



ATELIER **ERGON**
INGENIERIE

DOMAINE DE LA FONDATION DES ARTISTES

NOGENT-SUR-MARNE, VAL-DE-MARNE, 94

Maître d'ouvrage : OPPIC

Maître d'œuvre : Agence A&M Patrimoine

TRAVAUX D'URGENCE DE LA MABA

Phase PRO-DCE structure - Annexe 02 : Note d'hypothèses - Indice A

Novembre 2025



© Photo Atelier Ergon

22059-94

> SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION	1
II.	CONTEXTE DE L'ÉTUDE	2
1.	CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	2
2.	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	3
III.	HYPOTHÈSES	6
1.	MATÉRIAUX	6
2.	CLASSE DE RÉSISTANCE DU BÉTON ARMÉ	6
3.	CLASSE D'EXPOSITION	6
4.	CHARGES	8
5.	PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUE	10
6.	CRITÈRES DE VÉRIFICATION	11
7.	DIMENSIONNEMENT DE LA REPRISE DES FONDATIONS - MUR COURANT	14
8.	RENFORCEMENT DE LA VOÛTE DU SOUS-SOL DE LA MABA	14



I. INTRODUCTION

La présente note d'hypothèses s'inscrit dans le cadre de l'étude de projet (PRO-DCE) de l'opération de restauration du clos et du couvert du domaine de la Fondation des Artistes, en particulier sur les travaux d'urgence de la Maison d'Art Bernard Anthonioz (MABA). Le site est classé «site pittoresque» et dispose du label «Patrimoine d'intérêt régional». Il se situe à Nogent-sur-Marne dans le département du Val-de-Marne (94). L'opération est conduite par le groupement de maîtrise d'œuvre mené par l'agence A&M Patrimoine, pour le compte de l'OPPIC, maître d'ouvrage de l'opération.



II. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

1. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Les analyses que nous menons satisfont les normes en vigueur et notamment :

Eurocode 0 : Bases de calcul des structures

Bases de calcul des structures

Annexe nationale française : NF EN 1990/NA

Eurocode 1 : Actions sur les structures

Partie 1-1 : Actions générales — Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments

