

ZENITH
Commune PRIMA
COMMUNE DE SAINT DENIS

**ETUDE DE FAISABILITE
DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES**

**Mission de type G0 + G12 phase 2 partielle
au sens de la norme NFP 94-500**

Sainte Marie, le 17/03/05

SOMMAIRE

I - CADRE DE L'ETUDE

- I-1 Généralités
- I-2 Mission LRR
- I-3 Définition du projet
- I-4 Contexte géologique et morphologique
- I-5 Documents remis et référentiels

II - MOYENS MIS EN ŒUVRE

III - RESULTATS DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS

- III-1 Généralités
- III-2 Synthèse des reconnaissances
 - a) Géologie
 - b) Hydrogéologie
 - c) Géotechnique
 - d) Essais de laboratoire
 - e) Synthèse géo-mécanique

IV - ADAPTATION DU PROJET AU SITE

V - TERRASSEMENTS - DRAINAGE

- V-1 Généralités - Extraction
- V-2 Traficabilité
- V-3 Réutilisation des matériaux
- V-4 Stabilité des talus
- V-5 Drainage

VI - FONDATIONS PAR MASIFS OU SEMELLES

- VI-1 Principe de calcul
- VI-2 Etat limite de résistance du sol
- VI-3 Tassements
- VI-4 Sujétions pour la mise en œuvre des fondations

VII - NIVEAU BAS

- VII-1) Rappel de la nomenclature
- VII-2) Sujétions d'exécution

VIII - COUCHES DE FORMES SOUS VOIRIES ET PARKING

IX - CONCLUSIONS

I - CADRE DE L'ETUDE

I-1 GENERALITES

A la demande de la CINOR, le **Laboratoire Régional de La Réunion** a réalisé une étude de faisabilité des ouvrages géotechniques concernant la réalisation d'un bâtiment à usage de spectacle type zénith à Commune Primat à Saint Denis.

I-2 MISSION DU LRR

Selon la norme NF P 94-500, relative à la classification des missions géotechniques type, cette étude est une mission de niveau G12 phase 2 partielle à savoir qu'elle comprend :

- la réalisation d'une mission de type GO + G11 au préalable ;
- la fourniture d'un rapport d'étude géotechnique donnant, les hypothèses géotechniques à prendre en compte pour la justification du projet, quelques exemples type de fondations (encastrement et portance) et les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènement, fondations, niveau enterré, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants).

Elle s'attachera à déterminer plus particulièrement :

- la lithologie en place au droit du projet (géologie, hydrogéologie),
- la nature des formations géologiques pour la réalisation des terrassements,
- le type de fondations envisageables,
- les paramètres de dimensionnement des fondations (portance, encastrement, tassements) aux divers états limites (ELU, ELS),
- les terrains à décaper ou à purger,
- les sujétions d'exécution des travaux de terrassement en masse, des fouilles de fondations (stabilité des talus, soutènement provisoire),
- les améliorations éventuelles des sols,
- la stabilité des talus à court terme et à long terme,
- les critères de réception des remblais ou plates-formes,
- les dispositions à prendre vis-à-vis des nappes et avoisinants,
- les conditions de drainage du site,
- l'ensemble des contrôles à prévoir pour la bonne réalisation du projet.

Il s'agit d'une mission de type G12 phase 2 partielle au sens de la norme NFP 94-500.

Cette mission devra être suivie conformément au schéma d'enchaînement de la norme NFP 94-500 par des missions nécessaires à la réalisation du projet assistance contrat travaux (G2) et de l'exécution de l'ouvrage (G3).

I-3 DEFINITION DU PROJET

Le projet concerne la réalisation d'une salle de spectacle type zénith avec une capacité de 6000 places. Le bâtiment se compose d'une partie centrale de type RDC et dont la toiture est située à 19m de haut (structure métallique) et de deux parties latérales à vocation de locaux techniques et administratifs de type R+2 (structure béton) et dont la toiture est située à 11m de haut.

