

APIJ

# MASSD

MARCHÉ PUBLIC GLOBAL SECTORIEL  
POUR LA CONCEPTION, CONSTRUCTION,  
ET L'AMÉNAGEMENT DE LA MAISON  
D'ARRÊT DE SEINE-SAINT-DENIS (93)

## E8 NOTE FONDATIONS

Offre finale  
18 Février 2022





# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>HYPOTHESES D'ETUDE</b>	<b>3</b>
1.1	Données d'entrée	3
1.2	Situation du site	3
1.3	Topographie	4
1.4	Stratigraphie simplifiée	4
1.5	<b>RISQUES</b> liés au site projeté	<b>5</b>
1.5.1	Inondations	5
1.5.2	Retrait-gonflement des argiles	5
1.5.3	Mouvements de terrain	5
1.5.4	Risque sismique	5
1.5.5	Classe d'exposition des bétons	5
1.5.6	Dissolution du gypse	6
1.6	<b>Hydrologie</b>	<b>7</b>
1.6.1	Niveaux non stabilisés	7
1.6.2	Suivi piézo	7
1.6.3	Application au projet	7
<b>2</b>	<b>PRINCIPE DE FONDATIONS RETENUES</b>	<b>8</b>
2.1	Projet de nivellement	8
2.2	<b>Solutions de fondations proposées par les rapports de sol</b>	<b>9</b>
2.2.1	Ouvrages lourds (exemple du bâtiment en R+4 + C)	9
2.2.2	Ouvrages légers	9
2.2.3	Niveau bas	9
2.3	<b>Solutions de fondations retenues par le groupement</b>	<b>9</b>
2.3.1	Fondations Superficielles	10
2.3.2	Fondations Profondes	11
2.4	<b>Ouvrage spécifique : le mur d'enceinte</b>	<b>11</b>

# 1 Hypothèses d'étude

## 1.1 DONNEES D'ENTREE

Les hypothèses géotechniques suivantes ont été retenues à la suite de l'analyse des rapports de sol et des documents liés au site présents dans les pièces marché du DCE à savoir :

### Parcelle projetée

C.3.1 - MA SSD PLAN TOPOGRAPHIQUE_V2	Pas de reference	
C.4.1 - MA SSD - Relevé piézométrique_V2	Pas de reference	
C.4.2.1 - Rapport des études géotechnique G1 (ES)	Rapport G1ES n°TEA190191	01/07/2019
C.4.2.2. - Rapport TEA190191_P001_VA_contexte géomécanique	Rapport G1PGC n°KGP3.I.004	18/09/2019
<b>C.4.4 - MASSD - Recherche de dissolution du Gypse (G5)</b>	<b>Rapport G5 n°17938</b>	<b>22/02/2020</b>

### Parcelle à proximité – DOE MAV

N SO 000001	Rapport Reconnaissance des sols de fondations de la MAV - 24-88 note°1	11/1988
N SO 000002	Rapport Reconnaissance des sols de fondations de la MAV - 24-88 note°2	06/1989

+ ANNEXES

## 1.2 SITUATION DU SITE

Le site étudié se situe en limite ouest de la commune de Tremblay en France, il jouxte la commune de Villepinte au droit de la Maison d'Arrêt existante (MAV). D'une superficie de 16 Ha, il est actuellement occupé par des terrains agricoles. L'autoroute A 104 longe le terrain projeté.



### 1.3 TOPOGRAPHIE

Le terrain a une altimétrie moyenne de +71.00 NGF avec une pente globale de 0.8%.



### 1.4 STRATIGRAPHIE SIMPLIFIEE

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations G1 ES/PGC réalisés et des documents disponibles ont permis de dresser la coupe géotechnique simplifiée suivante :

Horizon H1	Remblais Limons	Sur 1 à 3.2m d'épaisseur
Horizon H2	Masses et Marnes du Gypse / Ludien	de 1/3.2m à 7.8/11.6m de profondeur
Horizon H3	Calcaire de Saint Ouen	de 7.8/11.6m à 14.6/18.25m de profondeur
Horizon H4	Sable de Beauchamp	de 14.6/18.25m à 22.2/25.8m de profondeur
Horizon H5	Marnes et caillasses (M&C)	de 22.2/25.8m de profondeur jusqu'à l'arrêt des sondages
Horizon H6	Calcaire grossier (CG)	Non atteint dans les sondages



Le rapport G5 postérieur aux missions G1, permet d'établir plus précisément les données suivantes :

