ame architectes maîtres d'œuvre experts

POLE INGÉNIERIE STRUCTURE

NOTE DE CONCEPTION

Sécurisation de l'espace de stationnement des escortes – Palais de Justice de Saumur - 49400 SAUMUR

Rédigée par :	Colin BERTIN c.bertin@ameameame.fr	le :	13/08/2026
Réf. Affaire :	25MDS02_Ministere Justice_Saumur		

Ouvrage :	Palais de Justice de Saumur
Adresse :	Place Saint-Michel – 49400 SAUMUR
MOA :	Ministère de la Justice – SG – DIR-SG Grand Ouest – DI de Rennes 20 rue du Puits Mauger – 35108 RENNES Cédex 3

Sommaire

1. AVANT-PROPOS 2
2. ANALYSE PRÉALABLE DE LA G2AVP 3
3. HYPOTHÈSES INITIALES DE CONCEPTION 6
4. CHARGEMENTS 12
5. PROJET 20
6. DESCENTE DE CHARGES 21
7. CONCLUSION 24

1. AVANT-PROPOS

Le parvis sud-est du Palais de Justice de Saumur (49400), sis au droit de la Place Saint-Michel, fait l'objet d'un projet de réaménagement procédant de la rétrocession d'une parcelle au Ministère de la Justice.

Au droit de cette parcelle, laquelle jouxte un actuel mur de clôture, il est projeté de créer :

- Un garage visant au stationnement des escortes et abritant un sas de sûreté ;
- Un abri vélo et local déchets ;
- Un mur de clôture reconstitué à l'alignement des existants.

Dans ce cadre, il est procédé, ci-après, à la conception de la structure des ouvrages susmentionnés.

La présente note est notamment fondée sur :

- *25MDS02_Ministere Justice_Saumur_DCE_IndA_20260702* – les documents du DCE dans leur dernier indice ;
- *Rp NA25-1-162 - PROVISOIRE - G2 AVP* – Le rapport de synthèse de l'étude géotechnique d'avant-projet G2AVP réalisée par le BET Infraneo.

La présente note est rédigée sur la base des normes :

- NF EN 1990 - Eurocode 0 — Bases de calcul des structures
- NF EN 1991 - Eurocode 1 — Actions sur les structures
- NF EN 1992 - Eurocode 2 — Calcul des structures en béton
- NF EN 1993 - Eurocode 3 — Calcul des structures en acier
- NF EN 1995 – Eurocode 5 – Calcul des structures en bois
- NF EN 1996 - Eurocode 6 — Calcul des ouvrages en maçonnerie
- NF EN 1997 – Eurocode 7 – Calcul géotechnique
- NF EN 1998 – Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme

  Assorties de leurs annexes nationales respectives en vigueur.

Les autres normes éventuellement mobilisées seront citées.

2. ANALYSE PRÉALABLE DE LA G2AVP

Le rapport de synthèse de l'étude géotechnique d'avant-projet G2AVP, réalisée par le BET Infraneo, est daté du 02/09/2025.

S'agissant du site :

- Le terrain existant côté Palais de Justice est sensiblement plat, d'altimétrie moyenne +99,8m NGF ;
- Les risques identifiés sont :



Figure 1 : Synoptique des risques concernant le site de projet.

- Le site se trouve en zone d'aléa moyen au sens du retrait-gonflement des argiles (RGA) ;
- Il n'est pas référencé de cavités souterraines anthropiques à proximité immédiate du site ;
- Le site se trouve en zone de potentielle remontée de nappe.

S'agissant des essais *in situ*, il a été effectué :

- 4 sondages pénétrométriques, de profondeur variable entre 1,8m et 6,4m ;
- 2 sondages à la tarière, $Ø63mm$, jusqu'à 4m/TN ;
- 2 sondages amiante/HAP de profondeur 0,3m/TN.

Par suite des sondages amiante/HAP, il a été effectué les analyses normalisées correspondantes.

Les prélèvements à la tarière ont donné lieu aux analyses du pack ISDI.

S'agissant de la stratigraphie en présence, il a été reconnu :

- Un premier horizon de sols remaniés, remblais sableux et tourbes jusqu'à une profondeur variant entre 0,2m et 0,8m/TN ;
- Un horizon de localement légèrement argileux, de couleurs gris, vert, reconnus jusqu'à la fin des sondages, soit environ 6m/TN.

Il n'a pas été observé de venues d'eau lors des essais *in situ* réalisés en août 2025.

S'agissant du modèle géotechnique :

PD1			PD2			PD3			PD4		
N° H	Prof. (m)	Rd (MPa)	N° H	Prof. (m)	Rd (MPa)	N° H	Prof. (m)	Rd (MPa)	N° H	Prof. (m)	Rd (MPa)
H0	0 à 0,7	Élevée	H0	0 à 0,4	Élevée	H0	0 à 0,4	Élevée	H0	0 à 0,2	Élevée
H1	0.7 à 6.4	Très faible à faible	H1	0.7 à 2.3	Très faible	H1	0.7 à 6.0	Très faible à faible	H1	0.7 à 1.8	Moy.
Arrêt volontaire			2.3m/TN - Refus			Arrêt volontaire			1.8 m/TN - Refus		

Figure 2 : Modèle géotechnique du terrain en présence procédant des essais pénétrométriques.

S'agissant des polluants, amiante et HAP :

- Les résultats relatifs à l'amiante sont négatifs ;
- Les résultats relatifs aux polluants n'étaient pas disponibles en date de rédaction du rapport ;
- Les résultats relatifs aux HAP n'étaient pas disponibles en date de rédaction du rapport.

S'agissant des paramètres de sol relatifs au phénomène séisme :

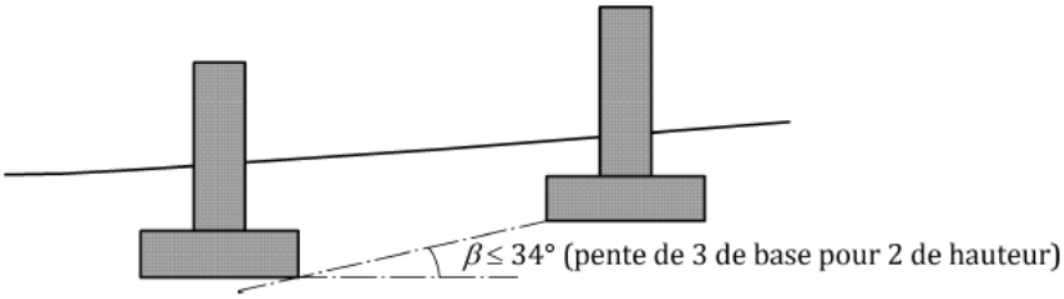
- Classe de sol : D
- Coefficient de sol : 1,6

En zone de sismicité 2, comme c'est le cas ici, l'étude en potentielle liquéfaction des sols n'est pas requise.

