



## **ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE PROJET**

<b>Indice</b>	<b>Date</b>	<b>Intitulé</b>	<b>Rédaction</b>	<b>Relecture</b>	<b>Nb. Pages + annexes</b>
2	07/07/2018	2 <sup>ème</sup> diffusion	C. POILPRÉ	C. POILPRÉ	41 + 4

**DOSSIER APR 160018**

**PARIS, le 07/07/2018**

## SOMMAIRE

PRÉAMBULE .....	2
2 ) CONTEXTE DE L'ÉTUDE .....	3
3 ) MISSION GEOTÉCHNIQUE CONFIEE À ALIOS.....	3
4 ) DOCUMENTS RECUS.....	3
5 ) LE PROJET .....	4
6 ) RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES.....	7
7 ) SYNTHÈSE DE LA RECONNAISSANCE .....	8
RECOMMANDATIONS .....	10
8 ) ADAPTATION DU PROJET AU SITE .....	10
9 ) TERRASSEMENTS.....	11
11 ) FONDATIONS DU LOCAL.....	24
12 ) PLATEFORME DALLAGES ET VOIRIES .....	29
13 ) DALLE RDC .....	29
14 ) VOIRIES .....	30
15 ) PROTECTION VIS-À-VIS DES VENUES D'EAU .....	31
CONCLUSIONS .....	32
CONDITIONS GENERALES.....	33

### Annexes

- Annexe 1 : Calcul « K-Réa » des écrans VPP
- Annexe 2 : NDC « GéoMur » du soutènement en gabion
- Annexe 3 : NDC « Talran » du soutènement en gabion

## PRÉAMBULE

### 1 ) CONTEXTE DE L'ETUDE

A la demande et pour le compte de la **MAIRIE DE NERVILLE LA FÔRET**, le bureau d'études **ALIOS X.AM.SOL** a réalisé une étude géotechnique de conception phase Projet (G2 PRO) dans le cadre de la construction d'un parking et d'un local municipal sur la commune de NERVILLE LA FÔRET (95).

### 2 ) MISSION GEOTECHNIQUE CONFIEE À ALIOS

Cette **mission de conception G2 phase Projet** est menée chronologiquement après notre mission de conception G2 phase avant-projet réalisée par ALIOS X.AM.SOL en date du 15 septembre 2016.

Elle contribue à la mise au point du Projet en ce qui concerne les ouvrages géotechniques. Elle définit les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet. Elle établit les notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, fondations, assises des dallages, notamment), des notes de calcul de dimensionnement niveau projet de ces ouvrages, les valeurs seuils et une approche des quantités. Si nécessaire, elle donne les principes de maintenance des ouvrages géotechniques.

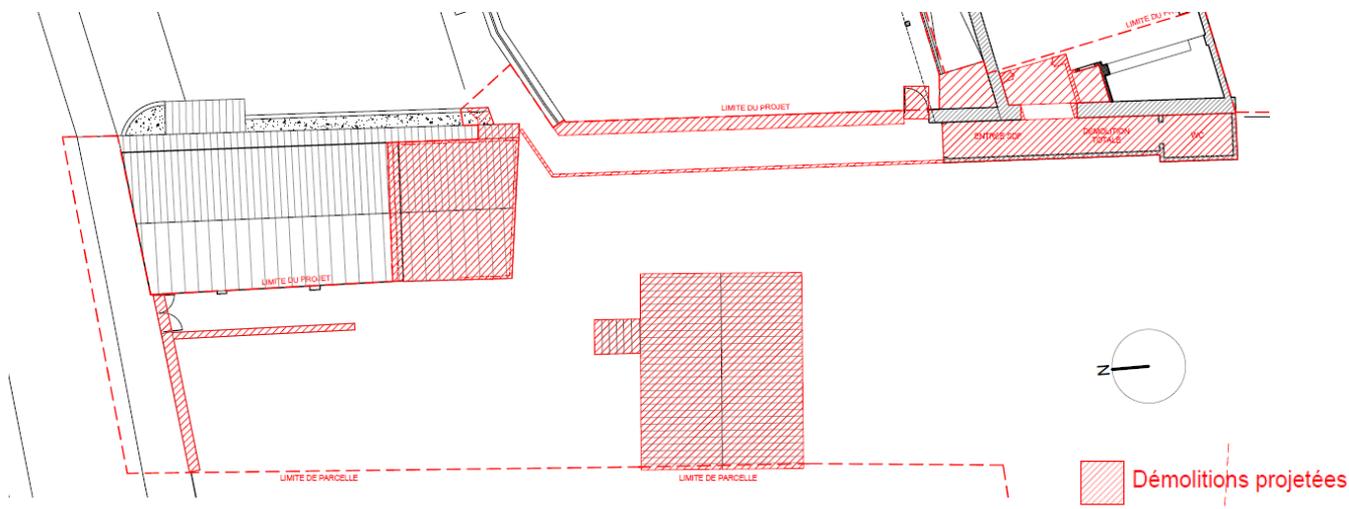
### 3 ) DOCUMENTS RECUS

Pour réaliser cette étude, il nous a été remis :

- Plans de coffrage – ferrailage des voiles Ind.1 en date du 29 juin 2018 ;
- Carnet de plans des existants et des démolitions en date du 13 février 2018 ;
- Plan DCE AutoCad : plan de situation, plan de masse, élévation façade en date du 15 juin 2018 ;
- Plan DCE AutoCad : coupe du mur en gabion, en date du 27 juin 2018

## 4) LE PROJET

Le projet se situe sur une parcelle en forme de L d'environ 1265 m<sup>2</sup>. Il est actuellement occupé par un terrain en friches avec des arbres et d'anciens bâtiments dont certains doivent être démolis.



*Plan de l'existant avec démolition projeté*

D'après les plans communiqués par le Maître d'œuvre, le projet comprend la construction des ouvrages suivants :

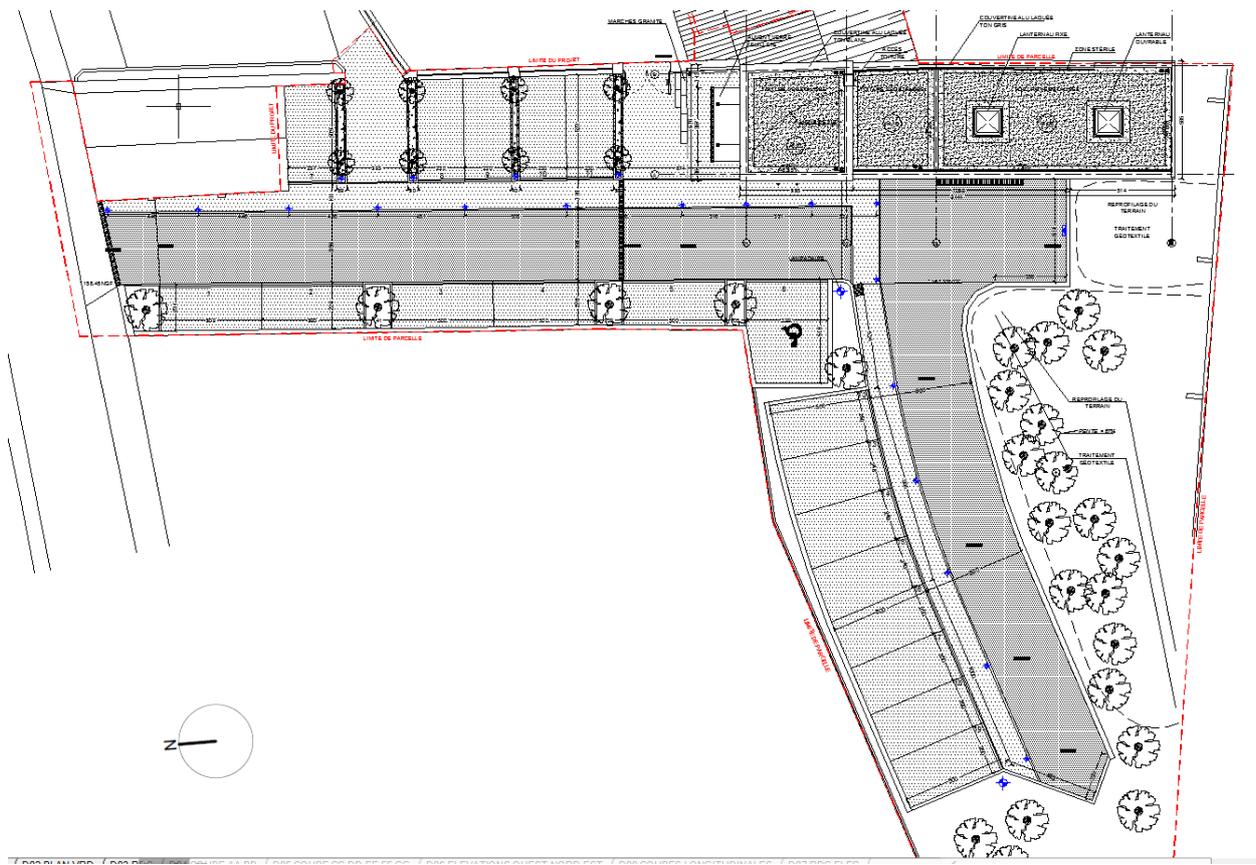
- Une aire de stationnement pour des véhicules légers,
- Un local municipal : il s'agit d'un bâtiment de dimensions  $\cong 24 \times 5$  m, à simple RdC et implanté en angle Sud-Est du terrain,

La dalle RdC du futur bâtiment est prévue à l'altitude  $\cong 161,78$  NGF, soit décaissée par rapport au sol actuel sur des hauteurs de  $\cong 5/6$  m au droit de la façade arrière Sud et de plain-pied en façade avant Nord.

L'évolution du projet, depuis la phase AVP, a essentiellement consisté à recalculer l'altitude et l'implantation des ouvrages afin de réduire, autant que faire se peut, les travaux de soutènement en déblais.

Le sol du parking aérien présente des pentes variables (entre  $\cong 5$  et 15 % selon les zones). Il est prévu par rapport au niveau du sol actuel :

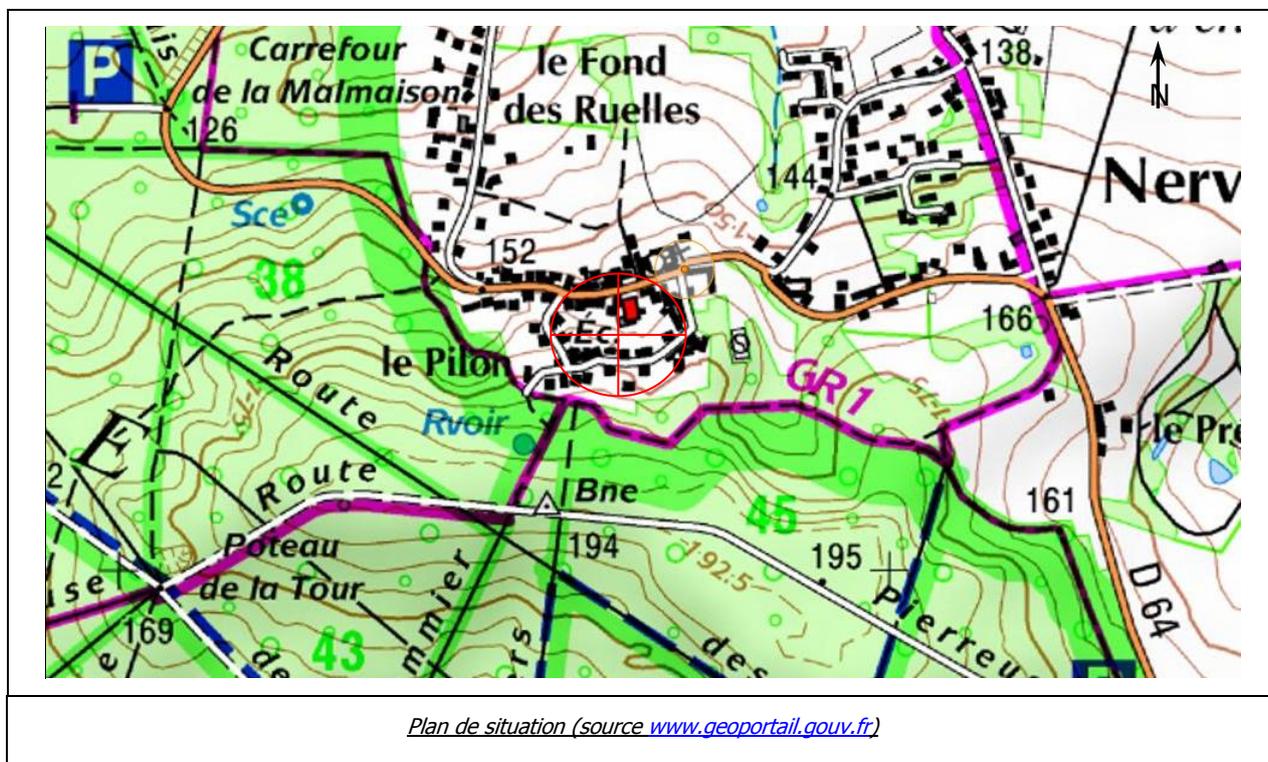
- de plain-pied avec la rue Saint-Claude,
- en profil rasant, de la rue jusqu'au niveau de la façade Nord du futur local municipal,
- décaissé au-delà, jusqu'à des hauteurs variables de  $\cong 1,5/2,0$  m à 5/6 m de l'Ouest vers l'Est.



*Plan de masse du projet*

#### 4.1 Contexte topographique

Le terrain de l'opération (parcelle n°56), qui est en forme de L de côtés  $\cong 55$  m et  $\cong 50$  m, de largeurs  $\cong 8$  à 20 m, est délimité par la rue Saint Claude au Nord, la Mairie et la Salle des Fêtes à l'Est, les parcelles cadastrales 42 et 43 au Sud.



Il est actuellement occupé par un terrain en friches avec des arbres et d'anciens bâtiments (un garage/hangar du côté rue et une maison en partie arrière) dont une partie doit être démolis.

Un mur mitoyen, d'une hauteur de  $\cong 2/3$  m avec des contreforts, existe actuellement en limite sud de la propriété. Les premières reconnaissances ont mis en évidence un mur faiblement fondé. A l'arrière de ce mur, les parcelles n°42 et 43, sont en surélévation.

La topographie générale du site présente une dénivelée de  $\cong 10$  m entre les altitudes  $\cong 168,50$  et  $158,50$  NGF, avec une double pente :

- une pente de l'ordre de  $\cong 25$  % entre la partie amont (côté mur) et centrale du site, entre  $\cong 168,5$  et  $162,5$  NGF,
- une pente de  $\cong 10$  % entre la partie centrale et aval (côté rue) du site,  $\cong 162,5$  et  $158,5$ , NGF.

#### 4.2 Contexte géologique

Le rapport G2 phase avant-projet a permis de confirmer les horizons suivant :

- Remblais anthropique (site construit) sur une épaisseur d'environ 1 à 2 m suivant la topographie du site ;
- Eboulis sablo-argileux sur une épaisseur moyenne de 2.5 m ;
- Sables de Fontainebleau jusqu'à la base des sondages vers 15 m.

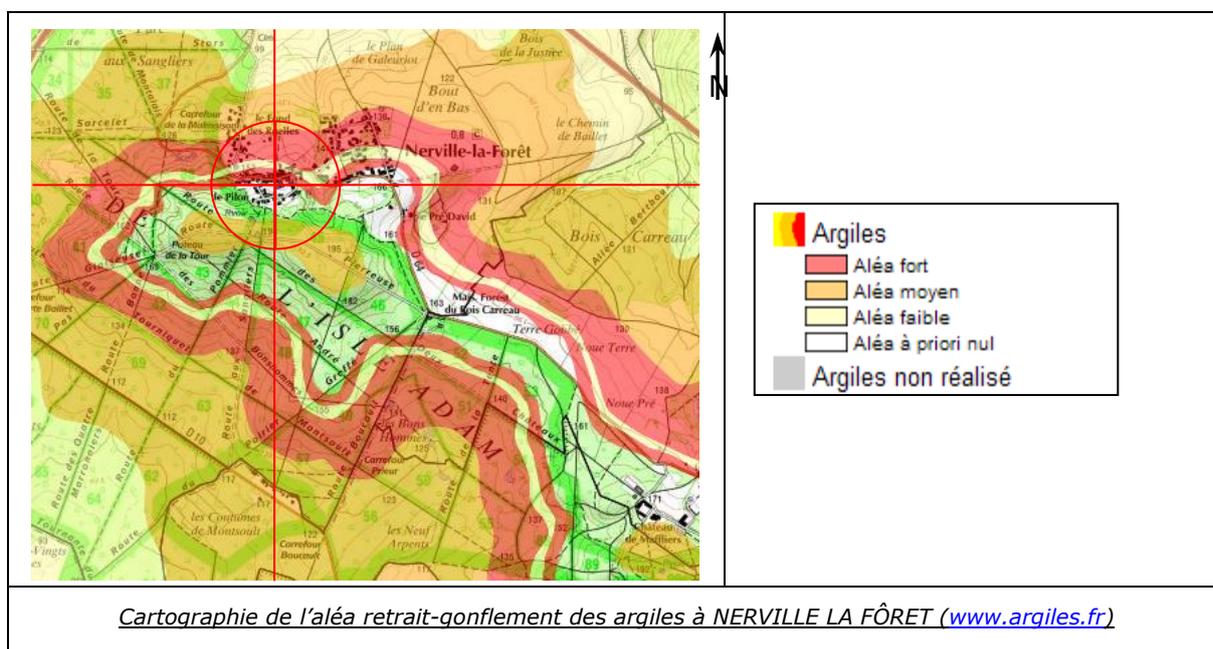
#### 4.3 Contexte hydrogéologique

La première nappe attendue au droit du site est la nappe des Sables de Fontainebleau retenue par les Marnes à Huîtres imperméables sous-jacentes. Cependant, il peut exister des circulations d'eau dans les terrains de couverture, fonction de la pluviométrie.

### 5 ) RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

#### 5.1 Retrait gonflement des argiles

Selon le site internet « [georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr) », le terrain étudié se situe globalement dans une zone d'aléa «à priori nul » vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des argiles, et d'aléa « fort » en extrémité Nord.



#### 5.2 Risque sismique

D'après les décrets n°2010-1254 et 2010-1255, la commune de NERVILLE LA FÔRET est classée en zone de sismicité très faible (zone 1).

## 6 ) SYNTHÈSE DE LA RECONNAISSANCE

Dans le cadre du projet de local municipal et de parking sur la parcelle n°56 à NERVILLE LA FORET, la reconnaissance de sols de la mission G2 phase avant-projet a mis en évidence les éléments suivants :

### Formations rencontrées :

- 1. Des Remblais de surélévation :** reconnus sur une hauteur de l'ordre de  $\cong 1,0/2,5$  m au droit de la parcelle mitoyenne N°42 (SP1-ST1). Ils sont constitués par du sable assez fin à moyen +/- limoneux gris-brun à brun avec des éclats et cailloux de calcaire et de silex,
- 2. Des Eboulis sablo-limoneux peu compacts :** rencontrés en tête des sondages sur une épaisseur de  $\cong 2,5$  m sur la parcelle de l'opération (SP2-SP3) et  $\cong 0,60$  m sous les remblais de surélévation sur la parcelle n°43 (ST1). Ils sont constitués par du limon finement sableux, du sable assez fin +/- limoneux à +/- argileux brun, ocre-jaune-orangé, jaunâtre,
- 3. Les Sables de Fontainebleau en place :** observés à partir de  $\cong 2,5$  m de profondeur ( $\cong 163,95/158,85$  NGF) en SP2-SP3,  $\cong 3,5$  m ( $\cong 168,40$  NGF) en SP1 et jusqu'à 15 m de profondeur. Ils sont constitués par du sable assez fin assez propre beige-jaunâtre, jaunâtre, brun-jaunâtre.

### Caractéristiques mécaniques :

Les caractéristiques retenues pour les calculs dans chacune des couches sont données dans le tableau ci-après.

