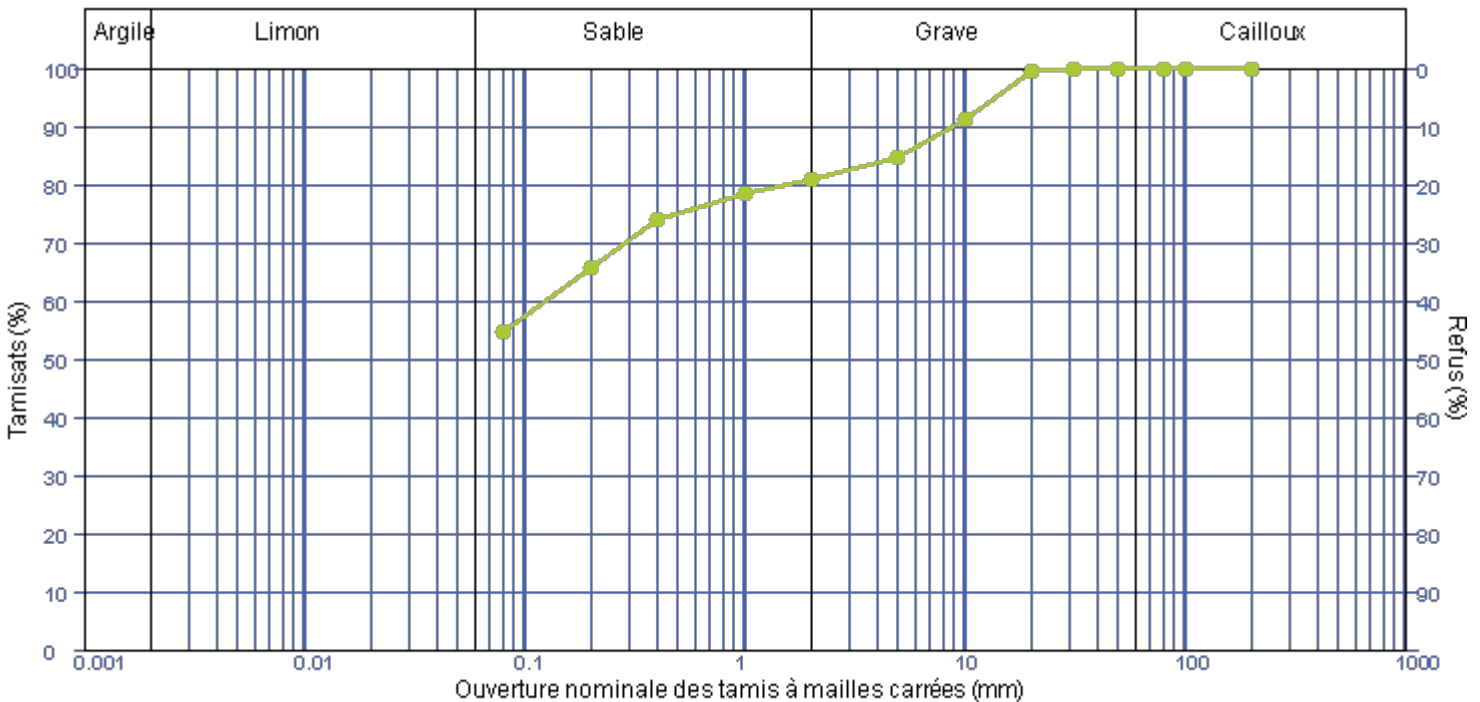
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	200 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.5	91.2	84.7	81.0	78.6	73.9	65.6	54.5

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

Chef de service
Laetitia NEROT

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
Méthode par sédimentation
Méthode d'essai selon NF P 94-057 (norme périmée)

 GINGER CEBTP TOULOUSE
 LABORATOIRE TOULOUSE
 2 AVENUE DE FLOURENS
 31130 BALMA

Informations générales
N°08-87

N° dossier :	STL6.L0052.0001	Client / MO :	GINGER GEODE
Désignation :	STEP SAINT PIERRE		
Localité :	ST PIERRE		
Chargé d'affaire :	Laetitia NEROT	Demandeur / MOE :	GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4133

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC9
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	2.50/3.00 m
Date prélèvement :	06/09/21		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte	dm (mm) :	31.5
Date de livraison :	24/08/21	Wnat (%) :	47.6
		Passant (%) à 80 µm de la fraction 0/D :	54.5
Description :	Limon sableux marron légèrement graveleux.		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	MARBOEUF J.
Température :	105°C	Date essai :	06/09/21

Paramètres du densimètre

H0 (cm):	13.8	h1 (cm):	16.4
H1 (cm):	4.0	Vd (cm3):	80

Facteurs correcteurs

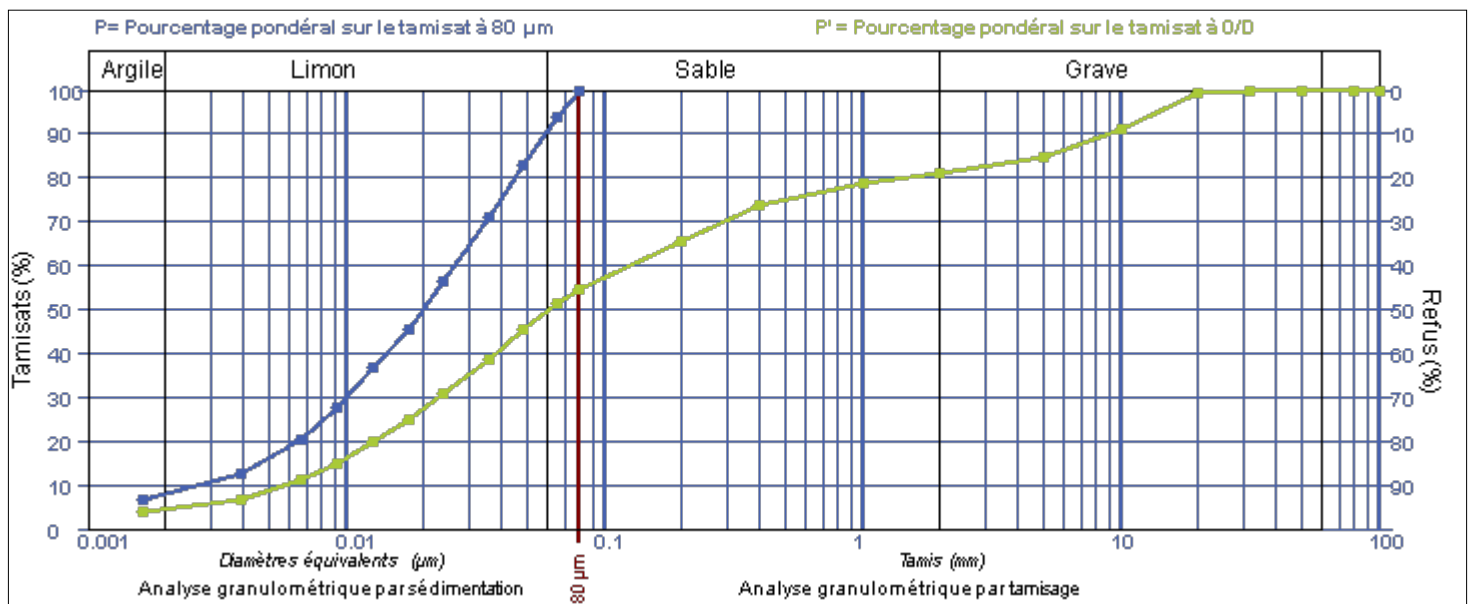
Cm:	0.0005	Cd:	-0.0005
-----	--------	-----	---------

Section de l'éprouvette A (cm2)

50

Résultats:

Temps Lecture (hh:mm:ss)	Temps cumulés (s)	Lecture densimètre R	Température (°C)	Correction température Ct	Diamètre équivalent D (µm)	% passant sur la fraction 0/80 µm P (%)	% passant sur la fraction 0/D P' (%)
30 s	30	1.0220	20.8	0.0017	66.1	93.9	51.2
1 min	60	1.0192	20.8	0.0017	48.8	83.0	45.3
2 min	120	1.0162	20.8	0.0017	36.1	71.0	38.7
5 min	300	1.0125	20.8	0.0017	23.9	56.4	30.7
10 min	600	1.0097	20.8	0.0017	17.5	45.3	24.7
20 min	1200	1.0075	20.8	0.0017	12.7	36.6	19.9
40 min	2400	1.0052	20.6	0.0017	9.2	27.5	15.0
80 min	4800	1.0035	20.3	0.0016	6.7	20.4	11.1
4H	14400	1.0015	20.3	0.0016	3.9	12.5	6.8
24H	86400	1.0000	20.6	0.0017	1.6	6.8	3.7



Passant (%) à 2 µm de la fraction 0/D mm : 4

Passant (%) à 2 µm de la fraction 80 µm : 8

Observations :

 Chef de service
 Laetitia NEROT

**Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériaux rocheux par l'essai à la tâche
NF P 94-068**GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA**N°08-87**

Informations générales

N° dossier :	STL6.L0052.0001	Client / MO :	GINGER GEODE
Désignation :	STEP SAINT PIERRE	Demandeur / MOE :	GINGER GEODE
Localité :	ST PIERRE		
Chargé d'affaire :	Laetitia NEROT		

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4133

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC9
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	2.50/3.00 m
Date prélèvement :	06/09/21		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte		
Date de livraison :	24/08/21		
		dm (mm) :	31.5
Description :	Limon sableux marron légèrement graveleux.		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	DARRIET J.
Température :	105°C	Date essai :	26/08/21

Résultats

VB =	1.21	g de bleu pour 100 g de matériaux sec	(Sans correction)		
VBs =	1.02	g de bleu pour 100 g de matériaux sec	C = 84.7	W (%) :	49.1

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm (%) - Si dm = 5 mm, alors C=100 %

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

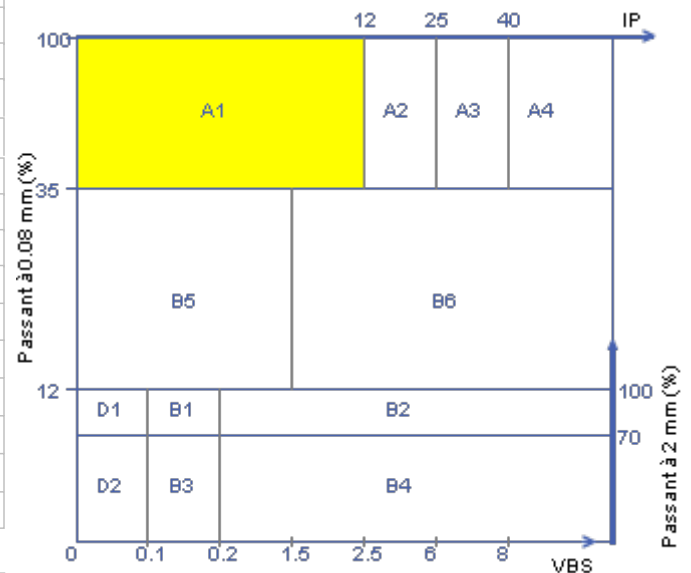
Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4132

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC9
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 12.30/12.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Sable limoneux légèrement graveleux, marron.	

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	32	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	82.1	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	38.3	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057	3	%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.82	g /100 g
MV des particules solides ρ _S	NF P94-054		kg/m ³
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF P94-053		kg/m ³
Masse volumique sèche ρ _d	NF P94-064		t/m ³
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C _{MOC}	XP P 94-047		%

CLASSIFICATION NF P 11-300: A1



Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF EN ISO 17892-1	13.0	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - I _c	(WL - W _n) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		



Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF P94-066		
Dégradabilité - DG	NF P94-067		
micro-Deval - MDE (10/14 mm)	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA (10/14 mm)	NF EN 1097-2		%
Friabilité des sables - F _s	NF P18-576		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m ³) :	

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA



N°08-87

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4132

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC9
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 12.30/12.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	dm (mm) : 31.5 dc (mm) : 20
Description : Sable limoneux légèrement graveleux, marron.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MONTACEL Q.
Température : 105°C	Date essai : 03/09/21

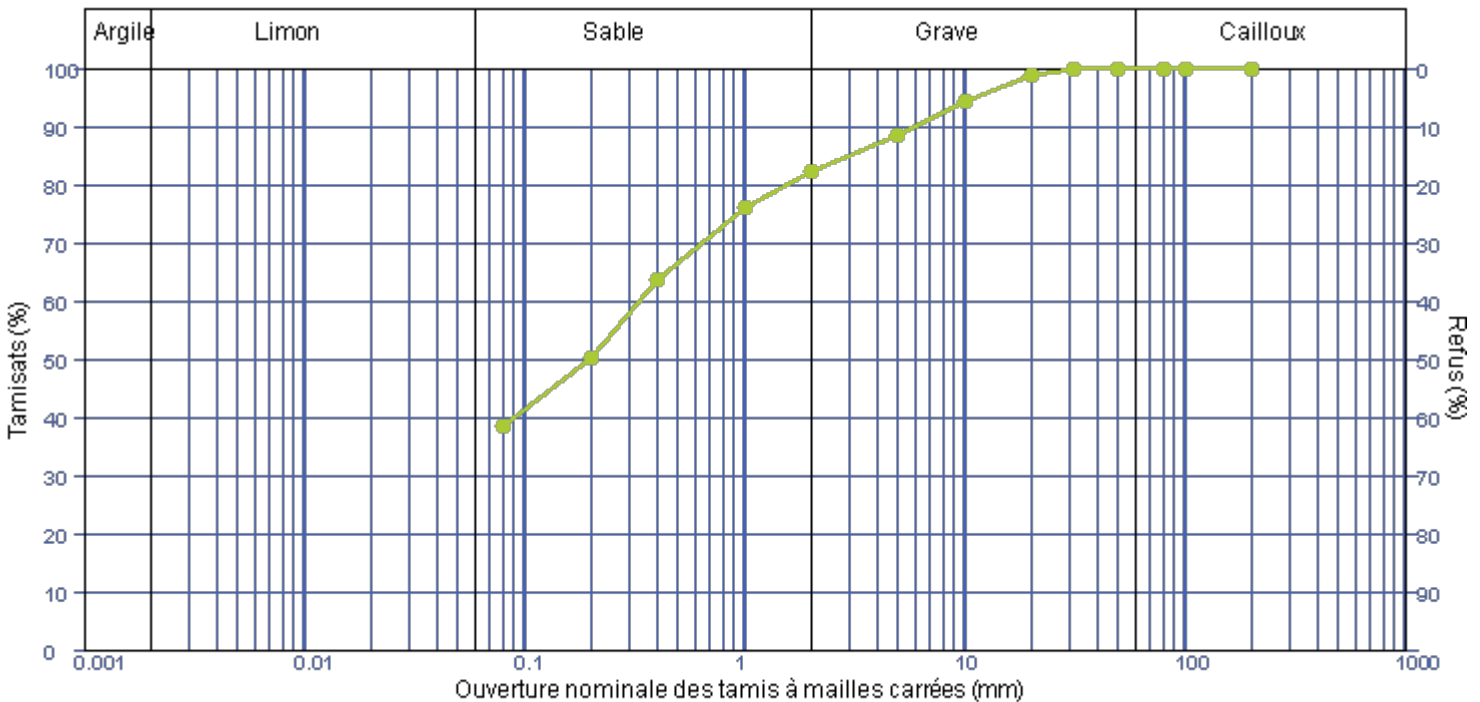
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	200 mm	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	200 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.7	94.3	88.6	82.1	75.9	63.5	50.1	38.3

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Dérogation à la méthode d'essai: La fin du tamisage sur chaque tamis est déterminée visuellement

Chef de service
Laetitia NEROT

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE
Méthode par sédimentation
Méthode d'essai selon NF P 94-057 (norme périmée)

 GINGER CEBTP TOULOUSE
 LABORATOIRE TOULOUSE
 2 AVENUE DE FLOURENS
 31130 BALMA

Informations générales
N°08-87

N° dossier :	STL6.L0052.0001	Client / MO :	GINGER GEODE
Désignation :	STEP SAINT PIERRE	Demandeur / MOE :	GINGER GEODE
Localité :	ST PIERRE		
Chargé d'affaire :	Laetitia NEROT		

Informations sur l'échantillon N° 21TLS-4132

Mode de prélèvement :	Sondage carotté	Sondage :	SC9
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	12.30/12.80 m
Date prélèvement :	06/09/21		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en caisse carotte	dm (mm) :	31.5
Date de livraison :	24/08/21	Wnat (%) :	13.0
Description :	Sable limoneux légèrement graveleux, marron.	Passant (%) à 80 µm de la fraction 0/D :	38.3

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	MARBOEUF J.
Température :	105°C	Date essai :	08/09/21

Paramètres du densimètre

H0 (cm):	13.8	h1 (cm):	16.4
H1 (cm):	4.0	Vd (cm3):	80

Facteurs correcteurs

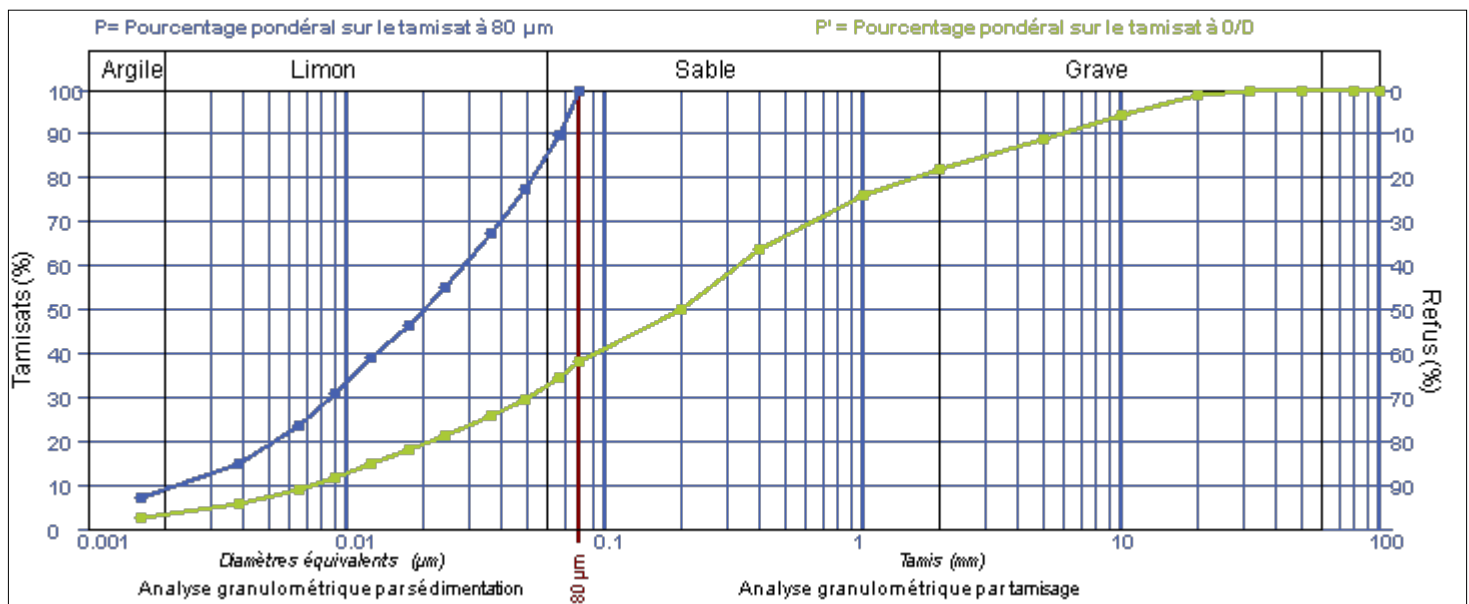
Cm:	0.0005	Cd:	-0.0005
-----	--------	-----	---------

Section de l'éprouvette A (cm2)

50

Résultats:

Temps Lecture (hh:mm:ss)	Temps cumulés (s)	Lecture densimètre R	Température (°C)	Correction température Ct	Diamètre équivalent D (µm)	% passant sur la fraction 0/80 µm P (%)	% passant sur la fraction 0/D P' (%)
30 s	30	1.0209	20.9	0.0018	67.2	89.5	34.3
1 min	60	1.0178	20.9	0.0018	49.8	77.3	29.6
2 min	120	1.0152	20.9	0.0018	36.5	67.2	25.8
5 min	300	1.0122	20.9	0.0018	24.0	55.2	21.2
10 min	600	1.0100	21.0	0.0018	17.4	46.6	17.8
20 min	1200	1.0081	21.0	0.0018	12.6	39.1	15.0
40 min	2400	1.0060	21.0	0.0018	9.1	30.8	11.8
80 min	4800	1.0042	21.1	0.0018	6.6	23.5	9.0
4H	14400	1.0019	21.4	0.0019	3.9	14.9	5.7
24H	86400	1.0000	21.0	0.0018	1.6	7.1	2.7



Passant (%) à 2 µm de la fraction 0/D mm : 3

Passant (%) à 2 µm de la fraction 80 µm : 8

Observations :

 Chef de service
 Laetitia NEROT

**Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériaux rocheux par l'essai à la tâche
NF P 94-068**GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA**N°08-87**

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client / MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon **N° 21TLS-4132**

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC9
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 12.30/12.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
	dm (mm) : 31.5
Description : Sable limoneux légèrement graveleux, marron.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : DARRIET J.
Température : 105°C	Date essai : 02/09/21

Résultats

VB = 0.93 g de bleu pour 100 g de matériaux sec	(Sans correction)		
VBs = 0.82 g de bleu pour 100 g de matériaux sec	C = 88.6	W (%) : 20.8	

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm (%) - Si dm = 5 mm, alors C=100 %

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT

**DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS
Méthode de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau
Méthode d'essai selon NF P 94-053 (norme périmée)**

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client /MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon 21TLS-4133

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC9
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 2.50/3.00 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Limon sableux marron légèrement graveleux.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MARBOEUF J.
Température : 105°C	Date essai : 05/10/21
Méthode utilisée : Trousse Coupante	Température de salle d'essai (°C) : 22.6

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	$\rho = 1750$	kg/m ³
Teneur en eau naturelle	$W_{nat} = 40.4$	%
Masse volumique sèche	$\rho_d = 1250$	kg/m ³

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρ_S (kg/m ³)	= 2700 (estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρ_{sat} (kg/m ³)	= 1785
Teneur en eau naturelle de saturation	W_{sat} (%)	= 43.1
Porosité	n (%)	= 53.8
Indice des vides	e	= 1.165
Degré de saturation	S_r (%)	= 93.7

Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT



**DÉTERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS
Méthode de la trousse coupante, du moule et de l'immersion dans l'eau
Méthode d'essai selon NF P 94-053 (norme périmée)**

GINGER CEBTP TOULOUSE
LABORATOIRE TOULOUSE
2 AVENUE DE FLOURENS
31130 BALMA

Informations générales

N° dossier : STL6.L0052.0001	Client /MO : GINGER GEODE
Désignation : STEP SAINT PIERRE	
Localité : ST PIERRE	Demandeur / MOE : GINGER GEODE
Chargé d'affaire : Laetitia NEROT	

Informations sur l'échantillon 21TLS-4132

Mode de prélèvement : Sondage carotté	Sondage : SC9
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 12.30/12.80 m
Date prélèvement : 06/09/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en caisse carotte	
Date de livraison : 24/08/21	
Description : Sable limoneux légèrement graveleux, marron.	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : MARBOEUF J.
Température : 105°C	Date essai : 04/10/21
Méthode utilisée : Trousse Coupante	Température de salle d'essai (°C) : 22.0

Résultats de l'essai

Masse volumique humide	$\rho = 1920$	kg/m ³
Teneur en eau naturelle	$W_{nat} = 16.9$	%
Masse volumique sèche	$\rho_d = 1640$	kg/m ³

Résultats à titre indicatif

Masse volumique des particules solides de sols	ρ_S (kg/m ³)	= 2700 (estimée)
Masse volumique du sol saturé	ρ_{sat} (kg/m ³)	= 2034
Teneur en eau naturelle de saturation	W_{sat} (%)	= 23.9
Porosité	n (%)	= 39.2
Indice des vides	e	= 0.645
Degré de saturation	S_r (%)	= 70.8

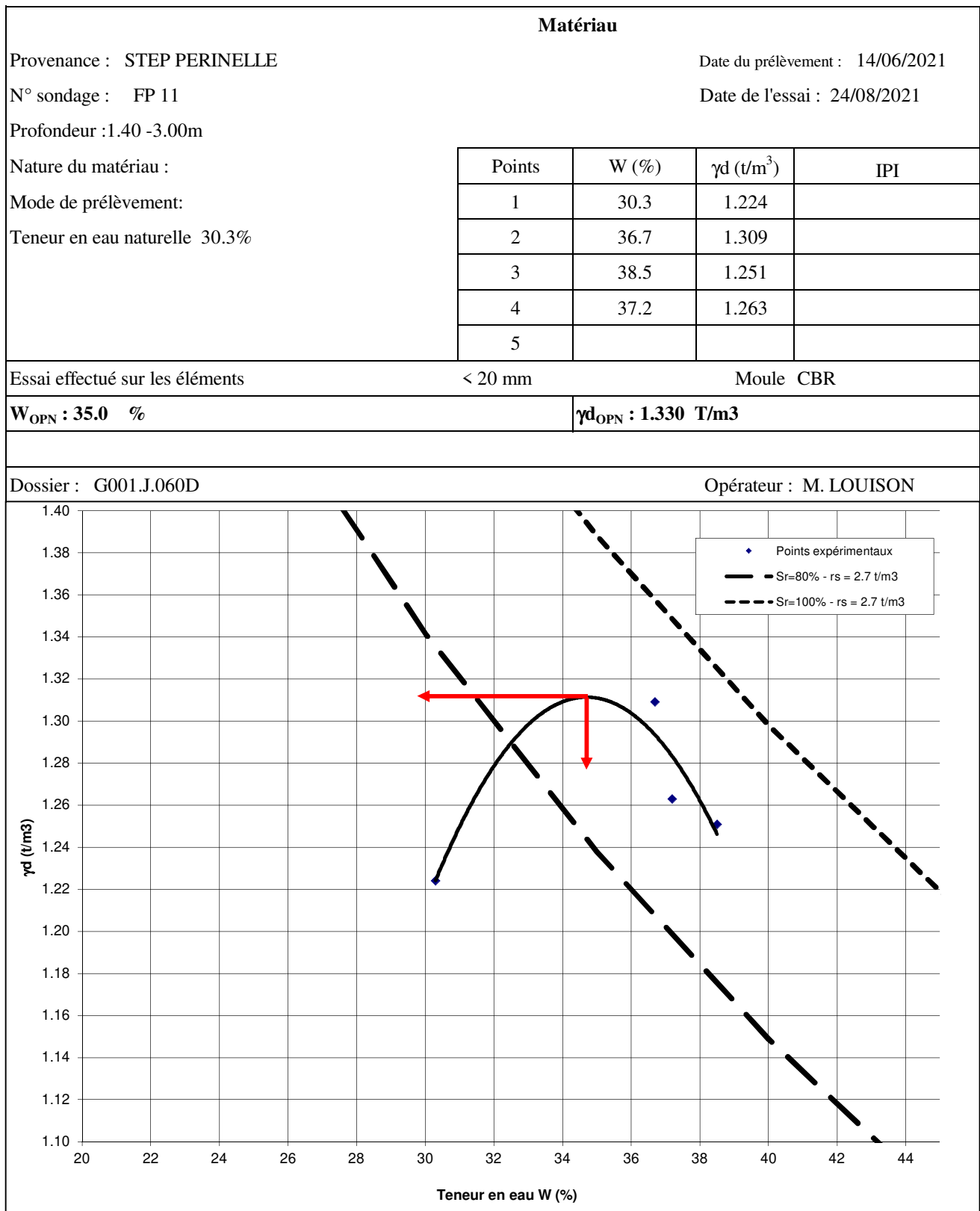
Observations :