Les recommandations pour la conception des fondations sont les suivantes :

- Les recommandations émises s'inscrivent dans le cadre d'un simple reprofilage du site ne nécessitant ni déblai ni remblai de hauteur supérieure à 0,3m ;
- La réalisation des déblais concernant les horizons rencontrés ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Il n'a pas été rencontré de blocs ou d'affleurement rocheux au droit des sondages. Malgré tout, il est possible d'en rencontrer sur ce site, pouvant nécessiter l'emploi d'engins ou de procédés spéciaux (éclateur, marteau pneumatique) ;
- En principe le terrain doit être sec. Cependant les venues d'eau pouvant apparaître exceptionnellement en cours de terrassement seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage). Il convient de veiller à aménager des pentes de 4 % pour évacuer les eaux de ruissellement vers des fossés / tranchées drainantes ;
- Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique, si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage) ;
- Compte tenu de la qualité du sol support, les remblaiements périphériques peuvent être réalisés tout à fait en fin de construction ;
- La réalisation du projet actuel implique l'exécution de déblais au voisinage immédiat de constructions existantes dont les fondations et la structure sont mal connues. Toutes les précautions devront être prises pour leur éviter tout dommage. Une analyse de risque devra impérativement être réalisée au stade d'exécution.

Il convient également de veiller à respecter la règle dite des 3/2 entre les fondations neuves et existantes, comme indiqué au paragraphe 8.1 de la norme NF P 94-261.



En particulier, compte tenu des éléments précédents, et pour le projet décrit ci-avant, il pourra être envisagé les principes constructifs suivants :

Un système de fondations superficielles de type semelles continues, de largeur 40 cm minimum, ancrées de 80 cm minimum dans l'horizon de limon sableux localement légèrement argileux observé à partir de 0.2/0.8 m/TN et encastrées au minimum de 60 cm par rapport au terrain fini extérieur pour la protection au gel.

La contrainte admissible du sol à l'ELS (caractéristique) est retenue telle que :

$$q'_a = 0{,}1\ MPa$$

Les tassements seront évalués en G2PRO sur la base des descentes de charges.

Il convient de noter que, ici, dans le cadre d'un ouvrage en maçonnerie incluant la pierre massive, les tassements différentiels devront être limités à L/500.

3. HYPOTHÈSES INITIALES DE CONCEPTION

3.1. Durabilité et classement des ouvrages

La durée d'utilisation de l'ouvrage étudié est retenue telle que :

Catégorie de durée d'utilisation de projet	Durée indicative d'utilisation de projet (années)	Exemples
1	10	Structures provisoires a)
2	10 à 25	Éléments structuraux remplaçables, par exemple poutres de roulement, appareils d'appui
3	15 à 30	Structures agricoles et similaires
4	50	Structures de bâtiments et autres structures courantes
5	100	Structures monumentales de bâtiments, ponts, et autres ouvrages de génie civil

Les structures ou parties de structures qui peuvent être démontées dans un but de réutilisation ne doivent pas être considérées comme provisoires.

La classe de conséquence de l'ouvrage étudié est retenue telle que :

	Description
CC1	Conséquences **faibles** en termes de perte de vie humaine ou conséquences économiques, sociales ou environnementales **faibles ou négligeables**
CC2	Conséquences **moyennes** en termes de perte de vie humaine ou conséquences économiques, sociales ou environnementales **importantes**
CC3	Conséquences **élevées** en termes de perte de vie humaine ou conséquences économiques, sociales ou environnementales **très importantes**

La classe de fiabilité de l'ouvrage étudié est retenue telle que :

Classe de fiabilité	Valeurs minimales pour β	
	Durée de référence 1 an	Durée de référence 50 ans
RC3	5,2	4,3
RC2	4,7	3,8
RC1	4,2	3,3

Le niveau de supervision de l'ouvrage étudié est retenu tel que :

Niveaux de supervision de projet	Caractéristiques	Exigences minimales recommandées pour le contrôle des calculs, des plans et des spécifications
DSL3 lié à RC3	Supervision élargie	Contrôle par tierce partie : Contrôle réalisé par un organisme différent de celui qui a préparé le projet
DSL2 lié à RC2	Supervision normale	Contrôle réalisé par des personnes différentes de celles initialement responsables et en conformité avec la procédure de l'organisme.
DSL1 lié à RC1	Supervision normale	Auto-contrôle : Contrôle réalisé par la personne qui a préparé le projet

Le niveau de contrôle pour l'exécution à respecter pour l'ouvrage étudié sera retenu tel que :

Niveaux de contrôle	Caractéristiques	Exigences
IL3 Lié à RC3	Contrôle étendu	Contrôle par tierce partie
IL2 Lié à RC2	Contrôle normal	Contrôle conforme aux procédures de l'organisme
IL1 Lié à RC1	Contrôle normal	Auto-contrôle

3.2. Matériaux neufs

3.2.1. Bétons

Le béton armé est retenu de poids volumique :

$$\gamma_{rc} = 25\ kN/m^3$$

Les caractéristiques de résistance et déformation des bétons sont extraites de la NF EN 1992-1-1 :

Classes de résistance du béton															Expression analytique commentaires
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
f_{ctm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0{,}30 \times f_{ck}^{(2/3)}$ pour $\leq C50/60$ $f_{ctm} = 2{,}12 \times ln[1 + f_{cm}/10]$ pour $> C50/60$
$f_{ctk,\ 0{,}05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk,\ 0{,}05} = 0{,}7 \times f_{ctm}$ fractile 5%
$f_{ctk,\ 0{,}95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk,\ 0{,}95} = 1{,}3 \times f_{ctm}$ fractile 95%
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22[f_{cm}/10]^{0,3}$ f_{cm} en (MPa) correctif en fonction des granulats basalte X 1,2 quartzites X 1 calcaires X 0,9 grés X 0,7
ε_{c2} (‰)	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	Voir Figure 3.3 Pour $f_{ck} \geq 50\,MPa$ $\varepsilon_{c2}(‰) = 2{,}0 + 0{,}085(f_{ck} - 50)^{0,53}$
ε_{cu2} (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	Voir Figure 3.3 Pour $f_{ck} \geq 50\,MPa$ $\varepsilon_{cu2}(‰) = 2{,}6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	Pour $f_{ck} \geq 50\,MPa$ $n = 1{,}4 + 23{,}4[(90 - f_{ck})/100]^4$

Le béton est retenu par défaut, sauf mention contraire explicite, de classe C25/30 au sens du tableau NF EN 1992-1-1.

