ANNEXE 15 – RAPPORT DE L'ETUDE GEOTECHNIQUE DECHETERIE DE DE CAUDAN

Requalification d'une déchetterie
Rue Jacques Ange Gabriel
CAUDAN (56)

****

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE G1

D			
C			
B			
A	16.06.17	50	PREMIERE DIFFUSION
INDICE	DATE	Nb de pages	MODIFICATIONS-OBSERVATIONS

LORIENT AGGLOMERATION
Esplanande du Péristyle
CS 20001
56 314 LORIENT CEDEX

Dossier A17.0465

*Le présent rapport comporte **50** pages. Sauf autorisation écrite préalable, sa reproduction n'est autorisée que dans son intégralité. Toute modification ou utilisation frauduleuse sera passible de poursuites.*

SOMMAIRE

I LE SITE 4

I1. SITUATION – ETAT DES LIEUX 4

I2. CONTEXTE SISMIQUE 4

I3. CONTEXTE GEOLOGIQUE 5

I4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE 5

I5. SENSIBILITE DES ARGILES 6

I6. SYNTHESE DES RISQUES GEOTECHNIQUES 6

II LE PROJET 7

III DOCUMENTS REMIS POUR L'ETUDE 8

IV RECONNAISSANCE DE SOL 8

IV1. SONDAGES A LA TARIERE 9

IV.1.1 Coupes de sondages 9

IV1. SONDAGES A LA MINI-PELLE 10

IV2. PENETRATIONS DYNAMIQUES 12

IV1. HYDROGEOLOGIE 13

IV.1.1 Piézométrie 13

IV.1.2 Perméabilité 13

IV2. ESSAIS EN LABORATOIRE 14

V SISMICITÉ 15

VI CONTEXTE GEOTECHNIQUE 15

VII BÂTIMENTS 16

VII1. PRINCIPE DE FONDATIONS 16

VII2. SUJETIONS D'EXECUTION : 17

VII.2.1 Sujétions générales 17

VII.2.2 Démolition des existants 17

VIII DALLES BETONS 18

IX VOIRIES 19

X TERRASSEMENTS 20

X1. EXTRACTION 20

X2. REEMPLOI DES DEBLAIS 20

X.2.1 En remblais 21

X.2.2 En couche de forme 21

X.2.3 En remblais de tranchées 22

ANNEXES 23
✔ CONDITIONS GENERALES 24
✔ MISSIONS GEOTECHNIQUES 25
✔ MISSIONS GEOTECHNIQUES 26
✔ SITUATION GEOGRAPHIQUE 27
✔ PLAN DE SITUATION 28
✔ PLANS D'IMPLANTATION DES SONDAGES 29
✔ SONDAGE DE RECONNAISSANCE S1 30
✔ SONDAGE DE RECONNAISSANCE S2 31
✔ SONDAGE DE RECONNAISSANCE S3 32
✔ SONDAGE DE RECONNAISSANCE S4 33
✔ SONDAGE DE RECONNAISSANCE S5 34
✔ SONDAGE DE RECONNAISSANCE S6 35
✔ SONDAGE DE RECONNAISSANCE S7 36
✔ SONDAGE DE RECONNAISSANCE S8 37
✔ DIAGRAMME PENETROMETRIQUE SPE1 38
✔ DIAGRAMME PENETROMETRIQUE SPE2 40
✔ DIAGRAMME PENETROMETRIQUE SPE3 42
✔ DIAGRAMME PENETROMETRIQUE SPE4 44
✔ ESSAI PORCHET 46
✔ CLASSIFICATION DES SOLS S1 47
✔ CLASSIFICATION DES SOLS S3 48
✔ CLASSIFICATION DES SOLS S5 49
✔ CLASSIFICATION DES SOLS S6 50

A la demande et pour le compte de la LORIENT AGGLOMERATION, APC INGENIERIE a réalisé une étude géotechnique préalable, **mission G1** au sens de la norme NF P 94-500 de novembre 2013, relative à la **requalification d'une déchetterie** située à CAUDAN (56).

Cette mission comprend une phase **Etude de Site (ES)** et une phase **Principes Généraux de Construction (PGC)**.

