

GEODECRION
LA GÉOTECHNIQUE DEPUIS 1972

Ingénieur conseil - Ingénierie – Expertises
Géotechnique - Géophysique
Loi sur l'Eau - Environnement – Etude pollution
Sondage et essais de sol - Instrumentation
Laboratoire - Assistance Technique

Diffusion par mail (jean-christophe.jomain@jorisode.fr)

JORISIDE
THE STEEL FUTURE

BEAUGENCY
(Loiret)

Rue de la Pointe Maubinée
Parcelles n°29 à 36 et 203, Section ZE

Construction de bâtiments et voiries

Sondages et essais de sol

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

N° Affaire :		T25-008 / G2 – AVP+PRO + G5	20/02/2025
ETABLI PAR	VERIFIE PAR	Annexes : 30	Première Diffusion
P. GAULTIER	A. DRU	Texte : 33	
<i>Chargé d'affaire</i>	<i>Responsable d'agence</i>	Nb de feuilles : 64	

© 2025 – GEODECRION OUEST (37)

GEODECRION OUEST : JOUÉ-LÈS-TOURS (37) / LE MANS (72)
Agence de JOUÉ-LÈS-TOURS : 23, Rue Nicolas Appert – 37300 JOUÉ-LÈS-TOURS
Tel : 02 47 05 88 42 – geodecrion@geodecrion.net
www.geodecrion.com

Nos Agences **GEODECRION** : NANCY-METZ (54-Lesménils) – VICHY (03-Creuzier) – SAINTES (17) – LUXEMBOURG (GEOSOLUX)

Table des matières

I - MISSION.....	2
II - PROJET.....	2
III - ETUDE GEOTECHNIQUE	3
3.1 <i>METHODE DE TRAVAIL</i>	3
3.2 <i>RESULTATS ET INTERPRETATION</i>	3
3.2.1 LE SITE.....	3
3.2.2 NATURE DU SOL	4
3.2.3 L'EAU DANS LE SOL	5
3.2.4 MESURE PONCTUELLE DE LA PERMEABILITE	5
3.2.5 CARACTERISTIQUES MECANIQUES.....	7
3.2.6 CLASSIFICATION SELON LES RISQUES	8
IV - ETUDE DES FONDATIONS	14
4.1 <i>FONDATION PAR RADIER</i>	14
4.1.1 NIVEAU MINIMUM D'ASSISE.....	14
4.1.2 JUSTIFICATION VIS-A-VIS DU POINCONNEMENT	14
4.1.3 TASSEMENT PREVISIBLE.....	16
4.1.4 PRECAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE.....	17
4.1.5 PROTECTION	18
4.1.6 COEFFICIENT DE REACTION VERTICAL DU SOL kv.....	18
4.2 <i>FONDATION PAR SEMELLES ET/OU MASSISF</i>	19
4.2.1 NIVEAUX MINIMUM D'ASSISE.....	19
4.2.2 TAUX DE TRAVAIL ADMISSIBLE	20
4.2.3 EVALUATION DES TASSEMENTS.....	21
4.2.4 CONSEILS GENERAUX DE MISE EN ŒUVRE	23
V - ANOMALIES PONCTUELLES	24
VI - FONDATIONS DES DALLES DE FOND.....	25
VII - MITOYENS	25
VIII - JOINTS DE CONSTRUCTION	25
IX - ETUDE DES CHAUSSEES, VOIRIES ET PARKINGS	26
9.1 <i>VOIRIES LEGERES</i>	26
9.1.1 METHODOLOGIE.....	26
9.1.2 COUCHE DE FORME	26
9.1.3 RAPPEL DES REGLES DE L'ART APPLICABLES PAR L'ENTREPRISE	29
9.1.4 CONSTITUTION DES ROUTES & DES PARKINGS.....	29
9.2 <i>VOIRIES LOURDES</i>	31
9.2.1 METHODOLOGIE.....	31
9.2.2 PARTIE SUPERIEURE DES TERRASSEMENTS (PST) ET CLASSE D'ARASE (AR).....	31
9.2.3 COUCHE DE FORME	32
9.2.4 MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE FORME	32
9.2.5 PREDIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES	32

I - MISSION

A la demande de Mr JOMAIN et pour le compte de JORIS IDE NV, notre société a réalisé 3 sondages de reconnaissance, 6 essais de perméabilité et des essais de sol en janvier 2025, à l'emplacement envisagé pour la construction de bâtiments et voiries, implantée Rue de la Pointe Maubinée à BEAUGENCY (45190).

Notre mission consistait en une étude géotechnique pour :

- Reconnaître les sols de fondation au droit du projet,
- Faire une proposition sur les types et caractéristiques des fondations à envisager,
- Etudier les possibilités et les modalités de réalisation des dallages de fond sur terre-plein,
- Dimensionner les couches de chaussées et parkings propres au projet,
- Mesurer la perméabilité In Situ à différentes profondeurs.

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception G2 – AVP+PRO + G5 de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013, et le NF DTU 13.1 P1-1 de septembre 2019.

Les documents fournis pour remplir notre mission ont été ceux du dossier de plan qui nous a été communiqué, supposé lu et connu.

II - PROJET

Il s'agit de la construction d'une usine, son extension, un bâtiment de bureaux et un bâtiment pour l'activité Baule 1, tous en RDC et R+1 et sans sous-sol, ainsi que la réalisation de voiries.

L'altitude du plancher bas de l'ouvrage ne nous a pas été communiquée, elle devrait se situer sensiblement au niveau de la surface topographique du terrain au moment du chantier.

Les charges maximales reçues par les sols ne nous ont pas été communiquées.

III - ETUDE GEOTECHNIQUE

3.1 METHODE DE TRAVAIL

Nous avons procédé à l'exécution de 3 sondages de reconnaissance noté DEC1 à DEC3 jusqu'à 6,0 m de profondeur par rapport à la surface topographique du terrain au moment du chantier.

Son implantation est reportée sur le plan annexé.

Les sondages ont été forés en Ø 63 mm à la tarière mécanique hélicoïdale continue avec un atelier SOCOMAFOR 35 P et MAP 90.

Des échantillons remaniés représentatifs des différentes couches traversées ont été prélevés au fur et à mesure de l'avancement pour leur identification géologique ; leur résistance a été mesurée au moyen d'essais au **pressiomètre** (EN ISO 22476-4), et au **pénétrromètre** dynamique (EN ISO 22476-2), battus jusqu'au refus.

Faute de référence topographique, les têtes de sondages ont été nivelées par nos soins en prenant comme référence un avaloir situé à proximité (altitude locale de + 100). Ce point de référence est reporté sur le plan annexé.

Ces altitudes sont inscrites sur les feuilles de sondages annexées.

Elles sont données avec une précision de +/- 0,2 mètre.

La coupe géologique de chacun des sondages, et les résultats des essais, sont joints sur les feuilles placées en annexe.