La descente de charge maximale ponctuelle est d'environ 350 tonnes.

Un système de fondations par massifs est envisagé.

I-4 CONTEXTE GEOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE

D'après la carte géologique au 1/50 000ème de l'île de la Réunion, feuille n° 1 - Saint-Denis. Les formations en présence sont constituées par les alluvions fluviales indifférenciées composées de sables, graviers, galets et blocs basaltiques.

Ces alluvions appartiennent aux dépôts de la Ravine du Chaudron.

D'un point de vue hydrogéologique, les alluvions sont aquifères.

I-5 DOCUMENTS REMIS ET REFERENTIELS

• Référentiels :

Pour cette étude, nous avons utilisé les documents suivants :

- Norme NF P 94-011 : reconnaissances des sols et essais,
- Norme XP 94-202 : prélèvement des sols et roches,
- Norme NF P 11-300
- DTU 11.1 : sondage et reconnaissances des sols
- Norme NF P 94-110 : essai pressiométrique Ménard,
- DTU 13-12 : fondations superficielles,
- DTU 13.3 concernant les dallages

• Documents remis :

Pour cette étude, il nous a été remis :

- plan de masse et topographique du projet
- jeu de coupes et vue façade.
- plan des descentes de charges.
- étude préliminaire de faisabilité géotechnique Géotechniques et Contrôles (Rapport 11/03320/3/a)

II - MOYENS MIS EN OEUVRE

La campagne de reconnaissances s'est basée sur la réalisation de :

- 4 fouilles au tracto-pelle descendus au refus entre 0,80 m et 1,60 m et notés PM1 à PM4
- 1 identification de matériau comprenant mesure de la teneur en eau, analyse granulométrique et valeur de bleu.
- 11 sondages profonds dont 8 pour essais pressiométriques et 3 en reconnaissances géologiques :

Sondage	profondeur	Cote NGR approximative	essais
SP1	5.00	37.80	3 essais
SD2	5.00	37.40	/
SP3	10.00	35.80	4 essais
SP4	5.00	36.00	3 essais
SD5	5.00	36.40	/
SD6	5.00	36.40	/
SP7	10.00	36.70	3 essais
SP8	5.00	37.60	3 essais
SP9	5.00	37.70	3 essais
SP10	10.00	38.50	5 essais
SP11	5.00	35.40	5 essais

Les sondages pressiométriques et destructifs ont été réalisés au taillant de 64 mm en roto-percussion avec injection d'un fluide de forage.

Ils ont permis la réalisation d'essais de chargement in situ de type pressiométriques selon la norme NF P 94-110, afin de déterminer les caractéristiques mécaniques des formations géologiques susceptibles de constituer l'assise des fondations. Les caractéristiques mécaniques ainsi déterminées sont :

- le module pressiométrique E_M ;
- la pression de fluage P_f ;
- la pression limite nette PI^* .

Elles servent pour le calcul des charges admissibles par les sols d'assise des fondations et des tassements globaux et différentiels.

III - RESULTATS DES RECONNAISSANCES ET ESSAIS

III.1 GENERALITES

Tous les résultats des sondages réalisés sur l'ensemble du site sont consignés en annexes. Elles comprennent donc :

- * le plan de situation et le plan d'implantation des sondages (annexe 1),
- * les coupes de sondages pressiométriques et destructifs (annexe 2),
- * les sondages à la pelle (annexe 3),
- * les résultats d'analyses en laboratoire (annexe 4).