I LE SITE

I1. SITUATION – ETAT DES LIEUX

Le terrain se situe au Sud de la commune de CAUDAN, rue Jacques Ange Gabriel.

Les parcelles concernées par le projet sont inscrites au cadastre sous les références :

- 000 AH 210 (surface de 37 504 m²).
- 000 AH 213 (surface de 20 384 m²).

Lors de notre intervention, le terrain était occupé par la déchetterie existante qui sera démolie dans le cadre du projet, ainsi que des terrains en friches.

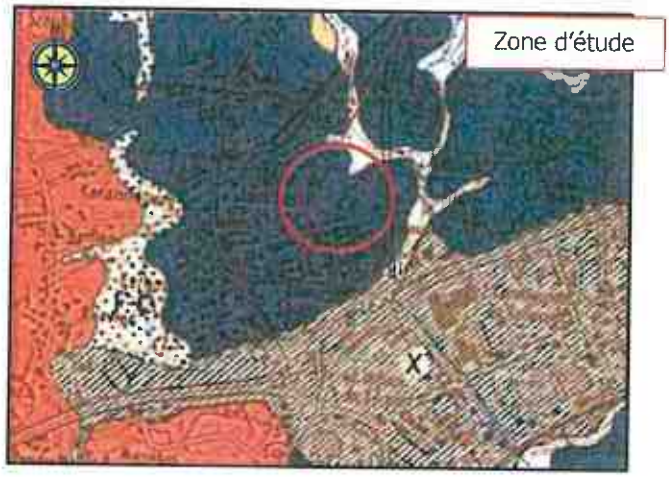
Il faut noter la présence d'un grand merion arboré situé au milieu du site.

I2. CONTEXTE SISMIQUE

D'après le nouveau zonage sismique (décret N°2010-1255 du 22 Octobre 2010), la commune de CAUDAN (56) se situe en zone sismique 2 (aléa faible).

I3. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Les documents géologiques et notamment la carte de « LORIENT » au 1/50 000ème, complétés par les études réalisées sur le secteur indiquent la présence du substratum granitique.



My.[1] Domaine Varisque Sud-Armoricain - Granite anatectique à grain fin/moyen, hétérométrique, à biotite et muscovite nettement subordonnée, schliériens biotitique et rare enclaves de paragneiss

Figure 1 : Extrait de la carte géologique de Lorient au 1/50 000 – Source : Infoterre BRGM

I4. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Les cartes du BRGM indiquent que le terrain étudié est situé dans une zone de sensibilité très faible à faible vis-à-vis du risque de remontée de nappe dans le socle.

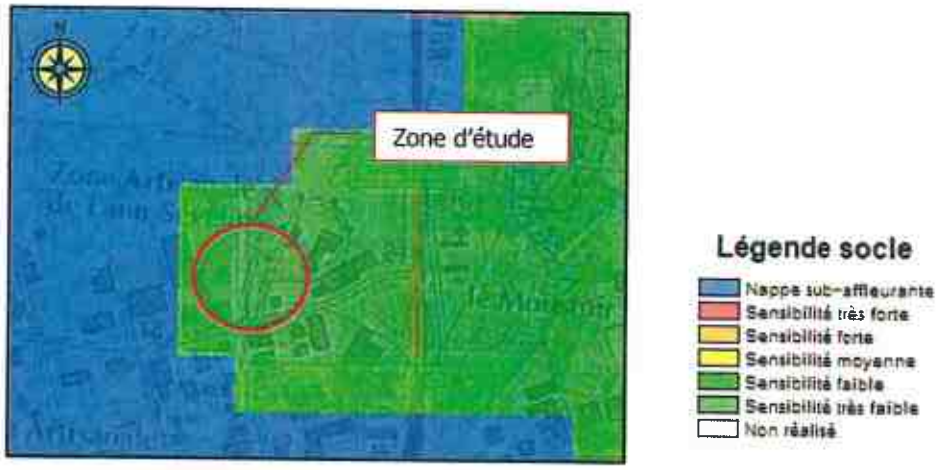


Figure 2 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis du risque de remontée de nappes – Source : Inondationsnappes.fr

I5. SENSIBILITE DES ARGILES

D'après les données du BRGM, le site est localisé dans une zone d'aléa faible vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des argiles.