N° de couche	Horizons	Epaisseur (m)	Cote de sa base en cote NGF (m)	Caractéristiques géomécaniques moyennes				
				$E_m$ (1) (MPa)	$P_1^*$ (2) (MPa)	$\alpha$	$C'$ (kPa)	$\phi'$ (°)
1	REMBLAIS (en SP1-ST1)	1,0/2,5	170,7/168,9	2,0	0,23	0,67	0	20
2	EBOULIS peu compacts	2,5	168,4/158,8	3,3	0,30	0,50	10	25
3	SABLES DE FONTAINEBLEAU, en place	11,5/12,5	168,1/151,3	12,5	1,0	0,33	0	30

(1) : Moyenne harmonique ; (2) : Moyenne arithmétique diminuée d'un demi écart-type

Hydrogéologie :

Des niveaux d'eau ont été relevés à l'intérieur des forages en cours de travaux vers les profondeurs et altitudes suivantes :

Sondages		SP1+PZ	SP2+PZ	SP3+PZ
Niveau d'eau en cours de chantier	(m/TN)	4,6	13,4	9,0
	Cote NGF (m)	158,0	153,0	152,3

Ces niveaux d'eau montrent la présence d'une nappe circulant dans les Sables de Fontainebleau. Elle s'écoule le long du coteau vers le Nord.

Notons qu'en périodes pluvieuses, des circulations ou rétentions d'eau superficielles périodiques sont possibles dans les terrains de couverture globalement peu perméables.

\*  
\* \*

## RECOMMANDATIONS

### 7 ) ADAPTATION DU PROJET AU SITE

Le projet prévoit dans la partie bâtiment :

- Des terrassements en déblais sur une hauteur de 4 à 6 m ;
- Des écrans de soutènement sur un linéaire d'environ 15 à 20 m.

Dans la zone de parking les terrassements nécessiteront :

- Des phases de déblais provisoires ;
- Des soutènements du type mur poids sur des hauteurs variables de 1 m à 2 m sur un linéaire d'environ 20 m.

Selon le modèle géotechnique établis en phase de conception avant-projet les principes constructifs suivants sont envisagés :

**Fondations** : fondations superficielles de type semelles (isolés et/ou filantes) ancrés dans l'horizon des sables de Fontainebleau avec **une contrainte admissible de service limitée à 0,3 MPa**.

Les planchers bas pourront être de type dallage sur terre-plein.

#### **Terrassements/écrans** :

Compte tenu du contexte géotechnique et du projet envisagé, de l'environnement et des existants à proximité, les travaux consisteront :

- A réaliser des terrassements en déblais avec la mise en œuvre simultanée d'un soutènement vertical définitif. En prenant en compte la poussée des terres sur la hauteur terrassée ainsi que les contraintes des appuis des structures existantes, il pourra être envisagé :
  - Une technique de **voiles par passes (voiles contre terre) au droit du local** dont le principe est exposé plus loin. Ceux-ci seront désolidarisés de l'existant par un joint de fractionnement.
  - Un soutènement de type **mur poids au niveau des parkings**. Un dimensionnement est exposés plus loin pour un mur en gabion.
  - Une margelle de rattrapage de niveau est prévu en bas de la pente transversale des parkings.

#### **Drainage** :

D'après le contexte hydrogéologique du site et la destination noble des locaux, les parties enterrées devront être protégées des remontées de nappe par capillarité ou lorsque celle-ci est alimentée par l'impluvium. Ce point est développé en détail au chapitre 14.

## 8 ) TERRASSEMENTS

### 8.1 Zones en déblais

#### ○ Excavations des terres

La zone en déblais se situe entre la partie amont Sud et centrale du site, et présente une pente de l'ordre de  $\cong 24$  %.

En partie amont, le terrassement se fera à travers les Eboulis sablo-limoneux qui seront éliminés, puis les Sables de Fontainebleau qui seront entaillées sur des hauteurs variables de  $\cong 0$  m à 4/5 m de l'Ouest vers l'Est et mises à jour en fond de fouille.

En partie centrale, le terrassement mettra à jour en fond de fouille les Eboulis sablo-limoneux peu compacts.

Les différents horizons (Eboulis/Sables de Fontainebleau) peuvent inclure des blocs et bancs gréseux pouvant poser des sujétions d'excavation avec emploi du BRH.

Il sera exécuté hors nappe permanente. La nappe a été relevée vers  $\cong 3,8$  m sous le niveau fini de la dalle RdC du local. Des circulations ou rétentions d'eau ne sont toutefois pas à exclure en périodes à forte pluviométrie.

La technique de terrassement devra être adaptée à la faible cohésion des sols (Eboulis sableux, Sables de Fontainebleau).

Au droit des mitoyens en limite de propriété Est et Sud, et afin de préciser les sujétions de réalisation des terrassements (réalisation de voiles masques, reprise en sous-œuvre,...) au droit des mitoyens (proximité du bâtiment Salles des Fêtes), il est nécessaire de reconnaître les positions des fondations mitoyennes (caractéristiques altimétriques et géométriques).

Dans les zones d'emprise disponible sans ouvrage mitoyen à proximité, le terrassement de cette fouille pourra se faire en talus provisoires avec des pentes maximales de l'ordre de 1/1 (à adoucir éventuellement selon la nature des terrains qui seront recoupés, en cas de présence de remblais ou en cas de venues d'eau au moment des travaux notamment) et protection de la surface des talus contre l'érosion météorique. Cette pente est donnée à titre indicatif et doit être adaptée, lors des ouvertures des fouilles, compte tenu de la cohésion quasiment inexistante des terrains sableux rencontrés.

#### ○ Stabilité d'ensemble :

Les caractéristiques de frottement et de cohésion appréciées dans les différentes formations intéressants le projet ont permis d'analyser les risques relatifs à la stabilité générale de la pente du site.

Une étude de stabilité est présentée plus loin au chapitre « Stabilité des talus et des écrans ». Le cas critique pris en compte pour la stabilité d'ensemble correspond au profil d'étude « coupe MM » du dossier projet.

La stabilité naturelle de la pente du site existant dans son état actuel est largement assurée et de ce fait la stabilité d'ensemble du futur projet sera essentiellement fonction du dimensionnement de l'ouvrage de soutènement retenue pour le projet.

Dans la configuration du site, il s'agira de construire un ouvrage de soutènement en déblais.

Ce type d'ouvrage implique nécessairement la réalisation d'un soutènement provisoire ou définitif réalisé par passe au fur et à mesure des terrassements.

#### 8.2 Zones en profils rasants

Cette zone se situe entre la partie centrale et aval du site. Les terrains mis à jour en fonds de formes de la voirie, après élimination de la terre végétale et des matériaux remaniés ou hétérogènes superficiels, dessouchage des arbres, purges de remblais foisonnés ou hétérogènes et mises à niveau, seront les Eboulis sablo-limoneux brun.

#### 8.3 Protection et praticabilité en fond de fouille :

L'horizon des Sables de Fontainebleau, qui sera rencontrée en fond de fouille dans certaine zone, comporte des niveaux argileux sensibles à l'eau. Ces sols sont cohérents à teneur en eau moyenne et faible, et collants à l'état humide.

Il conviendra donc de réaliser les terrassements en période favorable afin d'éviter les périodes pluvieuses qui peuvent gêner les travaux (sols sensibles à l'eau – traficabilité du chantier des engins de terrassement, etc). Sinon, il serait judicieux de prévoir une piste provisoire, permettant d'assurer une bonne praticabilité en fond de fouille.

#### 8.4 Réutilisation éventuelle des matériaux du site

##### o En remblais

L'utilisation des matériaux issus des Eboulis et des Sables de Fontainebleau est fonction de leur état hydrique.

Nous rappelons que les matériaux de classe A1-B5 ne sont pas réutilisables en l'état lorsqu'ils sont dans un état hydrique très sèche « ts » ou très humide « th ».

Autrement, dans les états hydriques « s », « m » ou « h », ils peuvent être mis en œuvre en remblais selon les conditions météorologiques au moment du chantier, tout en respectant les prescriptions et règles du GTR.

Dans tous les cas, les teneurs en eau seront vérifiées pendant toute la durée des travaux de terrassements.

##### o En couche de forme

Les matériaux issus des Eboulis et des sables de Fontainebleau peuvent être mis en œuvre en couche de forme lorsqu'ils sont dans un état hydrique « s », « m » ou « h » après un traitement aux liants hydrauliques associé éventuellement à la chaux et sous réserve de la réalisation d'essais d'aptitude aux traitements.

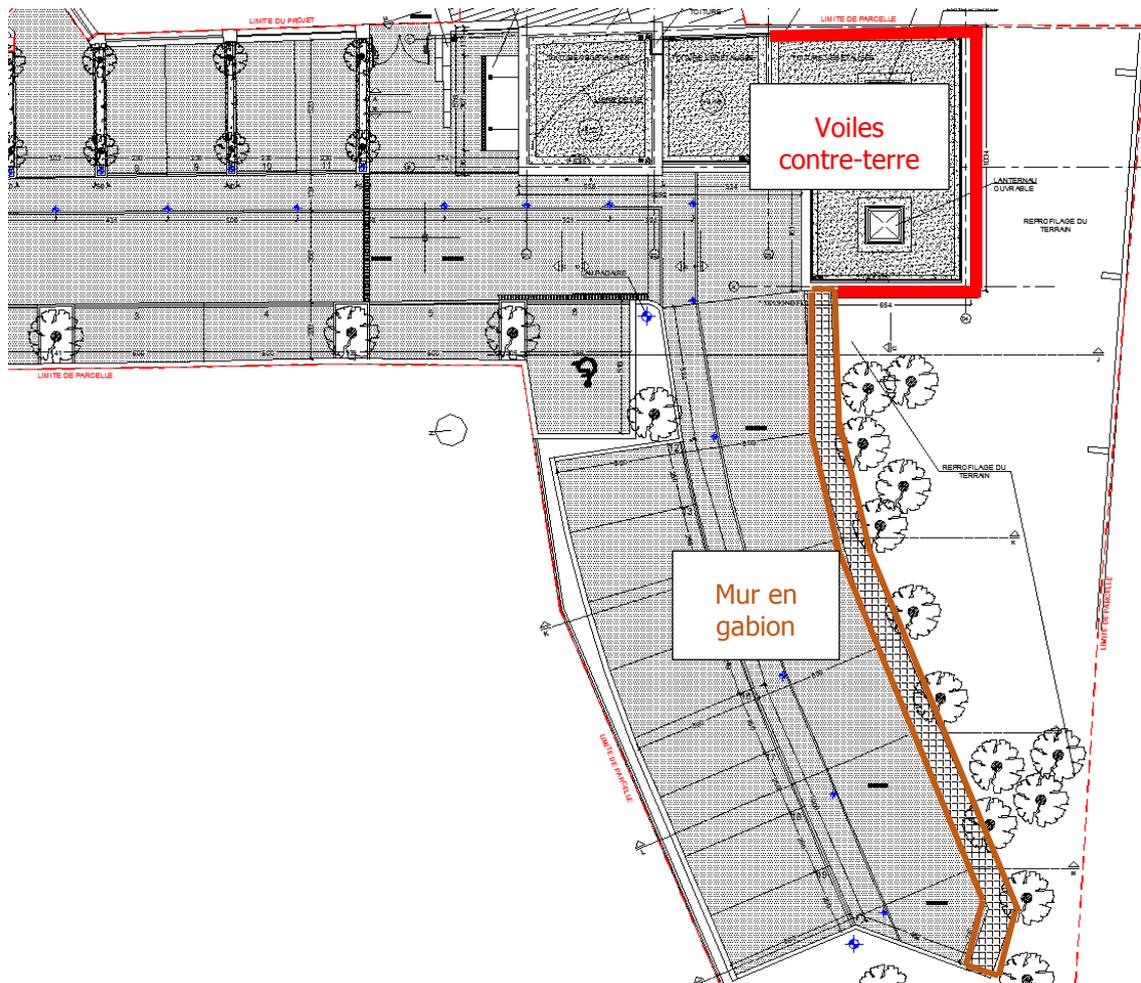
Pour une réutilisation des matériaux in-situ en remblai ou couche de forme, il conviendra de respecter les prescriptions du GTR.

Nota : les *Remblais* seront exclus de toute réutilisation tant en remblai qu'en couche de forme.

## 9 ) STABILITE DES TALUS ET ECRANS

Le local municipal et le parking se situant en limite de propriété, il conviendra de prévoir des dispositions particulières de soutènement des terres :

- de type voiles contre-terre réalisées par passes alternées avec butonnage à l'avancement au droit du local.
- de type mur poids au droit du parking.



*Plan de masse du projet*

## 9.1 Voiles par passes alternées

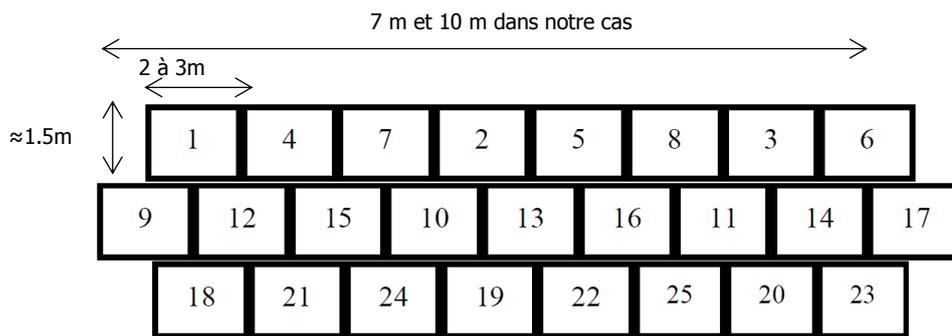
### 9.1.1 Principe général

Une fois les conditions de terrassements obtenues et compte tenu de l'environnement immédiat du site, nous proposons de réaliser les soutènements en déblai selon la technique des voiles contre terre par passes alternées avec butonnage à l'avancement.

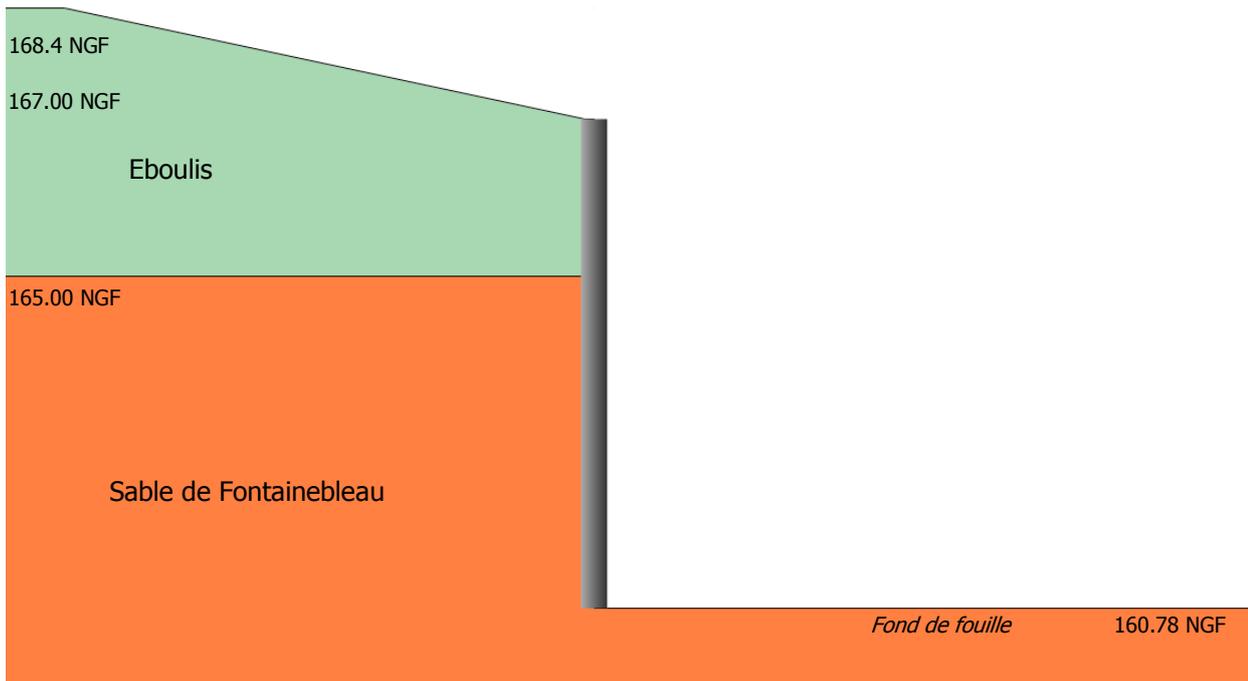
Durant toute la durée des travaux, un suivi des déplacements de la paroi et des avoisinants sera réalisé par des relevés bihebdomadaires de prismes effectués par un géomètre.

Les dimensions des passes seront de l'ordre de 2 à 3 m en largeur et 1,5 m en hauteur. Lors de l'exécution, le calepinage des passes devra tenir compte de l'état hydrique des matériaux et de la position des fondations existantes. Les passes devront être réalisées selon un phasage d'une passe horizontale sur trois suivant le schéma donné ci-dessous comme exemple.

Les documents d'exécution (procédures, calepinage, plans de contrôle) établis par l'entreprise dans le cadre de sa mission G3 seront à valider lors d'une mission de supervision d'exécution G4.



## 9.1.2 Coupe de calculs du voile N°9 :



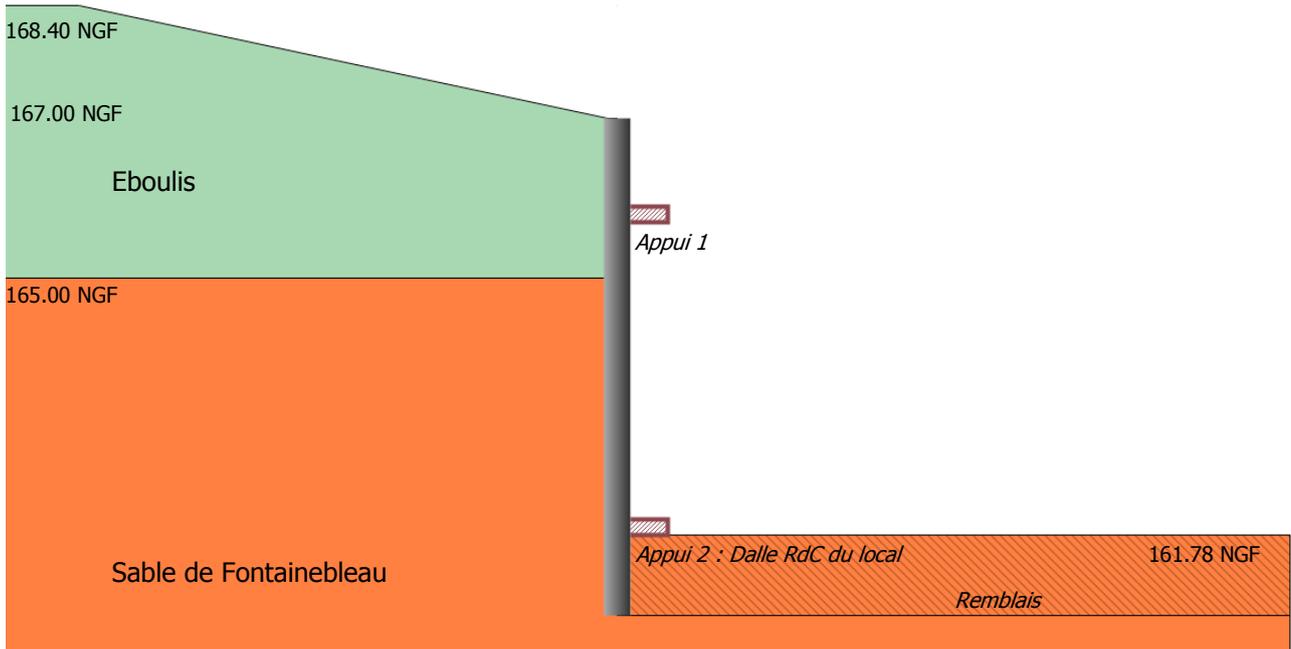
En fonction des essais de cisaillement réalisés en laboratoire et in-situ, nous proposons de prendre en compte les caractéristiques intrinsèques à long terme suivantes :

Nature du sol	Epaisseur	Densité	Cohésion C' (kPa)	Angle de frottement interne $\phi'$ (°)	Coefficient de poussée Ka	Coefficient de butée Kp	Oblicité de la contrainte $\delta$ (°)
Eboulis	2 m	1,90	10	25	0.35	3.54	16.67
Sable de Fontainebleau	> 11 m	1,90	0	30	0.28	4.98	20.00