Le facteur partiel du matériau est retenu tel que :

$$\gamma_c = 1{,}5$$

Il est donné, pour mémoire, la définition des classes d'exposition du béton sur la base de la NF EN 206/CN :

CLASSE D'EXPOSITION	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT	BETON CONCERNE
XO	**Aucun risque de corrosion ou d'attaque**	**Béton non armé ou béton armé en environnement très sec**
XC	**Corrosion induite par carbonatation**	**Béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées exposé à l'air et à l'humidité**
XC1	Sec ou humide en permanence	
XC2	Humide, rarement sec	
XC3	Humidité modérée	
XC4	Alternance d'humidité et de séchage	
XD	**Corrosion induite par les chlorures ayant une origine autre que marine**	**Béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées soumis au contact d'une eau ayant une origine autre que marine contenant des chlorures, y compris des sels de déverglaçage**
XD1	Humidité modérée	
XD2	Humide, rarement sec	
XD3	Alternance d'humidité et de séchage	
XS	**Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer**	**Béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées soumis au contact des chlorures présents dans l'eau de mer ou à l'action de l'air véhiculant du sel marin**
XS1	Exposé à l'air véhiculant du sel marin mais pas en contact direct avec l'eau de mer	
XS2	Immergé en permanence	
XS3	Zone de marnage, zone soumise à des projections ou des embruns	
XF	**Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage**	**Béton soumis à une attaque significative due à des cycles gel/dégel alors qu'il est mouillé**
XF1	Saturation modérée en eau sans agent de déverglaçage	
XF2	Saturation modérée en eau avec agent de déverglaçage	
XF3	Forte saturation en eau sans agent de déverglaçage	
XF4	Forte saturation en eau avec agent de déverglaçage	
XA	**Attaques chimiques**	**Béton exposé aux attaques chimiques se produisant dans les sols naturels, les eaux de surface et / les eaux souterraines**
XA1	Environnement à faible agressivité chimique	
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée	
XA3	Environnement à forte agressivité chimique	

Ici, les bétons employés seront :

- Gros béton et béton de propreté : X0 ;
- Fondations : XA3 **en l'absence de préconisations spécifiques en G2AVP ;**
- Table de compression plancher poutrelles-hourdis : XC1 ;
- Chaînages verticaux : XC4.

3.3. Armatures de béton armé

Les classes de ductilité des aciers de béton armé sont données pour mémoire :

Classe A Ductilité normale	Classe B Haute Ductilité	Classe C Très Haute Ductilité
$\varepsilon_{uk} \geq 2{,}5\%$;	$\varepsilon_{uk} \geq 5\%$;	: $\varepsilon_{uk} \geq 7{,}5\%$
$\left(f_t/f_y\right)_k \geq 1{,}05$	$\left(f_t/f_y\right)_k \geq 1{,}08$ *la plus courante*	$1{,}15 \leq \left(f_t/f_y\right)_k < 1{,}35$

Les armatures de béton armé seront réputées à haute adhérence (HA) de classe B500B sauf indication contraire explicite (notamment treillis soudés (A) ou en cas d'exigences parasismiques (C)).

Les armatures présentent une limite d'élasticité caractéristique telle que : $f_{yk} = 500\ MPa$

Le facteur partiel du matériau est retenu tel que : $\gamma_s = 1{,}15$

3.4. Blocs de béton creux

Les blocs de béton creux seront réputés de dimensions standards :

$$L * l * h = 500 * 200 * 200mm\ (PC20)$$

Ils seront retenus de classe de résistance B40 ($80\ t/ml$), de poids volumique (incluant un joint de mortier vertical et un joint horizontal) : $\gamma_b = 10\ kN/m^3$

3.5. Pierre Tuffeau

Les blocs de pierre Tuffeau seront réputés de longueur variable, avec une hauteur et une épaisseur de 200mm.

$$L * l * h = L * 200 * 200mm$$

Ils seront retenus de poids volumique : $\gamma_t = 15\ kN/m^3$

3.6. Bois massif

Les propriétés physico-chimiques et mécaniques des bois résineux sont données sur la base de la NF EN 338 telles que :

Symbole	Désignation	Unité	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm²	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm²	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction transversale	N/mm²	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm²	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression transversale	N/mm²	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
$f_{v,k}$	Contrainte de cisaillement	N/mm²	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
$E_{0,mean}$	Module moyen d'élasticité axiale	kN/mm²	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16
$E_{0,05}$	Module élasticité axial au 5ème percentile	kN/mm²	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
$E_{90,mean}$	Module moyen d'élasticité transversale	kN/mm²	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
G_{mean}	Module moyen de cisaillement	kN/mm²	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
ρ_k	Masse volumique caractéristique	kg/m³	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
ρ_{meam}	Masse volumique moyenne	kg/m³	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550

Figure 3. Propriétés des bois résineux en fonction de leur classe de résistance.

Le bois sera pris de classe C24, sauf mention explicite.

Il est donné, pour rappel, les classes d'emploi du bois :

1	2	3.1	3.2	4
Intérieur, entièrement protégé des intempéries, non exposé à l'humification.	Intérieur ou sous abri protégé des intempéries, humification occasionnelle non persistante (condensation).	Sans contact avec le sol, soumis à une humidification fréquente sur des périodes courtes. Séchage complet entre deux périodes d'humification.	Sans contact avec le sol, soumis à une humidification fréquente sur des périodes longues mais non continues. Séchage complet entre deux périodes d'humification.	Extérieur en contact avec le sol ou support à humidification récurrente ou immersion dans l'eau douce, conception induisant une rétention importante d'eau, humidification très prononcée induite.

Les classes d'emploi seront définies au cas par cas suivant la nature de l'élément étudié.

4. CHARGEMENTS

4.1. Charges permanentes

Les charges permanentes sont évaluées sur la base des poids volumiques mentionnés dans la partie précédente.

4.2. Charges permanentes additionnelles – Planchers hauts et bas

Il sera retenu une charge permanente correspondant à la structure poutrelle-hourdis type KP1 épaisseur 20cm :

$$G_1' = 2{,}80\ kN/m^2$$

4.3. Charges permanentes additionnelles – Toiture terrasse garage

Il est retenu, au titre des charges permanentes additionnelles :

- Une végétalisation à base de Sedum : $8\ kg/m^2$;
- Un substrat $e = 7\ cm$: $70\ kg/m^2$;
- Une couche drainante $e = 4\ cm$: $20\ kg/m^2$;
- Un complexe d'isolation : $e = 6\ cm$: $2\ kg/m^2$;
- Un complexe d'étanchéité bitumineuse $e = 1\ cm$: $10\ kg/m^2$.

Soit une charge permanente additionnelle :

$$G_2' = 1{,}10\ kN/m^2$$

Il est retenu une charge permanente additionnelle surfacique au droit de la couverture représentative des équipements et divers suspendus :

$$G_3' = 0{,}5\ kN/m^2$$

Il est retenu une charge permanente additionnelle au droit des acrotères représentative de la toiture à 4 pans en ardoise :

$$G_4' = 0{,}9\ kN/ml$$

4.4. Charges permanentes additionnelles – Élévations garage

Il est retenu une charge permanente additionnelle surfacique au droit des élévations représentative de l'isolation et d'un enduit à la chaux :

$$G_5' = 0{,}3\ kN/m^2$$

4.5. Charges permanentes additionnelles – Élévations et couverture abri vélo

Il est retenu une charge permanente additionnelle surfacique représentative des élévations et de la couverture de l'abri vélo en zinc pré-patiné :

$$G_6' = 0{,}05\ kN/m^2$$

Ces revêtements porteront sur des poutres en bois.