Figure 3 : Extrait de la carte du BRGM vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles – Source : georisques.gouv.fr

I6. SYNTHESE DES RISQUES GEOTECHNIQUES

La synthèse des différents risques géotechniques à prendre en compte pour le projet est présentée dans le tableau suivant :

Type de risque	Fort	Moyen	Faible	Très faible
Risque inondation par submersion	**Sans informations**			
Risque inondation par remontée de nappe dans le socle			X	
Risque sismique			X	
Risque lié au retrait-gonflement des argiles			X	

II LE PROJET

Le projet consiste en la requalification d'une déchetterie par la démolition de la déchetterie actuelle et l'agrandissement de celle-ci.

Le projet comprend :

Des plateformes :

- une plateforme basse dédiée à l'exploitation de la déchetterie et permettant aux poids lourds d'accéder aux bennes et aux aires de dépôts de plain-pied.
- une plateforme haute (située 2,0 m au-dessus de la plate-forme basse) permettant aux usagers d'accéder aux 9 quais de déchargement.
- des aires de dépôts (gravats et déchets verts) de plain-pied.

Des bâtiments : (de plain-pied)

- sur la plate-forme haute, un local administratif pour les gardiens ainsi qu'un bâtiment principal dédié au stockage de déchets divers,

Des ouvrages hydrauliques :

- un bassin d'orage sur espaces verts avec un objectif d'infiltration des eaux pluviales traitées après une première régulation par stockage sur la plate-forme basse servant aussi de bassin de confinement.

Le projet prévoit :

Pour les voiries :

- la réalisation des terrassements généraux,
- la mise en œuvre des remblais, couche de forme et des structures de voiries.

Pour les ouvrages en béton :

- la réalisation de murs de soutènement de hauteur variable ainsi que la réalisation des dalles béton supportant les bennes,
- la réalisation de murs d'appui pour le gerbage des déchets verts et des gravats,
- la réalisation des bâtiments.

III DOCUMENTS REMIS POUR L'ETUDE

Cette étude a été réalisée à partir des documents suivants :

- règlement de consultation,
- acte d'engagement
- cahier des clauses techniques particulières,
- plan de situation,
- plan de masse projet au 1/500ème, en date d'avril 2017.

IV RECONNAISSANCE DE SOL

La reconnaissance géotechnique préalable de type G1, au sens de la norme NF P94-500 de novembre 2013, a pour objectif de préciser la nature et les caractéristiques des différentes couches pour définir au mieux l'adaptation au sol des ouvrages envisagés.

Pour cette mission, qui constitue l'étape 1 des missions d'ingénierie géotechnique de la norme NF P94-500 du 30 novembre 2013, APC INGENIERIE a réalisé les investigations suivantes :

- **Deux sondages de reconnaissance géologique à la tarière hélicoïdale de Ø 100 mm** S1 et S2 descendus à **2,00 m** de profondeur.
- **Un sondage de reconnaissance géologique à la tarière manuelle** S4 descendus à **1,00 m** de profondeur.
- **Cinq sondages à la mini-pelle** S3, S5 à S8 descendus à **2,00 m** de profondeur.
- **pénétrations dynamiques lourdes** SPE1 à SPE4, descendues entre **1,70 et 5,00 m** de profondeur.
- **4 identifications GTR** comprenant une mesure de la teneur en eau, une analyse granulométrique et une mesure VBS

Suivant le tableau 2 « Classification des missions types d'ingénierie géotechnique » de la norme NF P94-500 joint en annexe, cette étude doit être obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet G2AVP.

L'implantation des points de reconnaissance est reportée sur le plan joint en annexe.

IV1. SONDAGES A LA TARIERE

IV.1.1 Coupes de sondages

Les sondages ont fait l'objet d'un levé, présenté sur le profil joint en annexe qui regroupe les informations suivantes :

- description sommaire des sols rencontrés lors du forage,
- remarques sur la présence éventuelle d'eau et niveau,
- observations sur le mode et la conduite des forages.