III.2 SYNTHESE DES RECONNAISSANCES

a) Géologie :

La lithologie mise en évidence est la suivante :

- en tête, au droit des parkings, on trouve 70 cm environ de GNT recouverte ou non d'enrobé
- hors parking, sur une épaisseur de l'ordre 0.30 à 1.20m, sont présents **des limons marron à racines +/- chargés en galets et correspondant à l'horizon biopédologique (terre végétale)**
- puis, localement sont reconnus **des remblais limono graveleux +/- chargés en déchets plastiques** sur des épaisseurs de l'ordre de 0.80 à 1.20m.
- au-delà, on rencontre les **alluvions graveleuses de la Ravine du Chaudron**. Elles sont composées de grave 0/300 à 800 à matrice sableuse ou limoneuse fine brunâtre. Elles sont reconnues jusqu'à la fin des sondages. En tête, il est possible de rencontrer **des limons bruns sableux à galets** interprétés comme des **alluvions limoneuses**.

Les sondages réalisés par Géotechnique et contrôles ont mis en évidence des blocs pouvant atteindre 1 000 mm.

b) Hydrogéologie :

Il n'a pas été mis en évidence d'arrivées d'eaux franches au moment des sondages à la pelle. Pour les sondages destructifs et pressiométriques, aucun niveau n'a pu être relevé compte tenu du mode de foration (forage à l'eau).

Les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et les informations sur les venues d'eaux (cote, absence ou présence...) indiquées dans le rapport, ne reflètent pas forcément le niveau maximum.

Un piézomètre a été installé en SP3. Il appartiendra au maître d'ouvrage de le relever ou de le faire relever jusqu'à commencement des travaux et de vérifier la présence d'eau.

On notera que le projet est situé dans le périmètre de protection rapproché du puits AEP de la ZE du Chaudron situé en rive gauche de la Ravine.

c) Géotechnique :

Les caractéristiques mécaniques des alluvions ont été mesurées par réalisation d'essais pressiométriques. :

SP1			SP3		
Profondeur	E en MPa	PI*en MPa	Profondeur	E en MPa	PI*en MPa
1.50 m	8.3	1.2	2.00	20	2.4
3.00 m	23	2.1	4.00	49	3.8
4.50 m	38	2.0	6.00	1.6	0.24
/	/	/	7.20	7.5	0.64

SP4			SP7		
Profondeur	E en MPa	PI*en MPa	Profondeur	E en MPa	PI*en MPa
1.50 m	97	8.2	2.00	10	1.0
3.00 m	16	1.9	4.00	55	2.7
4.50 m	7.8	0.84	6.00	29	1.2

SP8			SP9		
Profondeur	E en MPa	PI*en MPa	Profondeur	E en MPa	PI*en MPa
1.50 m	39	2.1	1.50 m	46	3.5
3.00 m	18	1.1	3.00 m	29	3.1
4.50 m	15	1.4	4.50 m	8.1	0.95

SP10			SP11		
Profondeur	E en MPa	PI*en MPa	Profondeur	E en MPa	PI*en MPa
2.00 m	92	3.4	1.50 m	6.0	0.74
4.00 m	21	1.5	3.00 m	86	2.0
6.00 m	6.3	1.1	4.50 m	11	1.2
7.50 m	21	0.82	/	/	/
9.00 m	27	3.1	/	/	/

d) Essais de laboratoire :

Le prélèvement réalisé au sein des alluvions limono à sablo graveleuses (PM2 à 1.30m) met en évidence des matériaux de classe **C2B4** selon le GTR 92.

e) Synthèse géo-mécanique :

Données pressiométriques :

Remarque préliminaire :

Les données qui suivent ont pour seul but de préciser les valeurs moyennes pour chaque couche. La conception et la méthodologie de mise en oeuvre des infrastructures devront intégrer les adaptations inhérentes aux variations des limites de couches et aux hétérogénéités locales toujours possibles.

Au vu des résultats des essais pressiométriques, il pourra être associé à ces formations les caractéristiques mécaniques moyennes suivantes correspondant à la moyenne harmonique pour le module,

la moyenne arithmétique pour la pression de fluage et la moyenne arithmétique diminuée d'un demi écart-type pour la pression limite nette.