	Toit	Ludien	Toit	StOuen	Toit	S.Beauchamp	Toit	M&C	Toit	CG
	Horizon H2		Horizon H3		Horizon H4		Horizon H5		Horizon H6	
	m/TN	NGF	m/TN	NGF	m/TN	NGF	m/TN	NGF	m/TN	NGF
MIN	0,5	66,5	3,5	57,9	17,0	47,5	28,0	36,2	42,0	22,5
MAX	2,5	72,4	15,0	68,2	24,5	53,4	36,2	43,6	49,5	28,3
MOY	1,2	69,5	5,9	64,8	19,7	51,1	30,9	39,9	44,4	26,3
MED	1,0	69,6	6,0	64,8	20,0	51,2	31,0	39,6	44,0	26,3
ecart type	0,4	1,4	1,4	1,1	1,3	1,0	1,4	1,3	1,4	0,9

Les données précédentes sont établies à partir de sondages réalisés par tranche de 1000m<sup>2</sup> non bâtie soit un maillage d'environ 32m de côté sur l'ensemble de la parcelle.

## 1.5 RISQUES LIES AU SITE PROJETE

### 1.5.1 Inondations

« La zone d'étude n'est pas située à proximité de fleuve ou d'une rivière (éloignement de 15km de la Marne et de la Seine), néanmoins il est situé dans une zone comme reconnues comme potentiellement sujettes aux inondations de caves (infoterre.brgm.fr) »

### 1.5.2 Retrait-gonflement des argiles

Aléa faible.

### 1.5.3 Mouvements de terrain

Pas de mouvement à proximité immédiate mais certains répertoriés dans les communes voisines.

### 1.5.4 Risque sismique

Zone de sismicité 1 : très faible

Pas de dimensionnement sismique des ouvrages requis.

### 1.5.5 Classe d'exposition des bétons

Les sols gypseux étant sujet à la libération d'ions sulfates nous retenons une classe d'exposition XA1 pour les bétons de fondations. Il conviendra de procéder à une analyse pour déterminer la concentration des éléments chimiques du sol et confirmer la classe d'exposition précitée.

## 1.5.6 Dissolution du gypse

« Selon le site de la préfecture de la Seine-Saint-Denis, les communes de Tremblay-en-France et Villepinte présentent un risque de dissolution naturelle du gypse antéludien. **Le site d'étude ne se situe pas dans le périmètre défini par arrêté, néanmoins il est situé à proximité du périmètre de sécurité des communes de Tremblay-en-France (environ 500m) et de Villepinte (environ 50m) »**

**La recherche d'anomalies liées à la dissolution du gypse a fait l'objet d'une campagne de sondages G5 réalisée par GEOTECHNIQUE APPLIQUEE ILE DE France.**

**De nombreuses anomalies ont été rencontrées au sein des horizons H3 (entre 15 et 20m) et H5 (entre 30 et 40m) sur l'ensemble de la parcelle. Cependant le ratio :**

$$\frac{\text{Epaisseur de l'anomalie}}{\text{Recouvrement}}$$

**est globalement inférieur à 1/30, limite communément admise pour négliger le risque de remontée de type fontis. Néanmoins, 12 anomalies sont situées entre 1/20 et 1/30 jusqu'au TN et 3 sont supérieures à 1/20.**

Du fait de la proportion d'anomalies > 1/30, **le risque de remonté de fontis jusqu'au TN est limité.** Il est possible de s'affranchir d'une campagne de consolidation des horizons H3 et H5 au sens de la notice IGC du 31 janvier 2016. Cependant, toutes les anomalies ne sont pas négligeables et il sera donc nécessaire de qualifier les sujétions complémentaires aux types de fondations envisagées :

### **Fondations superficielles :**

Indépendamment du projet de nivellement, les ouvrages fondés superficiellement doivent respecter une cote Hors Gel réduisant le recouvrement des anomalies au droit des fondations. Cela pourrait entraîner à ne plus négliger certaines anomalies. Le phénomène est d'autant plus important quand des ouvrages en infrastructures sont prévus.

La prise en compte d'une condition de fontis est possible pour moduler le risque de sinistres issus des remontées d'anomalies.

### **Fondations profondes :**

La réalisation de fondations profondes dans des horizons altérés s'accompagnera de surconsommation de béton pour combler les vides ou la nécessité de tuber les pieux.

De plus des anomalies présentant des risques de remontés de type fontis jusqu'à la base des pieux pousseront à devoir négliger le terme de pointe et surdimensionner les pieux pour les dimensionner uniquement au frottement positif sur une hauteur laissant un recouvrement suffisant au droit des anomalies.