Les coupes relevées ont mis en évidence les formations suivantes :

Profondeur de la base de la couche	Sondages	S1 (déchetterie)	S2 (déchetterie)	S4 (merlon)
	Terrains de recouvrement Enrobé Couche de forme	-0,40 m	-0,50 m	-
	Remblais	-	-2,00 m (Arrêt volontaire)	-1,00 m (Refus)
	Arène granitique sableuse	-2,00 m (Arrêt volontaire)	-	-

IV1. SONDAGES A LA MINI-PELLE

Cinq sondages à la mini-pelle ont été réalisés. Ces sondages ont permis de déterminer la nature des formations et la profondeur des venues d'eau, d'apprécier la terrassabilité des terrains et de prélever des échantillons en masse pour les essais en laboratoire.

Les coupes relevées ont mis en évidence les formations suivantes :

SONDAGE S3	
0,00 à 0,30 m	Terre végétale
0,30 à 1,60 m	Alternance de terre végétale et d'arène granitique (remblais)
1,60 à 2,00 m	Arène granitique
Arrêt volontaire – Pas de venue d'eau Bonne tenue des parois de la fouille	

SONDAGE S5	
0,00 à 2,00 m	Arène granitique à blocs et blocailles (remblais)
Arrêt volontaire – Pas de venue d'eau Bonne tenue des parois de la fouille	

SONDAGE S6	
0,00 à 0,60 m	Remblais graveleux (0/300)
0,60 à 1,50 m	Remblais divers (terre végétale, limon, blocs de béton, brique et déchets divers)
1,50 à 2,00 m	Arène granitique sableuse
Arrêt volontaire – Pas de venue d'eau Bonne tenue des parois de la fouille	

SONDAGE S7	
0,00 à 0,30 m	Remblais graveleux (0/150)
0,30 à 2,00 m	Remblais divers (terre végétale, limon, blocs de béton, brique et déchets divers)
Refus – Pas de venue d'eau Bonne tenue des parois de la fouille	

SONDAGE S8	
0,00 à 0,05 m	Terre végétale
0,05 à 0,30 m	Arène granitique sableuse (remblais)
0,30 à 1,50 m	Remblais divers (terre végétale, limon, blocs de béton, brique et déchets divers) Présence d'hydrocarbures
1,50 à 2,00 m	Arène granitique sableuse
Arrêt volontaire – Venue d'eau vers 0,60 m de profondeur Bonne tenue des parois de la fouille	

IV2. PENETRATIONS DYNAMIQUES

Quatre essais ont été réalisés à l'aide d'un pénétromètre dynamique lourd APAFOR 100 jusqu'au refus. Ils ont consisté à mesurer le nombre de coups pour enfoncer de 20 cm un train de tiges dans le sol, sous l'effet d'un mouton de 64 daN chutant de 75 cm.

Ce type d'essai ne permet pas la détermination précise de la contrainte mobilisable par le sol en raison de l'impossibilité de mesurer sa déformation différée. Il permet par contre de caractériser l'homogénéité d'un site en parallèle avec des essais de référence. Pour permettre son interprétation, et en dérogation par rapport à la norme de référence, on exprimera la résistance dynamique de pointe "qd" par la formule dite " des Hollandais" :

$$Rd = \frac{M^2 x\, H}{(M + Pn)}\, x\, \frac{1}{S}\, x\, \frac{N}{e}$$

avec:

M	=	masse du mouton
H	=	hauteur de chute
Pn	=	poids mort du pénétromètre, mouton exclu
S	=	section de la pointe
N	=	nombre de coups pour un enfoncement e

Les résultats obtenus se présentent sous forme de diagrammes exprimant la résistance dynamique "qd" en fonction de la profondeur. Ils sont annexés en fin de rapport.

Les résistances dynamiques de pointe, mesurées au pénétromètre sont :

- hétérogènes dans les **remblais** :

  1 MPa ≤ qd ≤ 100 MPa

- moyennes dans **l'arène granitique** :

  2 MPa ≤ qd ≤ 10 MPa

IV1. HYDROGEOLOGIE

IV.1.1 Piézométrie

Lors de la campagne de reconnaissance (le 01 juin 2016), une venue d'eau a été détectée vers 0,60 m de profondeur lors de la réalisation du sondage S8.