Partie 1-2 : Actions sur les structures exposées au feu

Partie 1-3 : actions générales - Charges de neige

Partie 1-4 : actions générales - Actions du vent

Annexe nationale française : NF EN 1991/NA

Eurocode 2 : Calcul des structures en béton

Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments

Partie 1-2 : règles générales - Calcul du comportement au feu

Annexe nationale française : NF EN 1992/NA

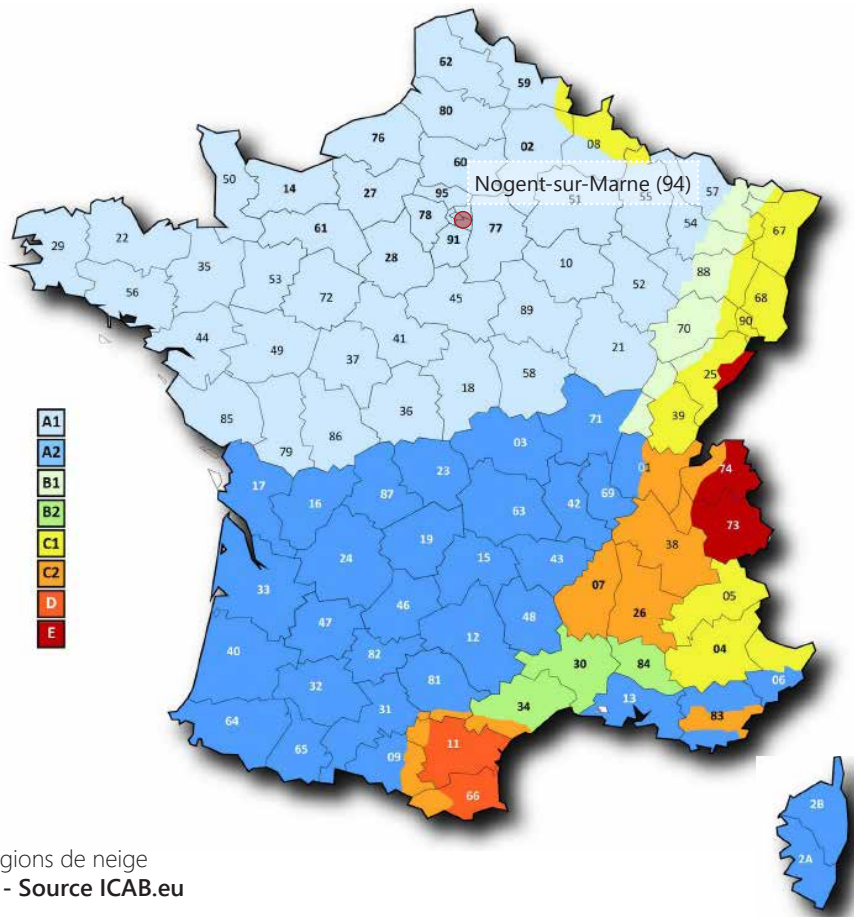
Eurocode 7 : Calcul géotechnique

Partie 1 : Règles générales

Partie 2 : Reconnaissance des terrains et essais

Annexe nationale française : NF EN 1997/NA

2. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

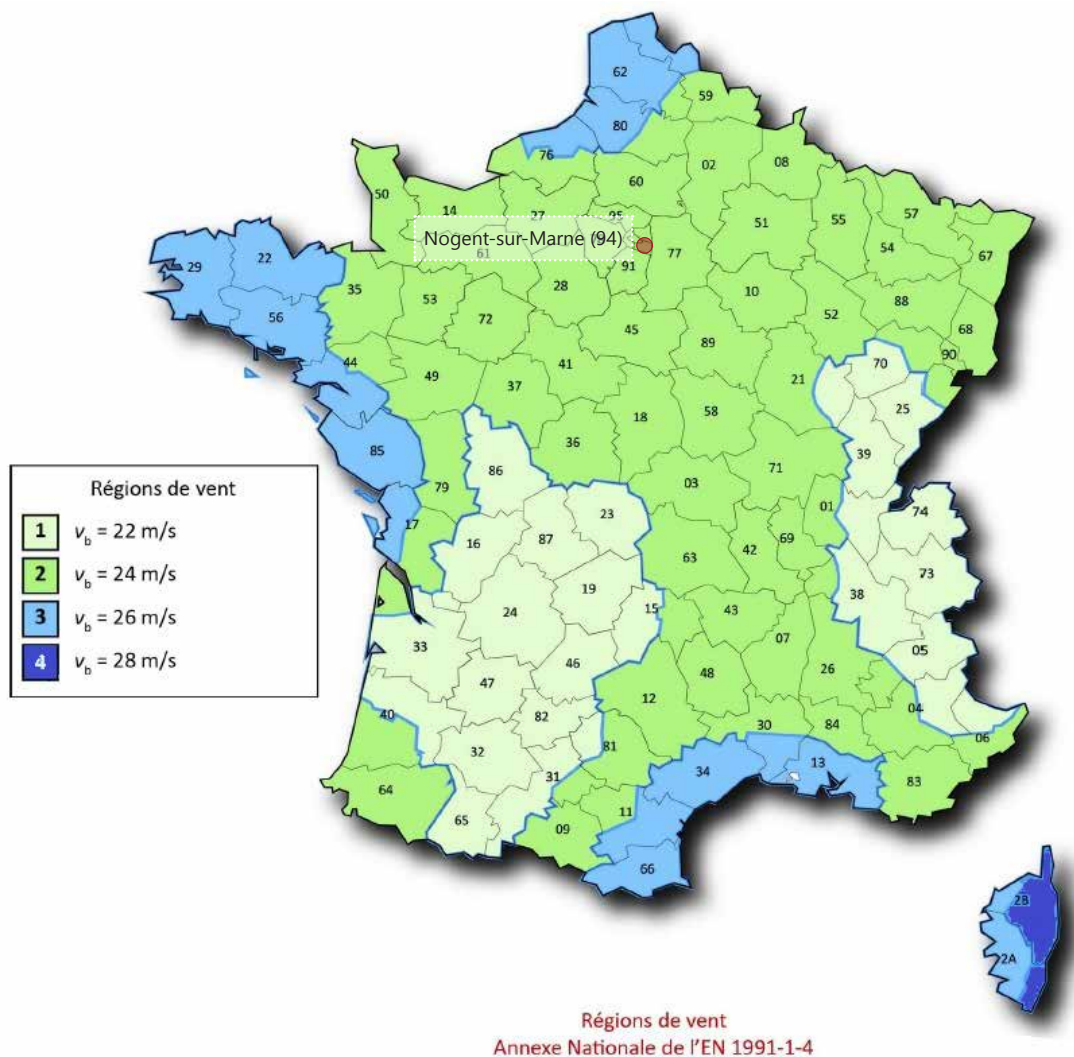


Carte des régions de neige
Eurocode 1 - Source ICAB.eu