3.2 RESULTATS ET INTERPRETATION

3.2.1 LE SITE



3.2.2 NATURE DU SOL

Les sondages de reconnaissance a permis de distinguer les formations ci-après :

■ Couche 1 :

- des **remblais hétérogènes**, composés par des **limons argilo-sableux**, de couleurs dominantes marron, brune et beige, sur une épaisseur de :

DEC N°	Epaisseur (m)
1	0,3
2	1,0
3	1,0

Ces remblais sont mal caractérisés (absence de débris d'activité humaine). Leur épaisseur peut varier.

■ Couche 2 :

- des **argiles**, sableuses et à cailloutis calcaire, de couleurs dominantes marron, beige et ocre, jusqu'aux profondeurs suivantes :

DEC N°	Profondeur (m)
1	1,4
2	2,0
3	1,6

■ Couche 3 :

- le **substratum**, composé par du **calcaire**, +/- altéré en tête, de couleurs dominantes beige et banche, au-delà.



Sondage DEC1



Sondage DEC2



Sondage DEC3

3.2.3 L'EAU DANS LE SOL

Il n'a pas été observé d'arrivée d'eau au moment du chantier (le 23/01/2025).

Signalons cependant que les sols superficiels sont souvent le siège de circulations anarchiques d'eaux d'infiltration qui ont tendance à gagner les points bas naturels ou artificiels, notamment dans les remblais.

Nota : des arrivées d'eaux ponctuelles peuvent être rencontrées en cas d'épisodes météorologiques défavorables dans les niveaux superficiels et d'altérations.

3.2.4 MESURE PONCTUELLE DE LA PERMEABILITE

L'évaluation de la perméabilité des sols meubles a été réalisée par 6 essais PORCHET.

Il a été effectué 6 sondages notés K1 à K6, à 3,0 m de profondeur, à la tarière hélicoïdale continue Ø 89 mm avec un atelier MAP 90.

Ils ont été remplis d'eau, et la descente a été mesurée en fonction du temps.

Les essais ont donné les courbes jointes en annexe, soit les perméabilités suivantes en mètres par seconde par la méthode Porchet.

Sondage (n°)	Perméabilité k (m/s)	Stratigraphie
K1	5.10^{-9}	ARGILES
K2	6.10^{-9}	SUBSTRATUM
K3	6.10^{-9}	SUBSTRATUM
K4	6.10^{-9}	SUBSTRATUM
K5	5.10^{-9}	SUBSTRATUM
K6	6.10^{-9}	SUBSTRATUM
Moyenne	6.10^{-9}	SUBSTRATUM

Le tableau ci-dessous indique la valeur des perméabilités :

Nature du sol	Ordre de grandeur de k en m/s	Degré de perméabilité
Graviers moyens à gros	10^{-1} à 10^{-3}	Très élevé
Petits graviers, sable	10^{-3} à 10^{-5}	Assez élevé
Sable très fin, sable limoneux, loess	10^{-5} à 10^{-7}	Moyenne
Limon compact, argile silteuse	10^{-7} à 10^{-9}	Très faible
Argile franche	10^{-9} à 10^{-12}	Pratiquement imperméable

La perméabilité des sols en place est donc très faible a pratiquement imperméable, au droit des sondages, et dans la tranche de profondeur testée.

Il sera nécessaire d'acheminer l'eau vers un exutoire.

3.2.5 CARACTERISTIQUES MECANIKES

Les caractéristiques mécaniques mesurées dans les sondages au pénétromètre (EN ISO 22476-2), et au moyen d'essais au pressiomètre (EN ISO 22476-4) dans les sondages de reconnaissance, s'avèrent, avec :

E_m = module Ménard

PI^* = pression limite nette

q_d = résistance en pointe effective

■ Couche 1 :

- Hétérogènes dans les remblais avec :

$E_m = 21 \text{ MPa}$,

$PI^* = 0,50 \text{ MPa}$,

$0,8 \leq q_d \leq 3,3 \text{ MPa}$

■ Couche 2 :

- Bonnes dans les argiles avec :

$18 \leq E_m \leq 20 \text{ MPa}$,

$0,56 \leq PI^* \leq 0,63 \text{ MPa}$,

$2,0 \leq q_d \leq 6,0 \text{ MPa}$

■ Couche 3 :

- Excellentes dans le substratum avec :

$12 \leq E_m \leq +100 \text{ MPa}$,

$1,1 \leq PI^* \leq 2,4 \text{ MPa}$,

$4,8 \leq q_d \leq +10 \text{ MPa}$

Les valeurs à retenir dans chacune des couches pour les calculs sont données dans le modèle géotechnique ci-après :

Couche (n°)	Nature	Prof. base (m)	Epaisseur (m)	α	E_m (MPa)	E_s (MPa)	PI^* (MPa)	q_d (MPa)
1	REMBLAIS	≈ 1,0	≈ 1,0	0,67	21	31	0,5	1,0
2	ARGILES	2,0	1,0	1,0	19	19	0,59	2,0
3	SUBSTRATUM	> 6,0	> 4,0	0,5	64	128	2,0	5,0





Avec $E_s = E_m/\alpha$.

3.2.6 CLASSIFICATION SELON LES RISQUES

a) Risque sismique et classification :

- Le projet :

Les constructions sont classées en quatre catégories d'importance définie suivant le Code de l'Environnement (article R 563-3). Ces catégories sont référencées dans le tableau suivant :

Catégorie d'importance	Description
I 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III 	<ul style="list-style-type: none"> ■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

Si le projet est destiné à recevoir moins de 300 personnes, il est de 4^{ème} catégorie et donc **d'importance II.**

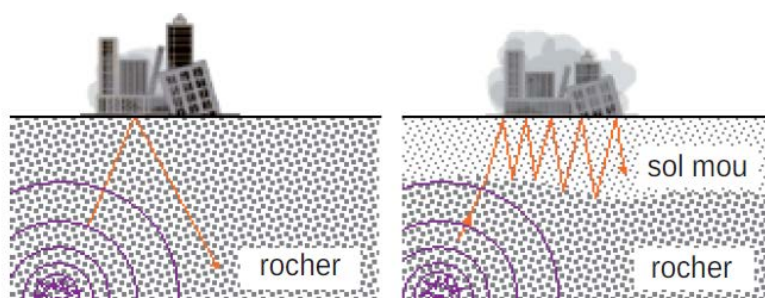
S'il est destiné à recevoir plus de 300 personnes, il est de 3^{ème} catégorie et donc **d'importance III.**

Par ailleurs, à chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance γ_1 qui vient moduler l'action sismique de référence.

Catégorie d'importance	Coefficient d'importance γ_1
I	0,8
II	1
III	1,2
IV	1,4

- **Classification des sols :**

La nature locale du sol sur les premiers mètres en surface influe fortement sur la sollicitation ressentie au niveau des bâtiments.



Amplification du signal sismique suivant la nature du sol

La classe du sol a été définie en considérant les sondages de reconnaissance et les essais géotechniques réalisés in situ.