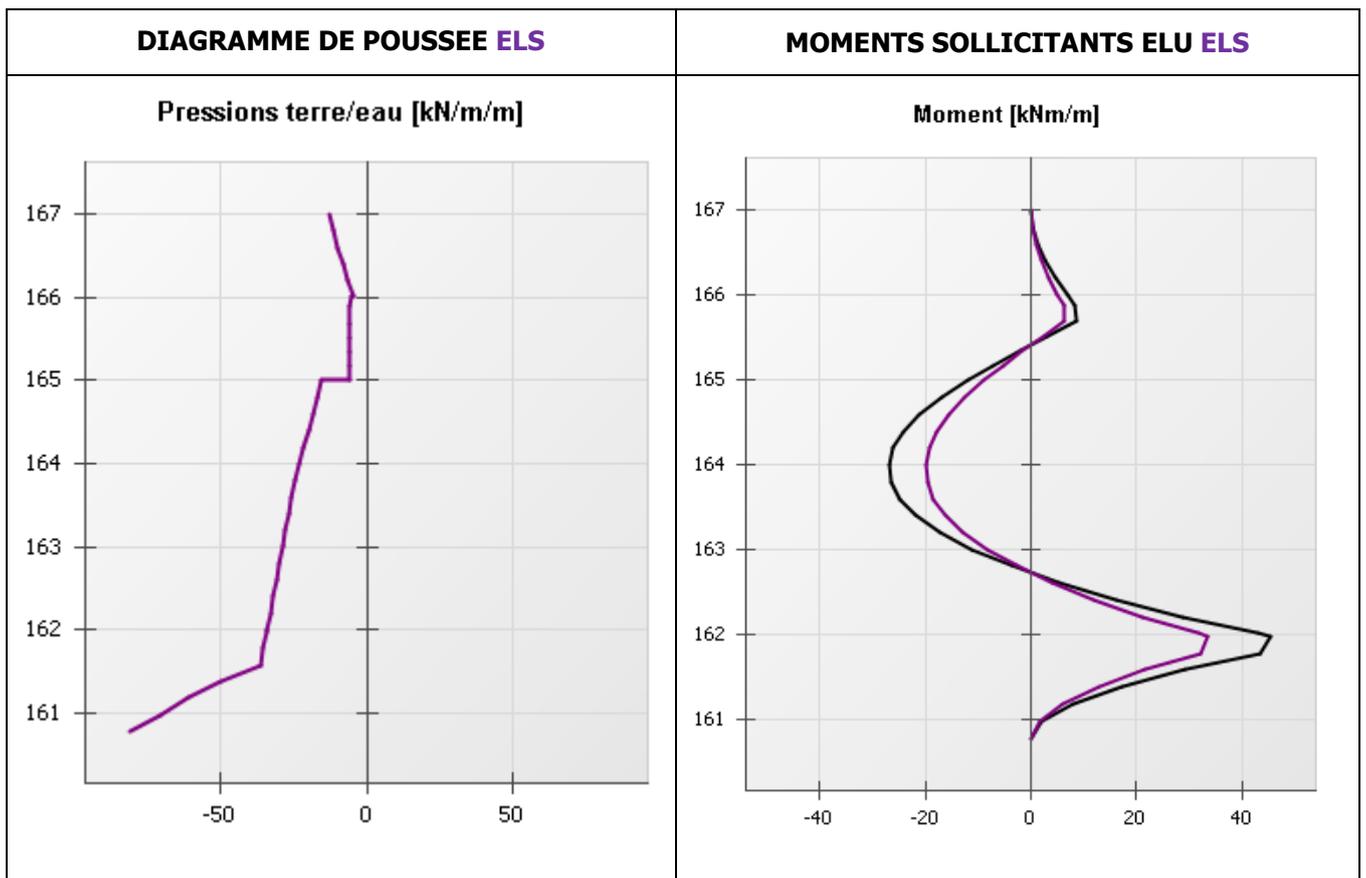
## 9.1.3 Résultats

Une étude dimensionnelle a été réalisée à l'aide des logiciels K-REA pour vérifier la stabilité générale de l'ouvrage de soutènement et la reprise des efforts par les planchers.

Les détails de l'étude sont présentés en **annexes 6**.



Les hypothèses décrites précédemment nous donnent les diagrammes de poussée et les moments sollicitants définis sur les figures ci-dessous.



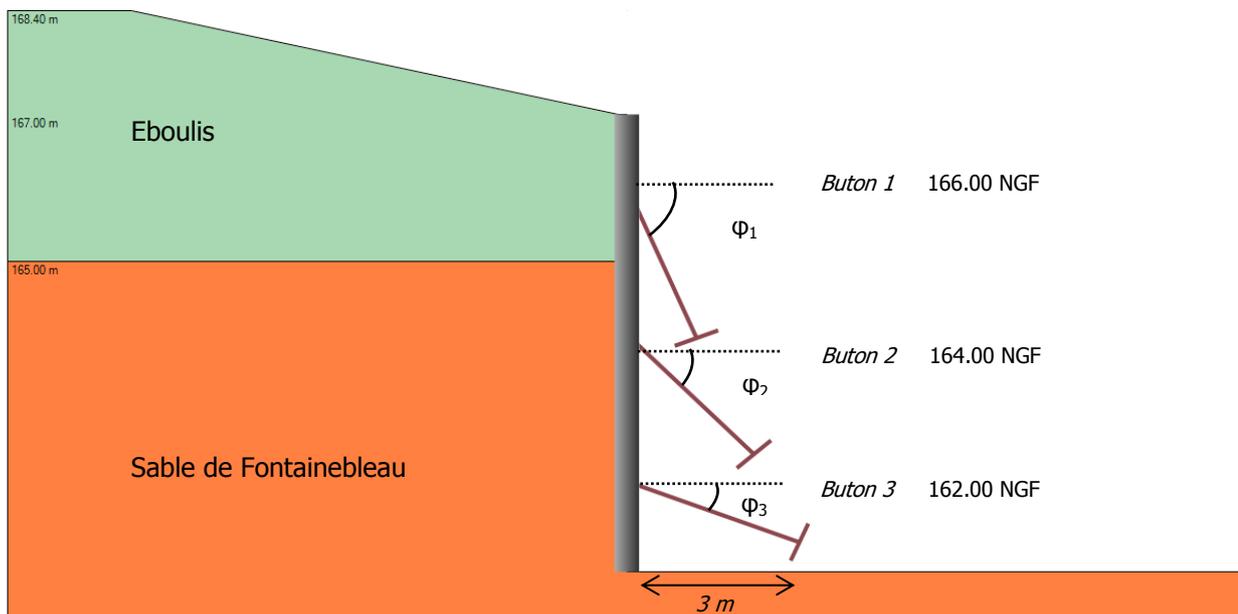
Aucune poussée hydrostatique n'a été prise en compte sur la totalité de la hauteur du soutènement.

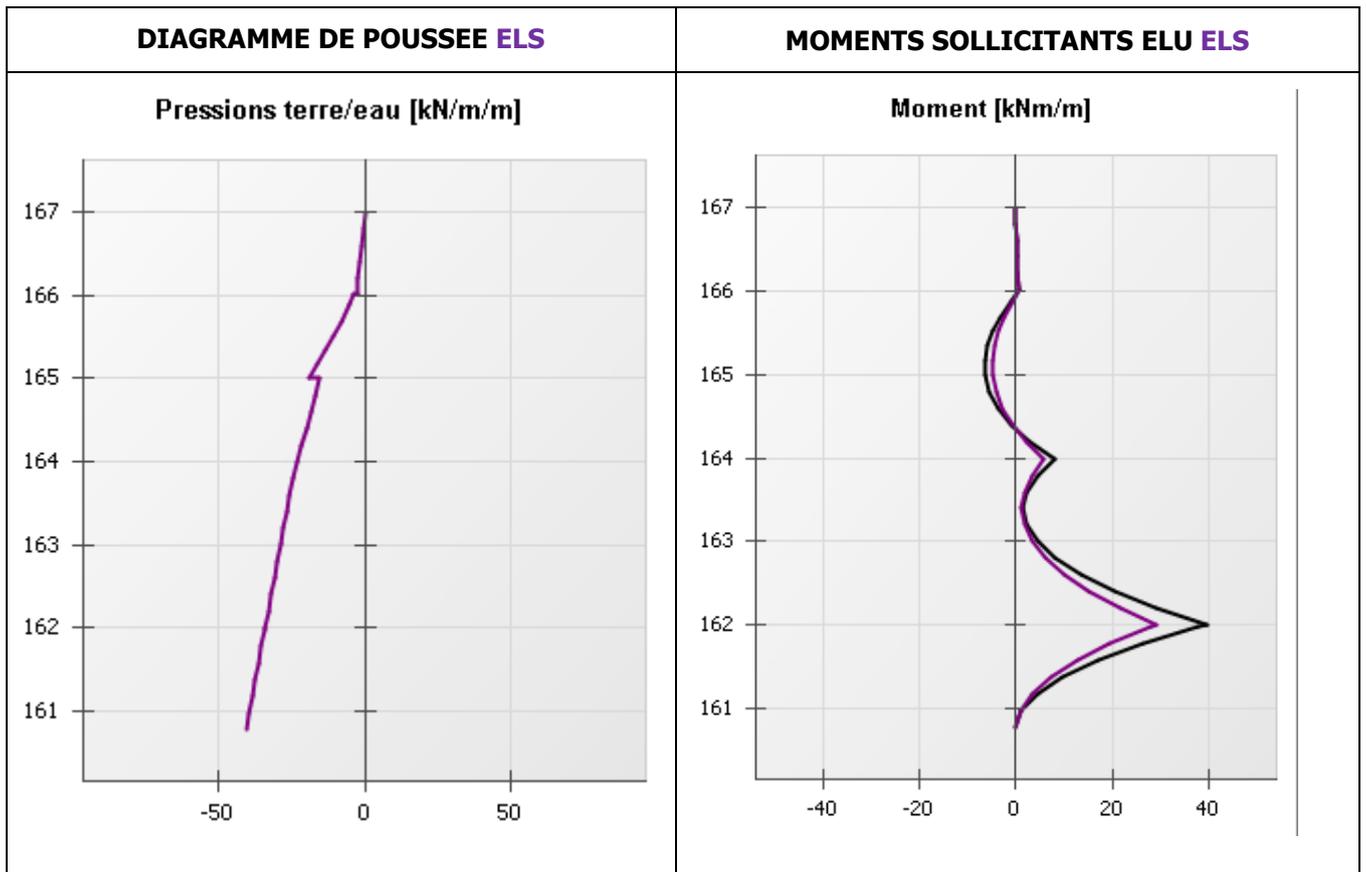
Dans ces conditions nous obtenons les sollicitations suivantes :

	Phase définitive	
	ELS	ELU
<b>Moment maximal Md</b>	33.7 kN.m/mL	45.4 kN.m/mL
<b>Effort tranchant maximal Vd</b>	57.7 kN/mL	77.8 kN/mL
<b>Effort dans les plancher Appui 1</b>	34.9 kN/mL	47.1 kN/mL
<b>Effort dans les plancher Appui 2</b>	120.2 kN/mL	162.3 kN/mL

#### 9.1.4 Butonnage

Les parois seront nécessairement boutonnées provisoirement à l'avancement par 3 niveaux de butons distincts minimum.





Dans le cas présent, pour des semelles inclinées de  $45^\circ$  et ancrées d'au moins 1 m dans les Sables de Fontainebleau en place, au-delà d'éventuels remblais/terrains remaniés et tout en tenant compte d'un coefficient minorateur dû à l'inclinaison des charges et de la présence de talus ( $i_{\delta\theta} = 0,70$ ), la contrainte sous la semelle des butons provisoires sera limitée à 0,3 MPa.

En conséquence, des semelles de butons de 1,7 m x 1,7 m permettront de reprendre des efforts de 860 kN. Celles-ci seront obligatoirement coulées en pleine fouille. Dans le cas de corbeau en béton, des ajustements seront nécessaires après la mise en compression des butons par le biais de coins de charge.

Pour un entraxe de 3 m et une semelle située à 3 m du mur, le logiciel K-REA nous donne les sollicitations des efforts repris par les butons.

Dans ces conditions nous obtenons les sollicitations suivantes :

	Phase provisoire	
	ELS	ELU
<b>Moment maximal Md</b>	29.2 kN.m/mL	39.5 kN.m/mL
<b>Effort tranchant maximal Vd</b>	42.3 kN/mL	57.1 kN/mL
<b>Effort axial dans le buton 1</b>	-	39.2 kN/mL x 3 m = 117.6 kN
<b>Effort axial dans le buton 2</b>	-	71.5 kN/mL x 3 m = 214.5 kN
<b>Effort axial dans le buton 3</b>	-	128.8 kN/mL x 3 m = 386.4 kN

Caractéristiques butons <sup>(*)</sup>	
L	φ
6.0 m	68°
4.4 m	47°
3.2 m	22°

(\*) : Buton bois Ø30 cm cat II (E=11.5 Gpa)

#### 9.1.5 Suivi et sujétions d'exécutions

Les travaux se dérouleront à proximité immédiate d'ouvrages sensibles aux déformations. Au cours des travaux une surveillance par relevé bihebdomadaire de prisme est indispensable. Cela devra se faire sous le contrôle d'une mission de supervision d'exécution G4. **En absence d'un diagnostic structure des avoisinants, aucun déplacement en tête de paroi ne devra être supérieur au centimètre.**

Etant donné la forme de la fouille, les butons verticaux pourraient être remplacés par des butons horizontaux reposant de part et d'autre de la fouille contre les VPP nouvellement créés. Si des déplacements étaient constatés au cours de l'exécution, l'entreprise pourrait mettre en place cette solution afin de stabiliser les ouvrages concernés.

Si des conditions différentes de celles définies précédemment, il conviendra de recalculer les valeurs limites (mission géotechnique G3).

## 9.2 GABIONS

Les gabions seront utilisés en tant que mur de soutènement. Ceux-ci seront calculés comme un mur poids.

### 9.2.1 Principe général

Une fois les conditions de terrassements obtenues, les soutènements seront réalisés en déblai par passe. Les gabions seront installés dès le décaissement et la pose de géotextiles. La largeur des passes sera limitée à 3 m en largeur.

### 9.2.2 Dimensionnement

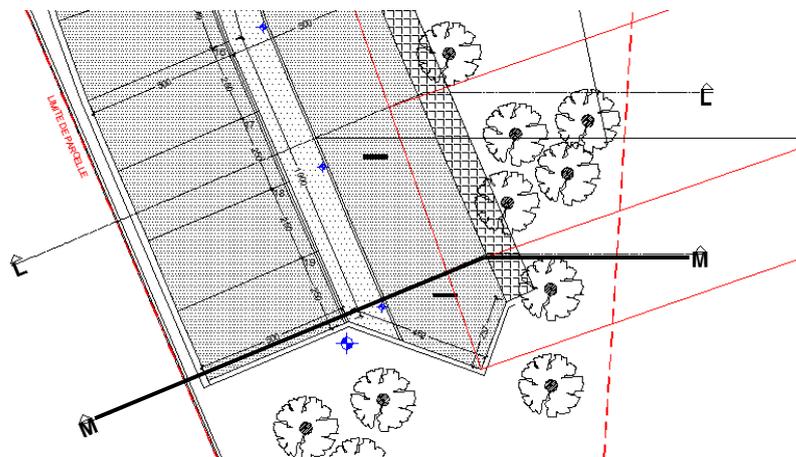
On retiendra pour le dimensionnement des murs :

Hauteur total (m)	1	1.5	2	2.5
Largeur de base (m)	1.00	1.25	1.5	1.75
Largeur de tête (m)	0.50	0.50	0.50	0.75
Ancrage minimal (m)	0.20	0.20	0.20	0.20

Les dimensions des cages des gabions étant fixes, on pourra modifier la valeur de l'encastrement pour avoir la hauteur désirée à un endroit donné. On veillera néanmoins à respecter l'ancrage minimal.

### 9.2.3 Etude de stabilité et dimensionnement des soutènements

Nous étudions ci-dessous la réalisation d'un soutènement en GABION de la coupe MM selon le plan transmis par le BET FAKED en date 27.06.2018.



*Plan de masse de la partie Sud du mur*

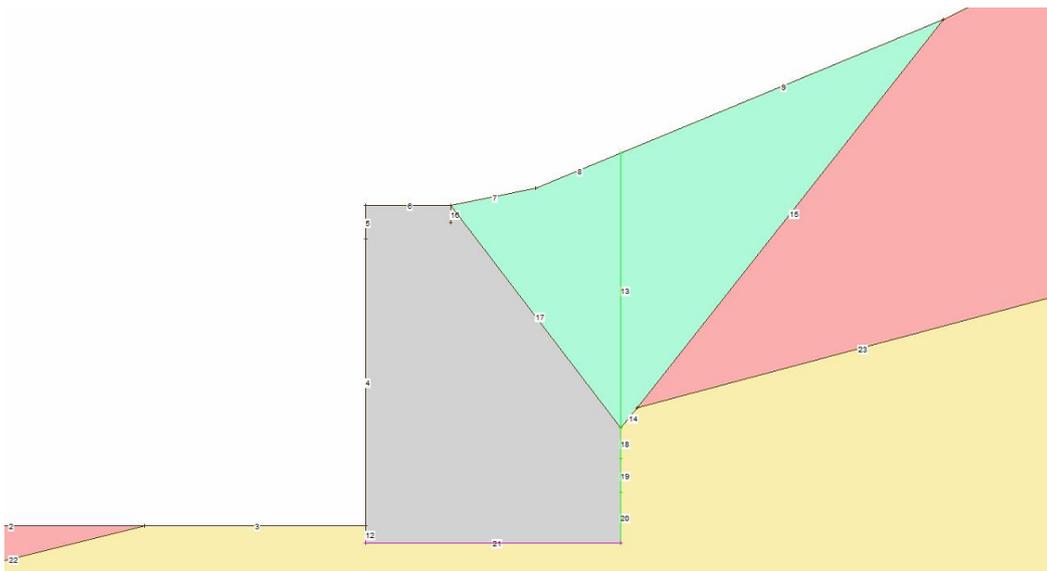
Caractéristiques des massifs en en gabion :

Les dimensions des massifs en gabion à réaliser au droit du profil MM sont les suivantes :

Coupes	<b>MM</b>
Hauteur totale	2 m
Ancrage	0.20 m
Sol d'assise	Sable de Fontainebleau
Largeur de tête	0.50 m
Largeur de base	1.50 m
Pente talus amont	24°
Fruit amont parement	0° / vertical

Vérification de la stabilité externe du soutènement par massif en gabion:

Les calculs de stabilité externe (glissement sur la base, renversement et poinçonnement) de ce soutènement ont été réalisés au moyen du logiciel GéoMur.



*Vue de la coupe MM sur GéoMur*

Ce logiciel permet de calculer les efforts (poussées, poids, poussée d'Archimède notamment) s'exerçant sur un mur de soutènement, et vérifie la stabilité externe du mur ainsi que sa stabilité interne (cas de murs en maçonnerie ou en béton armé).

Les poussées sont calculées par la méthode Culmann en discrétisant l'écran et en recherchant l'inclinaison du coin maximisant la poussée. Les contraintes sont calculées par dérivation du diagramme de poussées, et n'ont aucune influence sur le calcul de stabilité.

Les résultats recherchés sont à l'Eurocode 7 :

- Glissement sur la base et renversement :  $\Gamma_s > 1.00$
- Poinçonnement :  $q_u \times i\delta\beta / q_{ref} > 1.00$

Les feuilles de résultats sont portées en annexes pour plus de détails. Nous obtenons les résultats suivants pour une approche défavorable :

Profil	MM
Stabilité au glissement sur la base $\Gamma_G$	1.33
Stabilité au renversement $\Gamma_R$	1.97
Poinçonnement $\Gamma_s$	2.25

#### Commentaires :

Les soutènements calculés ci-dessus sont stables au droit de la coupe MM dans les conditions et hypothèses énoncées dans ce document.

Le choix des cages des gabions devra permettre de respecter la forme générale du mur utilisé pour le dimensionnement.

### 9.2.4 Calcul de stabilité au glissement circulaire

Le calcul pratiqué en mécanique des sols pour apprécier la stabilité d'un talus est un calcul à la rupture. Il consiste à estimer l'état des forces motrices (poussée) par rapport aux forces résistantes (butée). Il s'exprime sous la forme d'un coefficient dit de sécurité  $\Gamma$  égal au rapport des moments des forces résistantes sur celui des forces motrices.