4.6. Charges d'exploitation – Toitures

Les couvertures ne présentent pas d'équipement qui pourraient les rendre effectivement accessibles mais elles seront réputées accessibles au titre de leur entretien pour l'évaluation des charges :

$$Q_1' = 0{,}8\ kN/m^2$$

Catégorie H au sens de la NF EN 1991-1-1.

La charge d'exploitation d'entretien n'est pas réputée cumulable avec les charges climatiques ici.

4.7. Charges d'exploitation – Garage

Il est retenu une charge d'exploitation surfacique au droit du plancher représentative d'une utilisation de type parking pour VL ($PTAC \leq 30\ kN$) :

$$Q_2' = 2{,}3\ kN/m^2$$

Catégorie F au sens de la NF EN 1991-1-1.

4.8. Charges de neige

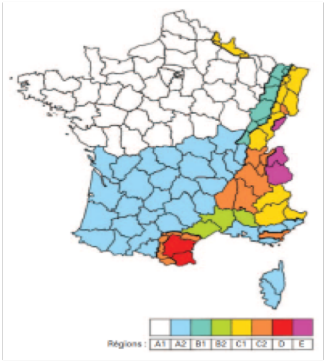
Les données géographiques et contextuelles nécessaires à l'établissement des charges de neige en toitures sont produites ci-après.

ESTIMATION DE LA CHARGE DE NEIGE APPLIQUÉE SUR UNE TOITURE À UN VERSANT

Suivant les dispositions de la NF EN 1991-1-3 et de son annexe nationale.

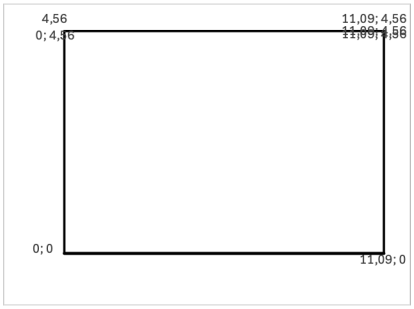
Données d'entrée géographiques :

Altitude du site	A	104	[m]
La présente estimation est valable pour une altitude A<2000m			
Région		A1	
Valeur caractéristique de la neige au sol	$s_{k,0}$	0,45	[kN/m²]
Contribution variable suivant l'altitude	Δs_i	0	[kN/m²]
Charge de neige caractéristique	s_k	**0,45**	**[kN/m²]**
Charge de neige exceptionnelle	s_{Ad}	**0**	**[kN/m²]**
Il n'y a pas lieu de considérer la situation accidentelle.			
Coefficient d'exposition de la toiture	C_e	1	[-]
Retenir C_e = 1,25 en cas d'abri quasi-permanent de la toiture.			
Retenir C_e = 1 dans les autres situations, permettant le déplacement de la neige par le vent.			
Coefficient thermique	Ct	1	[-]
Retenir C_t = 1 sauf spécifications particulières (bâtiments non-isolés).			



Données d'entrée géométriques :

Largeur à la base	b	11,09	[m]
Hauteur de la sablière gauche	z_g	4,56	[m]
Hauteur de la sablière droite	z_d	4,56	[m]
Hauteur de l'acrotère gauche	h_g	0	[m]
Hauteur de l'acrotère droit	h_d	0	[m]
Pente du versant	α	0,00	[°]
Coefficient de forme	μ_1	**0,8**	**[-]**
Majoration - faible pente du versant	$s_{3\%}$	0,2	[kN/m²]
Pente considérée dans le plan de coupe.			
Cas de charge sans accumulation	**s**	**0,56**	**[kN/m²]**



Prise en compte des effets locaux :

Acrotères

Coefficient de forme - acrot. gauche	$\mu_{2,g}$	0,80	[-]
Coefficient de forme - acrot. Droit	$\mu_{2,d}$	0,80	[-]

Faible pente de cheneau

La pente du fil d'eau hors plan est inférieure à 3% :		non	
	$s_{3\%}$'	0	[kN/m²]
Largeur d'accumulation au droit du cheneau		2	[m]

Charge accumulée au droit de l'acrotère gauche :

	s_g	**0,56**	**[kN/m²]**
Largeur d'accumulation à gauche	$l_{s,g}$	5,00	[m]

Charge accumulée au droit de l'acrotère gauche :

	s_d	**0,56**	**[kN/m²]**
Largeur d'accumulation à droite	$l_{s,d}$	5,00	[m]

4.9. Charges de vent

ESTIMATION DES CHARGES DE VENT SUR UN IMMEUBLE
de plan rectangulaire et présentant une toiture à 1 versant
Suivant les dispositions de la NF EN 1991-1-4 et de son annexe nationale.

Données d'entrée géographiques :

Région de projet		1	
Coefficient de direction	c_{dir}	1	[-]
Il convient de retenir c_{dir} = 1 sauf dispositions particulières spécifiées.			
Coefficient de saison	c_{season}	1	[-]
Il convient de retenir c_{season} = 1 sauf dispositions particulières spécifiées.			
Valeur de base de la vitesse de référence	$v_{b,0}$	22	[m/s]
Vitesse de base	v_b	**22**	**[m/s]**

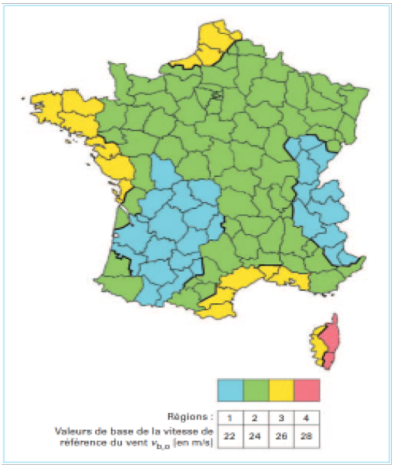


Tableau 5 – Catégories et paramètres de terrain

Catégories de terrain	z_0 (en m)	z_{min} (en m)	k_r	k_r (c_0 = 1)
0 – Mer, ou zone côtière, exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km	0,005	1	0,162	1
II – Rase campagne, avec, ou non, quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, ...) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur	0,05	2	0,190	0,995
IIIa – Campagne avec des haies ; vignobles ; bocage ; habitat dispersé	0,20	5	0,209	0,970
IIIb – Zones urbanisées ou industrielles ; bocage dense ; vergers	0,5	9	0,223	0,923
IV – Zones urbaines, dont au moins 15 % de la surface est recouvert de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m	1,0	15	0,234	0,854

Catégorie de terrain du projet		IIIb	
Donc :			
Longueur de rugosité du terrain	z_0	0,5	[m]
Hauteur minimale au-dessus du sol	z_{min}	9	[m]
Facteur de terrain	k_r	0,223	[-]