Cette observation, ayant un caractère ponctuel et instantané, n'exclue pas la possibilité de circulations et de remontées d'eau plus importantes. Une mission spécifique hydrogéologique pourra être réalisée par le Maître d'Ouvrage, celle-ci n'est pas du ressort du bureau d'études géotechnique.

IV.1.2 Perméabilité

Un essai de perméabilité de type PORCHET a été effectué au niveau du bassin tampon projeté à 0,80 m de profondeur.

Les relevés des mesures sont joints en annexe.

Le résultat est le suivant :

Essai	Nature du sol	Profondeur / TN (m)	Vitesse de percolation (mm/h)	Perméabilité (m/s)
Porchet 1	Remblais	0,80	12,5	3.10^{-6}

L'essai d'infiltration réalisé indique des valeurs de perméabilités moyennes dans les terrains en présence.

IV2. ESSAIS EN LABORATOIRE

Les matériaux remaniés prélevés lors des sondages S1, S3, S5 et S6 ont fait l'objet, en laboratoire, des essais ci-après :

- mesure de la teneur en eau naturelle,
- analyse granulométrique,
- limites d'Atterberg.

Les résultats obtenus sont regroupés ci-après :

Sondage		**S1**	**S3**	**S5**	**S6**
Profondeur de l'échantillon	(m/TN)	0,4 à 2,0	0,2 à 1,6	Merlon	0,0 à 0,5
Nature		Arène granitique	Arène granitique (remblais)	Arène granitique (remblais)	Remblais graveleux 0/300
Teneur en eau naturelle W_N	(%)	7,6	17,3	6,3	2,9
Mesure VBS		0,62	0,56	0,63	0,16
IPI		22	18	29	25
Analyse granulométrique					
< 250,0 mm	(%)	100,0	100,0	100,0	100,0
< 200,0 mm	(%)	100,0	100,0	100,0	92,0
< 150,0 mm	(%)	100,0	100,0	100,0	88,0
< 125,0 mm	(%)	100,0	100,0	100,0	82,0
< 100,0 mm	(%)	100,0	100,0	100,0	76,0
< 80,0 mm	(%)	100,0	100,0	99,0	71,0
< 63,0 mm	(%)	100,0	100,0	97,0	65,0
< 50,0 mm	(%)	100,0	100,0	96,0	52,0
< 31,5 mm	(%)	100,0	100,0	84,0	41,0
< 20 mm	(%)	97,0	100,0	73,0	36,0
< 10 mm	(%)	88,0	96,0	66,0	29,0
< 5 mm	(%)	76,0	92,0	55,0	24,0
< 2 mm	(%)	70,0	62,0	4,0	16,0
< 0,08 mm	(%)	31,9	28,2	13,8	5,7
Classification GTR		**B_5 m**	**B_5 m**	**C_1B_5 m**	**C_2B_3**

Les sols en place en présence sont classés **B_5**, **C_1B_5** et **C_2B_3** selon le GTR.

Les sols **B_5** et **C_1B_5** correspondent à des sols sableux et graveleux comportant des fines, qui leur confèrent un caractère sensible à l'eau

Les sols **C_2B_3** correspondent à des sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments, généralement insensibles à l'eau.

V SISMICITÉ

D'après le nouveau zonage sismique (décret N°2010-1255 du 22 Octobre 2010), la commune de CAUDAN (56) se situe en zone sismique 2 (aléa faible).

Il conviendra de préciser le classement retenu pour l'ouvrage, afin de définir les classes de sol éventuellement à prendre en compte, sachant que les ouvrages entrant dans les catégories I et II restent hors du champ d'application de dimensionnement parasismique.

En première approche et selon le tableau 3.1 du paragraphe 3.1.2 de l'EUROCODE 8 – partie 1, la zone du projet se situe en **classe B.**

VI CONTEXTE GEOTECHNIQUE

L'interprétation des coupes de sondages s'effectue par examen des matériaux remontés et à partir des enregistrements de paramètres visualisant leur différentiation mécanique. Cette interprétation peut conduire à des imprécisions sur la limite entre couches.