Chef de service
Laetitia NEROT



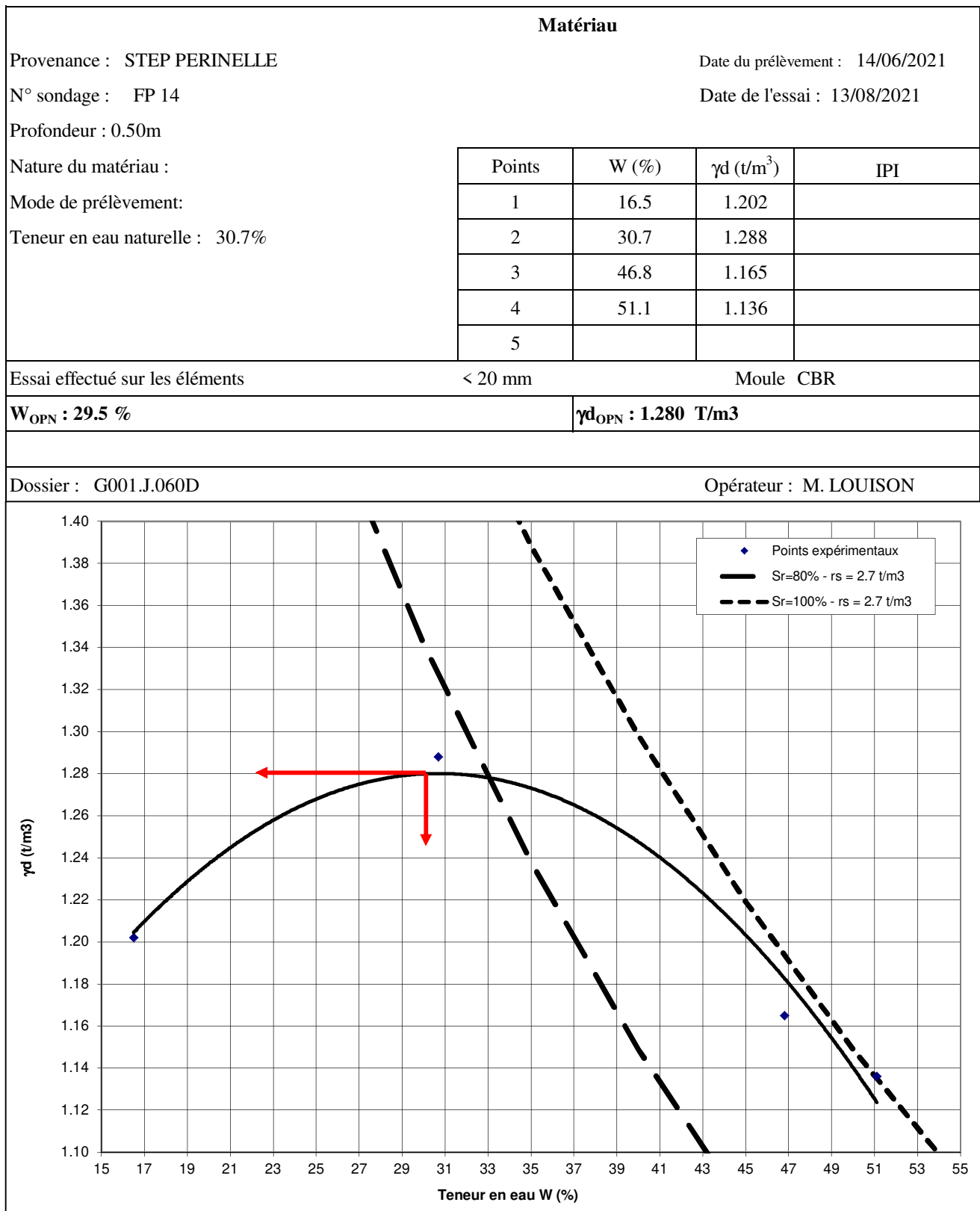
ESSAI PROCTOR NORMAL

suivant les normes NF P 94-093, NF P 94-078



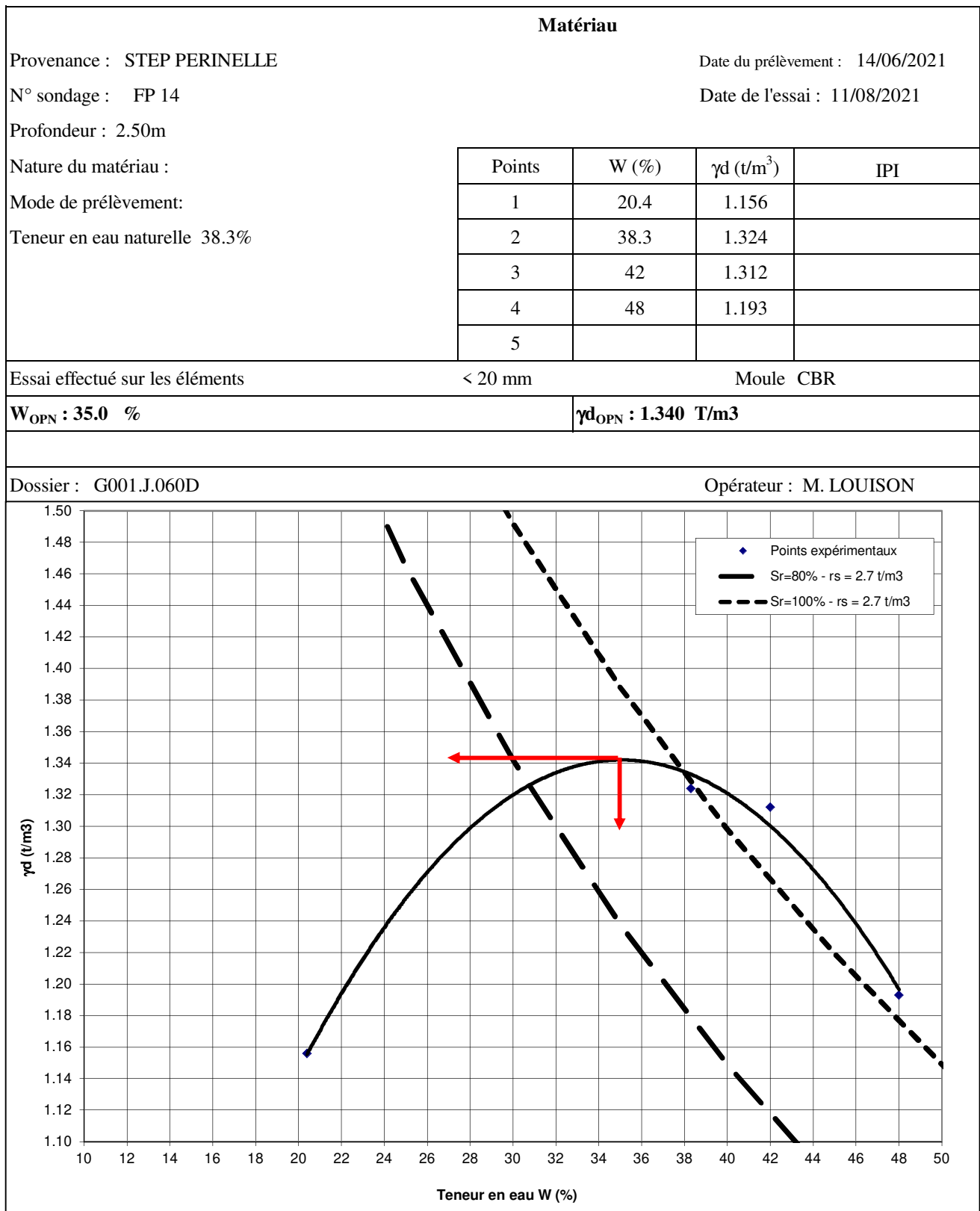
ESSAI PROCTOR NORMAL

suivant les normes NF P 94-093, NF P 94-078



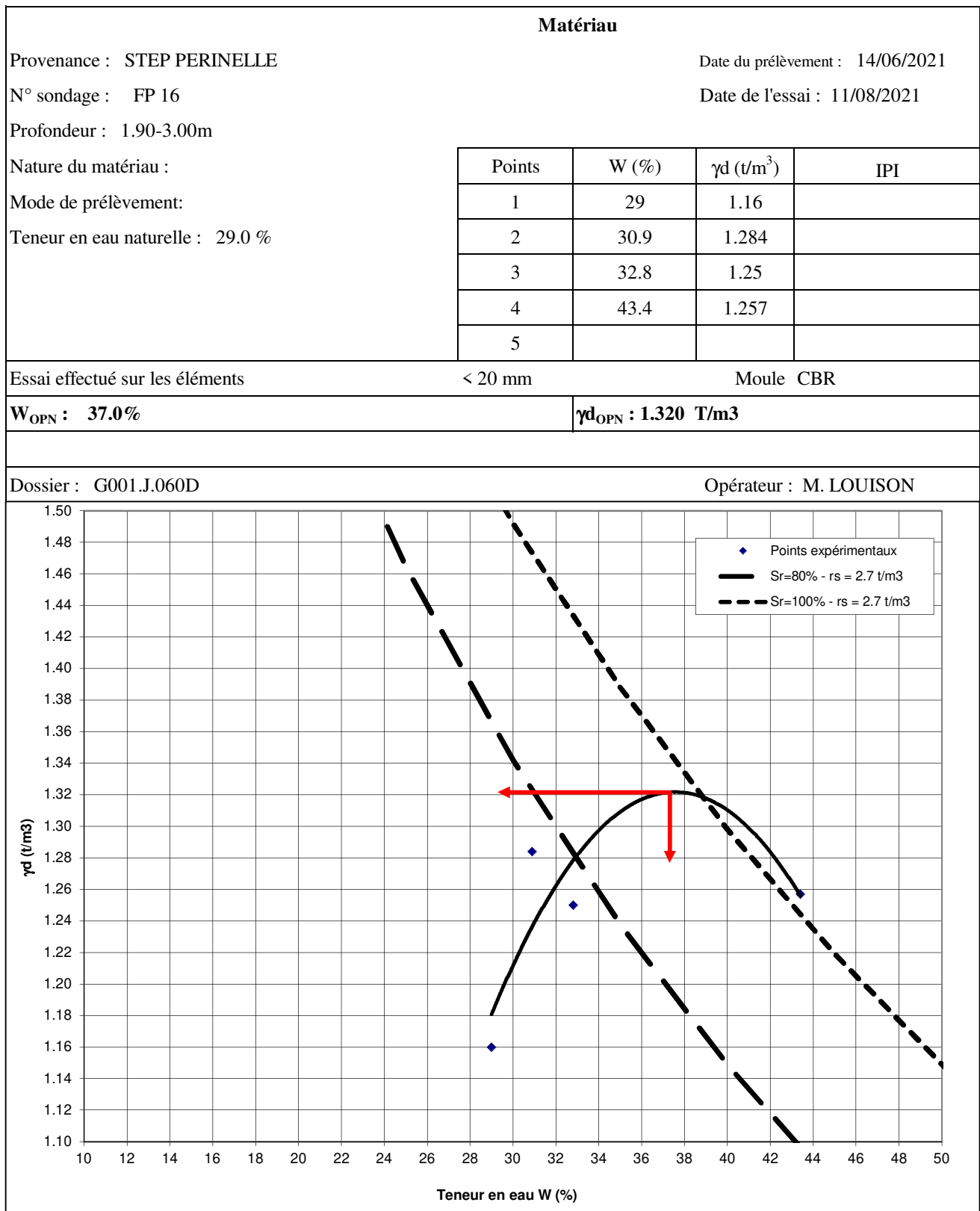
ESSAI PROCTOR NORMAL

suivant les normes NF P 94-093, NF P 94-078



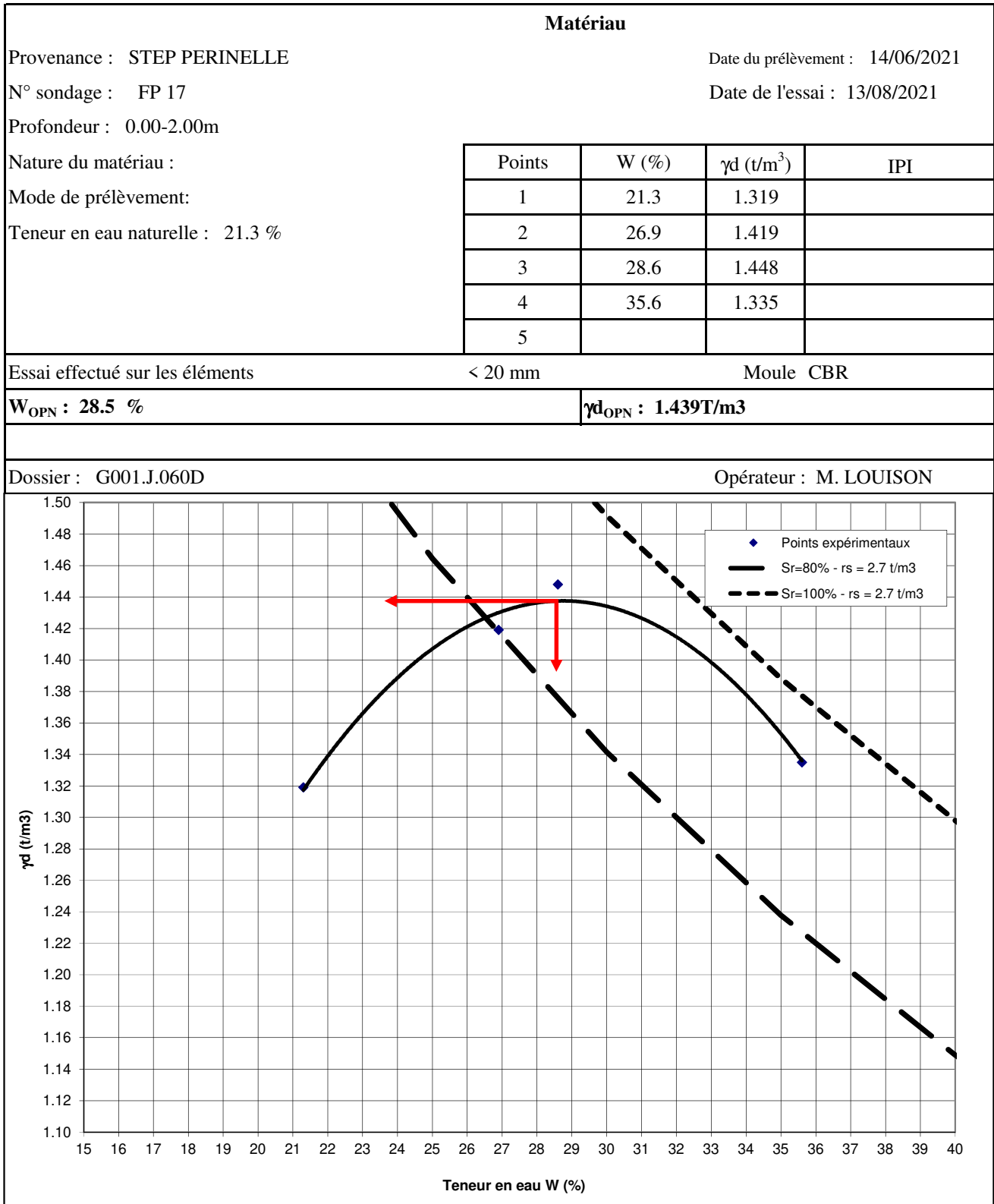
ESSAI PROCTOR NORMAL

suivant les normes NF P 94-093, NF P 94-078



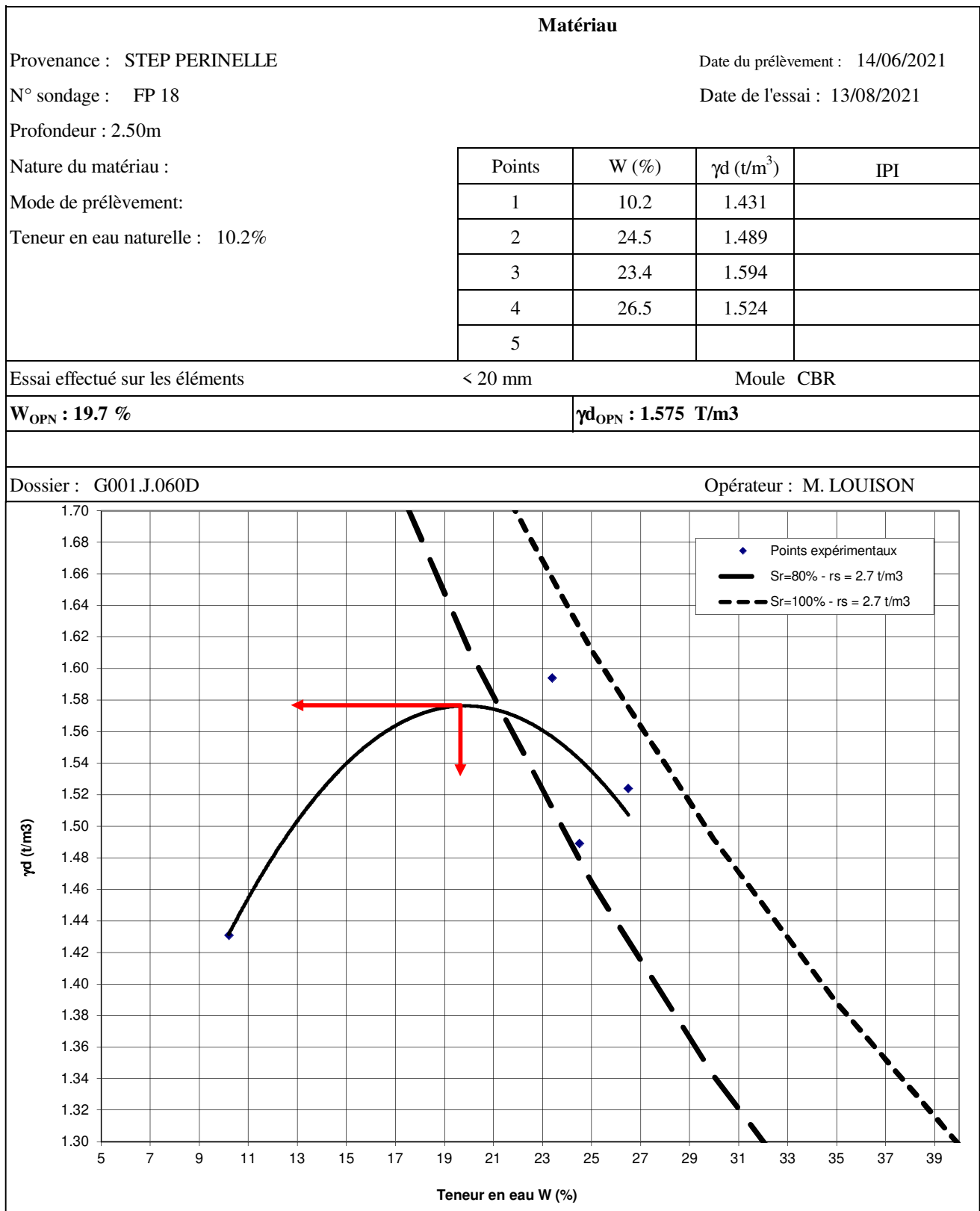
ESSAI PROCTOR NORMAL

suivant les normes NF P 94-093, NF P 94-078



ESSAI PROCTOR NORMAL

suivant les normes NF P 94-093, NF P 94-078



DIRECTION REGIONALE MIDI PYRENEES

Agence de Toulouse
 2, avenue de Flourens
 31130 BALMA
 Tél : 05.62.71.80.04
 Fax : 05.62.71.80.05

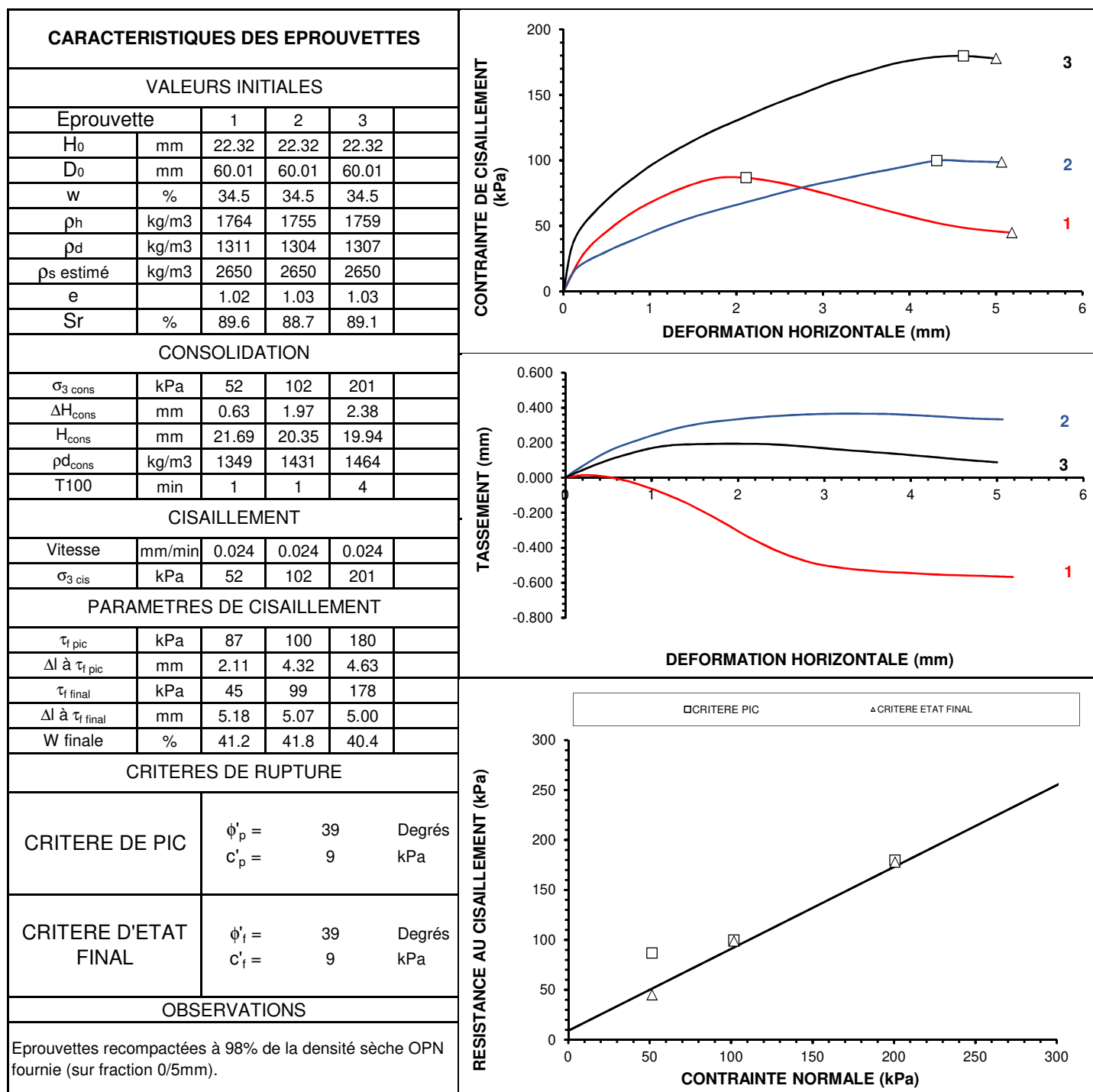
Informations générales

Dossier n° : STL6.L0052.0001
Chantier : STEP SAINT PIERRE
Client : GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Date de prélèvement : -
Mode de conservation : Gaine PVC
Numéro d'identification : 21TLS-4677
Date de réception : 07/09/2021
Description : Sable fin à moyen à quelques graviers.

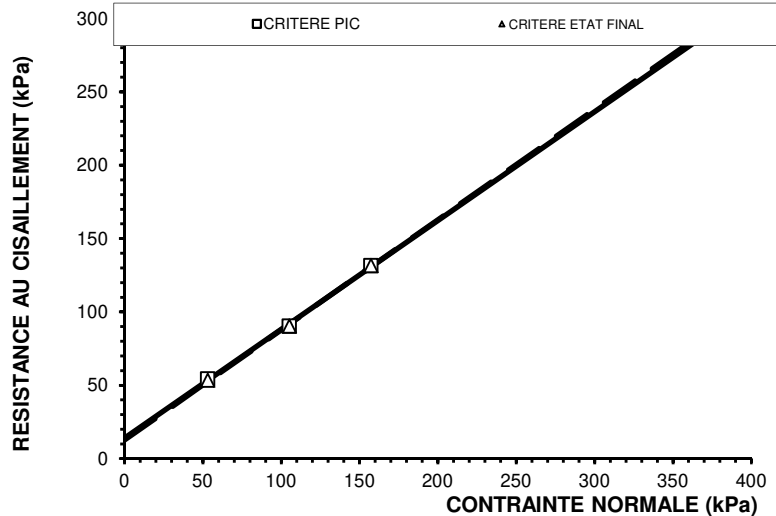
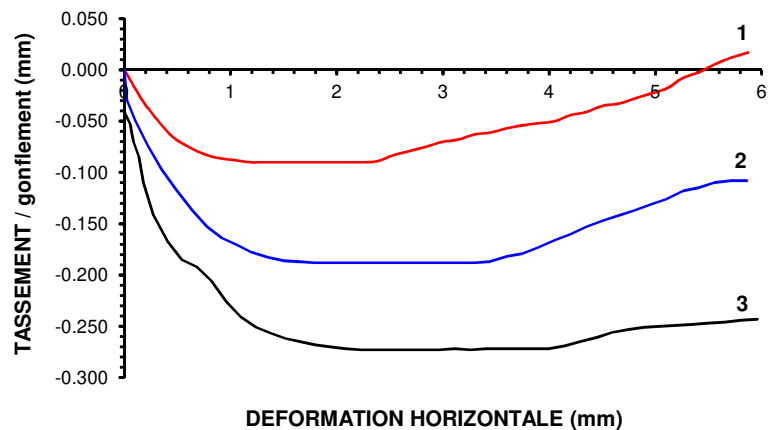
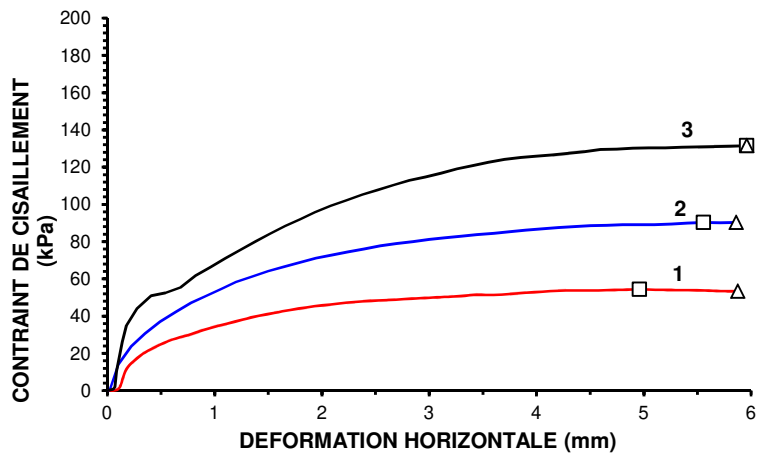
Sondage n° : FP11
Profondeur : 1.40/3.00m
Date : 09/11/2021



GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

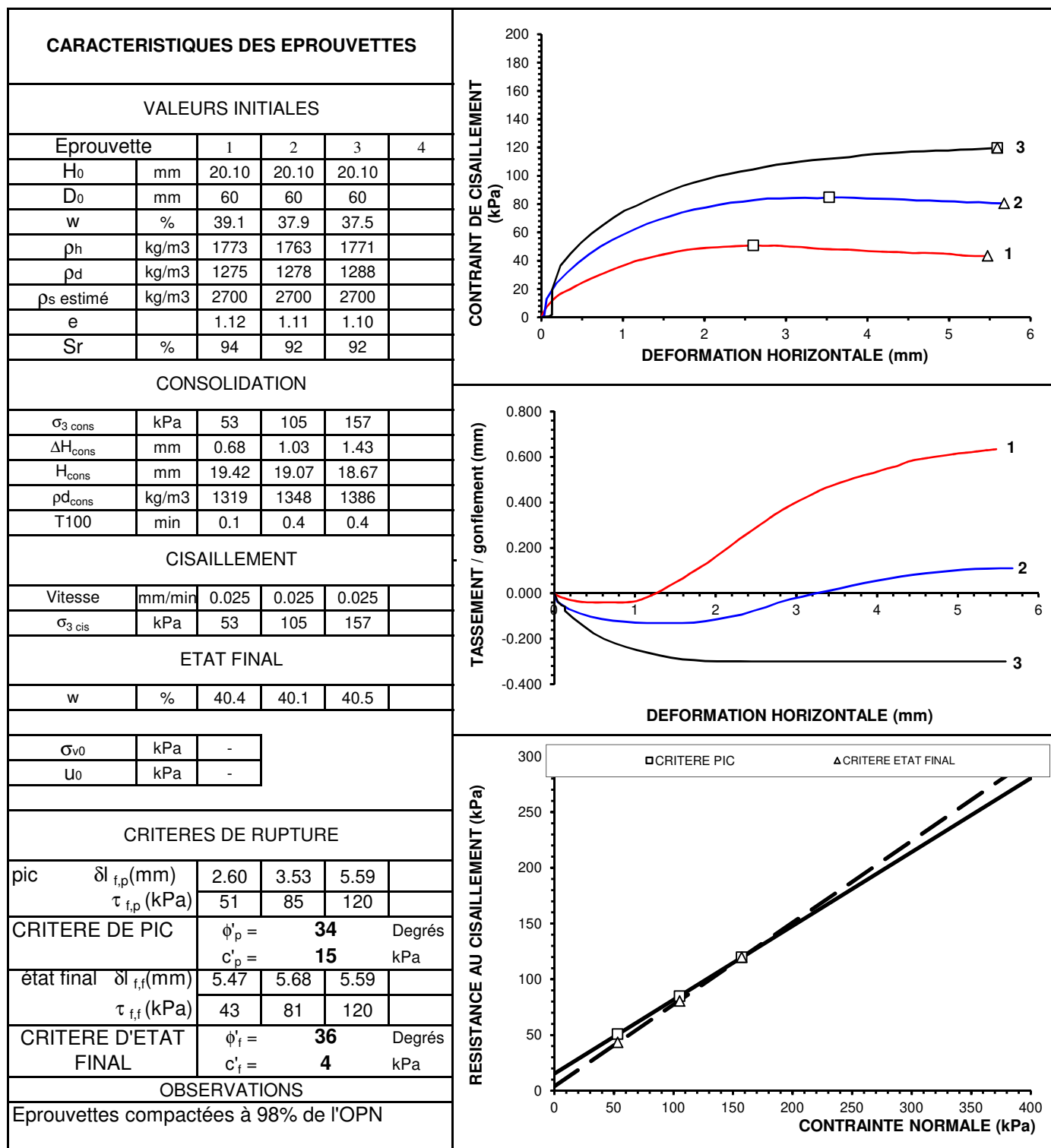
Date :	novembre-21	Sondage :	FP14
Dossier :	STL6.0052.0001	Echantillon :	21TLS4678
Chantier :	STEP SAINT PIERRE	Profondeur :	0.50 m
	G001-J060		
Nature :	SABLE brun		

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES					
VALEURS INITIALES					
Eprouvette		1	2	3	4
H ₀	mm	20.10	20.10	20.10	
D ₀	mm	60	60	60	
w	%	35.1	36.2	35.3	
ρ _h	kg/m ³	1538	1538	1540	
ρ _d	kg/m ³	1138	1129	1138	
ρ _s estimé	kg/m ³	2700	2700	2700	
e		1.37	1.39	1.37	
Sr	%	69	70	69	
CONSOLIDATION					
σ ₃ cons	kPa	53	105	157	
ΔH _{cons}	mm	1.49	1.52	2.26	
H _{cons}	mm	18.61	18.58	17.84	
ρ _d cons	kg/m ³	1229	1222	1282	
T100	min	2.8	4.0	4.3	
CISAILLEMENT					
Vitesse	mm/min	0.025	0.025	0.025	
σ ₃ cis	kPa	53	105	157	
ETAT FINAL					
w	%	40.8	40.9	38.3	
σ _{v0}	kPa	-			
U ₀	kPa	-			
CRITERES DE RUPTURE					
pic	δl _{f,p} (mm)	4.96	5.56	5.96	
	τ _{f,p} (kPa)	54	90	132	
CRITERE DE PIC		φ' _p = 37 Degrés			
		c' _p = 14 kPa			
état final	δl _{f,f} (mm)	5.87	5.86	5.96	
	τ _{f,f} (kPa)	53	90	132	
CRITERE D'ETAT FINAL		φ' _f = 37 Degrés			
		c' _f = 13 kPa			
OBSERVATIONS					
Eprouvettes compactées à 98% de l'OPN					



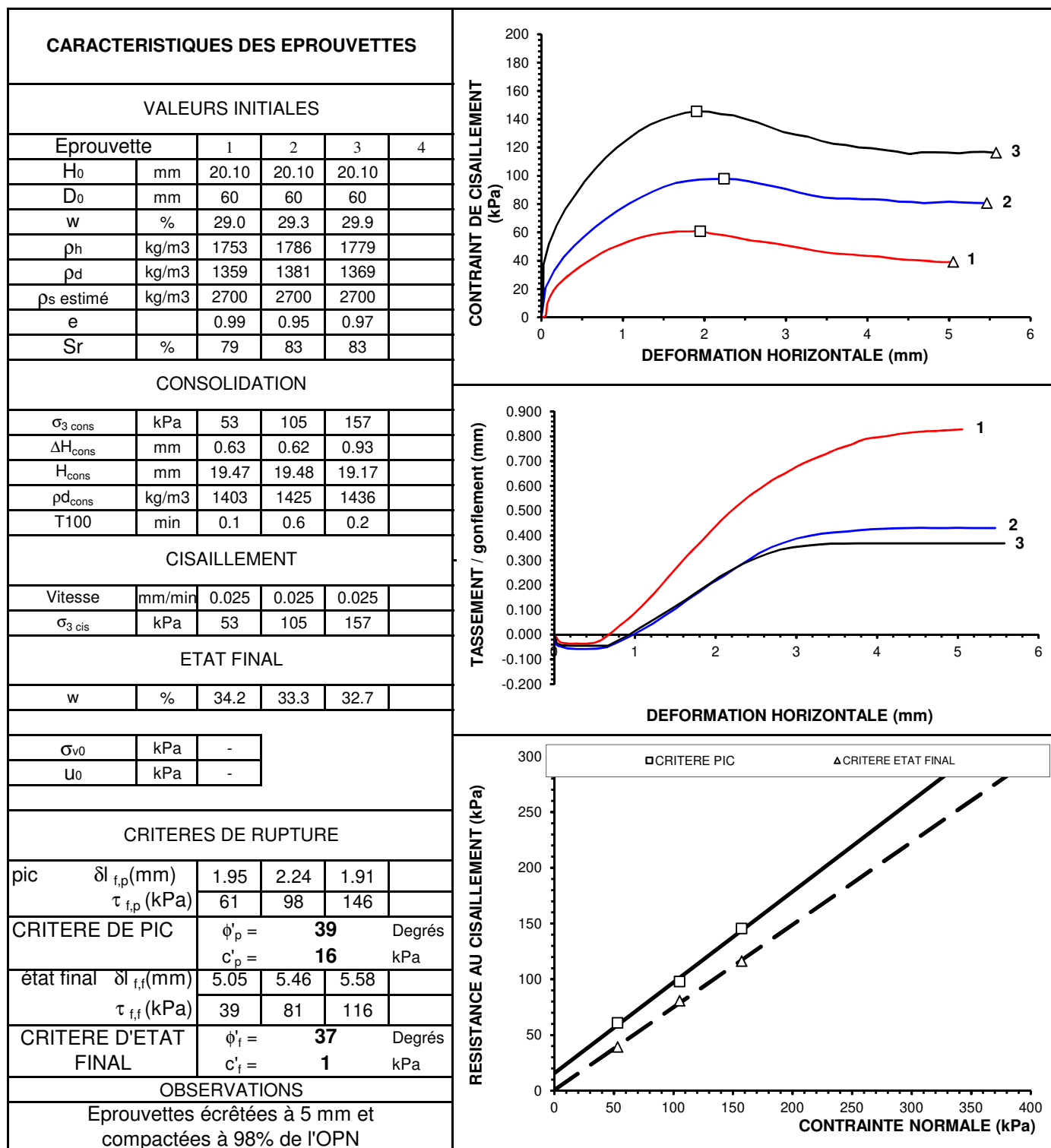
GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Date :	octobre-21	Sondage :	FP16
Dossier :	STL6.0052.0001	Echantillon :	21TLS4680
Chantier :	STEP SAINT PIERRE	Profondeur :	1.90-3.00 m
	G001-J060		
Nature :	SABLE beige		



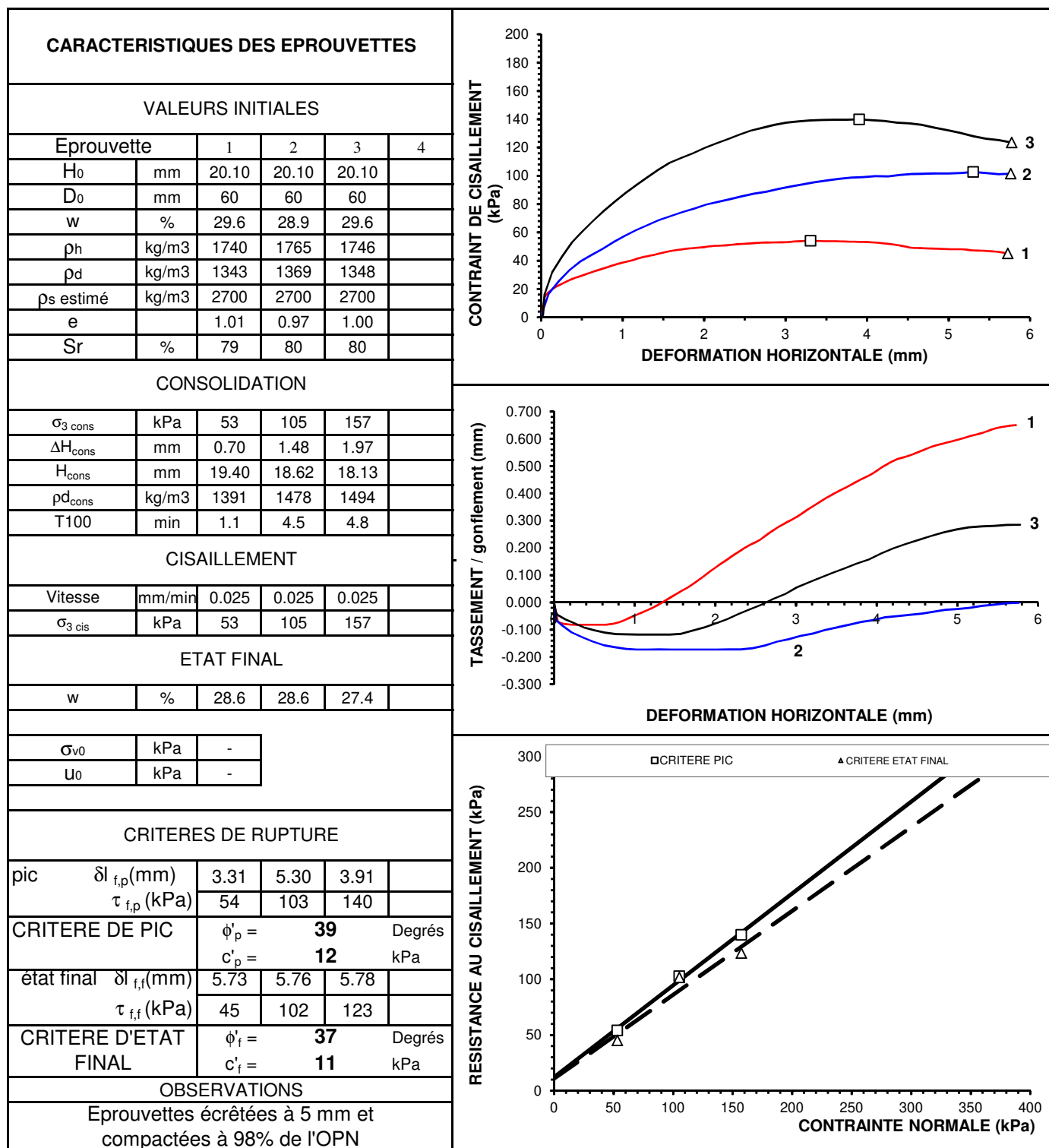
GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Date :	octobre-21	Sondage :	FP17
Dossier :	STL6.0052.0001	Echantillon :	21TLS4681
Chantier :	STEP SAINT PIERRE	Profondeur :	0.00-2.00 m
	G001-J060		
Nature :	SABLE brun à cailloutis		



GINGER CEBTP ,12 rue des frères Lumière F-34830 JACOU Tel : 04-67-59-40-10 Fax: 04-67-59-23-30

Date :	novembre-21	Sondage :	FP18
Dossier :	STL6.0052.0001	Echantillon :	21TLS4682
Chantier :	STEP SAINT PIERRE	Profondeur :	2.50 m
	G001-J060		
Nature :	SABLE brun à cailloutis		



PROCES VERBAL D'ESSAI
ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE
Partie 1 : Cisaillement direct
 NF P 94-071-1

DIRECTION REGIONALE MIDI PYRENEES

Agence de Toulouse
 2, avenue de Flourens
 31130 BALMA
 Tél : 05.62.71.80.04
 Fax : 05.62.71.80.05

Informations générales

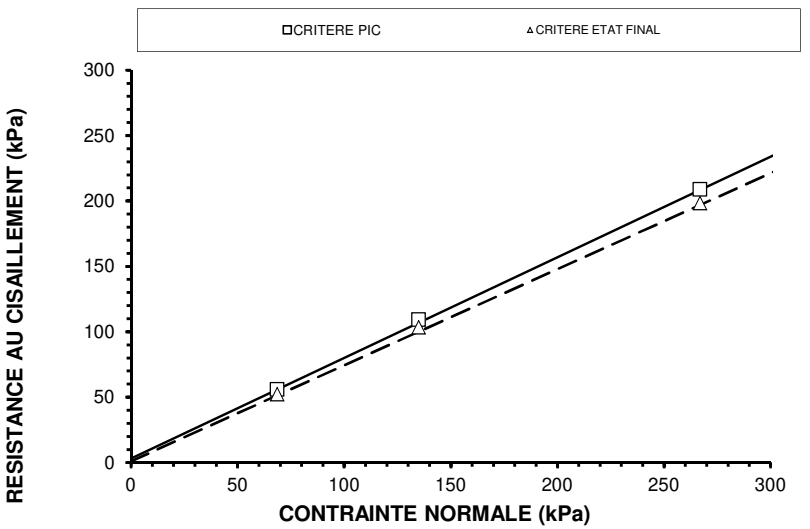
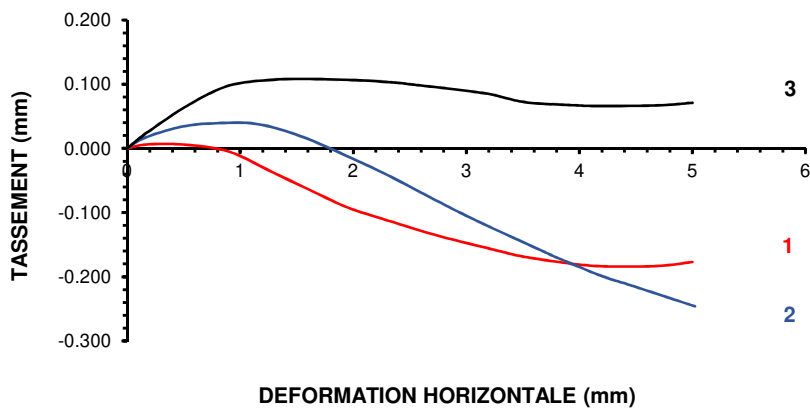
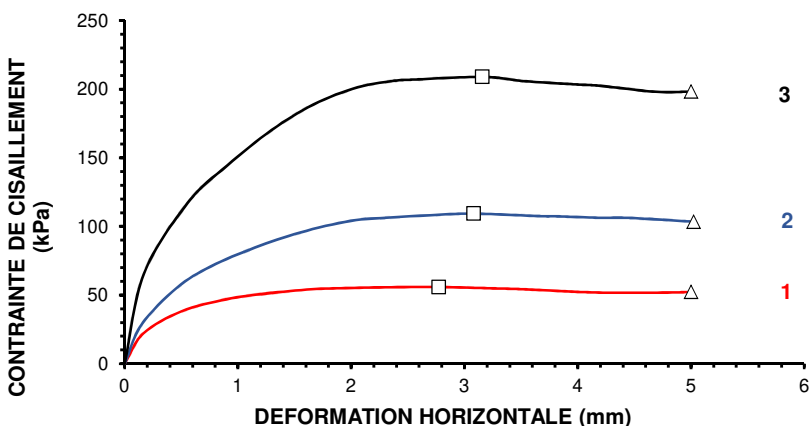
Dossier n° : STL6.L0052.0001
Chantier : STEP SAINT PIERRE
Client : GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Date de prélèvement : -
Mode de conservation : Gaine PVC
Numéro d'identification : 21TLS-4129
Date de réception : 24/08/2021
Description : Sable graveleux noir basaltique.

