



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 - Notice structurelle - Indice A

Novembre 2025



© Photo Atelier Ergon

22059-94



## > SOMMAIRE

---

I.	INTRODUCTION	1
II.	CONTEXTE DE L'ÉTUDE	2
1.	<b>OBJET DE L'ÉTUDE</b>	<b>2</b>
2.	<b>CONTEXTE HISTORIQUE</b>	<b>3</b>
3.	<b>CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE</b>	<b>4</b>
4.	<b>DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE</b>	<b>5</b>
5.	<b>CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL</b>	<b>5</b>
6.	<b>CONTEXTE GÉOTECHNIQUE ET GÉOLOGIQUE</b>	<b>7</b>
III.	SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DE DIAGNOSTIC	11
1.	<b>DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES</b>	<b>11</b>
2.	<b>ANALYSE D'ÉTAT SANITAIRE</b>	<b>23</b>
IV.	ÉTUDE DE L'ÉTAT PROJETÉ	36
1.	<b>SYNTHÈSE DES ÉTUDES GÉOTECHNIQUES</b>	<b>36</b>
2.	<b>REPRISES EN SOUS-OEUVRE</b>	<b>47</b>
3.	<b>RENFORT DE VOÛTE PAR CONTRE-VOILE</b>	<b>48</b>
4.	<b>MISE EN PLACE DE DALLES PORTÉES</b>	<b>49</b>
V.	CONSISTANCE DES TRAVAUX	50
VI.	PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	51
1.	<b>MÉTHODOLOGIE ET PHASAGE DES TRAVAUX</b>	<b>51</b>
2.	<b>ÉTUDES À LA CHARGE DE L'ENTREPRISE</b>	<b>51</b>
VII.	PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES	56
1.	<b>CURAGE / DÉMOLITIONS / ÉTAIEMENTS</b>	<b>56</b>
2.	<b>TERRASSEMENTS ET FONDATIONS</b>	<b>58</b>
3.	<b>STRUCTURE EN MAÇONNERIE / GROS-ŒUVRE</b>	<b>67</b>
VIII.	RÉFÉRENCES ET SUIVI	71
IX.	ANNEXES	71



## I. INTRODUCTION

La présente étude de projet (PRO-DCE) s'inscrit dans le cadre du volet structurel 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.

La présente étude de projet structurel porte sur les travaux d'urgence de la Maison d'Art Bernard Anthonioz (MABA) qui se traduisent essentiellement par une reprise en sous-œuvre des fondations.





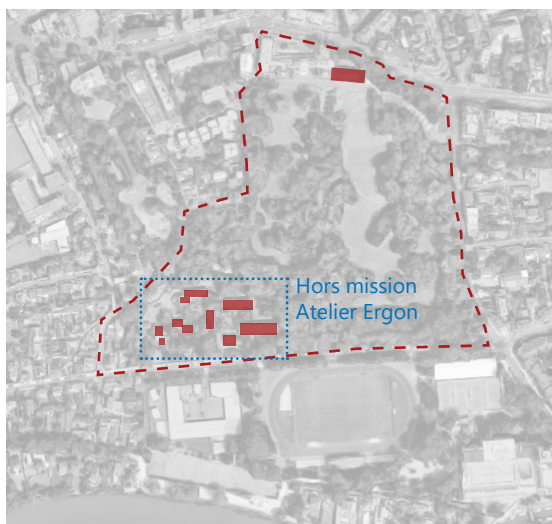
## II. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

### 1. OBJET DE L'ÉTUDE

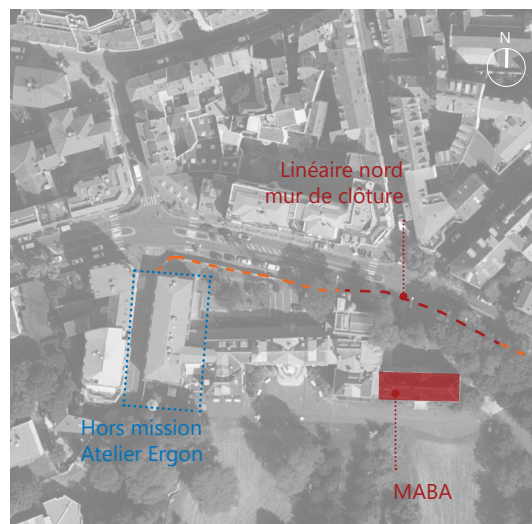
Le domaine national de la Fondation des Artistes est situé aux 14 et 16 rue Charles VII à Nogent-sur-Marne, dans le Val-de-Marne (94). L'ensemble est implanté dans un domaine de dix hectares, situé à environ 500 m au nord de la Marne. Sa construction débute dès le XVII<sup>e</sup> siècle (avant 1667) et se poursuit plus tard jusqu'au cours du XX<sup>e</sup> siècle lors de la mise en place d'extensions. Les édifices qui le constituent à l'origine se distinguent par un style néoclassique caractéristique de leur époque de construction. Le site est classé en 1963, et bénéficie du statut «Site pittoresque» ainsi que du label « Patrimoine d'intérêt régional ».

La présente opération porte sur l'ensemble du bâti qui constitue le site du domaine de la Fondation des Artistes (bâtiments et murs de clôture). La mission du bureau d'étude Atelier Ergon pour la présente phase d'étude est limitée aux bâtiments situés au nord du domaine et au mur de clôture.

**La présente notice de projet est centrée sur cette zone ainsi que la portion nord du mur de clôture. Ce recentrement du périmètre d'étude fait suite à un phasage des travaux par ordre de priorité.** Ainsi, la Maison d'Art Bernard Anthonioz (MABA) a fait l'objet d'une première tranche opérationnelle de travaux d'urgence, consistant notamment en une reprise en sous-œuvre du niveau de sous-sol, ainsi que du linéaire de mur de clôture attenant.



Périmètre de l'opération globale  
Extrait vue aérienne Géoportail

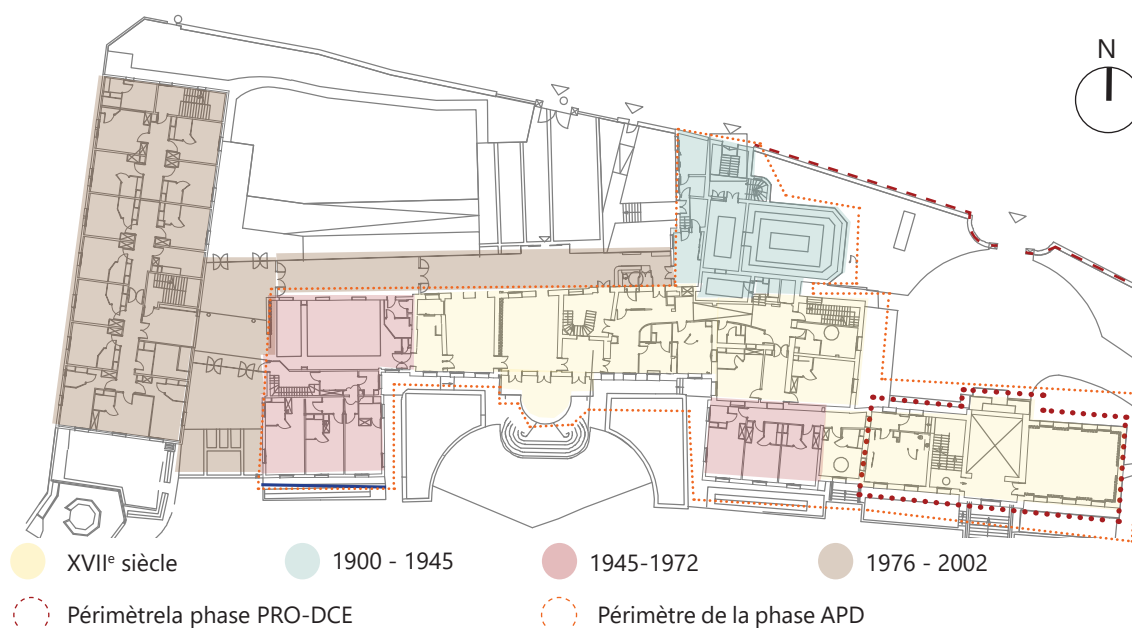


Périmètre de la phase PRO-DCE  
Extrait vue aérienne Géoportail

## 2. CONTEXTE HISTORIQUE

Les édifices du domaine de la Fondation des Artistes ont été construits à différentes époques. L'édifice situé au n°16 de la rue Charles VII a été construit au XVII<sup>e</sup> siècle. Il constitue l'entité la plus ancienne du site. Cette partie de l'édifice se prolonge vers l'ouest pour former un ensemble bâti à l'esthétique et aux techniques de construction similaires, datant également du XVII<sup>e</sup> siècle (en jaune ci-dessous). C'est en 1895 que la propriété est réunie au château voisin par la famille Smith-Champion, puis donnée à l'État pour y établir une maison de retraite pour les artistes.

Des ajouts successifs ont conduit à l'agrandissement de l'ensemble tout au long du XX<sup>e</sup> siècle. En 1913, une partie de la structure d'origine a été remaniée, et la bibliothèque a été construite. D'autres extensions ont vu le jour, notamment l'ajout d'une aile ouest conséquente à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, et qui se distingue par un système constructif et des matériaux différents de la partie originelle. Des remaniements ont également conduit à la modification partielle des ouvrages, notamment les enduits. La date de ces travaux n'est toutefois pas connue au stade de la présente étude.



Synthèse des phases de construction  
Plan Atelier Ergon

### 3. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Les analyses satisfont les normes en vigueur et notamment :

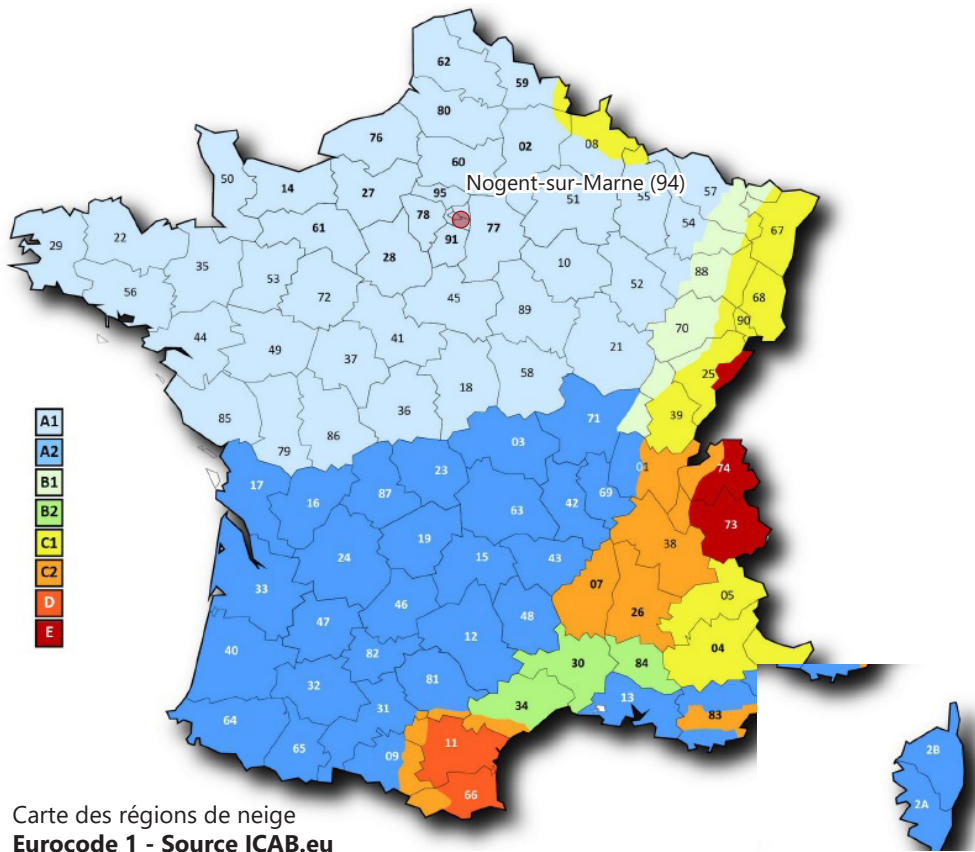
- NF EN 1990 : **Eurocodes** structuraux - Bases de calcul des structures
- NF EN 1990 / NA - Annexe National Français à la NF EN 1990
  
- NF EN 1991-1-1 : **Eurocode 1** - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments
- NF EN 1991-1-1 / NA - Annexe National Français à la NF EN 1991-1-1
  
- NF EN 1992-1-1 : **Eurocode 2** : Calcul des structures en béton - Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments
  
- NF EN 1993-1-1 : **Eurocode 3** - Calcul des structures en acier- Partie 1-1 : règles générales et règles pour les bâtiments.
- NF EN 1993-1-1 / NA - Annexe National Français à la NF EN 1993-1-1
  
- NF EN 1995-1-1 : **Eurocode 5** - Conception et calcul des structures en bois
- NF EN 1995-1-1 / NA - Annexe National Français à la NF EN 1995-1-1
  
- NF EN 1996-1-1 : **Eurocode 6** - Calcul des ouvrages en maçonnerie - Partie 1-1 : règles générales - Règles pour maçonnerie armée et non armée
- NF EN 1996-1-1 / NA - Annexe Nationale à la NF EN 1996-1-1
  
- NF EN 1997-1 : **Eurocode 7** - Calcul géotechnique - Partie 1 : règles générales

#### 4. DOCUMENTATION DE RÉFÉRENCE

- Rapport de diagnostic - A&M Patrimoine et So Far Architecte - 2017
- Rapport Géotechnique G5-G2 AVP - Semofi - 2018
- Rapport Géotechnique G5-G2 AVP - ECR Environnement - 2023

#### 5. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

##### a. Neige

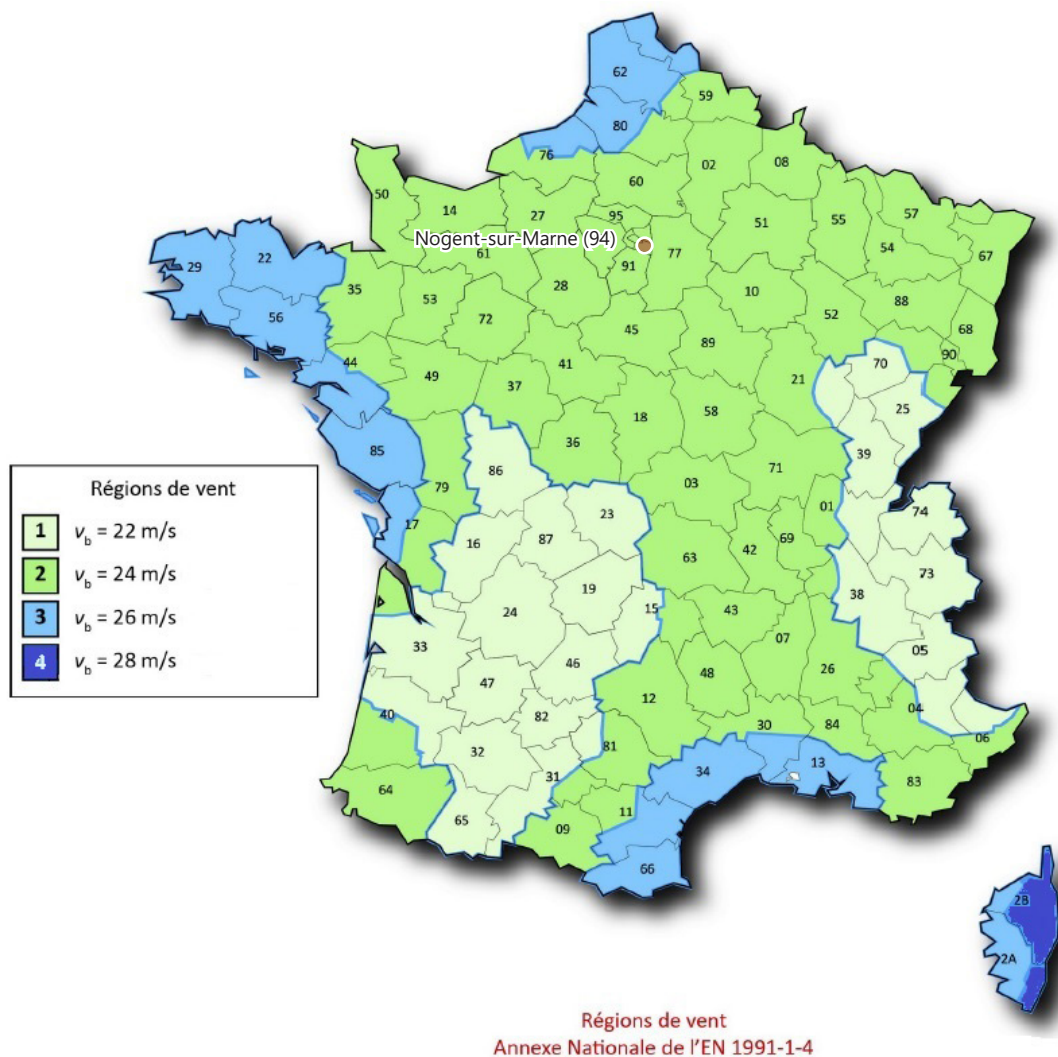


##### Valeurs réglementaires :

Région :	A1
Altitude :	70 m
Charge caractéristique de neige sur le sol, $S_k$ :	0,45 kN/m <sup>2</sup>
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



## 6. CONTEXTE GÉOTECHNIQUE ET GÉOLOGIQUE

Le contexte géotechnique a pu être résumé à partir des études G5 et G2-AVP réalisées par SEMOFI en 2018 et par ECR en 2023.

### > CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

D'après le rapport d'ECR, les formations géologiques suivantes sont attendues sur le site de la présente étude :

- Remblais ;
- Eboulis ;
- Marnes de pantin ;
- Les Marnes d'Argenteuil ;
- Masses et Marnes du Gypse.

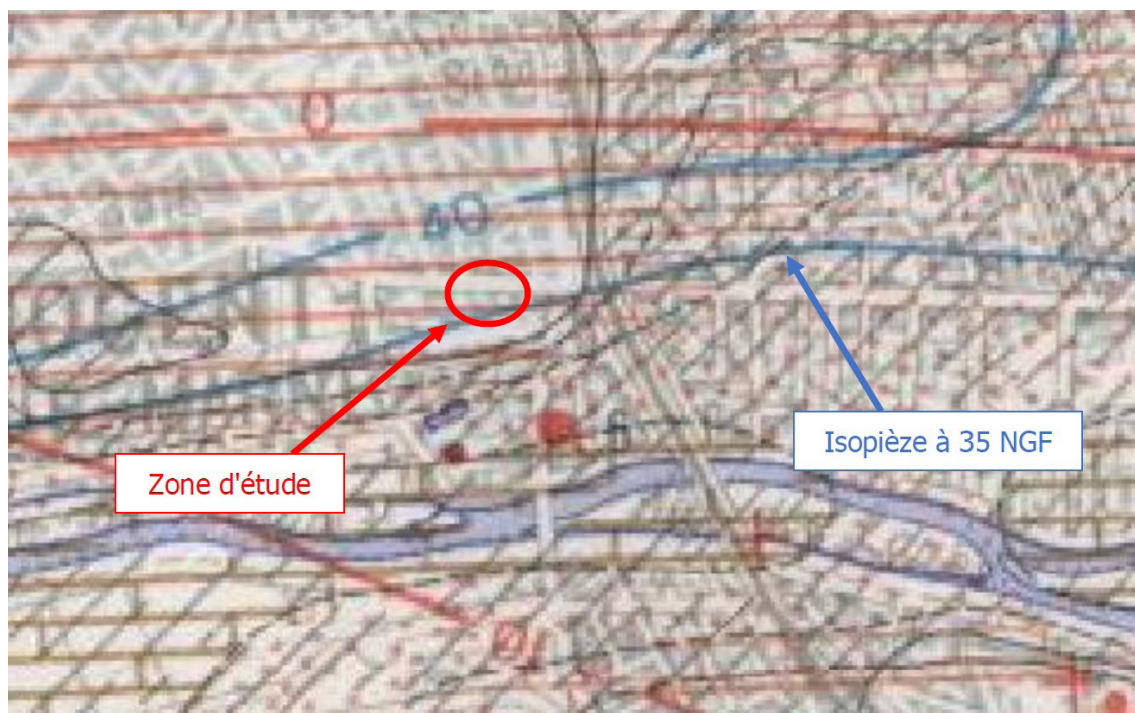


Extrait de la carte géologique du BRGM n°183 au 1:50 000 de PARIS

**Extrait du rapport de ECR Environnement**

D'après les rapports d'ERC et de SEMOFI, les différentes nappes et circulations d'eau attendues peuvent être résumées comme suit :

- Circulations superficielles et anarchiques, résultats d'épisodes pluvieux importants, accentuées par le caractère argileux des sols de recouvrement qui encouragent les circulations sub-surfaciques.
- La nappe des Marnes de Pantin, située sous l'horizon des Argiles Vertes et soutenue par les Marnes d'Argenteuil.