Valeurs réglementaires :

Région :	A1
Altitude :	70 m
Charge caractéristique de neige sur le sol, Sk :	0,45 kN/m ²
Valeur de calcul de la charge exceptionnelle de neige sur le sol	Sans Objet
Ce coefficient d'exposition	1
Ct coefficient thermique	1

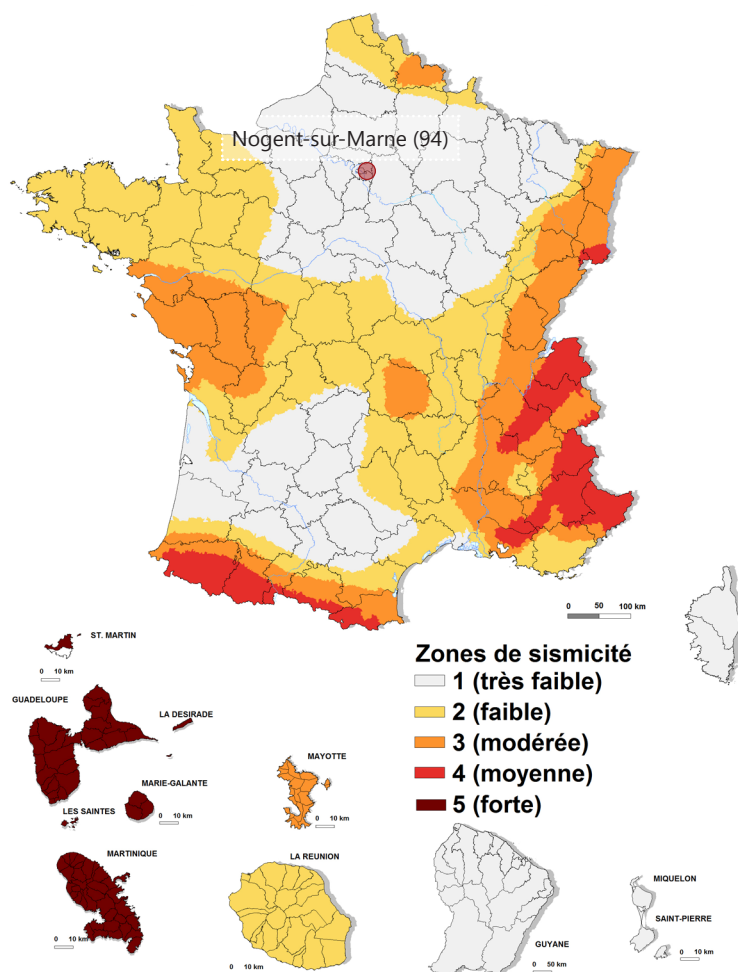
b. Vent



Carte des régions de vent
Eurocode 1 - Source ICAB.eu

Région	Région 2	Nogent-sur-Marne
Hauteur (z)	9,8 m	Hauteur des murs de la façade principale
v_{b0}	24 m/s	
Pression dynamique (z)	$q_p = 0.60$	kPa

c. Sismique



Zones sismiques
Extrait BRGM

Zone de sismicité :	Très faible
Prescription parasismique :	Sans objet



III. HYPOTHÈSES

1. MATÉRIAUX

Les hypothèses prises en compte dans le présent document, se basent sur des valeurs usuelles de matériaux.