Elle est définie selon le tableau ci-dessous (Eurocodes 8 tableau 1.5-1 [EC8-1/3.1.2-(1)])
page 41 :

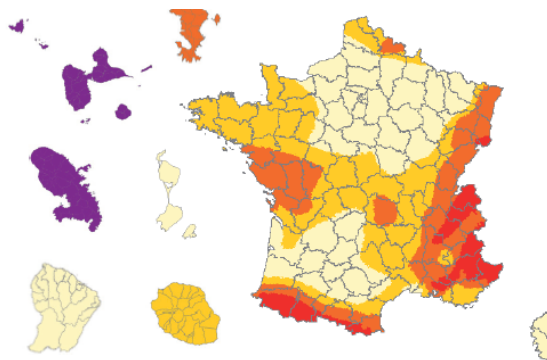
Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres			Ordre de grandeur		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (coups/30 cm)	C_u (kPa)	q_c (MPa)	E_M (MPa)	P_1 (MPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant.	> 800	-	-		> 100	> 5
B	Dépôts raides de sable, de graviers ou d'argile surconsolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur.	360 – 800	> 50	> 250	> 3,5 (argile) > 20 (sable)	25 – 100	> 1,2 (argile) 2,0 à 5,0 (sable)
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide ayant des épaisseurs de quelques dizaines à quelques centaines de mètres.	180 – 360	15 – 50	70 – 250	De 1 à 3,5 (argile) De 6 à 20 (sable)	5 – 25	0,5 à 1,2 (argile) 0,8 à 2 (sable)
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes.	< 180	< 15	< 70	< 1 (argile) < 5 (sable)	< 5	< 0,5 (argile) < 0,8 (sable)
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v_s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $v_s > 800$ m/s.						
S ₁	Dépôts composés ou contenant une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (I_p ou $P_1 > 40$) et une teneur en eau importante.	< 100	-	10 – 20	< 0,6		< 0,2
S ₂	Dépôts de sols liquéfiables, d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S ₁						

Le profil de sol à considérer dans le présent rapport est de classe A.

• **Classification du site :**

Le site géographique est à classer en **zone sismique 1 (aléa très faible)** d'après la carte de sismicité de la France (Décret n° 2010-1255 du 22 Octobre 2010).

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a_{gr} (m/s ²)
Zone 1	Très faible	0,4
Zone 2	Faible	0,7
Zone 3	Modéré	1,1
Zone 4	Moyen	1,6
Zone 5	Fort	3



Le coefficient de sol S permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée par certains sols (arrêté du 22 Octobre 2010).

Classes de sol	S (zones 1 à 4)	S (zone 5)
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4

• **Paramètres liés au séisme :**

Il appartient au Maître d’Ouvrage de préciser la classe d’importance de l’ouvrage.

L’hypothèse faite ci-après, qui influence les paramètres de calculs structurels, doit être confirmée par le maître d’ouvrage.

Les paramètres qui découlent de la zone de sismicité, de la classe de sol et de la catégorie d’importance du bâtiment sont :

Zone de sismicité : 1	D’où l’accélération maximale au rocher : $a_{gr} = 0,4$
Catégorie d’importance du bâtiment : II	D’où le coefficient d’importance : $\gamma_I = 1$
Classe de sol : A	D’où le paramètre de sol : $S = 1$

$D’où a_{max} = a_{gr} \times \gamma_I \times S = 0,4 \text{ m/s}^2$
--

• **Définition du coefficient d’amplification topographique :**

Eu égard à la topographie du site quasi plane, les effets topographiques peuvent être négligés et n’entraînent donc aucune majoration des efforts sismiques.

L’Eurocode 8-1 impose pour les structures importantes ($\gamma_I > 1$) , de catégorie III & IV, la prise en compte des effets d’amplification topographique (page 334 & 335 §4.1.2.3) :

Tableau 4.1-5 Coefficients d’amplification topographiques S_T [EC8-5/Annexe A.2]

Catégorie de bâtiment	Coefficient d’amplification* à proximité de la crête S_T
Catégorie I	Retour d’expérience des sites en conditions comparables
Catégorie II	$S_T = 1$
Catégorie III/IV Pente < 15° ; $H \geq 30$ m	$S_T = 1$
Catégorie III/IV, versants et pentes isolés Pente > 15° ; $H \geq 30$ m	$S_T = 1,2$ Si couche lâche en surface : $S_T = 1,2 \times 20 \%$
Catégorie III/IV, buttes Pente < 30° ; $H \geq 30$ m	$S_T = 1,2$ Si couche lâche en surface : $S_T = 1,2 \times 20 \%$
Catégorie III/IV, buttes Pente > 30° ; $H \geq 30$ m	$S_T = 1,4$ Si couche lâche en surface : $S_T = 1,4 \times 20 \%$
* Il est admis [EC8-5/Annexe A.2-(d)] que la valeur de S_T décroît linéairement, en fonction de la hauteur au-dessus de la base ou du versant ou de la butte, jusqu’à valoir 1 à la base.	

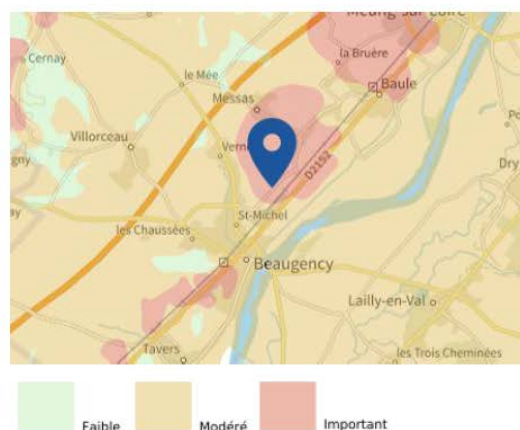
b) Risque au retrait des sols de fondation :

Le site est classé en aléa **fort** dû aux mouvements de terrain différentiels consécutifs aux sécheresses et à la réhydratation des sols (phénomène de retrait-gonflement des argiles).

📍 Risque à mon adresse **IMPORTANT**

🏠 Risque sur la commune **IMPORTANT**

Les sols qui contiennent de l'argile gonflent en présence d'eau (saison des pluies) et se tassent en saison sèche. Ces mouvements de gonflement et de rétractation du sol peuvent endommager les bâtiments (fissuration). Les maisons individuelles qui n'ont pas été conçues pour résister aux mouvements des sols argileux peuvent être significativement endommagées. C'est pourquoi le phénomène de retrait et de gonflement des argiles est considéré comme un risque naturel. Le changement climatique, avec l'aggravation des périodes de sécheresse, augmente ce risque.

**c) Risque minier et cavités souterraines :**

Aucune cavité n'est recensée au droit de la parcelle (source georisques.gouv.fr).

d) Risque inondations :

La commune est située hors zone de crues potentielles (source georisques.gouv.fr).

e) Risque de liquéfaction :

L'analyse de la liquéfaction n'est pas requise dans les zones de sismicité 1 et 2 (très faible et faible) par l'arrêté de l'article 4 de l'Euro code 8 NF-EN 10 298-5.