Nature	E_M (MPa)	P_l^* (MPa)	Nombre de valeurs moyennées
Remblai et horizon biopédologique	/	/	Non testée
Alluvions sablo à limono graveleuses	11.9	1.22	29

Par ailleurs, certains calculs de stabilité nécessitent des valeurs de paramètres intrinsèques. Ceux-ci n'ont pas été mesurés. Par corrélations, on pourra tabler à ce stade de l'étude sur les valeurs suivantes :

Nature	Cohésion c' (kPa)	Angle de frottement ϕ'	Poids volumique γ (kN)
Remblai et horizon biopédologique	0	20	20
Alluvions sablo à limono graveleuses	0	20	24

IV - ADAPTATION DU PROJET AU SITE

On retiendra des paragraphes précédents :

* Géologie et géotechnique :

On trouve :

- Localement des matériaux de remblai à purger.
- Un horizon biopédologique moyennement épais qu'il faudra décaper.
- Puis des graves sablo-limoneuses compactes mais pouvant contenir de gros blocs qui induiront des hors profils lors des terrassements.

* Hydrogéologie :

- Les alluvions sont aquifères, le niveau des PHE de la nappe de la Ravine du Chaudron n'est pas connu.
- Le piézomètre a donné un niveau d'eau à 5 m, le 22/03/05.

* Le projet :

- Le projet prévoit des appuis en majorité filants au droit des locaux administratifs et techniques avec des descentes de charges de 6 à 40T/ml et des appuis isolés reprenant entre 50 et 305 T.
- Au droit de la salle de spectacle , les appuis isolés reprendront des charges de l'ordre de 105 à 130T et ponctuellement 200T.
- La cote du sol fini est calée à 36.50NGR au droit de la salle de spectacle à 36.30NGR au niveau des points de billetterie. Les cotes du TN actuel oscille du Nord au Sud de 35 à 39 NGR environ.

* Sensibilité aux aléas :

Le site apparaît globalement bon d'un point de vue géotechnique avec des aléas liés à :

• La géologie

- aléas liés aux interfaces et aux variations d'épaisseur du toit des alluvions graveleuses et à la présence de remblai.
- aléas liés à la présence de niveaux sableux moins compacts.

• L'hydrogéologie

- aléas liés à la présence d'une nappe dans les alluvions
- aléas liés à la présence d'un captage AEP en rive gauche de la Ravine du Chaudron (Puits de la ZE du Chaudron) et nécessitant que toutes activités , installations, ouvrages sont soumis à autorisation selon l'article 2 du décret n°93-743 du 29 mars 1993.

• La nature des matériaux

- aléas liés à la présence de matériaux hétérogènes d'un point de vue granulométrique et dont les gros blocs peuvent produire des hors profils lors des terrassements.

- aléas liés à la sensibilité des matériaux à l'érosion et aux éboulements.

- L'environnement

- aléas liés à la présence de bâtiments existants et de contraintes enterrées.

- Risque sismique

Conformément à l'article 91461 du Journal Officiel, la Réunion est en zone 0 au niveau sismique.

*** Mode de fondation :**

Une solution de fondations sur semelles ou massifs est envisagée.

*** Niveau d'assise :**

Le niveau d'assise sera constitué par les graves sablo-limoneuses interprétées comme les alluvions graveleuses, seront exclus comme niveaux de fondations l'horizon biopédologique, les remblais et alluvions limoneuses.

*** Ancrage :**

L'ancrage sera le critère le plus restrictif parmi les suivants :

- ancrage de 0,30 m dans le niveau porteur précédemment défini ;
- ancrage de 0,60 m minimum par rapport au TN à tous les stades de la construction ;

Cela donne un niveau d'ancrage minimal de 0,30 m à 1.80 m par rapport au TN actuel (cote tête de sondage).

V-1) GENERALITES - EXTRACTION

Les terrassements nécessiteront l'emploi d'engins puissants (grosse pelle) et du BRH en cas de rencontre de gros blocs ou de contraintes enterrées.