Masse volumique	
γ_{bois} (hypothèse)	6,4 kN/m ³
$\gamma_{\text{béton armé}}$ (hypothèse)	25 kN/ m ³
γ_{acier} (hypothèse)	78,5 kN/ m ³
$\gamma_{\text{maçonnerie}}$ (hypothèse)	22 kN/ m ³

Caractéristiques des matériaux
Tableau Atelier Ergon

2. CLASSE DE RÉSISTANCE DU BÉTON ARMÉ

Pour la reprise des fondations en sous-oeuvre, nous prenons comme hypothèse l'utilisation d'un béton armé, avec des caractéristiques conformes à l'Eurocode 2 et de classe C30/37.

Classe de résistance en béton										
	C 16/20	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60	C 60/75	C 90/100
fck	16	20	25	30	35	40	45	50	60	90
h	1	1	1	1	1	1	1	1	0,95	0,8
l	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,78	0,7
Ecm	29 000	30 000	31 000	32 000	34 000	35 000	36 000	37 000	39 000	44 000
ϵ_{c1} ‰	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,6	2,6
ϵ_{cu1} ‰	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,9	2,6
ϵ_{c2} ‰	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,6
ϵ_{cu2} ‰	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,9	2,6
ϵ_{c3} ‰	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,7	1,9	2,3
ϵ_{cu3} ‰	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,9	2,9

Caractéristiques de résistance et de déformation du béton
Tableau 3 de la norme NF EN 1992-1-1

3. CLASSE D'EXPOSITION

Classe environnementale : XC2 et X0 pour le gros béton

Classe de structure S4

Désignation de la classe Description de l'environnement	Usage spécifique
1 - Aucun risque de corrosion ni d'attaque	
X0	Béton non armé et sans pièces métalliques noyées : toutes expositions, sauf en cas de gel/dégel, d'abrasion et d'attaque chimique. Béton armé ou avec des pièces métalliques noyées : très sec.
2 - Corrosion induite par carbonatation	
XC1	Sec ou humide en permanence.
XC2	Humide, rarement sec.
XC3	Humide modérée.
XC4	Alternativement humide et sec.
3 - Corrosion induite par les chlorures	
XD1	Humidité modérée.
XD2	Humide, rarement sec.
XD3	Alternativement humide et sec.
4 - Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer	
XS1	Exposé à l'air véhiculant du sel marin, mais pas en contact direct avec l'eau de mer
XS2	Immergé en permanence.
XS3	Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns.
5 - Attaque gel/dégel	
XF1	Saturation modérée en eau, sans agents de déverglaçage.
XF2	Saturation modérée en eau, avec agents de déverglaçage.
XF3	Forte saturation en eau, sans agents de déverglaçage.
XF4	Forte saturation en eau, avec agents de déverglaçage ou eau de mer.
6 - Attaques chimiques	
XA1	Environnement à faible agressivité chimique selon l'EN 206-1, Tableau 2.
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée selon l'EN 206-1, Tableau 2.
XA3	Environnement à forte agressivité chimique selon l'EN 206-1, Tableau 2.

Classe d'exposition

Tableau 1 de la norme EN 206-1,



Pour les ouvrages suivants : **Reprise en sous-œuvre des fondations ainsi que du dallage du sous-sol**, le béton armé devra avoir les caractéristiques techniques minimales suivantes :

Reprise en sous-œuvre

- Classe de résistance : C30/37
- Classe d'exposition : XC2
- Classe de consistance : Minimum S4
- Dosage ciment : 350 kg/m³
- Ciment spécifique pour fondations CEM III en dosage E/C (eau/ciment) : 0,5
- Nuance acier : Fe 500 – Haute adhérence

4. CHARGES

a. Charges Permanentes

> REPRISE DES FONDATION DE LA MABA

La charge prise en compte pour les analyses de la mezzanine tiennent en compte des charges suivantes :

- Charge propre des mur
- Charge de la charpente

> MUR DE CLÔTURE

La charge prise en compte pour les analyses de la terrasse tiennent en compte des charges suivantes :

- Charge propre
- Charge de vent

b. Charges d'exploitation

Conformément à l'Annexe Français de l'Eurocode 1, nous considérons les catégories suivantes :