En conséquence, ce risque est **nul**.

IV - ETUDE DES FONDATIONS

De l'analyse des résultats des sondages et des essais présentés plus haut, il ressort principalement que des **remblais hétérogènes** (couche 1) reposent sur des **argiles** (couche 2) de bonnes caractéristiques mécaniques et sensibles aux phénomènes de retrait-gonflement, puis sur un **substratum** (couche 3) d'excellentes caractéristiques mécaniques.

Il est évidemment exclu de se poser sur les **remblais hétérogènes** (couche 1).

Dans ces conditions, il est possible d'envisager les systèmes de fondation superficielles suivants :

- par **RADIER**, assis dans les **argiles** (couche 2),
- par **SEMELLES et/ou MASSIFS** avec un ancrage suffisant dans le **substratum dur et sain** (couche 3).

Ces solutions sont étudiées ci-après.

4.1 FONDATION PAR RADIER

4.1.1 NIVEAU MINIMUM D'ASSISE

Le radier sera ancré dans les **argiles** (couche 2), ou assis sur le toit des **argiles** (couche 2), et assis à la profondeur minimale de 1,0 m, au besoin, par l'intermédiaire d'un massif de substitution compacté pour le rendre incompressible, ou en gros béton coulé pleine fouille.

En conséquence, les profondeurs minimales des assises seront par rapport à la surface topographique au moment du chantier, de 1,0 m de profondeur.

4.1.2 JUSTIFICATION VIS-A-VIS DU POINCONNEMENT

a) *Méthode pénétrométrique :*

En appliquant pour taux de travail admissible " Q_{ELS} " sous la fondation le 1/15 de la résistance à la rupture dynamique au pénétromètre, le coefficient de sécurité obtenu est de 6 dans les sols courants et sableux, et de 3,6 dans les sols argileux, d'après la règle de Sanglerat.

Avec $q_d = 2,0$ MPa,

$$Q_{ELS} = 0,1 \text{ MPa}$$

b) Méthode Eurocode 7 (Norme NF P 94-261) :

En appliquant la norme d'Application Nationale de l'Eurocode 7 (NF P 94-261) « Fondations superficielles », la contrainte de calcul q_{net} associée à la résistance nette du terrain est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = K_p P_{le} * i_\delta i_\beta$$

P_{le} = Pression limite nette équivalente au niveau d'assise retenu = 0,50 MPa

K_p = facteur de portance pressiométrique en fonction des dimensions de la fondation = 0,8

i_δ = coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement = 1

i_β = coefficient de portance lié à la proximité d'un talus de pente $\beta = 1$

Les valeurs de calcul de la résistance nette du terrain en termes de contrainte aux ELU et aux ELS pour une fondation uniformément chargée s'écrivent :

$$\sigma_{R;d} = q_{net} / (\gamma_{R;d;v} \gamma_{R;v})$$

$$\sigma_{R;d} \text{ (E.L.U.)} = \mathbf{0,23 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{R;d} \text{ (E.L.S.)} = \mathbf{0,14 \text{ MPa}}$$

Aux E.L.U. : $\gamma_{R;d;v} = 1,2$ & $\gamma_{R;v} = 1,4$

Aux E.L.S. : $\gamma_{R;d;v} = 1,2$ & $\gamma_{R;v} = 2,3$

c) Conclusion :

Pour le dimensionnement des fondations, on prendra le taux de travail admissible de :

$q_{ELS} = 0,1 \text{ MPa}$ soit 10 T/m^2
--

$$0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ bar} = 1 \text{ daN/cm}^2 = 10^3 \text{ daN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 10 \text{ T/m}^2 = 100 \text{ kN/m}^2 = 0,1 \text{ MN/m}^2$$

4.1.3 TASSEMENT PREVISIBLE

Les calculs des tassements pourront être affinés après réception des descentes de charges, afin de valider ce mode de fondation.

Les calculs de tassements ci-après ont été réalisés au droit du sondage DEC2.

Les tassements totaux W et différentiels W' ont été calculés par la méthode pressiométrique L. MENARD exposée dans l'Eurocode 7 en assimilant le radier à une semelle carrée de 10 x 10 m, sous différentes contraintes de service p_{ELS} .

avec :

- p_{ELS} = pression moyenne appliquée par le radier en kPa
- q_0 = pression initiale des terres au niveau du radier = 0 kPa
- E = module pressiométrique des couches (voir modèle géotechnique)
- W' = tassement différentiel = 0,4 W

soit des tassements de l'ordre de :

p_{ELS} (kPa)	W (cm)	W' (cm)
20	0,2	0,1
40	0,3	0,1
60	0,5	0,2
80	0,6	0,2
100	0,8	0,3

Ces tassements sont à priori admissibles pour les futurs bâtiments ; ils sont soumis à l'appréciation du Bureau d'Etudes de Génie Civil.

4.1.4 PRECAUTIONS DE MISE EN ŒUVRE

Le radier sera mis sur les terrassements en respectant les modalités de réalisation suivantes :

1. Décapage de la terre végétale.
2. Purge de la totalité des remblais et des éventuelles poches médiocres, et des sols détériorés par les engins de terrassement, ou par les eaux de pluie, et des anciennes maçonneries enterrées, pour mettre à nu les **argiles** (couche 2).
3. Compactage du fond de fouille à 95 % de l'Optimum Proctor Normal (O.P.N.).

Cette opération ne sera réalisable que si les sols ne présentent qu'une teneur en eau faible ou voisine de l'O.P.N.

Dans le cas contraire, à la suite d'intempéries par exemple, et s'il est impossible d'attendre que le terrain s'assainisse, on envisagera un **cloutage** par incorporation par compactage, et jusqu'au refus, d'éléments durs et inertes 50/100 mm,

4. Compactage à au moins 95 % de l'Optimum Proctor Modifié (O.P.M.) du massif de substitution, en matériaux grossiers et propres, d'apports locaux.
5. Mise en place d'une couche de forme de 30 cm d'épaisseur minimale en grave non traitée compactée à 95 % de l'Optimum Proctor Modifié (O.P.M.) ou en matériaux d'apports locaux.
6. Contrôle de la couche de forme, à l'aide d'**essais de plaque**. La valeur minimale du coefficient de réaction K (Westergaard) devra être de 50 MPa/m, soit 5 bar/cm, du module EV2 de 50 MPa avec un rapport $EV2/EV1 \leq 2,5$. Ces essais seront faits obligatoirement par GEODECRIION en mission G5 si la validation de la couche de forme nous est demandée. Des valeurs de module produites par un intervenant extérieur ne pourront pas être prises en compte.

Les dosages habituels sont de 3 à 6 % de ciment pour des éléments de diamètre inférieurs à 20 mm.