Nous suggérons :

- purge des remblais et des limons de l'horizon biopédologique et des lambeaux d'alluvions limoneuses,
- extraction à la pelle puissante en rétro avec BRH,
- purge des éventuels niveaux foisonnés, peu compacts, organiques.

V-2 TRAFICABILITE

L'arase terrassement intéressera les alluvions graveleuses

En situation météo ou , on tablera sur une PST2-AR1

Des problèmes de réglage de plate-forme pourront être engendrés par la présence de galets et de gros blocs roulés.

On prévoira si nécessaire la mise en place d'une couche de réglage en matériau de type GNT 0/80 ou 0/100.

V-3 REUTILISATION DES MATERIAUX

Les remblais et les limons de l'horizon biopédologique ne sont pas réutilisables .

Les alluvions graveleuses C2B4 pourront être réutilisées en remblai après tri des gros blocs (> 300 mm).

V-4 STABILITE DES TALUS

En ce qui concerne la stabilité des talus, il pourra être retenu ***pour les talus en déblais en phase provisoire et en l'absence de fortes précipitations :***

- dans les alluvions graveleuses des pentes de :1B/1H ; (Base/Hauteur)

A long terme, dans les mêmes conditions, les talus respecteront une pente de 2B/1H (Base/Hauteur).

Toutes ces valeurs sont données en supposant l'absence de surcharges en tête des talus et l'absence de venues d'eaux.

Pour les remblais en GNT, les talus respecteront une pente de 3B/2H (Base/Hauteur).

Les talus de déblais et les remblais devront impérativement être protégés contre les effets des eaux de ruissellement (entraînement de fines). A cet effet, une végétalisation rapide est vivement conseillée.

Cas particulier des fouilles ou tranchées de grande profondeur

Dans le cas où seraient réalisées des fouilles d'une profondeur supérieure à 1,20 m, il est fortement recommandé de s'orienter vers des techniques d'ouverture ou de confortement adaptées au phasage d'exécution, aux caractéristiques des sols en présence et du site : fouilles blindées par passes alternées ou talutage de type 1B/1H (Base/Hauteur).

Lors des sondages à la pelle des éboulements sont notés.

Il appartiendra à l'entreprise de justifier la stabilité de la fouille vis à vis des organismes de sécurité.

V-5 DRAINAGE

En phase chantier, les dispositifs d'assainissement correspondent à la nécessité de protéger la plate-forme et les talus des ruissellements et des précipitations directes.

On envisagera de réaliser des fossés en périphérie pour permettre l'évacuation des eaux de pluies lors des terrassements. Le fond de forme sera terrassé en toit ou en pointe de diamant.

En phase définitive, on prévoira un drainage à l'arrière des murs éventuels. L'arase au niveau des alluvions graveleuses ne devrait pas poser de problèmes de stagnation d'eau.

On veillera à bien récupérer les eaux de surface de la plate forme pour éviter leur infiltration au droit des ouvrages et des fondations.

VI-1) PRINCIPE DE CALCUL

Le niveau d'assise des fondations superficielles sera adapté de manière à ce qu'il n'y ait pas de transfert de charge entre ceux-ci par l'intermédiaire des sols.

Le dimensionnement des semelles sera mené à partir des règles du DTU 13-12.

- *Contrainte de calcul :*

Pour une semelle isolée sous charge verticale centrée de largeur B de longueur L et d'encastrement D, la contrainte ultime est donnée par

$$q_u = k_p P_{le}^* + \gamma D$$

avec γ masse volumique du sol déjaugé

P_{le}^* est la pression limite nette équivalente calculée comme la valeur moyenne sur une profondeur égale à 1,5 fois la largeur de la fondation.

k_p : est le facteur de portance qui dépend des dimensions de la fondation et de la nature du sol.

La contrainte de calcul est la valeur la plus faible entre

- $q_u/2$
- celle qui dispense des tassements différentiels.