Catégories de la surface chargée	Usage spécifique	Exemples
A	Habitations, résidentiel	Pièce des bâtiments et maisons d'habitation; chambres et salles des hôpitaux; chambres d'hôtels et de foyers; cuisines et sanitaires.
B	Bureaux	
C	Lieux de réunion (à l'exception des surfaces des catégories A, B et D1)	C1: Espaces équipés de tables, etc., par exemple: écoles, cafés, restaurants, salles de banquet, salle de lecture, salle de réception.
		C2: Espaces équipés de sièges fixes, par exemple: églises, théâtres ou cinémas, salles de conférence, amphithéâtres, salles de réunion, salles d'attente.
		C3: Espaces ne présentant pas d'obstacles à la circulation des personnes, par exemple: salles de musée, salles d'exposition, etc., et accès des bâtiments publics et administratifs, hôtels, hôpitaux, gares.
		C4: Espaces permettant des activités physiques, par exemple: danses, salles de gymnastique, scènes.
		C5: Espaces susceptibles d'accueillir des foules importantes, par exemple: bâtiments destinés à des événements publics tels que salles de concert, salles de sport y compris tribunes, terrasses et aires d'accès, quais de gare.
D	Commerces	D1: Commerces de détail courants
		D2: Grands magasins

Catégories d'usages

Tableau 6.1 EN1991-1-1



Catégorie de la surface chargée	Charge uniformément répartie, q_k [kN/m ²]	Charge concentrée, Q_k [kN]
Catégorie A		
- Planchers	1,5	2,0
- Escaliers	2,5	2,0
- Balcons	3,5	2,0
Catégorie B	2,5	4,0
Catégorie C		
-C1	2,5	3,0
-C2	4,0	4,0
-C3	4,0	4,0
-C4	5,0	7,0
-C5	5,0	4,5
Catégorie D		
-D1	5,0	5,0
-D2	5,0	7,0
Catégorie E		
-E1	7,5	7,0
-F	2,3	15,0
-G	5,0	90,0
Catégorie H		
-H (pente < 15% recevant étanchéité)	0,8	1,5
-H (autres toitures)	0,0	1,5

Charges d'exploitation sur les planchers, balcons et escaliers dans les bâtiments

Tableau 6.2 EN1991-1-1

5. PARAMÈTRES GÉOTECHNIQUE

Sur la base des résultats géotechnique de ECR Environnement les contraintes admissibles suivantes ont été supposées :

- $q_{ELS} = 0,30$ MPa (2.0 bars)
- $q_{ELU} = 0,5$ MPa (5.0 bars)

Les contraintes admissibles à considérer pour une charge verticale et centrée sous les linéaires du mur de clôture sont les suivantes :

- $q_{ELS} = 0,2$ MPa (2.0 bars)
- $q_{ELU} = 0,3$ MPa (3.0 bars)

6. CRITÈRES DE VÉRIFICATION

a. Combinaisons

Dans ce qui suit, nous considérons que la capacité portante du plancher de la mezzanine est assurée par les poutres maîtresses et les solives. Ces dernières sont considérées comme des éléments « poutres » isostatiques.

Ainsi nous les vérifions en flexion simple.

La valeur de l'action de projet F_d est obtenue en multipliant la force caractéristique par le coefficient de sécurité partiel γ_F .

$$F_d = F_k \gamma_F$$

Les combinaisons permettent de superposer les actions élémentaires agissants sur les planchers. Une seule charge de référence Q_{1k} (ou principale) est sélectionnée parmi les différentes charges variables indépendantes, les autres charges étant réduites comme suit :

$$F_d = \Sigma(\gamma_{Gj} G_{jk} + \gamma_{G'j} G'_{jk} + \gamma_P P_k + \gamma_{1K} Q_{1K}) + \Sigma(\gamma_{iQ} \psi_{0i} Q_{ik})$$

Où :

- Charges permanents (G) : actions qui agissent tout au long de la vie de la construction, dont la variation de l'intensité dans le temps est ainsi petite et lente
- G : poids propre de tous les éléments structurels : poids propre du sol, lorsque les forces induites par le sol (à l'exclusion des effets de charges variables appliquées au sol)
- G' : poids propre de tous les éléments non structurels
- P : précontrainte
- Charges d'exploitation (Q) : Actions sur la structure ou l'élément structurel avec des valeurs instantanées qui peuvent être sensiblement différents entre elles dans le temps. Elles sont dues à : surcharges, actions du vent, actions de la neige, actions de la température.