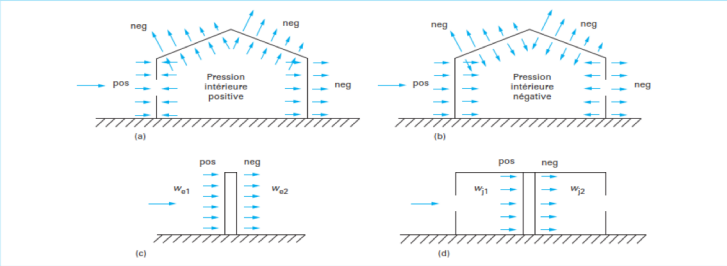
Effets de l'orographie :

Coefficient orographique	$c_0(z)$	1	[-]

Il convient de retenir, quelle que soit la situation, $c_0 \geq 1$.
Il est possible de retenir c_0 = 1 en première approche. Pour les situations de projet particulières, se reporter à la feuille dédiée.
Si $c_0(z)$ = 1, le coefficient de turbulence k_l est connu d'emblée et vaut kl = 0,923 *Sinon : k_l =* / [-]

Hauteur de calcul au-dessus du sol	z	4,56	[m]
Coefficient de rugosiré	$c_r(z)$	0,645	[-]
Vitesse de vent moyen	$v_m(z)$	**14,18**	**[m/s]**
Intensité de la turbulence	$I_v(z)$	0,319	[-]
Pression dynamique de pointe	$q_p(z)$	398,47	[Pa]

Pression aérodynamique sur les surfaces :



Évaluation des coefficients de pression extérieure - murs verticaux et toiture-terrasse

Rappel : L'immeuble est de plan rectangulaire ou assimilé.

Les coefficients de pression sont évalués pour des parois de surface A ≥ 10m².

La hauteur de référence est toujours prise égale à h, de sorte que les variations verticales de la pression dynamique de pointe sont négligées ci-après.

Longueur en plan	L	11,09	[m]
Largeur en plan	l	9,95	[m]
Hauteur de la sablière basse	h_1	4,56	[m]
Hauteur de la sablière haute	h_2	4,56	[m]
Pente	α	0,00	[°]
Pente de calcul	α_d	5,00	[°]

Cas n°1 : θ = 0° ou θ = 180°

Dimension perpendiculaire au vent	b	11,09	[m]
Dimension parallèle au vent	d	9,95	[m]
Soit le rapport des deux dimensions	h/d	0,458	[-]
Soit le rapport des hauteurs	h_p/h	1,000	[-]
Soit la dimension e	e	9,12	[m]

Murs verticaux :

Zones	A	B	C	D	E
c_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,36

En gris les zones non-concernées ici.

Interpolation linéaire appliquée dans le cas de la zone E.

Toiture

	θ = 0°			θ = 180°		
Zones	F	G	H	F	G	H
c_{pe}-	-1,7	-1,2	-0,6	-2,3	-1,3	-0,8
c_{pe}+	0	0	0	0	0	0

Cas n°1 : θ = 90°

Dimension perpendiculaire au vent	b	9,95	[m]
Dimension parallèle au vent	d	11,09	[m]
Soit le rapport des deux dimensions	h/d	0,411	[-]
Soit le rapport des hauteurs	h_p/h	1,000	[-]
Soit la dimension e	e	9,12	[m]

Murs verticaux :

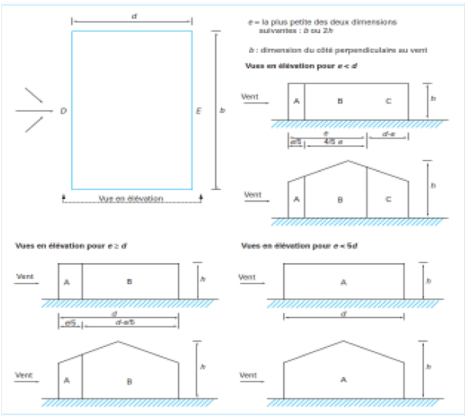
Zones	A	B	C	D	E
c_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,34

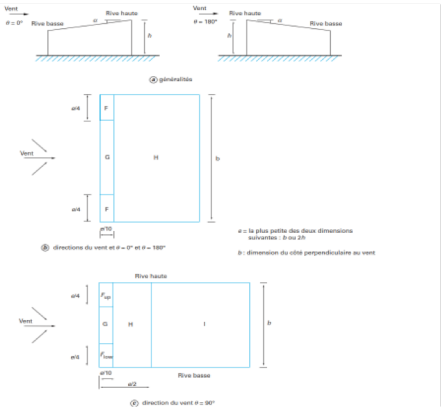
En gris les zones non-concernées ici.

Interpolation linéaire appliquée dans le cas de la zone E.

Toiture

Zones	F_{bas}	F_{haut}	G	H	I
c_{pe}	-2,1	-2,1	-1,8	-0,6	-0,5





Évaluation des coefficients de pression intérieure - cas du rapport d'ouverture μ indéfini

Le rapport d'ouverture μ est réputé indéfini au titre de l'évaluation des coefficients de pression intérieure.
Dans ce cas, la norme invite à retenir successivement c_{pi} = +0,2 et c_{pi} = -0,3.

	Toutes zones		
c_{pi}	0,2	et	-0,3

Synthèse des charges de vent [kN/m²] appliquées aux parois - cas n°1 : θ = 0°

Rappel : $q_p(z)$ 398,47 [Pa]

						θ = 0°			θ =180°		
Zones	A	B	C	D	E	F	G	H	F	G	H
c_{pe}-	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,36	-1,7	-1,2	-0,6	-2,3	-1,3	-0,8
c_{pe}+	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,36	0	0	0	0	0	0
c_{pe}- + c_{pi}	-1,5	-1,1	-0,8	1	-0,66	-2	-1,5	-0,9	-2,6	-1,6	-1,1
c_{pe}+ + c_{pi}	-1,5	-1,1	-0,8	1	-0,66	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
W (+/-) (c_{pe}-)	**-0,60**	**-0,44**	**-0,32**	**0,40**	**-0,26**	**-0,80**	**-0,60**	**-0,36**	**-1,04**	**-0,64**	**-0,44**
W (+/-) (c_{pe}+)	**-0,60**	**-0,44**	**-0,32**	**0,40**	**-0,26**	**0,08**	**0,08**	**0,08**	**0,08**	**0,08**	**0,08**