Nous réaliserons ces calculs au moyen du logiciel TALREN 5 par la méthode des tranches dite de BISHOP.

Les coefficients de sécurité recherchés avec application de coefficients pondérateurs sont en phase définitive  $\Gamma_{\min} > 1.00$ . Le talus est considéré comme instable lorsque  $\Gamma_{\min} < 1.00$ .

Pour les calculs de glissement circulaire concernant des talus et des ouvrages de soutènements type mur poids, nous retiendrons les coefficients de sécurité partiels suivants :

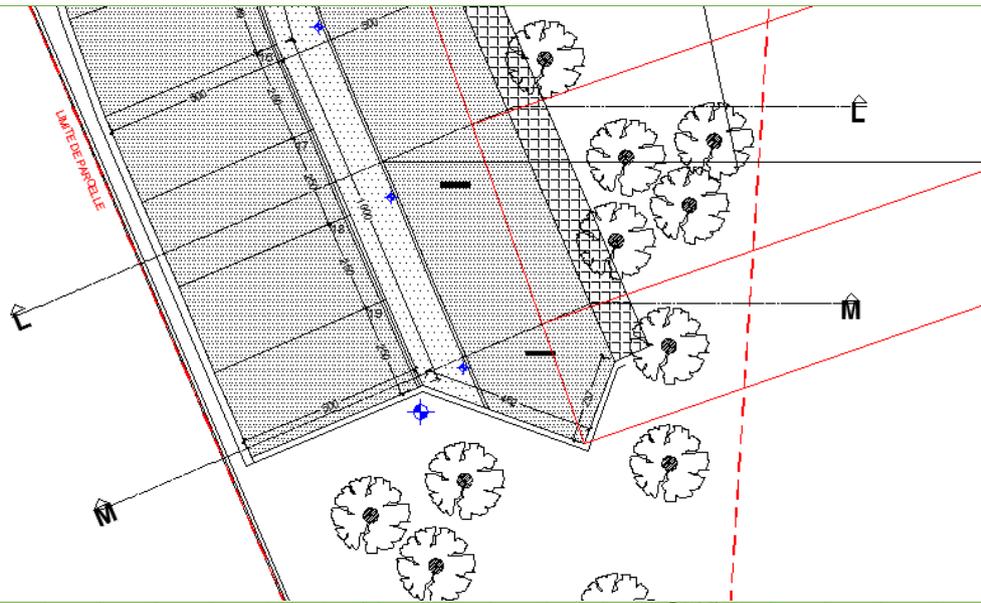
Paramètres	Notation TALREN	Coefficient de sécurité	
		Approche 3 ELU EQU Durable /transitoire	Approche unitaire  Unitaire
Charges permanentes favorables	$\Gamma_{S1}$	1.00	1.00
Charges permanentes défavorables	$\Gamma'_{S1}$	1.00	1.00
Charges variables défavorables	$\Gamma_Q$	1.30	1.00
Charges variables favorables	-	0.00	1.00
Frottement, $\varphi$	$\Gamma_{\varphi}$	1.25	1.00
Cohésion effective $c'$	$\Gamma_{c'}$	1.25	1.00
Cohésion non-drainée, $c_u$	$\Gamma_{c_u}$	1.40	1.00
Poids volumique, $\gamma$	$\gamma$	1.00	1.00
Renforcement acier-clous, $\sigma_e$	$\Gamma_{a, \text{clous}}$	1.25	1.00
Intéraction sol-clous tiré d'essais, $q_s$	$\Gamma_{q_s, \text{clous}, \text{es}}$	1.10	1.00
Méthode	$\Gamma_{S3}$	1.00	1.00

Nous nous sommes intéressés au cas le plus défavorable c'est-à-dire avec une hauteur de mur et une pente la plus élevée.

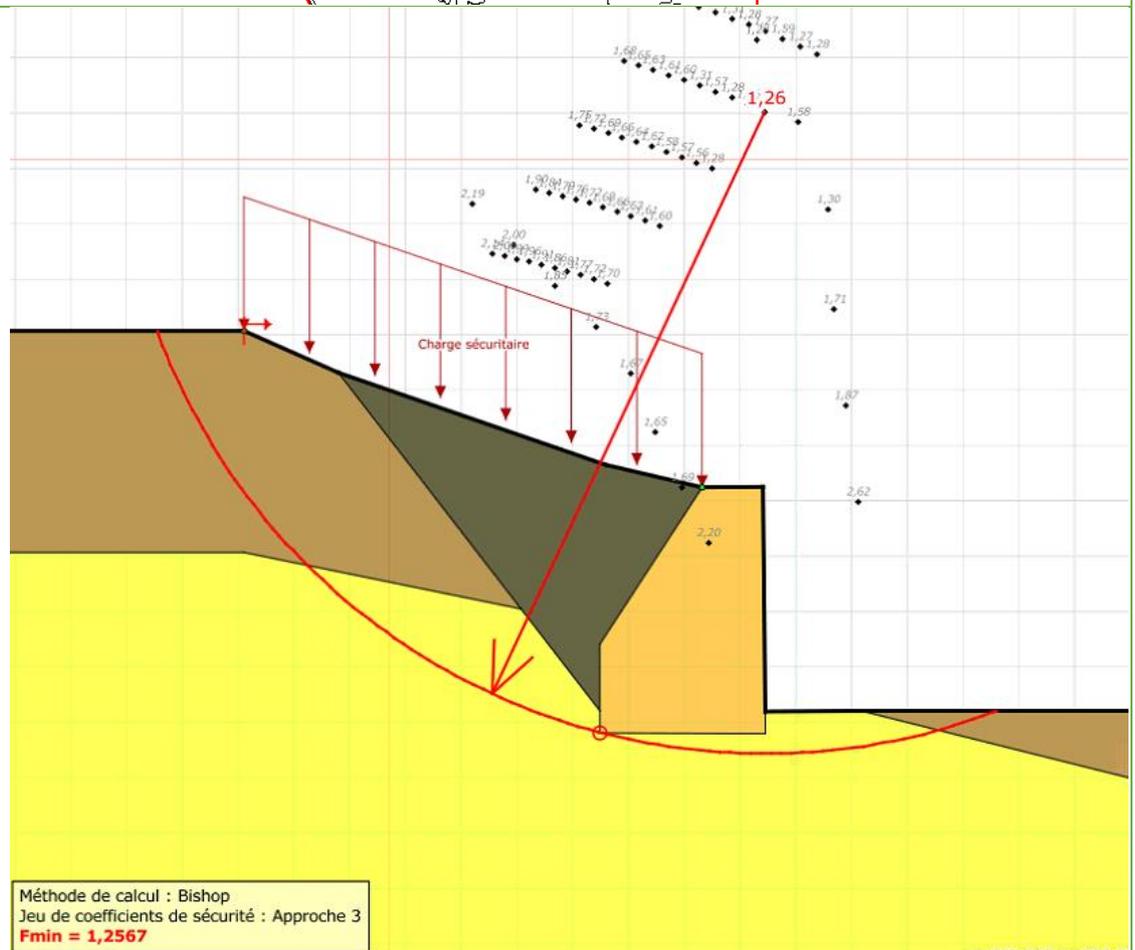
#### SITUATION DEFINITIVE

Les caractéristiques de sol sont prises à long terme. Nous vérifions que le facteur de sécurité  $\Gamma_{\min} > 1$  en approche 2 et 3 selon l'Eurocode 7 et  $\Gamma_{\min} > 1.5$  en approche unitaire.

Cas le plus défavorable : partie sud du mur en gabion, coupe MM



Coupe MM  
 Hauteur du mur :  
 2.0 m  
 Pente : 24°  
 Coefficient  
 minimum en  
 Approche 3 :  
**1.26**



Le détails des calculs sont donnés en annexes

Les talus et ouvrages calculés ci-dessus sont stables au glissement circulaire en phase définitive au droit du profil d'étude dans les conditions et hypothèses énoncées ci-dessus.

## 10 ) FONDATEMENTS DU BATIMENT

Les terrains qui seront mis à jour en fond de fouille de la dalle du RdC du futur bâtiment à l'altitude 161,78 NGF niveau fini, seront les Sables de Fontainebleau en partie arrière et les Eboulis peu compacts en partie avant.

Dans ce contexte, on peut prévoir de fondations superficielles par semelles (isolées et/ou filantes) franchissant les Eboulis sablo-limoneux peu compacts quand ils subsistent, et descendus dans les Sables de Fontainebleau en place sous-jacents, avec les critères d'assises suivants :

- ancrage d'au moins 0,40 m,
- encastrement minimum d'au moins 1 m par rapport au sol extérieur fini (côté parking).

A titre indicatif, ci-joint les profondeurs et cotes d'ancrage au droit des sondages réalisés, en considérant le niveau de la dalle RdC fini à 161,78 NGF :

Sondage	Tête du sondage (m)	Toit des <i>Sables de Fontainebleau en place</i> (m)	Arase inférieure des fondations		
			NGF	m/TN actuel	m/dalle RdC à 161,78 NGF
SP2	166,4	163,9	160,7	5,7	1,0
SP3	161,3	158,8	158,4	2,9	3,4

### 10.1 Définition

Ancrage : hauteur de pénétration de la fondation dans le sol d'assise.

Encastrement : profondeur minimale de la fondation par rapport au terrain fini extérieur (ou intérieur en cas de sous-sol).

## 10.2 Règle de calcul

Les fondations seront dimensionnées selon les règles de la norme NF P 94-261 de Juin 2013 – Eurocodes 7 relatif aux fondations superficielles.

Le principe est de satisfaire l'inégalité suivante :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

où :

$V_d$  : est la valeur de calcul de la composante verticale de la charge appliquée sur le terrain par la fondation.

$R_0$  : est la valeur du poids du terrain aux abords de la fondation après travaux.

$R_{v;d}$  : est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain.

La norme permet d'évaluer  $R_{v;d}$  de la façon suivante :

$$R_{v;d} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;v} \times \gamma_{R;d;v}}$$

$A'$  : est la surface effective de la semelle (= surface de la semelle si charge verticale et centrée).

$q_{net}$  : est la contrainte associée à la résistance nette du terrain (=  $0.8 * P_{le}$  pour une charge verticale et centrée sans influence de talus selon la méthode pressiométrique).

$\gamma_{R;v}$  et  $\gamma_{R;d;v}$  : sont les coefficients de sécurité liés au type de situation (ELS , ELU, séisme).

- Aux ELU,

$\gamma_{R;v}$  : est le coefficient de sécurité pour le type de situation = 1.4 (situations durables et transitoire) .

$\gamma_{R;d;v}$  : est le coefficient de sécurité liée à la méthode de calcul = 1.2 (méthode pressiométrique).

- Aux ELS,

$\gamma_{R;v}$  : est le coefficient de sécurité pour le type de situation = 2.3 (situations quasi permanentes et caractéristiques) .

$\gamma_{R;d;v}$  : est le coefficient de sécurité liée à la méthode de calcul = 1.2 (méthode pressiométrique).

### 10.3 Estimation de la contrainte

Selon les règles de calcul énoncées précédemment et pour des fondations soumises à des charges verticales centrées, on obtient en première approche les contraintes du sol suivantes :

<b>Aux ELS</b> (caractéristiques et quasi-permanentes)	$V_d \leq 0,3 \text{ MPa} * A' = 300 \text{ kPa} * A'$
<b>Aux ELU</b> (fondamentales)	$V_d \leq 0,48 \text{ MPa} * A' = 480 \text{ kPa} * A'$

### 10.4 Approche dimensionnelle

Le principe de l'approche dimensionnelle est de proposer des géométries de fondations courantes sous la valeur de contrainte de service définie précédemment.

Les valeurs suivantes seront retenues en première approche pour la justification des ouvrages :

			E.L.S. vis-à-vis des déformations		
			Estimation des tassements		
Fondations	Largeur en m	Encastrement minimal en m	Contrainte de service estimée $\sigma_{v;d}$ (ELS) en kPa	Charge $R_{v;d}$	Tassement total $s$ en cm (*)
Semelles isolées carrées	1,0	1.0	300	150 kN	< 1cm
	1,5			675 kN	
Semelles filantes	0,4	1.0	300	120 kN/ml	< 1cm
	0,5			150 kN/ml	

(\*) Valeurs estimatives

Sous la valeur de contrainte de service définie ci-dessus, pour des géométries de fondations courantes et avec l'ancrage préconisé, les tassements absolus estimés seront de l'ordre du centimètre.

Rappelons que les tassements théoriques estimés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'art et sous réserve du non remaniement du sol d'assise.

Les contraintes désignées ci-dessus correspondent à la pression exercée au niveau bas des fondations. Pour déterminer la contrainte qui s'exerce à ce niveau, il faut prendre en compte les surcharges dues à la construction, y compris le poids des fondations, majorées éventuellement du poids des terres qui recouvre ces dernières.

### 10.5 Sujétions d'exécution des fondations

La mise en œuvre d'une solution de fondations superficielles par semelles isolées et/ou filantes devra être conforme aux règles de l'art et aux documents en vigueur (NF P 94-261). Plus particulièrement, dans le cadre de cette étude, cela implique les sujétions suivantes :

- ✓ La largeur minimale des fondations sera déterminée par un BE structures; elle ne sera toutefois pas inférieure à 0,7 m pour des semelles isolées et 0,4 m pour des semelles filantes,
- ✓ En cas d'instabilité des parois des fouilles (faible cohésion des Remblais éventuels et Sables de Fontainebleau), il conviendra de prévoir un confortement adapté (blindage,...),
- ✓ Des niveaux indurés (blocs et/ou niveaux indurés, etc.) peuvent être rencontrés lors des travaux de terrassements, nécessitant l'utilisation d'outils adaptés et pouvant générer des hors profils lors du creusement des fouilles,
- ✓ Afin d'éviter une décompression de fond des fouilles et des rigoles de semelles et massifs, celui-ci devra être protégé immédiatement après ouverture par un béton de propreté ou un matériau équivalent,
- ✓ Toute poche de matériaux peu compacts ou remaniés rencontrés en fond de fouille devra être purgée et substituée. Les substitutions se feront soit par un gros béton, soit par un matériau concassé insensible à l'eau et compacté selon les recommandations de la norme NF P11-300.
- ✓ Des surprofondeurs de fondations seront possibles en cas de présence de remblais ou d'anciens ouvrages enterrés
- ✓ des adaptations seront à prévoir pour les fondations situées à proximité des ouvrages existants (fondations, réseaux, ...) en fonction de leurs caractéristiques géométriques et altimétriques. Des reconnaissances des fondations mitoyennes devront être réalisées pour préciser les sujétions d'exécution des fondations à leur droit;
- ✓ Si des fondations voisines doivent être fondées à des niveaux différents, on respectera la règle des 3/2 indiquée dans la norme NF P94-261 « Fondations superficielles », à moins de dispositions particulières,
- ✓ Les travaux ne devront en aucun cas déstabiliser ou déchausser les fondations existantes et mitoyennes

## **11 ) PLATEFORME DALLAGES ET VOIRIES**

Les terrains mis à jour en fonds de formes des dallages RdC et voiries seront selon les zones :

- en partie amont : les Sables de Fontainebleau,
- en partie centrale et aval : les Eboulis sablo-limoneux brun.

Il sera nécessaire de prévoir la mise en place d'une couche de forme qui sera constituée par un matériau d'apport insensible à l'eau (type grave naturelle, grave-ciment, par exemple ou équivalent), dépourvue d'éléments fins et compactée selon les règles de l'art à 98,5 % de l'optimum, sur une épaisseur d'au moins 0,35 m avec intercalation d'une nappe géotextile entre l'arase et la couche de forme.

L'épaisseur de la couche de forme à mettre en œuvre sera au minimum de 0,30 m et sera adaptée en phase d'exécution en fonction de la portance du fond de forme au moment des travaux et des conditions de mise en œuvre des matériaux (respect des règles du GTR).

La portance de la plateforme sera vérifiée à l'aide d'essais à la plaque en obtenant au minimum :  $K_w \geq 50 \text{ MPa/m}$  et  $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ .

Une fois la plateforme réceptionnée, elle doit être protégée des intempéries par une émulsion gravillonnée.

## **12 ) DALLE RDC**

Dans la mesure où les surcharges d'exploitation seront modérées ( $\leq 500 \text{ kg/m}^2$ ), il n'y a pas à craindre de tassements significatifs des sols d'assises sous le poids de ces sollicitations, et on pourra prévoir une solution de dallages RdC sur terre-plein désolidarisés des structures.

## 13 ) VOIRIES

### 13.1 Prédimensionnement des voiries

En considérant un fond de forme de portance PF2 et une classe de trafic cumulé de type TC1 ( $250 < MJA \leq 500$  véh/jour), le tableau ci-dessous propose deux exemples de structures de chaussée possibles :

	Structure EME2	Structure GB3
<b>Couche de surface</b>	2,5 cm*	6 cm*
<b>Couche de Base</b>	9 cm	9 cm
<b>Couche de fondation</b>		
<b>Couche de forme</b>	<p><u>Couche de forme</u> constituée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soit de matériaux rapportés de type GNT + Nappe de géotextile.</li> <li>- Soit les matériaux in-situ qui peuvent s'y prêter.</li> </ul> <p><u>Critère de réception</u> : Obtention de <math>EV2 \geq 50</math> MPa.</p>	
<b>Sol en place</b>	Eboulis sablo-limoneux / Sables de Fontainebleau	

#### Légende :

EME2 : Enrobé à Module Elevé de classe2,

GB3 : Grave Bitume de type 3.

- (\*) Cette épaisseur correspond à l'épaisseur totale de la couche de surface (une couche de roulement et éventuellement une couche de liaison). Celle-ci a été définie selon le trafic estimé et la nature de la couche de base. La combinaison « couche de roulement + couche de liaison » dépend des objectifs recherchés vis-à-vis des caractéristiques d'usage (adhérence, bruit...).

La structure de chaussée retenue devra être vérifiée à la sensibilité au gel. Les granulats utilisés devront être non gélifs.

L'épaisseur de la couche de forme devra être adaptée à l'hygrométrie et la portance au moment des travaux.

Les entreprises pourront proposer des structures variantes, sous réserves de justificatifs fiables (dimensionnement ALIZE).

Dans tous les cas, les différents dimensionnements et le suivi des travaux pourront être contrôlés et vérifiés par nos soins dans le cadre d'une mission G4 selon la norme NF P 94-500.

### 13.2 Sujétions d'exécution des voiries

La réalisation de la structure de la chaussée dans de bonnes conditions et son bon fonctionnement dans le temps nécessitent de respecter les règles de l'art et les documents en vigueur. Plus particulièrement, dans le cadre de cette étude, cela implique les sujétions suivantes :

- ✓ Il est conseillé de réaliser les différents travaux de terrassements de la plateforme dans des conditions météorologiques favorables (arrêt des travaux en cas de pluie soutenue),
- ✓ Purge des sols médiocres et détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie,
- ✓ Exécution correcte du compactage des différentes couches de chaussée. Les moyens de compactage doivent être adaptés aux épaisseurs des différentes couches,
- ✓ Toute infiltration des eaux de ruissellement au droit et aux abords immédiats de la chaussée est susceptible d'engendrer des phénomènes d'entraînement de fine et donc des déformations supplémentaires. Ce phénomène doit être évité. Il est donc essentiel de mettre en œuvre un système de collecte et d'évacuation de ces eaux,
- ✓ Les caractéristiques des matériaux employés pour les différentes couches de la structure de chaussée doivent être conformes aux fiches techniques des matériaux à utiliser pour chaque couche qui sont fixés par les différentes normes.

## **14 ) PROTECTION VIS-À-VIS DES VENUES D'EAU**

La nappe, circulant dans les Sables de Fontainebleau, a été relevée en cours de chantier en juillet 2016 vers  $\cong 13,40$  m de profondeur en SP1 ( $\cong 158,0$  NGF), soit  $\cong 3,8$  m sous le fond de fouille de la dalle RdC et de la voirie.

En première approche, nous supposons que les fluctuations saisonnières du niveau de cette nappe est de l'ordre de 1,0 à 1,5 m. Cette hypothèse devra être confirmée par un suivi piézométrique sur au moins un cycle annuel.