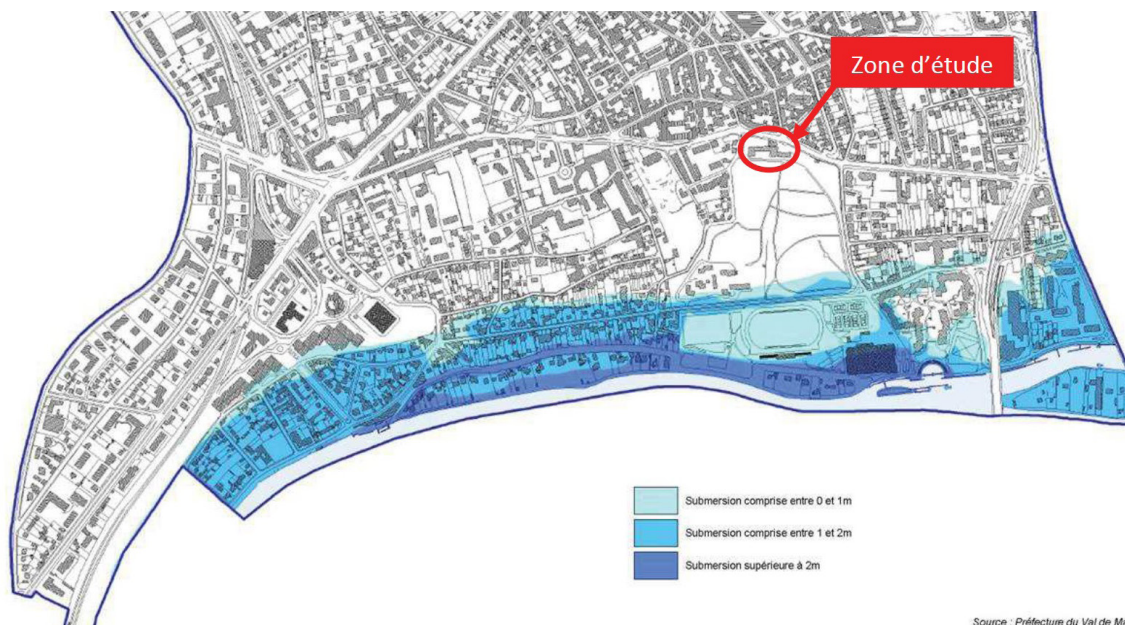


Extrait de la carte hydrogéologique de Paris (BRGM, 1970)  
Extrait des rapports de ECR Environnement et de SEMOFI

## > ALÉAS GÉOTECHNIQUES ET RISQUES NATURELS

### **Inondations :**

D'après le rapport d'ECR, le risque d'inondations et de débordement est faible. Le site se situe en dehors du PPRi approuvé le 12/11/2017.

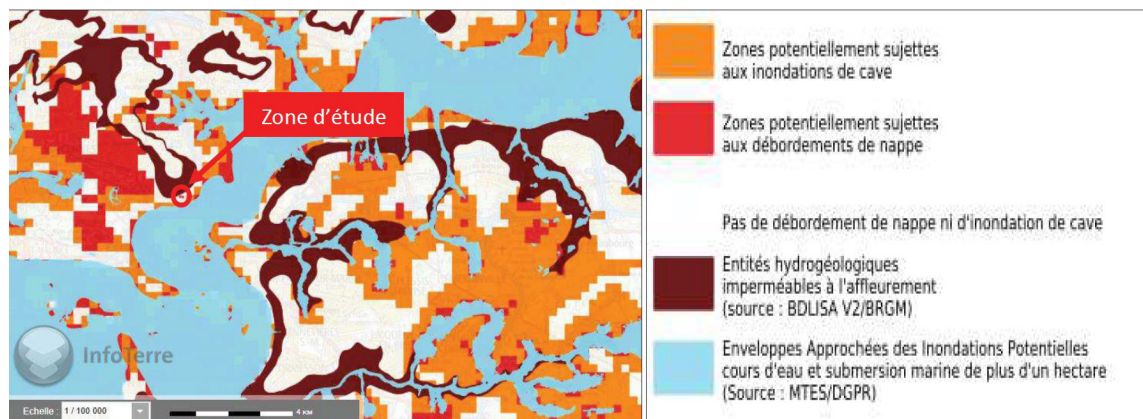


Extrait de la carte risque d'inondation (Source : Préfecture de Val de Marne)  
Extrait du rapport de ECR Environnement



### Remontée de nappe :

Le rapport d'ECR affirme que le site se situe en dehors d'une zone potentiellement sujette à un risque d'inondation par remontée de nappe.

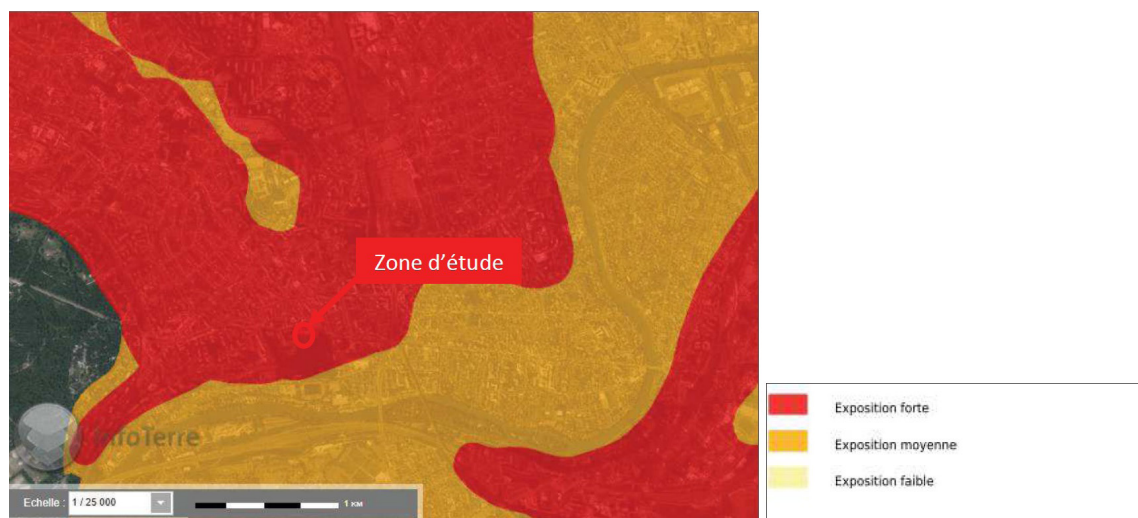


Extrait de la carte zones sensibles aux remontées de nappes – Source : infoterre

**Extrait du rapport de ECR Environnement**

### Retrait Gonflement Des Argiles

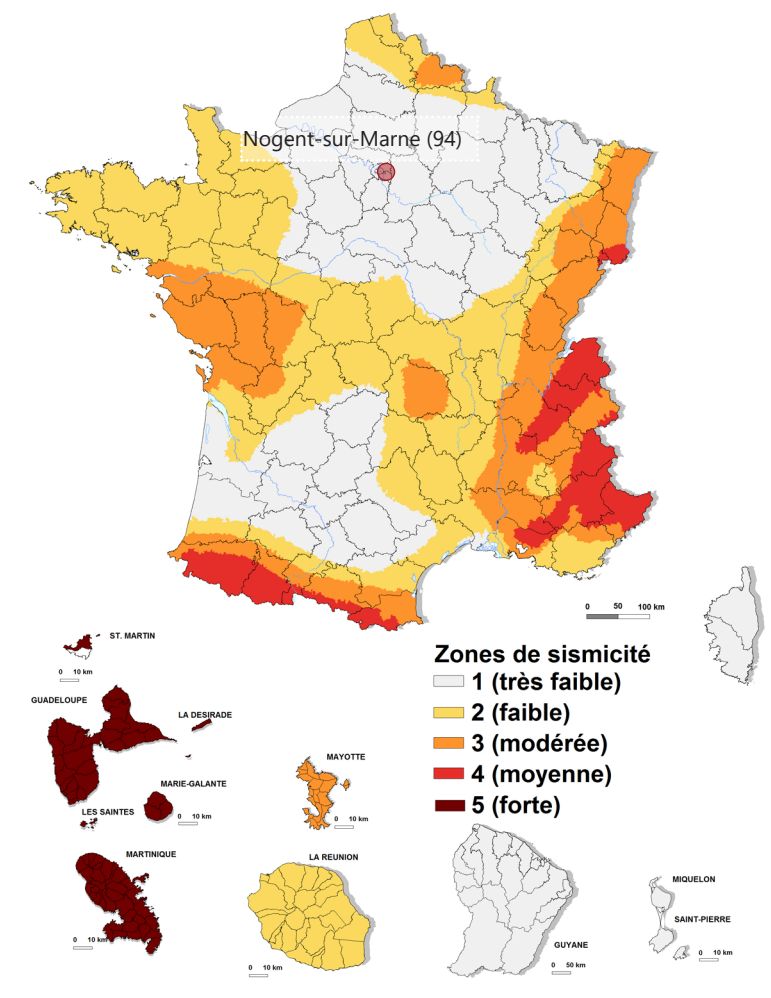
Le rapport d'ECR précise que le site se situe en zone d'**exposition forte** vis-à-vis du risque de retrait et de gonflement des argiles.



Extrait de la carte d'exposition au retrait et gonflement des argiles du BRGM

**Extrait du rapport de ECR Environnement**

Aléa Sismique :



Zones sismiques  
Extrait BRGM

Zone de sismicité :	Très faible
Prescription parasismique :	Sans objet



### III. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DE DIAGNOSTIC

#### 1. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

##### a. Dispositions générales

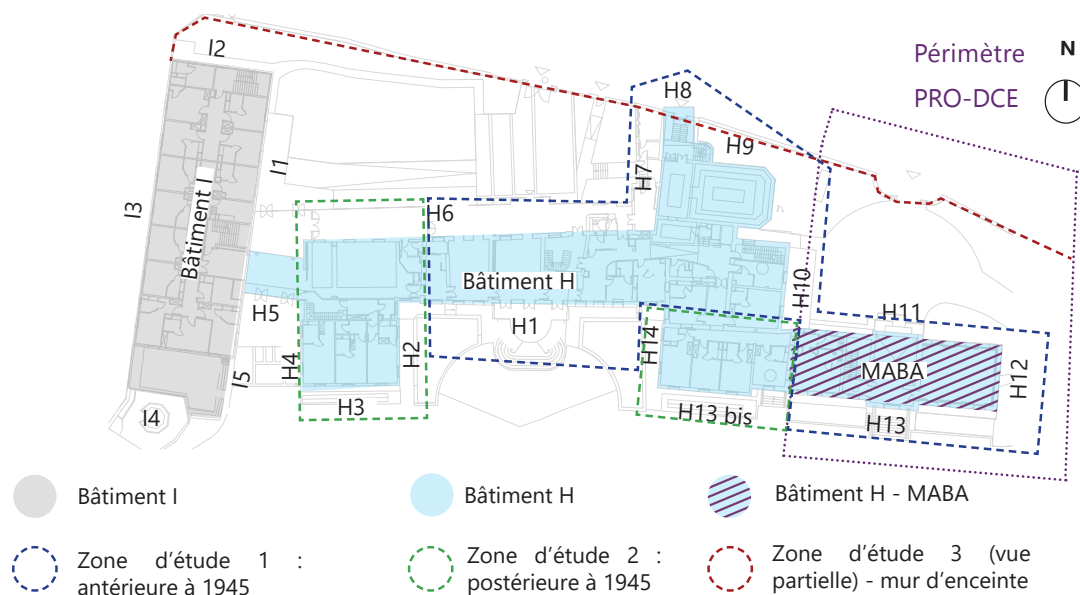
Le domaine de la Fondation des Artistes s'organise en deux ensembles bâtis séparés par un parc arboré, et est délimité par un mur d'enceinte encerclant la propriété. Au sein de l'ensemble bâti au nord du domaine, objet de la présente étude, le bâtiment H repéré ci-dessous est constitué de la Maison d'Art Bernard Anthonioz (MABA) à l'est ainsi que de la Maison Nationale des Artistes, remplissant la fonction d'EHPAD. Le bâtiment I, constituant l'extension la plus récente datant de la fin du XX<sup>e</sup> siècle, est également dédié à la partie EHPAD et destiné à accueillir des résidents.

**Il est rappelé que seules les infrastructures de la MABA et la portion nord du mur d'enceinte sont visés par la présente tranche de travaux.**

L'ensemble se distingue par une structure majoritairement constituée de maçonneries en moellons pour les parties anciennes. Les parties les plus récentes, notamment le bâtiment I ainsi que certaines des façades du bâtiment H postérieures à 1945 sont quant à elles en ossature béton armé datant des différentes extensions construites au XX<sup>e</sup> siècle.

Des **zones d'étude** ont été établies sur la base des **différentes époques de construction impactant également la répartition et la nature des désordres** :

- la zone d'étude 1, constituée de l'ensemble bâti du bâtiment H antérieur à 1945,
- la zone d'étude 2, constituée des extensions du bâtiment H postérieures à 1945,
- la zone d'étude 3, constituée d'ensemble du mur d'enceinte du domaine.



Plan de repérage des zones et façades étudiées

**Annotation Atelier Ergon**

DOMAINE DE LA FONDATION DES ARTISTES À NOGENT-SUR-MARNE - 94130 - VAL-DE-MARNE

**Travaux d'urgence de la MABA - Phase PRO-DCE - Notice structure Ind.A** - Novembre 2025

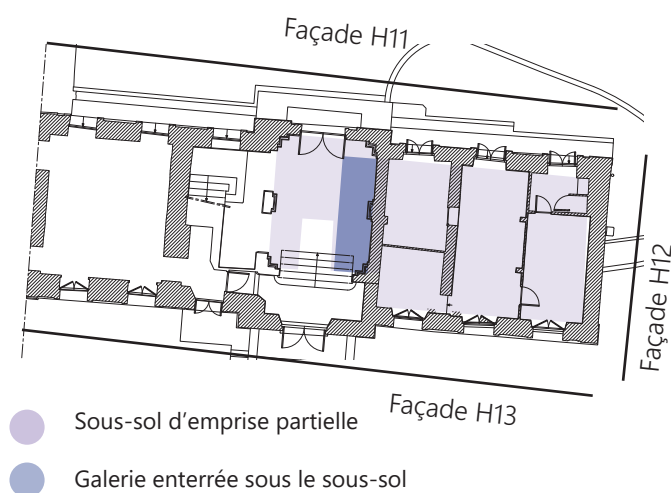
OPPIC - MOA > A&M Patrimoine - Architecte du Patrimoine > **Atelier Ergon** - Bureau d'études Structure



La MABA présente un plan relativement régulier, et s'articule autour d'un avant-corps central comprenant l'entrée, flanqué de deux ailes est et ouest aux murs de refend d'entraxe variable. L'ensemble est surmonté d'une charpente traditionnelle aux dispositions différentes selon les zones, à double pan ou ponctuellement en brisis et terrasson, et d'une couverture mixte de zinc et d'ardoise. Cette zone a pour particularité de présenter un niveau de sous-sol d'emprise partielle, au droit duquel se situe également une galerie voûtée correspondant probablement à un ovoïde, également d'emprise partielle au regard du niveau de sous-sol.



Bâtiment de la MABA  
Photos Atelier Ergon



Nomenclature et dénomination des façades dans le cadre de l'étude, centrée sur la MABA  
Annotations Atelier Ergon

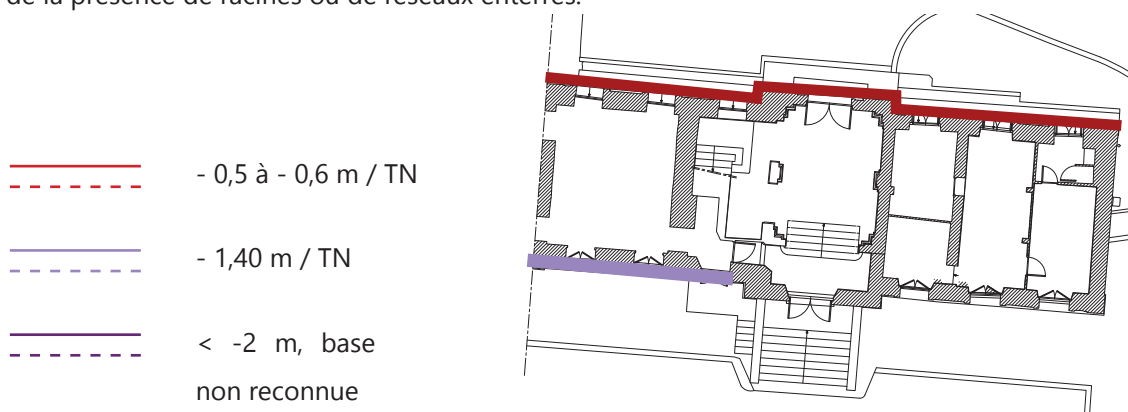
Les fondations de la MABA présentent une irrégularité significative, mise en évidence par les différentes campagnes géotechniques menées en 2018 et en 2023. Les niveaux d'assise et la morphologie des fondations sont en effet relativement variables, à l'image des différentes

phases de construction et d'extension des ouvrages. Les structures verticales de l'ensemble de la Fondation des Artistes présentent également des dispositions constructives hétérogènes selon les zones. Plusieurs techniques ont donc été employées en fonction des époques de construction des différentes parties de l'édifice. Il est à noter que les enduits présentent également des différences significatives en termes de nature et de mise en œuvre en fonction des zones.

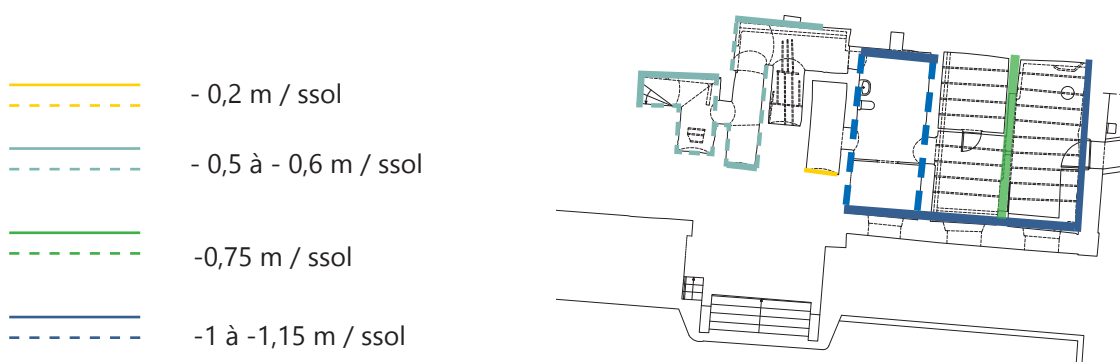
## b. Infrastructures

### > FONDATIONS

Les fouilles réalisées depuis le sous-sol, dans le cadre des différentes campagnes géotechniques, ont mis en évidence des fondations constituées de maçonneries en moellons calcaires avec des joints en ciment. La profondeur de ces fondations varie globalement entre -0,2 et -1,15 m pour les murs s'ancrant dans le sous-sol, et entre -0,5 et -1,40 m pour les murs s'ancrant dans le terrain naturel. Certains murs sondés ne présentent pas de débord, notamment le prolongement du mur de façade est (H12) ou encore le mur de refend reconnu par la fouille F8bis. Une partie des fondations voisines de la MABA (façade H10, partie centrale) n'a pas pu être reconnue en raison de la présence de racines ou de réseaux enterrés.