- *Tassements :*

Selon la méthode pressiométrique, le tassement sous la semelle de fondation se calcule par ;

$$s = s_c + s_d$$

avec

$$s_c = \alpha \frac{(p - q'_{o'}) \cdot \lambda_c \cdot B}{9 \cdot E_M}$$

$$\text{et } s_d = \frac{2}{9 \cdot E_M} (p - q'_{o'}) \cdot B_o \left(\lambda_d \cdot \frac{B}{B_o} \right)^\alpha$$

où

α : coefficient rhéologique des sols

E_M : module pressiométrique

B_o : largeur de référence égale à 0,60 m

B : largeur de la fondation

λ_c et λ_d : coefficients de forme fonctions de la géométrie de la fondation.

$q'_{o'}$: contrainte verticale effective au niveau d'assise de la fondation avant travaux.

p : pression moyenne appliquée sur la fondation

VI-2) ETAT LIMITE DE RESISTANCE DU SOL

Le niveau d'assise des fondations sera constitué par les alluvions graveleuses

Le mode de fondation retenu sera superficiel par semelles ou massifs. Elles seront ancrées de 0,30 m dans le niveau d'assise. Ponctuellement le niveau d'assise effectif des semelles pourra être rattrapé par un gros béton en cas de surépaisseur des alluvions graveleuses.

Compte tenu des essais pressiométriques réalisés au droit du bâtiment, il a été retenu, pour le dimensionnement des fondations la valeur de pression limite nette équivalente moyenne suivante :

$$p_{le}^* = 1.22 \text{ MPa}$$

Dans le cas de charges verticales et centrées, vis-à-vis des sollicitations aux Etats Limites Ultimes, il pourra être retenu une contrainte de calcul égale à :

$$q_{ELU} = 610 \text{ kPa}$$

soit une contrainte de service à rapprocher des sollicitations aux Etats Limites de Services égale à :

$$p_{ELS} = 406 \text{ kPa}$$

Cette valeur sera limitée volontairement à **350 kPa (ELS) pour des problèmes de remaniement.**

VI-3) TASSEMENTS

Les tassements sous **semelles ou massifs**, résultants de l'application des contraintes données ci-dessus seront de l'ordre de :

	Tassements sous 350 kPa aux ELS
Semelles ou massifs de 1.20×1.20m	De l'ordre du demi centimètre
Semelles ou massifs de 2.00×2.00m	De l'ordre de 0.8cm
Semelles ou massifs de 3.00×3.00m	De l'ordre du centimètre

La totalité des tassements pourront être différentiels. Le bureau d'étude structures jugera si ces tassements sont admissibles pour le type de construction envisagé.

La justification précédente vis à vis des tassements suppose que les niveaux porteurs ne seront surchargés d'aucun remblai supplémentaire.

VI-4) SUJETIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DES FONDATIONS

Les sujétions sont liées :

- **A l'environnement nécessitant :**

- la purge et substitution par une GNT soigneusement compactée (ou par un gros béton dans l'impossibilité de compacter) en cas de découverte de vestiges enterrés,

- la purge de niveaux décomprimés et foisonnés ou des poches de matériaux organiques ou scoriacés, avec sur-profondeur jusqu'aux sols non organiques et remblaiement par une GNT soigneusement compactée.

- **A la réalisation des fondations réclamant :**

- un ancrage des fondations dans le niveau porteur défini d'au moins 30 cm et **bétonnage immédiat**.
- l'utilisation d'un béton peu poreux avec $E/C_{\text{eff}} < 0,5$.

- **A la réalisation des terrassements impliquant :**

- la présence de blocs pouvant induire des hors profils et dont l'empreinte sera substitué par une GNT compactée ou par un gros béton.
- la purge totale des niveaux foisonnés ou décomprimés ainsi que des blocs > 300 mm sous les fondations.

- **A l'adaptation du projet au site nécessitant :**

- le respect des règles du DTU 13-12 des fondations superficielles sur les niveaux d'assise décalés,
- la mise en place d'un joint de rupture (y compris au niveau des fondations) entre deux parties d'ouvrages voisins s'ils peuvent se comporter différemment vis à vis des tassements (dispositifs de fondations différents, nature d'assise différente...).