Sondage n° : SC7
Profondeur : 7.00/7.60 m
Date : 07/09/2021

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES				
VALEURS INITIALES				
Eprouvette		1	2	3
H ₀	mm	22.32	22.32	22.32
D ₀	mm	60.01	60.01	60.01
w	%	17.7	18.9	18.6
ρ _h	kg/m ³	1827	1827	1828
ρ _d	kg/m ³	1552	1537	1541
ρ _s estimé	kg/m ³	2650	2650	2650
e		0.71	0.72	0.72
Sr	%	66.4	69.2	68.5
CONSOLIDATION				
σ ₃ cons	kPa	69	135	267
ΔH _{cons}	mm	0.79	0.93	1.33
H _{cons}	mm	21.54	21.39	20.99
ρ _d cons	kg/m ³	1609	1604	1639
T100	min	1	1	1
CISAILLEMENT				
Vitesse	mm/min	0.024	0.024	0.024
σ ₃ cis	kPa	69	135	267
PARAMETRES DE CISAILLEMENT				
τ _f pic	kPa	56	109	209
Δl à τ _f pic	mm	2.77	3.08	3.16
τ _f final	kPa	52	103	198
Δl à τ _f final	mm	5.00	5.02	5.00
W finale	%	25.0	23.2	22.9
CRITERES DE RUPTURE				
CRITERE DE PIC	φ' _p =	38	Degrés	
	c' _p =	3	kPa	
CRITERE D'ETAT FINAL	φ' _f =	36	Degrés	
	c' _f =	1	kPa	
OBSERVATIONS				



PROCES VERBAL D'ESSAI
ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE
Partie 1 : Cisaillement direct
 NF P 94-071-1

DIRECTION REGIONALE MIDI PYRENEES

Agence de Toulouse
 2, avenue de Flourens
 31130 BALMA
 Tél : 05.62.71.80.04
 Fax : 05.62.71.80.05

Informations générales

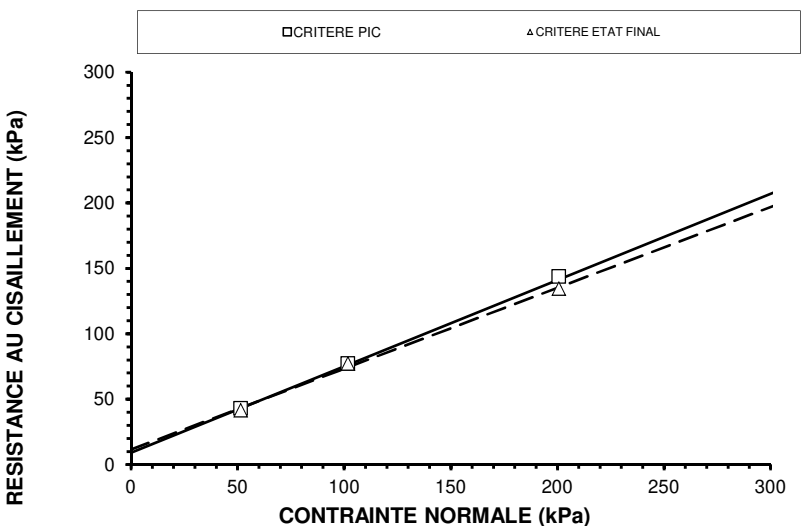
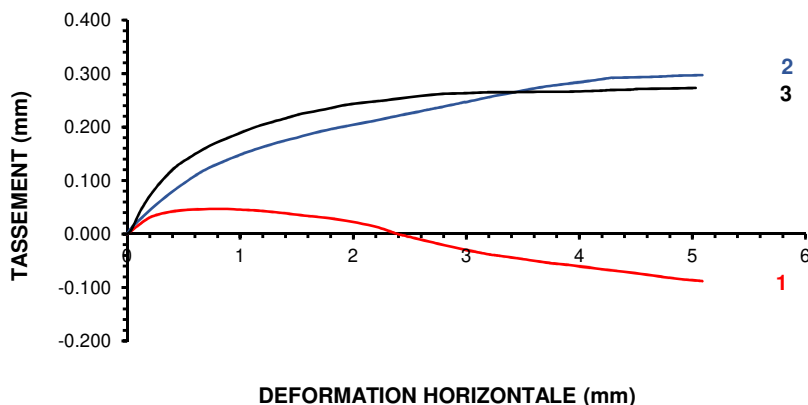
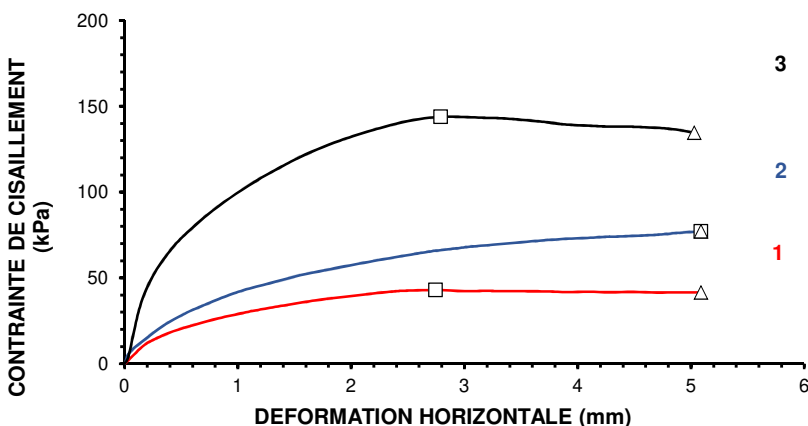
Dossier n° : STL6.L0052.0001
Chantier : STEP SAINT PIERRE
Client : GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Date de prélèvement : -
Mode de conservation : Gaine PVC
Numéro d'identification : 21TLS-4131
Date de réception : 24/08/2021
Description : Limon sableux légèrement graveleux

Sondage n° : SC8
Profondeur : 2.80/3.00 m
Date : 13/09/2021

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES				
VALEURS INITIALES				
Eprouvette		1	2	3
H ₀	mm	22.32	22.32	22.32
D ₀	mm	60.01	60.01	60.01
w	%	35.9	35.4	36.8
ρ _h	kg/m ³	1819	1818	1818
ρ _d	kg/m ³	1339	1342	1329
ρ _s estimé	kg/m ³	2700	2700	2700
e		1.02	1.01	1.03
Sr	%	95.4	94.5	96.2
CONSOLIDATION				
σ ₃ cons	kPa	52	102	201
ΔH _{cons}	mm	1.37	1.80	2.56
H _{cons}	mm	20.95	20.53	19.76
ρ _d cons	kg/m ³	1426	1460	1502
T100	min	6	9	6
CISAILLEMENT				
Vitesse	mm/min	0.012	0.012	0.012
σ ₃ cis	kPa	52	102	201
PARAMETRES DE CISAILLEMENT				
τ _f pic	kPa	43	77	144
Δl à τ _f pic	mm	2.75	5.09	2.79
τ _f final	kPa	42	77	135
Δl à τ _f final	mm	5.09	5.09	5.03
W finale	%	38.5	37.8	36.1
CRITERES DE RUPTURE				
CRITERE DE PIC	φ' _p =	33	Degrés	
	c' _p =	9	kPa	
CRITERE D'ETAT FINAL	φ' _f =	32	Degrés	
	c' _f =	11	kPa	
OBSERVATIONS				



PROCES VERBAL D'ESSAI
ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE
Partie 1 : Cisaillement direct
NF P 94-071-1

DIRECTION REGIONALE MIDI PYRENEES

Agence de Toulouse
 2, avenue de Flourens
 31130 BALMA
 Tél : 05.62.71.80.04
 Fax : 05.62.71.80.05

Informations générales

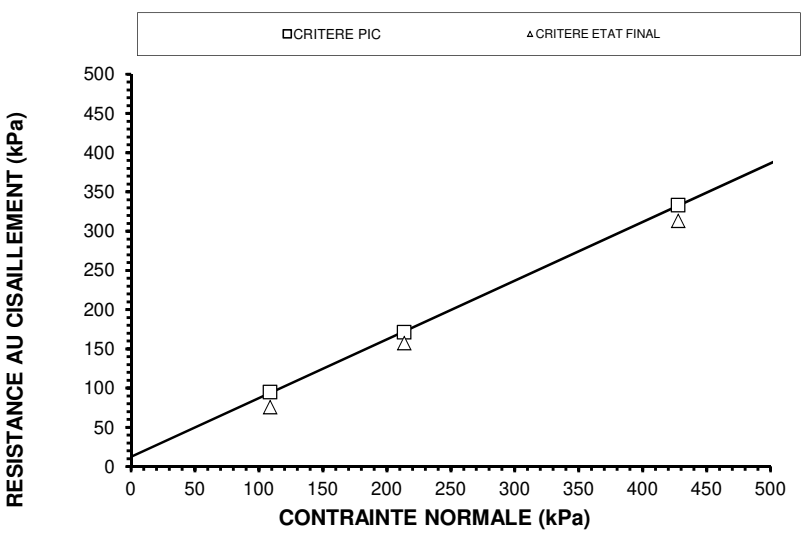
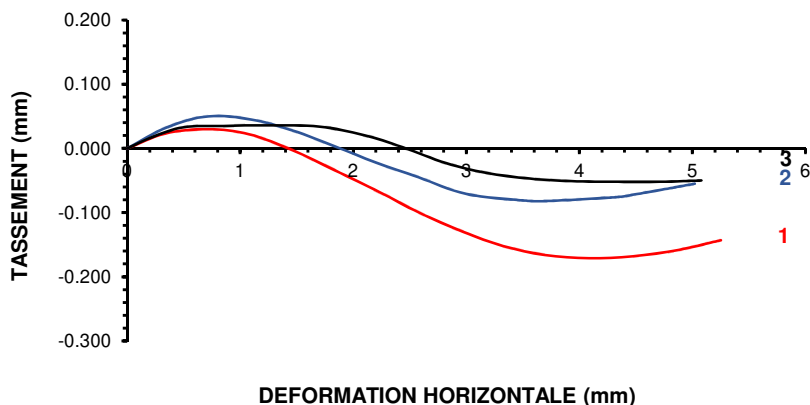
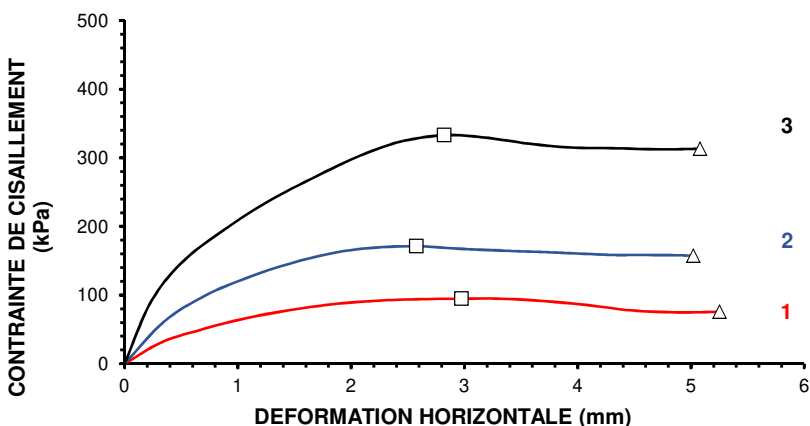
Dossier n° : STL6.L0052.0001
Chantier : STEP SAINT PIERRE
Client : GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Date de prélèvement : -
Mode de conservation : Gaine PVC
Numéro d'identification : 21TLS-4130
Date de réception : 24/08/2021
Description : Sable moyen marron/gris-foncé, légèrement limoneux.

Sondage n° : SC8
Profondeur : 10.80/11.00m
Date : 22/09/2021

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES					
VALEURS INITIALES					
Eprouvette		1	2	3	
H ₀	mm	22.32	22.32	22.32	
D ₀	mm	60.01	60.01	60.01	
w	%	18.7	18.2	17.7	
ρ _h	kg/m ³	1952	1957	1957	
ρ _d	kg/m ³	1644	1656	1662	
ρ _s estimé	kg/m ³	2650	2650	2650	
e		0.61	0.60	0.59	
Sr	%	81.2	80.3	79.1	
CONSOLIDATION					
σ ₃ cons	kPa	109	214	428	
ΔH _{cons}	mm	0.67	1.18	1.33	
H _{cons}	mm	21.66	21.14	20.99	
ρ _d cons	kg/m ³	1695	1748	1768	
T100	min	1	1	4	
CISAILLEMENT					
Vitesse	mm/min	0.024	0.024	0.024	
σ ₃ cis	kPa	109	214	428	
PARAMETRES DE CISAILLEMENT					
τ _f pic	kPa	95	171	333	
Δl à τ _f pic	mm	2.97	2.58	2.82	
τ _f final	kPa	76	157	313	
Δl à τ _f final	mm	5.25	5.02	5.08	
W finale	%	23.7	21.3	20.1	
CRITERES DE RUPTURE					
CRITERE DE PIC	φ' _p =	37	Degrés		
	c' _p =	12	kPa		
CRITERE D'ETAT FINAL	f' _f =		Degrés		
	ε' _f =		kPa		
OBSERVATIONS					



PROCES VERBAL D'ESSAI
ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE
Partie 1 : Cisaillement direct
 NF P 94-071-1

DIRECTION REGIONALE MIDI PYRENEES

Agence de Toulouse
 2, avenue de Flourens
 31130 BALMA
 Tél : 05.62.71.80.04
 Fax : 05.62.71.80.05

Informations générales

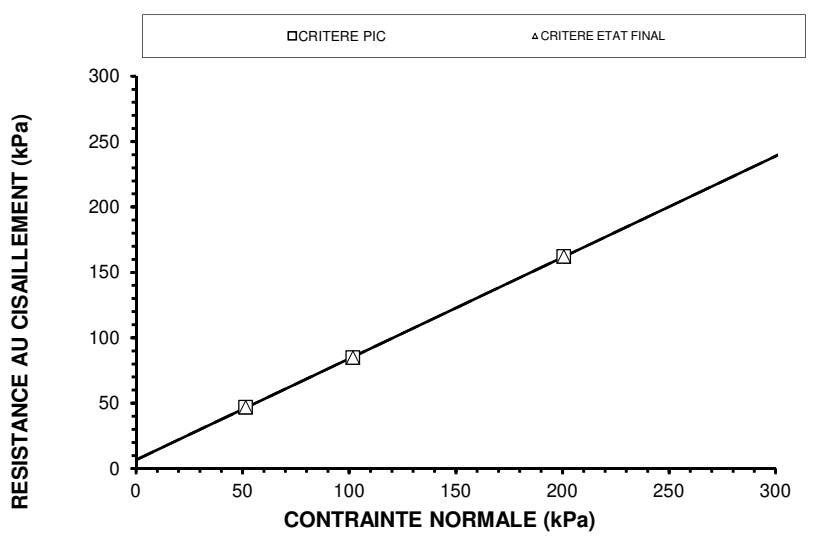
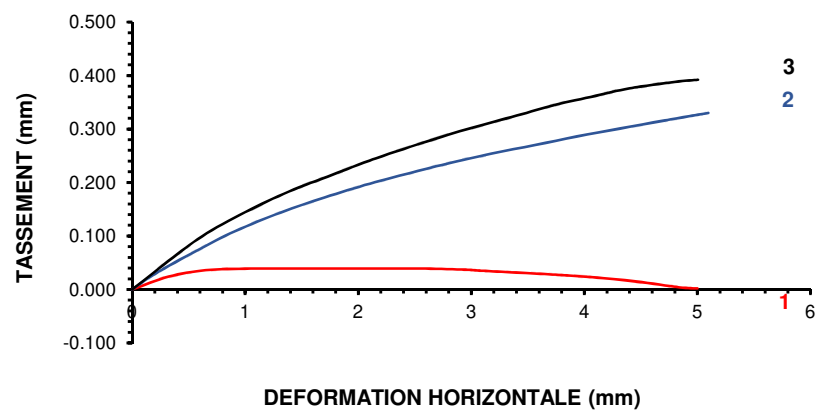
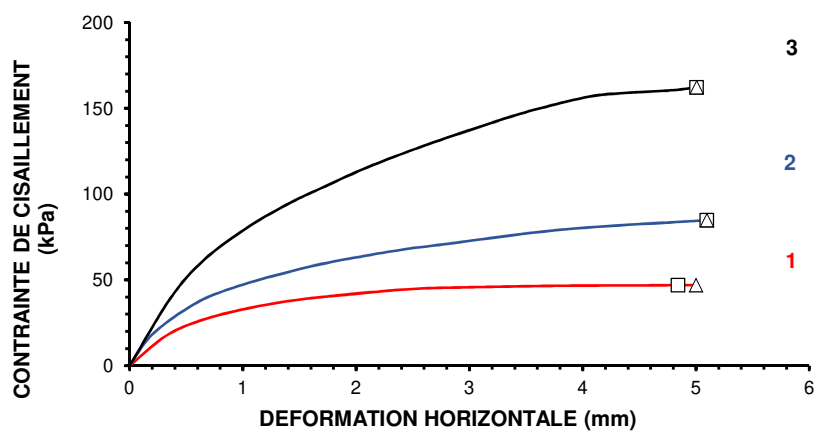
Dossier n° : STL6.L0052.0001
Chantier : STEP SAINT PIERRE
Client : GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Date de prélèvement : -
Mode de conservation : Gaine PVC
Numéro d'identification : 21TLS-4133
Date de réception : 24/08/2021
Description : Limon sableux marron légèrement graveleux.

Sondage n° : SC9
Profondeur : 2.50/3.00m
Date : 05/10/2021

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES					
VALEURS INITIALES					
Eprouvette		1	2	3	
H ₀	mm	22.32	22.32	22.32	
D ₀	mm	60.01	60.01	60.01	
w	%	41.5	40.1	39.6	
ρ _h	kg/m ³	1748	1748	1748	
ρ _d	kg/m ³	1235	1248	1252	
ρ _s estimé	kg/m ³	2700	2700	2700	
e		1.19	1.16	1.16	
Sr	%	94.5	93.0	92.5	
CONSOLIDATION					
σ ₃ cons	kPa	52	102	201	
ΔH _{cons}	mm	1.05	1.53	2.08	
H _{cons}	mm	21.27	20.79	20.24	
ρ _d cons	kg/m ³	1296	1340	1381	
T100	min	4	3	4	
CISAILLEMENT					
Vitesse	mm/min	0.024	0.024	0.024	
σ ₃ cis	kPa	52	102	201	
PARAMETRES DE CISAILLEMENT					
τ _f pic	kPa	47	85	162	
Δl à τ _f pic	mm	4.84	5.10	5.01	
τ _f final	kPa	47	85	162	
Δl à τ _f final	mm	5.00	5.10	5.01	
W finale	%	45.1	42.1	39.6	
CRITERES DE RUPTURE					
CRITERE DE PIC	φ' _p =	38	Degrés		
	c' _p =	7	kPa		
CRITERE D'ETAT FINAL	φ' _f =	38	Degrés		
	c' _f =	7	kPa		
OBSERVATIONS					



PROCES VERBAL D'ESSAI
ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE
Partie 1 : Cisaillement direct
 NF P 94-071-1

DIRECTION REGIONALE MIDI PYRENEES

Agence de Toulouse
 2, avenue de Flourens
 31130 BALMA
 Tél : 05.62.71.80.04
 Fax : 05.62.71.80.05

Informations générales

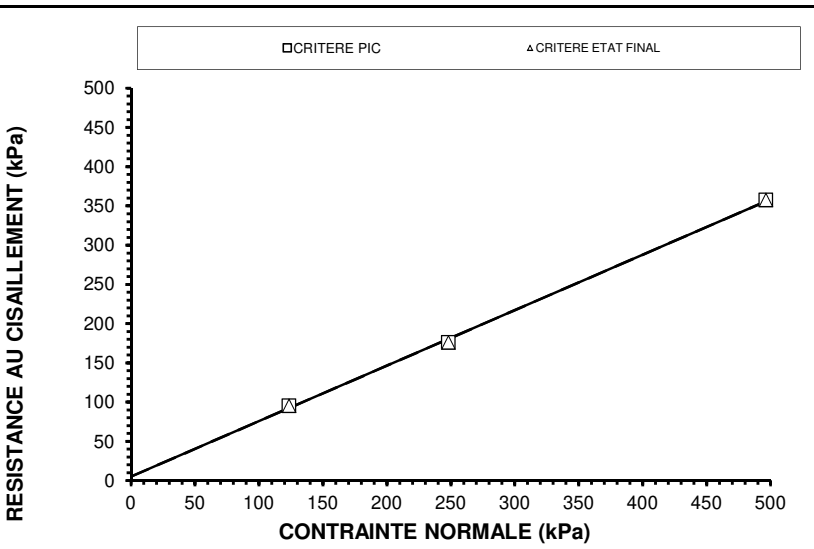
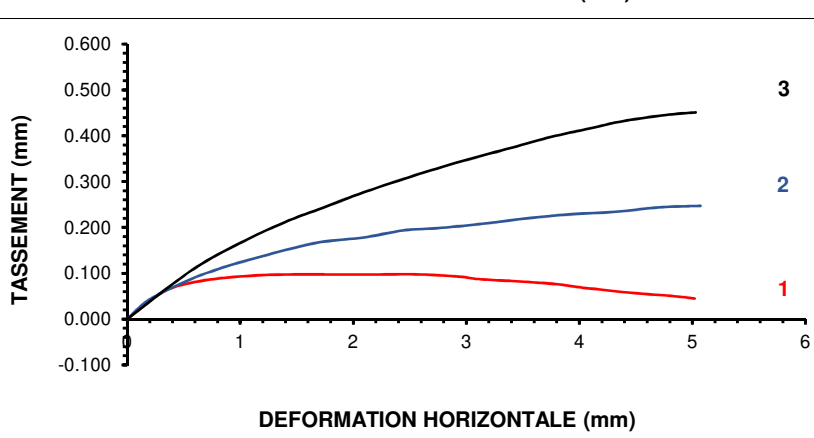
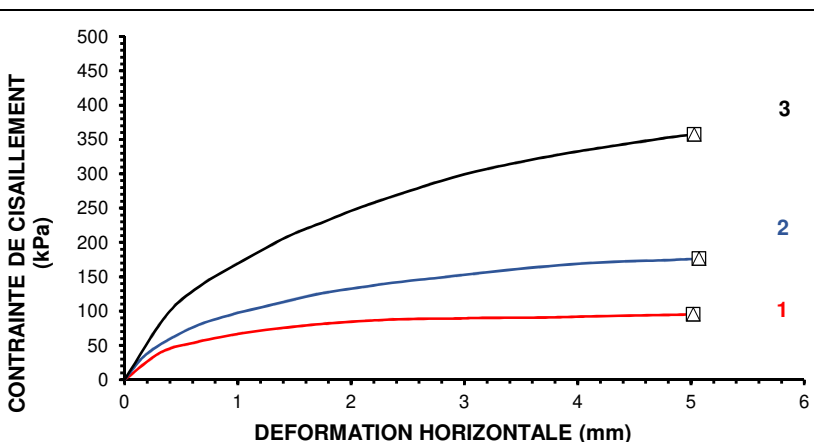
Dossier n° : STL6.L0052.0001
Chantier : STEP SAINT PIERRE
Client : GINGER GEODE

Informations sur l'échantillon

Mode de prélèvement : Sondage carotté
Date de prélèvement : -
Mode de conservation : Gaine PVC
Numéro d'identification : 21TLS-4132
Date de réception : 24/08/2021
Description : Sable limoneux légèrement graveleux, marron

Sondage n° : SC9
Profondeur : 12.80/13.00m
Date : 04/10/2021

CARACTERISTIQUES DES EPROUVETTES				
VALEURS INITIALES				
Eprouvette		1	2	3
H ₀	mm	22.32	22.32	22.32
D ₀	mm	60.01	60.01	60.01
w	%	17.0	17.4	16.3
ρ _h	kg/m ³	1922	1906	1927
ρ _d	kg/m ³	1643	1624	1657
ρ _s estimé	kg/m ³	2700	2700	2700
e		0.64	0.66	0.63
Sr	%	71.3	70.9	69.9
CONSOLIDATION				
σ ₃ cons	kPa	124	248	496
ΔH _{cons}	mm	1.22	1.98	2.91
H _{cons}	mm	21.10	20.34	19.41
ρ _d cons	kg/m ³	1738	1782	1905
T100	min	5	3	3
CISAILLEMENT				
Vitesse	mm/min	0.024	0.024	0.024
σ ₃ cis	kPa	124	248	496
PARAMETRES DE CISAILLEMENT				
τ _f pic	kPa	95	176	357
Δl à τ _f pic	mm	5.02	5.07	5.03
τ _f final	kPa	95	176	357
Δl à τ _f final	mm	5.02	5.07	5.03
W finale	%	22.5	22.9	21.2
CRITERES DE RUPTURE				
CRITERE DE PIC	φ' _p =	35	Degrés	
	c' _p =	5	kPa	
CRITERE D'ETAT FINAL	φ' _f =	35	Degrés	
	c' _f =	5	kPa	
OBSERVATIONS				



Annexe III : **Optimisation et validation des performances du design de la STEP de Saint-Pierre (SuperGrid Institute, 2023)**

Optimisation et validation des performances du design de la STEP de Saint-Pierre (Martinique)

Rapport d'étude

Auteurs :
Quentin BOUCHER
Hugo MESNAGE

Date : 20/12/2023

Reference : SGI-4092

Version Table

Version	Date	Auteur	Vérificateur	Approbateur	Commentaires
1.0	03/11/2022	Quentin BOUCHER / Hugo MESNAGE	Renaud GUILLAUME	Renaud GUILLAUME	Première émission du document
1.3	18/09/2023	Quentin BOUCHER / Hugo MESNAGE	Renaud GUILLAUME	Renaud GUILLAUME	Version pour consultation
1.4	20/12/2023	Quentin BOUCHER / Hugo MESNAGE	Renaud GUILLAUME	Renaud GUILLAUME	Version pour consultation

Table des matières

Optimisation et validation des performances du design de la STEP de Saint-Pierre (Martinique).....	1
1. Résumé exécutif.....	4
2. Introduction.....	5
2.1. Contexte	5
2.2. But de l'étude.....	5
3. Etude hydraulique de capacité de réglage en pompe avec 3 VFD.....	6
3.1. Configuration du design original	6
3.2. Configuration préconisée - moteurs de 1450 kW.....	9
4. Ecoulements dans la bifurcation en mode mixte avec une unique conduite.....	12
5. Etude transitoires hydraulique.....	14
5.1. Fourniture de Réserve Rapide en fréquence selon le référentiel EDF-SEI	15
5.1.1. Référentiel SEI concerné.....	16
5.1.2. Description du modèle de simulation.....	17
5.1.2.1 Circuit hydraulique.....	17
5.1.2.2 Turbine.....	18
5.1.2.3 Système « Turbine+ ».....	19
5.1.2.4 Pompe.....	20
5.1.2.5 Mode mixte.....	21
5.1.3. Résultats turbine & banc de supercondensateurs	22
5.1.4. Résultats 3 pompes vitesse variable.....	23
5.1.5. Résultats mode mixte	24
5.1.6. Conclusion de l'étude des solutions pour fournir de la réserve rapide en fréquence	25
5.2. Etude des temps de transition et validation des transitoires.....	26
5.2.1. Démarrage turbine	26
5.2.2. Démarrage pompes.....	27
5.2.3. Stabilité de la production	28
5.2.4. Soutirage max vers production max	29
5.2.5. Incident dimensionnant pour les conduites forcées.....	31
5.2.6. Fourniture de 2MW de Réglage Rapide (mode mixte) vers production max.....	33
5.2.7. Production max vers fourniture de 2MW de Réglage Rapide (mode mixte).....	35
5.3. Conclusion sur l'étude des transitoires hydrauliques	37
6. Conclusion	37
ANNEXE 1 : Simulations CFD d'écoulements dans une bifurcation à 120 °.....	39

1. Résumé exécutif

L'étude présentée dans ce document porte sur la validation préliminaire d'une évolution du design de station de transfert et pompage (STEP) de Saint-Pierre en Martinique.

Il en ressort que :

- Le passage à une conduite unique de diamètre intérieur principal 1100 mm (configuration 1100, 1100 (T), 800 (P)) est suffisante pour la dynamique de la fourniture de Réserve Rapide en pompe selon le référentiel EDF-SEI¹, ainsi que pour le bon fonctionnement en transitoire de l'installation.
- Le renforcement de cette conduite unique en configuration 1100, 1100 (T), 800 (P) est nécessaire pour la sécurité si le mode mixte (pompes et turbines fonctionnant en simultanément) est autorisé.
- L'utilisation d'un VFD (Variateur de Fréquence Dynamique) associé à chaque pompe permet leur fonctionnement en vitesse variable, donnant ainsi accès à une bande de réglage de 250 kW par pompe en Réserve Rapide selon les critères du référentiel EDF-SEI. C'est donc un total de 750 kW de réglage avec les trois pompes en fonctionnement en conservant une puissance de pompage d'installation de 3 x 1300 kW.
- Il est préconisé d'augmenter la puissance des pompes à 1450 kW qui permet avec les VFD dédiés d'accéder à 400 kW de réglage par pompe en vitesse variable soit un total de 1200 kW de réglage avec les trois pompes en fonctionnement.
- Le fonctionnement en mode mixte est possible sur l'installation. Sous réserve d'ajouter à la turbine Pelton un banc de supercondensateur de 850 kW, ce mode de fonctionnement donne la capacité à l'installation de fournir une bande réglage de 2000 kW en Réserve Rapide selon les critères du référentiel EDF-SEI. Cette réserve peut notamment être sollicitée en pompage. La mobilisation de cette réserve se fait au détriment du rendement net de pompage.
- Les temps de transition principaux entre les différents modes de fonctionnement ne sont pas impactés par les modifications proposées.

Le design préconisé pour que l'aménagement soit en mesure de fournir 2000 kW de Réserve Rapide à la hausse en mode pompage voit ainsi les modifications suivantes par rapport au design de référence :

- renforcement de la conduite unique de diamètre intérieur principal 1100 mm (configuration 1100, 1100 (T), 800 (P)) sur toute sa longueur,
- 3 moteurs de 1450 kW pour les pompes
- 3 VFDs et fonctionnement en vitesse variable des 3 pompes,
- Installation d'un banc de supercondensateurs de 850 kW,
- fonctionnement en mode mixte lors des phase de pompage permettant de fournir jusqu'à 2 MW de Réserve Rapide à la hausse (1200 kW via les 3 pompes en vitesse variable et 850kW via la turbine + le banc de supercondensateurs, incluant une marge de 50kW)

¹ SEI REF 02 v6, Documentation Technique de Référence pour le raccordement des installations de production d'électricité aux réseaux HTA et BT des zones non interconnectées

2. Introduction

2.1. Contexte

Le développement du projet de station de transfert et pompage de Saint Pierre en Martinique a permis à Meridiam de définir un design. Nous nous référerons à ce design comme « design originel » dans la suite de ce document.

Le projet de STEP doit démontrer une efficacité économique supérieure à 1 dans la méthodologie du régulateur du réseau électrique martiniquais, la CRE. La fourniture de 2MW de réglage de fréquence à la hausse en mode pompage semble suffisante pour attendre cette efficacité économique. Ce réglage de fréquence doit satisfaire les requis du gestionnaire de réseau EDF-SEI (EDF SEI-REF-02). Le design originel ne permet pas la fourniture de ces 2MW de réglage. L'étude de SuperGrid Institute a donc porté sur une optimisation et une validation d'un nouveau design.

En vitesse fixe, les pompes ne pouvant ajuster leur puissance de soutirage, il est établi que deux technologies permettraient à la STEP St. Pierre de fournir de la Réserve Rapide à la hausse en mode pompage :

- L'utilisation de VFD pour faire fonctionner les pompes en vitesse variable. L'utilisation d'un VFD est déjà nécessaire pour le lancement des pompes. Il en faudrait un par pompe pour qu'elles fonctionnent toutes en vitesse variable. Ceci permettrait aussi un lancement simultané des 3 pompes et donc une séquence de lancement plus rapide.
- Le fonctionnement en mode mixte (pompes et turbine simultanées) avec supercondensateur pour que le système {turbine + supercondensateur} fournisse la Réserve Rapide. Dans cette éventualité, la turbine seule n'est pas en mesure de répondre suffisamment rapidement pour satisfaire aux critères de réponse rapide, c'est pourquoi il est nécessaire de lui adjoindre un banc de supercondensateur. Cependant au bout d'une dizaine de secondes, la turbine peut prendre le relais du supercondensateur et permet ainsi de dimensionner le supercondensateur significativement plus petit en énergie que s'il devait répondre seul à la Réponse Rapide.

2.2. But de l'étude

L'objet de l'étude est de proposer un design et valider qu'il sera réalisable par les sociétés répondant à l'appel d'offre pour la réalisation de la STEP à Saint-Pierre. Le design doit ainsi être proche du design originel et capable de fournir 2MW de Réserve Rapide.

Dans ce cadre, l'étude a pour but de vérifier la faisabilité des modifications proposées du design originel. Trois principales variantes sont ainsi étudiées dans ce document :

- Toute l'étude tentera d'utiliser une unique conduite. Il est entendu que la conduite réduisant le plus les coûts se compose d'une conduite d'amenée principale de 1100mm de diamètre intérieur reliant le bassin amont à la jonction d'où elle se sépare d'une part en une conduite de 1100mm de diamètre intérieur rejoignant la turbine et d'autre part une conduite de 800mm de diamètre intérieur rejoignant la jonction menant aux pompes (appelée dans la suite configuration 1100, 1100 (T), 800 (P)). Si cette conduite ne se révèle pas satisfaisante pour les requis techniques, le diamètre intérieur de la conduite reliant le bassin aval à la jonction sera augmenté à 1600mm (appelée dans la suite configuration 1600, 1100 (T), 800 (P)). Si cette configuration n'était toutefois toujours pas suffisante la configuration à deux conduites séparées serait étudiée.
- L'adjonction d'un VFD dédié à chacune des pompes pour leur permettre de fonctionner en vitesse variable et ainsi de fournir de la Réserve Rapide à la hausse en pompage (soit trois VFD).

- Le fonctionnement en mode mixte avec l'addition d'un banc de supercondensateur pour fournir de la Réserve Rapide à la hausse en pompage.

Cette étude se compose de quatre parties :

- Etude hydraulique de capacité de réglage en pompe avec 3 VFD qui permettra de déterminer la quantité maximale de Réserve Rapide à la hausse que les pompes pourraient réaliser en vitesse variable. Cette étude est présentée en section 3.
- Etude des écoulements dans la bifurcation en mode mixte avec une unique conduite. Cette étude a pour objectif de s'assurer que la recirculation de l'eau en mode mixte dans une conduite unique n'aura pas d'effet néfaste sur la bifurcation et la stabilité du système. Elle est présentée en section 4.
- Etude des transitoires hydraulique pour la fourniture de Réserve Rapide via la vitesse variable des pompes et via le mode mixte avec supercondensateur. Cette étude de transitoires hydrauliques en une dimensions a pour but de vérifier que les transitoires hydrauliques associés au respect des gabarits de Réserve Rapide (EDF SEI-REF-02) seront admissibles avec une unique conduite.
- Etude de transitoires hydraulique de changement de mode. Cette étude des changements de mode en une dimensions a pour but d'estimer les temps nécessaires aux différents changements de modes avec une unique conduite.

3. Etude hydraulique de capacité de réglage en pompe avec 3 VFD

3.1. Configuration du design original

L'étude hydraulique de la capacité de réglage des pompes en vitesse variable avec 3 VFD porte sur les équipements du design originel :

- Double conduite
 - o Conduite principale pompes en DN800
 - o Trifurcation DN800/DN400
 - o Conduites en DN400 vers chacune des pompes
- 3 pompes et 3 générateurs de 1300kW chacun
- Chute minimum de 353.25m
- Chute maximum de 364.35m

La limitation principale de réglage provient des pompes et des moteurs/générateurs. Ainsi, le passage à une conduite unique n'apporte pas de modification à la conclusion de cette partie. Les pertes de charges utilisées (Tableau 1) sont dérivées des données de perte de charge en pompe et calculées ainsi :

$$\Delta H = \lambda Q^2$$

Tableau 1: Coefficients de perte de charge pour le circuit hydraulique des pompes

Eléments	Débit [m ³ .s ⁻¹]	λ [s ² .m ⁻⁵] – coefficient de perte de charge
Conduite principale DN800 + Trifurcation	3.Q _{pompe}	16.7
Conduites en DN400	Q _{pompe}	7.7

L'étude du domaine de fonctionnement des pompes en vitesse variable est basée sur une courbe caractéristique de pompe et des limites de cavitation réalistes pour ce type d'application. En ajustant ces courbes vis-à-vis de la vitesse de rotation du groupe pour prendre en compte les possibilités offertes par la vitesse variable, il apparaît que :

- L'instabilité du Feston est limitante à basse vitesse (cf courbes $H(Q)$ en Figure 1).
- La cavitation n'est pas limitante pour ce projet, ni à basse vitesse, ni à haute vitesse (voir Figure 2).
- La puissance des moteurs est limitante à haute vitesse (cf courbes $P(Q)$ en Figure 3).

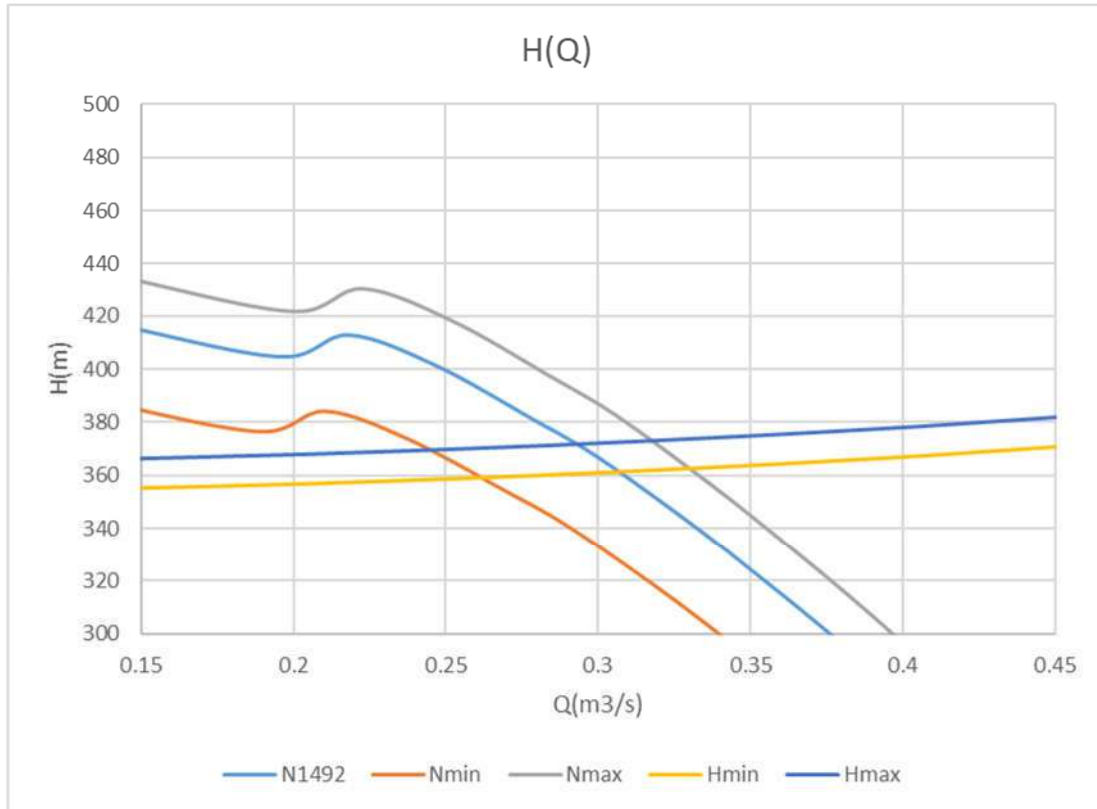


Figure 1: Courbes $H(Q)$ des pompes selon la vitesse de rotation avec moteur de 1300kW et courbe caractéristique du circuit hydraulique avec prise en compte des pertes de charge.