4.1.5 PROTECTION

- contre le gel

Du fait de l'assise minimale de 1,0 m de profondeur, la protection contre le gel qui nécessite normalement une profondeur d'assise au-dessous du terrain fini extérieur supérieure à 0,6 m, sera automatiquement assurée.

- contre l'eau

Prévoir un drainage périphérique eu égard à la nature argileuse des sols reconnus, qui collectera les eaux d'infiltration et les évacuera vers un exutoire existant ou à construire.

Prévoir un drainage du massif de substitution perméable ou semi-perméable qui pourrait bien constituer un "piège à eau".

- contre les effets de la sécheresse

Distance minimale entre les constructions et les arbres : on admet habituellement que la distance varie entre 2 H (arbre isolé) et 1,5 H (rideau d'arbres), H étant la hauteur prévisible de l'arbre adulte.

- contre les gonflements et dégagements toxiques

- Les matériaux d'apport seront conformes aux prescriptions de la norme NF P 11-213 de mars 2005.
- Les laitiers sont proscrits eu égard à leur production de soufre dans l'environnement (dégagements nocifs de H₂S, SO₂, H₂SO₄, etc..) et à leur activité de gonflement.
- Les mâchefers sont également interdits, ou tous leurs dérivés.

4.1.6 COEFFICIENT DE REACTION VERTICAL DU SOL k_v

Il s'exprime par la formule générale : $k_v = \sigma \text{ sol} / \text{Tassement total à long terme } W$

avec : $W = \text{tassement} = 8.10^{-3} \text{ mètre}$

$\sigma \text{ sol} = \text{contrainte effective moyenne appliquée} = 100 \text{ kN/m}^2$

$k_v = \text{coefficient de réaction vertical du sol en kN/m}^3$

k_v (kN/m^3)
10 000

4.2 FONDATION PAR SEMELLES ET/OU MASSIFS

4.2.1 NIVEAUX MINIMUM D'ASSISE

Les fondations seront ancrées au minimum de 0,4 m dans le **substratum dur et sain** (couche 3).

En conséquence, les profondeurs minimales d'assise seront par rapport à la surface topographique au moment du chantier de :

DEC n°	Prof. (m)
1	1,8
2	2,4
3	2,0

Ces niveaux d'assise vont varier en fonction de l'épaisseur des **remblais** (couche 1) et des **argiles** (couche 2).

⇒ Notes :

- **Ancrage** = hauteur de pénétration de la fondation dans la couche d'assise, ici, le **substratum dur et sain** (couche 3),
- L'épaisseur des **remblais** (couche 1) et des argiles (couche 2) peuvent varier sensiblement entre les sondages ; seul le critère d'ancrage dans le **substratum dur et sain** (couche 3) sera retenu, qui peut conduire à un approfondissement du niveau des fondations.
- La recherche de la roche dure induit des adaptations de chantier, avec notamment des volumes de béton supplémentaires.
- Le dessouchage entraîne des volumes de béton supplémentaire.
- Prévoir des volumes de béton supplémentaires dus à des surépaisseurs de **remblais** (couche 1) ou d'**argiles** (couche 2).

4.2.2 TAUX DE TRAVAIL ADMISSIBLE

a) *Méthode pénétrométrique :*

En appliquant pour taux de travail admissible "q_{ELS}" sous la fondation le 1/15 de la résistance à la rupture dynamique au pénétromètre, le coefficient de sécurité obtenu est de 6 dans les sols courants et sableux, et de 3,6 dans les sols argileux, d'après la règle de Sanglerat.

Avec q_d = 4,0 MPa,

$$q_{ELS} = 0,25 \text{ MPa}$$

b) *Méthode Eurocode 7 (Norme NF P 94-261) :*

En appliquant la norme d'Application Nationale de l'Eurocode 7 (NF P 94-261) « Fondations superficielles », la contrainte de calcul q_{net} associée à la résistance nette du terrain est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = K_p P_{le} * i_\delta i_\beta$$

P_{le} = Pression limite nette équivalente au niveau d'assise retenu = 0,83 Mpa (0,63*1,1)^{1/2}

K_p = facteur de portance pressiométrique en fonction des dimensions de la fondation = 0,8

i_δ = coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement = 1

i_β = coefficient de portance lié à la proximité d'un talus de pente β = 1

Les valeurs de calcul de la résistance nette du terrain en termes de contrainte aux ELU et aux ELS pour une fondation uniformément chargée s'écrivent :

$$\sigma_{R;d} = q_{net} / (\gamma_{R;d;v} \gamma_{R;v})$$

$$\sigma_{R;d} \text{ (E.L.U.)} = 0,39 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{R;d} \text{ (E.L.S.)} = 0,24 \text{ MPa}$$

Aux E.L.U. : γ_{R;d;v} = 1,2 & γ_{R;v} = 1,4

Aux E.L.S. : γ_{R;d;v} = 1,2 & γ_{R;v} = 2,3

c) Conclusion :

Pour le dimensionnement des fondations, on prendra le taux de travail admissible de :

$$q_{ELS} = 0,2 \text{ MPa soit } 20 \text{ T/m}^2$$

$$0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ bar} = 1 \text{ daN/cm}^2 = 10^3 \text{ daN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 10 \text{ T/m}^2 = 100 \text{ kN/m}^2 = 0,1 \text{ MN/m}^2$$

4.2.3 EVALUATION DES TASSEMENTS

• Tassement final total :

Le tassement final s d'une fondation B de large est la somme de deux termes :

sc : tassement dit de consolidation

sd : tassement dit dévia torique

$$\text{Soit : } s = sc + sd$$

$$sc = \frac{\alpha}{9 E_s} \cdot (p - q_0) \cdot L_c \cdot B$$

$$sd = \frac{\alpha}{9 E_s} \cdot (p - q_0) (L_d \cdot B/B_0)^\alpha$$

$B_0 = 0.6 \text{ m}$

p = Composante normale de la contrainte moyenne du sol sous la fondation pour l'état limite de service. Nous avons tablé sur une contrainte égale au taux de travail admissible.

q_0 = poids initial des terres au niveau de la semelle

α = coefficient rhéologique dépendant de la nature du sol

L_c et L_d = coefficients de forme :

$L_c = 1.1$ et $L_d = 1.12$ pour une semelle carrée

$L_c = 1.5$ et $L_d = 2.65$ pour une semelle continue

E_s = module pressiométrique sur une épaisseur de $0.5 B$ sous le niveau de la semelle

E_d = module pressiométrique pondéré selon la méthode de Louis Ménard sur une épaisseur de $8 B$ sous la semelle.

Les hypothèses prises en compte pour les modules sont celles du modèle géotechnique.