Les parties amont et latérale enterrées du bâtiment, ainsi que l'ouvrage de soutènement du parking, ne recouperont pas la nappe permanente. En revanche, elles devront être protégées contre les eaux d'infiltration et de ruissellement et les circulations d'eau s'écoulant le long du coteau, par un réseau de drainage périphérique continu sur leurs hauteurs avec un drain collecteur à cunette en pied relié à un exutoire indépendant autorisé.

Nous rappelons que les locaux techniques sensibles (postes électriques, machineries d'ascenseurs, etc.), devront être étanches, selon les règles du DTU 14.1.

## CONCLUSIONS

A ce stade du projet, les principes constructifs suivants sont envisagés :

- Ecrans type voile contre-terre réalisés en passes alternées butonnées et désolidarisés de l'existant par un joint de fractionnement sur la hauteur des déblais au droit du local ;
- Ouvrage de soutènement type mur poids en gabions au niveau du parking ;
- Fondations superficielles du bâtiment par semelles et/ou puits ancrés dans les Sables de Fontainebleau compacts.

Si des conditions diffèrent de celles définies précédemment, il conviendra de recalculer les caractéristiques et les valeurs limites définies dans ce rapport. A ce titre nous attirons votre attention sur les principales incertitudes à ce stade du projet concernant :

- Diagnostic structurel des avoisinants : définissant les déformations admissibles de ces derniers et conditionnant ainsi les seuils de déplacements à définir pour les ouvrages de soutènement ;
- Reconnaissance des fondations de l'existant : nature et caractéristiques géométriques des fondations de l'existant ;
- L'importance d'un suivi des déformations au moyen d'un relevé bihebdomadaire de prismes par un géomètre afin de ne pas impacter les ouvrages existants à proximité immédiate du projet ;
- La procédure d'exécution des soutènements et des fondations dont les calepinages des voiles contre-terre et des gabions seront à valider lors d'une mission de supervision d'exécution G4.

Afin de réduire les incertitudes, nous proposons :

- De reconnaître les fondations de l'existant avec la réalisation d'une reconnaissance manuelle depuis l'extérieur.

Ce rapport clôt la mission de conception G2 phase Avant-Projet confiée à ALIOS X.AM.SOL conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013.

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions générales jointes ci-après.

Rédigé par :  
**Ch. POILPRÉ**

Relu par :  
**Ch. POILPRÉ**

# CONDITIONS GENERALES

## 1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit d'ALIOS X-AM-SOL.

## 2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité d'ALIOS X-AM-SOL ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

## 3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis d'ALIOS X-AM-SOL. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu qu'ALIOS X-AM-SOL s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. ALIOS X-AM-SOL réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

ALIOS X-AM-SOL n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigation est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et de manière générale à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si ALIOS X-AM-SOL déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte qu'ALIOS X-AM-SOL puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

## 4. Plans et documents contractuels

ALIOS X-AM-SOL réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, ALIOS X-AM-SOL est exonéré de toute responsabilité.

## 5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager ALIOS X-AM-SOL. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité d'ALIOS X-AM-SOL est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur à ALIOS X-AM-SOL modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

ALIOS X-AM-SOL n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou ALIOS X-AM-SOL avec un autre Prestataire.

## 6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires à ALIOS X-AM-SOL en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui d'ALIOS X-AM-SOL, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée à ALIOS X-AM-SOL avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnisations correspondantes sont à la charge du Client.

## 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, ALIOS X-AM-SOL est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

## 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

## 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, ALIOS X-AM-SOL a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 - phase PRO. Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance d'ALIOS X-AM-SOL ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

**10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client**

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

**11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes**

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins d'ALIOS X-AM-SOL dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par ALIOS X-AM-SOL qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable d'ALIOS X-AM-SOL. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire d'ALIOS X-AM-SOL, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit d'ALIOS X-AM-SOL. Si dans le cadre de sa mission, ALIOS X-AM-SOL mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. ALIOS X-AM-SOL serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

**12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation**

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par ALIOS X-AM-SOL au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent ALIOS X-AM-SOL à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. ALIOS X-AM-SOL est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où ALIOS X-AM-SOL est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

**13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport**

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité d'ALIOS X-AM-SOL et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité d'ALIOS X-AM-SOL ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

**14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie**

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTec » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, ALIOS X-AM-SOL peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures d'ALIOS X-AM-SOL sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. A défaut de règlement au 8<sup>e</sup> jour suivant l'émission de la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard au taux de 15%. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

**15. Résiliation anticipée**

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes d'ALIOS X-AM-SOL, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par ALIOS X-AM-SOL au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

**16. Répartition des risques, responsabilités et assurances**

ALIOS X-AM-SOL n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil d'ALIOS X-AM-SOL vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué à ALIOS X-AM-SOL qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, ALIOS X-AM-SOL ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par ALIOS X-AM-SOL ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

**Assurance décennale obligatoire**

ALIOS X-AM-SOL bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à l'obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer ALIOS X-AM-SOL d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel ALIOS X-AM-SOL sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée à ALIOS X-AM-SOL par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie d'ALIOS X-AM-SOL qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer ALIOS X-AM-SOL de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

**Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance**

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès d'ALIOS X-AM-SOL qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels ALIOS X-AM-SOL participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée à ALIOS X-AM-SOL par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

ALIOS X-AM-SOL assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. ALIOS X-AM-SOL sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant ALIOS X-AM-SOL qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessus pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée d'ALIOS X-AM-SOL au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu qu'ALIOS X-AM-SOL ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

**17. Cessibilité de contrat**

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

**18. Litiges**

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social d'ALIOS X-AM-SOL, sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.



## CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Version novembre 2013)

### 1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution.

En particulier :

- Les missions d'études géotechniques préalables (étude de site G1 ES, étude des Principes Généraux de Construction G1 PGC), Les missions d'études géotechniques de conception (étude d'avant-projet G2 AVP, étude de projet G2 PRO et étude G2 DCE/ACT), Les missions étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif.
- Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique.
- L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit.
- Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport.
- Toute mission d'étude géotechnique préalable G1 phase ES ou PGC, d'étude géotechnique de conception G2 AVP, ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée.
- Une mission d'étude géotechnique de conception G2 AVP, de projet G2 PRO et G2 DCE/ACT engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

### 2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

### 3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

**Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013**
**4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique**

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : <b>Etude géotechnique préalable (G1)</b>		Etude géotechnique préalable (G1) <b>Phase Etude de Site (ES)</b>		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) <b>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</b>		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : <b>Etude géotechnique de conception (G2)</b>	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase Avant-projet (AVP)</b>		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) <b>Phase Projet (PRO)</b>		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet ( <i>choix constructifs</i> )
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) <b>Phase DCE/ACT</b>		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution</b> ( <i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i> )	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels ( <i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i> )	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	<b>Supervision géotechnique d'exécution (G4)</b> <b>Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution</b> ( <i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i> )	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

**Tableau 2 - Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

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

### **ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)**

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

#### Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

### **ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

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

#### Phase DCE / ACT

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

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

### **ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

#### Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

#### Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

### **SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

#### Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

#### Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisnants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

### **DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)**

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3)



## Annexe 1

Calcul « K-Réa » des écrans VPP

**DONNEES**
**GENERALITES :**

<b>Système d'unités :</b>	Métrique, kN, kN/m <sup>2</sup>	<b>Niveau phréatique :</b>	152.00 m
<b>Poids volumique de l'eau :</b>	10.00 kN/m <sup>3</sup>	<b>Nombre d'itérations par phase de calcul :</b>	100
<b>Pas de calcul :</b>	0.20 m	<b>Prise en compte moments 2 ordre :</b>	non
<b>Définition du projet :</b>	Cotes		

**CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :**

Couche	z [ m ]	γ [ kN/m <sup>3</sup> ]	γ' [ kN/m <sup>3</sup> ]	φ [ ° ]	c [ kN/m <sup>2</sup> ]	dc [ kN/m <sup>2</sup> /m ]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [ kN/m <sup>2</sup> /m ]	dkh [ kN/m <sup>2</sup> /m/m ]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [ kN/m/m ]
Eboulis	168.40	19.00	9.00	25.00	10.00	0.000	0.577	0.349	3.544	0.577	0.577	1.388	5.175	10525	0	0.667	-0.667	0.100	10000.00
Sable de Fontainebleau	165.00	19.00	9.00	30.00	0.00	0.000	0.500	0.282	4.980	0.500	0.500	0.000	0.000	62144	0	0.667	-0.667	0.100	10000.00

**CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :**

Section	z,base [ m ]	EI [ kNm <sup>2</sup> /m ]	W [ kN/m/m ]
1	160.78	13021	5.90

Cote de la tête de l'écran : z0 = 167.00 m

## DONNEES

BUTON	Phase	za [ m ]	K [ kN/m/m ]	P [ kN/m ]	$\alpha$ [ ° ]
1	2	166.01	67083	0.00	68.00
2	2	164.00	91477	0.00	47.00
3	2	162.01	125781	0.00	22.00

APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [ m ]	z,sup [ m ]	Rs [ kN/m³ ]	ps [ kN/m/m ]
1	3	165.69	165.89	2000000	0
2	3	161.78	161.98	2000000	0

**ASSISTANTS**
**Assistant K0 :**

Action	Nom Couche	$\varphi$ [ ° ]	$\beta$ [ ° ]	Roc	K0
Sol initial	Eboulis	25.00	0.00	1.000	0.577
Sol initial	Sable de Fointainebleau	30.00	0.00	1.000	0.500
Remblaiement (Phase 3)	Rzmblais	30.00	0.00	1.000	0.500

**Assistant Kerisel & Absi, milieu pesant :**

Action	Nom Couche	Coefficient	$\lambda$ [ ° ]	$\varphi$ [ ° ]	$\delta/\varphi$	$\beta/\varphi$	Valeur
Sol initial	Eboulis	kay	0.00	25.00	0.667	0.000	0.349
Sol initial	Eboulis	kpy	0.00	25.00	-0.667	0.000	3.544
Sol initial	Sable de Fointainebleau	kay	0.00	30.00	0.667	0.000	0.282
Sol initial	Sable de Fointainebleau	kpy	0.00	30.00	-0.667	0.000	4.980
Remblaiement (Phase 3)	Rzmblais	kay	0.00	30.00	0.667	0.000	0.282
Remblaiement (Phase 3)	Rzmblais	kpy	0.00	30.00	-0.667	0.000	4.980

**Assistant kac/kpc :**

Action	Nom Couche	Coefficient	$\varphi$ [ ° ]	$\delta/\varphi$	Valeur
Sol initial	Eboulis	kac	25.00	0.667	1.388
Sol initial	Eboulis	kpc	25.00	-0.667	5.175

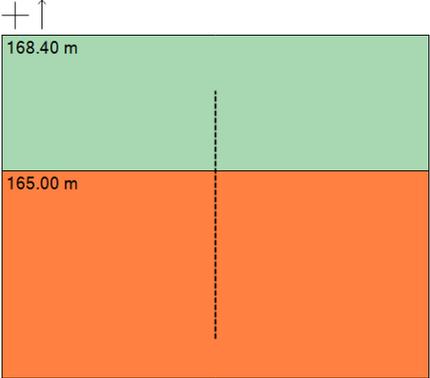
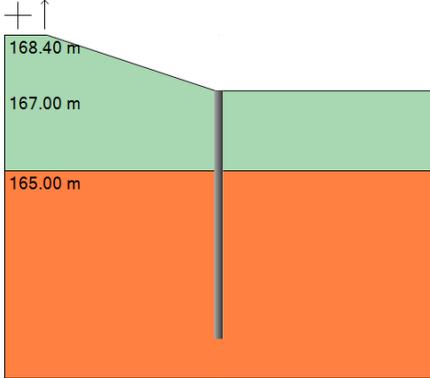
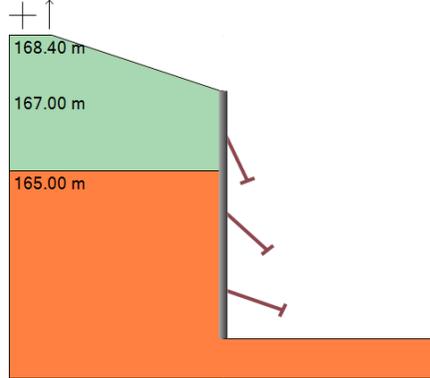
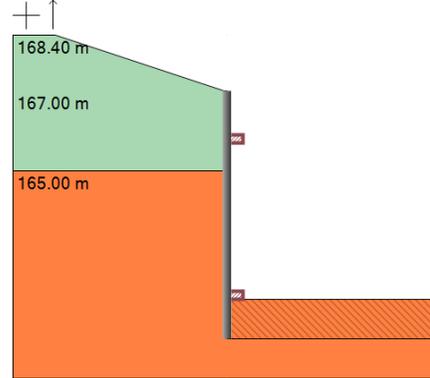
**Assistant kh, Schmitt :**

Action	Nom Couche	Em [ kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$	EI [ kNm <sup>2</sup> /m ]	kh [ kN/m <sup>2</sup> /m ]
Sol initial	Eboulis	3300	0.500	13021	10525
Sol initial	Sable de Fointainebleau	12500	0.500	13021	62144
Remblaiement (Phase 3)	Rzmblais	6000	0.500	13021	23356

**Assistant paroi continue :**

Action	E [ kN/m <sup>2</sup> ]	r [ m ]	e [ m ]	EI [ kNm <sup>2</sup> /m ]	Rc [ kN/m <sup>2</sup> ]
Ecran initial	1E+007	-	0.25	13021	-

**SYNTHESE PHASAGE**

<p>Phase initiale</p>  <p>Gauche Droite</p> <p>  m</p>	<p>Phase 1 : Phase transitoire</p>  <p>Gauche Droite</p> <p>  m</p>	<p>Phase 2 : Phase transitoire</p>  <p>Gauche Droite</p> <p>  m</p>	<p>Phase 3 : Phase durable</p>  <p>Gauche Droite</p> <p>  m</p>	
		<p>Buton Provisoire FF=160.78</p>	<p>Phase définitive</p>	
	<p>- Options ELU (MISS): Surexcavation : <math>\Delta a_{gauche}</math> [m] = 0.00 <math>\Delta a_{droite}</math> [m] = 0.00 position zD du point d'effort tranchant null : automatique</p> <p>- Excavation (côté droit) : zh [m] = 167.00</p> <p>- Excavation (côté gauche) : zh [m] = 167.00 Mise en place d'un talus : zt [m] = 168.40 a [m] = 6.00 zh [m] = 167.00 b [m] = 0.10 ce = 1.000</p>	<p>- Options ELU (MISS): Surexcavation : <math>\Delta a_{gauche}</math> [m] = 0.00 <math>\Delta a_{droite}</math> [m] = 0.00 position zD du point d'effort tranchant null : automatique</p> <p>- Excavation (côté droit) : zh [m] = 160.78</p> <p>- Mise en place du buton (côté droit) : n°1 za [m] = 166.01 K [kN/m/m] = 67083 <math>\alpha</math> [°] = 68.00 P [kN/m] = 0.00</p> <p>- Mise en place du buton (côté droit) : n°2 za [m] = 164.00 K [kN/m/m] = 91477 <math>\alpha</math> [°] = 47.00 P [kN/m] = 0.00</p> <p>- Mise en place du buton (côté droit) : n°3 za [m] = 162.01 K [kN/m/m] = 125781 <math>\alpha</math> [°] = 22.00 P [kN/m] = 0.00</p>	<p>- Options ELU (MISS): Surexcavation : <math>\Delta a_{gauche}</math> [m] = 0.00 <math>\Delta a_{droite}</math> [m] = 0.00 position zD du point d'effort tranchant null : automatique</p> <p>- Mise en place de la liaison surfacique : (droite) n°1 z,sup [m] = 165.89 z,inf [m] = 165.69 Ks [kN/m²] = 2000000 <math>\alpha</math> - P,min [kN/m/m] = -1E+010 P,max [kN/m/m] = 1E+010</p> <p>- Mise en place de la liaison surfacique : (droite) n°2 z,sup [m] = 161.98 z,inf [m] = 161.78 Ks [kN/m²] = 2000000 <math>\alpha</math> - P,min [kN/m/m] = -1E+010 P,max [kN/m/m] = 1E+010</p> <p>- Remblai (droite) Rzmblais zt [m] = 161.78 <math>\phi</math> [°] = 30.00 c [kN/m²] = 0.00 dc [kN/m²/m] = 0.000 <math>\gamma'</math> [kN/m³] = 9.00 <math>\gamma</math> [kN/m³] = 19.00 kay = 0.282 kac = 0.000 kpy = 4.980 kpc = 0.000</p>	
	<p>Calcul réalisé par : ALIOS X.AM.SOL</p>			

**SYNTHESE PHASAGE**

--	--	--	--

--	--	--	--

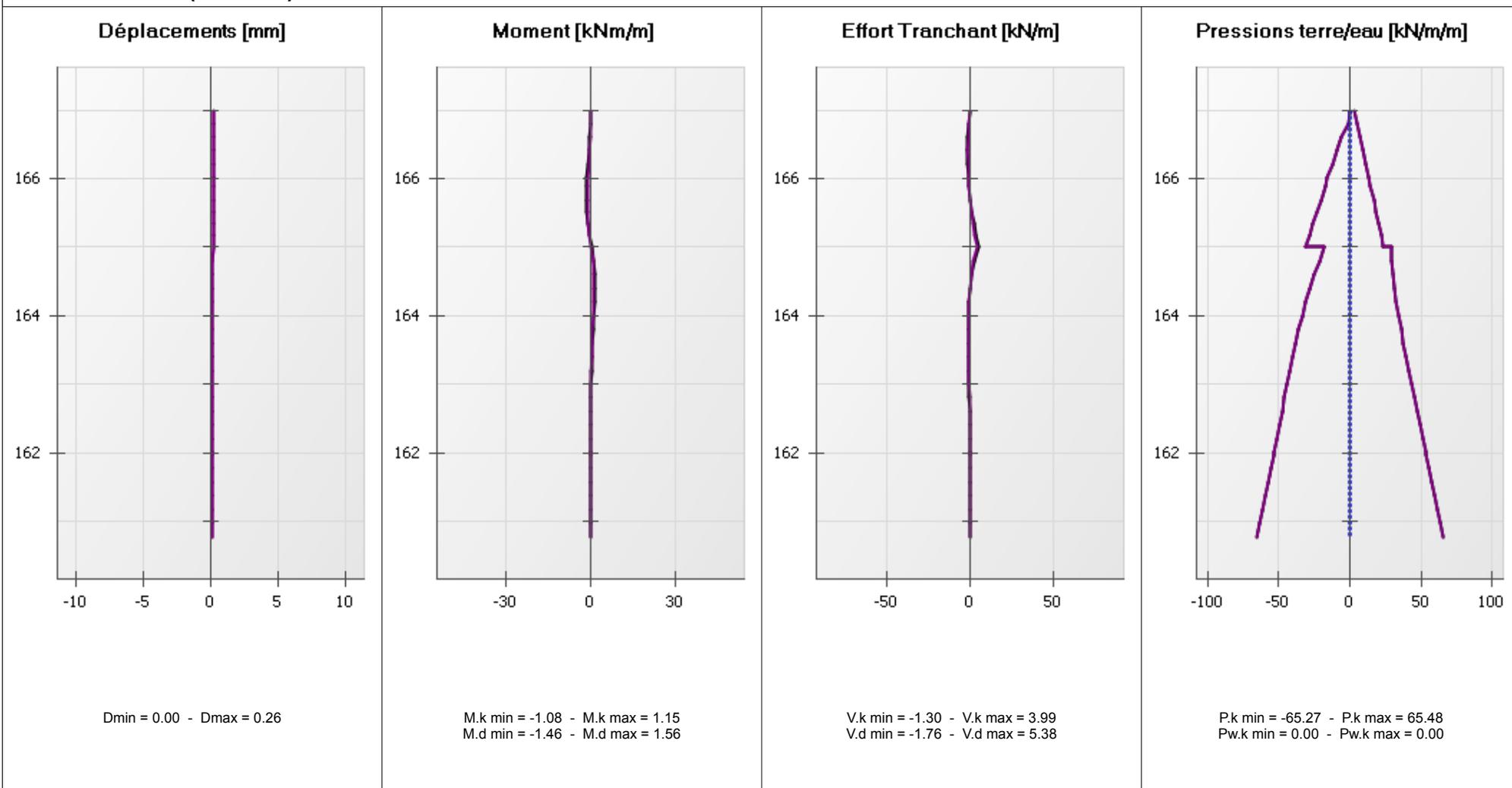
$k_r = 0.500$        $k_d = 0.500$   
 $d_{kh} [kN/m^2/m/m] = 0$        $k_h [kN/m^2/m] = 23356$   
 $k_{a,min} = 0.100$        $p_{max} [kN/m/m] = 10000.00$