Les reconnaissances ont mis en évidence sous des terrains de recouvrement (terre végétale, enrobé, couche de forme), des remblais divers présents sur une grande partie du site et sur des épaisseurs assez importantes, puis le substratum granitique plus ou moins altéré.

Lors de la phase Avant-Projet (mission G2 AVP), il conviendra de réaliser des sondages complémentaires de type pressiométrique au droit des ouvrages projetés pour calculer les contraintes de calcul et estimer les tassements absolus et différentiels au droit du projet.

En l'absence de projet défini, les solutions d'adaptation au sol sont multiples et seront notamment fonction :

- de l'altimétrie des plates-formes et de la réalisation d'éventuels déblais/remblais,
- des charges de structure et des surcharges sur dallage,
- des tolérances de tassements liées à l'exploitation des ouvrages.

VII BÂTIMENTS

VII1. PRINCIPE DE FONDATIONS

Compte tenu du contexte géotechnique mis en évidence, deux principes de fondations sont envisageables :

- une solution de **fondations superficielles à semi-profondes par semelles isolées ou puits**, ancrés dans l'arène granitique.

  Les remblais seront exclus pour l'assise des fondations.

  L'ancrage et les contraintes admissibles devront être définis en fonction des charges du projet et des tassements admissibles.

  Dans le cadre de cette solution, les niveaux bas seront prévus en **planchers portés** par les fondations de structure.

- une solution de fondations par **semelles filantes** ou **radier**, après **renforcement de sol par inclusions rigides**.

  Dans le cadre de cette solution, une solution de **dallage sur terre-plein** pourra être envisagée.

- une solution de fondations par **semelles filantes** ou **radier**, après **substitution** sur la hauteur des remblais.

  Dans le cadre de cette solution, une solution de **dallage sur terre-plein** pourra également être envisagée.

VII2. SUJETIONS D'EXECUTION :

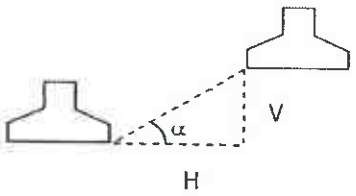
VII.2.1 Sujétions générales

L'homogénéité des fonds de fouille sera soigneusement contrôlée.

La mise en place du béton devra suivre immédiatement l'ouverture des fouilles afin d'éviter tout risque d'altération de leurs parois et assises sous l'effet des venues d'eau et de l'action des agents météoriques. Le bétonnage devra se faire à pleine fouille. Un béton de propreté devra être mis en place si nécessaire (gros béton) avant pose des aciers.

D'autre part, compte tenu de la présence de remblais divers pouvant être instables, un blindage des fouilles pourra s'avérer nécessaire afin d'assurer la bonne tenue des parois et ainsi éviter les surconsommations de béton.

En cas d'ancrage des fondations à des niveaux différents, il conviendra de tenir compte de la pente maximale de 3H/2V (Horizontal/Vertical) entre arêtes de semelles les plus voisines.



$\tan \alpha = V/H \leq 2/3$

VII.2.2 Démolition des existants

Le terrain d'étude est actuellement occupé par une déchetterie existante, qu'il est prévu de démolir.

Par conséquent, il conviendra de purger et d'évacuer l'ensemble des anciennes fondations et infrastructures enterrées pouvant subsister après démolition des existants.

Dans ce contexte, les fondations des nouveaux ouvrages devront être établies dans un sol non remanié, en dessous des niveaux d'assise des anciennes fondations.

VIII DALLES BETONS

Le projet prévoit également la réalisation de dalles béton pour le stockage des déchets et des bennes.

Compte tenu du contexte géotechnique mis en évidence, deux solutions sont envisageables :

- un **principe de renforcement de sol par inclusions rigides** qui seront dimensionnées selon les mêmes préconisations que celles définies pour les fondations des bâtiments.

- un principe de **radier général** établi sur une couche de forme en matériaux de qualité, insensibles à l'eau, après substitution partielle ou totale des remblais divers de mauvaise qualité.