En cas de sol lâche et de frottement négatif sur les pieux, ce mode de fondation sera à proscrire et des solutions radiers / faux-radier à privilégier.

## 1.6 HYDROLOGIE

### 1.6.1 Niveaux non stabilisés

Sondage	Date de réalisation du sondage	Profondeur du niveau d'eau	
		m/TN	NGF
FD1	27/05/2019	4.47 (en cours de forage)	65.89
FD3	27/05/2019	6.5	65.79
FTP1	23/05/2019	6.3	66.89
FTP2 + Pz	29/05/2019	3.1	67.18

Tableau 8 : Données hydrogéologiques des sondages

### 1.6.2 Suivi piézo

Date	Niveau d'eau (m/TN)	Fond (m/TN)	Observations	Opérateur
TEA190191 - Tremblay-En-France				
Relevé piézométrique				
27/07/2020	-4,04	-9,86	Très chaud	RGU
21/08/2020	-4,53	-9,85	Température de saison	DGJ
16/09/2020	-5,00	-9,85	30°C, sec	DGJ
21/10/2020	-5,12	-9,85	Couvert, légères pluies	DGJ
23/11/2020	-5,47	-9,85	terrain humide	DGJ
05/01/2021	-3,64	-9,85	Terrain très humide	DGJ
27/01/2021	-3,96	-9,85	Temps pluvieux	RGU
25/02/2021	-3,49	-9,85	sec	DGJ
24/03/2021	-4,04	-9,87	sec	DGJ
16/04/2021	-3,67	-9,87	sec	DGJ
31/05/2021	-4,82	-9,87	sec	DGJ
MIN	-5,47			
MAX	-3,49			

### 1.6.3 Application au projet

Le niveau Maxi observé est de -3.1m p/r TN. Il ne s'agit pas d'un niveau stabilisé et ne préjuge pas d'un niveau Exceptionnel.

Le suivi piezo donne un niveau moyen à -4.30m p/r TN

Notre projet envisage la création de galeries d'infra. Il conviendra de limiter la hauteur à 3m p/r au TN.

En cas d'une définition d'un niveau exceptionnel plus haut, cela nécessitera des dispositions complémentaires à prendre en compte de type cuvelage de l'infra / radier sous-pression etc.



## 2 Principe de fondations retenues

### 2.1 PROJET DE NIVELLEMENT

	Données topographiques			NIV 0.00	Niv0,00 - Tnmoy	
	TN min	TN max	TN moy	ARCHI		
	[NGF]	[NGF]	[NGF]			
ADM GRE	70,80	71,60	71,20	70,80	-0,40	déblais
AFA	70,65	70,85	70,75	70,50	-0,25	déblais
PIPR	69,60	70,50	70,05	71,00	0,95	remblais
QFE	68,75	69,38	69,07	70,40	1,34	remblais
QI QD UDV	71,55	72,70	72,13	71,94	-0,19	déblais
QMI	69,62	70,50	70,06	70,10	0,04	remblais
ATE	68,75	70,00	69,38	70,00	0,63	remblais
SAPSAB	70,00	70,90	70,45	70,00	-0,45	déblais
GYM 1	70,00	70,88	70,44	71,00	0,56	remblais
PAR	71,62	71,87	71,75	71,00	-0,75	déblais
PEL	69,75	69,37	69,56	69,50	-0,06	déblais
PEP	70,50	71,15	70,83	70,60	-0,23	déblais
PHE	70,50	70,87	70,69	70,50	-0,19	déblais
QAE	71,25	71,62	71,44	71,00	-0,44	déblais
QCO	69,87	71,00	70,44	71,62	1,19	remblais
QMA 1	71,37	72,25	71,81	71,62	-0,19	déblais
QMA 2	71,75	72,62	72,19	71,62	-0,56	déblais
US	70,30	71,30	70,80	70,80	0,00	déblais/rembl
Mirador 1			72,50			déblais
Mirador 2			71,50			déblais

## 2.2 SOLUTIONS DE FONDATIONS PROPOSEES PAR LES RAPPORTS DE SOL

### 2.2.1 Ouvrages lourds (exemple du bâtiment en R+4 + C)

« Compte tenu des caractéristiques mécaniques des sols de surface, des fondations profondes par pieux sont à envisager, ancrés dans le marno-calcaire de Saint Ouen (horizon H3) ou les Sables de Beauchamp (horizon H4) »