• **Estimation des tassements différentiels :**

En l'absence de renseignements précis relatifs aux descentes de charge, le tassement différentiel peut être estimé à l'aide de la formule ci-après dans l'hypothèse où les charges sont réparties d'une façon homogène.

$$s' = i \frac{s}{kn}$$

$$i = \text{indice d'hétérogénéité} = \frac{e}{\bar{E}}$$

avec e = écart-type des modules pressiométriques

\bar{E} = module pressiométrique moyen

kn = coefficient de rigidité = 0.8 pour une rigidité faible

= 1.0 pour un bâtiment à ossature B.A.

D'où :

s'_1 = 0.5 s pour des bâtiments à faible rigidité

s'_2 = 0.4 s pour des bâtiments à structure B.A.

s'_3 = 1 pour les ouvrages fondés dans les remblais et assis sur des couches différentes

En règle générale, on adopte les critères de tassements différentiels admissibles définis par L. MENARD, à savoir, entre deux points distants de 10 m :

Bâtiment d'habitation à structure B.A. : $s' = 5$ mm

Bâtiment souple d'habitation : $s' = 7$ mm

Constructions industrielles avec remplissage : $s' = 8$ mm

Constructions sans aucun remplissage : $s' = 15$ mm

On obtient avec $p = 200$ kPa:

Semelle/ Massifs	Sondage n°	Largeur (m)	Charge (kN ou kN/ml)	W (cm)	W' (cm)
Semelles isolées / Massifs	DEC2	0,7	98	0,2	0,1
Semelles isolées / Massifs	DEC2	1,0	200	0,2	0,1
Semelles isolées / Massifs	DEC2	1,5	450	0,2	0,1
Semelles continues	DEC2	0,5	100	0,3	0,1
Semelles continues	DEC2	1,0	200	0,3	0,1
Semelles continues	DEC2	1,5	300	0,3	0,1

Note : 10 kN = 1 tonne = 1000 daN

Ces tassements sont à priori admissibles pour les futurs bâtiments ; ils sont soumis à l'appréciation du Bureau d'Etudes de Génie Civil.

4.2.4 CONSEILS GENERAUX DE MISE EN OEUVRE







- Vérification soigneuse des matériaux extraits des fouilles pour assurer le bon ancrage des fondations dans le **substratum dur et sain** (couche 3) ; purger le cas échéant toutes poches de **remblais** (couche 1) ou d'**argiles** (couche 2), que l'on pourrait encore rencontrer au niveau d'assise retenu, dessouchage soigné, ce qui pourra conduire à un approfondissement du niveau de fondations entre les sondages et des volumes de béton supplémentaires.
- Prévoir des possibilités de **pontage** des poches de limons ou/et d'argiles, ou de fissures, ou des purges des souches, découvertes aux niveaux d'assise prévus, si les purges sont trop importantes.
- Le rattrapage des niveaux d'assise pourra se faire à l'aide de gros béton, ou de béton maigre coulé pleine fouille.
- Pour l'ancrage dans le **substratum dur et sain** (couche 3), un B.R.H. monté sur un engin spécialement destiné à cet effet est conseillé, ou tout autre moyen adapté (éclateur hydraulique, etc.).
- Bétonner aussitôt après terrassement et pleine fouille.
- La largeur minimale des semelles sera de 0,5 m pour les semelles continues, et de 0,7 m pour des semelles isolées et des massifs.
- Du fait de l'ancrage minimum demandé précédemment, la protection contre le gel qui nécessite normalement une profondeur d'assise au-dessous du terrain fini extérieur supérieure à 0,6 m, sera automatiquement assurée.

V - ANOMALIES PONCTUELLES

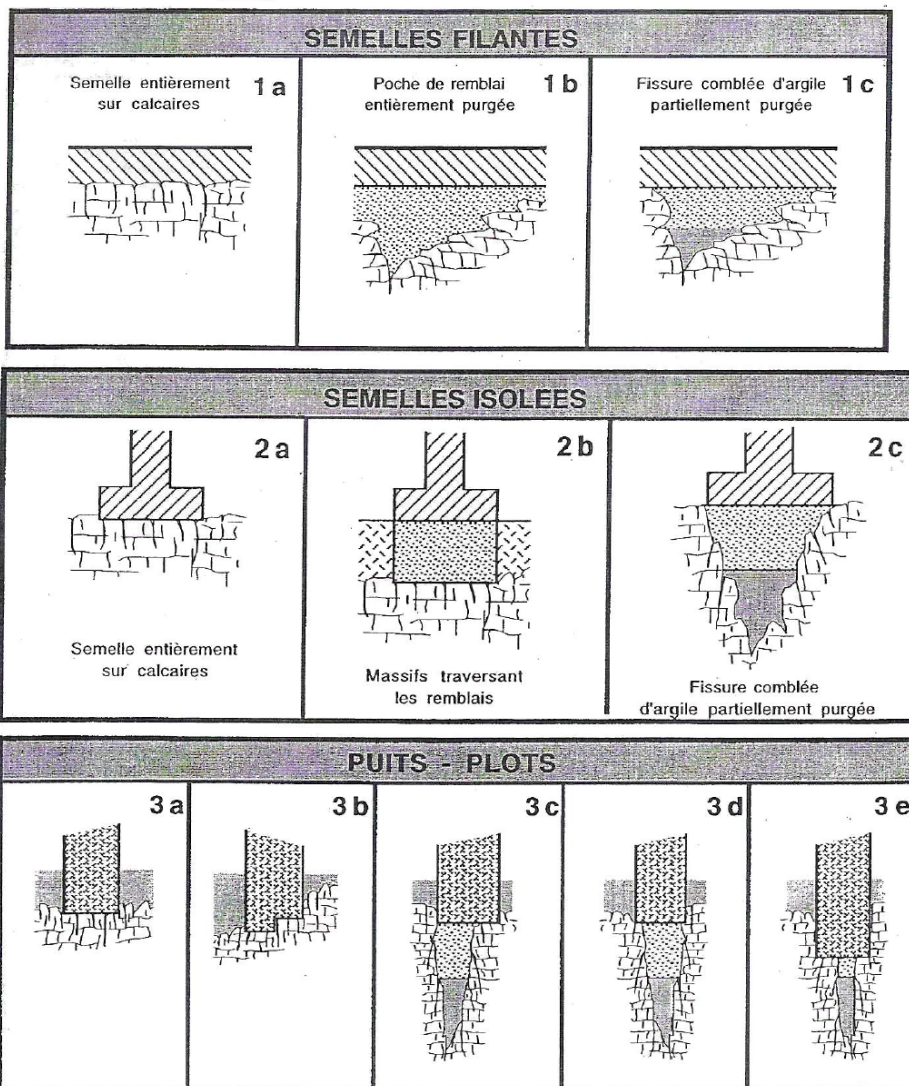
Pour des fondations ancrées dans le **substratum dur et sain** (couche 3), dans le cas de rencontre de poches de matériaux argileux, prévoir les remèdes du tableau suivant. Notamment par le pontage des poches d'argiles de décalcification lorsque les purges sont trop importantes.