Elles sont considérées de :

- Longue durée : si elles agissent avec une intensité significative, même en continu, pendant une durée non négligeable par rapport à la durée de vie de la structure.
- Courte durée : s'ils agissent pendant une courte période par rapport à la vie de la structure.

Selon le site de construction, une même action climatique peut être de longue durée ou de courte durée.

Les facteurs ψ_i reflètent la probabilité que les actions se produisent simultanément.

Action	0	1	2
Charges d'exploitation des bâtiments			
Catégorie A: habitations, zone résidentielles	0.7	0.5	0.3
Catégorie B: bureaux	0.7	0.5	0.3
Catégorie C: lieux de réunion	0.7	0.7	0.6
Catégorie D: commerces	0.7	0.7	0.6
Catégorie E: stockages	1.0	0.9	0.8
Catégorie F: zone de trafic, véhicules de poids < 30kN	0.7	0.7	0.6
Catégorie G: zone de trafic, véhicules de 30kN < poids < 160kN	0.7	0.5	0.3
Catégorie H: toits	0	0	0
Charges dues à la neige sur les bâtiments EN1991-1-3	0,5	0,7	
Finlande, Islande, Norvège, Suède, Saint-Pierre et Miquelon	0.7	0.5	0.2
Autres états européens pour une altitude > 1000m	0.7	0.5	0.2
autres états européens pour une altitude < 1000m	0.5	0.2	0
Charges dues au vent sur les bâtiments EN1991-1-4	0.6	0.2	0
Températures dans les bâtiments (hors incendie) EN1991-1-5	0.6	0.5	0

Tableau A1.1 - valeurs recommandées des coefficients ψ

Norme EN 1991-1-1

b. États limites

- États Limites Ultimes (ELU) :

L'État-limite d'équilibre statique de la structure (EQU) pour lequel nous vérifions que $E_d \leq R_d$, où :
La vérification de la sécurité de résistance ELU est :

$$R_d \leq E_d$$

R_d est la résistance de projet de l'élément structurel, évaluée sur la base des valeurs de projet de la résistance des matériaux et aux valeurs nominales des grandeurs géométriques concernées.

E_d est la valeur de projet de l'effet des actions, évaluée sur la base des valeurs de projet.

La sécurité vis-à-vis de États Limites Ultimes (ELU) concerne la capacité des structures à éviter les effondrements, les pertes d'équilibre et les perturbations graves, totales ou partielles, qui pourraient compromettre la sécurité des personnes, entraîner la perte de bien, provoquer de graves dommages environnementaux ou mettre l'ouvrage hors service.

Les combinaisons de chargements aux États Limites Ultimes (ELU) sont définies comme suit :

$$F_d = (\gamma_j G_{jk} + \gamma_p P_k + \gamma_{1k} Q_{1k}) + (\gamma_i Q_{0i} + \gamma_{ik} Q_{ik})$$

Situation durable ou transitoire **(Eq. 6.10)**.

Situation de projet durables et transitoires	Actions permanentes		Action variable dominante	Actions variables d'accompagnement	
	Défavorable	Favorable		Principale (le cas échéant)	Autres
Eq. 6.10	1,35 G _{k,sup}	1,0 G _{k,inf}	1,5 Q _{k,1} ou 0 si favorable	sans objet	1,5 ∑ _i Q _{k,i} ou 0 si favorable

Tableau A1.2(A) - valeurs de calcul d'actions (EQU) (Ensemble)

Norme EN 1991-1-1

- États limites de service (ELS) :

La sécurité vis-à-vis des États limites de service (ELS) concerne la capacité de garantir les performances prévues pour les conditions d'exploitation.