### 2.2.2 Ouvrages légers

« Dans le cas d'ouvrages légers, comme les murs d'enceinte ou les chemins de ronde, les fondations pourraient être superficielles, descendues dans les Masses et Marnes du Gypse (horizon H2) moyennant le respect d'un ancrage hors gel et hors variations hydriques. »

### 2.2.3 Niveau bas

« Compte tenu du contexte géotechnique, il convient de mettre en œuvre une dalle portée par les fondations »

## 2.3 SOLUTIONS DE FONDATIONS RETENUES PAR LE GROUPEMENT

Nous avons prêté une attention toute particulière au choix des fondations du projet en toute adéquation avec les caractéristiques du sol in situ, pour cela nous avons missionné le bureau d'étude spécialisé FUGRO pour analyser le dossier et notamment les rapports de sol, déduire le mode de fondation adapté et synthétiser les préconisations à respecter.

L'étude du bureau d'étude Fugro a montré :

- Que la largeur de la cloche de fontis peut atteindre, au niveau des fondations du projet, au maximum un mètre.
- La possibilité d'adopter des semelles superficielles, dans l'horizon H2 avec un ancrage mini de 30cm, une capacité portante du sol à l'ELS de 0.2 à 0.25 Mpa (20 à 25 t/m<sup>2</sup>)

Nous avons donc conçu dans le cadre du projet une structure avec des fondations superficielles qui seront capables de ponter les éventuels fontis :

- Fonctionnement de certains voiles en poutre voiles.
- Surdimensionnement des fondations afin de respecter la contrainte limite du sol en cas de fontis.
- Dans le cas de charges ponctuelles ou d'absence de voiles (grandes baies,...) nous avons conçu des longrines relativement raides et qui seront capables de travailler en mode fondations filantes.

## 2.3.1 Fondations Superficielles

- Ancrage dans la **couche H2 (Masse et Marnes du Gypse)**
  - Niveau du toit maxi : -0.5 m p/r TN
  - Niveau du toit mini : -2.5 m p/r TN
  - Niveau du toit moyen : -1.25 m p/r TN
- **q<sub>els,admissible</sub> = non précisé**

	PROGRAMME	DOE MAV
Pl* [MPa]	0.82	1.8 à 2.0 MPa
Em [MPa]	5.76	35 MPa
$\alpha$	2/3	Non mentionné
taux de travail (si fondation superficielle)	Non mentionné	0.2 / 0.3 MPa

- **Nous retenons en première approche : 0.25 MPa ELS**
- Hors gel à 60cm
- **Encastrement 30cm à partir du toit de l'horizon H2**
- **SF mini 50cm**
- Pente 3H/2V
- Bêche périphérique à prévoir en cas de radier

	Horizon H2		
	[m/TN]	[NGF] approx moyen	[m/TN +0,00]
ADM GRE	1,00	70,20	0,60
AFA	0,90	69,85	0,65
PIPR	1,20	68,85	2,15
QFE	1,80	67,27	3,14
QI QD UDV	0,90	71,23	0,72
QMI	1,60	68,46	1,64
ATE	1,65	67,73	2,28
SAPSAB	1,35	69,10	0,90
GYM 1	1,35	69,09	1,91
PAR	1,00	70,75	0,25
PEL	1,10	68,46	1,04
PEP	1,50	69,33	1,27
PHE	0,90	69,79	0,72
QAE	1,30	70,14	0,86
QCO	1,60	68,84	2,79
QMA 1	1,20	70,61	1,01
QMA 2	1,20	70,99	0,64
US	1,50	69,30	1,50
Mirador 1			
Mirador 2			

### 2.3.2 Fondations Profondes

Nous n'avons plus de fondations profondes dans le cadre de cette offre.

## 2.4 OUVRAGE SPECIFIQUE : LE MUR D'ENCEINTE

Le mur d'enceinte est un ouvrage spécifique de la prison du fait de son comportement et sa conception. En effet, ce dernier, contrairement aux autres bâtiments/ouvrages, résiste aux efforts de vent uniquement par **l'encastrement du mur dans ses fondations.**

**Compte tenu de notre expérience sur les autres prisons, nous avons fait le choix de fonder le mur d'enceinte sur des fondations isolées présentant un entraxe de 3.0m ancrées par rattrapage GB dans l'horizon H2.** Ces fondations isolées permettent de conserver le comportement uniforme du mur (même comportement qu'un mur sur semelle filante) **en présentant l'avantage d'obtenir un plus grand empattement des fondations et donc une meilleure résistance aux efforts de vent !**