EXEMPLES DE TRAITEMENT D'ANOMALIES PONCTUELLES

Sur surface calcaire irrégulière

-  Semelle de fondation
-  Plots ou puits
-  Blocage en béton
-  Remblais
-  Argile
-  Calcaires

- * Dans le cas 1c, l'ouverture de la fissure est inférieure à 2,00 m (la semelle sera renforcée au-dessus des fissures de la largeur supérieure à 0,50 m).
- * Dans le cas 1c,2c,3c,et 3e la hauteur du blocage en béton sera égale à la demi largeur de l'ouverture de l'accident.



VI - FONDATIONS DES DALLES DE FOND

La solution RADIER règle le problème des dallages.

Eu égard à la présence de matériaux sensibles aux phénomènes de retrait gonflement, **les dalles de fond seront portées par les fondations.**

VII - MITOYENS

Toutes précautions seront prises pendant les travaux, et constructives à longs terme, pour ne pas abîmer les mitoyens, y compris ceux du domaine public (trottoir, rue, etc..).

VIII - JOINTS DE CONSTRUCTION

Dans tous les cas où deux bâtiments, ou deux parties d'un même bâtiment, seraient fondées de façon différente ou dans des couches différentes, ou encore présenteraient un nombre de niveaux sensiblement différent, les projeteurs devront prévoir la réalisation d'un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.

Si ce joint n'est pas réalisable, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui ne manqueront pas de se produire, en rigidifiant sérieusement les soubassements et les fondations.

Cette remarque est également valable entre un corps d'habitation en R+1 avec ou sans sous-sol, un garage de plain-pied, ou entre une maison existante et son extension.

IX - ETUDE DES CHAUSSEES, VOIRIES ET PARKINGS

9.1 VOIRIES LEGERES

9.1.1 METHODOLOGIE

Le trafic des chaussées et parkings est uniquement un mouvement de voitures, et de camionnettes, rarement de camions lourds (engins de chantier, poubelles, véhicules de secours, camions de livraison, etc.).

Il s'agit donc de chaussées neuves du type "Lotissement" :

- **Voies de dessertes** qui recevront de l'ordre de 1 Poids Lourd par jour (= 10 véhicules légers par jour),
- **Voies de distribution** qui recevront de l'ordre de 10 Poids Lourds par jour (= 100 véhicules légers par jour).

Dans ce cas, le dimensionnement peut être réalisé en utilisant :

- **les fascicules I et II du guide technique SETRA de 1992** pour la réalisation des remblais et des couches de forme,
- **la pratique des VRD** dans les opérations d'habitat à faible et à moyenne densité (Edition du Moniteur).

9.1.2 COUCHE DE FORME

La purge des premiers 0,5 m minimum, des éventuels remblais, de la terre végétale, est obligatoire.

Le sol support des chaussées et des parkings sera composé en majorité par **remblais ou des argiles** sensibles aux conditions météorologiques, la pluie en particulier.

Dans ces conditions, il est nécessaire de prévoir une couche de forme. En effet, une classe minimum de plate-forme PF de 2 au moment des travaux est demandée pour une bonne circulation des véhicules de chantier. Par ailleurs, cette couche de forme permettra un partiel rattrapage des niveaux des chaussées.

Il est entendu que l'entreprise est responsable de sa couche de forme en appliquant les règles de l'art, c'est à dire les GTR 92, même dans le cadre de travaux traités au forfait. Le géotechnicien ne saurait être tenu comme responsable dans le cadre de son pré dimensionnement, car il n'est maître ni de la compétence de l'entreprise, ni de la météorologie de la période d'exécution du chantier.

La couche de forme sera contrôlée par des essais à la plaque, type Westergaard ; la valeur cible sera $K_w = 5 \text{ bar/cm}$ (50 MPa/m), avec une valeur minimale de 5 bar/cm (50 MPa/m).

Ces essais seront faits par le géotechnicien afin qu'il puisse valider cette couche de forme en mission G5.

Les travaux seront réalisés de préférence en période sèche pour minimiser l'épaisseur de la couche de forme.

Pour obtenir PF2, les **épaisseurs minimales** de la couche de forme seront les suivantes :

Avec PST de 3 et une classe d'arase AR de 1, et pour obtenir PF2, les épaisseurs minimales de couche de forme seront les suivantes :

Solution 1 :

* Matériaux rocheux de classe GTR "R2, R4 ou R6", comme du concassé de roche non gélive, etc.

- 40 cm sans géotextile à la base
- 30 cm avec géotextile à la base.

Solution 2 :

* Matériaux pulvérulents de classe GTR "D", comme des sables alluvionnaires, graves propres, etc.

- 40 cm sans géotextile à la base
- 30 cm avec géotextile à la base.

**RAPPEL DES
DIFFERENTS CAS POSSIBLES DE P.S.T. (cf. fascicule I § 3.3.2)**

Cas de P.S.T	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
P.S.T. n°0		Sols A, B ₂ , B ₄ , B ₅ , B ₆ , C ₁ se trouvant dans un état hydrique (th). Contexte Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage.	AR0	La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
P.S.T. n°1		Sols Matériaux des classes A, B ₂ , B ₄ , B ₅ , B ₆ , C ₂ , R ₁₂ , R ₁₃ , R ₃₄ et certains matériaux C ₂ , R ₄₃ et R ₆₃ dans un état hydrique (h). Contexte. PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B).	AR1	Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anticontaminant à l'interface PST - couche de forme).
P.S.T. n°2		Sols Matériaux des classes A, B ₂ , B ₄ , B ₅ , B ₆ , C ₂ , R ₁₂ , R ₁₃ , R ₃₄ et certains matériaux C ₂ , R ₄₃ et R ₆₃ dans un état hydrique (m). Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A). Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B).	AR1	Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3.
P.S.T. n°3		Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B).	AR1 AR2	En l'absence de mesures de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase, même situation que celle décrite dans le cas PST 2 Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST.
P.S.T. n°4		Sols Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou rapportés en fond de déblai hors nappe) améliorés à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique "remblai" et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable.	AR2	La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant).
P.S.T. n°5		Sols B ₁ et D ₁ et certains matériaux rocheux de la classe R ₄₃ . Contexte PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.	AR2 AR3	La portance de l'arase de cette PST dépend beaucoup de la nature des matériaux. Classement en AR3 si le module EV2 de l'arase est supérieur à 120 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité.
P.S.T. n°6		Sols Matériaux des classes D ₃ , R ₁₁ , R ₂₁ , R ₂₂ , R ₃₂ , R ₃₃ , R ₄₁ , R ₄₂ , R ₄₃ ainsi que certains matériaux C ₂ , R ₂₃ , R ₄₃ et R ₆₃ . Contexte PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité.	AR3 AR4	Classement en AR3 si EV2 > 120 MPa et en AR4 si EV2 > 200 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme ne s'impose que pour les exigences à court terme (nivellement et traficabilité) et peut donc se réduire à une couche de fin réglage.

(A) Comportement de la PST à la mise en œuvre de la couche de forme

(B) Situation pendant la "phase de construction" de la chaussée.