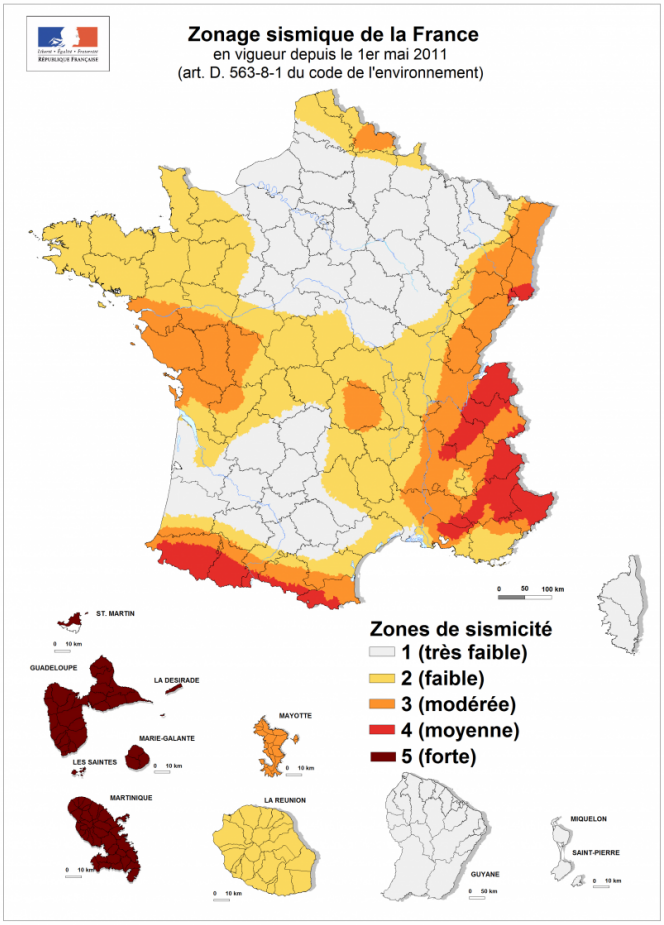
Synthèse des charges de vent [kN/m²] appliquées aux parois - cas n°2 : θ = 90°

Rappel : $q_p(z)$ 398,47 [Pa]

Zones	A	B	C	D	E	F_{bas}	F_{haut}	G	H	I
c_{pe}	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,34	-2,1	-2,1	-1,8	-0,6	-0,5
c_{pe} + c_{pi}	-1,5	-1,1	-0,8	1	-0,64	-2,4	-2,4	-2,1	-0,9	-0,8
W (+/-)	**-0,60**	**-0,44**	**-0,32**	**0,40**	**-0,26**	**-0,96**	**-0,96**	**-0,84**	**-0,36**	**-0,32**

4.10. Actions dynamiques – Séisme

Le zonage sismique de la France est donné pour rappel :



Les accélérations maximales de référence au rocher a_{gR} sont également données pour rappel :

Zone de sismicité	Sismicité	a_{gr} (m/s²)
1	très faible	0,4
2	Faible	0,7
3	Modérée	1,1
4	Moyenne	1,6
5	Forte	3,0

Les catégories d'importance des ouvrages sont également données pour rappel :

Catégorie d'importance		Description
I		■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.
II		■ Habitations individuelles. ■ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5. ■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m. ■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers. ■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes. ■ Parcs de stationnement ouverts au public.
III		■ ERP de catégories 1, 2 et 3. ■ Habitations collectives et bureaux, h > 28 m. ■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes. ■ Établissements sanitaires et sociaux. ■ Centres de production collective d'énergie. ■ Établissements scolaires.
IV		■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public. ■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie. ■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne. ■ Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise. ■ Centres météorologiques.

La NF EN 1998 et son annexe nationale fournissent enfin les règles de calcul à adopter suivant la zone de sismicité et la classe d'importance de l'ouvrage :

	I	II		III	IV
					
Zone 1	aucune exigence				
Zone 2				Eurocode 8 [3] a_{gr}=0,7 m/s²	
Zone 3		PS-MI[1]	Eurocode 8 [3] a_{gr}=1,1 m/s²	Eurocode 8 [3] a_{gr}=1,1 m/s²	
Zone 4		PS-MI[1]	Eurocode 8 [3] a_{gr}=1,6 m/s²	Eurocode 8 [3] a_{gr}=1,6 m/s²	
Zone 5		CP-MI[2]	Eurocode 8 [3] a_{gr}=3 m/s²	Eurocode 8 [3] a_{gr}=3 m/s²	

L'ouvrage étudié ici se situe en zone 2.

Il est réputé de classe d'importance II.

<u>À ce titre, il n'y a pas lieu d'appliquer les dispositions de la NF EN 1998.</u>

4.11. Combinaisons d'actions – Enveloppes et couvertures

Au sens de la NF EN 1990 + Annexe A1, les principales combinaisons d'actions retenues au titre du calcul sont ici :

Etat Limite de Service (Caractéristique)	Etat Limite Ultime Fondamental
$C1ELS := G + G' + Q$	$C1ELU := 1{,}35(G + G') + 1{,}5Q$
$C2ELS := G + G' + S + 0{,}6W$	$C2ELU := 1{,}35(G + G') + 1{,}5S + 0{,}9W$
$C3ELS := G + G' + 0{,}5S + W$	$C3ELU := 1{,}35(G + G') + 0{,}75S + 1{,}5W$

Valeurs des coefficients d'accompagnement issues de la NF EN 1990 et son Annexe A1.

5. PROJET

Les soutènements actuels devront être démolis sur toute l'emprise du terrassement prévu et recréés. Ils seront en effet surchargés de plus de 10%, et, en l'absence de reconnaissance des fondations (qui sont probablement insuffisantes au sens l'Eurocode 7), il n'est pas possible de les justifier par le calcul.

Il convient néanmoins de noter que l'appareil existant formant les soutènements pourra être soigneusement démonté pour reconstitution d'une partie desdits soutènements sur des fondations neuves.

La superstructure est fondée sur des semelles filantes. Un mur soubassement en blocs à bancher est créé sur lequel seront montées les élévations en maçonnerie. Le mur de soutènement existant est à déposer sur l'emprise des superstructures.

Le garage est en murs maçonnés, avec des angles en pierre Tuffeau harpées. Le plancher haut est une toiture végétalisée poutrelles-hourdis portée par une structure poteaux/poutres en BA qui descendent jusqu'aux fondations et s'appuient sur des massifs. Il convient de chaîner les murs maçonnés verticalement aux angles (dans la pierre Tuffeau), en milieu de mur et au droit des ouvertures. Le chaînage horizontal sera créé par les planchers bas et haut. Le plancher haut RDC est surélevé de 150cm du niveau terrassé, ce vide sanitaire permet notamment de respecter les indications du rapport de G2AVP, en s'affranchissant du premier horizon de sols. Il est en poutrelles-hourdis et est porté par les soubassements en blocs à bancher.

L'abri vélo et local déchets est en bardage zinc pré-patiné, avec une structure en poteaux bois 18x18cm et poutres 20x15cm. Le dallage est un dallage terre-plein BA. Le contreventement sera assuré par des croix de Saint-André en rond 8mm (ou câbles équivalents), sur les élévations nord-ouest et nord-est et en toiture.

Les semelles seront de hauteur 80cm et de largeur 60cm. Les massifs du garage seront carrés de côté 220cm. Les massifs de l'abri seront carrés de côté 45cm. Les semelles au droit des remblais, seront de hauteur 80cm et de largeur 90cm, avec un débord de 50cm côté intérieur.