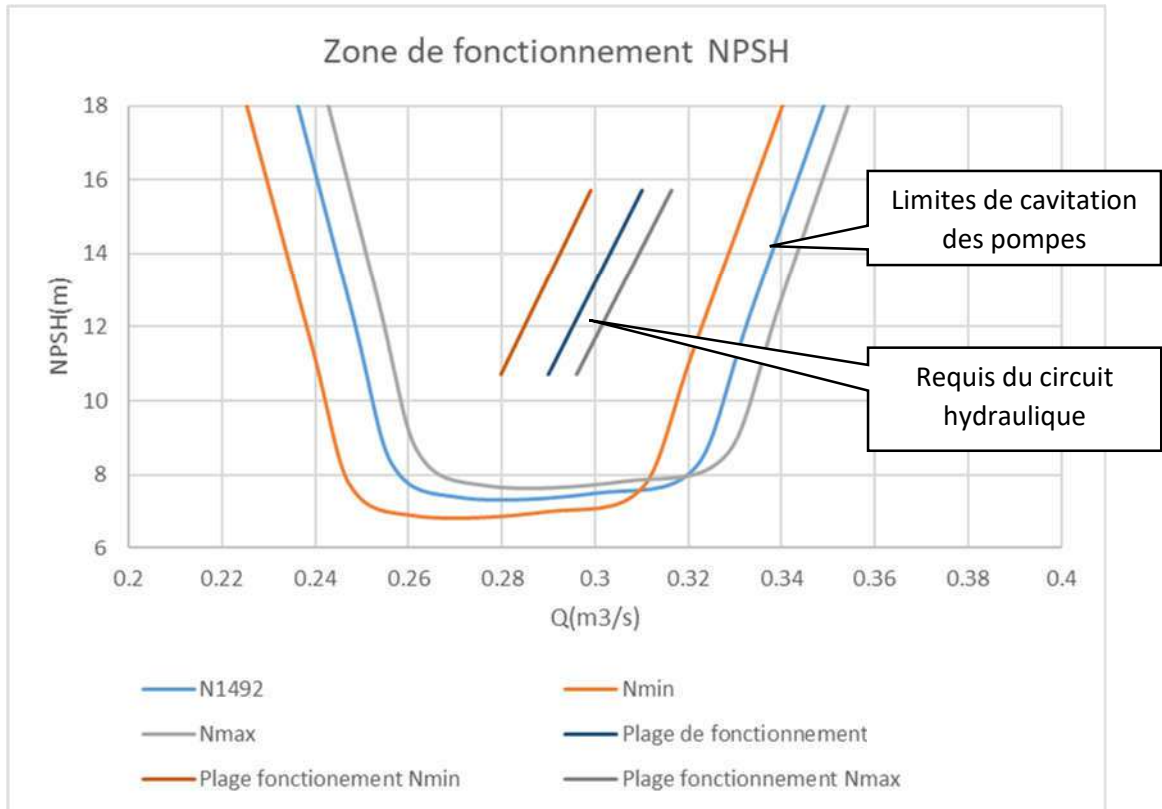


Figure 2: Courbes NPSH des pompes et plages de fonctionnement selon la vitesse de rotation avec moteur de 1300kW. Pour chaque vitesse, les requis du circuit hydraulique se situent à l'intérieur de la zone de fonctionnement sans cavitation des pompes.

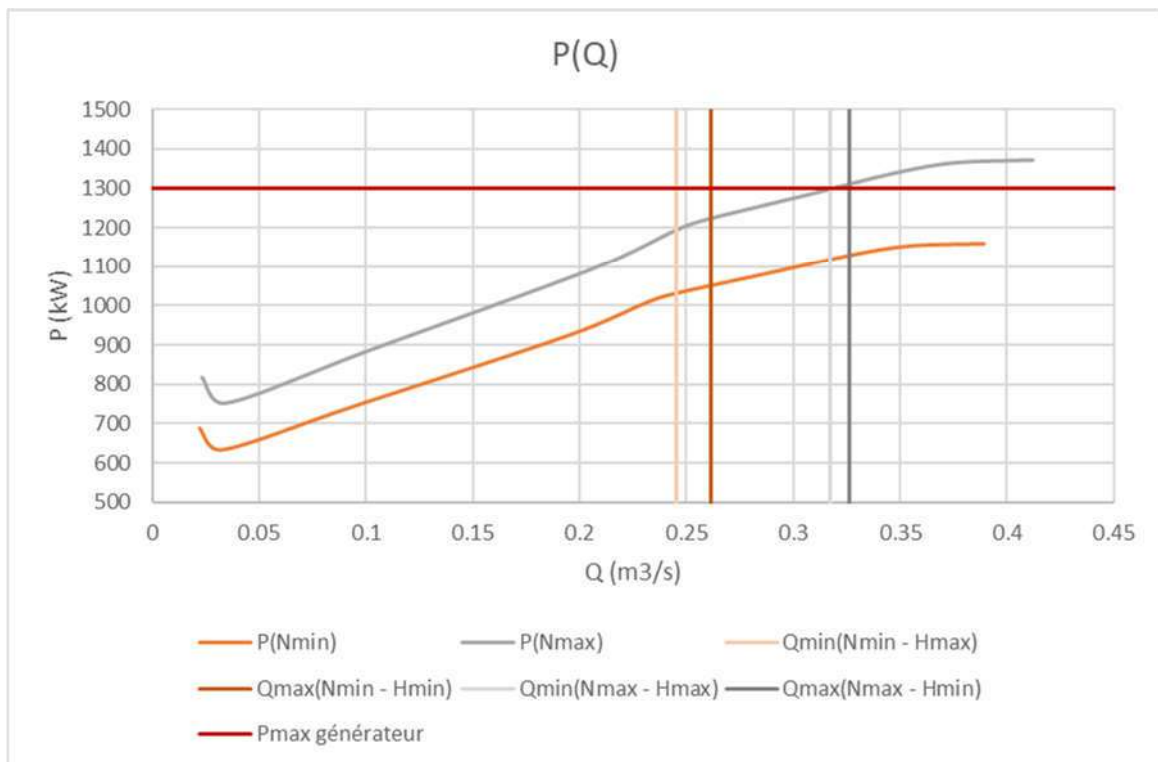


Figure 3: Courbes P(Q) des pompes selon la vitesse de rotation avec moteur de 1300kW (ligne horizontale rouge)

Dans la configuration du design originel (avec 3 moteurs de 1300 kW) on obtient donc la plage d'opération des pompes en vitesse variable représentée en Figure 4. A chute minimale la puissance mécanique peut être réglée entre 1051 kW et 1300 kW alors qu'à chute maximale elle peut être réglée entre 1031 kW et 1300 kW. Ceci

permet donc une bande de réglage de 249 kW par pompe sans cavitation à toute chute, soit 747 kW de réglage de la puissance mécanique avec 3 pompes en fonctionnement. En prenant en compte les rendements de la partie électrique (moteur et VFD principalement) cela se traduira par une bande de réglage de la puissance électrique soutirée d'un peu plus de 750 kW.

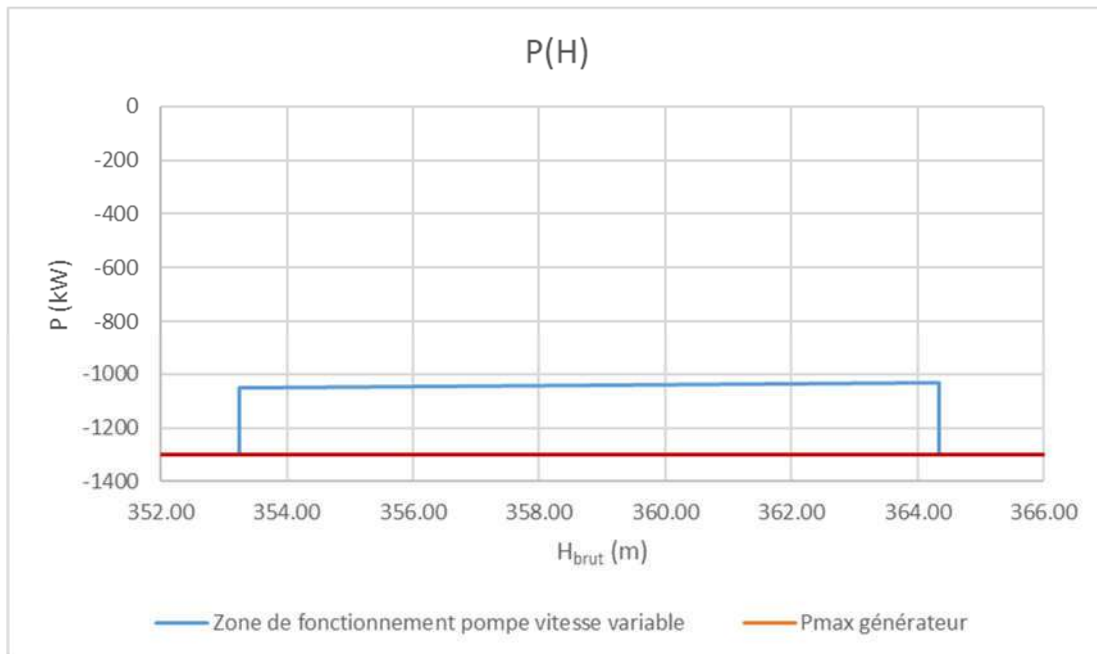


Figure 4: Courbes P(H) des pompes selon la vitesse de rotation avec moteur de 1300kW

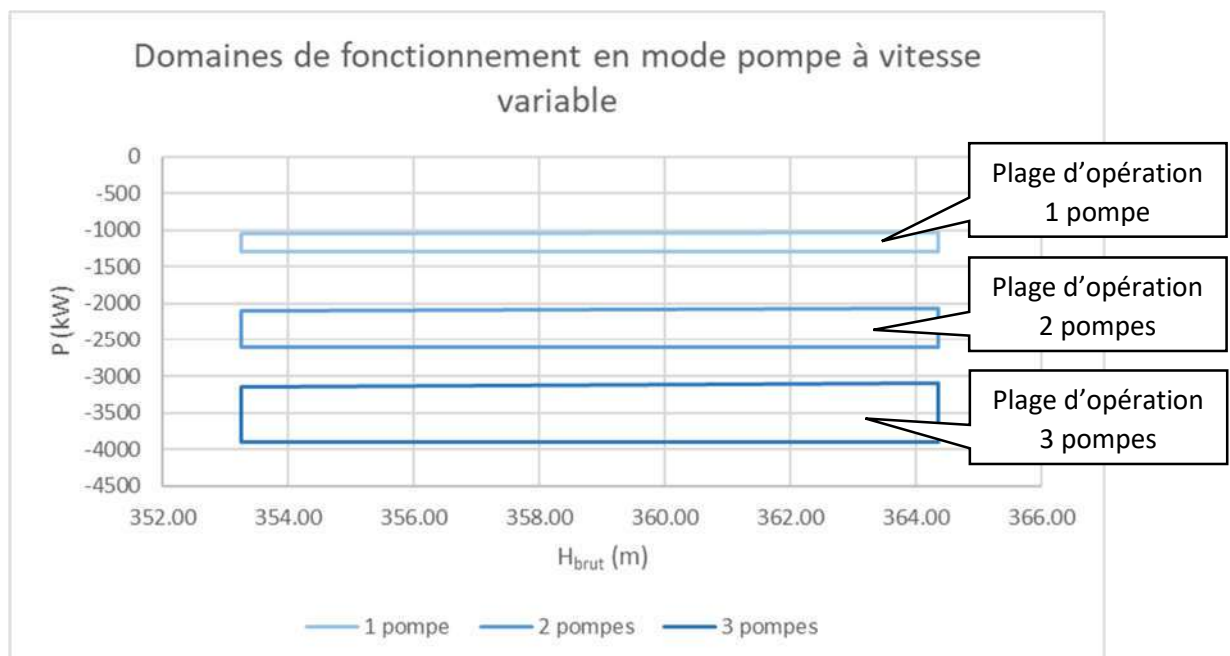


Figure 5: Domaines de fonctionnement des pompes en vitesse variables avec 3 moteurs de 1300 kW

3.2. Configuration préconisée – moteurs de 1450 kW

Les conclusions de la section 3.1 indiquant que la capacité de réglage de puissance des pompes est limitée à basse vitesse par le feston (instabilité hydraulique) et à haute vitesse par la puissance du moteur proposé. Il s'agit ici d'étudier l'augmentation de la plage de réglage grâce à l'augmentation de puissance du moteur.

La puissance du moteur retenu dans cette section est 1450kW, dans le but d'augmenter au maximum la participation à la Réserve Rapide en pompage (cf section 2.1). On note enfin que les caractéristiques de la partie hydromécanique des pompes sera conservée dans cette section ; en d'autres termes les pompes proposées sont conservées, seule la puissance de leurs générateurs est augmentée à 1450 kW. Les constructeurs pourront néanmoins optimiser l'ensemble afin de proposer des solutions aux performances plus élevées, tout en gardant la même capacité de réglage

En ajustant ces courbes vis-à-vis de la vitesse de rotation du groupe pour prendre en compte les possibilités offertes par la vitesse variable il apparaît que :

- L'instabilité du Feston reste limitante à basse vitesse (cf courbes H(Q) en Figure 6).
- La cavitation n'est toujours pas limitante à haute vitesse (les courbes de fonctionnement ne touchent pas les courbes NPSH en Figure 7).
- La puissance des moteurs reste limitante à haute vitesse mais plus haute qu'auparavant (cf courbes P(Q) en Figure 8).

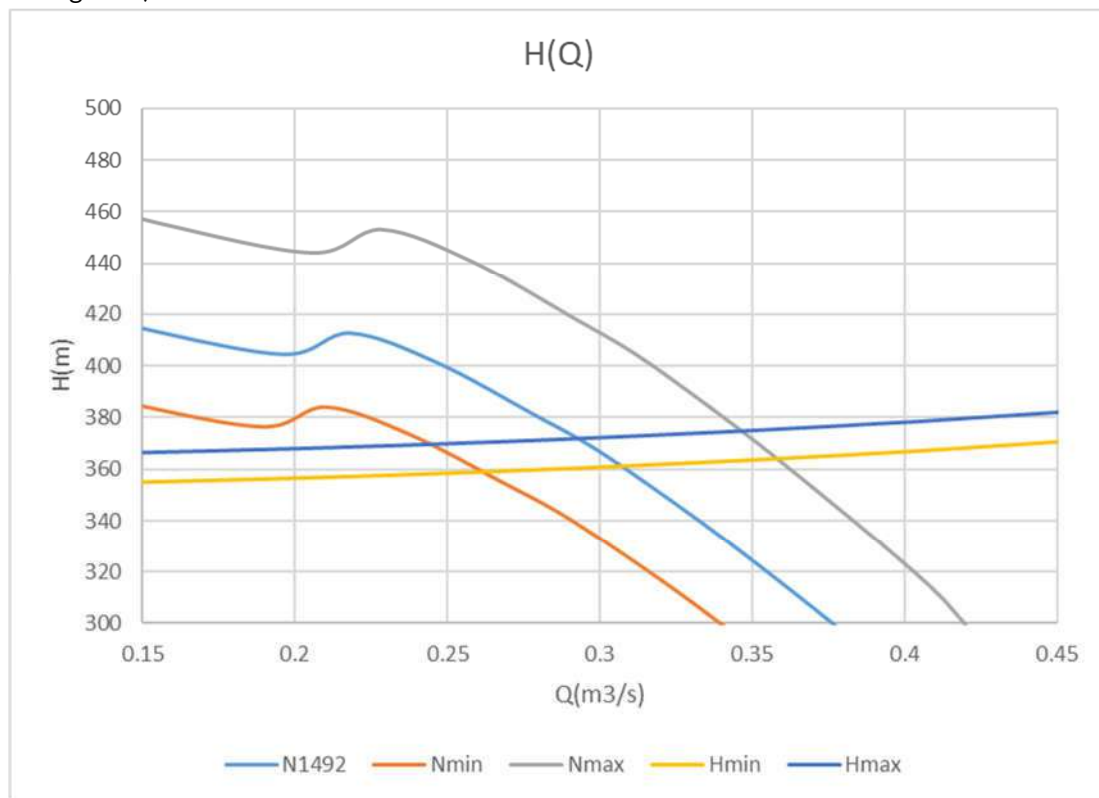


Figure 6: Courbes H(Q) des pompes selon la vitesse de rotation avec moteur de 1450kW

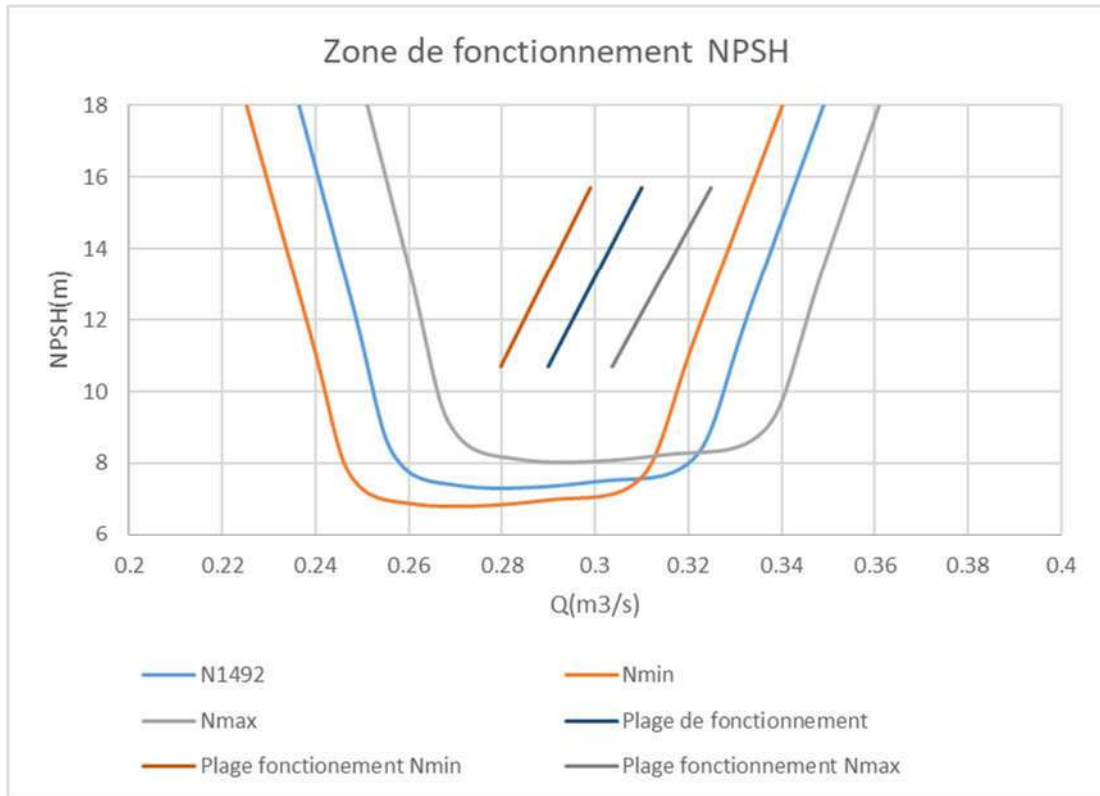


Figure 7: Courbes NPSH des pompes et plages de fonctionnement selon la vitesse de rotation avec moteur de 1450kW. Pour chaque vitesse, les requis du circuit hydraulique se situent à l'intérieur de la zone de fonctionnement sans cavitation des pompes.

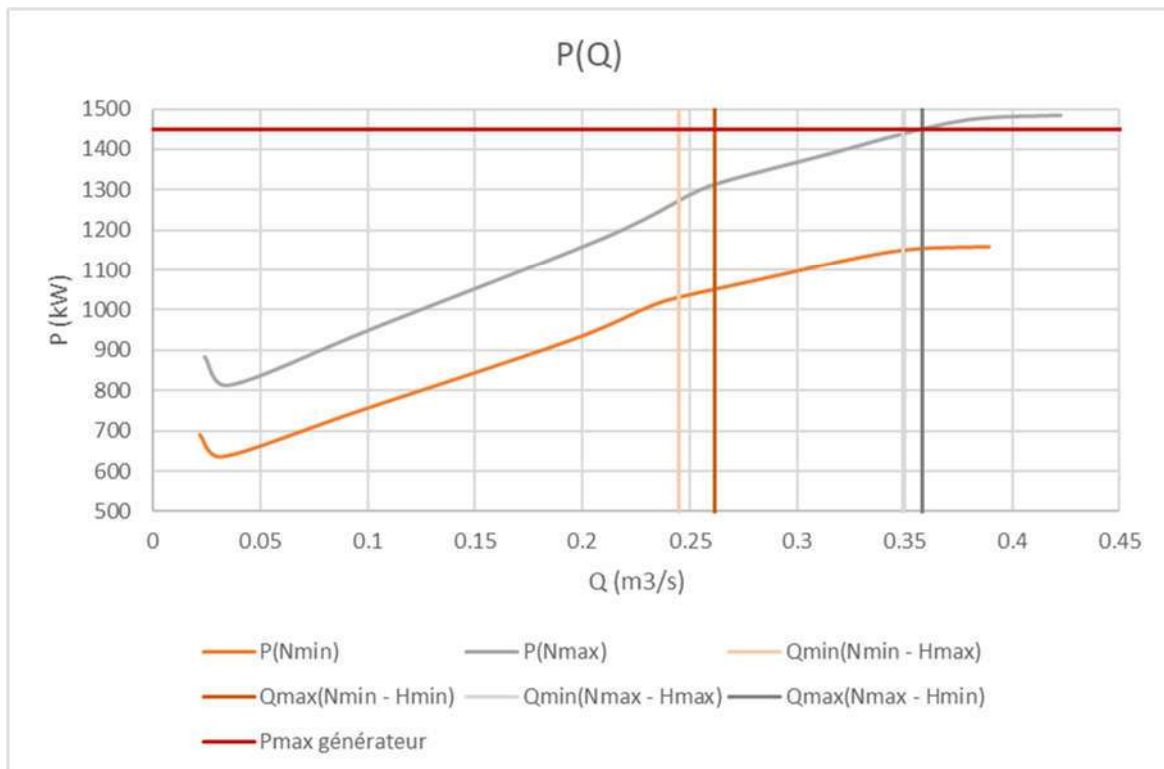


Figure 8: Courbes $P(Q)$ des pompes selon la vitesse de rotation avec moteur de 1450kW

Cette augmentation de puissance des moteurs à 1450 kW conduit donc la plage d'opération des pompes en vitesse variable représentée en Figure 9. A chute minimale la puissance mécanique peut maintenant être réglée

entre 1051 kW et 1450 kW alors qu'à chute maximale elle peut être réglée entre 1031 kW et 1450 kW. Ceci permet donc une bande de réglage de 399 kW par pompe sans cavitation à toute chute, soit une augmentation du réglage de la puissance mécanique avec 3 pompes en fonctionnement jusqu'à 1197 kW (Figure 10). En prenant en compte les rendements de la partie électrique (moteur et VFD principalement) cela se traduit par une bande de réglage de la puissance électrique soutirée d'un peu plus de 1200 kW avec 3 pompes en fonctionnement.

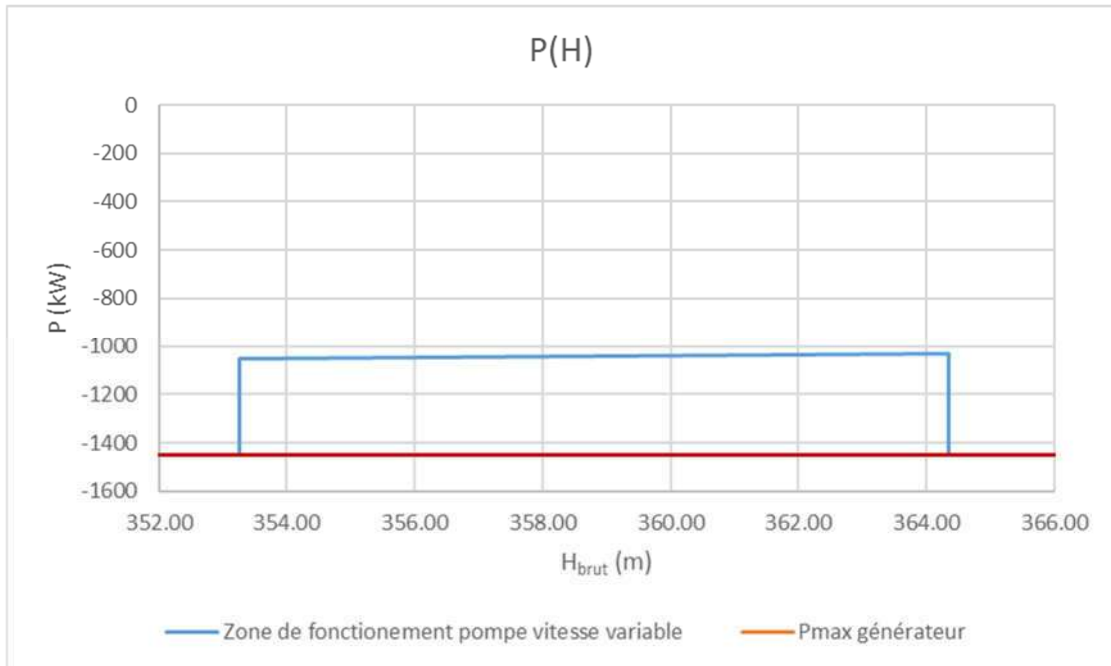


Figure 9: Courbes P(H) des pompes selon la vitesse de rotation avec moteur de 1450kW

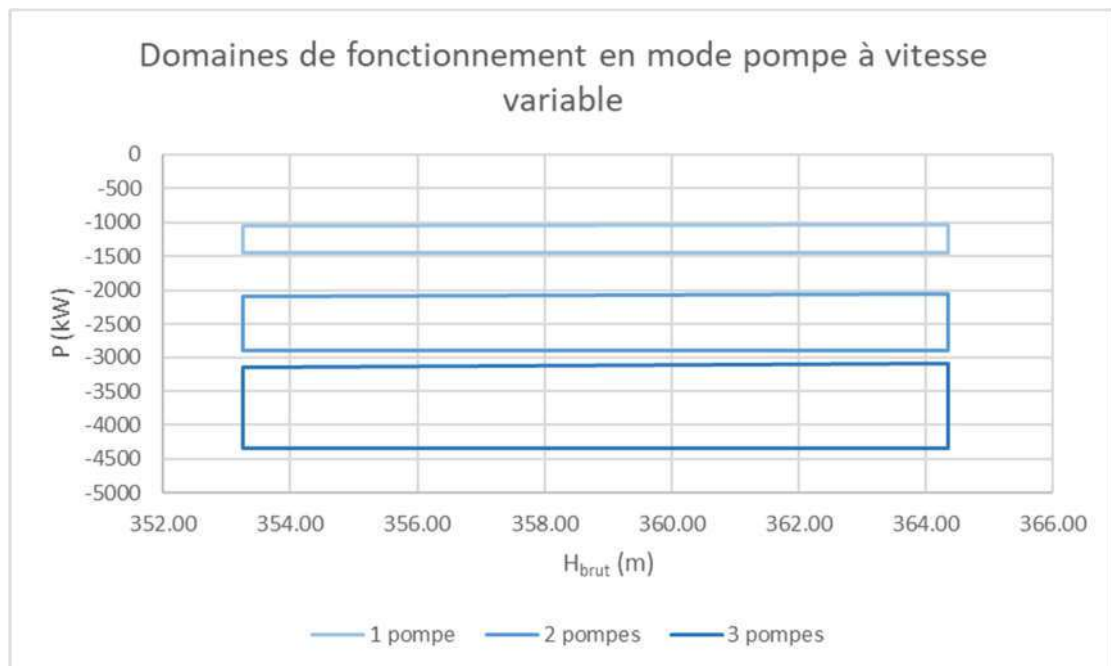


Figure 10: Domaines de fonctionnement des pompes en vitesse variables avec 3 moteurs de 1450 kW

4. Ecoulements dans la bifurcation en mode mixte avec une unique conduite

Comme indiqué dans la note de calcul sur les simulations des écoulements dans la bifurcation² jointe en annexe 1 de ce document :

- Les écoulements dans la bifurcation en mode mixte sont acceptables, notamment les recirculations et vortex restent faibles³
- Les pertes de charges dans la bifurcation restent faibles devant les pertes de charges dans l'ensemble du circuit hydraulique (4 à 15cm de pertes de charges dans les configurations testées à comparer aux plus de 7m de perte de charges dans l'ensemble des conduites).

Le mode mixte peut donc être réalisé dans le cadre d'une conduite unique pour les deux configurations étudiées. On note que le design de la bifurcation utilisé pour ces simulations est un design générique illustré en Figure 11 pour la configuration 1100, 1100 (T), 800 (P) et en Figure 12 pour la configuration 1600, 1100 (T), 800 (P). Le design de la bifurcation pourra être étudié afin d'optimiser le mode mixte.

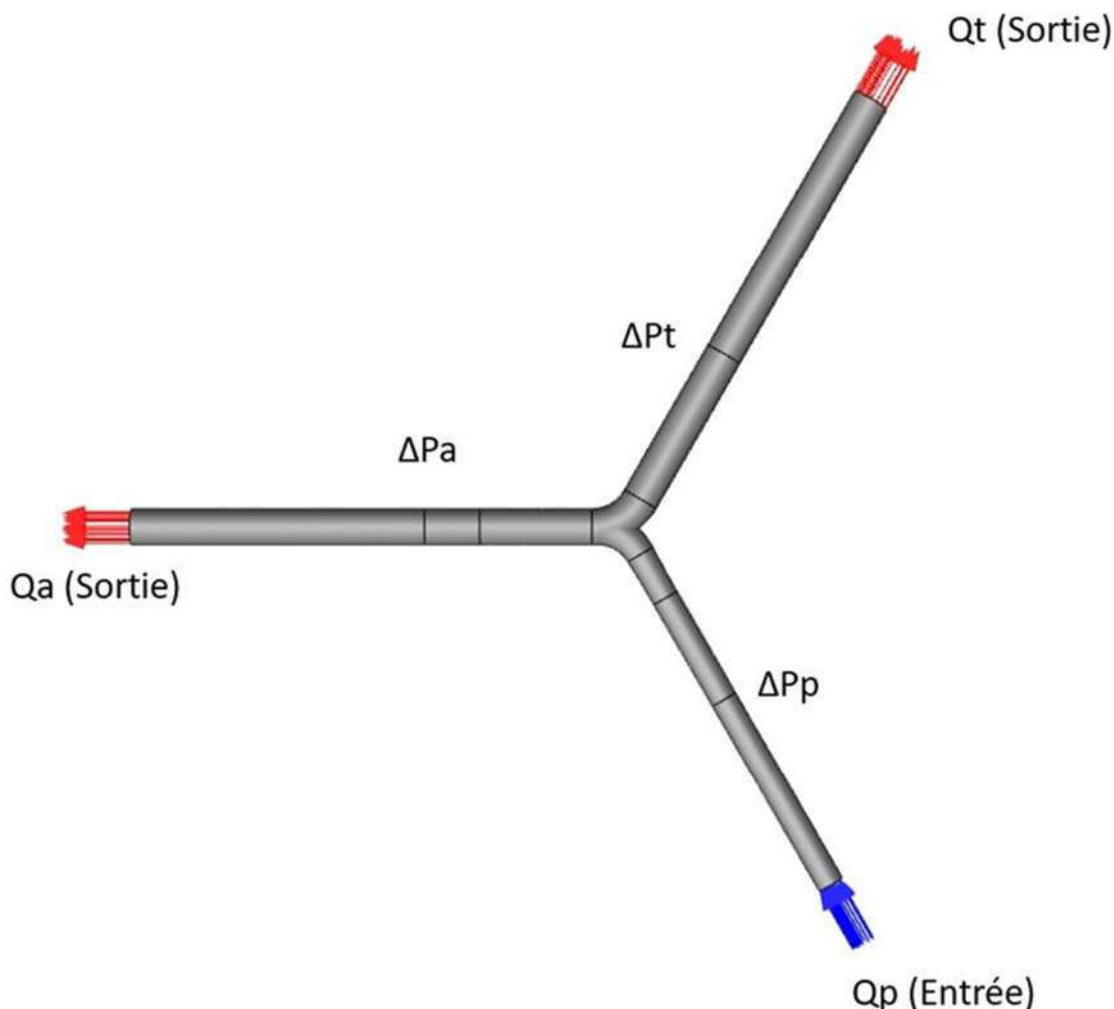


Figure 11: Illustration du design de la bifurcation pour les simulations d'écoulements – configuration 1100, 1100 (T), 800 (P)

² Simulations CFD d'écoulements dans une bifurcation à 120°, PHAREA, 2022

³ Ruprecht, A. (2006). Simulation of Vortex Instabilities in Turbomachinery. In: Resch, M., Bönisch, T., Benkert, K., Bez, W., Furui, T., Seo, Y. (eds) High Performance Computing on Vector Systems. Springer, Berlin
Optimisation et validation des performances du design de la STEP de Saint-Pierre (Martinique)

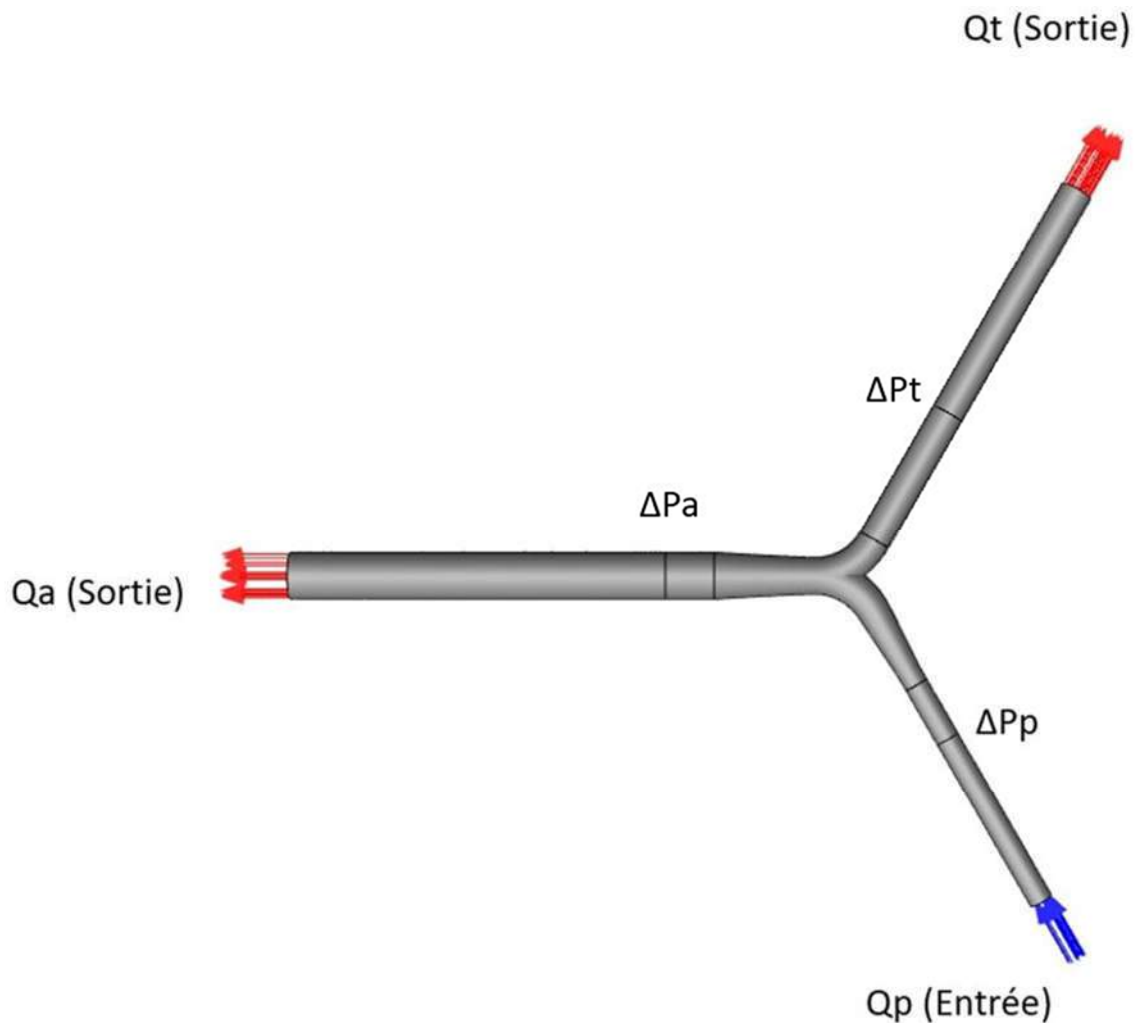


Figure 12: Illustration du design de la bifurcation pour les simulations d'écoulements – configuration 1600, 1100 (T), 800 (P)

5. Etude transitoires hydraulique

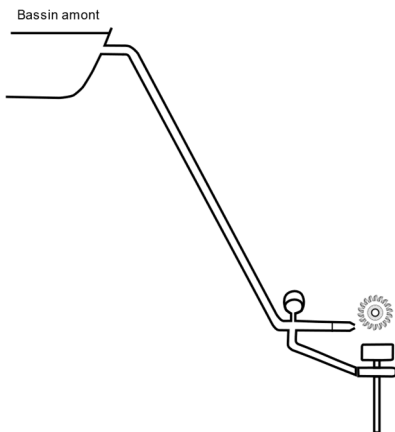
Cette section a pour but d'étudier les performances transitoires des différentes options de design de la STEP Saint-Pierre de Martinique. Plus particulièrement il est question de valider le design en vérifiant 3 éléments :

- La capacité à répondre aux référentiels EDF-SEI de réglage en fréquence⁴,
- La sécurité d'exploitation⁵,
- La stabilité en puissance de l'installation.