- Enlèvement du buton n°1
- Enlèvement du buton n°2
- Enlèvement du buton n°3



**Calcul réalisé par : ALIOS X.AM.SOL**

RESULTATS (Phase 1) - L'écran est considéré ancré



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

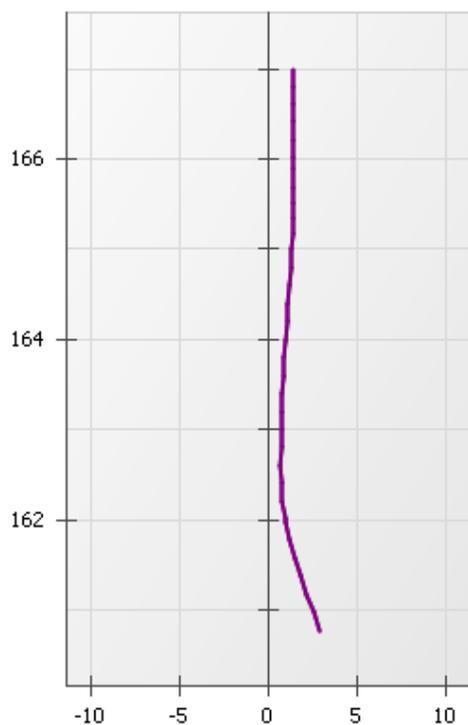
--- Eau



Calcul réalisé par : ALIOS X.AM.SOL

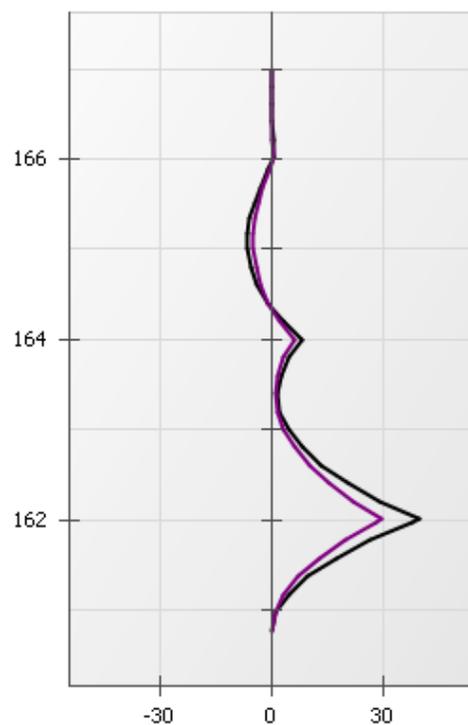
RESULTATS (Phase 2) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



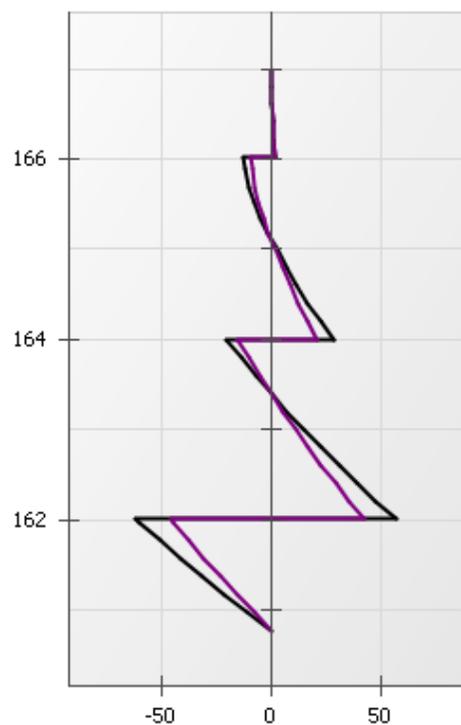
Dmin = 0.00 - Dmax = 2.86

Moment [kNm/m]



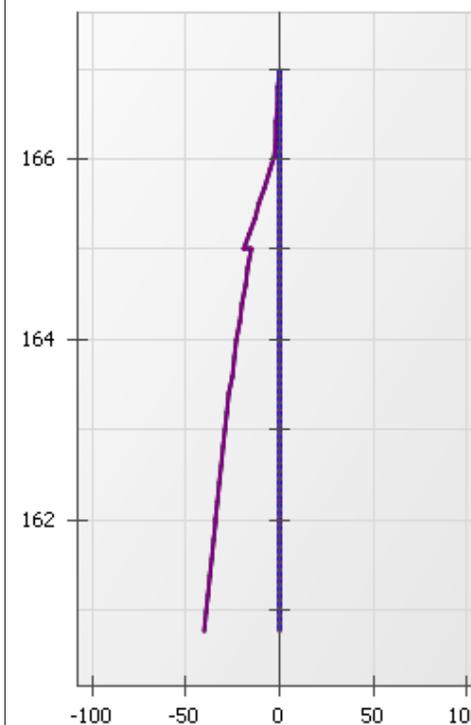
M.k min = -4.85 - M.k max = 29.22  
M.d min = -6.54 - M.d max = 39.45

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -46.17 - V.k max = 42.28  
V.d min = -62.32 - V.d max = 57.08

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -40.83 - P.k max = 0.00  
Pw.k min = 0.00 - Pw.k max = 0.00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

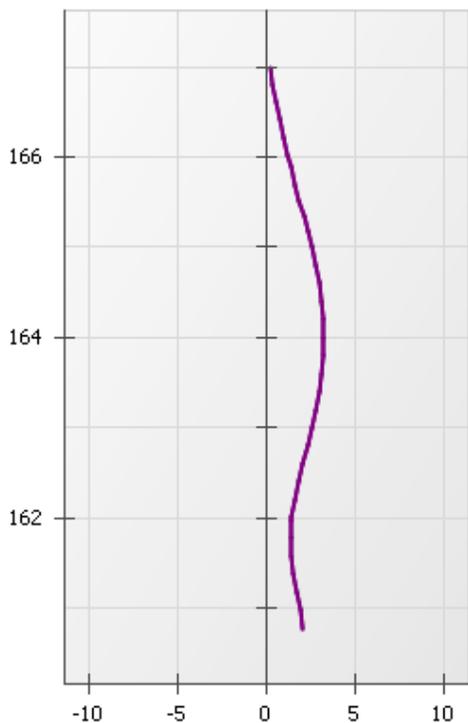
--- Eau



Calcul réalisé par : ALIOS X.AM.SOL

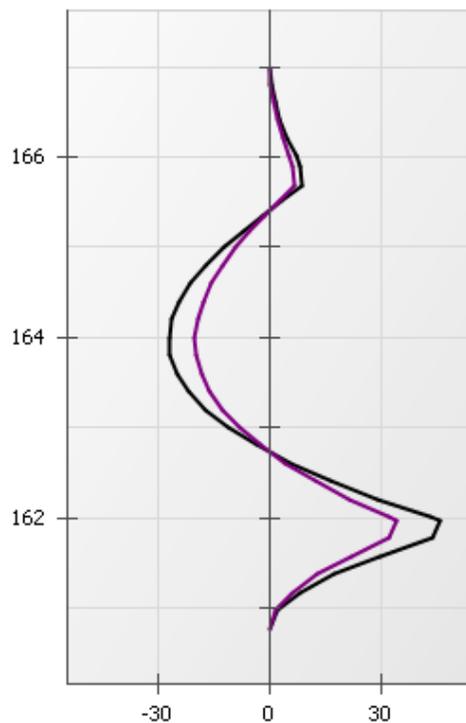
RESULTATS (Phase 3) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



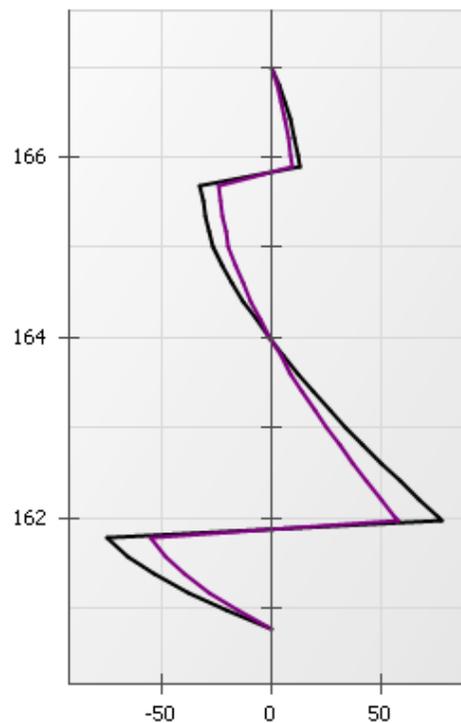
Dmin = 0.00 - Dmax = 3.23

Moment [kNm/m]



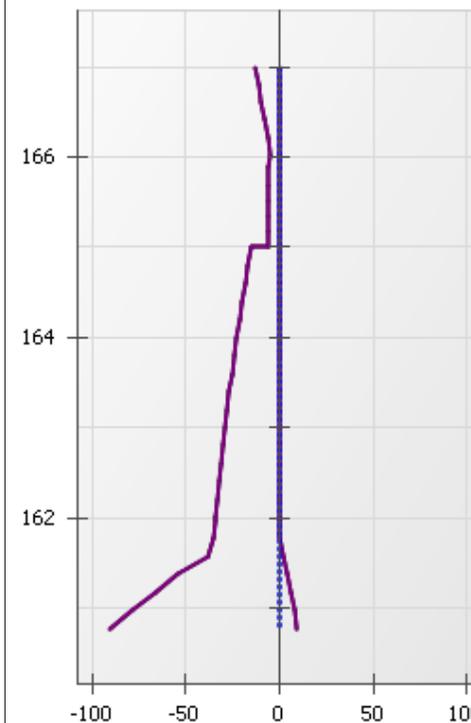
M.k min = -20.00 - M.k max = 33.66  
M.d min = -26.99 - M.d max = 45.44

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -55.55 - V.k max = 57.66  
V.d min = -74.99 - V.d max = 77.84

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -90.77 - P.k max = 9.50  
Pw.k min = 0.00 - Pw.k max = 0.00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



Calcul réalisé par : ALIOS X.AM.SOL

**RESULTATS (Synthèse)**

PHASE	Type Vérif.	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Buton 1 kN/m	Buton 2 kN/m	Buton 3 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MISS	0.26	0.26	1.56	5.38	-	-	-	-	-	OK	51.03	OK
2	MISS	1.41	2.86	39.45	-62.32	39.18	71.49	128.79	-	-	OK	-25.24	OK
3	MISS	0.17	3.23	45.44	77.84	-	-	-	47.12	162.27	Non OK	96.96	OK
Extrema	-	1.41	3.23	45.44	77.84	39.18	71.49	128.79	47.12	162.27	-	-	-

## Vérifications

### COEFFICIENTS PARTIELS

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1.00	1.35
pression d'eau (Ypw)	1.00	1.35
poids propre de l'écran (YW)	1.00	1.35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
sol - permanente (YG)	1.00	1.00
sol - variable (YQ)	1.11	1.11
écran - permanente favorable (YG,inf)	1.00	1.00
écran - permanente défavorable (YG,sup)	1.00	1.35
écran - variable défavorable (YQ,sup)	1.11	1.50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
cohésion (Yc')	1.00	1.00
angle de frottement (Yφ')	1.00	1.00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1.40	1.40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1.10	1.10
Résistance des appuis (Yanc)	1.00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1.10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1.35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

### RESULTATS DES VERIFICATIONS

#### PHASE 1 - Transitoire

La butée pour cette phase est considérée à droite.

##### Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 217.59 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 293.75 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 1879.28 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 1708.44 kN/m

**Bt,d < Bm,d**

**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.**

##### Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

Pd = 49.54 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = 1.49 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0.00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0.00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 51.03 kN/m

**Charge verticale ELU de 51.03 kN/m à transmettre en pied de l'écran.**

**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

#### PHASE 2 - Transitoire

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

##### Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 0.00 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 0.00 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 0.00 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 0.00 kN/m

**Bt,d ≥ Bm,d**

**Le défaut de butée n'est pas justifié pour cette phase.**

##### Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de la palplanche :

Pd = 49.54 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = 62.08 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = -136.86 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0.00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = -25.24 kN/m

**Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 25.24 kN/m vers le haut.**

#### PHASE 3 - Durable

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

##### Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

## Vérifications

Valeur caractéristique :  $B_{t,k} = 4.75 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul :  $B_{t,d} = 6.41 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique :  $B_{m,k} = 4.75 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul :  $B_{m,d} = 3.39 \text{ kN/m}$

**$B_{t,d} \geq B_{m,d}$**

**Le défaut de butée n'est pas justifié pour cette phase.**

**Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de la palplanche :

$P_d = 49.54 \text{ kN/m}$

Résultante verticale  $P_v$  des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

$P_{v,d} = 47.42 \text{ kN/m}$

Résultante verticale  $T_v$  des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

$T_{v,d} = 0.00 \text{ kN/m}$

Résultante verticale  $F_v$  des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

$F_{v,d} = 0.00 \text{ kN/m}$   $Y_q$  = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = 96.96 \text{ kN/m}$

**Charge verticale ELU de 96.96 kN/m à transmettre en pied de l'écran.**

**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

## DONNEES

### GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m <sup>2</sup>	Niveau phréatique :	152.00 m
Poids volumique de l'eau :	10.00 kN/m <sup>3</sup>	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0.20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

### CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [ m ]	γ [ kN/m <sup>3</sup> ]	γ' [ kN/m <sup>3</sup> ]	φ [ ° ]	c [ kN/m <sup>2</sup> ]	dc [ kN/m <sup>2</sup> /m ]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [ kN/m <sup>2</sup> /m ]	dkh [ kN/m <sup>2</sup> /m/m ]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [ kN/m/m ]
Eboulis	168.40	19.00	9.00	25.00	10.00	0.000	0.577	0.349	3.544	0.577	0.577	1.388	5.175	10525	0	0.667	-0.667	0.100	10000.00
Sable de Fontainebleau	165.00	19.00	9.00	30.00	0.00	0.000	0.500	0.282	4.980	0.500	0.500	0.000	0.000	62144	0	0.667	-0.667	0.100	10000.00

### CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [ m ]	EI [ kNm <sup>2</sup> /m ]	W [ kN/m/m ]
1	160.78	13021	5.90

Cote de la tête de l'écran : z0 = 167.00 m

## DONNEES

BUTON	Phase	za [ m ]	K [ kN/m/m ]	P [ kN/m ]	$\alpha$ [ ° ]
1	2	166.01	67083	0.00	68.00
2	2	164.00	91477	0.00	47.00
3	2	162.01	125781	0.00	22.00

APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [ m ]	z,sup [ m ]	Rs [ kN/m³ ]	ps [ kN/m/m ]
1	3	165.69	165.89	2000000	0
2	3	161.78	161.98	2000000	0

## ASSISTANTS

### Assistant K0 :

Action	Nom Couche	$\varphi$ [ ° ]	$\beta$ [ ° ]	Roc	K0
Sol initial	Eboulis	25.00	0.00	1.000	0.577
Sol initial	Sable de Fointainebleau	30.00	0.00	1.000	0.500
Remblaiement (Phase 3)	Rzmblais	30.00	0.00	1.000	0.500

### Assistant Kerisel & Absi, milieu pesant :

Action	Nom Couche	Coefficient	$\lambda$ [ ° ]	$\varphi$ [ ° ]	$\delta/\varphi$	$\beta/\varphi$	Valeur
Sol initial	Eboulis	kay	0.00	25.00	0.667	0.000	0.349
Sol initial	Eboulis	kpy	0.00	25.00	-0.667	0.000	3.544
Sol initial	Sable de Fointainebleau	kay	0.00	30.00	0.667	0.000	0.282
Sol initial	Sable de Fointainebleau	kpy	0.00	30.00	-0.667	0.000	4.980
Remblaiement (Phase 3)	Rzmblais	kay	0.00	30.00	0.667	0.000	0.282
Remblaiement (Phase 3)	Rzmblais	kpy	0.00	30.00	-0.667	0.000	4.980

### Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	$\varphi$ [ ° ]	$\delta/\varphi$	Valeur
Sol initial	Eboulis	kac	25.00	0.667	1.388
Sol initial	Eboulis	kpc	25.00	-0.667	5.175

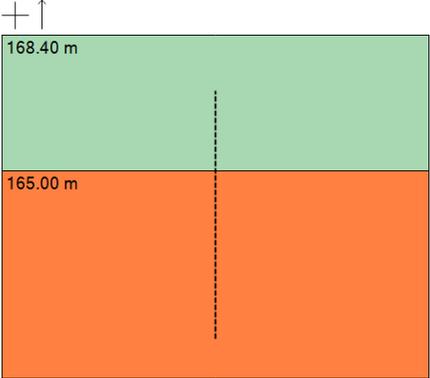
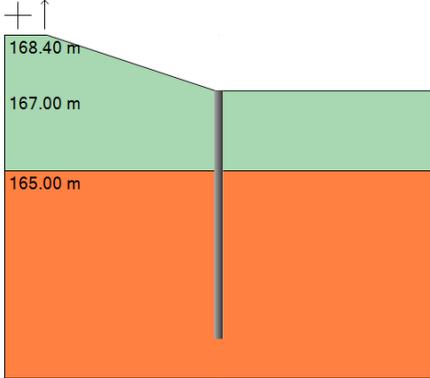
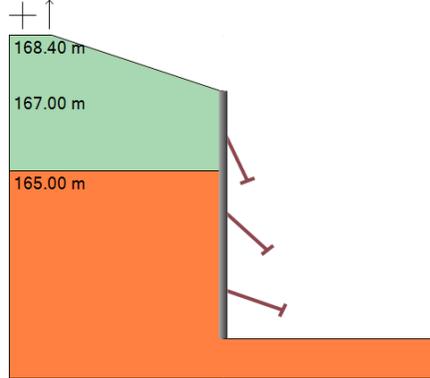
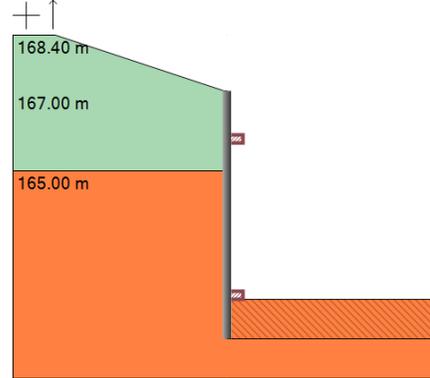
### Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [ kN/m <sup>2</sup> ]	$\alpha$	EI [ kNm <sup>2</sup> /m ]	kh [ kN/m <sup>2</sup> /m ]
Sol initial	Eboulis	3300	0.500	13021	10525
Sol initial	Sable de Fointainebleau	12500	0.500	13021	62144
Remblaiement (Phase 3)	Rzmblais	6000	0.500	13021	23356

### Assistant paroi continue :

Action	E [ kN/m <sup>2</sup> ]	r [ m ]	e [ m ]	EI [ kNm <sup>2</sup> /m ]	Rc [ kN/m <sup>2</sup> ]
Ecran initial	1E+007	-	0.25	13021	-