Niveau d'ancrage des fondations par rapport au terrain naturel dans la zone de la MABA  
**Plan de synthèse Atelier Ergon**



Niveau d'ancrage des fondations par rapport au sous-sol dans la zone de la MABA  
**Plan de synthèse Atelier Ergon**





Fouille F5 (ECR)  
Photo ECR Environnement

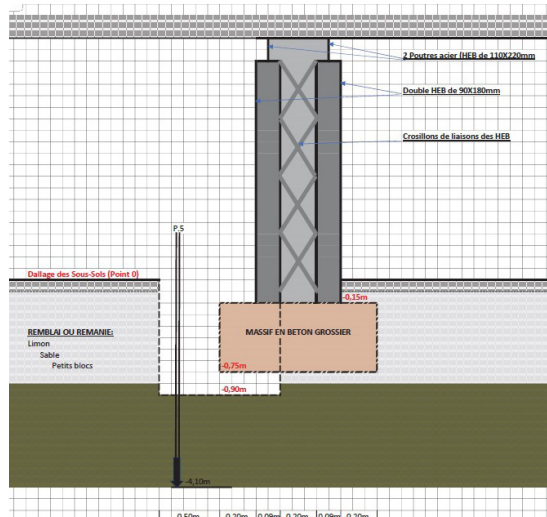
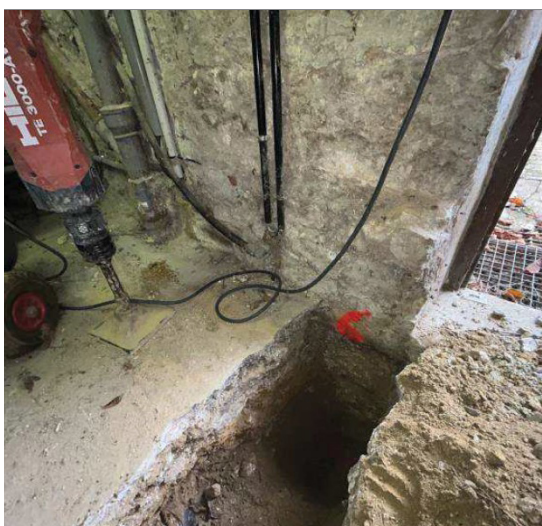
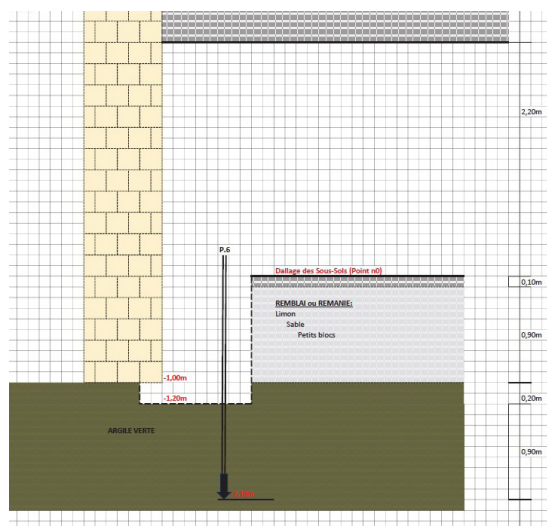


Schéma fouille F5 (ECR)  
Extrait rapport ECR Environnement



Emplacement de la fouille F6 (ECR)  
Photo ECR Environnement



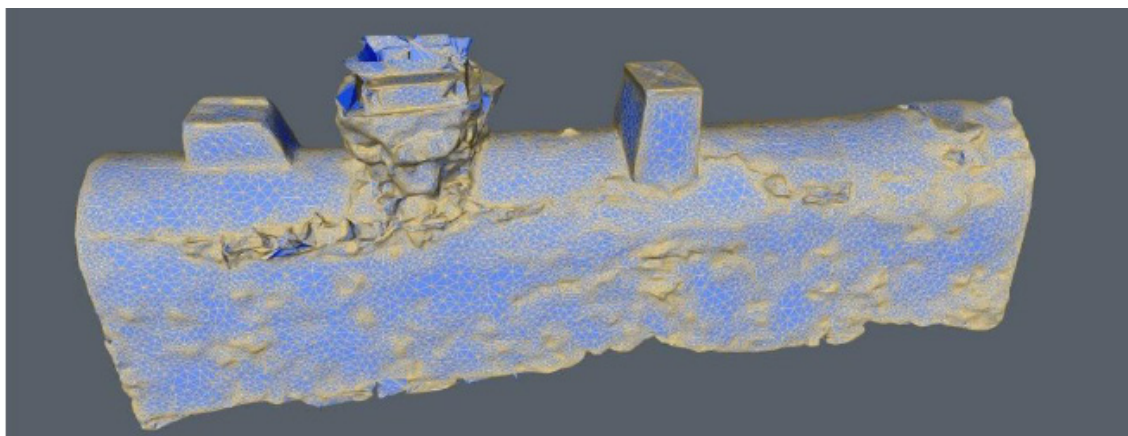
Vue sur canal enterré  
Extrait rapport ECR Environnement

## > GALERIE VOÛTÉE

Les reconnaissances complémentaires effectuées lors de la première tranche de la phase APD ont permis de définir l'emprise de la galerie souterraine située sous le niveau de sous-sol. Il s'agit d'une galerie voûtée de 7 m de long pour 1,15 m de large, située au droit de l'avant-corps de la MABA. Son volume est estimé à près de 17 m<sup>3</sup>.

La galerie est constituée de murs en maçonnerie de moellons calcaires hourdés à la chaux sur lesquels reposent une voûte en berceau à arc segmentaire. Le sol de la galerie est d'aspect argileux et non dur, ce qui pourrait indiquer qu'il s'agit du terrain naturel.

La galerie pourrait correspondre à un ancien ovoïde. Son emplacement et son emprise partielle au regard du sous-sol constitue une disposition peu favorable pour les superstructures, qui reposent alors sur des ouvrages différents selon les zones.



Relevé et modélisation 3D de la galerie voûtée  
Extrait du rapport d'investigations sur les réseaux DRIM

Il est important de noter que cette galerie, bien que condamnée préalablement à sa mise au jour, est alimentée en eau au nord et au sud, d'après les résultats de reconnaissances réalisées par l'entreprise DRIM.



Emprise de la galerie voûtée  
Coupes géomètre - Annotations Atelier Ergon





Galerie souterraine voûtée  
Photos entreprise LEFEVRE



Fouille F4 (ECR)  
Photo ECR Environnement

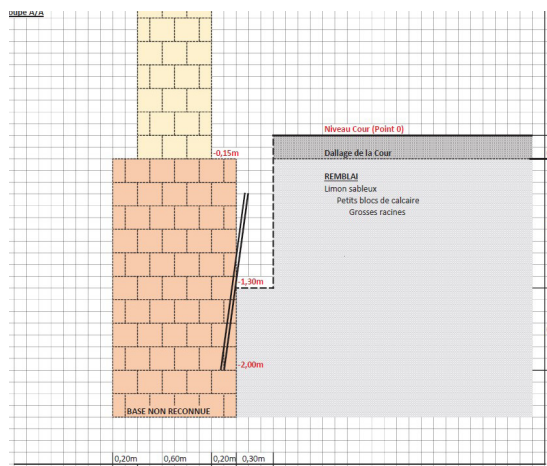


Schéma fouille F4 (ECR)  
Extrait rapport ECR Environnement

### > RÉSEAUX ENTERRÉS

Les infrastructures présentées précédemment sont situées au voisinage de nombreux réseaux enterrés. Ces derniers ont fait l'objet d'une reconnaissance télévisuelle et d'un relevé de localisation par l'entreprise DRIM lors de la présente phase d'étude. Bien que ces ouvrages ne soient pas structurels, leur présence peut avoir une incidence sur les structures étudiées.

Ces réseaux enterrés consistent notamment en :

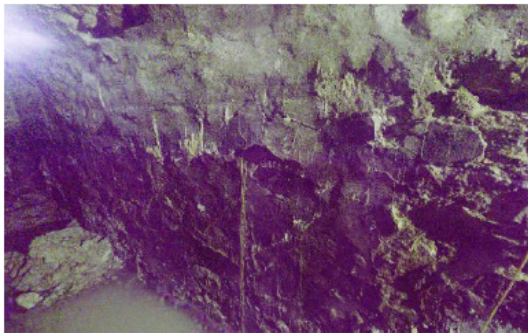
- Des réseaux d'eaux pluviales (canalisations, regards, descentes d'eau) ;
- Des réseaux d'eaux usées.

Il est intéressant de noter que **ces réseaux se situent en amont et en aval de la MABA**, elle-même implantée sur un terrain présentant un dénivelé vers le sud.

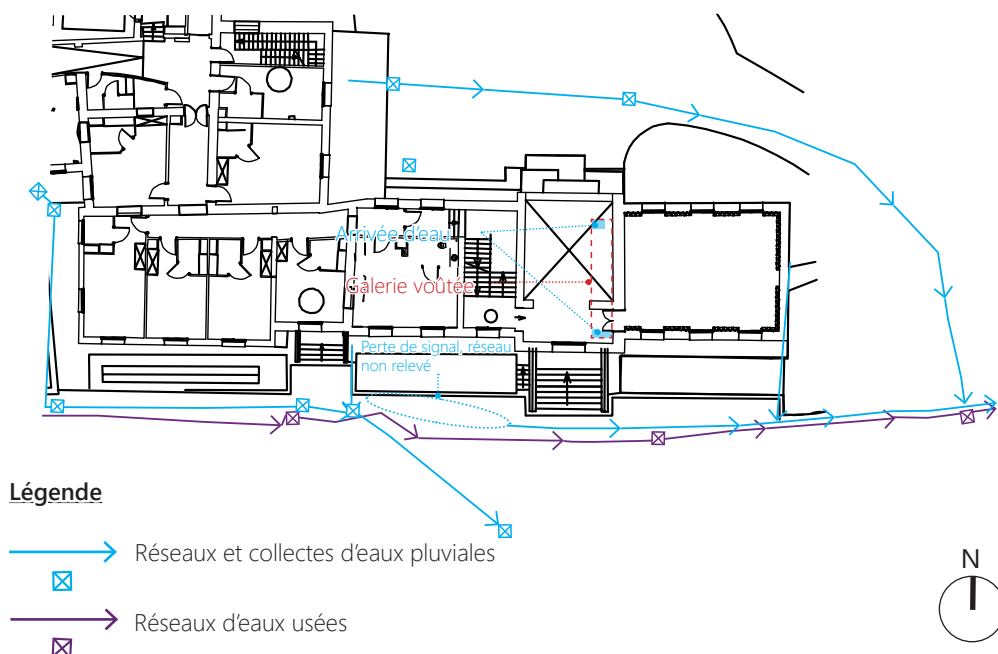


Exemple d'inspection télévisée de réseaux d'eaux pluviales  
Extrait du rapport d'investigations sur les réseaux - DRIM

D'après les investigations réalisées par la société DRIM, les réseaux identifiés ne sont pas directement liés à la galerie enterrée, ni aux arrivées d'eau qui semblent l'alimenter au nord et au sud.



Arrivées d'eau en rive de la galerie souterraine, le long des parois  
Extrait du rapport d'investigations sur les réseaux - DRIM

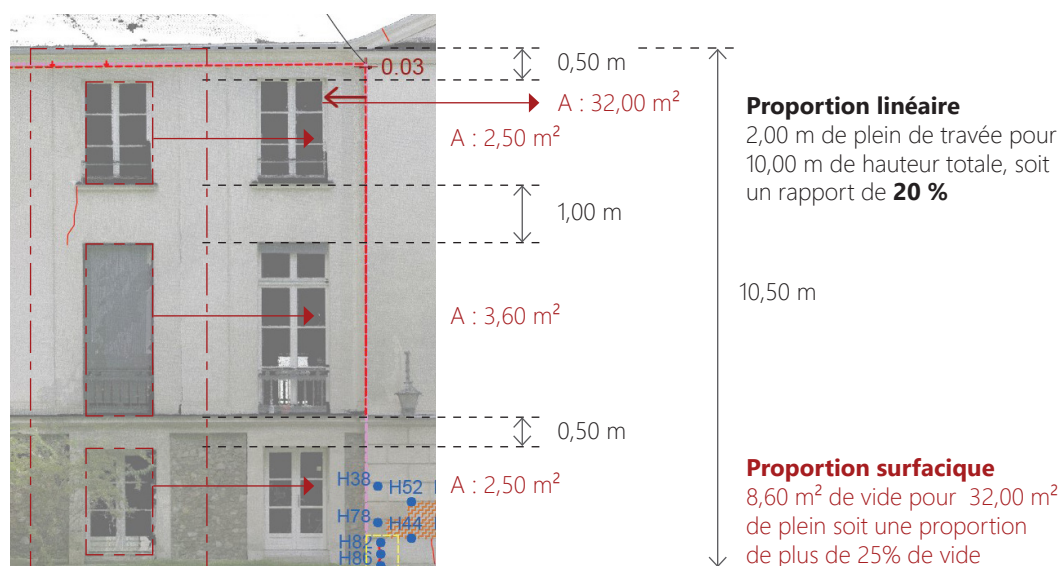


Synthèse de la localisation des réseaux avoisinant la MABA  
Données DRIM - Schéma Atelier Ergon

### c. Structures verticales

#### > LES MAÇONNERIES

Les maçonneries de la MABA consistent en une **structure maçonnée de gros moellons calcaires**, plus ou moins équarris, montés au mortier de chaux. Localement, des chaînes d'angle en pierre de taille ont été relevées. Les sondages sur les enduits, réalisés lors de la présente phase d'étude, ont permis de révéler que ces dernières avaient localement fait l'objet d'injections de mortier.



Dispositions des rapports pleins-vides en façade principale de la MABA  
Analyse Atelier Ergon



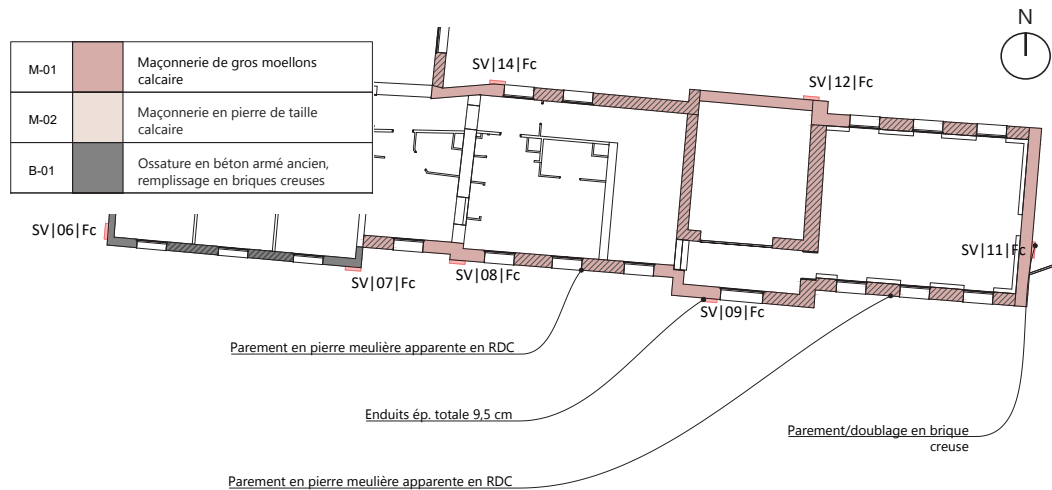
Les façades de cette partie de l'ensemble bâti se caractérisent par un ordonnancement classique. De grandes baies dont les dimensions peuvent atteindre les 3 m de hauteur ponctuent l'ensemble de ces murs, ayant notamment pour conséquence un grand évidement des maçonneries les prédisposant à des désordres au droit des linteaux.



Maçonnerie de gros moellon  
Photo Atelier Ergon



Maçonnerie de gros moellons  
Photo Atelier Ergon



Plan de synthèse des dispositions constructives, niveau de RDC

**Extrait de l'analyse constructive Atelier Ergon**

**Une grande diversité d'épidermes** a été relevée dans cette zone d'étude. Des enduits lisses, tirés au gabarit, armés et non-armés, en chaux, en plâtre ou en mélange de chaux et de plâtre ont été relevés. Ponctuellement, des mortiers à inclusion de charbon ont également été relevés. Ces enduits sont parfois mis en œuvre en couches successives témoignant des nombreuses reprises. Leur épaisseur cumulée peut atteindre les 14 cm, comme cela a été observé en façade H11. Cette diversité ainsi que les épaisseurs relevées témoignent des nombreux remaniements qu'ont connu les épidermes de l'édifice.

Ce type de mise en œuvre prédispose ces ouvrages de finition à la fissuration.

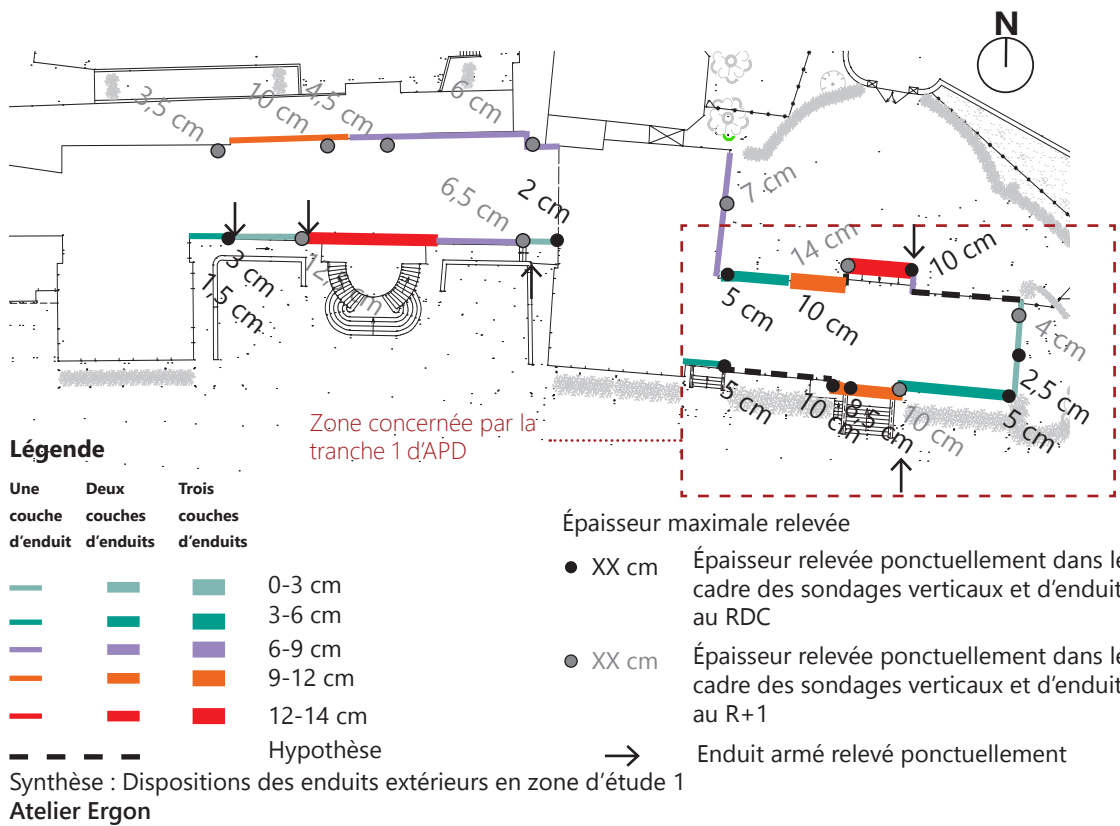




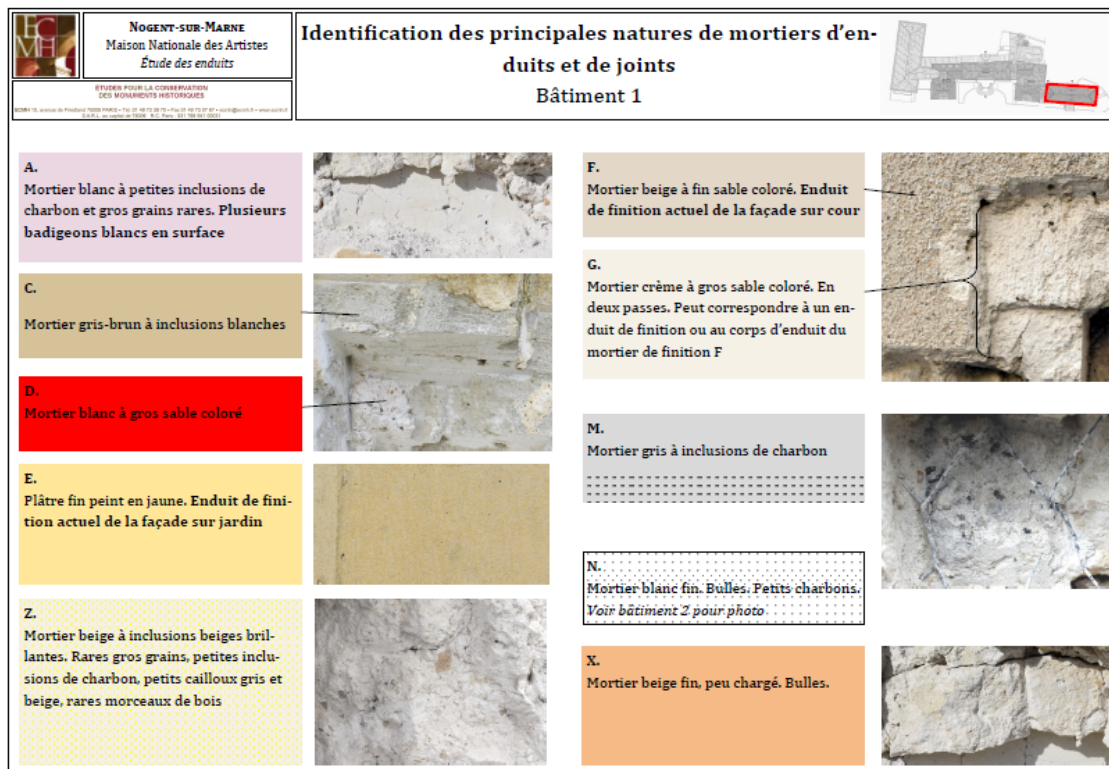
Double épaisseur d'enduit - MABA, avant-corps (H13)  
Photo Atelier Ergon



Simple épaisseur d'enduit et doublage brique façade est de la MABA (H12)  
Photo Atelier Ergon







Diversité des enduits relevés sur les façades de la MABA  
Extrait de l'étude sur les enduits, ECMH, 2024

#### d. Mur d'enceinte

#### > FONDATIONS

Les fondations du mur d'enceinte ont été reconnues ponctuellement à travers deux fouilles réalisées par l'entreprise Semofi (fouille F4) en 2018 et ECR (fouille F7) en 2023, sur le linéaire nord. Les dispositions reconnues ne peuvent prétendre à une quelconque exhaustivité étant donné l'échelle de l'ouvrage qui s'étend sur environ 1300 m au total.