Les combinaisons de chargements aux états limites en service ELS sont définies comme suit :

- Combinaison rare (ou caractéristique)

$$F_d = \psi(G_{jk} + P_k + Q_{1k}) + \psi(\sum_i Q_{ik})$$

- Combinaison fréquente

$$F_d = \psi(G_{jk} + P_k + Q_{1k}) + \psi(\sum_i 2i Q_{ik})$$

- Combinaison quasi permanente

$$F_d = \psi(G_{jk} + P_k) + \psi(\sum_i \psi_i Q_{ik})$$

c. Principes de dimensionnement géotechnique

Les calculs ont été menée en tenant en compte de l'approche 2 de l'eurocode : A1 + M1 + R2

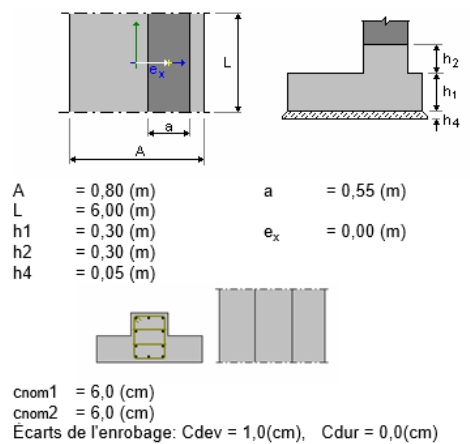
$\psi_{G'}$	1,00	γ_v	1,00
$\psi_{c'}$	1,00	$\gamma_{R,v}$	1,40
ψ_{cu}	1,00	$\gamma_{R,h}$	1,10
ψ_{qu}	1,00		

Tableau des coeff. de combinaison selon l'Eurocode 7

Tableau Atelier Ergon

7. DIMENSIONNEMENT DE LA REPRISE DES FONDATIONS - MUR COURANT

L'image suivante présente les dimensions des reprises de fondations :

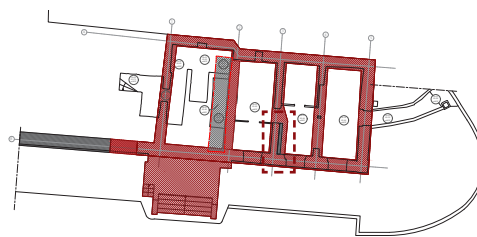
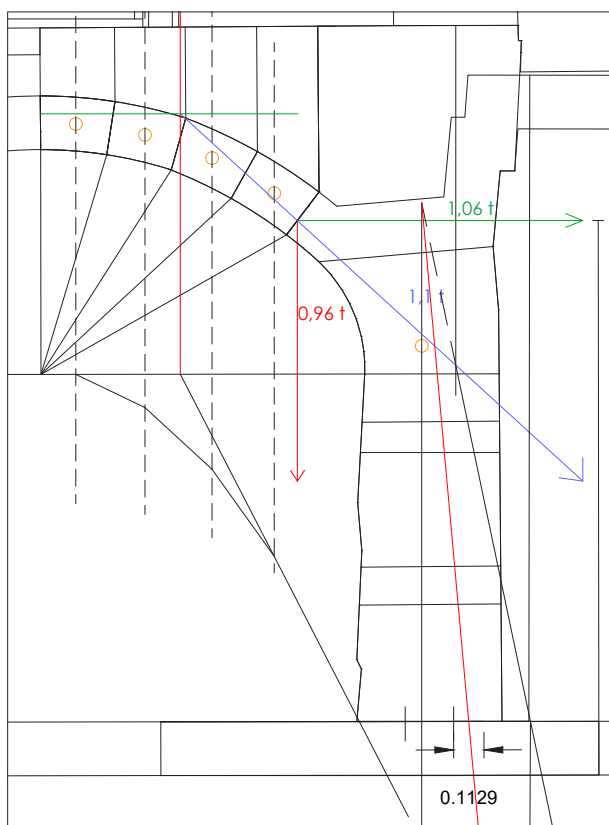


Dimensionnement des fondations - linéaires 2 et 3

Atelier Ergon

8. RENFORCEMENT DE LA VOÛTE DU SOUS-SOL DE LA MABA

Une étude de stabilité de l'appui de la voûte a été menée par méthode statique graphique, en raison des déformations constatées sur la structure existante (poussée de la voûte sur le mur existant). Celle-ci a mis en évidence une instabilité de l'appui. Les forces appliquées ne sont pas contenues dans le tiers central de l'appui.



Résultats de l'analyse statique graphique, vue en plan de la MABA et extrait du modèle de calcul
Extrait du modèle de calcul et dessins Atelier Ergon

Une reprise du mur par la mise en place d'un contre-voile a été étudiée. Ce voile a été dimensionné de manière à reprendre la poussée horizontale excédentaire du mur et à recentrer les efforts au niveau de l'appui.