**SYNTHESE PHASAGE**

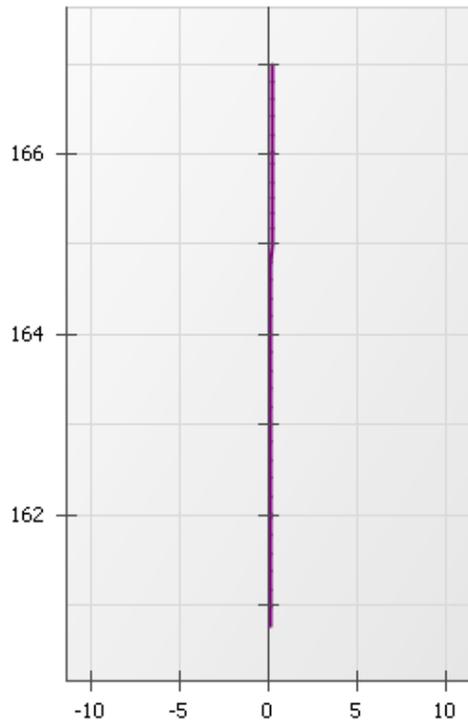
<p>Phase initiale</p>  <p>Gauche Droite</p> <p>  m</p>	<p>Phase 1 : Phase transitoire</p>  <p>Gauche Droite</p> <p>  m</p>	<p>Phase 2 : Phase transitoire</p>  <p>Gauche Droite</p> <p>  m</p>	<p>Phase 3 : Phase durable</p>  <p>Gauche Droite</p> <p>  m</p>
		<p>Buton Provisoire FF=160.78</p>	<p>Phase définitive</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excavation (côté droit) : zh [m] = 167.00</li> <li>- Excavation (côté gauche) : zh [m] = 167.00</li> <li>Mise en place d'un talus : zt [m] = 168.40 a [m] = 6.00 zh [m] = 167.00 b [m] = 0.10 ce = 1.000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excavation (côté droit) : zh [m] = 160.78</li> <li>- Mise en place du buton (côté droit) : n°1 za [m] = 166.01 K [kN/m/m] = 67083 <math>\alpha</math> [°] = 68.00 P [kN/m] = 0.00</li> <li>- Mise en place du buton (côté droit) : n°2 za [m] = 164.00 K [kN/m/m] = 91477 <math>\alpha</math> [°] = 47.00 P [kN/m] = 0.00</li> <li>- Mise en place du buton (côté droit) : n°3 za [m] = 162.01 K [kN/m/m] = 125781 <math>\alpha</math> [°] = 22.00 P [kN/m] = 0.00</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de la liaison surfacique : (droite) n°1 z,sup [m] = 165.89 z,inf [m] = 165.69 Ks [kN/m²] = 2000000 <math>\alpha</math> - P,min [kN/m/m] = -1E+010 P,max [kN/m/m] = 1E+010</li> <li>- Mise en place de la liaison surfacique : (droite) n°2 z,sup [m] = 161.98 z,inf [m] = 161.78 Ks [kN/m²] = 2000000 <math>\alpha</math> - P,min [kN/m/m] = -1E+010 P,max [kN/m/m] = 1E+010</li> <li>- Remblai (droite) Rzmblais zt [m] = 161.78 c [kN/m²] = 0.00 <math>\gamma</math> [kN/m³] = 9.00 kay = 0.282 kpy = 4.980 ki = 0.500 kr = 0.500 dkh [kN/m²/m/m] = 0 ka,min = 0.100</li> <li><math>\phi</math> [°] = 30.00 dc [kN/m²/m] = 0.000 <math>\gamma</math> [kN/m³] = 19.00 kac = 0.000 kpc = 0.000 kd = 0.500 kh [kN/m²/m] = 23356 pmax [kN/m/m] = 10000.00</li> </ul>
	<p>Calcul réalisé par : ALIOS X.AM.SOL</p>		

**SYNTHESE PHASAGE**

- Enlèvement du buton n°1
- Enlèvement du buton n°2
- Enlèvement du buton n°3

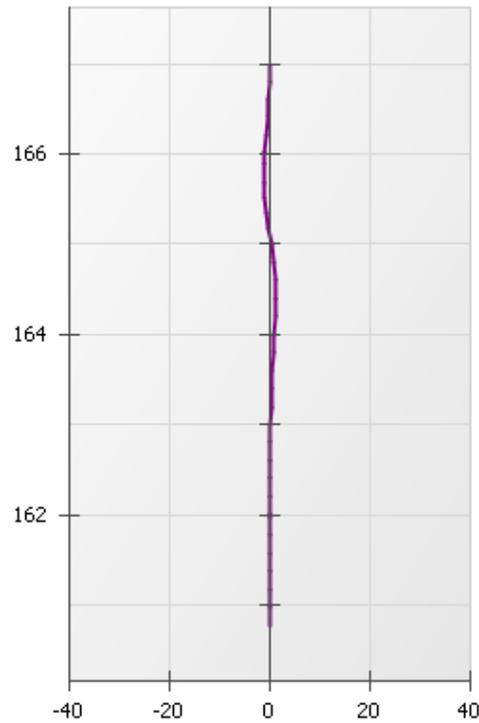
RESULTATS (Phase 1)

Déplacements [mm]



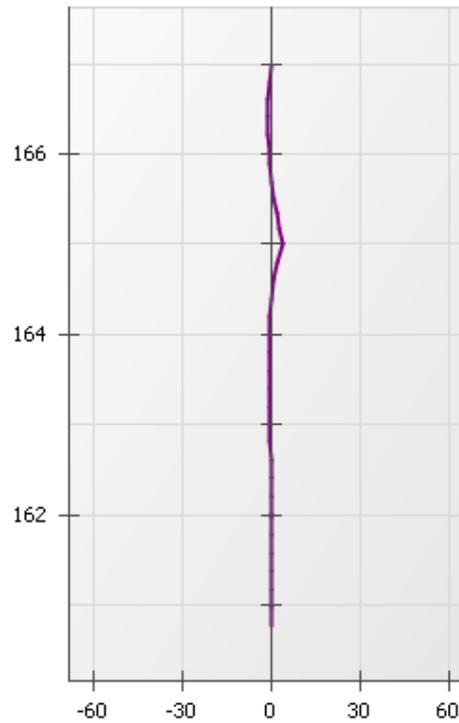
Dmin = 0.00 - Dmax = 0.26

Moment [kNm/m]



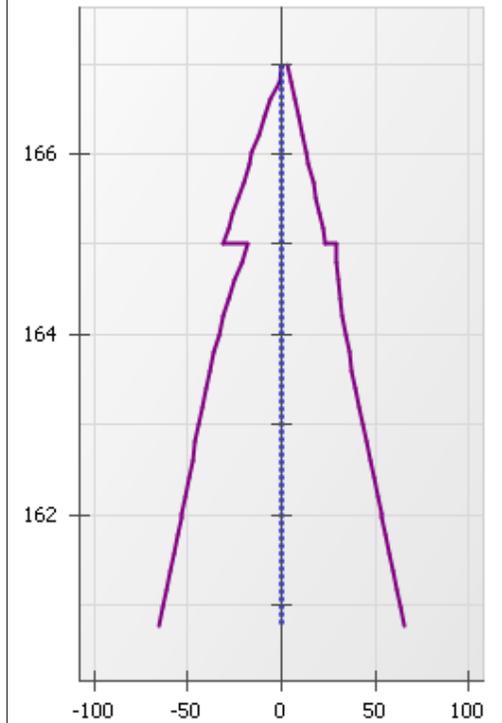
M.k min = -1.08 - M.k max = 1.15

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -1.30 - V.k max = 3.99

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -65.27 - P.k max = 65.48  
Pw.k min = 0.00 - Pw.k max = 0.00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

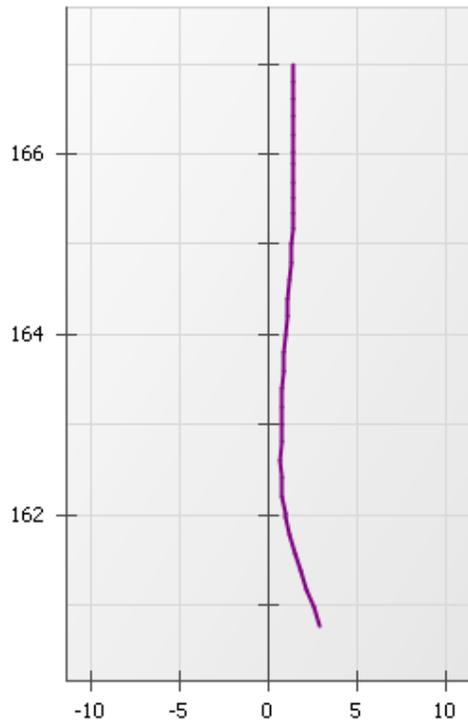
--- Eau



Calcul réalisé par : ALIOS X.AM.SOL

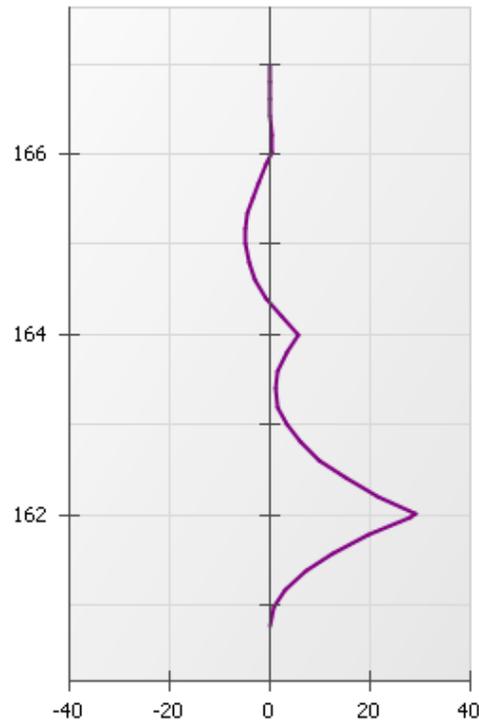
RESULTATS (Phase 2)

Déplacements [mm]



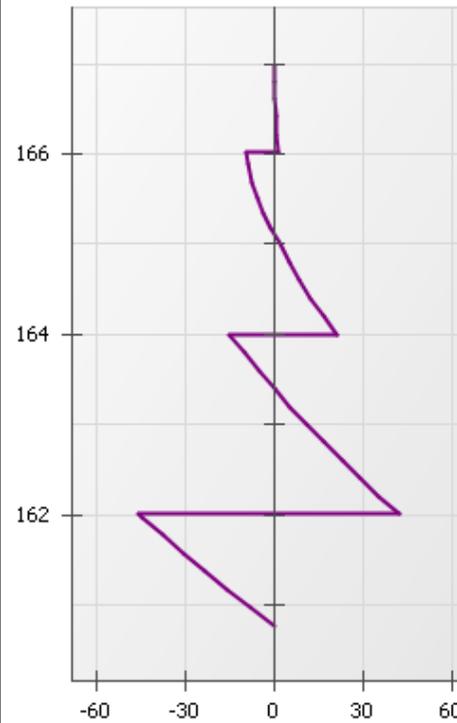
Dmin = 0.00 - Dmax = 2.86

Moment [kNm/m]



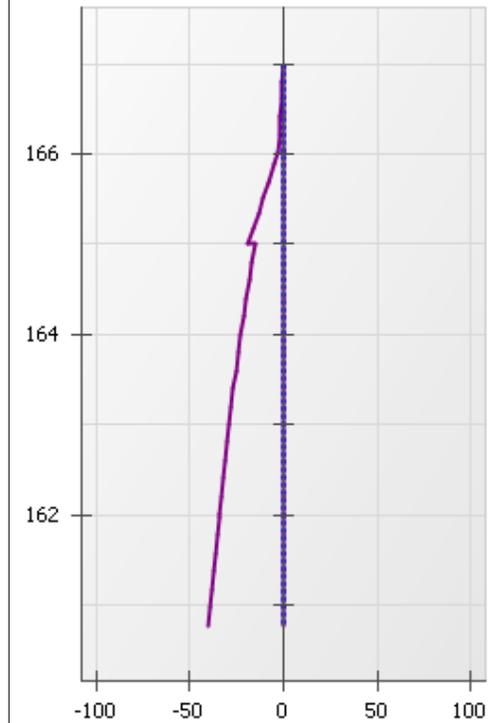
M.k min = -4.85 - M.k max = 29.22

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -46.17 - V.k max = 42.28

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -40.83 - P.k max = 0.00  
Pw.k min = 0.00 - Pw.k max = 0.00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

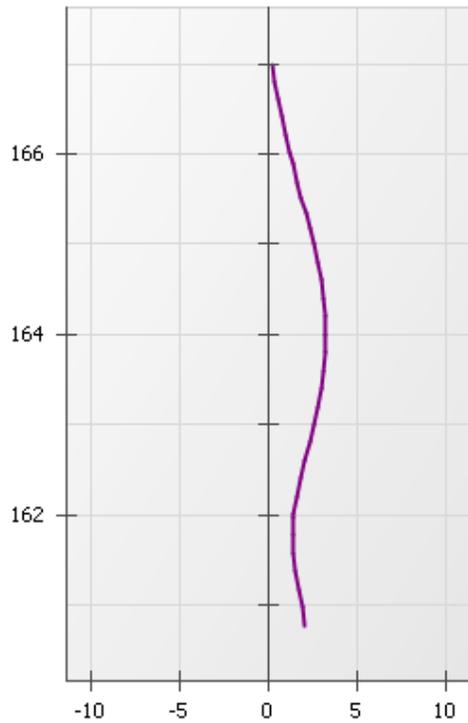
--- Eau



Calcul réalisé par : ALIOS X.AM.SOL

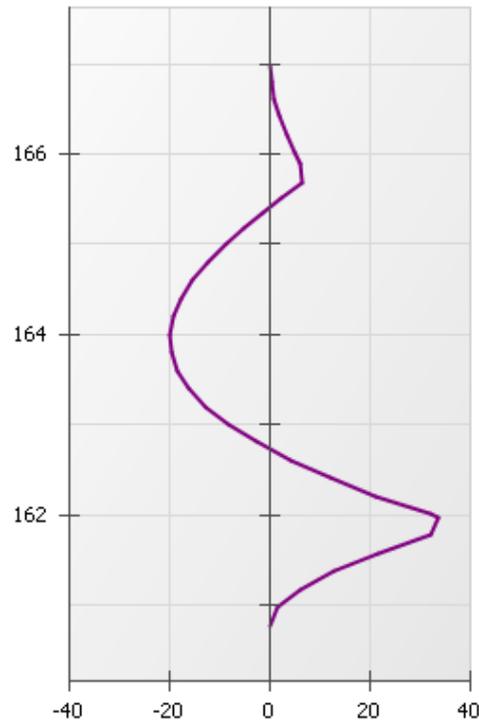
RESULTATS (Phase 3)

Déplacements [mm]



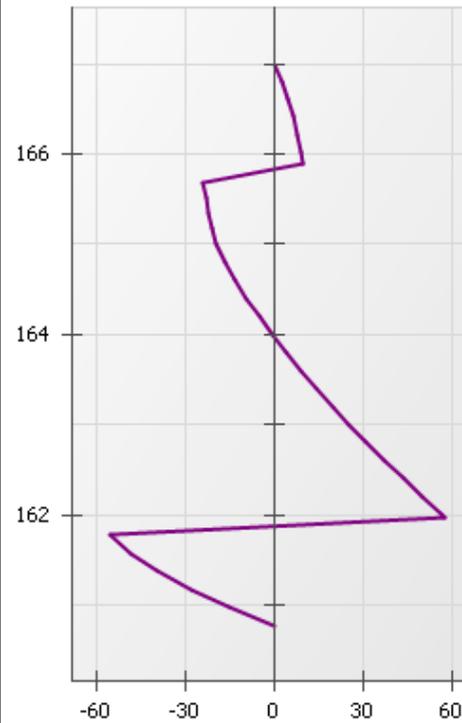
Dmin = 0.00 - Dmax = 3.23

Moment [kNm/m]



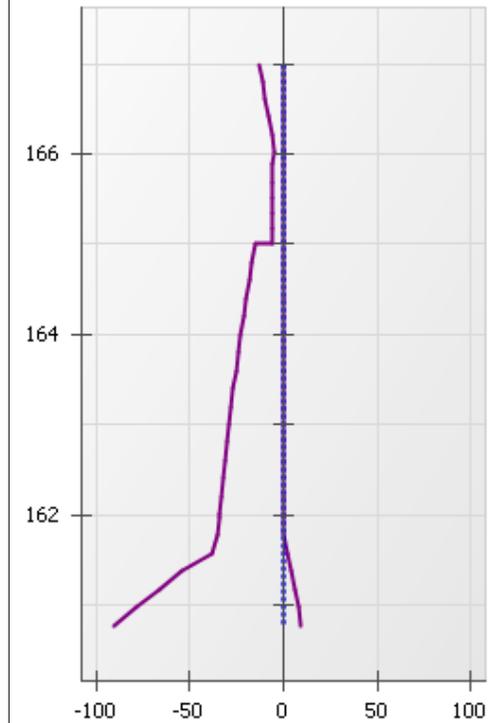
M.k min = -20.00 - M.k max = 33.66

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -55.55 - V.k max = 57.66

Pressions terre/eau [kN/m/m]



P.k min = -90.77 - P.k max = 9.50  
Pw.k min = 0.00 - Pw.k max = 0.00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



Calcul réalisé par : ALIOS X.AM.SOL

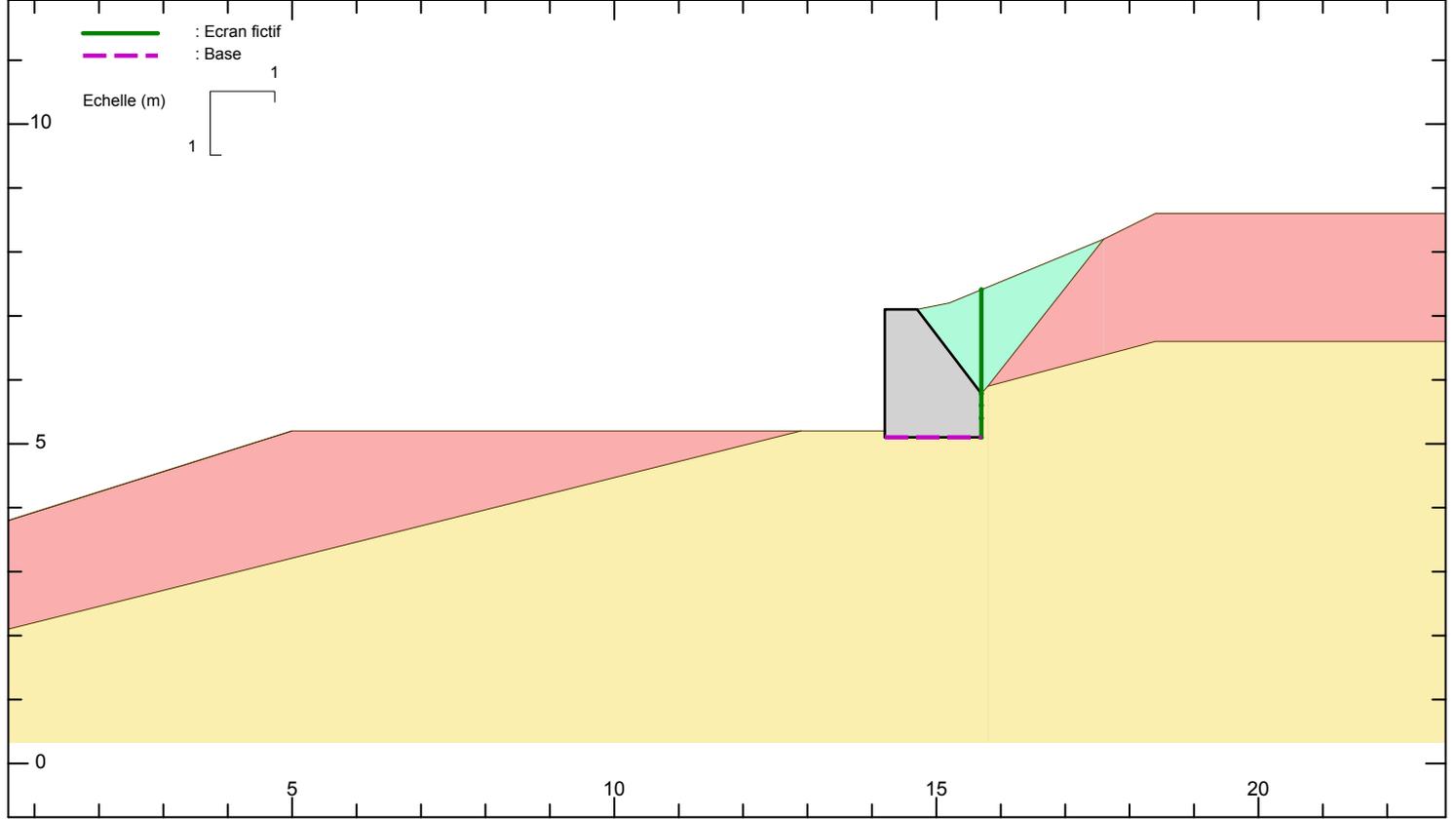
**RESULTATS (Synthèse)**

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Buton 1 kN/m	Buton 2 kN/m	Buton 3 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m
1	0.26	0.26	1.15	3.99	8.637	-	-	-	-	-
2	1.41	2.86	29.22	-46.17	0.000	29.02	52.96	95.40	-	-
3	0.17	3.23	33.66	57.66	1.000	-	-	-	34.90	120.20
Extrema	1.41	3.23	33.66	57.66	0.000	29.02	52.96	95.40	34.90	120.20