  Une bèche périmétrique descendue à un minimum de 0,50 m de profondeur par rapport au niveau du sol extérieur fini devra être prévue (mise hors gel).

Compte tenu de la surface des dalles, il conviendra de prévoir des joints de construction pour éviter la fissuration de ces dernières (distance entre joints à déterminer par le Bureau d'Etudes Structure du projet).

IX VOIRIES

Le projet intègre des zones de voiries qui devront supporter des trafics de véhicules lourds et légers dont les cotes définitives ne sont pas arrêtées au stade du présent rapport.

La réalisation des voiries nécessitera le décapage des terrains superficiels (terre végétale, enrobé, couche de forme) qui mettra à l'affleurement des remblais présents sur des épaisseurs importantes (jusqu'à 2,0 m de profondeur) et pouvant contenir des éléments divers, voir évolutifs. La portance de ces terrains est très hétérogène et extrêmement faible localement.

Dans ce contexte, la solution d'adaptation de la voirie sera fonction des tassements admissibles. Les solutions envisageables sont les suivantes :

- Purge de la totalité des remblais divers et substitution par des matériaux compactés, ce qui conduit cependant à des épaisseurs de purge pouvant être importantes.
- Purge et substitution partielle des remblais divers. Cette solution suppose d'accepter un risque de déformations et d'apparitions de flashs sur la voirie.

  Les tassements résiduels pourront être diminués par la réalisation d'un pré-chargement.
- Dans le cas de très faibles tolérances de tassements ou de la mise en place de remblais sur des épaisseurs importantes (> 0,50 m), une conception de la voirie sur inclusions rigides sur l'épaisseur des sols déformables.

Dans le cas de déformations attendues importantes, il conviendra de prévoir une structure de chaussée souple constituée de couches en matériaux granulaires.

X TERRASSEMENTS

X1. EXTRACTION

La réalisation des terrassements dans les terrains de recouvrement (terre végétale, enrobé, couche de forme), les remblais divers et l'arène granitique se feront aisément à la pelle mécanique.

Les moyens de terrassement à utiliser devront être précisés en fonction de la profondeur des ouvrages à réaliser.

Pour la réalisation du bassin tampon, les terrassements en déblais devront être réalisés selon un talutage avec des pentes stables, à définir lors de l'étude d'avant-projet.

Ces talus seront protégés contre les ravinements par des bâches agrafées ou par une végétalisation.

Les venues d'eau éventuelles lors de la réalisation des terrassements seront collectées et évacuées par pompage pendant toute la durée des travaux.

Remarque importante : les déblais extraits seront localement constitués de remblais divers pouvant contenir de nombreux déchets. Il sera donc nécessaire de prévoir une mise en décharge de ces déblais en classes adaptées ainsi qu'un diagnostic de pollution.

X2. REEMPLOI DES DEBLAIS

L'arène granitique et les remblais graveleux 0/300 ont fait l'objet d'essais en laboratoire qui ont permis de classer ces matériaux selon la classification GTR en $\mathbf{B_5}$, $\mathbf{C_1B_5}$ et $\mathbf{C_2B_3}$.

On pourra se reporter aux conditions d'utilisation des matériaux en remblais du guide GTR 92 (Norme NF P11-300) pour ces matériaux.

Les sols $\mathbf{C_2B_3}$ correspondent à des sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments, généralement insensibles à l'eau.

Les sols $\mathbf{B_5}$ et $\mathbf{C_1B_5}$ correspondent à des sols sableux et graveleux comportant des fines, qui leur confèrent un caractère sensible à l'eau.

Ces matériaux sont très sensibles aux variations de teneur en eau et aux conditions météorologiques. En fonction de la saison des travaux, il pourra s'avérer nécessaire de prévoir un traitement à la chaux associé éventuellement avec des liants hydrauliques.

La terre végétale sera évacuée en décharge ou bien réemployée en aménagement paysager.

X.2.1 En remblais

Compte tenu du faible pourcentage de fines dans les remblais graveleux 0/300 $\mathbf{C_2B_3}$, ces matériaux sont insensibles aux variations de situation météorologiques.