Ainsi, deux phases d'études sont à suivre : d'abord une vérification de la capacité de l'installation à se conformer aux référentiels applicables pour le support en réglage de fréquence, puis une vérification des séquences applicables dont un cas dimensionnant permettant de vérifier les niveaux de pressions maximum dans les conduites forcées.

⁴ Documentation Technique de Référence pour le raccordement des installations de production d'électricité aux réseaux HTA et BT des zones non interconnectées SEI REF 02

⁵ Vérification des surpressions maximum admissibles



Dans la première phase, le cas d'étude comporte 1 conduite unique distribuant l'eau entre les trois groupes de pompage, la turbine Pelton, et le bassin amont. On trouve également :

- Un système de vessie d'air associé aux pompes,
- Des moteurs de 1450kW pour chaque groupe de pompage,
- 3 variateurs de vitesse permettant de piloter les trois groupes de pompage en vitesse variable,
- Une turbine Pelton augmentée d'un banc de supercondensateur d'une puissance nominale de 850kW.

La première phase d'étude vise à valider la section de la conduite unique.

La seconde phase d'étude reprendra la conception validée en phase 1, et se concentrera sur les séquences en opération de la centrale. Ainsi, quelques combinaisons démarrage pompe, démarrage turbine, arrêt pompes, arrêt turbine, et différentes prises de charge, seront étudiées afin de vérifier les temps attendus, la stabilité en puissance, et les niveaux de pressions dans les conduites.

5.1. Fourniture de Réserve Rapide en fréquence selon le référentiel EDF-SEI

L'objet de cette section est d'étudier la capacité de réponse aux besoins du réseau électrique selon les règles établies dans le document de référence SEI REF 02 v6.

Les études menées ci-après se basent sur le design de référence. Certaines modifications, discutées et justifiées précédemment, ont été apportées pour le bénéfice de cette étude :

- L'utilisation de la variation de puissance de pompage par variation de vitesse n'était pas envisagée pour la fourniture de Réserve Rapide. En effet, le référentiel SEI REF 02 v6 n'est applicable qu'aux moyens de production électrique, et ne s'impose pas comme une obligation pour les pompes.
- Par ailleurs, le partage de conduite a pour effet d'augmenter la conduite de pompage : DN1100 contre DN800 auparavant. Cela a un effet favorable sur les amplitudes de coup de bélier lors des régimes transitoires. En conséquence, cette modification libère le potentiel des groupes de pompage en permettant des rampes de vitesses plus grandes pour la réalisation des référentiels SEI.
- L'ajout d'un banc de supercondensateurs d'une puissance de 850kW permettant de rendre la turbine Pelton conforme aux des référentiels SEI sur cette échelle de puissance, et atteindre un total de 2MW de réglage de fréquence préconisés.

Dans la suite de l'étude, le système « turbine+ » désigne le système constitué de la turbine et du banc de supercondensateur associés et pilotés de manière conjointe.

En plus d'évaluer la conformité aux critères du référentiel SEI, les niveaux des surpressions issue des simulations des transitoires seront aussi surveillés.

Les scénarios suivants seront étudiés (cf. tableau ci-dessous).

	PREF* _{TURBINE} (PRODUCTION)	PREF* _{POMPE} (SOUTIRAGE)	DP**
1 : TURBINE+	$P_{min}^{turbine}$	0	+850kW
2 : POMPES VITESSE VARIABLE	0	$P_{max}^{pompage}$	+1150kW
3 : TURBINE+ & POMPES	$P_{min}^{turbine}$	$P_{max}^{pompage}$	+2000kW

Cas d'étude pour chaque variation

(*) puissance stabilisée avant l'évènement réseau, (**) l'échelon de puissance DP est obtenu par réglage du statisme.

5.1.1. Référentiel SEI concerné

Le référentiel SEI REF 02 v6 donne les règles de participation au réglage de fréquence (paragraphe §3.2 du document cité). Ces règles incluent notamment 4 critères :

- Critère n°1 : Pour tout point de fonctionnement initial en régime établi $P_{initial} = P_0$ à la fréquence $F = F_0$ compris entre $P_{stable\ min}$ et P_{max} , et pour tout échelon $\Delta F \leq -R_p/K$, le temps d'établissement de la puissance mécanique à $\pm 5\%$ de $P_{final} - P_{initial}$ doit être inférieur à 8 s, avec $P_{final} = P_{initial} + \min(P_{max} - P_{initial}; R_p; -K \times \Delta F)$.
- Critère n°2 : Pour tout point de fonctionnement initial en régime établi $P_{initial} = P_0$ à la fréquence $F = F_0$ compris entre $P_{stable\ min}$ et P_{max} , et pour une rampe de fréquence de -1 Hz/s jusqu'à 48 Hz, le temps d'établissement de la puissance mécanique à $\pm 5\%$ de $P_{final} - P_{initial}$ doit être inférieur à 1,25 s, avec $P_{final} = P_{initial} + \min(P_{max} - P_{initial}; R_p; -K \times \Delta F)$.
- Critère n°3 : Pour tout point de fonctionnement initial en régime établi $P_{initial} = P_0$ à la fréquence $F = F_0$ compris entre $P_{stable\ min}$ et P_{max} , et pour une rampe de fréquence de -4 Hz/s jusqu'à 46 Hz, le temps d'établissement de la puissance mécanique à $\pm 5\%$ de $P_{final} - P_{initial}$ doit être inférieur à 1 s, avec $P_{final} = P_{initial} + \min(P_{max} - P_{initial}; R_p; -K \times \Delta F)$.
- Critère n°4 : Pour tout point de fonctionnement initial en régime établi $P_{initial} = P_0$ à la fréquence $F = F_0$ compris entre $P_{stable\ min}$ et P_{max} , et pour tout échelon $\Delta F > 0$ Hz, le temps d'établissement de la puissance mécanique à $\pm 5\%$ de $P_{final} - P_{initial}$ doit être inférieur à 8 s, avec $P_{final} = P_{initial} + \min(P_{max} - P_{initial}; R_p; -K \times \Delta F)$.

La figure ci-dessous donne des illustrations des signaux de puissance de sortie que les installations doivent être capable de réaliser pour participer à la Reserve Rapide.

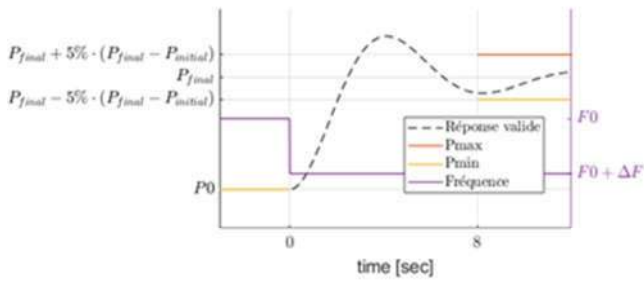


Illustration du critère SEI n°1

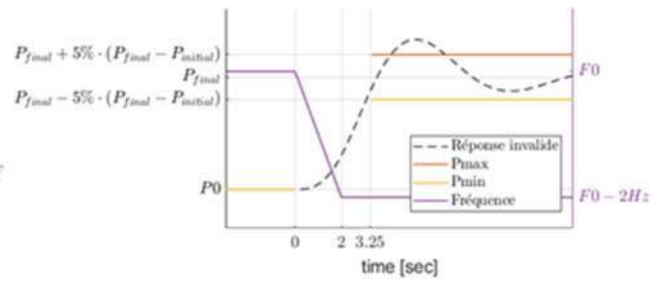


Illustration du critère SEI n°2

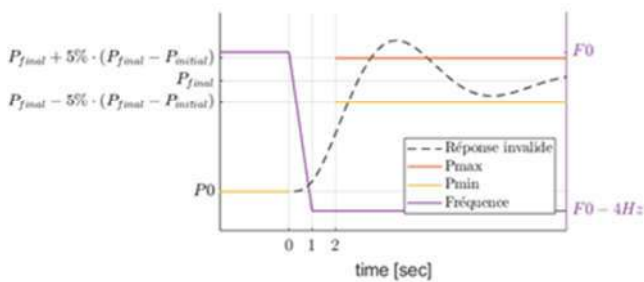


Illustration du critère SEI n°3

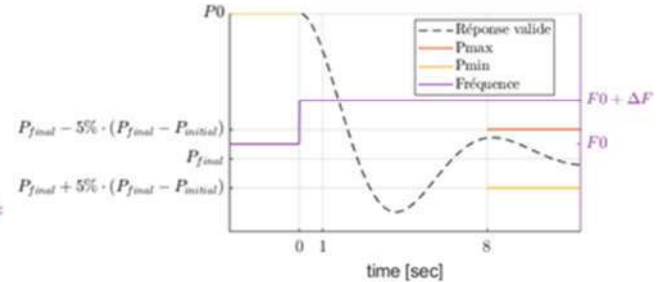


Figure 1 Illustration du critère SEI n°4

On s'intéresse ici à des valeurs de $DP = P_{final} - P_{initial}$ fixes et prédéfinies (cf. Tableau ci-dessus). Ainsi, on s'acquiesce de la limitation selon laquelle $DP < R_p = 10\%$ de la puissance installée, et les simulations sont faites de telle sorte qu'à la fois $P_{initial}$ et P_{final} se situent dans la plage d'opération de la machine.

On note que les scénarios choisis (cf. Tableau ci-dessus) induisent un P_0 en limite basse pour la pompe et la turbine (P_{min} pour la turbine, et P_{max} pour la pompe) le critère n°4 n'est donc pas applicable.

En outre, on identifie que le critère n°3 est le plus contraignant, avec la nécessité de répondre en 2 secondes. Ainsi, pour des raisons de concision, la suite du document ne montrera que la réponse du système à la sollicitation induite par le critère n°3.

5.1.2. Description du modèle de simulation

La centrale est modélisée sous le logiciel MATLAB SIMULINK v2022a.

5.1.2.1 Circuit hydraulique

Le circuit hydraulique pour la simulation se compose :

- D'une conduite unique de section DN1100 d'une longueur de 2100m, la vitesse de l'onde hydraulique est 1100m/s, et la perte de charge associée est issue des données disponibles.
- D'une vessie à air d'un volume de 14m³, à clapet percé (DN400/DN100), modélisée comme suit : le volume d'air contenu au repos est obtenu avec une mise en pression à 12bars d'air puis raccordé à la pression amont pompe (chute d'essai). On modélise une transformation isentropique (ni transfert de chaleur, ni transfert de matière) telle que :

$$P \cdot V^\gamma = cste$$

La vessie est équipée d'un clapet percé DN400/DN100 : la section de passage/la perte de charge en entrée de la vessie dépend du sens d'écoulement du débit/du signe de la différence de pression appliquée à la vessie (extérieur/intérieur).

Les pertes de charges $K = DH/Q^2$ sont issues de documentations de fournisseurs de ce type d'équipement.

Les pompes et la turbine ainsi que la vessie se situent au même point d'injection en aval de la conduite unique. Les conduites en aval de la bifurcation sont négligées.

La pression maximale admise par la conduite turbine en DN1100 est $P_{max} = 41.8$ bars dans le design originel. On retiendra un renforcement de la partie basse de la conduite permettant une pression maximale de $P_{max} = 44.4$ bars (voir partie 5.2.5).

5.1.2.2 Turbine

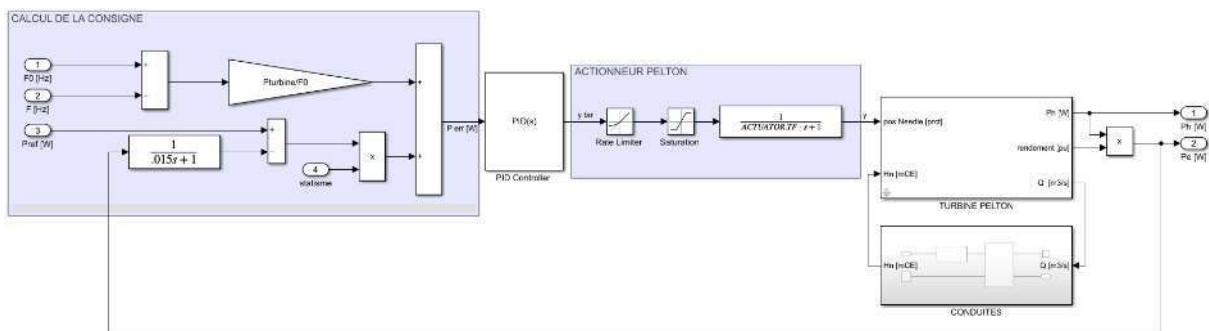


Illustration du modèle de la turbine PELTON

Le modèle de turbine intègre un régulateur de puissance conventionnel de type PID.

La régulation agit sur la position des trois injecteurs synchronisés sans utilisation des déflecteurs. Les injecteurs sont modélisés avec un limiteur de rampe et un filtre passe bas dont le temps caractéristique est 1 seconde.

La turbine PELTON retenue a des caractéristiques classiques pour ce genre d'installation. Des contrôleurs spécifiques ont été définis afin de permettre la fourniture de réserve rapide. Ces contrôleurs optimisés pour la fourniture de ces services semblent nécessaires. L'ensemble des résultats est obtenu avec un unique réglage des différents contrôleurs intervenant dans le pilotage de l'ensemble turbine, pompes et supercondensateurs.

5.1.2.3 Système « Turbine+ »

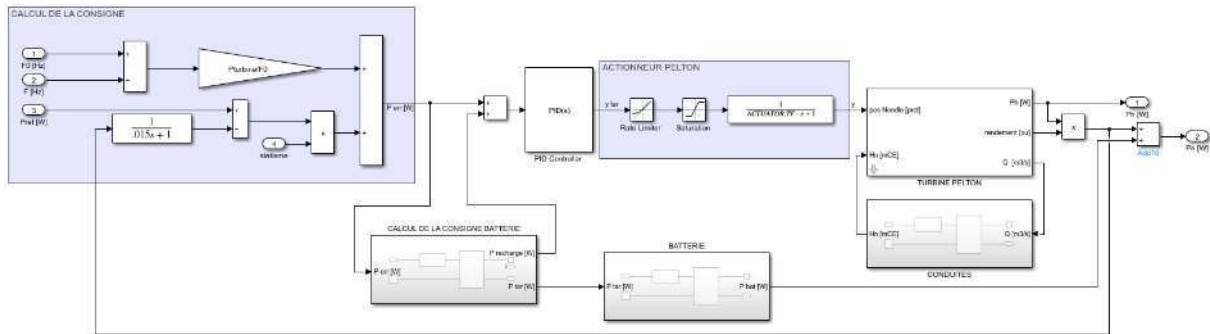


Illustration du modèle hybride {turbine & supercondensateurs}

La solution de turbine+ intègre un banc de supercondensateurs pour assister la turbine lors des prises de charge et ainsi augmenter au point connexion la rampe en puissance du système. La puissance issue du banc de supercondensateurs s'ajoute à la puissance issue de la turbine. Le superviseur permettant ce fonctionnement vient s'ajouter au modèle général présenté ci-dessus et fonctionne selon les règles suivantes :

- Le banc de supercondensateurs réalise – lorsque cela est jugé possible – le résidu entre la consigne et la mesure de puissance issue de la turbine.
- La turbine ajuste son point de consigne pour permettre la recharge du banc de supercondensateurs le reste du temps.

Le banc de supercondensateur possède les caractéristiques suivantes :

- $P_{sc} = 850$ [kW] Puissance max supercondensateurs
- Efficiency = .95 [pu] rendement du banc de supercondensateurs
- $T_p = 0.1$ [sec] temps de réponse du banc de supercondensateurs

L'ensemble des résultats est obtenu avec un unique réglage des différents contrôleurs intervenant dans le pilotage synergique de la batterie et de la turbine.

5.1.2.4 Pompe

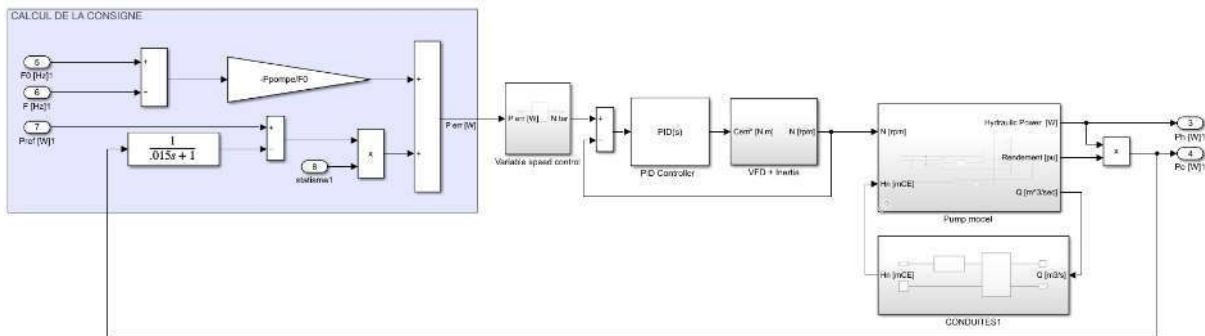


Illustration du modèle de pompe

La régulation se fait sur les trois pompes synchronisées, ce qui signifie que les trois pompes sont pilotées de façon synchrone en vitesse. Un unique bloc modélise les trois pompes synchronisées. L'actionneur est ici le variateur de vitesse (VFD) modélisé par un filtre passe bas avec un temps de réponse de 50ms, et limité en couple à une hauteur de 10970 N.m.

La pompe a les caractéristiques suivantes :

- $P_{\text{pump}} = 3 \times 1450$ [kW]
- Sa courbe caractéristique $H(Q)$ est donnée en partie 3. Le débit et la puissance instantanée sont triplé pour rendre compte de l'action conjuguée des trois pompes.
- La pompe est équipée d'un clapet anti-retour empêchant les débits de l'amont vers l'aval à basse vitesse, notamment lors des démarrages.

La rampe de variation de vitesse a été dimensionnée pour répondre aux requis du critère n°3 du référentiel SEI. L'ensemble des résultats est obtenu avec un unique réglage des différents contrôleurs.

5.1.2.5 Mode mixte

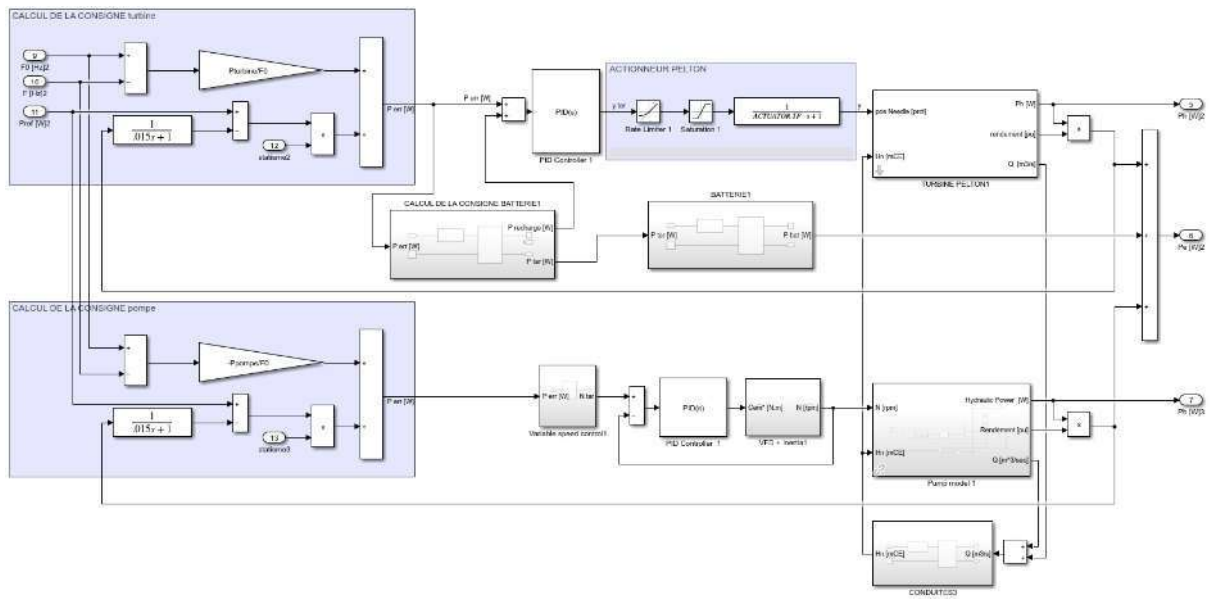
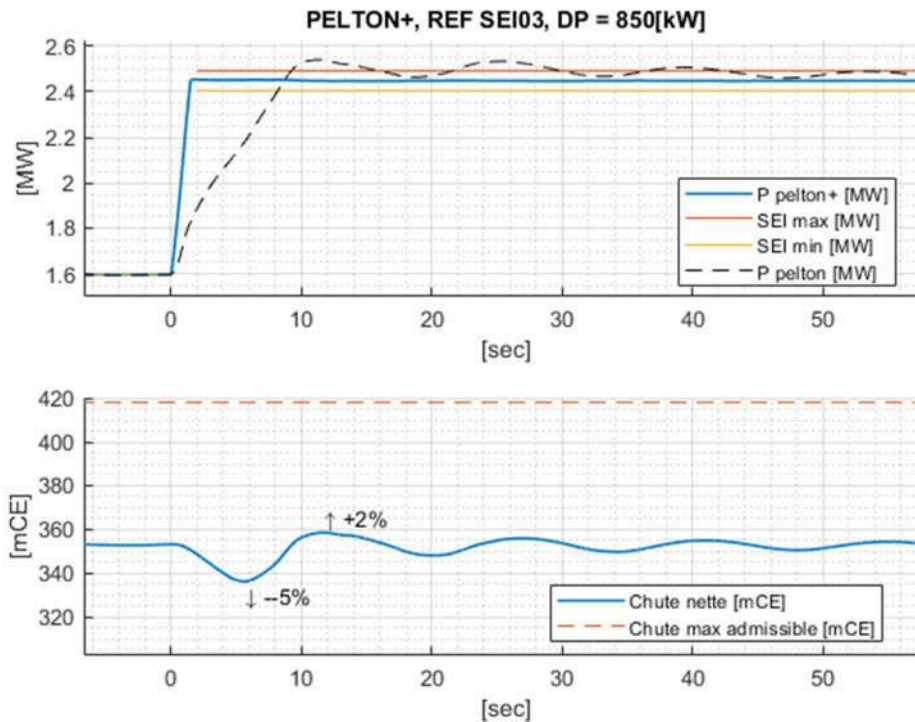


Figure 13 Illustration du modèle mixte

Le modèle mode mixte combine les deux modèles décrit précédemment et se distingue du fait que le débit des pompes et de la turbine Pelton sont ajoutés en entrée du circuit hydraulique. La même chute est appliquée côté haute pression des turbomachines.

5.1.3. Résultats turbine & banc de supercondensateurs

La présente partie traite de la réponse rapide du système de turbine et banc de supercondensateur.



Réponse du système PELTON+ au référentiel SEI n°3. Le statisme est choisi pour que la sollicitation en fréquence induise un échelon en puissance de 850kW.

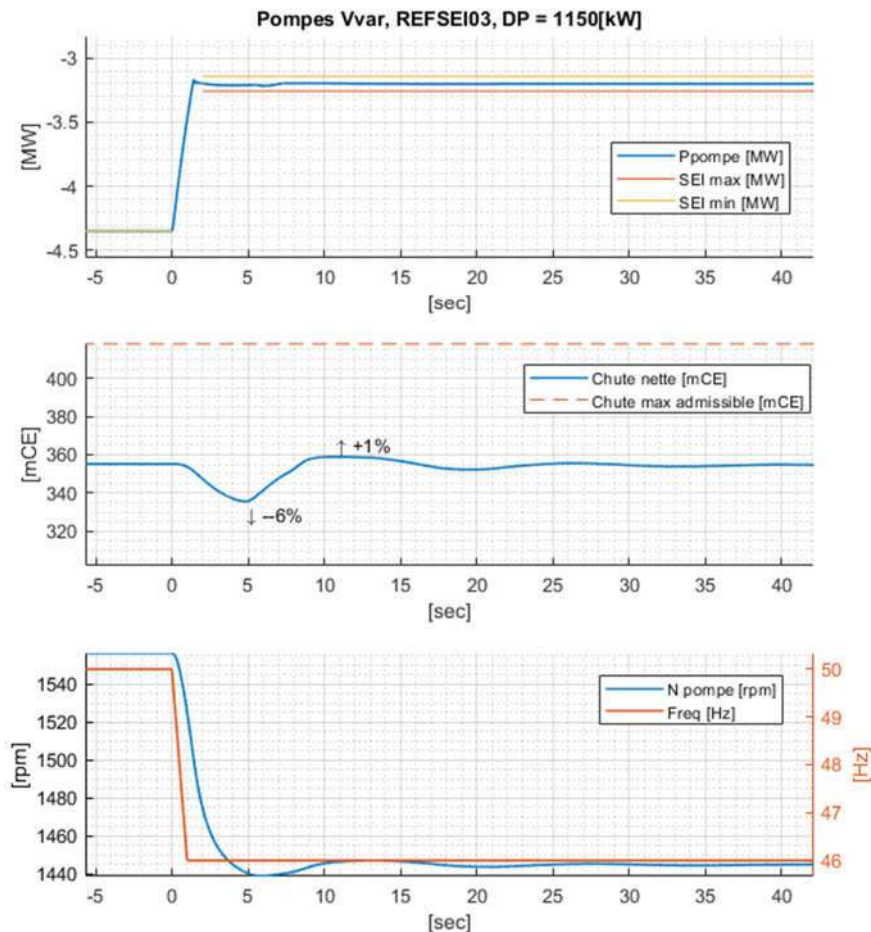
La figure ci-dessus montre la réponse du système turbine+ au critère n°3 du référentiel SEI. L'état initial stabilisé est tel que la turbine fonctionne à sa puissance minimale et que le banc de supercondensateurs est chargé à 50%. Dans cette note, le statisme est réglé de manière que la déviation de fréquence provoque une réponse en puissance de +850kW. Dans la réalité, le paramètre R_p de l'ensemble turbine et supercondensateur (réponse primaire) sera réglé à 850kW et limitera la réponse du système.

On constate que le système turbine+ réalise une réponse valide vis-à-vis des gabarits définis dans la section 5.1.1.

La contrainte sur la pression maximum ($P_{max} = 41.8\text{bars}$) est respectée avec le diamètre de conduite initial ($D=1100\text{mm}$).

5.1.4. Résultats 3 pompes vitesse variable

La présente partie traite de la réponse rapide des pompes à vitesse variable.



Réponse du système 3 pompes vitesse variable au référentiel SEI n°3. Le statisme est choisi pour que la sollicitation en fréquence induise un échelon en puissance de 1150kW.

La figure ci-dessus montre la réponse du système 3 pompes vitesse variable au critère n°3 du référentiel SEI. L'état initial stabilisé est tel que les pompes fonctionnent à leur puissance maximale de soutirage. Dans cette note, le statisme est réglé de manière que la déviation de fréquence provoque une réponse en puissance de +1150kW. Dans la réalité, le paramètre Rp des pompes (réponse primaire) sera réglé à 1150kW et limitera la réponse du système.

On constate que le système 3 pompes vitesse variable réalise une réponse valide vis-à-vis des gabarits définis dans la section 5.1.1.

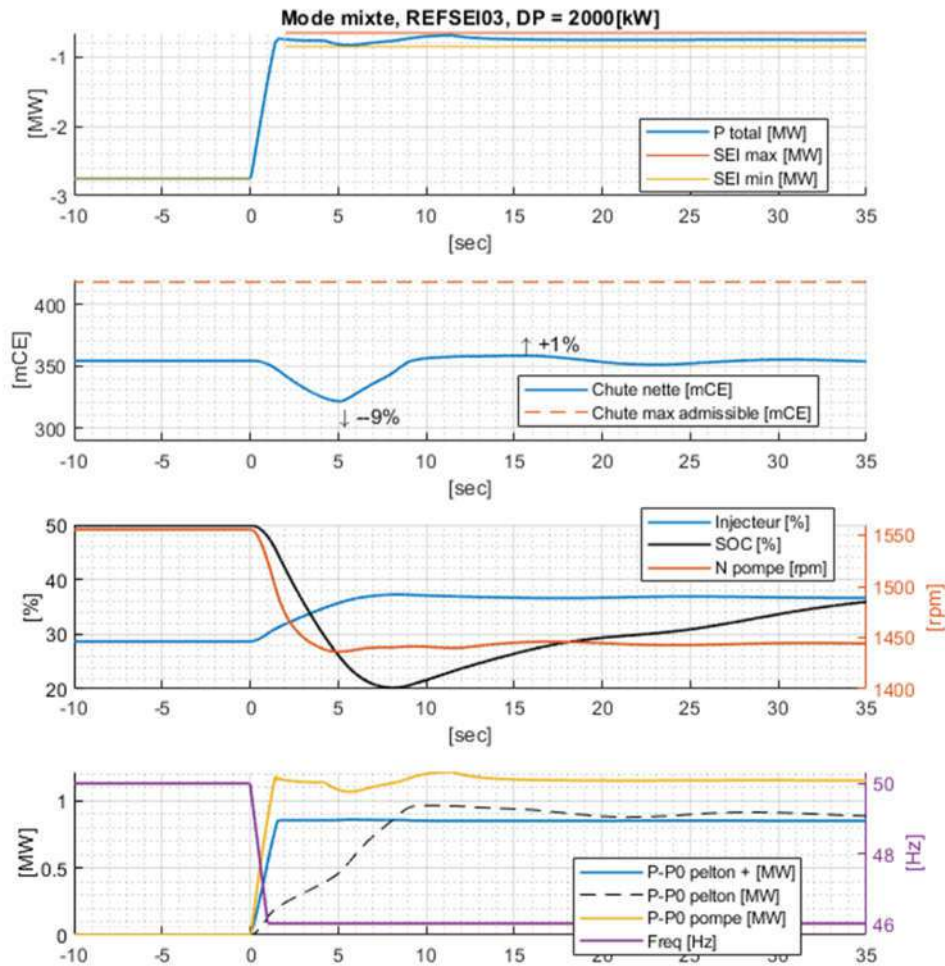
La contrainte initiale sur la pression maximum ($P_{max} = 41.8\text{bars}$) est respectée avec le diamètre de conduite initial ($D=1100\text{mm}$).

Commentaire sur ces résultats : les rampes de vitesse des groupes de pompage permettant d'atteindre les requis du référentiel SEI sont à utiliser uniquement dans les plages d'opération normales des pompes. D'après des calculs non présentés dans cette note, ce même réglage appliqué à la conduite d'origine en DN800 induiraient une surpression au démarrage pompe dépassant les 41.8bars fixés en limite. Il est ainsi préconisé d'utiliser deux paramètres de rampe de vitesse :

- Une rampe « lente » en phase transitoires (démarrage et arrêt des pompes)
- Une rampe « rapide » en phase d'opération avec fourniture de service de Réglage Rapide.

5.1.5. Résultats mode mixte

La présente partie traite de la réponse rapide du système complet : pompes à vitesse variable, turbine et banc de supercondensateur.



Réponse du système mixte au référentiel SEI n°3. Le statisme de la pompe (resp. de la turbine +) est choisi pour que la sollicitation en fréquence induise un échelon en puissance de 1150kW (resp. 850kW).

La figure ci-dessus montre la réponse du système mixte au critère n°3 du référentiel SEI. L'état initial stabilisé est tel que les pompes fonctionnent à leur puissance maximale en soutirage, que la turbine fonctionne à sa puissance minimale en production, et que le banc de supercondensateurs est chargé à 50%. Les statismes sont réglés de manière à ce que la déviation de fréquence provoque une réponse en puissance cumulée de +2000kW. On constate que le système mixte réalise une réponse valide vis-à-vis des gabarits définis dans la section 5.1.1 pour un échelon de puissance jusqu'à 2MW.

La contrainte initiale sur la pression maximum ($P_{max} = 41.8\text{bars}$) est respectée avec le diamètre de conduite initial ($D=1100\text{mm}$).

5.1.6. Conclusion de l'étude des solutions pour fournir de la réserve rapide en fréquence

On a ici étudié la conformité au référentiel SEI de la centrale de Saint-pierre de Martinique qui a pour principale caractéristiques :

- L'utilisation d'une conduite unique distribuant l'eau entre bassin amont, groupes de pompage, et turbine Pelton, incluant le système de vessie d'air,
- Des moteurs de 1450kW pour chaque groupe de pompage,
- 3 variateurs de vitesse permettant de piloter les trois groupes de pompage en vitesse variable et ici pilotés de manière synchrone,
- Une turbine Pelton augmentée d'un banc de supercondensateur d'une puissance nominale de 850kW.

L'étude présentée dans ce document apporte une validation préliminaire de cette évolution du design, qui a pour objectif la fourniture de 2000 kW de Réserve Rapide à la hausse en mode pompage. En effet, les résultats décrit dans ce rapport indiquent que :

- L'utilisation de 3 VFD permet aux pompes à vitesse variable de remplir les objectifs de 1150kW de réglage à la hausse selon le référentiel SEI tout en respectant le niveau de pression max (41.8bars) dans le cas d'une conduite de diamètre 1100mm. On note aussi que les 1150kW valent la quasi-intégralité de la plage d'opération des 3 pompes, soit environ 383kW de réglage à la hausse par pompe à vitesse variable,
- L'ajout d'un banc de supercondensateurs permet à la turbine de remplir les objectifs de 850kW de réglage à la hausse selon le référentiel SEI tout en respectant le niveau de pression max (41.8bars) dans le cas d'une conduite de diamètre 1100mm,
- L'opération simultanée de l'ensemble turbine & supercondensateurs réalisant 850kW de réglage à la hausse et des 3 pompes à vitesse variable réalisant 1150kW de réglage à la hausse pour un échelon total de 2000kW permet bien d'obtenir une réponse valide selon le référentiel SEI tout en respectant le niveau de pression max (41.8bars) dans le cas d'une conduite de diamètre 1100mm.

Le diamètre DN1100 de la conduite unique permet donc de réaliser le réglage rapide nécessaire.

5.2. Etude des temps de transition et validation des transitoires

L'objet de cette partie est la vérification des transitoires principaux vis-à-vis des critères de sécurité (pression dans la conduite unique) et d'opération (temps de transition entre modes de production, stabilité de la puissance de l'installation). L'étude n'est pas exhaustive mais elle couvre l'ensemble des transitions usuelles. Les transitoires non simulés ici sont soit couverts par les transitoires calculés, soit de moindre importance pour le gestionnaire de réseau EDF-SEI.

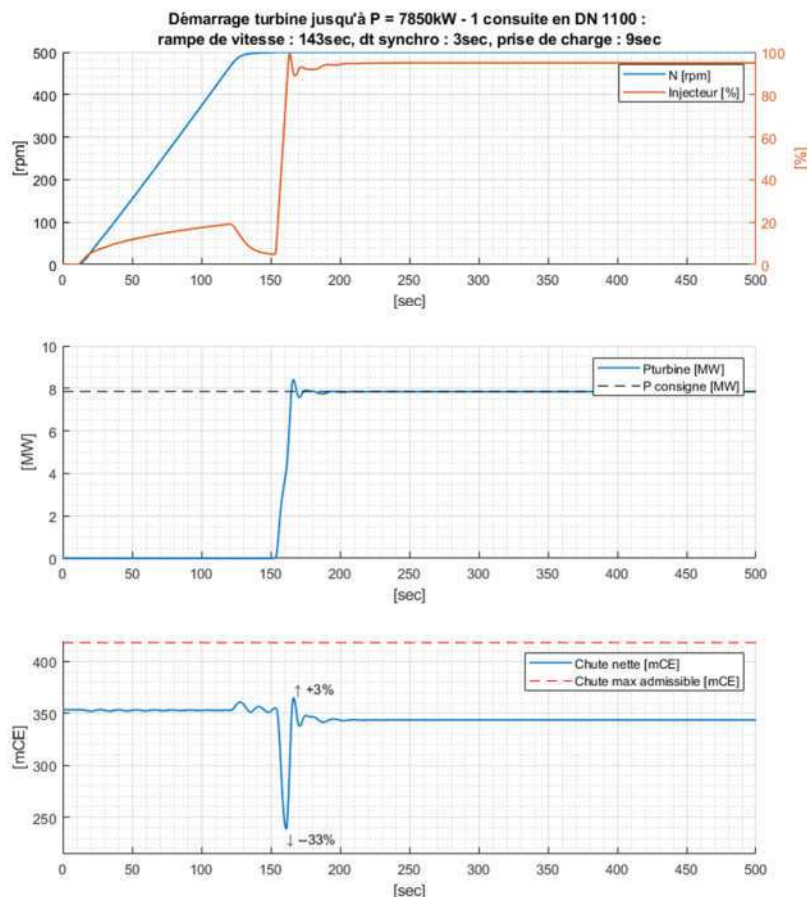
5.2.1. Démarrage turbine

Hors séquences auxiliaires, le démarrage turbine se fait en trois phases :

- Montée en vitesse simultanée à l'excitation du rotor
- Synchronisation des phases (tension, fréquence, angle de phase)
- Prise de charge jusqu'à Pmax

Le temps de démarrage indicatif est de 150s hors temps de synchronisation. L'exercice est ici de s'assurer que le design étudié permet bien de reproduire le démarrage en 150 secondes : la montée en vitesse est adaptée pour atteindre ce temps de référence, la prise de charge est le résultat du réglage du contrôleur de puissance utilisé pour valider le référentiel SEI.