## Annexe 2

NDC « GéoMur » du soutènement en gabion



GEOMUR© v2.09 du 15/01/2014 développé par GEOS  
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [info@geos.fr](mailto:info@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1  
 Parc d'Affaires International, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
 Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	$\gamma$	C	$\phi$	$\delta$	Ca
1	19.00	10.00	25.00	0.00	0.00
2	19.00	0.00	30.00	0.00	0.00
3	17.00	0.00	35.00	0.00	0.00
4	19.00	0.00	30.00	0.00	0.00

MUR	$\gamma$	BASE	C	$\phi$	q0	qu	Type sol	De
	17.00		0.00	30.00	47.00	480.00	frottant	0.30

Fichier : Escalier2.gmr  
 Unités : KN, m  
 Méthode de CULMANN  
 Surfaces brisées précalculées  
 Xi incliné à delta

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :  
 Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

1/8/2018 - 9:34		FIGURE 1/4
-----------------	--	---------------

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique	Sismique				
			Pesant	Allégeant			
Eurocodes 7		Coefficient Surdimensionnement	Coefficient Surdimensionnement	Coefficient Surdimensionnement			
<b>Actions</b> permanentes défavorables $\gamma_g = 1.350$ variables défavorables $\gamma_q = 1.500$ permanentes favorables $\gamma_g = 1.000$ variables favorables $\gamma_q = 0.000$  <b>Résistances</b> portance $\gamma_{R,v} = 1.400$ glissement $\gamma_{R,h} = 1.100$ résistance des terres $\gamma_{R,e} = 1.400$  <b>Eau</b> Etat limite considéré : ELS Fréquent Actions défavorables de l'eau $\gamma_{R,rst} = 1.000$	Approche 2 - Cas 1 : Poussée défavorable	Rh = 28.726 kN Eh = 21.518 kN $Rh/(Eh * gR,h) = 1.335$  Mr,o = 42.687 kN.m Mm,o = 21.703 kN.m $Mm,o/Mr,o = 1.967$  q'ref = 75.979 kPa q'lim = 239.221 kPa $q'lim/(q'ref * gr,e) = 2.249$ Excen. = 0.264 m < 0.250 m	-	-			
	Glissement ()						
	Renversement ()						
	Poinçonnement ()						
	Approche 2 - Cas 2 : Poussée favorable				Rh = 28.726 kN Eh = 15.939 kN $Rh/(Eh * gR,h) = 1.802$  Mr,o = 42.687 kN.m Mm,o = 16.076 kN.m $Mm,o/Mr,o = 2.655$  q'ref = 67.741 kPa q'lim = 288.302 kPa $q'lim/(q'ref * gr,e) = 3.040$ Excen. = 0.188 m < 0.250 m	-	-
	Glissement ()						
Renversement ()							
Poinçonnement ()							

### RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

#### Statique

Excentricité = 0.264	id = 0.444
qmin = 0.000 kPa	qmax = 75.041 kPa
qref = 56.281 kPa	Vol. mur = 2.341 m <sup>2</sup>



GEOMUR© v2.09 du 15/01/2014 développé par GEOS  
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [info@geos.fr](mailto:info@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1  
 Parc d'Affaires International, 74160 ARCHAMPS

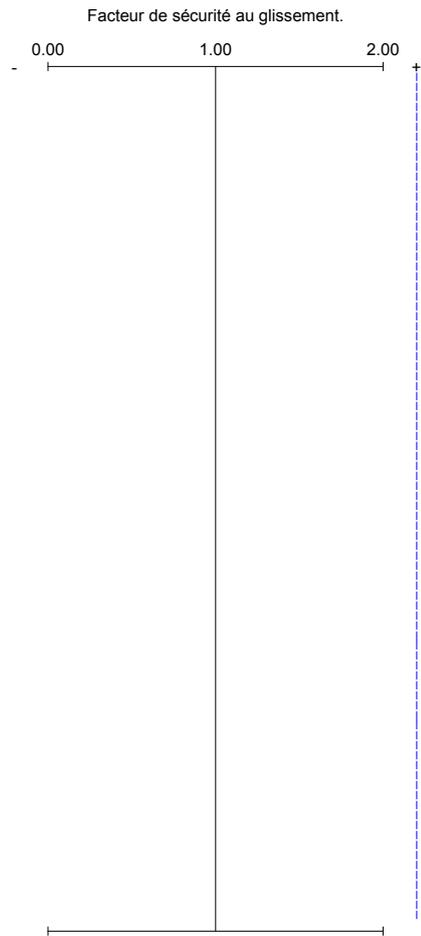
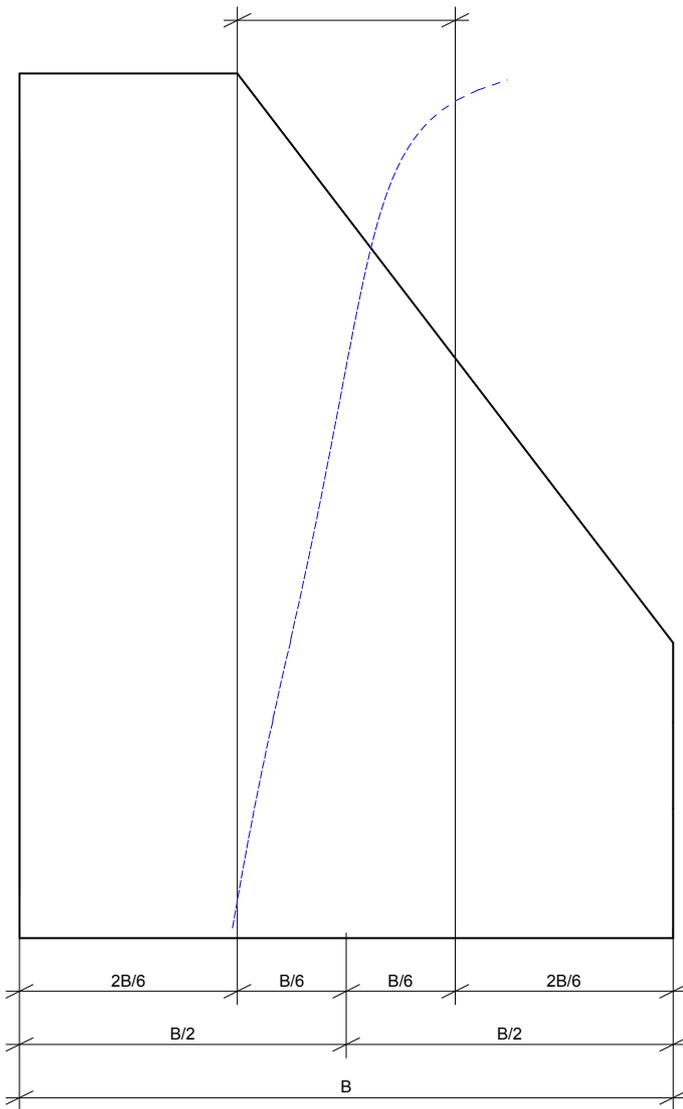
Tél : 04 50 95 38 14  
 Fax : 04 50 95 99 36

1/8/2018 - 9:34

FIGURE  
2/4

# STABILITE INTERNE (Méthode classique)

mur en maçonnerie : La résultante doit passer dans le tiers central.



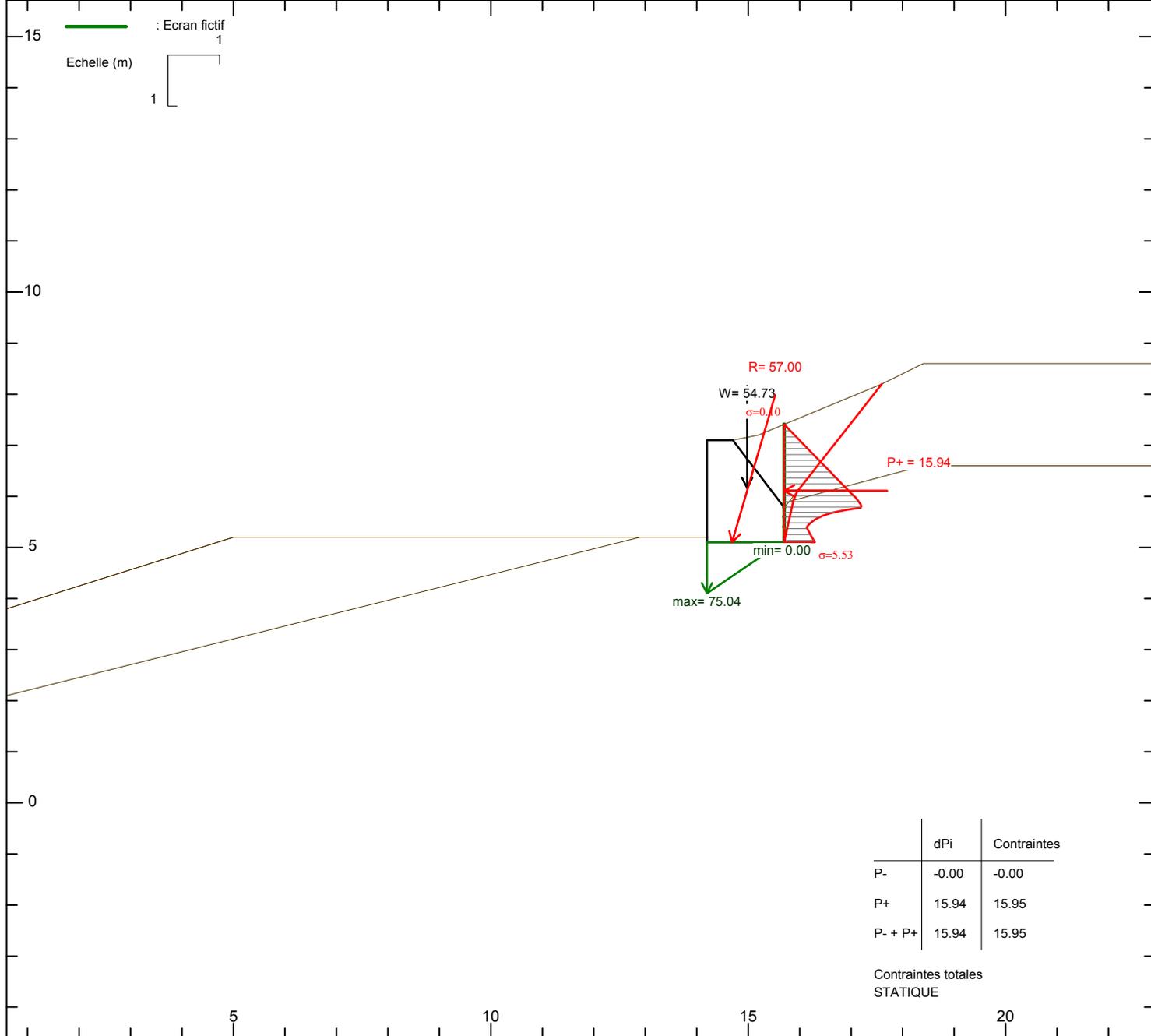
Caractéristiques internes du mur (Méthode classique):

C       $\phi$   
0.00   35.00

Conditions vérifiées :  
 Résultante :                      Glissement :  
 en statique -> NON              ; OUI

Légende :  
 - - - - - : statique

1/8/2018 - 9:34		FIGURE
		3/4



POIDS DU MUR	W= 54.73 kN	Xg= 14.98 m	Yg= 6.16 m
dont : W mur= 39.81 kN	W charges= 0.00 kN	W sol/semelle= 14.92 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN
		W eau= 0.00 kN	

POUSSEE TOTALE	P= 15.94 kN	$\tau = 0.00^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = 15.94 kN	X = 15.70 m	Y = 6.11 m
Poussée due au sol	P= 15.94 kN	$\tau = 0.00^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = 15.94 kN	X = 15.70 m	Y = 6.11 m

RESULTANTE	R= 57.00 kN	$\tau = 73.76^\circ$	Rv= 54.73 kN	Rh= 15.94 kN	X = 14.69 m	Y = 5.10 m
------------	-------------	----------------------	--------------	--------------	-------------	------------



GEOMUR® v2.09 du 15/01/2014 développé par GEOS  
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [info@geos.fr](mailto:info@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1  
Parc d'Affaires International, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
Fax : 04 50 95 99 36

1/8/2018 - 9:34	FIGURE 4/4
-----------------	---------------



## Annexe 3

NDC « Talren » du soutènement en gabion

# Données du projet

Numéro d'affaire : APPR180034

Titre du calcul : Coupe MM

Lieu : N/A

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m<sup>3</sup>

γw : 10.0

## Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs clous	pl	KsB	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Eboulis		19,0	25,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Gabion		17,0	35,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Sable de Fontainebleau		19,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
4	Remblais compacté		19,0	30,00	0,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

## Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe
1	Eboulis		-	-	-	Effective	Linéaire
2	Gabion		-	-	-	Effective	Linéaire
3	Sable de Fontainebleau		-	-	-	Effective	Linéaire
4	Remblais compacté		-	-	-	Effective	Linéaire

## Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	375,293	385,825	2	375,243	383,604	3	385,533	383,604	4	372,053	387,034	7	376,726	383,598
9	372,899	386,657	10	367,613	387,034	11	367,613	385,034	12	389,913	382,274	13	385,533	381,604
15	389,914	380,502	17	375,243	384,205	18	374,537	384,524	19	376,726	383,398	20	375,243	383,404
22	376,264	385,622	23	376,161	385,621									

## Segments

	Point 1	Point 2																
1	10	4	2	9	4	3	9	1	7	7	14	8	14	3	9	3	12	
11	14	13	14	11	8	16	2	17	18	9	18	19	18	8	21	18	2	
23	20	19	24	19	7	25	7	21	26	21	22	30	22	23	31	1	23	
																32	23	17

## Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Charge sécuritaire	372,053	387,034	10,0	376,161	385,621	10,0	90,00

# Données de la situation 1

Nom de la phase : PROFI ARCHI

Nom de la situation : APP 3

Méthode de calcul : Bishop

Jeu de coefficients de sécurité pour cette situation : Approche 3

## Détail du jeu de coefficients de sécurité

Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient	Nom	Coefficient
$\Gamma_{min}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{s1}$	1,000	$\Gamma_{\phi}$	1,250	$\Gamma_{c'}$	1,250	$\Gamma_{cu}$	1,400
$\Gamma_Q$	1,300	$\Gamma_{qsl,clou,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,clou,es}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,ab}$	1,000	$\Gamma_{qsl,tirant,es}$	1,100	$\Gamma_{qsl,bande}$	1,000
$\Gamma_{pl}$	1,250	$\Gamma_{a,clou}$	1,100	$\Gamma_{a,tirant}$	1,000	$\Gamma_{a,bande}$	1,000	$\Gamma_{buton}$	1,000	$\Gamma_{s3}$	1,100

Type de surface de rupture : Circulaire automatique

Nombre de découpages : 10

Incrément sur le rayon : 1,000

Abscisse émergence limite aval : 372,053

Type de recherche : Point de passage imposé

Point de passage imposé : X= 375,243; Y= 383,404

Nombre de tranches : 100

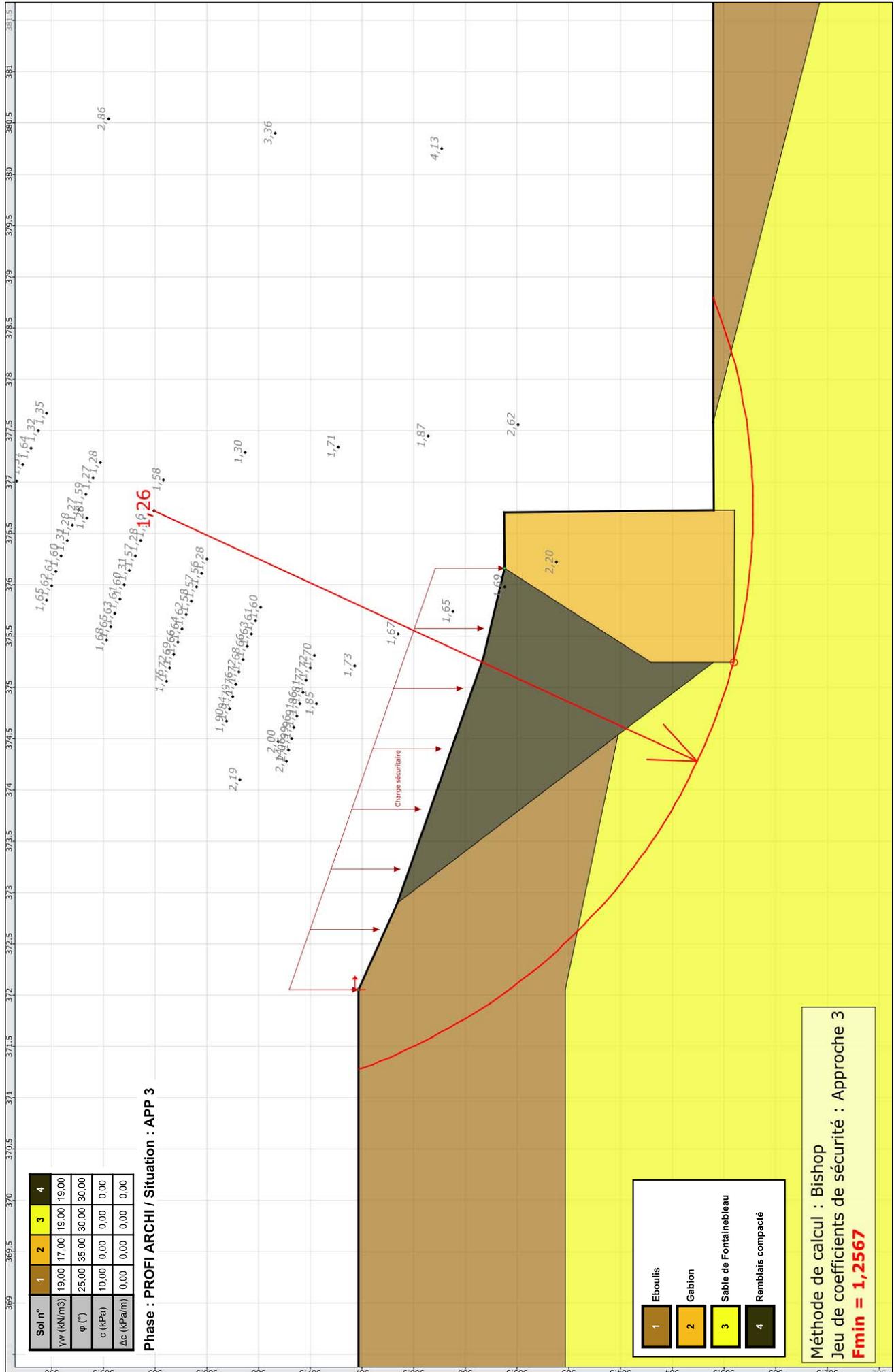
Prise en compte du séisme : Non

Conditions de passage dans certains sols : Passage refusé dans Gabion  
et  
Passage refusé dans Remblais compacté

## Résultats

Coefficient de sécurité minimal : 1,2567

Coordonnées du centre critique et rayon du cercle critique : N°= 121; X0= 376,72; Y0= 389,01; R= 5,80



Sol n°	1	2	3	4
$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	19,00	17,00	19,00	19,00
$\phi$ (°)	25,00	35,00	30,00	30,00
c (kPa)	10,00	0,00	0,00	0,00
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00	0,00

Phase : PROFI ARCHI / Situation : APP 3

- 1 Ebouillis
- 2 Gablon
- 3 Sable de Fontainebleau
- 4 Remblais compacté

Méthode de calcul : Bishop  
 Jeu de coefficients de sécurité : Approche 3  
**Fmin = 1,2567**



Talren v5  
v5.2.5

Imprimé le : 25 juil. 2018 12:18:07  
 Calcul réalisé par : ALIOS INGENIERIE

Projet : Coupe MM