Dans un état hydrique **très humide (th)**, l'arène granitique $\mathbf{B_5}$ et $\mathbf{C_1B_5}$ n'est pas réutilisable en l'état.

Dans un état hydrique **humide (h)**, le réemploi reste délicat compte tenu de la portance faible et du risque de matelassage, et suppose la réalisation de remblais de faibles hauteurs avec un compactage de faible intensité par couches minces.

Dans un état hydrique **moyen (m)**, ces sols peuvent être réemployés en remblais mais sont très sensibles aux conditions météorologiques. Ils pourront être réutilisés en l'état pour la confection des remblais avec un compactage adapté aux conditions climatiques (moyen à intense). Leur humidification pourrait s'avérer nécessaire en période sèche et par forte évaporation. Des planches d'essais seront alors à prévoir.

Dans un état hydrique **sec (s)**, ces sols peuvent être réemployés en remblais mais seront très difficiles à compacter, du fait de leur faible teneur en eau. Ils pourront être réutilisés en l'état sous réserve d'un compactage intense associé à un arrosage superficiel (moyen à intense) ou d'une humidification dans la masse.

X.2.2 En couche de forme

Pour un réemploi en couche de forme, la sensibilité à l'eau des sols $\mathbf{B_5}$ et $\mathbf{C_1B_5}$ nécessite de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux à définir selon une étude spécifique. Pour les sols $\mathbf{C_1B_5}$, il sera nécessaire au préalable d'éliminer tout élément grossier.

Suivant leur sous-classe, les sols $\mathbf{C_2B_3}$ pourront être utilisés en couche de forme :

- soit dans leur état naturel après élimination des éléments grossiers incompatibles avec les exigences de nivellement de la plate-forme,
- soit traités avec un liant hydraulique après élimination des éléments grossiers empêchant le malaxage homogène du sol avec le liant ou son élaboration dans une centrale.

Des tests d'aptitude au traitement devront être réalisés afin de préciser la faisabilité de ces solutions.

X.2.3 En remblais de tranchées

Après décapage de la terre végétale, les matériaux extraits seront essentiellement représentés par :

- de l'arène granitique, de classe $\mathbf{B_5}$ et $\mathbf{C_1B_5}$ selon le GTR dans un état hydrique **moyen (m)** au moment des sondages,
- des remblais graveleux 0/300, de classe $\mathbf{C_2B_3}$ selon le GTR.

D'après le guide technique de remblayage des tranchées et réfection des chaussées, édition du SETRA et LCPC de mai 1994, ces matériaux sont utilisables :

- en remblayage de la **partie inférieure de remblai** (objectif de densification **q4**), selon un état hydrique **sec (s)** à **humide (h)** pour les sols classés $\mathbf{B_5}$,
- en remblayage de la **partie inférieure de remblai** (objectif de densification **q4**), selon un état hydrique **moyen (m)** à **humide (h)** pour les sols classés $\mathbf{C_1B_5}$,
- en remblayage de la **partie inférieure et supérieure de remblai** (objectif de densification **q3** et **q4**) pour les sols classés $\mathbf{C_2B_3}$.

Les conditions de remblaiement devront être conformes au guide technique SETRA-LCPC.

Suivant le tableau 2 "Classification des missions types d'ingéniérie géotechnique" de la norme NF P94-500 joint en annexe, cette étude doit être complétée lors de l'étude géotechnique de conception G2 phase avant-projet (G2 AVP suivant dénomination de la norme NF P94 500 de novembre 2013).

APC INGENIERIE reste à la disposition des intervenants pour tout complément d'information relatif aux conclusions de la présente étude, dans le respect des critères mentionnés dans les conditions générales jointes en annexes.

A Vigneux-de-Bretagne, le 16 juin 2017.

L'Ingénieur d'Etudes :

S. TEXIER

APC INGENIERIE
P.A. de la Pâtis Breteau - 2, Rue Albert de Dion
44360 VIGNEUX DE BRETAGNE
Tél. : 02.40.36.80.01
Fax : 02.40.85.29.77

L'Ingénieur Responsable :

S. TURLE