Avec le modèle de simulation utilisé, pas de limitation concernant l'amélioration de la rampe de montée en vitesse : on peut donc imaginer démarrer en moins de 150s.



5.2.2. Démarrage pompes

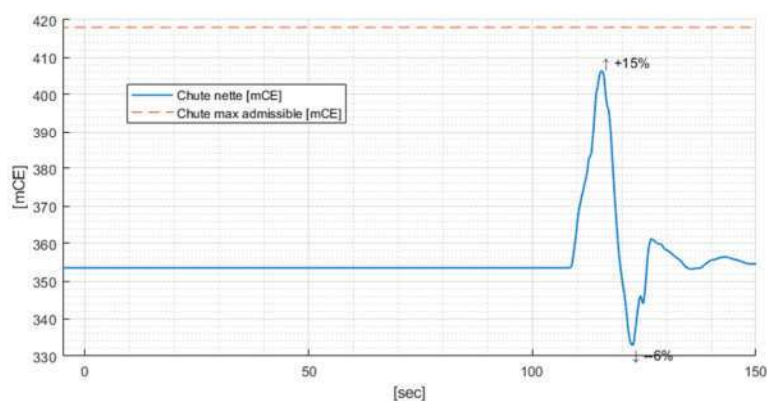
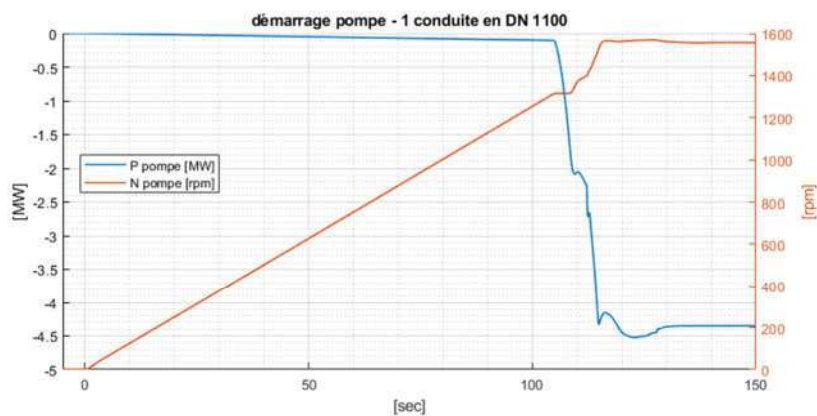
Hors séquences auxiliaires, le démarrage pompe se fait en deux phases :

- Montée en vitesse dans la plage de fonctionnement acceptable
- Prise de charge jusqu'à Pmax.

Le temps de démarrage indicatif est 132s. L'exercice est ici de reproduire le démarrage en 132 secondes : la montée en vitesse est adaptée pour atteindre ce temps de référence (rampe de vitesse limitée), la prise de charge est le résultat du réglage du contrôleur de puissance utilisé pour valider le référentiel SEI (rampe de vitesse débridée).

Avec le modèle de simulation utilisé, on identifie un gain possible en termes de temps de démarrage, en jouant sur la rampe de vitesse à basse vitesse. En effet, à basse vitesse, la pompe est à débit nul (clapets fermés), il n'y a ainsi pas de coup de bélier à craindre. Une rampe de vitesse rapide à basse vitesse serait donc acceptable, puis une rampe plus lente pour limiter le coup de bélier à haute vitesse, pour démarrer en moins de 132s.

Afin de limiter le coup de bélier de façon analogue à ce qui est fait sur la turbine Pelton (temps de rampe différent à l'ouverture et à la fermeture), des temps de rampes différents lorsqu'on augmente la vitesse et lorsqu'on la réduit pourraient être mis en place.

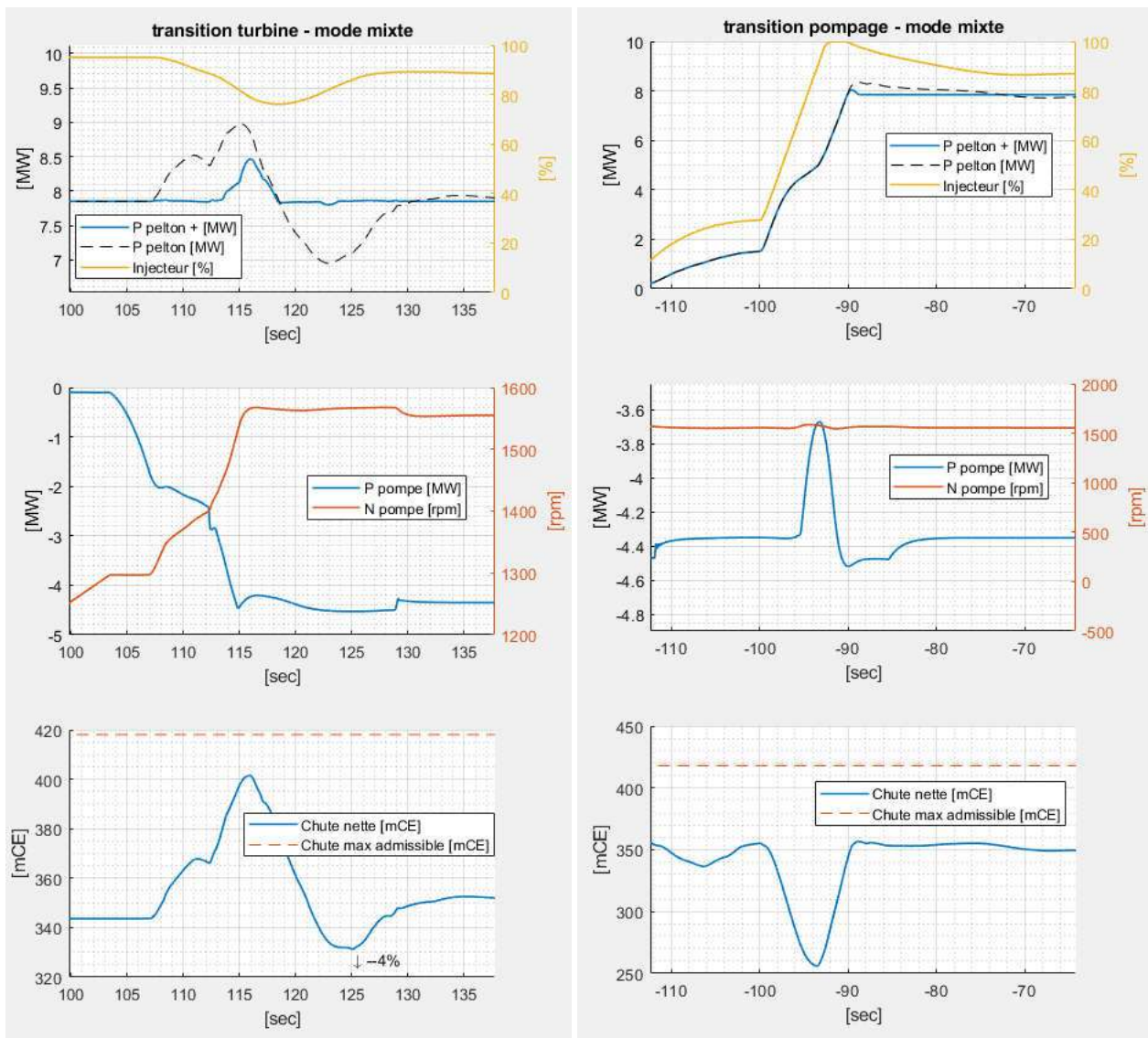


5.2.3. Stabilité de la production

Un évènement comme le démarrage des pompes affecte la chute nette exploitable : d'abord via l'onde de pression de coup de bélier parcourant les conduites, et aussi en modifiant les pertes de charges des conduites en modifiant le débit. Dans le contexte d'une conduite partagée avec un groupe de turbinage, cette modification de la chute nette vient également perturber la production turbine.

La figure de gauche ci-dessous illustre l'impact d'un démarrage pompe sur la production turbine. On note que les excursions de puissance en production turbine sont de l'ordre de +/-1MW (courbe noir pointillée) pendant environ 30s. Le banc de supercondensateur avec le dimensionnement retenu dans cette étude (850kW) permet de compenser partiellement ces excursions.

De façon analogue le démarrage turbine affecte le soutirage pompe avec une excursion inférieure à 800kW durant environ 5secondes (figure ci-dessous droite).

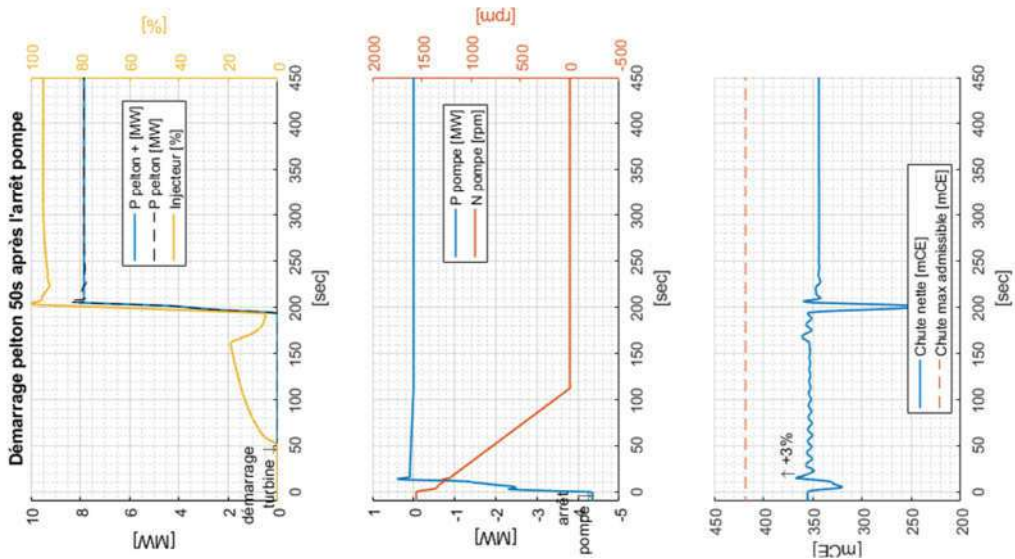
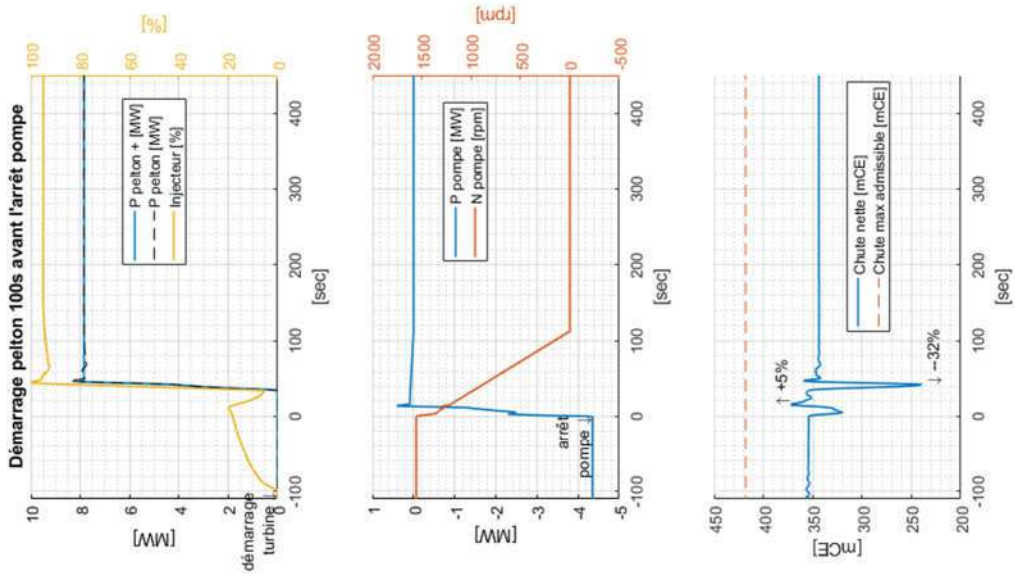
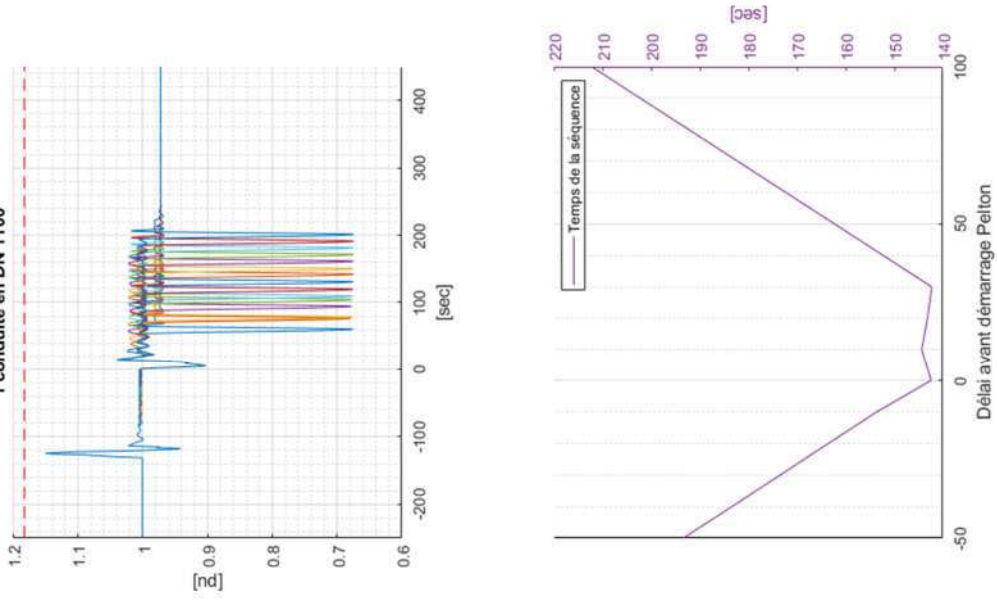


5.2.4. Soutirage max vers production max

Lorsque la conduite est partagée des interférences entre les groupes de pompage et la turbine par l'intermédiaire du coup de bélier dans la conduite peuvent induire des pertes de performances. Ainsi, les simulations ci-dessous investiguent le délai entre le démarrage Pelton et l'arrêt des groupes de pompage pour tenter de mettre à jour d'éventuelles interférences néfastes. Ces interférences n'ont pas été relevés sur l'ensemble des simulations qui ont été réalisées. Une étude plus poussée, non nécessaire à ce stade, permettrait de conclure sur les bonnes pratiques à adopter pour minimiser l'impact de ces interférences.

Pas de risque identifié pour cette séquence au sujet de la pression dans les conduites, les temps attendus sont respectés.

Chute(t) pour un démarrage pelton entre -50s, et 100s avant le démarrage po
1 conduite en DN 1100



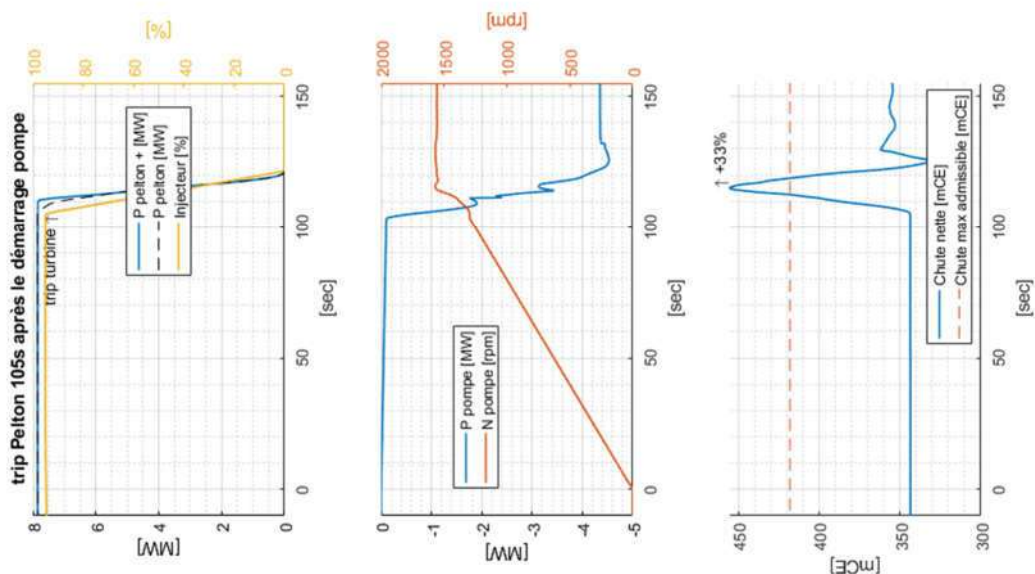
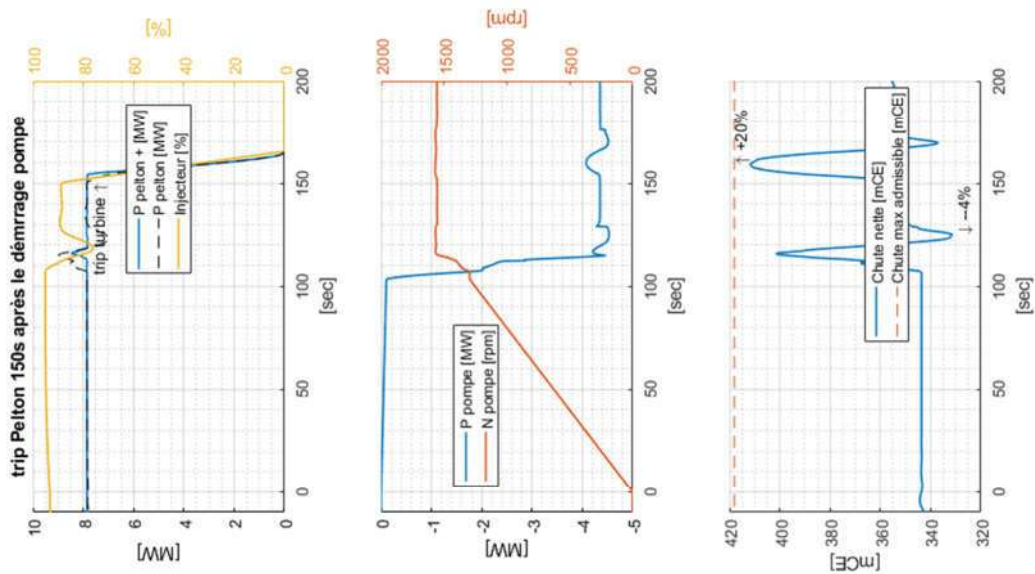
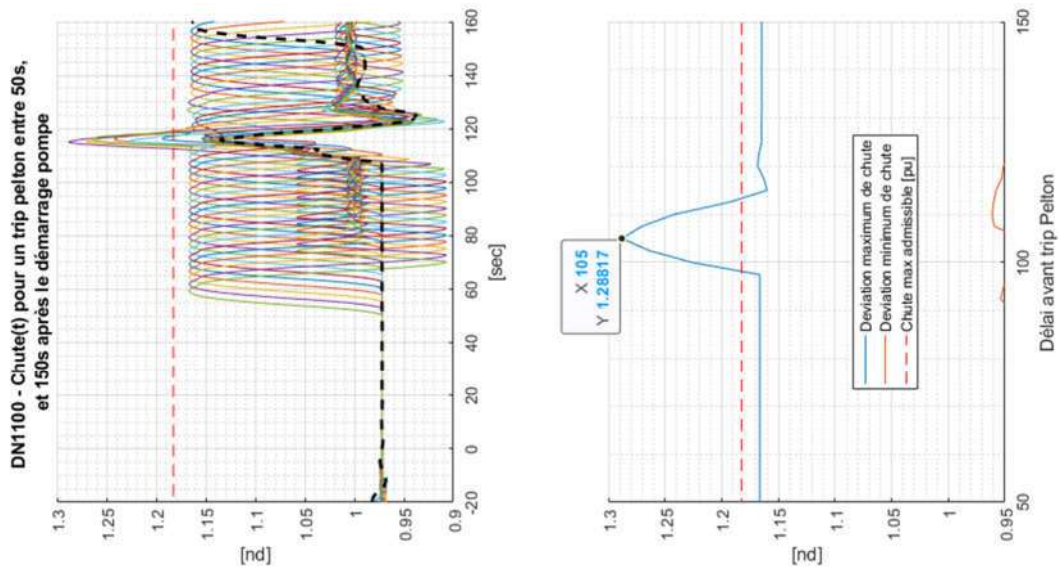
5.2.5. Incident dimensionnant pour les conduites forcées

Ce cas d'étude vise à caractériser la plus grande sur-pression que pourrait expérimenter la conduite unique en opération. La surpression maximum issue de l'effet de coup de bélier intervient lorsque le débit décélère (dans le sens du turbinage). Ainsi, une réduction du débit turbine simultanée à une augmentation du débit de pompage se cumulent pour provoquer une plus grande surpression dans les conduites.

Le cas identifié pour étudier le dimensionnement des équipements hydrauliques relativement à la pression considère donc la rampe de débit turbine la plus contraignante cumulée à la rampe de débit pompe la plus contraignante : i.e. un démarrage des 3 pompes coïncidant avec un arrêt d'urgence de la turbine sur défaut électrique (fermeture des injecteurs sur la rampe la plus rapide).

Afin d'étudier avec exhaustivité la combinaison de ces deux évènements, il a été choisi d'étudier l'impact du délai entre le démarrage pompe et le déclenchement turbine. On observe sur la figure qui suit qu'un arrêt de la turbine Pelton ayant lieu entre 95secondes et 115secondes après le démarrage des pompes provoque une surpression maximum supérieure aux 41.8bars fixés en limite haute des pressions admissibles par les équipements. La surpression maximale calculée est de 44.4 bars.

La recommandation associée au partage de la conduite entre les pompes et la turbine est de renforcer ladite conduite en rapport avec cette surpression maximum et de vérifier la conformité des autres éléments susceptibles de voir cette pression : vannes, turbine, pompes, vessie, etc. Les constructeurs devront proposer un dimensionnement en adéquation avec les transitoires de leurs équipements.

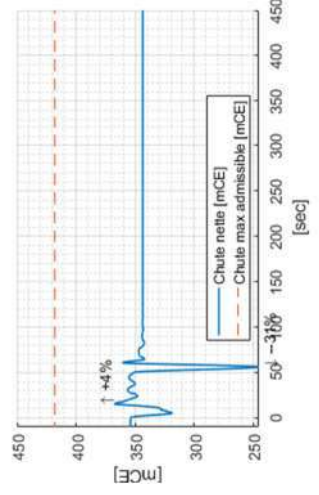
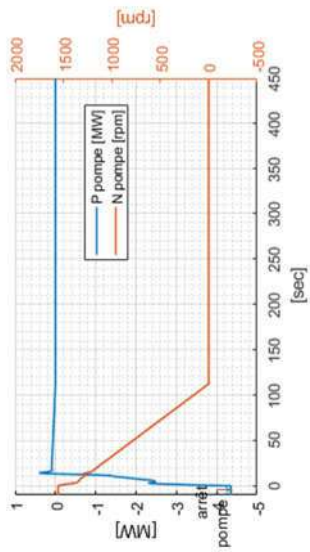
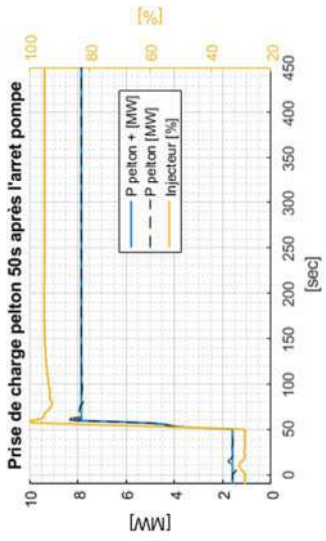
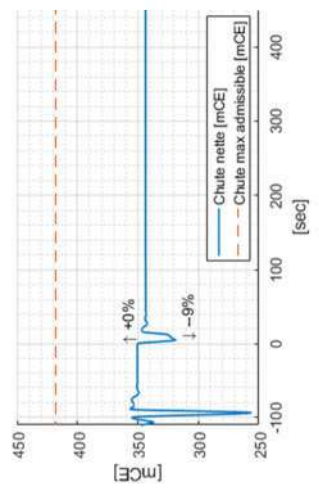
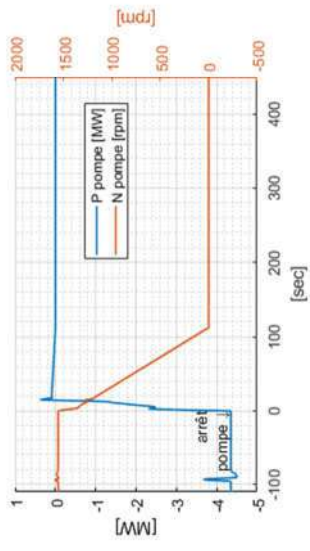
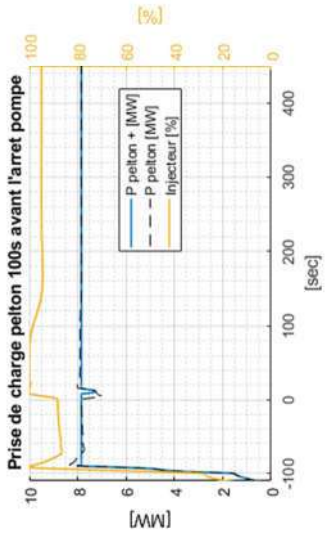
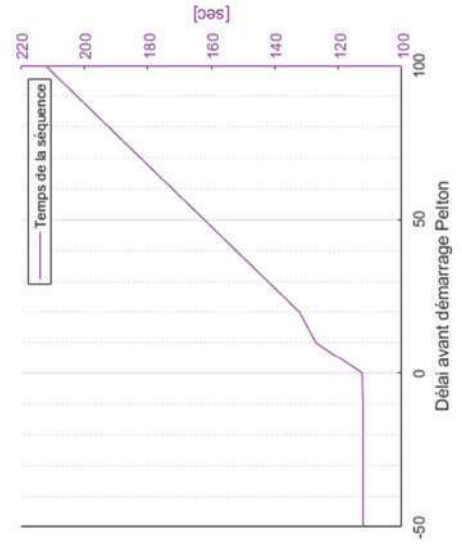
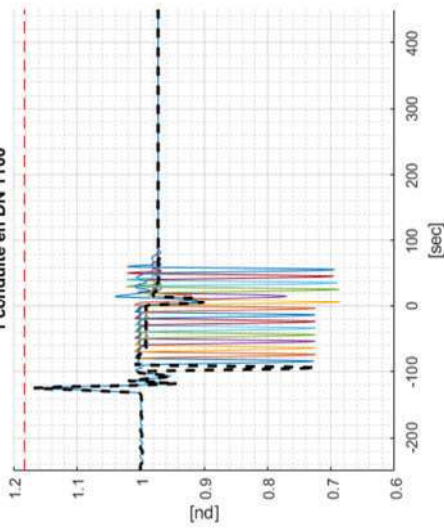


5.2.6. Fourniture de 2MW de Réglage Rapide (mode mixte) vers production max

Lorsque la conduite est partagée des interférences entre les groupes de pompage et la turbine par l'intermédiaire du coup de bélier dans la conduite peuvent induire des pertes de performances. Ainsi, les simulations ci-dessous investiguent le délai entre la prise de charge Pelton et l'arrêt des groupes de pompage pour illustrer ces interférences. Aucune interférence préjudiciable n'a été détectée lors de cette étude.

Aucun risque n'est identifié pour cette séquence au sujet de la pression dans les conduites, les temps attendus sont respectés.

Chute(t) pour une prise de charge pelton entre -50s, et 90s avant l'arrêt pompe 1 conduite en DN 1100

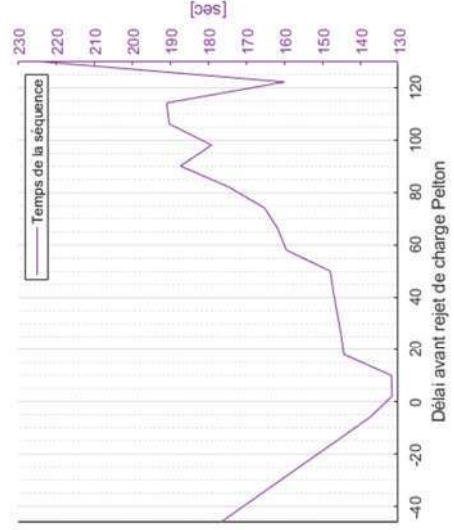
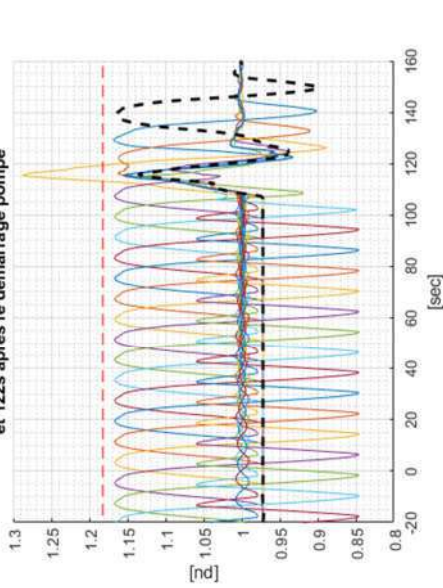


5.2.7. Production max vers fourniture de 2MW de Réglage Rapide (mode mixte)

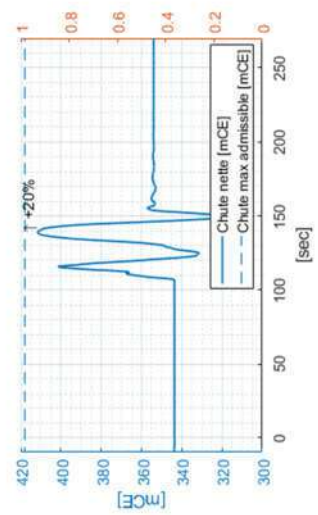
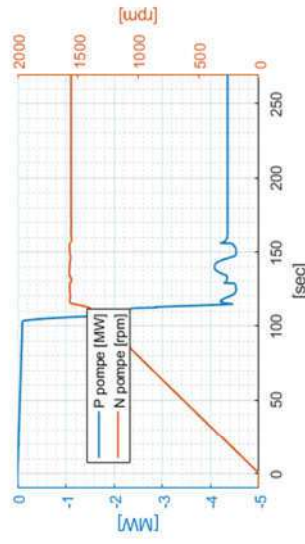
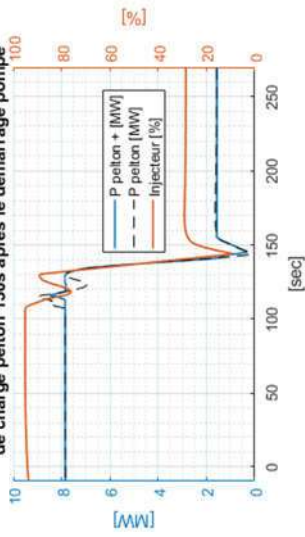
Lorsque la conduite est partagée des interférences entre les groupes de pompage et la turbine par l'intermédiaire du coup de bélier dans la conduite peuvent induire des pertes de performances. Ainsi, les simulations ci-dessous investiguent le délai entre la baisse de charge de la turbine Pelton et le démarrage des groupes de pompage pour tenter d'illustrer ces interférences.

Pas de risque identifié pour cette séquence au sujet de la pression dans les conduites, les temps attendus sont respectés.

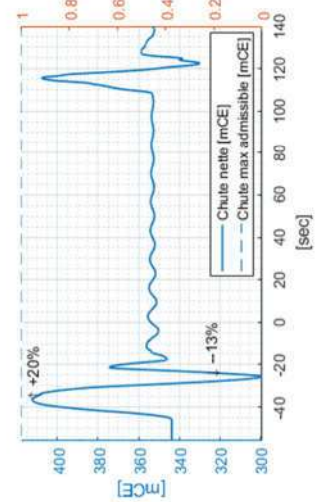
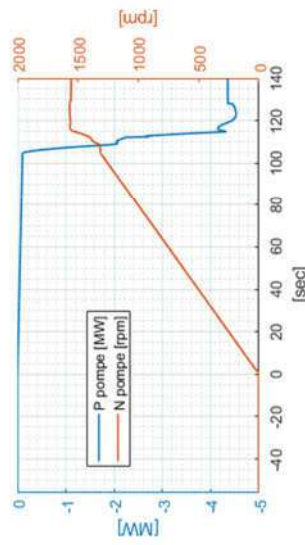
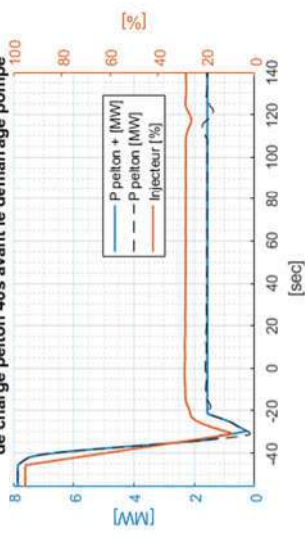
DN1100 - Chute(t) pour un rejet de charge pelton entre -46s, et 122s après le démarrage pompe



Baisse de charge pelton 130s après le démarrage pompe



Baisse de charge pelton 46s avant le démarrage pompe



5.3. Conclusion sur l'étude des transitoires hydrauliques

La présente partie a pour but d'étudier les performances transitoires du projet de STEP de Saint-Pierre de Martinique. Plus particulièrement les éléments suivants ont été évalués, et les recommandations associées à leur vérification :

- La capacité à fournir 2MW de réglage rapide conformes au référentiels SEI⁶ est acquise avec une conduite unique en DN1100. Recommandations :
 - > Augmenter la puissance des groupes de pompage à 1450kW chacun via un moteur électrique plus puissant.
 - > Piloter la puissance de soutirage en pompage grâce à 3 VFD en prenant soin d'adapter les rampes de variation de vitesse aux requis du référentiel SEI.
 - > Apporter 850kW de supercondensateurs pour accéder à la même quantité de réglage du point de vue du référentiel SEI.
- La vérification a porté sur la fourniture de 2MW à la hausse. Les résultats tendent à montrer que la fourniture de ces 2MW à la baisse, en adaptant le point de production initial, est aussi réalisable.
- La sécurité d'exploitation⁷ a été vérifiée dans la section 5.2.5 ci-dessus. Recommandations :
 - > Renforcer les conduites en rapport avec la surpression maximum observée lors d'un arrêt turbine consécutif à un démarrage pompe, et de vérifier la conformité des autres éléments susceptibles de voir cette pression : vannes, turbine, pompes, vessie, etc
- La stabilité, illustrée dans la section 5.2.3, n'est pas remise en cause.

6. Conclusion

L'étude montre qu'un design optimisé du projet de STEP de Saint-Pierre (Martinique) permet de proposer 2MW de réglage de fréquence conformes aux requis du référentiel SEI REF 02 v6. Ce design propose

- d'une part une rationalisation de l'investissement par la suppression de la conduite de pompage,
- et d'autre part l'accès potentiel à la valorisation économique des 2MW de réglage de fréquence dans le calcul de l'efficacité du projet.

Le design préconisé s'inspire du design originel, auquel il convient d'apporter les modifications suivantes :

- Une conduite unique de DN1100 jusqu'à l'entrée de la centrale, et une pression maximale admissible en accord avec le cas dimensionnant lié au mode mixte (pompes et turbines fonctionnant en simultané sur la même conduite) sur toutes les parties basses (conduite et équipements auxiliaires soumis à la pression amont),
- 3 groupes de pompage de 1450kW, associés à 3 VFD, dont la puissance est pilotée grâce à la variation de vitesse, et permettant 400kW de réglage de puissance active par pompe,
- Un banc de supercondensateur de 850kW, piloté conjointement à la turbine Pelton.


Aucun verrou technique ne devrait apparaître en réponse aux nouveaux requis émis pour la phase suivante de consultation.

⁶ Documentation Technique de Référence pour le raccordement des installations de production d'électricité aux réseaux HTA et BT des zones non interconnectées SEI REF 02

⁷ Vérification des surpressions maximum admissibles

Il est rappelé que les résultats des calculs présentés dans cette étude ne peuvent pas se substituer aux calculs des constructeurs des futurs équipements de la centrale.


ANNEXE 1 : Simulations CFD d'écoulements dans une bifurcation à 120 °

 PHAREA	Project	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	1 / 24

Simulations CFD d'écoulements dans une bifurcation à 120 °


	Auteur	Vérificateur	Approbateur
Name	Pouillard Jean-Baptiste	Pouillard Jean-Baptiste	David Galindo
Visa			
Date	14/09/2022	14/09/2022	14/09/2022

Ce document est la propriété de PHAREA SAS et ne peut être reproduit ou communiqué sans autorisation écrite.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	2 / 24

SOMMAIRE

1. OBJET	3
1. REFERENCE	3
2. CODE DE CALCUL	3
3. MODELISATION	3
3.1 SYSTEME D'UNITES	3
3.2 MODELES GEOMETRIQUES	3
3.3 FLUIDE	4
3.4 MAILLAGES	4
3.5 RESOLUTION NUMERIQUE	6
3.6 SOLUTION ET CONVERGENCE	6
3.7 CONDITION AUX LIMITES	7
4. RESULTATS DE SIMULATION	8
4.1 PERTE DE CHARGE ENTRE LES TROIS ORIFICES	8
5. CONCLUSION	10
ANNEXE 1 MODELE GEOMETRIQUE	11
ANNEXE 2 CHAMPS DE PRESSION STATIQUE	13
ANNEXE 3 CHAMPS DE VITESSE	17
ANNEXE 4 LIGNES DE COURANT	21

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	3 / 24

1. OBJET

Ce document constitue la synthèse des résultats de simulation numérique de l'écoulement de l'eau dans une bifurcation à 120° pour six jeux de débits.