VII - NIVEAU BAS

En égard à la nature du projet et des formations géologiques du site, les dallages pourront être réalisés sur terre-plein.

Le projet est en déblai côté Sud et en remblai côté Nord.

La plate-forme intéressera donc soit directement les alluvions graveleuses ou nécessitera la mise en œuvre d'un remblai technique (Nord)

VII-1) RAPPEL DE LA NOMENCLATURE

Les dallages en béton sont régis par les règles professionnelles "Travaux de dallage" de mars-avril 1990 (Annales I.T.P.T.P. n° 482).

Selon ces règles, la définition des types de dallage est la suivante :

Dallage à usage d'habitation ou de bureaux :

- charge répartie < 2,5 kPa,
- charge roulante < 15 kN/essieu

Dallage à usage industriel sans rôle particulier :

Pour stockage léger :

- charge répartie < 8 kPa
- charge concentrée 25 kN/essieu.

Pour usage lourd :

- charge répartie < 120 kPa,
- charge concentrée < 120 kN.

VII-2) SUJETIONS D'EXECUTION

Dallage à usage de bureaux :

*En cas d'assise dans le terrain naturel et après décapage des remblais, des limons de l'horizon biopédologique et des alluvions limoneuses, la couche de forme assise sur les alluvions graveleuses pourra être composée de :

- 20 cm de matériaux type 0/63 insensibles à l'eau (moins de 8 % de fines) fermée par
- 10 cm de matériaux type 0/31,5 compactés à 95 % de l'OPM.

Avant la mise en œuvre de cette structure, le fond de forme sera recompacté à 95 % de l'OPN et purgé des éventuelles poches de matériaux détériorés par la circulation des engins et les conditions météorologiques ou possédant une teneur en matière organique supérieure à 3%.

L'ensemble sera réceptionné par essais à la plaque mode opératoire LCPC avec comme objectifs ciblés :

Fond de forme : EV2 > 50 MPa k = EV2/EV1 ≤ 1,6
Couche finale : EV2 > 75 MPa k = EV2/EV1 ≤ 1,6
Module de Westergaard = ks1 > 75 MPa/m (7.5 bar/cm)

*En cas de remblaiement de la plate-forme, le remblai technique pourra être réalisé en matériau bien gradué type 0/80 et respectant les critères suivants :

Dmax < 80mm
VBS < 0.1
Passant à 80 µm < 8%

Sur ce remblai technique, la couche de forme sous dallage se réduira donc à une couche de fermeture de 10 cm en 0/31.5

L'ensemble sera réceptionné par essais à la plaque mode opératoire LCPC avec comme objectifs ciblés :

Fond de forme (avant remblai technique): EV2 > 50 MPa k = EV2/EV1 ≤ 1,6
Couche intermédiaire remblai technique : EV2 > 50 MPa k = EV2/EV1 ≤ 1,6
Couche finale remblai technique et couche de forme : EV2 > 75 MPa k = EV2/EV1 ≤ 1,6
Module de Westergaard = ks1 > 75 MPa/m (7.5 bar/cm)

Dallage à usage lourd :

* En cas d'assise dans le terrain naturel et après décapage des remblais, des limons de l'horizon biopédologique et des alluvions limoneuses, la couche de forme assise sur les alluvions graveleuses pourra être composée de :

- 40 cm de matériaux type 0/63 insensibles à l'eau (moins de 8 % de fines) fermée par
- 10 cm de matériaux type 0/31,5 compactés à 95 % de l'OPM.

Avant la mise en œuvre de cette structure, le fond de forme sera recompacté à 95 % de l'OPN et purgé des éventuelles poches de matériaux détériorées par la circulation des engins et les conditions météorologiques ou possédant une teneur en matière organique supérieure à 3%.