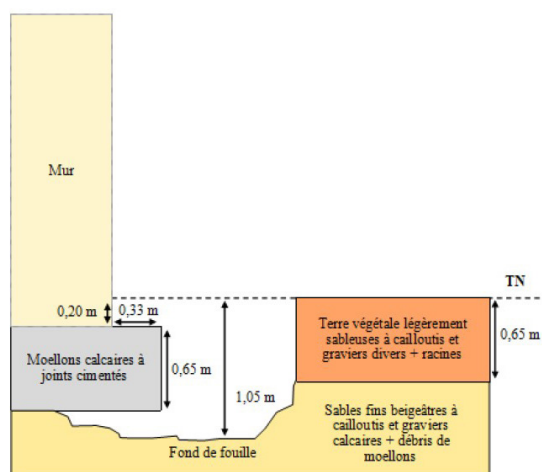


Schéma représentatif de la fouille F4 - Mur d'enceinte nord  
Extrait Rapport G5, G2-AVP - SEMOFI 2018

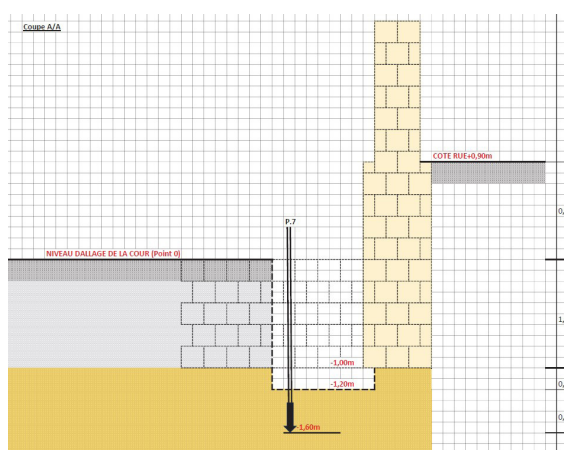


Schéma représentatif de la fouille F7 - Mur d'enceinte nord  
Extrait Rapport G5 - ECR 2023

Les investigations ont mis en évidence des fondations superficielles au moyen de semelles filantes en moellons calcaires avec des joints en ciment. Le niveau d'ancrage se situe entre 0,65 m et 1,0 m de profondeur par rapport au terrain naturel. La fondation présente un débord de 33 cm côté rue Charles VII mais aucun débord vers l'intérieur, et une hauteur de 65 cm. Elle est ancrée au sein d'une formation de remblais composée de sables fins en mélange de cailloutis et de graviers. Il est à souligner que les sondages ont ponctuellement révélé une forte concentration de racines.

## > **SUPERSTRUCTURE**

Le mur d'enceinte du Domaine National de la Fondation Artistes se déploie sur un linéaire d'environ 1300 m et encercle les deux ensembles bâtis au nord et au sud du domaine, ainsi que leur parc. Ce mur présente des dispositions constructives variables selon les zones, tant au niveau de ses maçonneries que de ses enduits.

La portion faisant l'objet de la présente première tranche d'avant-projet définitif se situe en face de la façade nord de la MABA et comprend notamment le portail de la rue Charles VII. Ce linéaire a pour particularité de présenter des chaînes d'angle en pierre de taille calcaire au niveau de la demi-lune, de part et d'autre du portail. Les maçonneries courantes sont en moellons de moyen appareil, d'assise régulière et aux joints épais. Le mur est également muni de deux piles flanquant le portail, également en pierre de taille de gros appareil. Il ne présente pas d'épiderme sur le linéaire traité.

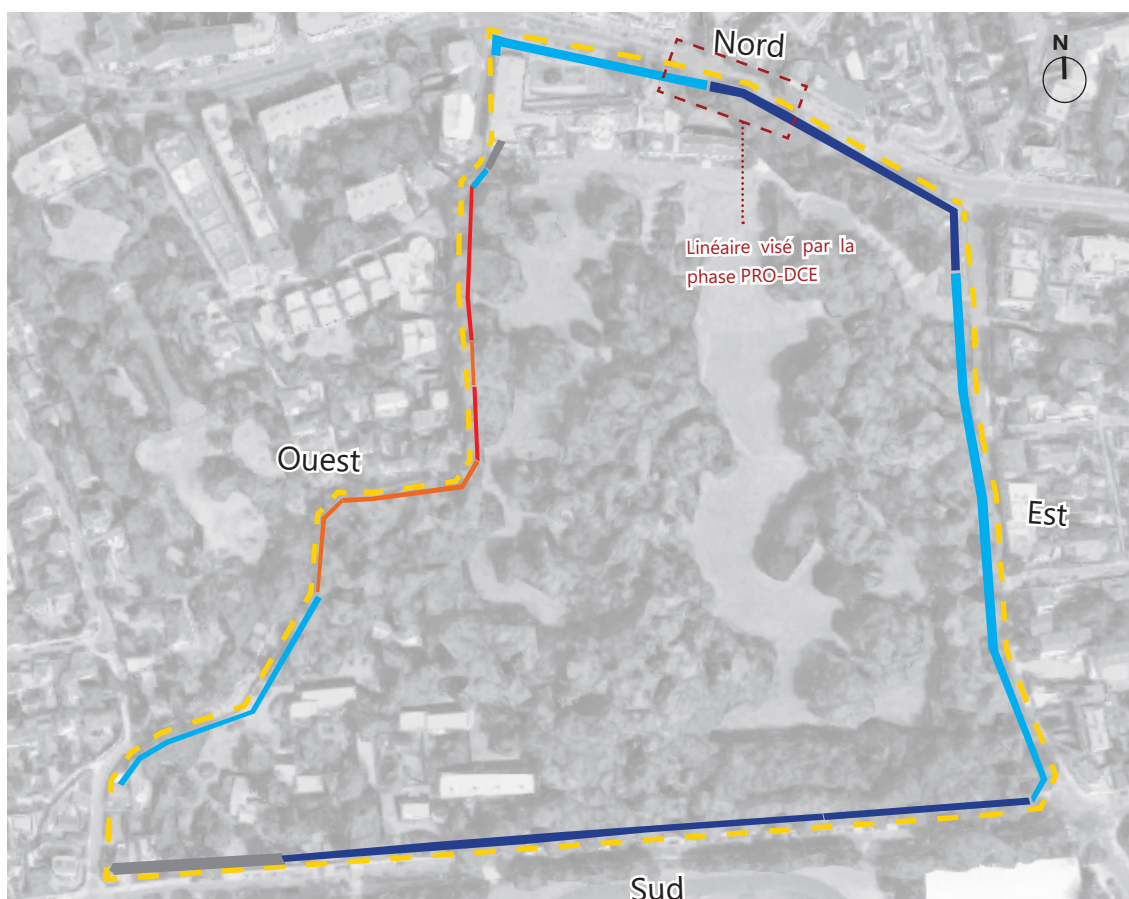


Demi-lune et chaîne d'angle en pierre de taille  
Photo Atelier Ergon



Linéaire nord - Maçonnerie de moellons  
Photo Atelier Ergon





- Périmètre de l'opération
- Maçonnerie en moellons calcaires de forme et taille irrégulière
- Maçonnerie en moellons calcaires avec assises continues et régulières
- Maçonnerie meulière de petite taille, de forme et appareillage irréguliers
- Maçonnerie meulière de taille grande à moyenne, de forme et appareillage irrégulier
- Nature non visible - Mur enduit

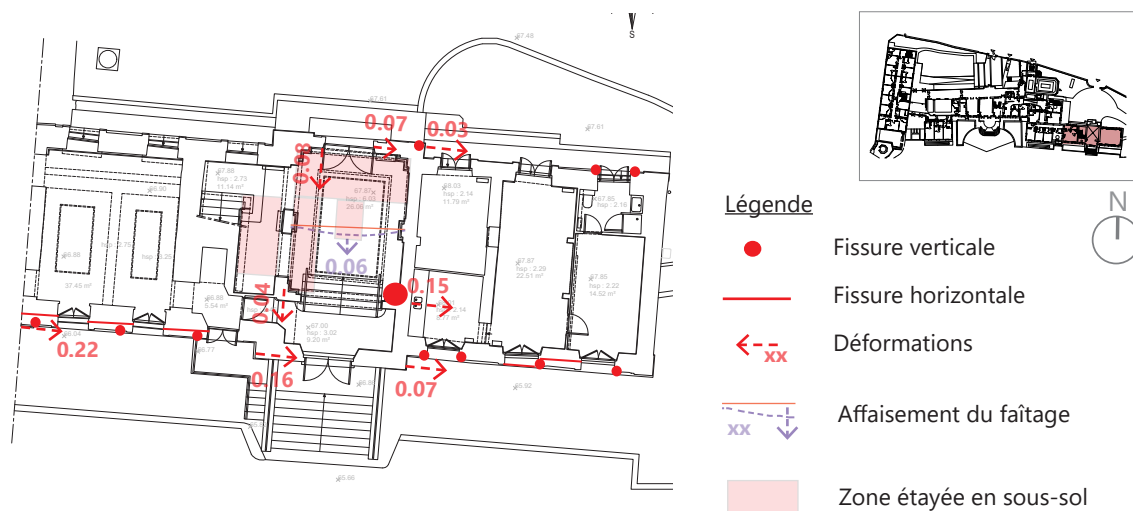
Mur d'enceinte - Nature et disposition de la maçonnerie  
Annotations Atelier Ergon

## 2. ANALYSE D'ÉTAT SANITAIRE

### a. Dispositions générales

De manière générale, les structures du domaine de la Fondation des Artistes présentent un état de conservation relativement satisfaisant : celui-ci est toutefois variable en fonction des zones, époques, et matériaux de construction. La majorité des désordres les plus importants est en effet concentrée au niveau de la MABA, bien que présents en moindre nombre dans le reste de l'ensemble bâti. Il s'agit majoritairement de problématiques de fissuration des enduits / maçonneries, plus ou moins importantes, et de présence d'humidité sous différentes formes.

Toutefois, plus localement **au niveau de la MABA, des désordres plus importants comme des tassements** rendus visibles par des déformations en façade ont été relevés. Ces déformations ont des répercussions sur l'ensemble des structures de la zone touchée (murs de façade et de refend, voûtes et planchers, charpente). Une zone du sous-sol de la MABA a par ailleurs fait l'objet d'**étalement d'urgence** au vu des déformations importantes mettant en péril la stabilité locale de l'ouvrage.



Synthèse des conséquences du mouvement structural vers l'est et le sud de l'ensemble des ouvrages de la partie MABA

#### Etat sanitaire Atelier Ergon

L'ensemble des désordres est décrit comme suit, par type de structure et selon leur ordre d'importance :

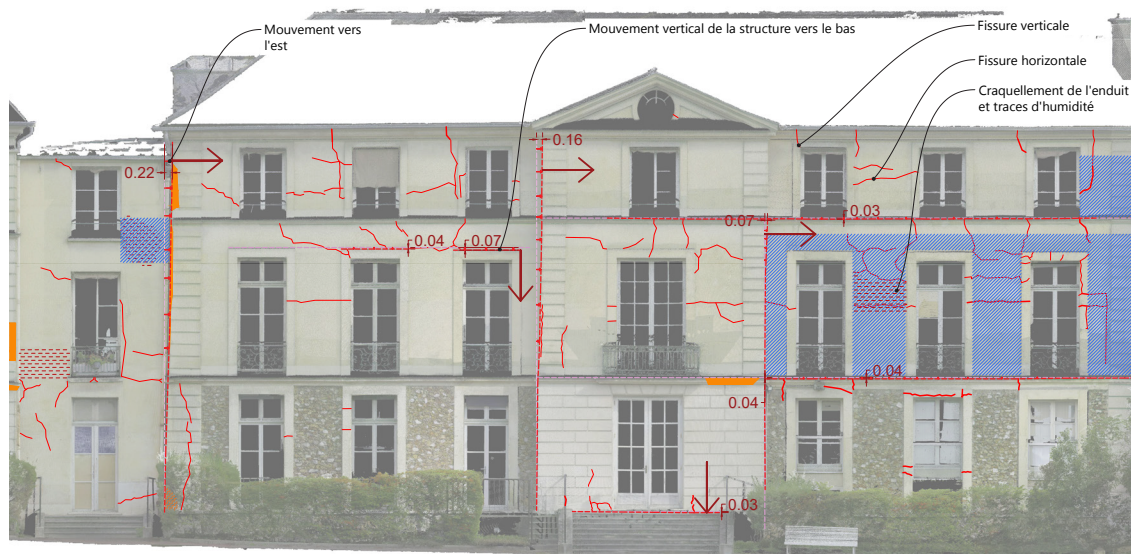
#### b. Structures verticales

##### > MOUVEMENT STRUCTUREL DE LA MAISON D'ART BERNARD ANTHONIOZ (MABA)

Un mécanisme structural impacte conjointement les différents ouvrages en maçonnerie de la zone de la Maison d'Art Bernard Anthonioz (MABA) située à l'extrémité nord-est du domaine. Il se traduit par un dévers des structures vers le sud-est, ainsi que les éléments suivants :

- Une déformation très importante des élévations nord et sud de la MABA, qui tendent à se déverser vers l'est (jusqu'à 22 cm au niveau du mur pignon ouest de la façade H13) ;
- Une déformation importante des murs de refend vers l'est, et ce depuis le sous-sol ;
- Une déformation de moindre importance des façades et murs de refend vers le sud ;
- Une fissuration verticale au droit des baies ;

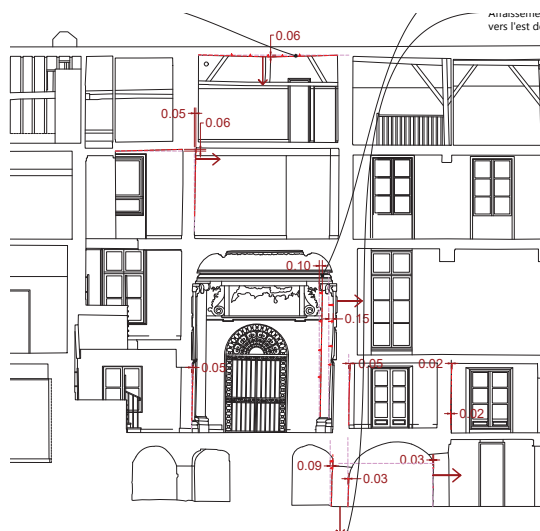
- Une fissuration horizontale correspondant à une décompression des maçonneries
- Une fissuration en réseau des enduits
- Une fissuration des murs de refend



Extrait de l'état sanitaire de la façade H13 (façade sud de la MABA)  
Photo Atelier Ergon



Déformation importante d'un mur de refend de la MABA  
Photo Atelier Ergon



Déformations verticales et horizontales des structures de la MABA  
Annotations Atelier Ergon

Au regard de ces constats, il est possible d'attribuer l'origine du présent mécanisme à un ou à plusieurs phénomènes :

- Un **tassement** lié à une problématique d'interaction sol/structure, aggravé par l'hétérogénéité du sol d'assise, du niveau et de la nature d'ancrage des fondations ;
- La présence d'une galerie enterrée au droit du refend qui présente le plus de déformations, peut également être l'origine d'une insuffisance des fondations. Cette galerie est par ailleurs alimentée



en eau au nord et au sud. Les investigations complémentaires menées par l'entreprise DRIM ainsi que sur cet ouvrage ont permis d'établir que la source de ces arrivées d'eau résidait probablement dans des infiltrations depuis le sol. En effet, aucun lien direct de la galerie avec les réseaux relevés n'a été constaté. La présence de concrétions, ainsi que les difficultés rencontrées lors du pompage de l'eau de la galerie, conduisent à l'hypothèse d'infiltrations d'eau actives.



Emprise partielle de la galerie voûtée sous le niveau du sous-sol et présence d'eau  
Coupe Géomètre - Annotations Atelier Ergon - Photo DRIM

Ces infiltrations d'eau actives ont probablement plusieurs conséquences et peuvent jouer un rôle dans les désordres observés :

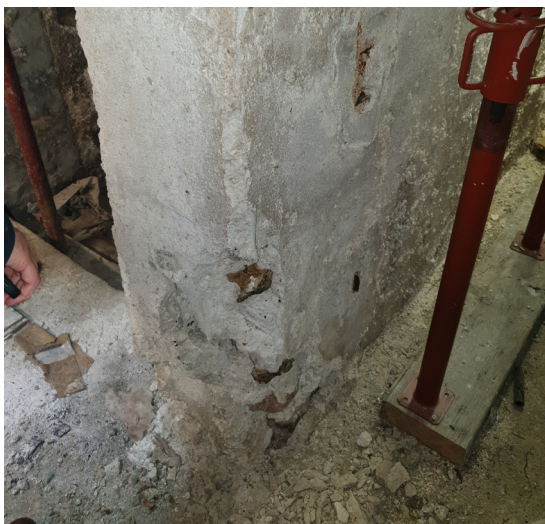
- Le lessivage du sol d'assise, en partie de nature argileuse, peut conduire à une dégradation des fondations des différents ouvrages. Ceci peut avoir un impact direct sur les superstructures, en particulier sur le refend est de l'avant-corps, présentant un dévers important ;
- Le lessivage des maçonneries peut également entraîner leur dégradation et accentuer les désordres décrits précédemment.



Concrétions et traces d'humidité sur les maçonneries de la galerie enterrée  
Extrait du rapport d'investigations sur les réseaux  
DRIM



Contexte des infiltrations d'eau de la galerie et ouvrages avoisinants  
Coupe géomètre - Annotations Atelier Ergon



Présence d'humidité et début de désorganisation des maçonneries du sous-sol de la MABA  
Photo Atelier Ergon

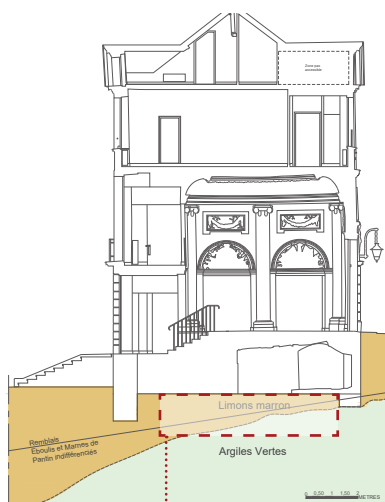


Présence d'humidité et désorganisation des maçonneries du sous-sol de la MABA  
Photo Atelier Ergon

Différents facteurs aggravants peuvent aussi avoir participé à l'apparition ou à l'aggravation des désordres, notamment :

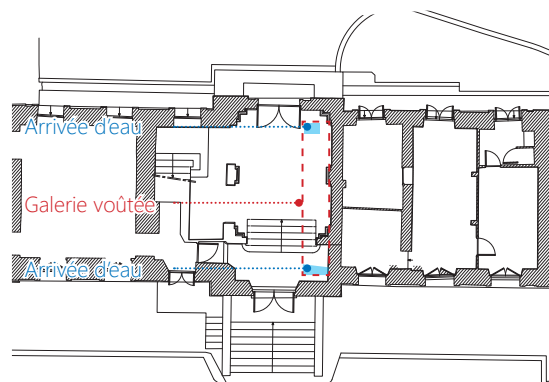
- La présence d'une **forte humidité** sur les maçonneries verticales, témoignant d'une probable altération des fondations ;
- La présence d'un important **réseau racinaire** dans les sols adjacents qui peut participer au développement des désordres ;
- La présence de **voûtes** au sous-sol, dont la **poussée** n'est pas contenue vers l'est par un terre-plein.
- La **faiblesse des pleins de travées** sur les façades, ainsi que la proximité des refends des baies, constituent un facteur qui augmente la vulnérabilité de la structure face à des déformations, et affaissements ;
- Le **contexte hydrogéologique du site**, probablement sujet à des circulations d'eau de versant suivant la pente naturelle et la pluviométrie. La MABA est en effet située sur un terrain présentant un dénivelé du nord vers le sud. Compte tenu de la nature des sols en partie argileuse et imperméable, plusieurs niveau d'eau à diverses profondeurs peuvent ainsi être rencontrés. Ceci peut favoriser l'alimentation en eau de la galerie souterraine, et participer au lessivage des fondations et ouvrages enterrés.