9.1.3 RAPPEL DES REGLES DE L'ART APPLICABLES PAR L'ENTREPRISE

1. L'entreprise appliquera les règles en vigueur, les règles G.T.R. 92 (document SETRA).
2. Elle ne pourra pas mettre en cause la responsabilité du géotechnicien dans le cadre de son dimensionnement et de la norme NF P 94-500, si la nécessité du chantier demande l'épaissement de la couche de forme.
3. Le géotextile contribue à l'amélioration de la portance en évitant la contamination d'une couche de forme non traitée, dans des conditions météorologiques défavorables par exemple. Attention, dans certaines conditions, le géotextile contribue à piéger l'eau dans les sols fins à granulométrie serrée, et ainsi au matelassage lors du compactage.
4. L'entreprise est tenue à adapter une épaisseur de couche de forme conforme à l'état réel du sol support à l'époque du chantier, en appliquant le fascicule II, et au besoin en augmentant son épaisseur pour obtenir $PF = 2$.

9.1.4 CONSTITUTION DES ROUTES & DES PARKINGS

Dans ces conditions, avec PF2, on peut estimer un indice de qualité de 3 (Bonne qualité)

Route de distribution locale :

3 cm E
5 cm E
30 cm GNT

Couche de forme

4 cm E
15 cm GB

Couche de forme

Route de desserte aux parkings, et parkings :

3 cm E
4 cm E
25 cm GNT

Couche de forme

3 cm E
10 cm GB

Couche de forme

avec :

E = Enrobés,

GNT = Grave non traitée ou concassé calcaire non gélif,

SH = Sable traité aux liants hydrauliques,

GB = Grave bitume,

9.2 VOIRIES LOURDES

9.2.1 METHODOLOGIE

Le dimensionnement peut être réalisé en utilisant :

- **Le Catalogue 1977** des structures types des chaussées neuves, édité par le Ministère de l'Équipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports SETRA - LCPC, actualisé en avril 1988.
- **Les Fascicules I et II** - Guide Technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme du Ministère de l'Équipement du Logement et des Transports.
- **Le Guide Technique** de Conception et dimensionnement des structures de chaussée SETRA-LCPC de décembre 1994.

Les classes de trafic pour les différentes sections de la chaussée sont les suivantes :

- **T0** : Entre 750 et 2000 PL-MJA de la voie la plus chargée pendant l'année de mise en service
- **T1** : Entre 300 et 750 PL-MJA de la voie la plus chargée pendant l'année de mise en service
- **T2** : Entre 150 et 300 PL-MJA de la voie la plus chargée pendant l'année de mise en service
- **T3** : Entre 50 et 150 PL-MJA de la voie la plus chargée pendant l'année de mise en service

Nous avons **estimé** le trafic similaire à un type **T3**.

Note : nous déconseillons fortement d'utiliser le catalogue de 1998 qui entraîne de nombreux sinistres eu égard à la complexité de compréhension de ce catalogue et à sa mise en œuvre.

9.2.2 PARTIE SUPERIEURE DES TERRASSEMENTS (PST) ET CLASSE D'ARASE (AR)

Après la purge des sols détériorés par les engins et/ou les eaux de pluies, on peut retenir :

PST : 1

AR : 1

9.2.3 COUCHE DE FORME

Pour une bonne traficabilité, il faut au minimum une PST2 avec une AR1. Assurer **une épaisseur minimale de 50 cm de remblais compactés** pour la couche de forme, en travaux hors période pluvieuse.

En cas de travaux en période pluvieuse ou post pluvieuse, la PST chutera à 0 et des purges seront à prévoir. La couche de forme sera alors revue avec **une épaisseur minimale de 75 cm de remblais compactés**. Couche de forme en matériaux rocheux de classe GTR « R2, R4 et R6 » comme du concassé calcaire ou granite non gélif, ou matériaux pulvérulents de classe GTR « D » comme des sables Alluvionnaires, graves propres, etc...

9.2.4 MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE FORME

1. L'entreprise appliquera les règles en vigueur, les règles G.T.R. 92 (document SETRA).
2. Elle ne pourra pas mettre en cause la responsabilité du géotechnicien dans le cadre de son dimensionnement et de la norme NF P 94-500, si la nécessité du chantier demande l'épaississement de la couche de forme.
3. Le géotextile contribue à l'amélioration de la portance en évitant la contamination d'une couche de forme non traitée, dans des conditions météorologiques défavorables par exemple. Attention, dans certaines conditions, le géotextile contribue à piéger l'eau dans les sols fins à granulométrie serrée, et ainsi au matelassage lors du compactage.
4. L'entreprise est tenue à adapter une épaisseur de couche de forme conforme à l'état réel du sol support à l'époque du chantier, en appliquant le fascicule II, et au besoin en augmentant son épaisseur pour obtenir $PF = 2$.

9.2.5 PREDIMENSIONNEMENT DES CHAUSSEES NEUVES

Nous avons envisagé à titre d'exemple, au choix :

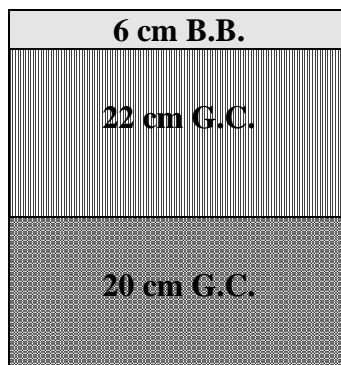
Chaussée type 1 :	Couche de base	Grave – Ciment (G.C.)
	Couche de fondation	Grave – Ciment (G.C.)

Chaussée type 12 :	Couche de base	Grave – Ciment (G.C.)
	Couche de fondation	Sable – Ciment (S.C.)

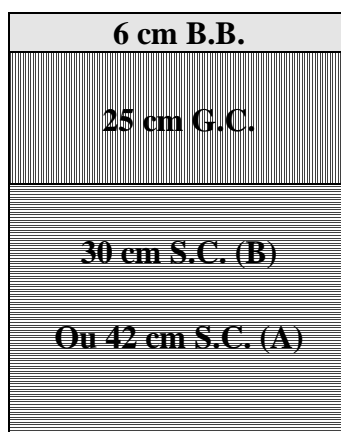
Avec pour la chaussée de type 12, des sables de classes A et B pour la couche de fondation.

Classe de trafic T3

- **Chaussée type 1**



- **Chaussée type 12**



Note :

- L'utilisation de la grave-bitume est déconseillée pour des voiries lourdes. Elle entraîne de nombreuses fissurations de la voirie et des dégradations lors des manœuvres semi-remorques.
- D'autres variantes « entreprise » sont envisageables. Elles devront être vérifiées en mission complémentaire G3.



Nous restons à la disposition des différents intervenants pour tous renseignements complémentaires dans le cadre de notre mission G2 – AVP+PRO + G5.

P. GAULTIER
Géotechnicien