Les objectifs de l'analyse sont les suivants :

- Déterminer les pertes de charge entre les trois orifices
- Cartographier les champs de vitesse et les champs de pression dans le plan de symétrie de la bifurcation
- Illustrer les trajectoires de l'écoulement

1. REFERENCE

Modèles CAO : DN 1100 et DN1600

 bif_1100-d2-d3	26/08/2022 16:50	Fichier STP	159 Ko
 bif_1600-d2-d3	26/08/2022 16:50	Fichier STP	167 Ko

2. CODE DE CALCUL

Les simulations d'écoulement sont réalisées au moyen du logiciel ANSYS FLUENT® version R2022 R1. Ce logiciel permet de résoudre par la méthode des volumes finis les équations de la mécanique des fluides.

3. MODELISATION

3.1 Système d'unités

Le système d'unité est le suivant :

- Vitesse mètre/seconde (m/s)
- Pression Pascal (Pa)
- Longueur mètre (m)


3.2 Modèles géométriques

Les modèles géométriques sont bâtis à partir du détail de géométrie fourni par SUPERGRID INSTITUTE.

Les deux modèles géométriques, dont seul le diamètre de la canalisation de sortie (Qa) varie, intègrent les éléments suivants :

- Les trois canaux
- La bifurcation
- Des extrusions de 8 diamètres hydrauliques en entrée et en sortie du domaine

Les modèles géométriques sont illustrés en Figure 1, Figure 2, Figure 3, Figure 4.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	4 / 24

3.3 Fluide

Le fluide représentant l'eau est supposé Newtonien et incompressible pour l'ensemble de la gamme de débit étudiée.

La température de l'eau est de 26.6 °C et les propriétés thermophysiques associées sont les suivantes :

- La densité : 996.62 (kg/m³)
- La viscosité dynamique : 8.599 x 10⁻⁴ (kg/m s)

3.4 Maillages

3.4.1 Couche limite


Un raffinement en paroi de 7 couches est mis en place sur toutes les parois mouillées du domaine numérique.

La hauteur de sa première couche évolue en fonction de la taille du maillage surfacique de l'obstacle et du conduit (ratio de taille 1/8) et le domaine de validité du modèle de turbulence (y^+) est vérifié en cours de simulation. Les vérifications effectuées sont répertoriées dans le tableau suivant, et celles-ci montrent que le modèle sélectionné s'applique bien à la physique de l'écoulement simulé.

Débits	y^+	
	DN 1100	DN 1600
MM1	Entre 50 et 511	Entre 35 et 438
MM2	Entre 60 et 527	Entre 30 et 497
MM3	Entre 74 et 578	Entre 28 et 547
VV1	Entre 44 et 450	Entre 13 et 419
VV2	Entre 41 et 410	Entre 13 et 379
VV3	Entre 35 et 360	Entre 10 et 332

Tableau 1: valeurs extrêmes de y^+ mesurées sur les parois de la bifurcation

Le modèle de turbulence indiqué en § 3.5.1 est valide sur la plage des y^+ mesurés.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	6 / 24

3.5 Résolution numérique

3.5.1 Hypothèses

Les principales hypothèses liées à l'écoulement de l'air dans le conduit sont les suivantes :

- Ecoulement en régime permanent
- Ecoulement tridimensionnel et turbulent (modèle de turbulence k- ϵ Realizable)
- Ecoulement incompressible
- Ecoulement isotherme

3.5.2 Méthode de résolution

Les termes d'advection des équations de conservation de la quantité de mouvement sont discrétisés suivant un schéma numérique du second ordre.

Les termes des équations de transport de la turbulence sont discrétisés suivant un schéma numérique du second ordre.

Le champ de pression est quant à lui discrétisé suivant le schéma numérique Standard.

L'option « High Order Term Relaxation » gère la transition entre le premier ordre de discrétisation et le second ordre.

3.6 Solution et convergence


3.6.1 Initialisation

L'écoulement a été initialisé à l'aide de l'outil d'initialisation hybride qui reprends les conditions aux limites indiquées pour établir un champ d'initialisation.

3.6.2 Suivi de convergence

La convergence des calculs est assurée par le suivi itératif des résidus de calculs sur les termes de conservation de la masse, des différentes composantes de la vitesse, et des deux paramètres de la turbulence k et ϵ .


De plus les simulations sont arrêtées lorsque nous n'observons plus de variation significative sur les pertes de charges entre les différents orifices.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	7 / 24

3.7 Condition aux limites

Les conditions aux limites imposées aux frontières du domaine de simulation sont indiquées ci-dessous :

- Entrée du domaine numérique (Qp):
 - *Débits volumiques ($Q_p = - (Q_a + Q_t)$) – Données SUPERGRID INSTITUTE*
 - MM1 : $Q_a = 0.865 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_t = 0.218 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_p = -1.083 \text{ m}^3/\text{s}$
 - MM2: $Q_a = 0.703 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_t = 0.380 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_p = -1.083 \text{ m}^3/\text{s}$
 - MM3 : $Q_a = 0.543 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_t = 0.540 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_p = -1.083 \text{ m}^3/\text{s}$
 - VV1 : $Q_a = 1.083 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_t = 0 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_p = -1.083 \text{ m}^3/\text{s}$
 - VV2: $Q_a = 0.972 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_t = 0 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_p = -0.972 \text{ m}^3/\text{s}$
 - VV3 : $Q_a = 0.840 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_t = 0 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_p = -0.840 \text{ m}^3/\text{s}$
 - *Débits massiques imposés ($Q_p = - (Q_a + Q_t)$)*
 - MM1 : $Q_a = 862.07 \text{ kg/s}$; $Q_t = 217.26 \text{ kg/s}$
 - MM2: $Q_a = 700.623 \text{ kg/s}$; $Q_t = 378.715 \text{ kg/s}$
 - MM3 : $Q_a = 541.164 \text{ kg/s}$; $Q_t = 538.12 \text{ kg/s}$
 - VV1 : $Q_a = 1079.339 \text{ kg/s}$; $Q_t = 0 \text{ kg/s}$
 - VV2: $Q_a = 968.714 \text{ kg/s}$; $Q_t = 0 \text{ kg/s}$
 - VV3 : $Q_a = 837.160 \text{ kg/s}$; $Q_t = 0 \text{ kg/s}$
 - *Intensité de turbulence et diamètre hydraulique de la conduite*
 - Intensité : 3%
 - Diamètre hydraulique : 800 mm
- Sortie du domaine numérique (Qa et Qt):
 - *Pression calculée par le solveur*
 - *Intensité de turbulence et diamètre hydraulique de la conduite*
 - Intensité : 3%
 - Diamètre hydraulique : Diamètre de la canalisation concernée
- Les parois sont supposées lisses

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	8 / 24

4. Résultats de simulation

4.1 Perte de charge entre les trois orifices


Les résultats obtenus par simulation numérique des six jeux de débits d'écoulement pour le DN1100 et le DN1600 sont les suivants :

DN = 1100 mm			
Débit	ΔP_{pt} (Pa)	ΔP_{pa} (Pa)	ΔP_{at} (Pa)
MM1	1213.58	657.56	556.02
MM2	1194.59	716.19	478.4
MM3	1450.27	979.73	470.54
VV1		650.22	
VV2		530.08	
VV3		403.45	

Tableau 2: Résultats d'analyse DN1100 mm en Pascal

DN = 1600 mm			
Débit	ΔP_{pt} (Pa)	ΔP_{pa} (Pa)	ΔP_{at} (Pa)
MM1	637.813	470.35	167.463
MM2	726.02	550.3	175.72
MM3	893.92	660.56	233.36
VV1		470.46	
VV2		385.35	
VV3		293.36	

Tableau 3: Résultats d'analyse DN1600 mm en Pascal


 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	9 / 24

DN = 1100 mm			
Débit	ΔP_{pt} (mCe)	ΔP_{pa} (mCe)	ΔP_{at} (mCe)
MM1	0.1241	0.0672	0.0568
MM2	0.1221	0.0732	0.0489
MM3	0.1483	0.1002	0.0481
VV1		0.0665	
VV2		0.0542	
VV3		0.0412	

Tableau 4: Résultats d'analyse DN1100 mm en mètre de colonne d'eau

DN = 1600 mm			
Débit	ΔP_{pt} (mCE)	ΔP_{pa} (mCE)	ΔP_{at} (mCE)
MM1	0.0652	0.0481	0.0171
MM2	0.0742	0.0562	0.0179
MM3	0.0914	0.0675	0.0238
VV1		0.0481	
VV2		0.0394	
VV3		0.0300	

Tableau 5: Résultats d'analyse DN1600 mm en mètre de colonne d'eau

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	10 / 24


5. Conclusion

Les simulations menées permettent de décrire les champs de pression statique et de vitesse dans le plan de symétrie des modèles.

Elles permettent également l'évaluation de la perte de charge entre les deux ou trois orifices débitants de la bifurcation (Tableau 2, Tableau 3, Tableau 4 et Tableau 5).

Les champs de pression déterminés sont visibles en ANNEXE 2 et ceux-ci sont complétés par les champs de vitesse en ANNEXE 3 et les lignes de courant de l'écoulement en ANNEXE 4.

Globalement la canalisation en DN1100 crée une perte de charge plus importante avec un ratio de perte de charge de l'ordre du ratio des diamètres de la canalisation aval au lac.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	11 / 24

ANNEXE 1 Modèle géométrique

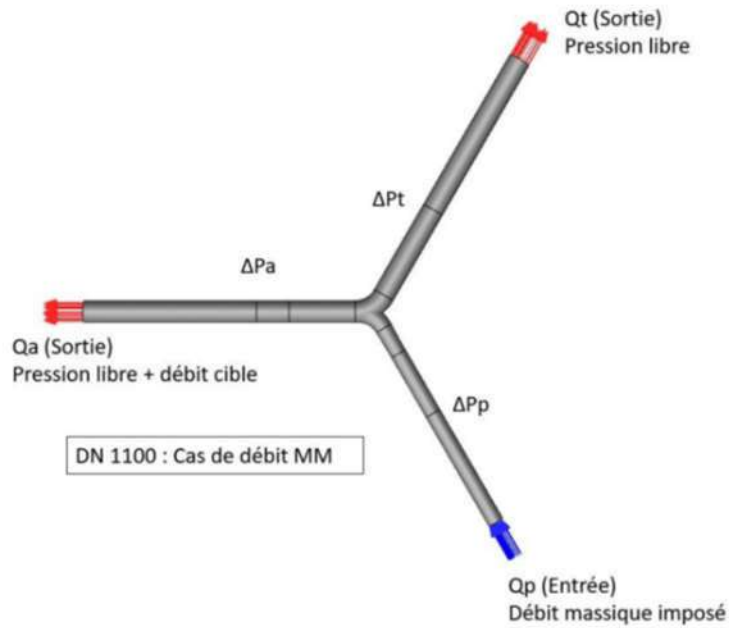


Figure 1 : Illustration du domaine numérique de simulation – DN 1100 cas de débit MM

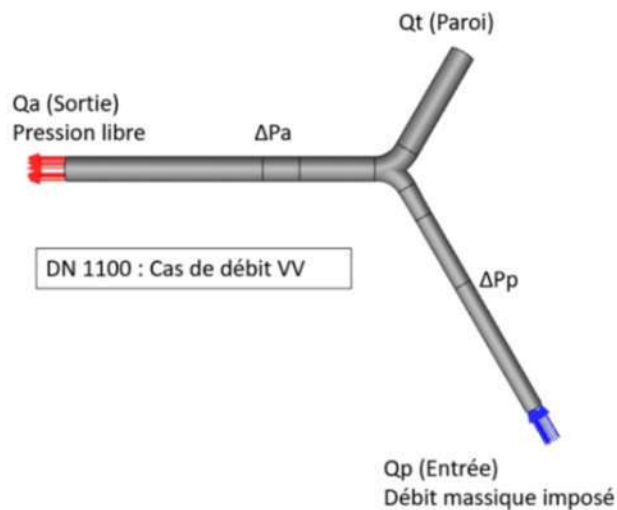



Figure 2 : Illustration du domaine numérique de simulation – DN 1100 cas de débit VV

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	12 / 24

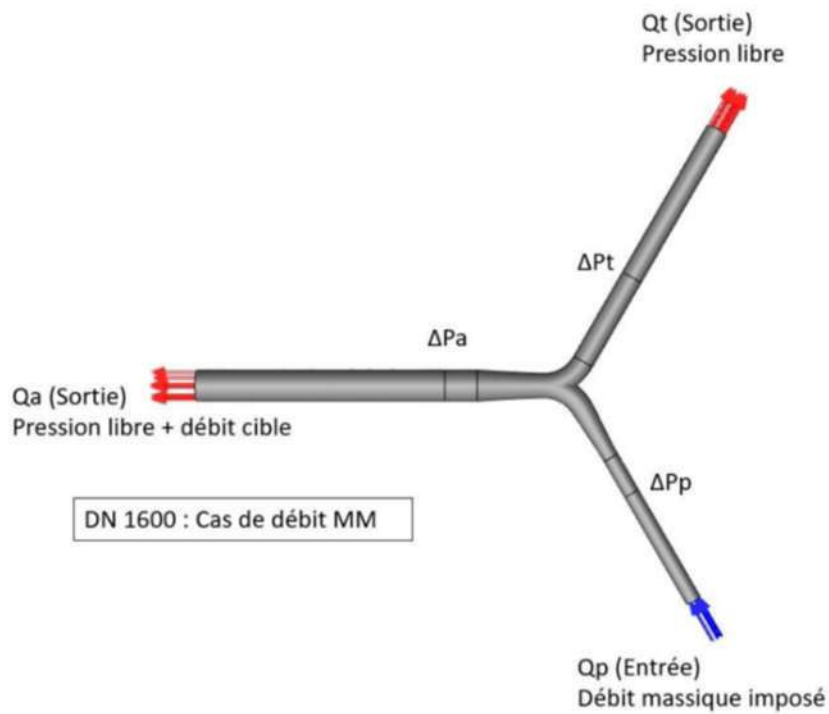


Figure 3 : Illustration du domaine numérique de simulation – DN 1600 cas de débit MM

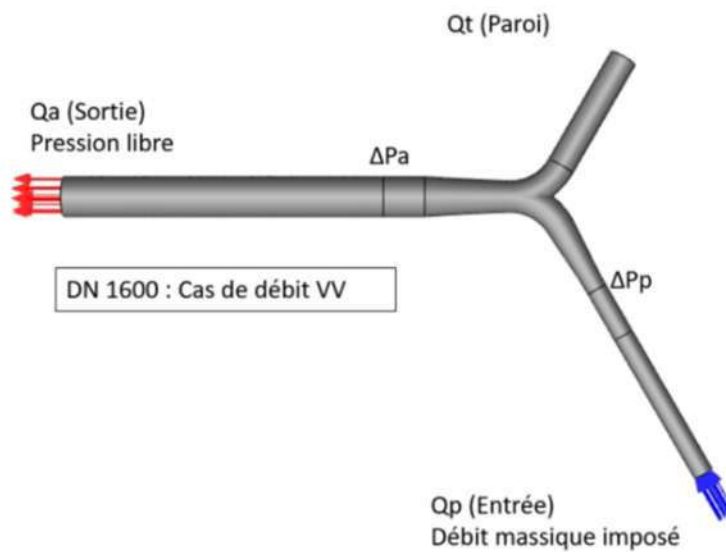



Figure 4 : Illustration du domaine numérique de simulation – DN 1600 cas de débit VV

This document is the property of PHAREA SAS and cannot be reproduce or convey without written authorization.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	13 / 24

ANNEXE 2 Champs de Pression statique

DN 1100

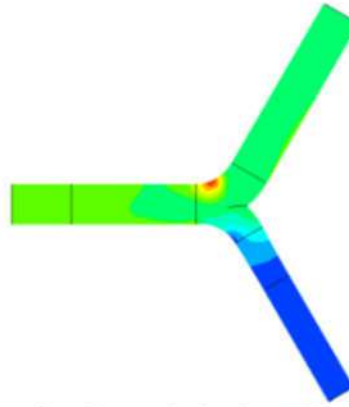
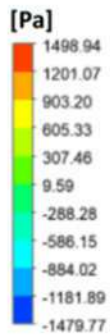


Figure 5 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM1

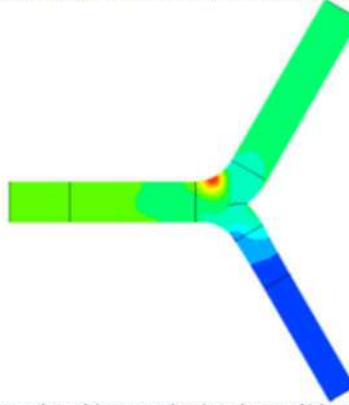
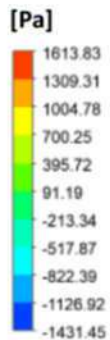


Figure 6 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM2

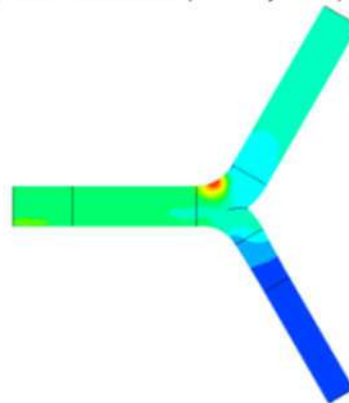
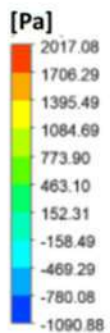


Figure 7 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM3

This document is the property of PHAREA SAS and cannot be reproduce or convey without written authorization.

PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	14 / 24

DN 1100

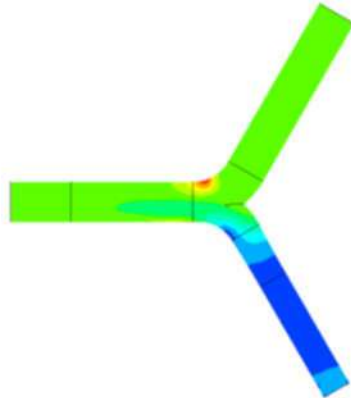
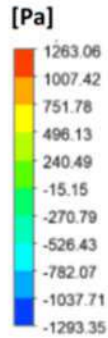


Figure 8 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV1

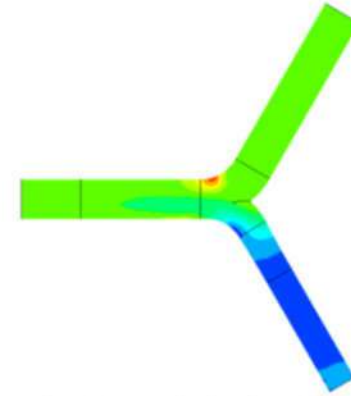


Figure 9 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV2

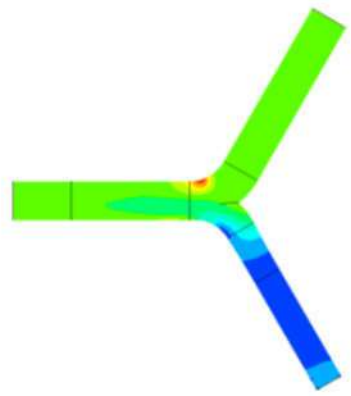
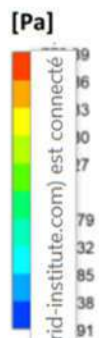



Figure 10 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV3

E Renaud (renaud.guillaume@supergrid-institute.com) est connecté
 This document is the property of PHAREA SAS and cannot be reproduce or convey without written authorization.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	15 / 24

DN 1600

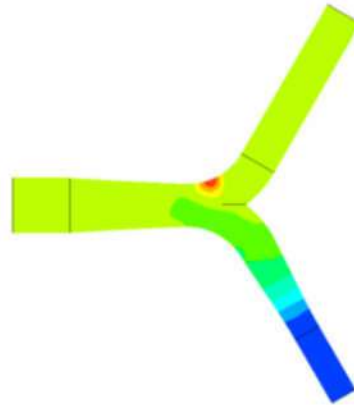
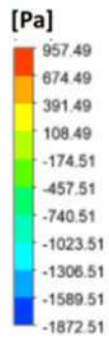


Figure 11 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM1

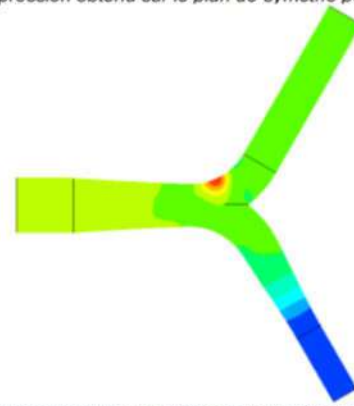
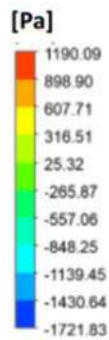


Figure 12 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM2

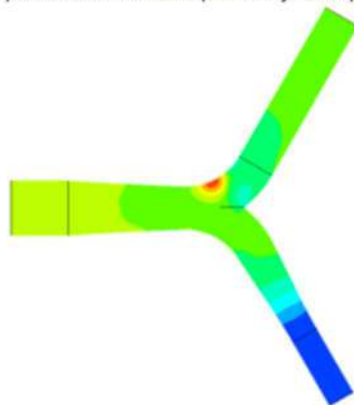
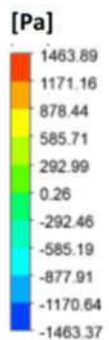



Figure 13 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM3

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	16 / 24

DN 1600

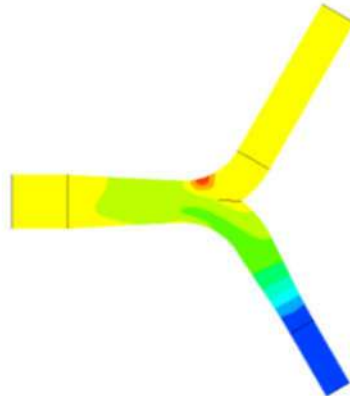
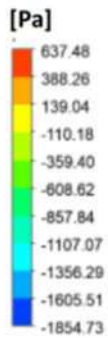


Figure 14 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV1

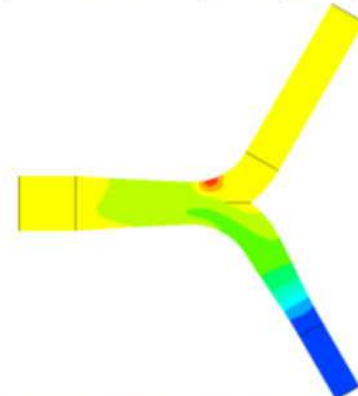


Figure 15 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV2

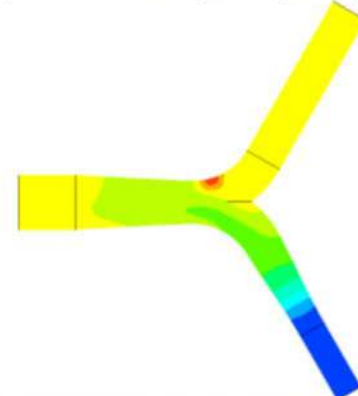



Figure 16 : Champs de pression obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV3

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	17 / 24

ANNEXE 3 Champs de Vitesse

DN 1100 :

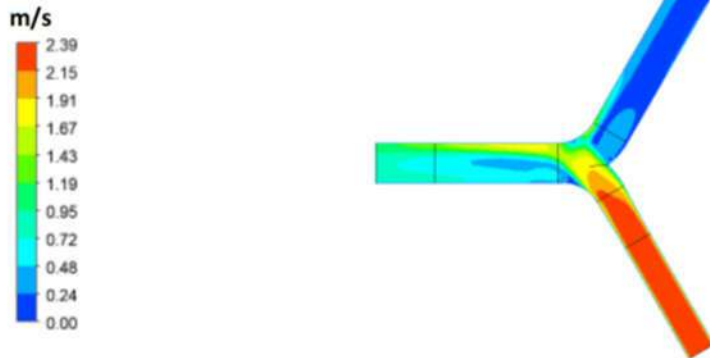


Figure 17 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM1

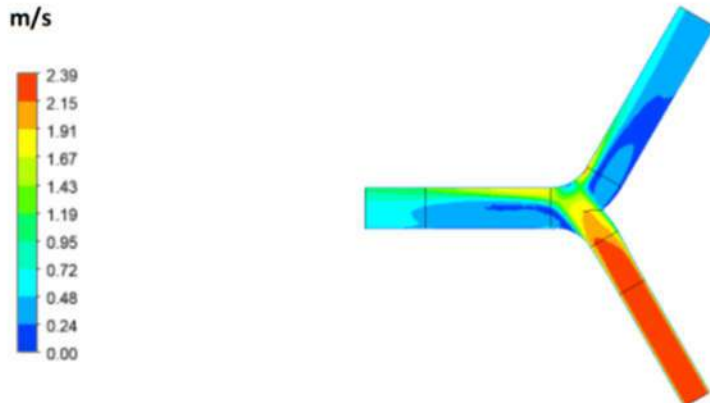


Figure 18 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM2

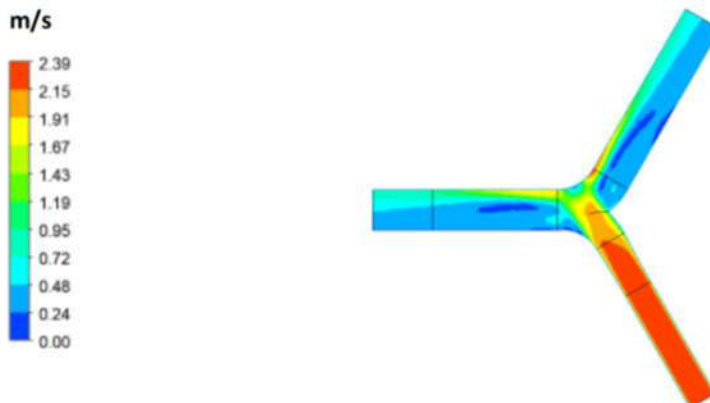



Figure 19 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM3

This document is the property of PHAREA SAS and cannot be reproduce or convey without written authorization.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	18 / 24

DN 1100

m/s

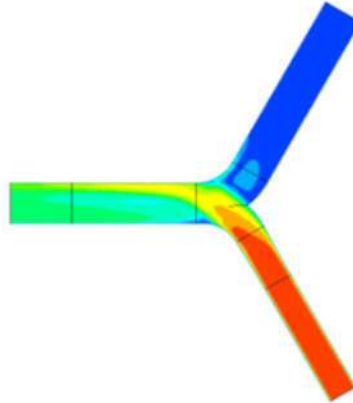
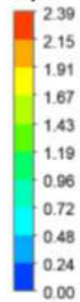


Figure 20 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV1

m/s

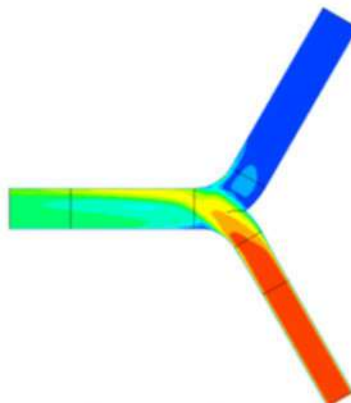
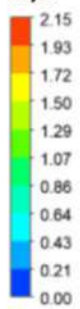


Figure 21 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV2

m/s

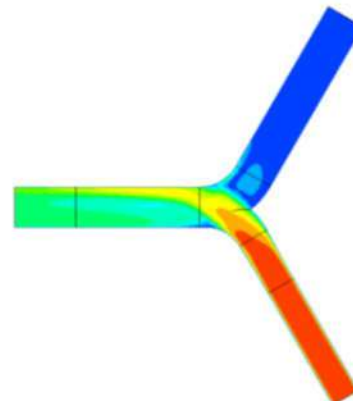



Figure 22 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV3

This document is the property of PHAREA SAS and cannot be reproduce or convey without written authorization.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	19 / 24

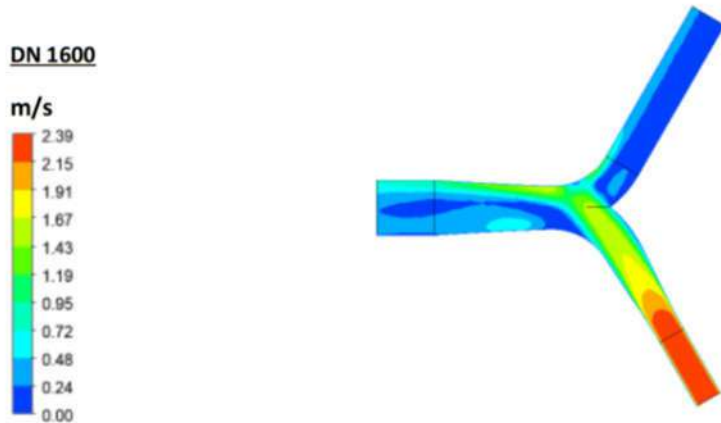


Figure 23 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM1

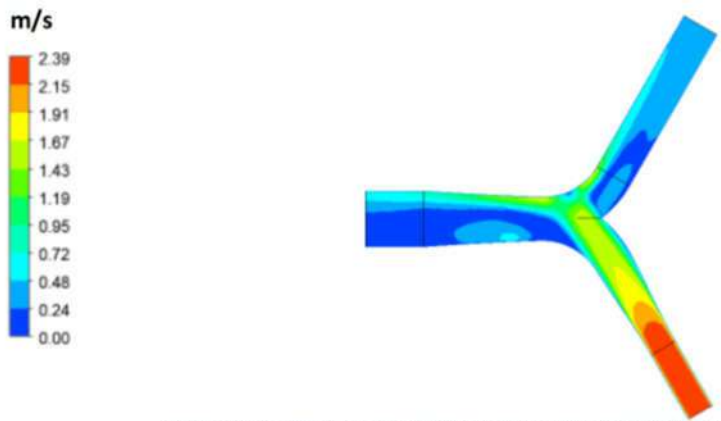


Figure 24 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM2

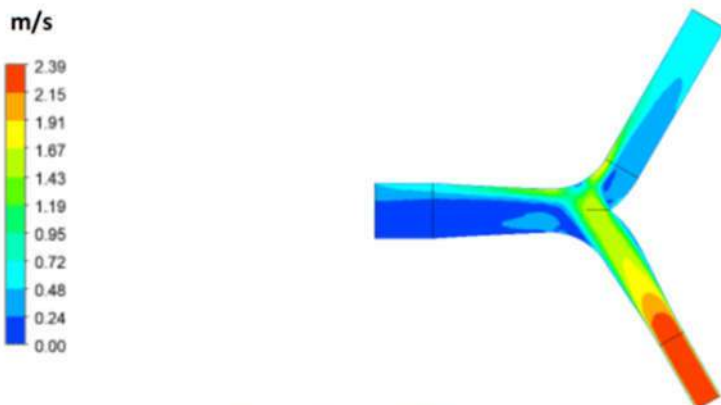



Figure 25 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM3

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	20 / 24

DN 1600

m/s

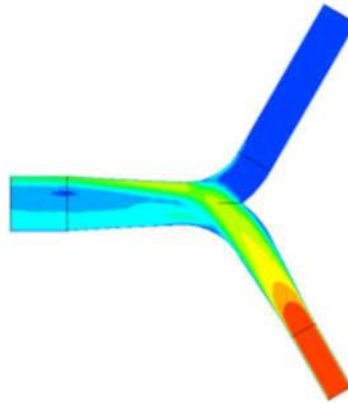
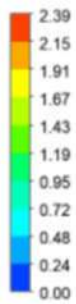


Figure 26 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV1

m/s

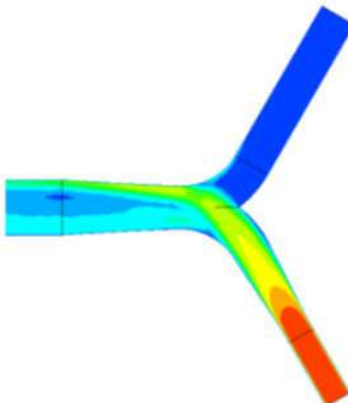
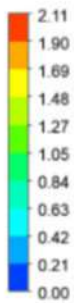


Figure 27 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV2

m/s

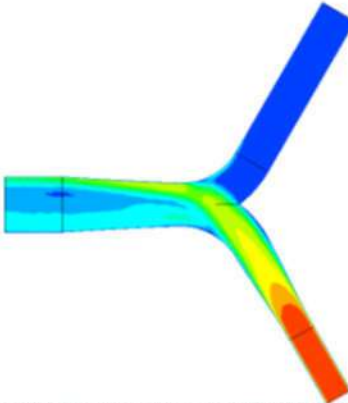
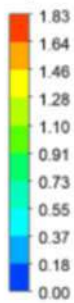



Figure 28 : Champs de vitesse obtenu sur le plan de symétrie pour le cas de débit VV3

This document is the property of PHAREA SAS and cannot be reproduce or convey without written authorization.

	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	21 / 24

ANNEXE 4 Lignes de courant

DN 1100

m/s

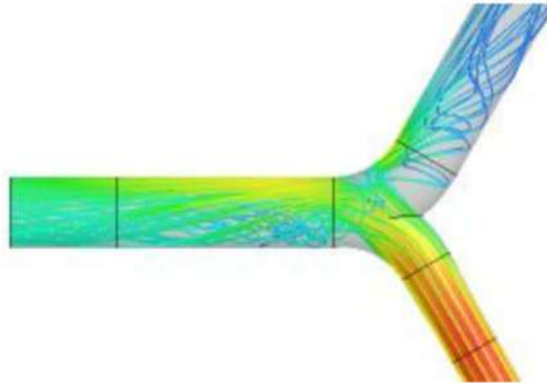


Figure 29 : Lignes de courant obtenues sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM1

m/s

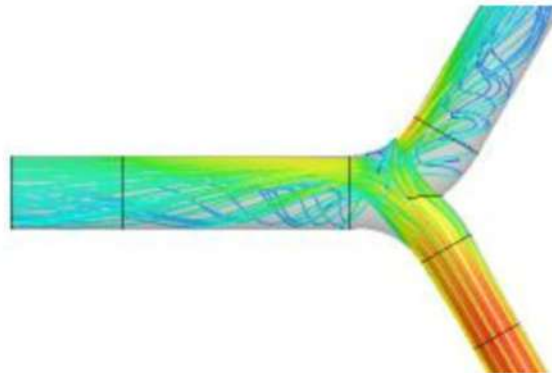
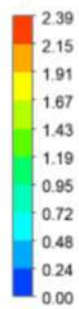


Figure 30 : Lignes de courant obtenues sur sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM2

m/s

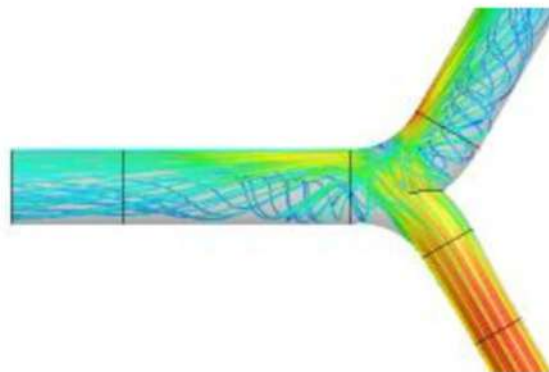
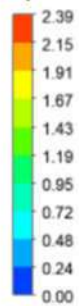



Figure 31 : Lignes de courant obtenues sur le plan de symétrie pour le cas de débit MM3

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	22 / 24

DN 1100

m/s

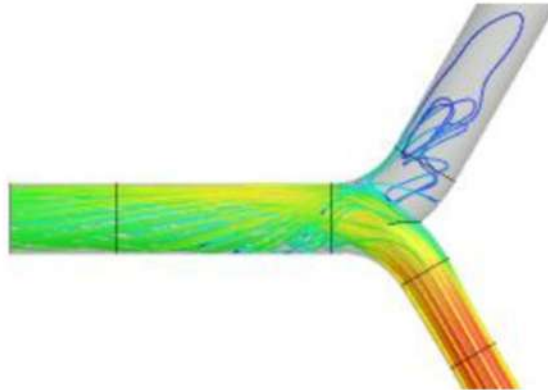
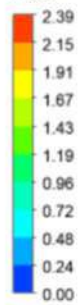


Figure 32 : Lignes de courant – Départ pompe - pour le cas de débit VV1

m/s

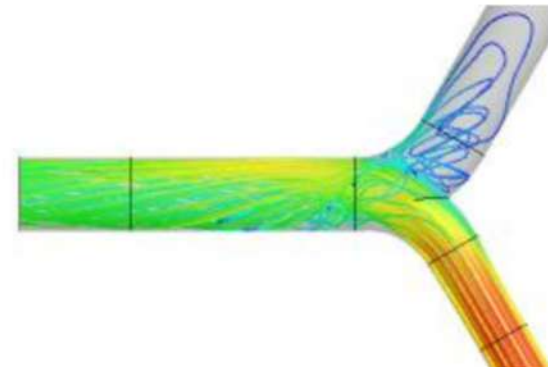
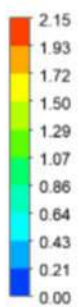


Figure 33 : Lignes de courant – Départ pompe - pour le cas de débit VV2

m/s

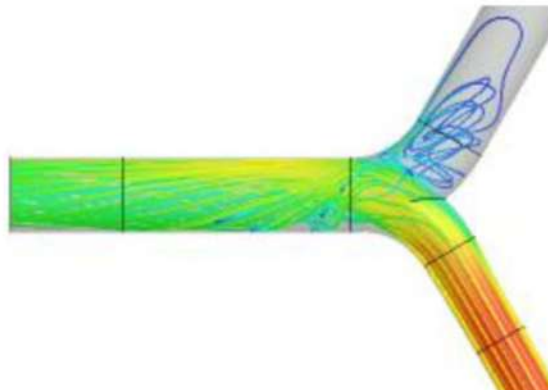
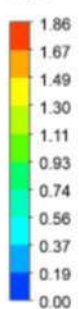



Figure 34 : Lignes de courant – Départ pompe - pour le cas de débit VV3

This document is the property of PHAREA SAS and cannot be reproduce or convey without written authorization.