Enfin, selon le rapport d'investigations sur les réseaux établi par l'entreprise DRIM, les remontées de nappe phréatique «ne seraient pas à exclure» comme source potentielle d'alimentation en eau de la galerie voûtée. La nappe est toutefois située à 2,5 m sous le niveau d'assise de la galerie enterrée, ce qui constitue donc une hypothèse peu probable.



Emprise indicative de la galerie voûtée

Nature du sol au droit de la galerie enterrée  
Coupe géomètre - Annotations Atelier Ergon



Arrivées d'eau au droit de la galerie  
Plan géomètre - Annotations Atelier Ergon

## > ALTÉRATION DES RÉSEAUX ENTERRÉS

Des investigations complémentaires menées sur les réseaux en septembre 2024 par l'entreprise DRIM, ont permis de déterminer que ces derniers présentent de nombreux désordres. Les plus importants consistent en des fissures ouvertes et effondrements partiels, relevés sur le tronçon des eaux usées au sud de la MABA. Des infiltrations d'eau dans les réseaux ont été constatées au droit de ces désordres.

Ces réseaux endommagés se trouvent en aval de la galerie enterrée : leur rôle direct dans l'alimentation en eau de cette dernière, et au regard du désordre présenté précédemment, est peu probable. Ils peuvent toutefois participer au lessivage du sol dans un contexte hydrogéologique et géotechnique défavorable au regard des infrastructures de la MABA voisines.

D'autres désordres de moindre ampleur ont toutefois été observés. Il consistent notamment en :

- Un déboitement des canalisations (tronçons sud);
- Un suintement et une pénétration de l'eau dans les canalisations (tronçons sud) ;
- Des obstructions ponctuelles des canalisations en amont et en aval de la MABA.

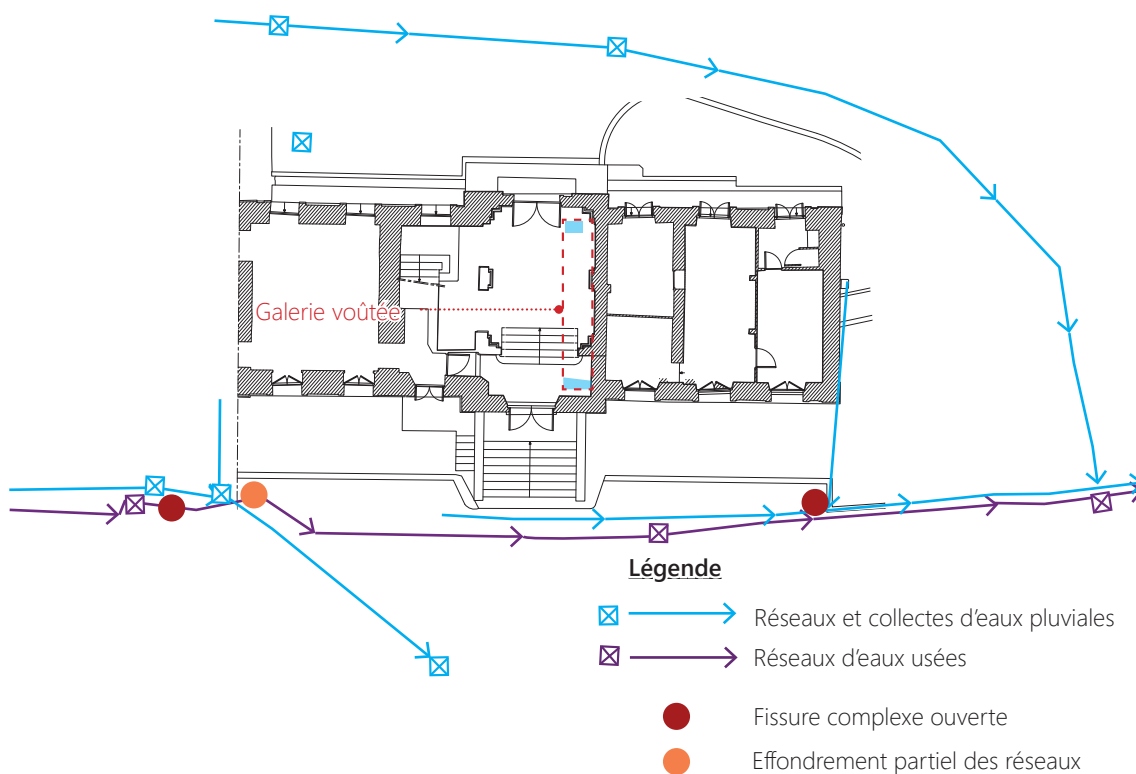
Leur évolution peut aggraver les circulations d'eau superficielles, ce qui constitue un facteur aggravant non négligeable au regard des désordres précédemment décrits.



Effondrement partiel d'une canalisation d'eaux usées  
Extrait du rapport d'investigations sur les réseaux  
- DRIM



Fissure ouverte d'une canalisation  
Extrait du rapport d'investigations sur les réseaux  
- DRIM



Synthèse des désordres relevés sur les réseaux avoisinant la MABA  
Données DRIM - Schéma Atelier Ergon



## > **FISSURATION DES ÉPIDERMES DE FAÇADE**

De nombreuses fissures ont été relevées au niveau des enduits de l'ensemble de la Maison Nationale des Artistes. Elles sont d'aspect superficiel à profond, vertical ou en réseau (craquellement), et rejoignent pour beaucoup d'entre elles les angles des ouvertures, et touchent plus les R+1 et R+2. Ces fissures en réseau sont souvent associées à des traces d'humidité qui semblent anciennes, et se trouvent fréquemment au droit de bandeaux peints à la résine hydroplioline dont il est déjà fait état dans le diagnostic de 2017 établi par A&M Patrimoine et So Far Architecture.



Fissure et décollement d'enduit de la MABA  
Photo Atelier Ergon



Exemple de craquellement de l'enduit en façade H12  
Photo Atelier Ergon

Ces désordres sont dus à **différentes causes** ou à une concordance de facteurs :

- **Les modalités de mise en œuvre des enduits**, en grande partie constitués de deux couches hétérogènes, atteignant localement les 14 cm d'épaisseur cumulée. Cette disposition peut favoriser une **interaction chimique** entre les enduits induisant une migration de sels solubles, ou encore une **interaction mécanique**, du fait de la présence de deux couches hétérogènes peu ou non liées entre elles.

- Le **phénomène de retrait** des enduits lors de leur mise en œuvre peut expliquer le craquellement observé dans certaines zones. Une forte hydratation des enduits (excès de gâchage) lors de la mise en œuvre favorise le mécanisme de retrait et de microfissuration. Ce phénomène est largement accentué par l'épaisseur importante des enduits en place, en particulier ceux dépourvus de renfort métallique.

- La **présence d'humidité** sous ces différentes formes, peut expliquer au moins en partie la microfissuration des épidermes de façade. L'**exposition répétée au lessivage des eaux**, accentuée par des **défauts dans le système d'évacuation des eaux pluviales** depuis les toitures, peuvent

participer à la fissuration des épidermes. De probables **remontées capillaires**, compte tenu des résultats de la campagne de relevé d'humidité, participent également à ce désordre en partie basse des murs.



Traces d'humidité témoignant d'un lessivage au niveau des zones d'enduit craquelé de la MABA  
Photo Atelier Ergon



Relevé d'humidité à l'interface de deux enduits - 83%  
Photo Atelier Ergon

Des traces d'humidité ont été relevées au niveau des façades de l'ensemble des édifices. Ces dernières se manifestent par la présence de tâches claires aux contours plus sombres indiquant une présence d'humidité ancienne évaporée ou cyclique, de coulures, ou encore de traces de lessivage blanchâtre importantes au droit des larmiers, corniches et réseaux.

Une **campagne de relevé d'humidité** a été réalisée dans le cadre de la présente étude. Les **taux d'humidité relevés sont relativement importants** et sont représentatifs d'un phénomène de **remontées capillaires**. Il est à noter que cette humidité n'est pas superficielle et atteint par endroits la maçonnerie, de gros moellons comme de pierre de taille. Ceci indique donc une entrave à la respiration de la maçonnerie pouvant sur le long terme entraîner sa dégradation.



Relevé d'humidité au niveau de l'enduit  
Photo Atelier Ergon



Relevé d'humidité au niveau du chaînage en pierre de taille  
Photo Atelier Ergon





Relevé d'humidité au niveau de la surface de l'enduit  
Photo Atelier Ergon



Relevé d'humidité au niveau de la maçonnerie sous une épaisse couche d'enduit  
Photo Atelier Ergon

Au niveau de l'angle formé par les façades H10-H11, une canalisation fuyant régulièrement a entraîné un lessivage important à l'angle au niveau des enduits ainsi que de la frise et de la corniche. Ce lessivage est rendu visible par les taches blanchâtres au niveau de la façade, et semble avoir accéléré la dégradation des éléments concernés, en particulier la frise.



Traces d'humidité et lessivage, angle H10-H11  
Photo Atelier Ergon



Canalisation entraînant une forte présence d'humidité à l'angle des façades H10 et H11  
Photo Atelier Ergon

### c. Mur d'enceinte

En général, les désordres constatés sur les linéaires ouest et nord du mur d'enceinte présentent une variété et une ampleur plus importantes par rapport à ceux observés sur les linéaires sud et est. Globalement, l'ensemble des désordres constatés semble être liée au développement de

végétation, au défaut de protection de la corniche en tête du mur, à la poussée des terres vers l'extérieur ainsi qu'au probable tassement localisé du sol sous la fondation du mur.

### > LINÉAIRE NORD

La portion nord-ouest du mur d'enceinte présente simultanément plusieurs désordres d'ampleur variable.

#### **Fissuration et affaissement localisés**

Au niveau du grand portail de droite de la rue Charles VII, d'importantes fissures sont visibles au niveau des chaînages d'extrémité. La forme en arc de la fissure indique une décompression locale de la maçonnerie probablement en lien avec un mouvement du sol d'assise du mur. Ces fissures sont également pour certaines situées à la jonction entre maçonnerie de pierre de taille et moellons équarris, témoignant d'une désolidarisation entre ces deux parties de l'ouvrage. Un basculement du mur vers l'extérieure de l'emprise semble être engagé. **A moyen ou long termes, ce désordre peut engendrer une instabilité de la structure et un risque d'effondrement partiel sur la voie publique.**



Linéaire nord - Fissuration et désolidarisation d'une partie du mur d'enceinte - Portail d'entrée nord  
Photos Atelier Ergon

Une **désorganisation localisée** de la maçonnerie a été relevée, ainsi qu'un déchaussement sur une portion d'environ 3 m du linéaire au niveau de la base du mur.

Une **desquamation et un lessivage** de l'enduit, ont également été localement constatés. A de nombreux endroits en base du mur, une colonisation biologique s'étend sur une hauteur parfois supérieure à 50 cm. A terme, le développement racinaire de ces éléments au niveau des joints de la maçonnerie peut aggraver les désordres déjà présents.





Linéaire Nord - desquamation et lessivage de la maçonnerie  
Photos Atelier Ergon

Le linéaire correspondant au tiers nord-est présente des **traces d'humidité**, entretenue par la présence de végétation abondante en contact avec le parement interne du mur. En effet, la partie basse est partiellement recouverte de traces d'humidité et de colonisation biologique.

Par ailleurs, cette portion du mur présente des **fissures a priori actives**. Plusieurs témoins anciens en plâtre, dont certains sont fracturés, démontrent que les mouvements du mur sont encore actifs. Des **lacunes ponctuelles** de certaines assises de pierre ont également été constatées.

Des **traces d'humidité** et de **colonisation biologique** ont également été relevées sur la partie basse de cette portion de mur.

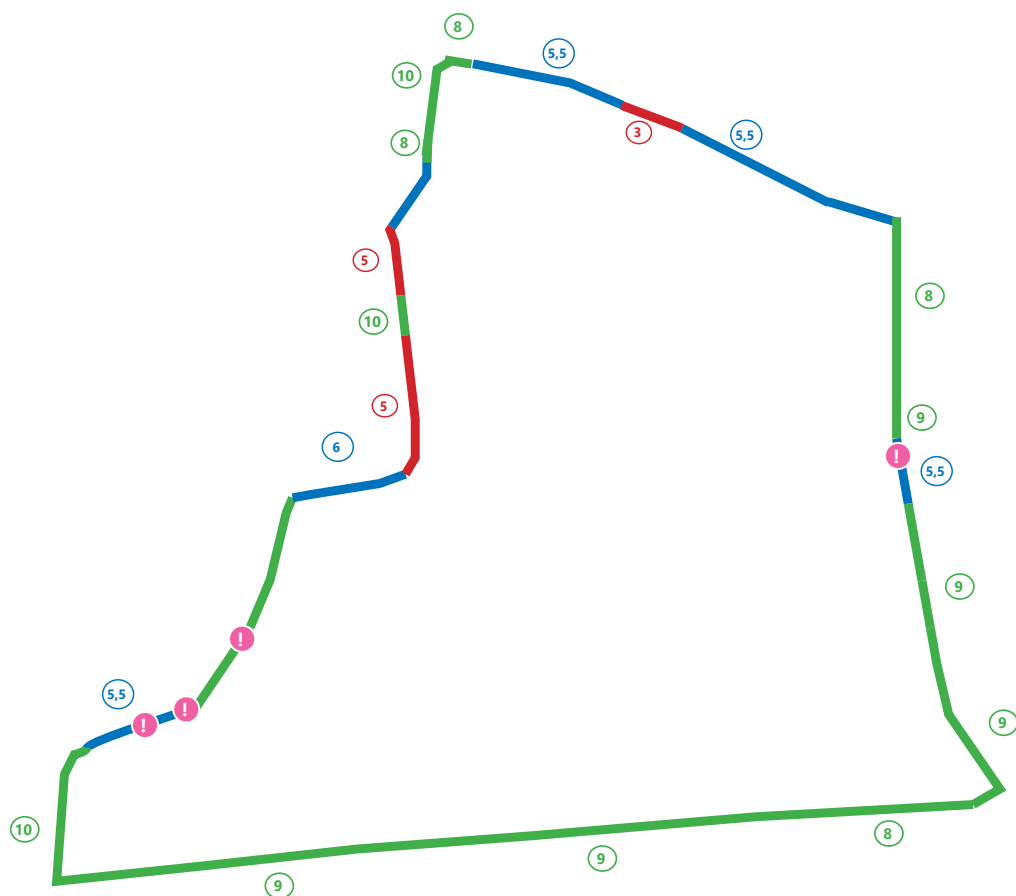


Linéaire nord - fissuration du mur - présence de témoins en plâtre  
Photos Atelier Ergon



Linéaire nord - fissuration du mur - présence de témoins en plâtre  
Photos Atelier Ergon

Ci-après, la synthèse de l'état sanitaire du mur d'enceinte permet de mettre en contexte l'état de conservation du linéaire nord, objet de la présente étude, par rapport à l'ensemble des linéaires.



#### État général de la structure des enceintes



DOMAINE DE LA FONDATION DES ARTISTES À NOGENT-SUR-MARNE - 94130 - VAL-DE-MARNE

Travaux d'urgence de la MABA - Phase PRO-DCE - Notice structure Ind.A - Novembre 2025



Synthèse de l'état de conservation des murs d'enceinte  
Plan Atelier Ergon

OPPIC - MOA > A&M Patrimoine - Architecte du Patrimoine > Atelier Ergon - Bureau d'études Structure





## IV. ÉTUDE DE L'ÉTAT PROJETÉ

### 1. SYNTHÈSE DES ÉTUDES GÉOTECHNIQUES

#### a. Historique des missions géotechniques

Deux études géotechniques ont été réalisées sur le site de la Maison Nationale des Artistes :

- **Étude géotechnique G5 et G2-AVP, réalisée par SEMOFI en 2018** : Cette mission a constitué une première approche permettant de définir le contexte géotechnique, hydrogéologique et géotechnique. Elle a par ailleurs permis une première définition des caractéristiques des sols d'assise et une identification préalable des types de fondation.

- **Étude géotechnique de type G5 et G2-AVP, réalisée par ECR Environnement en 2023** : Cette mission a été réalisée sur la base d'un cahier des charges établi par le bureau d'études Atelier Ergon, dans le cadre de la présente phase d'étude.

La mission a permis de compléter celle de 2018, par la réalisation de sondages visant à améliorer la connaissance des caractéristiques locales des sols d'assise et à apporter une vision plus détaillée sur les types de fondation. Les investigations menées lors de cette seconde campagne ont pu aboutir à l'identification de réseaux enterrés (canal d'eau) sous la zone présentant le plus de désordres (corps central de la MABA).

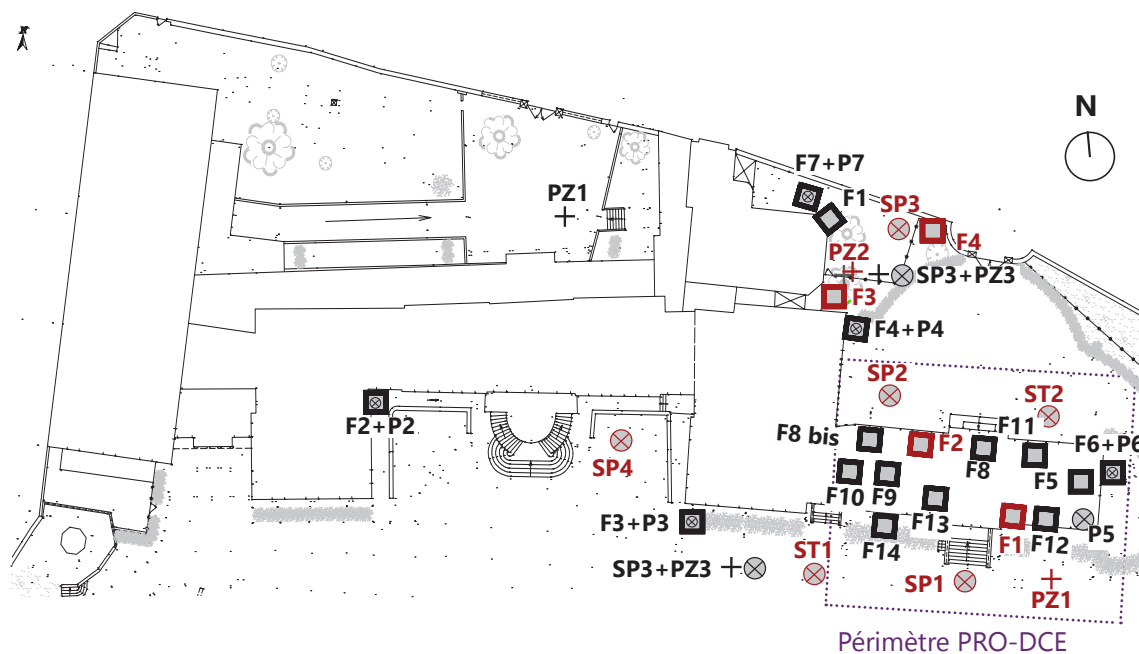
#### b. Documents de référence

- Rapport Géotechnique G5-G2 AVP - Semofi 2018
- Rapport Géotechnique G5-G2 AVP - ECR Environnement 2023-2024

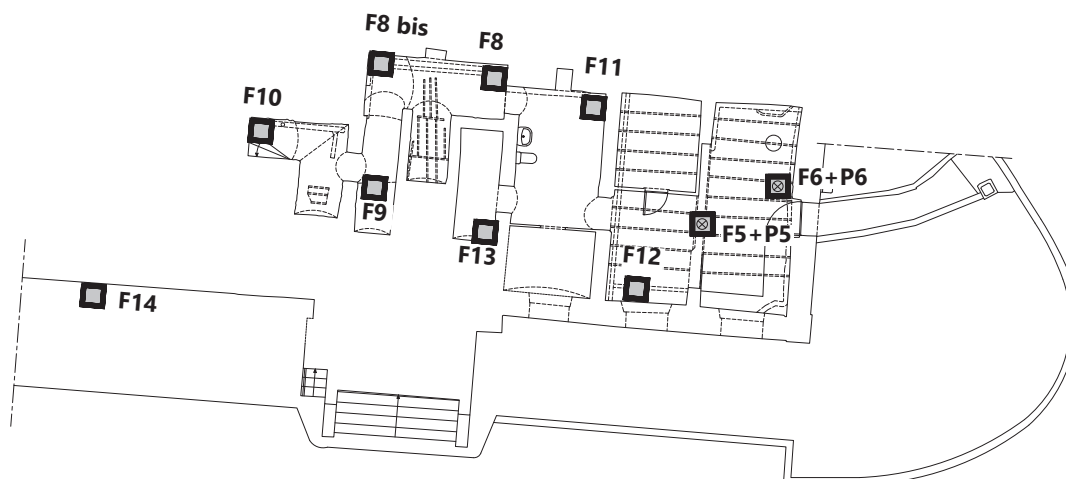
#### c. Investigations géotechniques

Les deux campagnes géotechniques ont été menées à travers une série de reconnaissances et de prélèvements réalisés sur site.