6. DESCENTE DE CHARGES

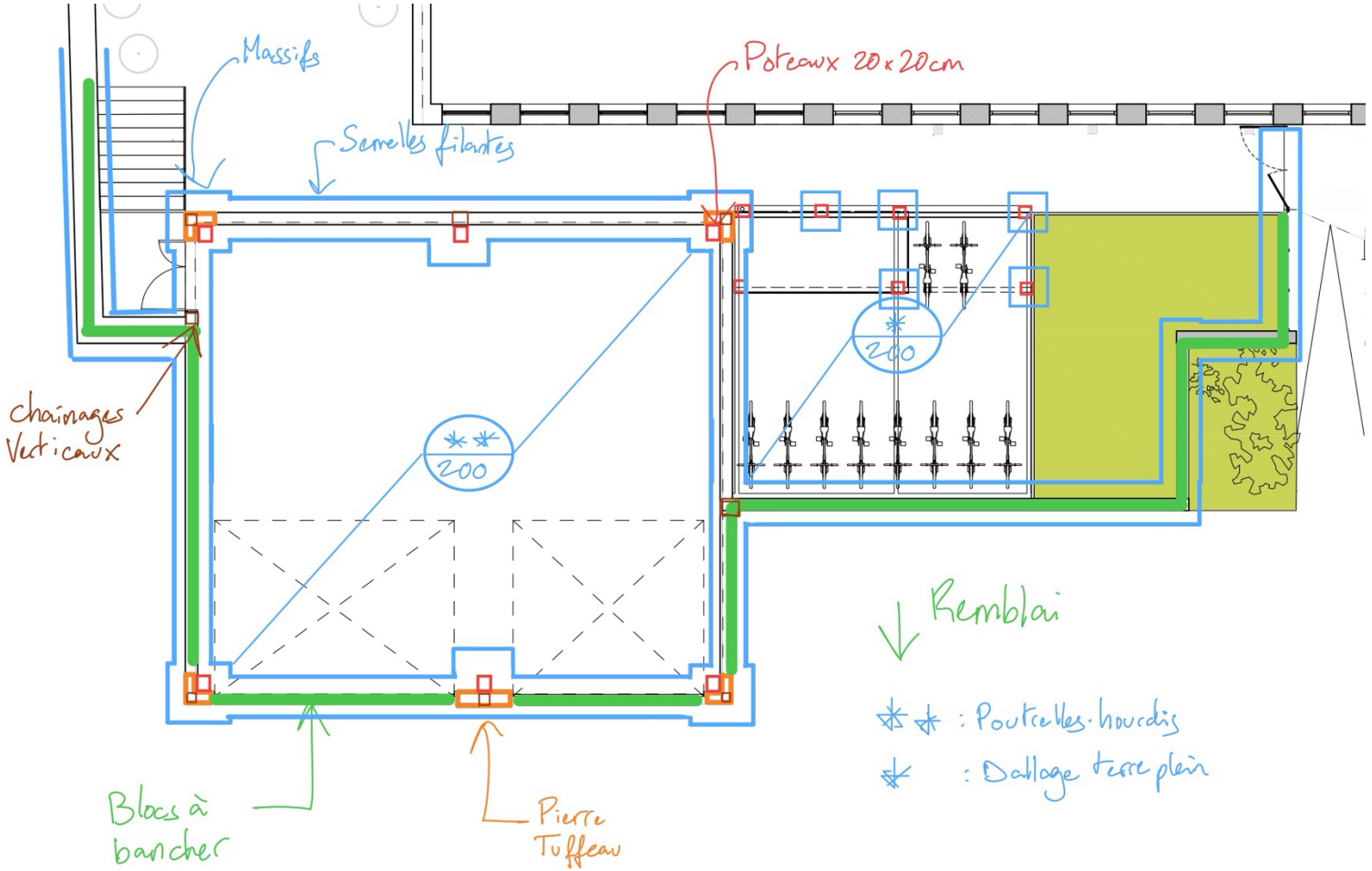


Figure 4. Minute des principes de structure.

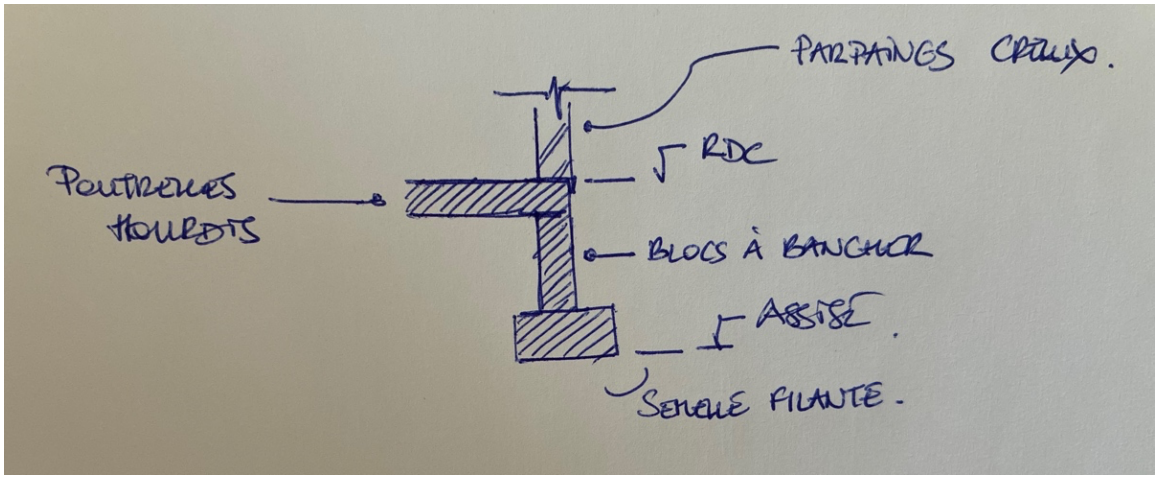


Figure 5. Minute d'une coupe sur fondations.

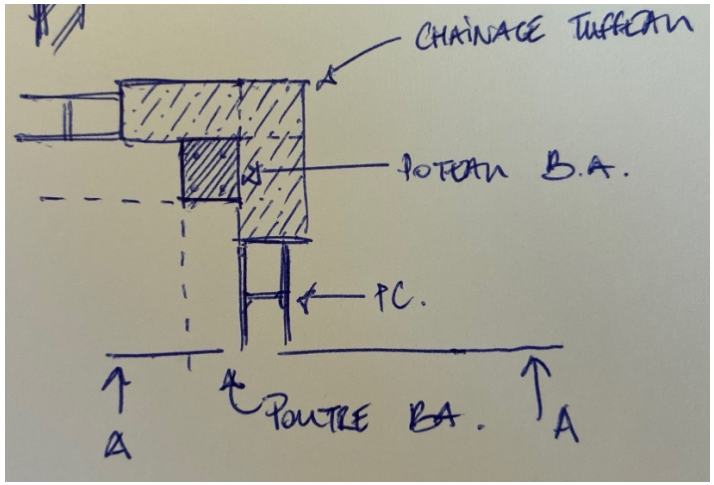


Figure 6. Minute d'une coupe plane sur coin de la superstructure maçonnée.