 PHAREEA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	23 / 24

DN 1600

m/s

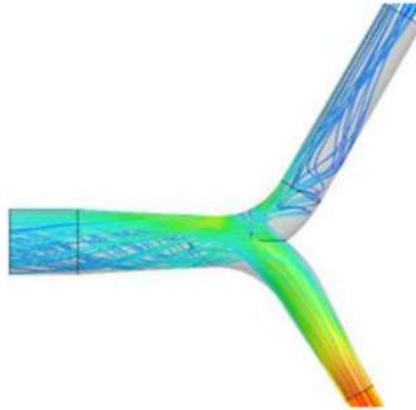


Figure 35 : Lignes de courant – Départ pompe - pour le cas de débit MM1

m/s

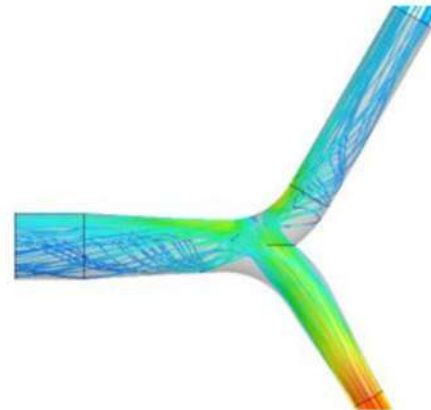
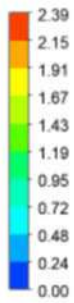


Figure 36 : Lignes de courant – Départ pompe - pour le cas de débit MM2

m/s

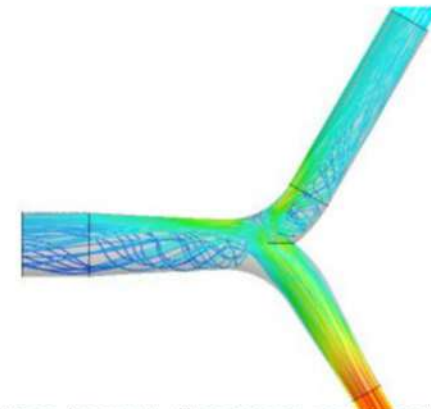
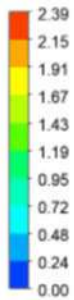



Figure 37 : Lignes de courant – Départ pompe - pour le cas de débit MM3

This document is the property of PHAREEA SAS and cannot be reproduce or convey without written authorization.

 PHAREA	Projet	Document	Date	Page
	LYBE-SUPE-1211	PH-LY06025-1.1	14/09/2022	24 / 24

DN 1600

m/s

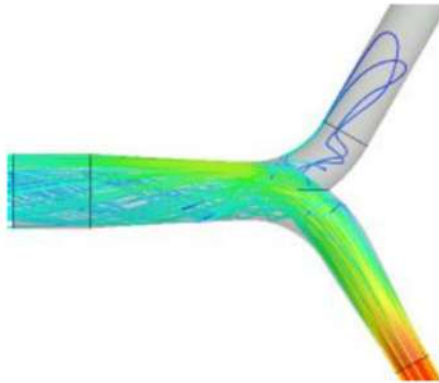


Figure 38 : Lignes de courant – Départ pompe - pour le cas de débit VV1

m/s

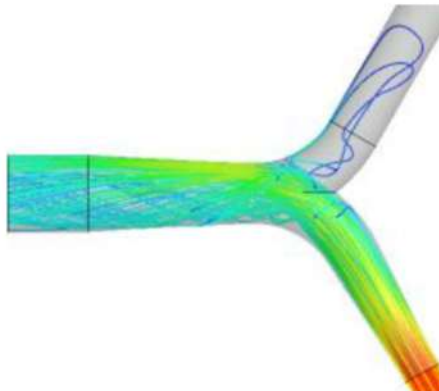
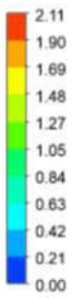


Figure 39 : Lignes de courant – Départ pompe - pour le cas de débit VV2

m/s

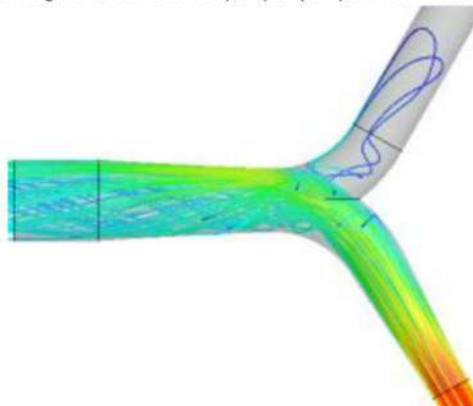
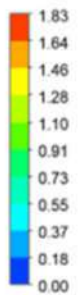
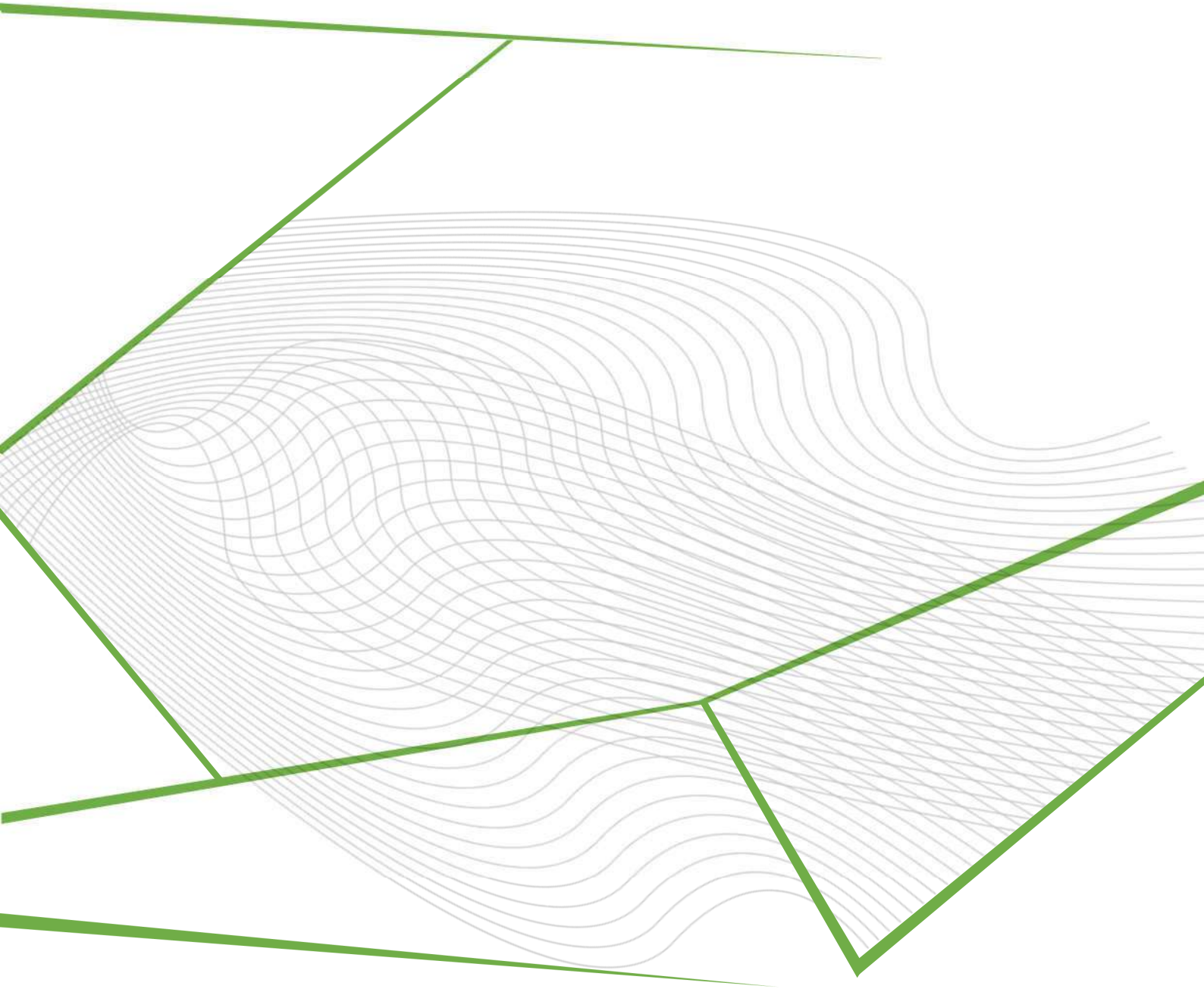


Figure 40 : Lignes de courant – Départ pompe - pour le cas de débit VV3

This document is the property of PHAREA SAS and cannot be reproduce or convey without written authorization.



Annexe IV : **Rapport d'analyse des échantillons de sols prélevés
sur le site en novembre 2019 (Eurofins, 2019)**

ANTEA FRANCE
Madame Céline CHASTAGNER

Résidence les Pléiades

Immeuble Maia RDC n°98

97233 SCHOELCHER - MARTINIQUE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E179286

Version du : 16/12/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Date de réception technique : 05/12/2019

Première date de réception physique : N/A

Référence Dossier : N° Projet : B2B LK016674

Nom Projet : Projet par défaut MyEOL (Ne pas supprimer)

Nom Commande : Prélèvements sols ISL St Pierre

Référence Commande :

Coordinateur de Projets Clients : Alexandra Scherrer / AlexandraScherrer@eurofins.com / +003 8802 5186

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	S1
002	Sol	(SOL)	S2
003	Sol	(SOL)	S3
004	Sol	(SOL)	S4
005	Sol	(SOL)	S5
006	Sol	(SOL)	S6

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 19E179286

Version du : 16/12/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Date de réception technique : 05/12/2019

Première date de réception physique : N/A

Référence Dossier : N° Projet : B2B LK016674

Nom Projet : Projet par défaut MyEOL (Ne pas supprimer)

Nom Commande : Prélèvements sols ISL St Pierre

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019
Température de l'air de l'enceinte :	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C

Préparation Physico-Chimique

XXS06 : Séchage à 40°C	*	-	*	-	*	-	*	-
LS896 : Matière sèche	% P.B.	* 82.2	* 80.0	* 84.7	* 84.8	* 98.9	* 70.2	
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	* 5.59	* 27.0	* 4.64	* 28.4	* 31.8	* 29.3	

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	*	-	*	-	*	-	*	-
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	* 1.52	* 2.56	* 2.68	* 1.96	* 3.57	* 1.81	
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	* <0.40	* <0.40	* <0.40	* <0.40	* <0.40	* <0.40	
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	* <5.00	* <5.00	* 7.18	* <5.00	* <5.00	* 5.37	
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	* 22.9	* 39.6	* 29.1	* 29.8	* 35.6	* 34.2	
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	* 1.25	* 3.22	* 2.36	* 1.70	* 2.52	* 2.16	
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	* <5.00	* <5.00	* 7.13	* 5.25	* 9.72	* 9.97	
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	* 50.7	* 80.6	* 58.4	* 76.1	* 37.6	* 37.6	
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)							
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg M.S.	* 17.1	* 45.1	* <15.0	* <15.0	* 19.1	* 45.5
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg M.S.	0.06	1.50	<4.00	<4.00	0.10	12.1
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg M.S.	2.63	4.34	<4.00	<4.00	1.87	7.78
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg M.S.	6.51	5.90	<4.00	<4.00	3.46	9.43
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg M.S.	7.93	33.4	<4.00	<4.00	13.7	16.3

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 19E179286

Version du : 16/12/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Date de réception technique : 05/12/2019

Première date de réception physique : N/A

Référence Dossier : N° Projet : B2B LK016674

Nom Projet : Projet par défaut MyEOL (Ne pas supprimer)

Nom Commande : Prélèvements sols ISL St Pierre

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019
Température de l'air de l'enceinte :	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.052
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LSRHN : Benzo(a)-anthracène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.06
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.053
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.051
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LSRHW : Acénaphtène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.052
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.051
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.053
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.054
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.051
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.06

Composés Volatils

LS0XU : Benzène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LS0Y4 : Toluène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LS0XW : Ethylbenzène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 19E179286

Version du : 16/12/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Date de réception technique : 05/12/2019

Première date de réception physique : N/A

Référence Dossier : N° Projet : B2B LK016674

Nom Projet : Projet par défaut MyEOL (Ne pas supprimer)

Nom Commande : Prélèvements sols ISL St Pierre

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019
Température de l'air de l'enceinte :	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C

Composés Volatils

LS0Y6 : o-Xylène	mg/kg M.S.	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
LS0Y5 : m+p-Xylène	mg/kg M.S.	* 0.05	* <0.05	* <0.05	* 0.06	* <0.05	* <0.05
LS0IK : Somme des BTEX	mg/kg M.S.	0.0500	<0.0500	<0.0500	0.0600	<0.0500	<0.0500

Pesticides Organophosphorés

LS29A : Bromophos-méthyl	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS296 : Bromophos-ethyl	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS297 : Chlorpyrifos-méthyl	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS295 : Chlorpyrifos (-ethyl)	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS292 : Diazinon	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS298 : Dichlorvos	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS294 : Ethion	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS299 : Fénitrothion	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS291 : Malathion	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS293 : Parathion-méthyl	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
LS28Z : Ethyl parathion	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Pesticides Organochlorés

LS27L : HCH Alpha	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27M : HCH Béta	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27V : HCH, gamma - Lindane	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27D : Hexachlorobenzène (HCB)	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 19E179286

Version du : 16/12/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Date de réception technique : 05/12/2019

Première date de réception physique : N/A

Référence Dossier : N° Projet : B2B LK016674

Nom Projet : Projet par défaut MyEOL (Ne pas supprimer)

Nom Commande : Prélèvements sols ISL St Pierre

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019
Température de l'air de l'enceinte :	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C

Pesticides Organochlorés

LS27E : Heptachlore	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27F : Aldrine	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27G : Heptachlore époxyde	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27P : Endosulfan alpha	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27K : DDE p,p	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27H : Dieldrine	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27I : Endrine	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27Q : Béta-endosulfan	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27S : DDD, p,p'	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27C : o,p-DDT	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27U : DDT,p,p	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27J : Méthoxychlore	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27W : Isodrine	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27X : Endosulfan sulfate	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27N : HCH Delta	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27Y : Chlordane-cis	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27Z : Chlordane-gamma (=bêta=trans)	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27R : DDD, o,p	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS28A : Alachlore	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS28Y : Trifluraline	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
LS27T : DDE, o,p'	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 19E179286

Version du : 16/12/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Date de réception technique : 05/12/2019

Première date de réception physique : N/A

Référence Dossier : N° Projet : B2B LK016674

Nom Projet : Projet par défaut MyEOL (Ne pas supprimer)

Nom Commande : Prélèvements sols ISL St Pierre

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019	10/12/2019
Température de l'air de l'enceinte :	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C	14.4°C

Pesticides Organochlorés

LS32G : HCH Epsilon	mg/kg M.S.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
----------------------------	------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Triazines / Urées

LS1PY : Triazines							
Amétryne	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Atrazine	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Atrazine-2-hydroxy	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Atrazine-Deséthyl	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Atrazine désisopropyl	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Cyanazine	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Terbutylazine-Deséthyl	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Desmetryne	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Métribuzine	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Prométone	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Prométryne	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Propazine	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Simazine	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Terbuméton-déséthyl	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Terbutylazine	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Terbutryne	mg/kg M.S.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

Sous-traitance | Eurofins SOFIA Berlin (Rudower Chaussee)

SF451 : Chlordécone	mg/kg	* <0.01 *	* <0.01 *	* <0.01 *	* <0.01 *	* <0.01 *	* <0.01 *
----------------------------	-------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

 Prestation soustraitée à Eurofins SOFIA GmbH DIN EN
 ISO/IEC 17025:2005 DAKKS D-PL-19579-02-00

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E179286

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Référence Dossier : N° Projet : B2B LK016674

Nom Projet : Projet par défaut MyEOL (Ne pas supprimer)

Nom Commande : Prélèvements sols ISL St Pierre

Référence Commande :

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Version du : 16/12/2019

Date de réception technique : 05/12/2019

Première date de réception physique : N/A

Stéphanie André
Responsable Service Clients

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E179286

Version du : 16/12/2019

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Date de réception technique : 05/12/2019

Première date de réception physique : N/A

Référence Dossier : N° Projet : B2B LK016674

Nom Projet : Projet par défaut MyEOL (Ne pas supprimer)

Nom Commande : Prélèvements sols ISL St Pierre

Référence Commande :

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 12 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour les matrices Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments, elle est définie au sein de l'avis en vigueur de l'Arrêté du 27 octobre 2011, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau. Pour la matrice d'Eau de Consommation, elle est définie selon l'Arrêté du 11 janvier 2019 modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° : 19E179286

N° de rapport d'analyse :AR-19-LK-247956-01

Emetteur : Mme Céline CHASTAGNER

Commande EOL : 006-10514-519209

Nom projet :

Référence commande :

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS0IK	Somme des BTEX	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS0XU	Benzène	HS - GC/MS [Extraction méthanolique] - NF EN ISC 22155 (sol) Méthode interne (boue,séd)	0.05	mg/kg M.S.	
LS0XW	Ethylbenzène		0.05	mg/kg M.S.	
LS0Y4	Toluène		0.05	mg/kg M.S.	
LS0Y5	m+p-Xylène		0.05	mg/kg M.S.	
LS0Y6	o-Xylène		0.05	mg/kg M.S.	
LS1PY	Triazines		LC/MS/MS [Extraction Solide / Liquide] - Méthode interne		
	Amétryne	0.05		mg/kg M.S.	
	Atrazine	0.05		mg/kg M.S.	
	Atrazine-2-hydroxy	0.05		mg/kg M.S.	
	Atrazine-Deséthyl	0.05		mg/kg M.S.	
	Atrazine désisopropyl	0.05		mg/kg M.S.	
	Cyanazine	0.05		mg/kg M.S.	
	Terbutylazine-Deséthyl	0.05		mg/kg M.S.	
	Desmetryne	0.05		mg/kg M.S.	
	Métribuzine	0.05		mg/kg M.S.	
	Prométone	0.05		mg/kg M.S.	
	Prométryne	0.05	mg/kg M.S.		
	Propazine	0.05	mg/kg M.S.		
	Simazine	0.05	mg/kg M.S.		
	Terbuméton-déséthyl	0.05	mg/kg M.S.		
	Terbutylazine	0.05	mg/kg M.S.		
	Terbutryne	0.05	mg/kg M.S.		
LS27C	o,p-DDT	GC/MS [Extraction Hexane / Acétone] - XP X 33-01 (boue, sédiment)	0.01	mg/kg M.S.	
LS27D	Hexachlorobenzène (HCB)		0.01	mg/kg M.S.	
LS27E	Heptachlore		0.01	mg/kg M.S.	
LS27F	Aldrine		0.01	mg/kg M.S.	
LS27G	Heptachlore époxyde		0.01	mg/kg M.S.	
LS27H	Dieldrine		0.01	mg/kg M.S.	
LS27I	Endrine		0.01	mg/kg M.S.	
LS27J	Méthoxychlore		0.01	mg/kg M.S.	
LS27K	DDE p,p		0.01	mg/kg M.S.	
LS27L	HCH Alpha		0.01	mg/kg M.S.	
LS27M	HCH Béta		0.01	mg/kg M.S.	
LS27N	HCH Delta		0.01	mg/kg M.S.	
LS27P	Endosulfan alpha		0.01	mg/kg M.S.	
LS27Q	Béta-endosulfan	0.01	mg/kg M.S.		

Annexe technique
Dossier N° : 19E179286

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Emetteur : Mme Céline CHASTAGNER

Commande EOL : 006-10514-519209

Nom projet :

Référence commande :

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS27R	DDD, o,p		0.01	mg/kg M.S.	
LS27S	DDD, p,p'		0.01	mg/kg M.S.	
LS27T	DDE, o,p'		0.01	mg/kg M.S.	
LS27U	DDT,p,p		0.01	mg/kg M.S.	
LS27V	HCH, gamma - Lindane		0.01	mg/kg M.S.	
LS27W	Isodrine		0.01	mg/kg M.S.	
LS27X	Endosulfan sulfate		0.01	mg/kg M.S.	
LS27Y	Chlordane-cis		0.01	mg/kg M.S.	
LS27Z	Chlordane-gamma (=bêta=trans)		0.01	mg/kg M.S.	
LS28A	Alachlore		0.01	mg/kg M.S.	
LS28Y	Trifluraline		0.01	mg/kg M.S.	
LS28Z	Ethyl parathion	GC/MS - Méthode interne adaptée de XPX 33-012	0.05	mg/kg M.S.	
LS291	Malathion		0.05	mg/kg M.S.	
LS292	Diazinon		0.05	mg/kg M.S.	
LS293	Parathion-méthyl		0.05	mg/kg M.S.	
LS294	Ethion		0.05	mg/kg M.S.	
LS295	Chlorpyrifos (-ethyl)		0.05	mg/kg M.S.	
LS296	Bromophos-ethyl		0.05	mg/kg M.S.	
LS297	Chlorpyrifos-méthyl		0.05	mg/kg M.S.	
LS298	Dichlorvos		0.05	mg/kg M.S.	
LS299	Fénitrothion		0.05	mg/kg M.S.	
LS29A	Bromophos-méthyl		0.05	mg/kg M.S.	
LS32G	HCH Epsilon	GC/MS [Extraction Hexane / Acétone] - XP X 33-01 (boue, sédiment)	0.01	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISC 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrogé)	1	mg/kg M.S.	
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg M.S.	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS896	Matière sèche	Gravimétrie - NF ISO 11465	0.1	% P.B.	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN ISO 16703 (Sols) - NF EN 14039 (Boue, Sédiments)	15	mg/kg M.S.	
	Indice Hydrocarbures (C10-C40)			mg/kg M.S.	
	HCT (nC10 - nC16) (Calcul)			mg/kg M.S.	
	HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)			mg/kg M.S.	
	HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)			mg/kg M.S.	
	HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)			mg/kg M.S.	

Annexe technique
Dossier N° : 19E179286

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Emetteur : Mme Céline CHASTAGNER

Commande EOL : 006-10514-519209

Nom projet :

Référence commande :

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	0.1	mg/kg M.S.	
LSFF9	Somme des HAP	Calcul - Calcul		mg/kg M.S.	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)	0.05	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo-(a)-anthracène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHW	Acénaphthène		0.05	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène		0.05	mg/kg M.S.	
SF451	Chlordécone	GC/MS/MS - Internal Method [DE Food]	0.01	mg/kg	Prestation soustraite à Eurofins SOFIA GmbH
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -			Eurofins Analyse pour l'Environnement France
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client]			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client]	1	% P.B.	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 19E179286

N° de rapport d'analyse : AR-19-LK-247956-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-519209

Nom projet : N° Projet : B2B LK016674

Référence commande :

Projet par défaut MyEOL (Ne pas supprimer)

Nom Commande : Prélèvements sols ISL St Pierre

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	S1		N/A	05/12/2019		
002	S2		N/A	05/12/2019		
003	S3		N/A	05/12/2019		
004	S4		N/A	05/12/2019		
005	S5		N/A	05/12/2019		
006	S6		N/A	05/12/2019		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2
attn. Results
5, rue d'Otterswiller
67700 Saverne
FRANKREICH

Person in charge
ASM

Mr. M. Wolter
Mr. M. Wolter

Report date 13.12.2019

Analytical report
AR-19-SF-078359-01

Sample Code
724-2019-00080345
Reference

Boden, unspezifisch
S1 -

Sample sender

Results

Prescriber

Invoicing_magasin

Reception date time

11.12.2019

Transport by

DHL

Client Purchase order nr.

EUFRSA200091015

Purchase order date

05.12.2019

Client sample code

19E179286-001

Start analysis

11.12.2019

End analysis

13.12.2019

Analysis	Testcode	Method
Chlordecon	SF451	Internal Method
Extraction pesticides in soil GC	SFPRM	Internal Method

Test results

Parameter	Measurement	Unit	Result	LOQ
SF451: GC-MS/MS [GC-MS/MS] // LA-GC-033-04 (#)				
Chlordecon	GC-MS/MS [GC-MS/MS]	mg/kg	<LOQ	0.01
SFPRM: Preparation // LA-GC-033-04 (#)				
sample preparation	Preparation		done/durc hgeführt	

LOQ = limit of quantification


MRL = Maximum Residue Level

<LOQ = below limit of quantification

(#) = Eurofins SOFIA Berlin (Rudower Chaussee) is accredited for this test.

The sample material was delivered to our laboratory. The results listed in this analytical report refer exclusively to the sample we examined.

Signature



Analytical Service Manager (Moritz Wolter)

List of analysed substances:

Substance	Reporting Limit	Substance	Reporting Limit
-----------	-----------------	-----------	-----------------

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2 **Person in charge** Mr. M. Wolter
 attn. Results **ASM** Mr. M. Wolter
 5, rue d'Otterswiller
 67700 Saverne
 FRANKREICH

Report date 13.12.2019

Analytical report
AR-19-SF-078360-01

Sample Code
724-2019-00080346
Reference

 Boden, unspezifisch
 S2 -

Sample sender

Results

Prescriber

Invoicing_magasin

Reception date time

11.12.2019

Transport by

DHL

Client Purchase order nr.

EUFRSA200091015

Purchase order date

05.12.2019

Client sample code

19E179286-002

Start analysis

11.12.2019

End analysis

13.12.2019

Analysis	Testcode	Method
Chlordecon	SF451	Internal Method
Extraction pesticides in soil GC	SFPRM	Internal Method

Test results

Parameter	Measurement	Unit	Result	LOQ
SF451: GC-MS/MS [GC-MS/MS] // LA-GC-033-04 (#)				
Chlordecon	GC-MS/MS [GC-MS/MS]	mg/kg	<LOQ	0.01
SFPRM: Preparation // LA-GC-033-04 (#)				
sample preparation	Preparation		done/durc hgeführt	

LOQ = limit of quantification


MRL = Maximum Residue Level

<LOQ = below limit of quantification

(#) = Eurofins SOFIA Berlin (Rudower Chaussee) is accredited for this test.

The sample material was delivered to our laboratory. The results listed in this analytical report refer exclusively to the sample we examined.

Signature



Analytical Service Manager (Moritz Wolter)

List of analysed substances:

Substance	Reporting Limit	Substance	Reporting Limit
-----------	-----------------	-----------	-----------------

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2 **Person in charge** Mr. M. Wolter
 attn. Results **ASM** Mr. M. Wolter
 5, rue d'Otterswiller
 67700 Saverne
 FRANKREICH

Report date 13.12.2019

Analytical report
AR-19-SF-078361-01

Sample Code
724-2019-00080347
Reference

 Boden, unspezifisch
 S3 -

Sample sender

Results

Prescriber

Invoicing_magasin

Reception date time

11.12.2019

Transport by

DHL

Client Purchase order nr.

EUFRSA200091015

Purchase order date

05.12.2019

Client sample code

19E179286-003

Start analysis

11.12.2019

End analysis

13.12.2019

Analysis	Testcode	Method
Chlordecon	SF451	Internal Method
Extraction pesticides in soil GC	SFPRM	Internal Method

Test results

Parameter	Measurement	Unit	Result	LOQ
SF451: GC-MS/MS [GC-MS/MS] // LA-GC-033-04 (#)				
Chlordecon	GC-MS/MS [GC-MS/MS]	mg/kg	<LOQ	0.01
SFPRM: Preparation // LA-GC-033-04 (#)				
sample preparation	Preparation		done/durc hgeführt	

LOQ = limit of quantification


MRL = Maximum Residue Level

<LOQ = below limit of quantification

(#) = Eurofins SOFIA Berlin (Rudower Chaussee) is accredited for this test.

The sample material was delivered to our laboratory. The results listed in this analytical report refer exclusively to the sample we examined.

Signature



Analytical Service Manager (Moritz Wolter)

List of analysed substances:

Substance	Reporting Limit	Substance	Reporting Limit
-----------	-----------------	-----------	-----------------

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2 **Person in charge** Mr. M. Wolter
 attn. Results **ASM** Mr. M. Wolter
 5, rue d'Otterswiller
 67700 Saverne
 FRANKREICH

Report date 13.12.2019

Analytical report
AR-19-SF-078362-01

Sample Code
724-2019-00080348
Reference

 Boden, unspezifisch
 S4 -

Sample sender

Results

Prescriber

Invoicing_magasin

Reception date time

11.12.2019

Transport by

DHL

Client Purchase order nr.

EUFRSA200091015

Purchase order date

05.12.2019

Client sample code

19E179286-004

Start analysis

11.12.2019

End analysis

13.12.2019

Analysis	Testcode	Method
Chlordecon	SF451	Internal Method
Extraction pesticides in soil GC	SFPRM	Internal Method

Test results

Parameter	Measurement	Unit	Result	LOQ
SF451: GC-MS/MS [GC-MS/MS] // LA-GC-033-04 (#)				
Chlordecon	GC-MS/MS [GC-MS/MS]	mg/kg	<LOQ	0.01
SFPRM: Preparation // LA-GC-033-04 (#)				
sample preparation	Preparation		done/durc hgeführt	

LOQ = limit of quantification


MRL = Maximum Residue Level

<LOQ = below limit of quantification

(#) = Eurofins SOFIA Berlin (Rudower Chaussee) is accredited for this test.

The sample material was delivered to our laboratory. The results listed in this analytical report refer exclusively to the sample we examined.

Signature



Analytical Service Manager (Moritz Wolter)

List of analysed substances:

Substance	Reporting Limit	Substance	Reporting Limit
-----------	-----------------	-----------	-----------------

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2 **Person in charge** Mr. M. Wolter
 attn. Results **ASM** Mr. M. Wolter
 5, rue d'Otterswiller
 67700 Saverne
 FRANKREICH

Report date 13.12.2019

Analytical report
AR-19-SF-078363-01

Sample Code
724-2019-00080349
Reference

 Boden, unspezifisch
 S5 -

Sample sender

Results

Prescriber

Invoicing_magasin

Reception date time

11.12.2019

Transport by

DHL

Client Purchase order nr.

EUFRSA200091015

Purchase order date

05.12.2019

Client sample code

19E179286-005

Start analysis

11.12.2019

End analysis

13.12.2019

Analysis	Testcode	Method
Chlordecon	SF451	Internal Method
Extraction pesticides in soil GC	SFPRM	Internal Method

Test results

Parameter	Measurement	Unit	Result	LOQ
SF451: GC-MS/MS [GC-MS/MS] // LA-GC-033-04 (#)				
Chlordecon	GC-MS/MS [GC-MS/MS]	mg/kg	<LOQ	0.01
SFPRM: Preparation // LA-GC-033-04 (#)				
sample preparation	Preparation		done/durc hgeführt	

LOQ = limit of quantification


MRL = Maximum Residue Level

<LOQ = below limit of quantification

(#) = Eurofins SOFIA Berlin (Rudower Chaussee) is accredited for this test.

The sample material was delivered to our laboratory. The results listed in this analytical report refer exclusively to the sample we examined.

Signature



Analytical Service Manager (Moritz Wolter)

List of analysed substances:

Substance	Reporting Limit	Substance	Reporting Limit
-----------	-----------------	-----------	-----------------

Eurofins Analyses pour l'Environnement France SAS 2 **Person in charge** Mr. M. Wolter
 attn. Results **ASM** Mr. M. Wolter
 5, rue d'Otterswiller
 67700 Saverne
 FRANKREICH

Report date 13.12.2019

Analytical report
AR-19-SF-078364-01

Sample Code
724-2019-00080350
Reference

 Boden, unspezifisch
 S6 -

Sample sender

Results

Prescriber

Invoicing_magasin

Reception date time

11.12.2019

Transport by

DHL

Client Purchase order nr.

EUFRSA200091015

Purchase order date

05.12.2019

Client sample code

19E179286-006

Start analysis

11.12.2019

End analysis

13.12.2019

Analysis	Testcode	Method
Chlordecon	SF451	Internal Method
Extraction pesticides in soil GC	SFPRM	Internal Method

Test results

Parameter	Measurement	Unit	Result	LOQ
SF451: GC-MS/MS [GC-MS/MS] // LA-GC-033-04 (#)				
Chlordecon	GC-MS/MS [GC-MS/MS]	mg/kg	<LOQ	0.01
SFPRM: Preparation // LA-GC-033-04 (#)				
sample preparation	Preparation		done/durc hgeführt	

LOQ = limit of quantification


MRL = Maximum Residue Level

<LOQ = below limit of quantification

(#) = Eurofins SOFIA Berlin (Rudower Chaussee) is accredited for this test.

The sample material was delivered to our laboratory. The results listed in this analytical report refer exclusively to the sample we examined.

Signature



Analytical Service Manager (Moritz Wolter)

List of analysed substances:

Substance	Reporting Limit	Substance	Reporting Limit
-----------	-----------------	-----------	-----------------



Mode de calcul des sommes

Contexte



Nous vous rappelons que notre laboratoire a mis en place depuis 2017 un nouveau mode de calcul des sommes.

Il s'appuie sur l'**Arrêté du 21 décembre 2007** relatif aux modalités d'établissement des redevances pour pollution de l'eau et pour modernisation des réseaux de collecte, qui définit les règles d'utilisation d'un résultat inférieur à la limite de quantification lors d'un calcul.

Ce mode de calcul est déjà appliqué aux matrices solides (sols-boues-sédiments-solides divers-enrobés routiers). Il en est désormais de même pour les matrices liquides (eaux douces-eaux résiduaires-eaux salines-éluats...) et les Gaz des Sols.

Cas général

Le résultat rendu dorénavant sur tous nos échantillons ne sera plus encadré par un intervalle de valeurs mais correspondra à un résultat unique. *LQ = limite de quantification*

1/ Existence d'une LQ réglementaire

Pour les matrices **Eaux résiduaires, Eaux douces et Sédiments**, la LQ réglementaire est celle définie au sein de l'avis en vigueur paru au Journal officiel de la République française, en application de l'**Arrêté du 27 octobre 2011**, portant les modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau.

Pour la **matrice d'Eau de Consommation**, la LQ réglementaire est celle définie selon l'**Arrêté du 11 janvier 2019** modifiant l'arrêté du 5 juillet 2016 relatif aux conditions d'agrément des laboratoires pour la réalisation des prélèvements et des analyses du contrôle sanitaire des eaux et l'arrêté du 19 octobre 2017 relatif aux méthodes d'analyse utilisées dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux.

Résultat d'analyse \leftarrow LQ laboratoire \leftarrow LQ réglementaire
 → Résultat = 0

Exemple pour les métaux :

Cd : LQ labo = 0.1 mg/L et LQ réglementaire = 0.1 mg/L
 Pb : LQ labo = 0.05 mg/L et LQ réglementaire = 0.1 mg/L

Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque métal sera « zéro ».

Résultat d'analyse \leftarrow LQ laboratoire \rightarrow LQ réglementaire
 → Résultat = LQ labo / 2

Exemple pour les PCB :

PCB 28 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
 PCB 52 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
 PCB 180 : LQ labo = 0.2 µg/L et LQ réglementaire = 0.1 µg/L
 Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque PCB sera « LQ labo/2 »

2/ Absence d'une LQ réglementaire

Résultat d'analyse \leftarrow LQ laboratoire
 → Résultat = 0

Exemple pour les BTEX :

Benzène => < 10 µg/L
 Toluène => < 10 µg/L
 Ethylbenzène => < 10 µg/L
 Xylènes => < 10 µg/L

Dans ce cas, le résultat retenu pour chaque BTEX sera « zéro ».



Calcul de la somme des résultats

→ si au final la somme des résultats est égale à « zéro », alors le résultat rendu correspondra à la LQ laboratoire la plus élevée des paramètres sommés

Exemple pour les BTEX :

LQ Benzène => < 10 µg/support
 LQ Toluène => < 10 µg/support
 LQ Ethylbenzène => < 10 µg/support
 LQ Xylène => < 20 µg/support
 Le résultat de la somme sera < 20 µg/support

→ si au final la somme des résultats est différente de « zéro », alors le résultat rendu correspondra à la somme des résultats obtenus pour les différents paramètres sommés.

Exemple pour les urées :

Buturon = 0.05 µg/L
 Chlorbromuron = 0.05 µg/L
 Chlortoluron < 0.05 µg/L
 Le résultat de la somme sera de 0.05 + 0.05 + 0 = 0.10 µg/L

Cas particuliers

À partir de janvier 2020 pour les analyses nécessitant une pondération dans le rendu des résultats, le calcul des sommes sera également modifié.

Cette évolution fera l'objet d'une communication particulière prochainement.

Annexe V : **Etude d'impact environnementale – Volet faune,
flore et milieux naturels (Biotope, 2023)**