Le plan suivant présente l'ensemble des sondages issus des campagnes de Semofi en 2018 et de ECR Environnement en 2023-2024 :



Plan d'ensemble de la maison nationale des artistes



Plan de sous-sol

### Légende

	2018	2023	
SP1			Sondage pressiométrique
PZ1			Sonde piézométrique
P1			Essai pénétrométrique
ST1			Prélèvement
F1			Fouille de reconnaissance de fondation

Plan d'implantation sondages - Septembre 2019 - Octobre 2023  
Annotations Atelier Ergon



## d. Résultats des investigations

### > FONDATIONS

Les fouilles réalisées lors des deux campagnes géotechniques ont permis d'aboutir à une connaissance globale des fondations de l'ensemble bâti étudié. Les principales conclusions peuvent être résumées comme suit :

#### > **Zone d'étude 1 - Bâti antérieur à 1945 :**

- **Bâtiment H - MABA :** L'édifice est partiellement muni d'un nouveau enterré. Les fondations sont en maçonnerie de moellons calcaires et présentent des niveaux d'ancrage variables entre -0,5 et -1,05 m par rapport au niveau du sous-sol, ainsi que des débords hétérogènes, parfois inexistantes.

Il est à noter que certaines fouilles n'ont pas été menées à terme en raison de la présence de racines ou de réseaux enterrés (Semofi fouilles F3- ECR fouilles : F1, F2 et F4 et F7).

Les fouilles en mis en évidence la présence d'un canal enterré, partiellement rempli d'eau, situé au droit du refend est du corps central, présentant un dévers et un tassement vraisemblable.

- **Bâtiment H- Aile ouest du bâtiment H :** Les reconnaissances n'ont pas permis d'identifier le niveau d'ancrage au droit de la façade H10. Celle-ci se prolonge au-delà de 1,3 m/TN, profondeur à laquelle la fouille a dû être arrêtée en raison de la présence de nombreuses racines.

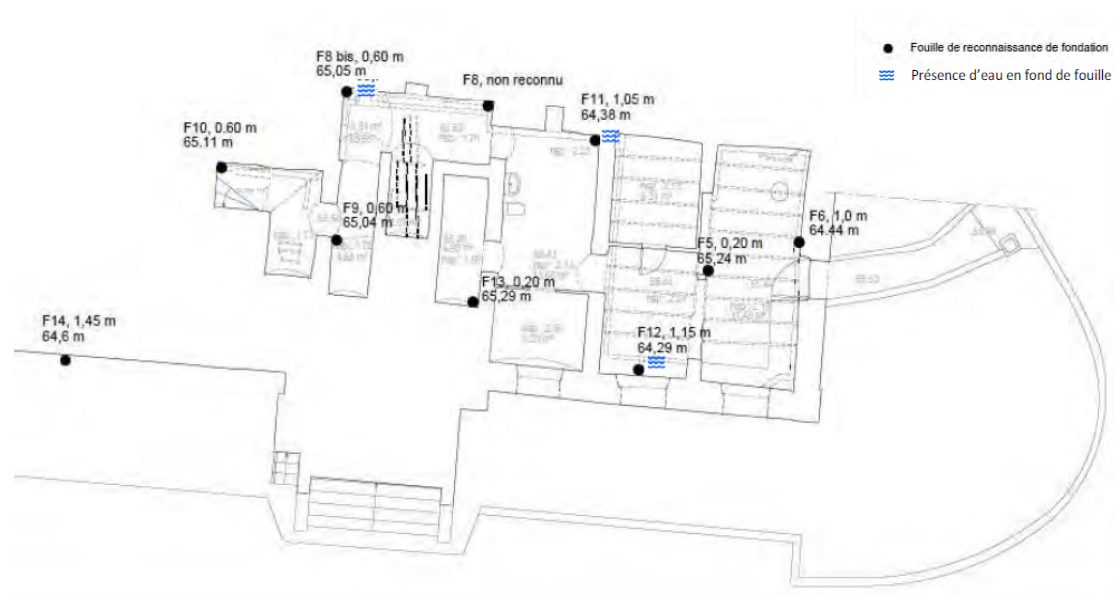
- **Bibliothèque :** Les reconnaissances ont permis d'identifier des fondations en béton grossier, très altéré, dont la profondeur d'ancrage a été reconnue à -1 m/TN. De nombreuses racines ont également été rencontrées lors de l'exécution de la fouille.

#### > **Zone d'étude 2 - Bâti postérieur à 1945 :**

- **Extensions postérieures à 1945 :** Les fondations des structures en ossature en béton armé, postérieures à 1945, ont été ponctuellement reconnues à travers deux fouilles de reconnaissance. La première fouille, réalisée sur le bâti ouest a mis en évidence des semelles filantes en béton grossier, de largeurs variables et de profondeur située entre -0.9/TN et -1.1/TN en fonction de chaque façade. S'agissant du bâti situé à l'est, la fouille a dévoilé un puits en béton grossier, dont l'arase supérieure est située à 1,1 m/TN et dont la profondeur d'ancrage n'a pas pu être identifiée. La profondeur du puits est toutefois supérieure à 2.2 m de profondeur.



Ancrage des fondations - niveau RDC  
Extrait Rapport G5 - ECR 2023



### > Zone d'étude 3 - Mur d'enceinte :

Ancrage des fondations - niveau sous-sol de la MABA - compléments de sondage  
Extrait Rapport G5 - ECR 2023-2024



Les fondations du mur d'enceinte ont été reconnues ponctuellement à travers deux fouilles réalisées sur le linéaire nord. Les investigations ont mis en évidence des fondations superficielles au moyen de semelles filantes en moellons calcaires avec des joints en ciment. Le niveau d'ancrage se situe entre 0,65 m et 1,0 m de profondeur par rapport au terrain naturel. La fondation présente un débord de 33 centimètres côté rue Charles VII et aucun débord vers l'intérieur, avec une hauteur de 0,65 m. Elle est ancrée au sein d'une formation de remblais composée de sables fins en mélange de cailloutis et de graviers. Il est à souligner que les sondages ont ponctuellement révélé une forte concentration de racines.



## > **LITHOLOGIE**

D'après l'étude d'ECR environnement, les terrains d'assise qui concernent l'ensemble bâti objet de la présente mission peuvent être résumés comme suit (extrait rapport ECR, 2023) :

### • **Formation 1 : Remblais**

Nature : Limons sableux légèrement argileux marron et beige avec présence de cailloutis

Profondeur : jusqu'à 2,5 m de profondeur environ

Compacité : faible dans SP3 et bonne dans le SP2

### • **Formation 2 : Eboulis et Marnes de Pantin indifférenciés**

Nature : Limon argileux marron à verdâtre et de marnes blanchâtres

Profondeur : jusqu'à 13 m de profondeur environ

Compacité : bonne

### • **Formation 3 : Marnes d'Argenteuil**

Nature : marnes verdâtres à bleuâtres

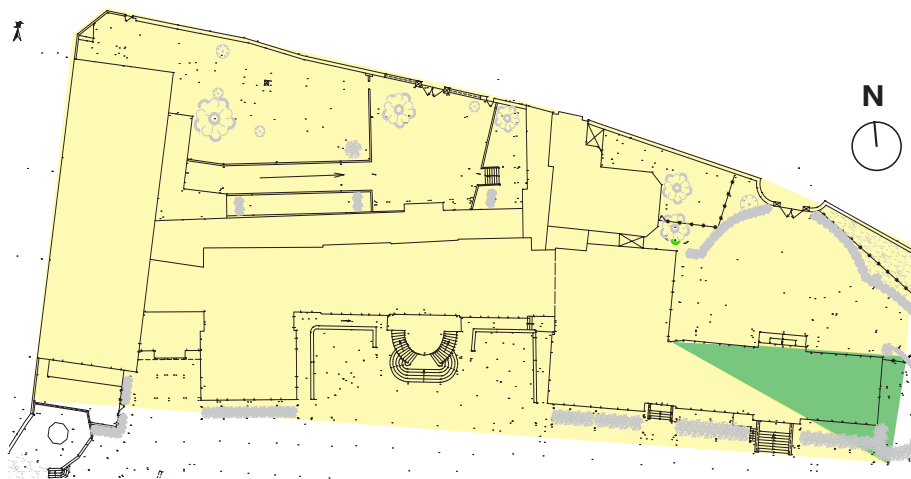
Profondeur : jusqu'à 15 m de profondeur environ

Compacité : bonne

Aussi, le modèle géotechnique supposé par Semofi en 2018 a été confirmé par la campagne ECR de 2023 :

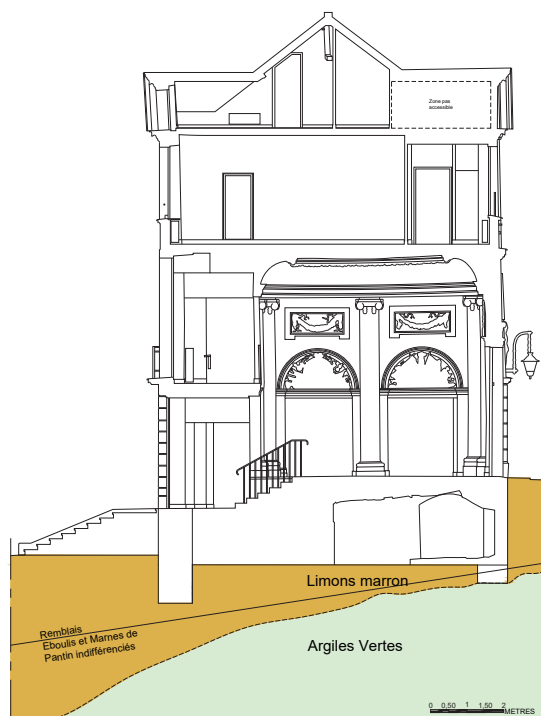
Formations	Facies	Toit [m/TN]	Base [m/TN]
Remblais	Limons sableux marron	0	2,5
Éboulis et Marnes de Pantin indifférenciés	Limons argileux marron à verdâtres et marnes blanchâtres"	2,5	12,8
Marnes d'Argenteuil	Marnes verdâtres à bleuâtres	12,8	20

Les campagnes géotechniques ont permis de mettre au jour une hétérogénéité du sol d'assise des fondations, notamment au droit de la partie nord-est de la MABA, construite en sous-sol. En effet, cette zone présente une couche superficielle constituée d'argiles vertes tandis que la partie sud-ouest est ancrée dans des sables fins beigeâtres à jaunâtres plus ou moins humides. Cette différence de nature du sol d'assise est susceptible de provoquer des phénomènes de tassement différentiel.



● Sable/Limon marron ● Argiles vertes

Vue en plan des couches superficielles des sols d'ancrage  
**Dessin Atelier Ergon**

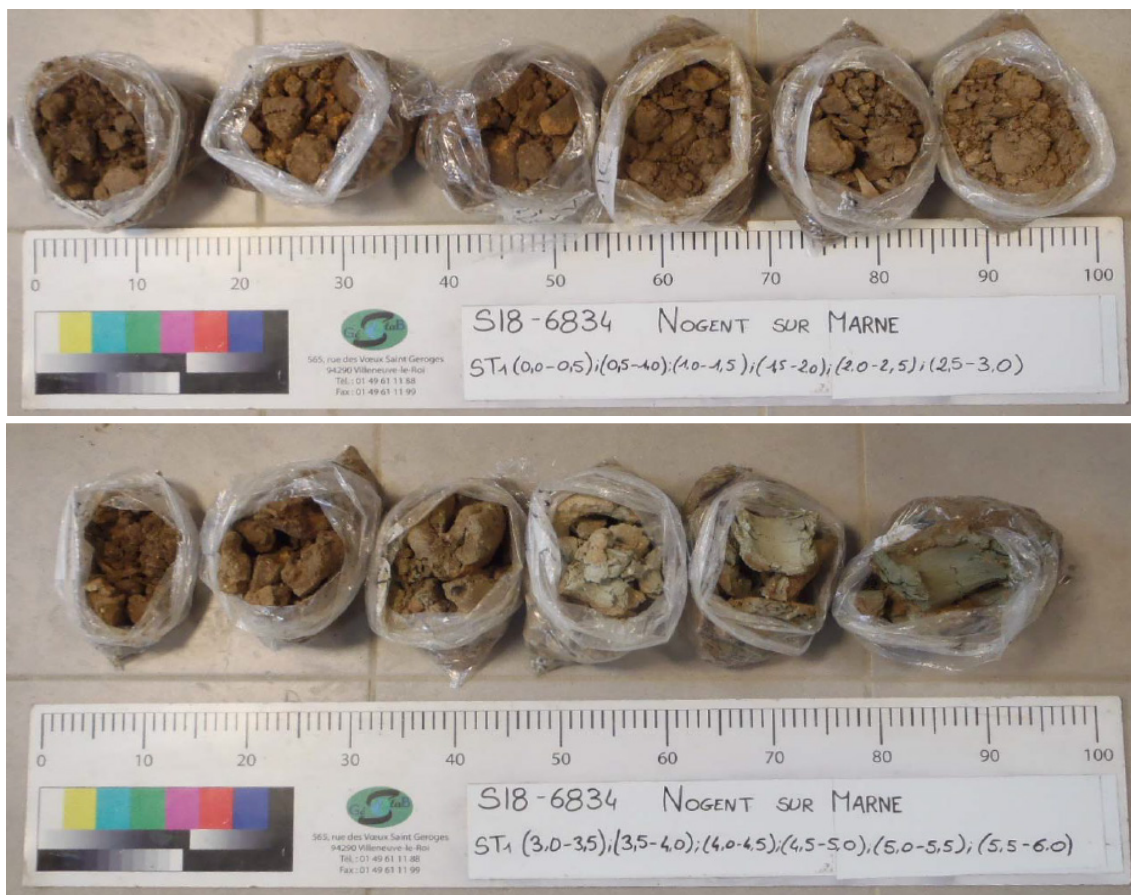


Profil géologique de la Maison d'Art Bernard Anthonioz (MABA)  
**Dessin Atelier Ergon**

Au cours de la campagne de sondages menée pas Semofi, trois échantillons prélevés à différentes profondeurs (0-0,05 m; 2,5-3 m; 5-5,5 m) ont été soumis à des examens d'agressivité chimique. Les résultats indiquent une faible agressivité envers le béton (XA1). Les essais de teneur en eau révèlent une augmentation significative de la teneur en eau au sein des Eboulis et des Marnes de Pantin indifférenciés, avec une accentuation notable à la profondeur de -6 m. Une analyse générale des couches de sol a été menée au cours de la campagne du 2018, ou deux prélèvements à la tarière ont été effectués :



Les échantillons du sol près de la façade sud de la MABA révèlent une diversité stratigraphique. Les différentes couches, allant du limon marron ferme au sable limoneux plastique à ferme et à l'argile verte très ferme. Toutes les couches ont présenté une réaction à HCl indiquant la présence de carbonate de calcium dans le sol.



Prélèvement ST1 - Septembre 2018  
Rapport Semofi

Contrairement à l'échantillon prélevé sur la façade sud, le prélèvement sur la façade nord présente des couches plastiques plus superficielles. Il révèle une succession de limons sableux bruns plastiques à fermes, d'argiles limoneuses plastiques à ferme, jusqu'à des argiles fermes et plastiques entre 4 et 6 mètres de profondeur. À l'exception de la couche entre 3 et 3,5 mètres de profondeur caractérisée par des argiles vertes fermes avec des inclusions calcaires, les autres couches ont montré une réaction à l'HCl.

Les fondations de l'édifice sont ancrées dans la couche des Eboulis et Marnes de Pantin différenciés à 1,30 m de profondeur. Comme confirmé par les deux études géotechniques, bien que les caractéristiques mécaniques de cette couche de sol soient moyennes, sa nature hétérogène la rend sujette à des tassements localisés et à des gonflements significatifs.



Prélèvement ST1 - Septembre 2018  
Rapport Semofi

Afin de confirmer la sensibilité du sol au gonflement, sept échantillons ont été analysés. Seul l'échantillon prélevé dans la fouille 6, du côté Est de la MABA, témoigne d'une forte sensibilité au phénomène de retrait-gonflement. De plus, le sol de la façade Est est considéré comme très plastique.

## > CARACTÉRISTIQUES ET PORTANCE DU SOL

La portance des sols d'assise a pu être estimée grâce à deux approches :

- **Essais pressiométriques** : ces essais ont été conduits lors des deux campagnes géotechniques de 2018 et 2023.

Les essais ont abouti aux résultats suivants :

### **Remblais :**

> Profondeurs :

ECR : Reconnus jusqu'à 1.5 m (SP3) et 2.5 m (SP2) de profondeur

SEMOFI : Reconnus jusqu'à 1.7 m (SP3) et 2.5 m (ST1) de profondeur

> Pression limite :

ECR :  $0,07 < PI^* < 1,40 \text{ MPa}$

SEMOFI :  $0,09 < Pl^* < 1,46 \text{ MPa}$   
> Module pressiométrique :  
ECR :  $0,70 < EM < 10,60 \text{ MPa}$   
SEMOFI :  $0,60 < EM < 12,9 \text{ MPa}$

#### **Éboulis et Marnes de Pantin indifférenciés :**

> Profondeurs :  
ECR : Reconnus jusqu'à 13 m de profondeur  
SEMOFI : Reconnus de 10,7 m à 12,8 m de profondeur.  
> Pression limite :  
ECR :  $0,85 < Pl^* < 1,00 \text{ MPa}$   
SEMOFI :  $0,48 < Pl^* < 1,49 \text{ MPa}$   
> Module pressiométrique :  
ECR :  $7,60 < EM < 35,0 \text{ MPa}$   
SEMOFI :  $4,10 < EM < 23,3 \text{ MPa}$

#### **Marnes d'Argenteuil :**

> Profondeurs :  
ECR : Reconnues jusqu'à 15 m de profondeur (limite des sondages)  
SEMOFI : Reconnues jusqu'à 20 m de profondeur (limite des sondages)  
> Pression limite :  
ECR :  $0,66 < Pl^* < 1,79 \text{ MPa}$   
SEMOFI :  $1,08 < Pl^* < 2,78 \text{ MPa}$   
> Module pressiométrique :  
ECR :  $3,90 < EM < 40,0 \text{ MPa}$   
SEMOFI :  $6,20 < EM < 67,20 \text{ MPa}$

Ainsi, les résultats sont concordants pour la couche superficielle de remblais mais présentent certains écarts pour les couches de sol suivantes.

- **Essais pénétrométriques :** Afin de confirmer le comportement plastique et la compacité des terrains d'assise des fondations, la campagne de sondage de ECR 2023 a intégré sept essais au pénétromètre dynamique légère, effectués à partir du fond de fouille. Ces essais ont confirmé que le terrain des fouilles F1, F2, F3 et F4 est globalement compacte. Le terrain d'assise du poteau métallique du sous-sol de la MABA (fouille F5) est plastique ou mou, ainsi que le sol d'appui du mur d'enceinte F7 qui est moyennement compact.