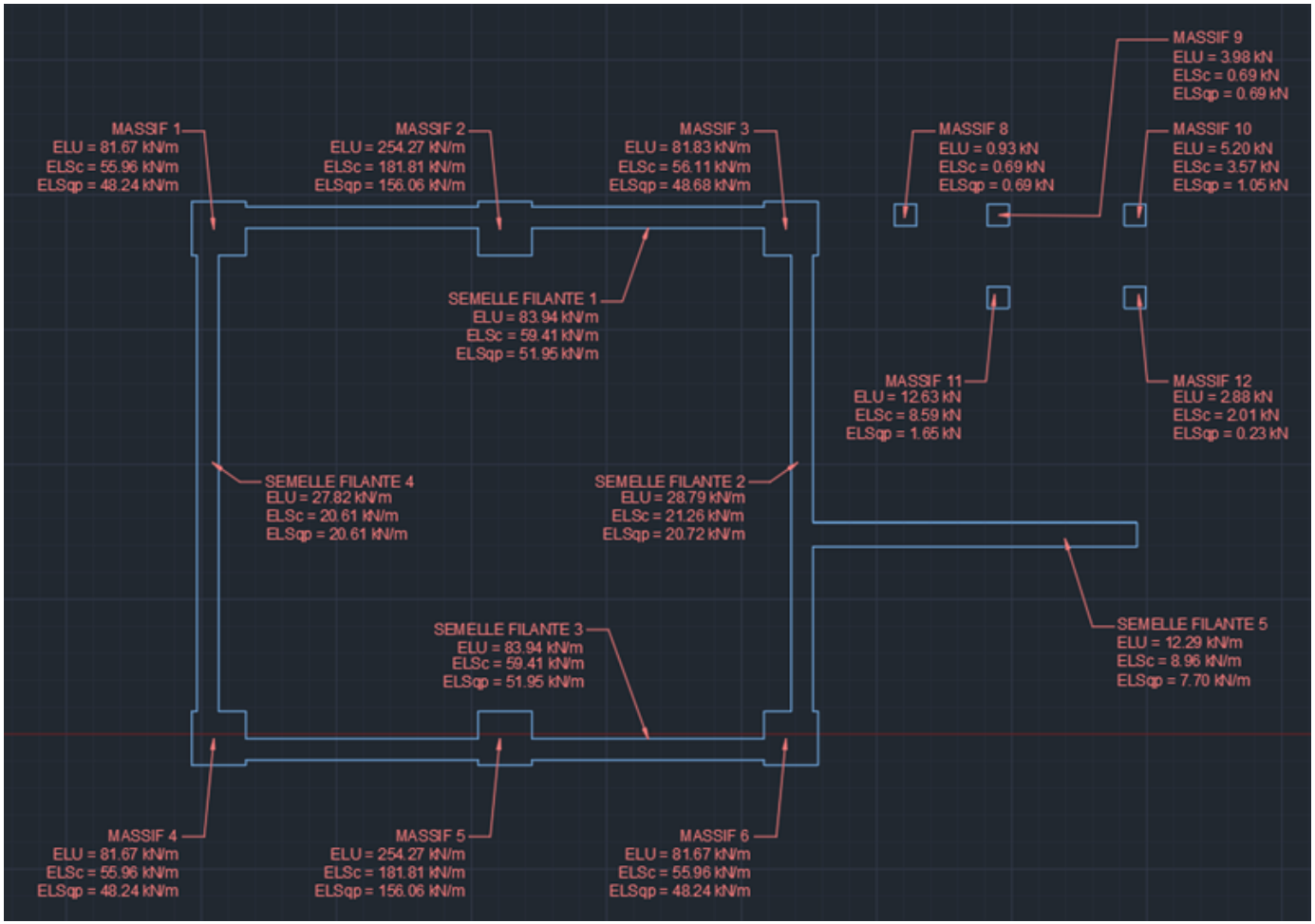


Figure 7. Descente de charges de la superstructure sur les semelles et massifs.

Note : Ces calculs correspondent aux charges appliquées en arase supérieure de semelle, sans prise en compte de l'action horizontale des remblais.

Les charges de remblais ont été calculées, mais nécessitent des hypothèses précises de géométrie de semelle. Les semelles sont vérifiées au glissement/basculement et vérifient la contrainte de sol avec la géométrie présentée ci-dessous.

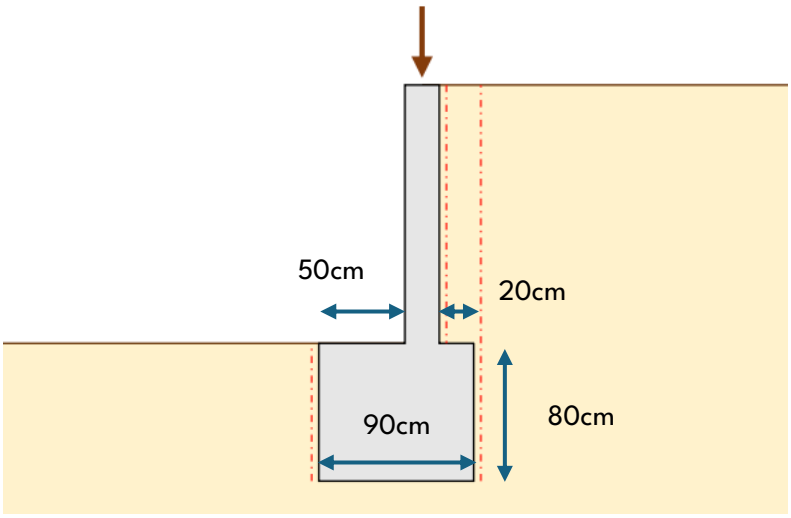


Figure 8. Coupe de principe des semelles filantes au droit des remblais.

Le tableau ci-dessous présente la descente de charge en pied de semelle, incluant les charges dues au poids propre de la semelle.

		ELU	ELSc = ELSqp	
SF2	V	66,8	49,5	kN/m
	H	18,9	14	kN/m
	M	5,2	3,8	kN.m
SF3	V	120,4	86,4	kN/m
	H	18,9	14	kN/m
	M	0	0	kN.m
SF4	V	64,1	47,5	kN/m
	H	18,9	14	kN/m
	M	5,6	4,1	kN.m
SF5	V	57,4	42,5	kN/m
	H	18,9	14	kN/m
	M	6,6	4,9	kN.m
SF clôture	V	54,9	40,7	kN/m
	H	18,9	14	kN/m
	M	7	5,2	kN.m

Les semelles filantes de clôture sont dimensionnées pour reprendre le cas le plus défavorable d'un mur en blocs maçonnés de 2,47m de long, comme sur la coursive rue Fourier.

7. CONCLUSION

La présente note fixe les hypothèses pour la conception des superstructures. La conception structurelle des ouvrages projetés est arrêtée sur cette base et celle des chargements exposés ci-avant. Les ouvrages sont fondés sur semelles filantes et massifs isolés, conformément aux recommandations de la G2AVP.