L'ensemble sera réceptionné par essais à la plaque mode opératoire LCPC avec comme objectifs ciblés :

Fond de forme : EV2 > 50 MPa k = EV2/EV1 ≤ 1,6
Couche finale : EV2 > 100 MPa k = EV2/EV1 ≤ 1,6
Module de Westergaard = ks1 > 100 MPa/m (10 bar/cm)

*En cas de remblaiement de la plate-forme, le remblai technique pourra être réalisé en matériau bien gradué type 0/80 et respectant les critères suivants :

Dmax < 80 mm
VBS < 0.1
Passant à 80 µm < 8%

La couche de forme sous dallage se réduira donc à une couche de forme de 20 cm fermée par 10 cm en 0/31.5

L'ensemble sera réceptionné par essais à la plaque mode opératoire LCPC avec comme objectifs ciblés :

Fond de forme (avant remblai technique):	EV2 > 50 MPa	k = EV2/EV1 ≤ 1,6
Couche intermédiaire remblai technique :	EV2 > 75 MPa	k = EV2/EV1 ≤ 1,6
Couche finale remblai technique et couche de forme :	EV2 > 100MPa Module de Westergaard = ks1> 100 MPa/m (10 bar/cm)	k = EV2/EV1 ≤ 1,6

VIII - COUCHES DE FORME SOUS VOIRIE ET PARKING

On pourra retenir pour la plate-forme support dans les alluvions graveleuses les caractéristiques suivantes :

PST2

AR1

Conformément au GTR 92, on tablera pour l'obtention d'une PF2+ sur une couche de forme d'épaisseur 0,50 m de matériau D31 ou d'épaisseur 0,40 m de matériau D31 si celui-ci devait être intercalé d'un géotextile.

Ce géotextile serait de type anti-contaminant et anti-poinçonnement. Un géotextile de classe 7 serait bien approprié.

L'ensemble sera mis en oeuvre selon les prescriptions du GTR 92 (NF P 11-300) et réceptionné par essais à la plaque avec comme prescriptions :

$EV2 > 70 \text{ MPa}$

et $k < 1,5$

A titre indicatif, si l'on vise des PF de qualité inférieure, l'épaisseur des couches D31 sera ramenée à :

- une couche de réglage pour une PF1
- 0.25 m pour une PF1+
- 0.35 m pour une PF2

IX - CONCLUSIONS

Cette étude de faisabilité des ouvrages géotechniques a permis de conclure sur les conditions de réalisation des bâtiments.

- Les reconnaissances réalisées au droit des bâtiments mettent en évidence une lithologie hétérogène d'un point de vue granulométrique.
- On retiendra la présence d'un horizon biopédologique et de remblais qu'il faudra purger.
- Compte tenu des descentes de charges annoncées, on s'orientera vers une solution de fondations par semelles ou massifs ancrés dans les alluvions graveleuses avec une contrainte admissible aux ELS limitée à 350Kpa. Les gros blocs sous fondations devront être retirés pour éviter les points durs.
- Compte tenu des cotes projet située en partie au dessus du terrain naturel, la réalisation de dallages sur terre plein nécessitera la réalisation de remblai technique de rattrapage en matériau d'apport.

Une solution de fondations de tout ou partie du bâtiment sur remblai technique (contrainte admissible aux ELS limitée alors à 200 kPa) est peu envisageable compte tenu des charges à reprendre.

La présente mission se termine avec la remise de ce rapport. Nous restons bien évidemment à la disposition de tous les intervenants pour toute information complémentaire. Toute mission complémentaire (visite de fond de fouille, réunion de chantier,...) fera l'objet d'une facturation séparée.

Fait à Sainte-Marie, le 18/03/2005

La responsable du dossier

Le responsable du LRR

D. BONNOT

C. FLEURIE

ANNEXES

1 - Plan de situation et plan d'implantation des sondages

2 - Sondages pressiométriques et destructifs

3 - Sondages à la pelle

4 - Essais de laboratoire