Sondages	Ouvrages	Terrain plastique ou molle		Terrain moyennement compact		Terrain compact	
		Profondeur (m/TN ou SS)	Qd moy (MPa)	Profondeur (m/TN ou SS)	Qd moy (MPa)	Profondeur (m/TN ou SS)	Qd moy (MPa)
PD1	Fond de fouille FR1	-	-	-	-	1,3 à 1,5 m	13.0
PD2	Fond de fouille FR2	-	-	-	-	1,4 à 1,5 m	14.0
PD3	Fond de fouille FR3	1.3 à 2.3 m	1.8	-	-	2.3 à 2.6 m	9.0
PD4	Fond de fouille FR4	-	-	-	-	1.3 à 1.7 m	11.0
PD5	Fond de fouille FR5	1.0 à 1.3 m	1.9	1.4 à 4.0 m	4.5	4.0 à 4.1 m	8.5
PD6	Fond de fouille FR6	-	-	1.3 à 2.3 m	5.0	-	-
PD7	Fond de fouille FR7	1.3 à 1.4 m	2.0	1.4 à 1.6 m	4.0	1.7 à 2.0 m	12.0

Tableau de synthèse des essais pénétrométriques  
Extrait rapport ECR, 2023

Sur la base de ces résultats, ECR a considéré les contraintes admissibles suivantes :

- **qELS = 0,30 MPa (2.0 bars)**

- **qELU = 0,5 MPa (5.0 bars)**

Les contraintes admissibles à considérer pour une charge verticale et centrée et un ancrage dans les remblais sont les suivantes :

- **qELS = 0,1 MPa (1.0 bars)**

- **qELU = 0,15 MPa (1.5 bars)**

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

- **qELS = 0,2 MPa (2 bars)**

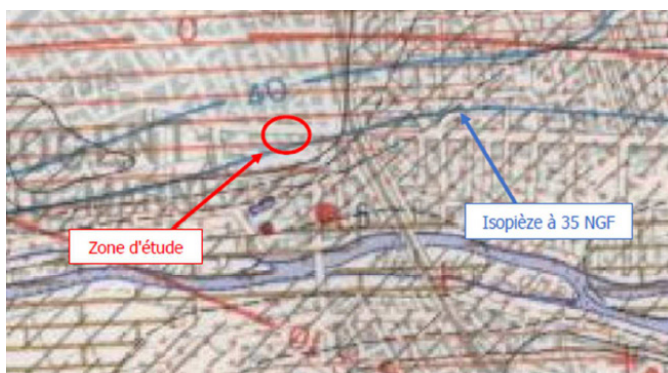
- **qELU = 0,3 MPa (3 bars)**

## > **HYDROGÉOLOGIE**

D'après la carte hydrogéologique éditée par le BRGM en 1970, la nappe se trouve à une cote d'environ 36 NGF, soit environ 29 m/TN au droit du site.







Extrait de la carte hydrogéologique de Paris (BRGM, 1970)  
Extrait rapport ECR

Les études géotechniques menées soulignent que **le site d'étude est sujet à des circulations d'eau de versant**, suivant la pente naturelle. Ces probables circulations et accumulations d'eau, influencées par la pluviométrie, peuvent se développer dans les terrains de couverture, particulièrement aux endroits les plus perméables et aux interfaces avec des niveaux plus argileux. Des niveaux d'eau peuvent ainsi être rencontrés à diverses profondeurs.

Les niveaux d'eau mesurés lors de la campagne d'octobre 2023 sont compris entre 5,20 et 15,2 m de profondeur. Ces mesures sont moins profondes que celles de la précédente campagne et confirment la présence d'eau souterraine en circulation à faible profondeur.

L'aléa de remontée de nappe est donc à prendre en compte dans le site étudié. Par ailleurs, la fouille [F8bis] au droit de la façade Nord de la MABA a permis de mettre au jour la présence d'eau dans les couches superficielles de sol en contact avec la fondation.

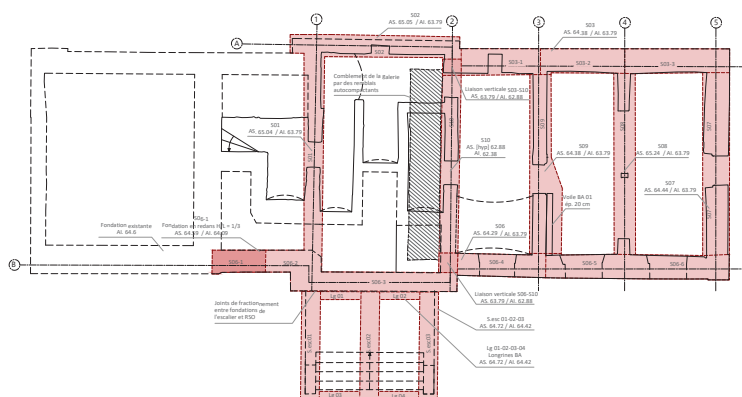


Présence d'eau dans la fouille F8bis  
Extrait rapport ECR

## 2. REPRISES EN SOUS-OEUVRE

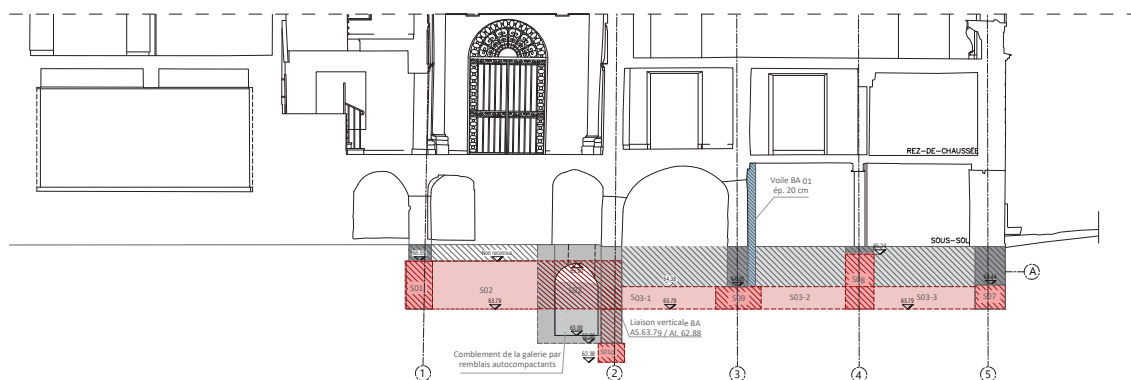
### a. Bâtiment MABA

Le prédimensionnement des reprises en sous-œuvres par fondations superficielles a été effectué en utilisant les valeurs de la descente de charges, ainsi que les données de résistance des sols fournies par ECR Environnement. L'objectif de l'intervention est d'améliorer l'ancrage des fondations existantes et de rigidifier l'ensemble en reliant les fondations, à l'exception du refend R2, qui est fondé plus profondément.



Vue en plan de la MABA avec reprise des fondations (en rouge)  
Dessins Atelier Ergon

La reprise des fondations sera d'une largeur minimale de 70 cm pour l'ensemble des murs périphériques et des refends. Cette largeur est donnée à titre indicatif et constitue un minimum.



Élévation est-ouest de la MABA avec reprise des fondations (en rouge)  
Dessins Atelier Ergon

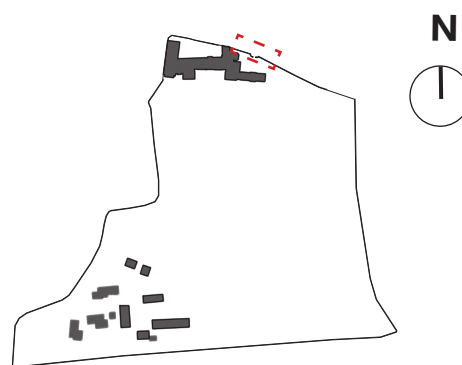
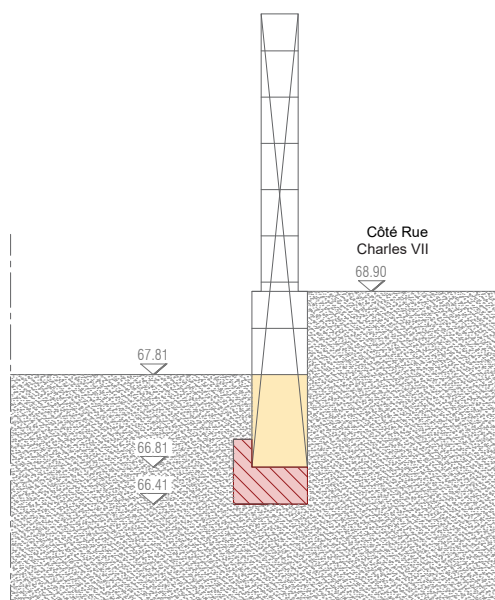
La reprise concernera l'intégralité de la largeur des murs existants, à l'exception de la fondation du refend R3 (file 02), dont la largeur est d'un mètre pour la zone correspondant au piédroit de la voûte. La fondation à l'extrémité sud reçoit un contre-voile, dont la fonction est de reprendre la poussée de la voûte et de soulager le piédroit de la voûte du sous-sol.

### b. Mur de clôture

La reprise concerne le linéaire nord au droit du portail de la MABA.

Afin de reprendre les charges prévues, une semelle filante en béton armé a été dimensionnée afin de reprendre les charges dues au poids propre et aux charges climatiques.

La nouvelle semelle en béton armé permet de rigidifier les fondations du mur de clôture. De plus, le nouvel ancrage se fera dans une couche de sol plus compacte.



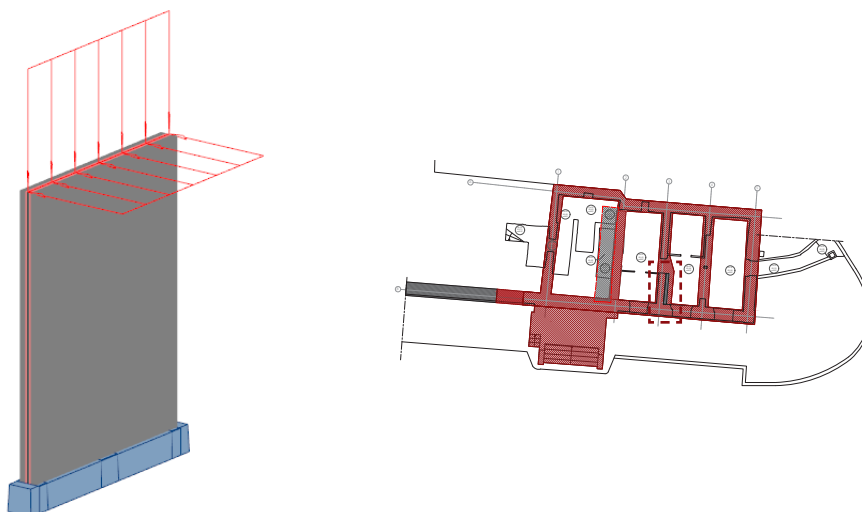
**Plan de localisation**

Coupe du mur de clôture avec reprise des fondations en rouge  
Dessin Atelier Ergon

## 3. RENFORT DE VOÛTE PAR CONTRE-VOILE

Une étude de stabilité de l'appui de la voûte a été menée. Celle-ci a mis en évidence une instabilité de l'appui. Une reprise du mur a été préconisée par la mise en place d'un contre-voile. Ce voile a été dimensionné de manière à reprendre la poussée horizontale du mur et à recentrer les efforts au niveau de l'appui.

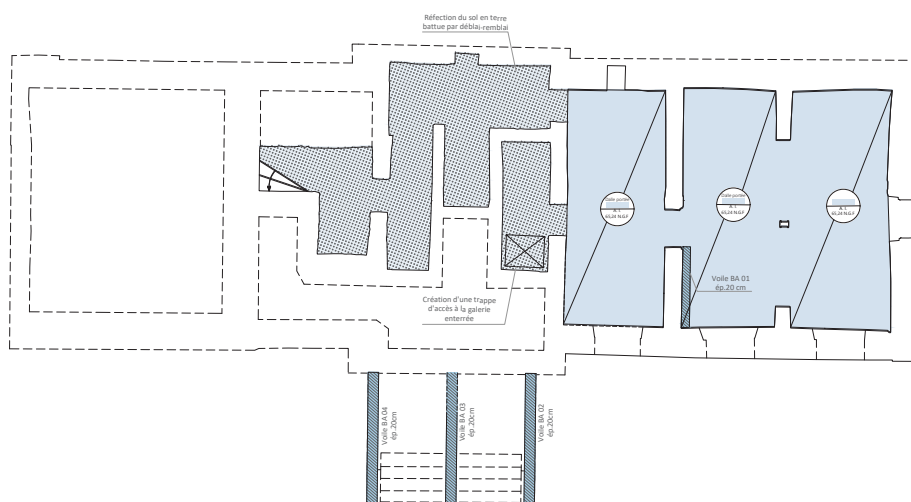




Vue en plan de la MABA avec reprise de la voûte à travers un contre-voile en béton armé  
Extrait du modèle de calcul et dessins Atelier Ergon

#### 4. MISE EN PLACE DE DALLES PORTÉES

Le plancher-bas du sous-sol de la MABA a été conçu comme une dalle portée, reposant exclusivement sur les murs périphériques. Cette solution permet de désolidariser la dalle du sol naturel, éliminant ainsi tout appui direct sur le terrain. La dalle est ancrée dans les murs, les charges sont transférées vers les nouvelles fondations. Le dimensionnement de la dalle a été réalisé en prenant en compte une charge d'exploitation de  $4,0 \text{ kN/m}^2$  conformément à la demande de la maîtrise d'ouvrage.



Localisation des dalles portées projetées au sous-sol  
Extrait plan projet Atelier Ergon

## V. CONSISTANCE DES TRAVAUX

Les travaux préconisés pour le volet structurel de la présente opération peuvent être résumés comme suit :

### **CURAGE / DÉMOLITIONS / ÉTAIEMENTS**

Démolition de dallage intérieur

Dépose de l'emmarchement sud

Curage de cloisons du sous-sol

Adaptation des étalements existants

### **TERRASSEMENTS ET FONDATIONS**

Fouilles pour reprise en sous-œuvre de la MABA

Mise en œuvre d'un sol en terre compactée au sous-sol

Fouilles pour reprise en sous-œuvre du linéaire nord du mur d'enceinte

Reprise en sous-œuvre de la MABA

Comblement du canal enterré du sous-sol

Création d'une tranchée drainante

Création d'un puits perdu

Mise en œuvre d'une barrière antiracinaire

Reprise en sous œuvre du linéaire nord du mur d'enceinte

### **STRUCTURE EN MAÇONNERIE / GROS-Œuvre**

Reconstruction de l'emmarchement sud

Assainissement et remaillage des maçonneries du sous-sol de la MABA

Renforcement de voûte par contre-voile en béton armé

Création de dalles portées

Refichage de maçonnerie

Révision des arases

Traitement des fissures

Révision des dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux pluviales

## VI. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

### 1. MÉTHODOLOGIE ET PHASAGE DES TRAVAUX

Étant donné la nature et le contexte des travaux demandés, une parfaite maîtrise de la méthodologie d'intervention et du phasage des travaux est demandée à l'entrepreneur en charge des travaux du présent lot.

Aussi, toutes les mesures nécessaires au maintien de la stabilité des structures (phases provisoires et phase définitive) devront être soigneusement étudiées et mises en œuvre par l'entreprise titulaire du présent lot (butonnage, étalement, chevalement, blindage de fouilles, etc.).

### 2. ÉTUDES À LA CHARGE DE L'ENTREPRISE

#### a. Côtes et mesures

Il est rappelé à l'entrepreneur que les dimensions et côtes figurées sur les plans et pièces graphiques de la maîtrise d'œuvre sont donnés à titre indicatif et qu'elles peuvent contenir des erreurs et des approximations. Il revient à l'entreprise de réaliser, avant toute fabrication ou exécution, ses propres mesures et de vérifier les côtes sur place. Elle est seule responsable des mesures prises et ne pourra élever aucune réclamation relevant d'erreur de cotation dans les documents de la consultation.

En cas d'insuffisance de côte ou d'erreur manifeste, l'entrepreneur devra le signaler au maître d'œuvre au moment de la consultation, avant remise de son offre. Étant donné son caractère global, l'offre du titulaire est réputée inclure les ouvrages selon les dimensions nécessaires répondant aux dispositions existantes.

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur la nécessité de coordonner ses études, ouvrages et travaux avec les différents corps d'état intervenant sur site. Il devra ainsi solliciter auprès d'eux les éléments qui lui sont nécessaires à l'élaboration et la finalisation de ses études, les prendre en compte et mettre à jour ses études en fonction des mises à jour de ces éléments des autres corps d'état. De même, il devra fournir aux autres corps d'état ses études afin de leur permettre d'en intégrer les données.

#### b. Études d'exécution

L'ensemble des études techniques d'exécution et plans nécessaires à la bonne exécution des travaux sont à la charge du titulaire, dans le respect des plans et des prescriptions du projet, sans que cela ne fasse l'objet d'un poste spécifique dans l'offre financière.





L'ensemble des plans et notes de calcul sont soumis à la validation de la maîtrise d'œuvre et du bureau de contrôle avant toute exécution.

La mise à jour de ces études, leur complément et correction autant que nécessaire restent à la charge de l'entrepreneur, sans limitation de nombre ou de durée et jusqu'à validation (Visa sans observation) du maître d'œuvre et avis favorable du bureau de contrôle. A ce titre, l'entrepreneur s'engage à apporter tous les documents nécessaires à la compréhension des ouvrages (notes de calculs, fiche techniques, documents d'exécution à une échelle appropriée, détails, protocole et méthodologie de mise en œuvre pour les dispositions complexes ou nécessitant une coordination, etc.) dans les délais impartis et à leur mise à jour et compléments selon les demandes du maître d'œuvre ou du bureau de contrôle. L'entrepreneur devra prendre en compte les remarques du maître d'œuvre et du bureau de contrôle sans pouvoir réclamer une augmentation du prix des travaux ou une indemnité de reprise des études, ceci dans la limite des documents contractuels et des descriptions du marché. En cas de remarques du maître d'œuvre sur les plans d'exécution, ceux-ci devront faire l'objet d'une nouvelle diffusion avec un nouvel indice et la date de diffusion indiquée sur le plan.

Les visas donnés par le maître d'œuvre sont une vérification de la conformité du principe aux dispositions du marché. L'entrepreneur reste responsable de la conception de ses ouvrages.

En cas de contradiction entre les pièces du marché (documents graphiques, détails, C.C.T.P, plans d'architecte), la disposition la plus contraignante sera de rigueur. L'entrepreneur devra alors le signaler au maître d'œuvre qui lui indiquera laquelle des dispositions est à prendre en compte.

Au cours de la période de préparation, une liste de plans d'exécution et de notes de calculs à fournir sera établie par le titulaire, conjointement avec le maître d'œuvre qui la complétera si besoin. Une numérotation et une nomenclature spécifiques des plans pourront être demandées par le maître d'œuvre. La date de fourniture de ces documents sera à définir en coordination avec l'OPC ou le maître d'œuvre.

Les plans en format dwg pourront être demandés par le maître d'œuvre. L'entrepreneur devra alors les lui fournir sans délais, pour vérification.

Il sera convenu en début de chantier mais aussi en cours d'exécution, si des tirages papier seront nécessaires et les échelles de détail nécessaires en fonction du document.

Dans tous les cas, les plans transmis devront être cotés et comporteront toutes les réservations et trémies (réservations CVC, plomberie, électriques, ...).

### c. Dimensionnement des ouvrages

Les plans et dimensions figurés dans les documents de consultation sont des éléments de principe qui visent à orienter l'entrepreneur pour la conception et le chiffrage des ouvrages et en aucun cas des dispositions à exécuter en l'état.

Il appartient à l'entrepreneur d'établir, sous sa responsabilité, les dimensionnements de ses ouvrages. A ce titre, il est à la charge de l'entrepreneur, l'ensemble des sondages, reconnaissances, essais, études, en complément de ceux déjà réalisés en phase de consultation, visant à lui permettre la réalisation de ses ouvrages conformément aux objectifs énoncés dans le projet. Les études géotechniques restent à la charge du maître d'ouvrage, sauf indication contraire expresse dans les documents de consultation. Il ne pourra se prévaloir d'une erreur, une omission ou un sous-dimensionnement des ouvrages spécifiés dans les documents de consultation.

### d. Notes de calcul

Les plans de détail et notes de calculs des ouvrages existants, conservés, consolidés ou neufs, définitifs ou provisoires, sont à la charge de l'entrepreneur. Ces notes de calculs sont à soumettre au visa du maître d'œuvre et l'avis du bureau de contrôle. Les sections indiquées dans les plans du bureau d'études au stade du DCE sont indicatives. L'entrepreneur établira sous sa responsabilité les notes de calcul pour assurer les dimensionnements à prévoir.

Pour tous les calculs, d'ensemble ou d'élément de structure, l'entrepreneur doit transmettre une note préliminaire au démarrage des travaux, à soumettre à l'avis de la MOE, avec :

- Une note préliminaire explicitant les hypothèses de base nécessaires aux calculs réalisés (hypothèses de stabilité, géotechniques, hydrologiques, charges permanentes et d'exploitation, poids, déformation, matériaux, ...) et les éventuels abaques utilisés ;
- La localisation en plan de la pièce de structure ou la zone concernée par ladite note,
- La cartographie en plan, par étage, des charges permanentes et d'exploitation considérées pour chaque zone ou élément de structure.

Les notes de calcul devront indiquer les formules employées et la méthodologie du calcul.

Sans ces éléments, le maître d'œuvre ne pourra émettre son visa, ni sur la note de calcul, ni sur les plans d'exécution. L'entrepreneur s'engage à remettre au maître d'œuvre tout élément complémentaire permettant l'analyse complète de la note.

Par ailleurs, les notes de calculs restent un élément d'exécution, indispensable pour le visa des plans d'exécution des ouvrages de structure. L'entrepreneur s'engage à accompagner ses plans d'exécution des notes de calculs nécessaires à la justification de la stabilité des ouvrages, sans quoi, les plans d'exécution ne sont pas recevables pour visa du maître d'œuvre.

A minima, les dispositions suivantes devront être justifiées par des notes de calcul :

- Stabilité des ouvrages selon l'état existant et projeté y compris les assemblages
- Vérification des efforts verticaux et horizontaux
- Descente de charges selon l'état existant et projeté
- Déformation des éléments
- Résistance / Stabilité au feu des ouvrages
- Reprises et création de fondations
- Dimensionnement des ouvrages structurels
- Sections et dispositions des armatures
- Effets de dilatation et retrait des ouvrages
- Stabilité en phase provisoire, selon les cas (étalement par exemple, en cours de démolition ...)

Le maître d'œuvre ou le bureau de contrôle pourront exiger de l'entrepreneur les calculs justificatifs de toutes les dispositions prévues dans ses plans d'exécutions, sans que cela ne fasse l'objet d'une plus-value financière.

#### **e. Mode opératoire**

Pour les opérations complexes, impliquant un phasage particulier, une coordination spécifique avec d'autres corps d'état ou dans le cas d'une intervention sur des zones sensibles, l'entrepreneur devra fournir une description de la méthodologie d'intervention proposée, qui sera soumise à l'approbation du maître d'œuvre. Cette méthodologie devra préciser le phasage, les engins proposés et le plan de circulation, les techniques prévues et le protocole d'intervention, les dispositions prévues pour la protection (réduction des nuisances, limitation des poussières, protections des existants) et la sécurisation, les étalements éventuels, la procédure d'évacuation après intervention. Les contraintes du site, de la coordination avec les autres corps d'état et des interfaces avec les entreprises ou occupants présents, est à prendre en compte dans la méthodologie à proposer.

#### **f. Dossier des ouvrages exécutés**

A l'achèvement de ses travaux, et au plus tard lors de la réception, sauf indication contraire dans le CCAP, l'entrepreneur devra remettre son dossier des ouvrages exécutés.

Le dossier devra comprendre :

- Les attachements écrits et figurés des ouvrages réalisés ;
- Un reportage photographique faisant apparaître les ouvrages avant, pendant et après travaux ;
- L'ensemble des fiches techniques des produits utilisés y compris leur certification et avis technique ;
- Les fiches d'entretien et de maintenance des ouvrages ou produits mis en place ;
- Le dossier des interventions ultérieures sur l'ouvrage ;



- Les notes d'hypothèse ;
- Le zoning / cartographie des charges permanentes et d'exploitation ;
- L'ensemble des documents de récolement (plans d'exécution, détails, notes de calculs et méthodologies) dans leur dernier indice. Les plans devront être d'une échelle suffisamment détaillée pour être lisible (au minimum 1 :100e) ;
- Les éventuels avis de chantier, ATEX, avis techniques, selon les cas.

L'ensemble de ces éléments sont remis dans leur dernier indice à jour.

Le dossier est à remettre :

- En format papiers en 4 exemplaires assemblés par classeur ;
- En format numérique sur clé USB.

L'ensemble du dossier est à transmettre par courrier postal avec accusé de réception au maître d'œuvre et/ou maître d'ouvrage.



## VII. PRESCRIPTIONS PARTICULIÈRES

### 1. CURAGE / DÉMOLITIONS / ÉTAIEMENTS

#### 1.1 Installations de chantier, protections et actions préalables

Préalablement aux travaux de démolition et de curage, les travaux intégreront les prestations suivantes :

- Installations de chantier nécessaires à la réalisation des travaux de démolition, cantonnements, branchement aux réseaux eau et électricité, éclairage de chantier, aires de stockage, bennes.
- Mise en place de protections sur les ouvrages conservés ainsi que les cheminements d'évacuation.
- Mise en place de balisages et protections collectives (garde-corps, échafaudages, filets, plaques de répartition, etc.).
- Toutes sujétions et protections liées à la présence de pollution en plomb dans le bâtiment (peinture et poussière de plomb) ;
- Neutralisation préalable et coupure de tous les réseaux existants (électricité, plomberie, etc.).

*Localisation : ensemble du bâtiment*

#### 1.2 Démolition de dallage intérieur

Démolition des dallages existants en plancher-bas du niveau de sous-sol de la MABA.

Les travaux comprendront :

- La mise en place de protection des ouvrages existants adjacents ;
- La dépose des revêtements et la démolition des remplissages et des dallages jusqu'au sol ;
- L'évacuation des gravats aux décharges agréées.

*Localisation : Dallages en plancher-bas du niveau sous-sol de la MABA, suivant plans de projet structure*

#### 1.3 Dépose de l'emmarchement sud

Dépose de l'emmarchement sud de la MABA avec conservation des marches en pierre, compris :

- Relevé préalable de l'implantation et de la géométrie de la structure pour reconstruction partielle ultérieure ;
- Dépose soignée en conservation des marches en pierre pour emploi ultérieur lors de la reconstruction partielle de l'ouvrage ;
- Dépose en démolition du reste des structures de l'emmarchement.

*Localisation : Emmarchement sud de la MABA, suivant plans de projet structure*

#### **1.4 Curage de cloisons**

Dépose sans conservation de cloisons existantes au sous-sol de la MABA, pour les besoins de travaux de reprise en sous-œuvre et de réfection de dallage.

*Localisation : Niveau sous-sol de la MABA, suivant plans de projet*

#### **1.5 Adaptation des étaielements existants**

L'entreprise en charge du présent lot aura a sa charge l'adaptation des étaielements présents au sous-sol de la MABA, situés dans l'emprise des zones concernées par les travaux de reprise en sous-œuvre des fondations. Les étaielements ont été mise en place pour maintenir provisoirement les structures métalliques localement très corrodées du plancher-haut du sous-sol.

Les travaux comprendront toutes les sujétions d'adaptation des ouvrages en place permettant le report des appuis des étaielements de plancher-haut sur les structures verticales en maçonnerie. L'intervention devra permettre le retrait des étais verticaux appuyés sur le sol, et leur remplacement par des supports horizontaux (de type profilés métalliques ou équivalent) empochés dans les maçonneries, supportant les étaielements de plancher.

*Localisation : Niveau sous-sol de la MABA, suivant plans de projet*



## 2. TERRASSEMENTS ET FONDATIONS

### a. Terrassements

#### 2.a.1 Fouilles pour reprise en sous-œuvre de la MABA

Réalisation de fouilles en rigole, en excavation superficielle ou en trou nécessaires à l'exécution des reprises en sous-œuvre du bâtiment de la MABA.

Les travaux comprendront :

- Toutes sujétions de blindage des fouilles si nécessaire, et pour l'ensemble des fouilles dépassant 1,30 m de profondeur ;
- Toutes sujétions pour le terrassement dans l'embarras des étais et des blindages éventuels ;
- Toutes les sujétions liées à la récupération et à l'évacuation de ces eaux par pompes d'épuisement, y compris frais en découlant. Des venues d'eaux sont en effet susceptibles de se produire en fond de fouilles en lien avec le contexte hydrogéologique du site.
- L'enlèvement des terres et gravois, à l'exception des terres réservées pour les remblais, en décharges publiques sélectives, comprenant le chargement, le transport, les redevances, ainsi que toutes les sujétions d'accès et de sortie des fouilles du bâtiment. Les points durs accidentels rencontrés dans les fouilles seront soigneusement purgés à une profondeur de -20 cm sous le niveau général des fondations.
- Le remblaiement des fouilles à l'avancement des reprises en sous-œuvre par la mise en place de terres compactées par couches successives de 20 cm maximum.

La réalisation des travaux de reprise en sous-œuvre depuis l'intérieur de l'édifice sera privilégiée afin de limiter les terrassements dans les sols et l'impact sur les structures annexes. Les linéaires non accessibles depuis le sous-sol devront être reprise depuis l'extérieur de l'édifice, notamment le linéaire côté ouest de la façade sud.

Les fouilles réalisées depuis l'extérieur de l'édifice devront être blindées. Elles seront précédées par le dégagement soigné de revêtements de sol et les plantations situées dans l'emprise des travaux, à la charge de l'entreprise titulaire du présent lot.

*Localisation : Ensemble des fondations de la MABA, concernés par les travaux de reprise en sous-œuvre*

#### 2.a.2 Fouilles pour création d'une tranchée drainante

Réalisation de fouilles en tranchée sur l'ensemble du linéaire projeté pour la création d'une tranchée drainante au nord et l'est de la MABA. Les travaux comprendront :

- Toutes les sujétions de protection des ouvrages existants adjacents ;
- Au préalable, la conduite de reconnaissances complémentaires de réseaux et ouvrages enterrés dans l'emprise de la future tranchée drainante, par tous moyens appropriés ;

- La dépose préalable des revêtements de sol et le dégagement des aménagements existants sur l'emprise de la future tranchée, notamment la dépose soignée de bordures de trottoir de dallages, du portail métallique, l'enlèvement de plantations, de racines, et de terre végétale ;
- L'exécution de terrassement en tranchées sur une profondeur qui devra atteindre le toit des argiles vertes, compris blindage ou talutage selon nécessités. Une attention particulière sera portée sur la proximité de la future tranchée de la voie d'accès qui contourne la MABA au nord-est (angle nord-est des façades). La méthodologie d'intervention devra privilégier un impact minimal sur le passage des véhicules par la voie existante.
- L'exécution d'une fouille en trou pour la création d'un puits perdu en aval de la tranchée drainante. La profondeur du puits sera arrêtée selon les sondages complémentaires de sol à réaliser par l'entreprise en charge du présent lot, dans la zone projetée, dans le cadre de la mission géotechnique G3.

Les travaux de création de la tranchée drainante seront réalisés selon plusieurs phases afin de limiter l'impact sur l'exploitation du site (voir prescriptions de l'agence A&M Patrimoine).

*Localisation : Abords de la MABA, suivant plans projet structure*

### **2.a.3 Mise en œuvre d'un sol en terre compactée**

Rétablissement d'un sol en terre compactée dans la partie ouest du sous-sol, après l'exécution des travaux de reprise en sous-œuvre.

Les travaux comprendront :

- Le nettoyage complet des zones de reprise (évacuation des débris, gravois, coffrages résiduels, etc.).
- Fourniture et mise en œuvre d'un remblai en terre d'origine, si elle est propre et stockée, en grave non traitée ou en matériau tout-venant, compris compactage par couches successives de 15 à 20 cm.

*Localisation : Sous-sol de la MABA, suivant plan de projet structure*

### **2.a.4 Fouilles pour reprise en sous-œuvre du linéaire nord du mur d'enceinte**

Réalisation des fouilles en rigole nécessaires à l'exécution des reprises en sous-œuvre du linéaire nord du mur d'enceinte. Au regard des variations du niveau de sol entre les côtés intérieur et extérieur du mur d'enceinte, il est préconisé de procéder à la reprise en sous-œuvre du mur du côté le plus bas du mur d'enceinte afin de limiter l'envergure des terrassements. Aussi, la partie ouest du linéaire sera reprise depuis l'intérieur du site (hormis le linéaire situé au droit du groupe électrogène). La reprise de la partie orientale du linéaire sera quant à elle privilégiée depuis l'extérieur du site.

Les travaux comprendront :

- Le relevé préalable des ouvrages existants concernés et des niveaux de sol associés (extérieur et intérieur), par un géomètre expert ;



- Le dégagement préalable des aménagements immédiats qui entravent les travaux de reprise en sous-œuvre, notamment les plantations situées à proximité immédiate des linéaires. L'attention de l'entreprise est par ailleurs portée sur la présence d'un coffret de branchement électrique au droit du portail d'entrée, entravant la réalisation des reprises en sous-œuvre, et dont le déplacement provisoire devra être réalisé pendant le chantier.
- Toutes sujétions de demandes d'autorisation de voirie nécessaires à la conduite des travaux empiétant sur le domaine public ;
- Toutes sujétions pour le terrassement dans l'embarras des étais et des blindages éventuels ;
- Toutes les sujétions liées à la récupération et à l'évacuation de ses eaux par pompes d'épuisement, seront comprises dans le marché de l'entreprise du présent lot, y compris frais en découlant. Des venues d'eaux sont en effet susceptibles de se produire en fond de fouilles en lien avec le contexte hydrogéologique du site.
- L'enlèvement des terres et gravois, à l'exception des terres réservées pour les remblais, en décharges publiques sélectives, comprenant le chargement, le transport, les redevances, ainsi que toutes les sujétions d'accès et de sortie des fouilles du bâtiment. Les points durs accidentels rencontrés dans les fouilles seront soigneusement purgés à une profondeur de -20 cm sous le niveau général des fondations ;
- Toutes sujétions de blindage des fouilles si nécessaire, et pour l'ensemble des fouilles dépassant 1,30 m de profondeur ;
- Le remblaiement des fouilles à l'avancement des reprises en sous-œuvre par la mise en place de terres compactées par couches successives de 20 cm maximum.

*Localisation : Linéaire nord du mur d'enceinte, suivant plans de projet structure*

## **b. Fondations et assainissement**

### **2.b.1 Reprise en sous-œuvre de la MABA**

La structure de la MABA présente une faible rigidité en raison de la mauvaise qualité des maçonneries en moellons qui constituent les structures verticales et du faible chaînage de l'ensemble (rapport plein / vide défavorable). Aussi, une solution de reprise en sous-œuvre par fondations superficielles, à travers une mise en œuvre de semelles en béton armé est préconisée. Elle visera à augmenter la rigidité d'ensemble de la structure, lui permettant de résister aux tassements différentiels et aux variations du sol d'assise, sensible au phénomène de retrait / gonflement.

La reprise en sous-œuvre consistera en la mise en œuvre de semelles en béton armé sous les fondations existantes, compris prolongement des fondations dont l'ancrage est inférieur à -1 m / SS, afin d'homogénéiser les niveaux d'assise et dans le but de liaisonner l'ensemble des fondations. L'intervention visera par ailleurs un élargissement des fondations afin de réduire la pression exercée par la structure sur les sols d'assise.

Une disposition particulière concerne le mur de refend situé au droit de la citerne enterrée. Ce mur est fondé plus profondément que le reste des structures. Il sera également repris en sous-œuvre par fondations superficielles en passes alternées et gardera ainsi un ancrage plus bas que le reste de la structure.

Les nouvelles fondations doivent respecter les conditions d'ancrage et d'encastrement suivantes :

- Ancrage d'au moins 30 cm dans la couche des éboulis/marnes supragypseuses en place et compactées, situées à des profondeurs variables entre 0 et 1,1 m sous le niveau du sous-sol.
- Ancrage à la même cote que les fondations des façades existantes.
- Encastrement d'au moins 1,2 m par rapport au niveau du sol extérieur.
- La largeur des fondations doit être d'au moins 0,70 m, quelle que soit la charge à supporter.
- La partie supérieure de la reprise en sous-œuvre devra avoir une largeur au moins égale à celle de la fondation actuelle et pourra s'élargir par un débord en béton armé à la base.
- Les fouilles doivent être remblayées avec les terres du site par couche de 20 cm d'épaisseur maximum et compactées soigneusement.

Au préalable des travaux de reprise en sous-œuvre, l'entreprise en charge du présent lot réalisera l'ensemble des études d'exécution nécessaires au dimensionnement définitif des structures, compris mission géotechnique G3, notes de calcul, plans de ferrailage et de coffrage, méthodologies d'intervention, phasage détaillé des passes.

Une instrumentation de la structure existante sera par ailleurs réalisée à travers la mise en place de capteurs autonomes de déformation ou de suivi géométrique par cibles.





L'instrumentation des structures existantes devra être réalisée tout au long des travaux de reprise en sous-œuvre, et ce jusqu'à la mise en charge définitive de la structure. Des seuils de vigilance et d'alerte seront mis en place et des actions correctives associées seront arrêtées en amont du démarrage des travaux, en concertation avec la MOE et la MOA.

La mise en œuvre de la tranchée drainante sera réalisée au préalable des reprises en sous-œuvre de la MABA, afin de minimiser les venues d'eaux souterraines au moment des travaux.

Les travaux comprendront :

- La dépose préalable de l'emmarchement sud de la MABA ;
- La mise en place des étalements et butonnages provisoires des structures ;
- La réalisation des terrassements à l'avancement pour la mise en œuvre des reprises en sous-œuvre, depuis le niveau du RDC et / ou du sous-sol, compris blindage des fouilles ;
- La révision des maçonneries de fondation par enlèvement des racines, remaillage et rejointoiement. La révision comprendra un remaillage préalable des maçonneries de soubassement présentant une désorganisation, avant le démarrage des reprises en sous-œuvre.
- La réalisation de semelles filantes, sous les fondations existantes des façades et des murs de refends, par passes alternées et jointives, compris ferrailage, coffrage et bétonnage. Les passes exécutées ne dépasseront pas 0,90 m de longueur, compris refouillements complémentaires pour garantir la jonction et la continuité entre les passes (recouvrement des armatures entre les passes). L'entreprise en charge des travaux s'attachera par ailleurs à respecter un temps de prise suffisant du béton entre les passes. Les semelles présenteront le même niveau d'ancrage, à l'exception du refend R2 (file 02) qui sera fondé plus bas que le reste des fondations, comme à l'état existant ;
- Le remblaiement des terres à l'avancement de la mise en œuvre des reprises en sous-œuvre ;
- L'enlèvement des étalements et la mise en charge progressive des structures.

Dispositions particulières :

- Concernant la reprise en sous-œuvre de la façade nord (file B), une dépose / repose des maçonneries en élévation, depuis la galerie enterrée, sera réalisée afin de permettre la mise en œuvre des semelles filantes depuis l'intérieur ;
- Concernant les reprises en sous-œuvre du refend R2 (file 2) et des façades avants-corps (files A et B) fondées à des hauteurs différentes, des liaisons verticales en béton armé seront réalisées entre les semelles filantes, compris refouillement des maçonneries existantes du refend R2.

La réalisation des travaux de reprise en sous-œuvre depuis l'intérieur de l'édifice sera privilégiée afin de limiter les terrassements dans les sols et l'impact sur les structures annexes. Les linéaires non accessibles depuis le sous-sol devront être repris depuis l'extérieur de l'édifice, notamment le linéaire côté ouest de la façade sud.

Le béton armé des fondations aura les caractéristiques techniques minimales suivantes :

- Classe de résistance : C30/37
- Classe d'exposition : XC2
- Classe de consistance : Minimum S4
- Dosage ciment : 350 kg/m<sup>3</sup>
- Ciment spécifique pour fondations CEM III en dosage E/C (eau/ciment) : 0,5
- Nuance acier : Fe 500 – Haute adhérence

*Localisation : Structures de fondation de la MABA, suivant plans de projet structure*

### **2.b.2 Comblement du canal enterré**

Comblement du canal enterré par remblais autocompactants. Les travaux comprendront :

- La création d'accès complémentaires par ouverture dans la voûte existante et comblement des trémies créées ;
- L'installation des moyens de pompage et d'évacuation des eaux ;
- Le pompage préalable des eaux stagnantes ou circulantes dans le canal, compris évacuation vers excutoire (travaux à réaliser après installation de la tranchée drainante et après travaux de reprise en sous-œuvre) ;
- Le curage et nettoyage sommaire du canal pour évacuation des boues et déchets éventuels ;
- La fourniture et la mise en place d'un matériau de remblai autonivelant et autocompactant, présentant une fluidité élevée et insensible à l'eau. Le remblai sera mis en oeuvre par injection contrôlée depuis l'aval vers l'amont, en assurant un bon remplissage des vides et interfaces avec les parois.

*Localisation : Canal enterré sous la MABA, suivant plan de projet structure*

### **2.b.3 Création d'une tranchée drainante**

Mise en œuvre d'une tranchée drainante en amont (au nord et à l'est) de la MABA, pour limitation des arrivées d'eaux superficielles dans la direction nord-sud.

Les travaux comprendront :

- La réalisation des études d'exécution, notamment dans le cadre d'une mission G3 en cours de chantier, à la charge de l'entreprise désignée pour le présent lot, compris relevé topographique du terrain dans l'emprise de la future tranchée, jusqu'au puits perdu projeté ;
- L'implantation du tracé de la tranchée sur site et balisage ;
- La réalisation de tranchées sur une profondeur qui atteindra le toit des argiles vertes, compris blindage ou talutage si nécessaire (voir chapitre terrassements) ;
- La mise en place d'un lit de forme en gravier, compris mise à niveau avec légère pente (environ 1%) en direction de l'exutoire prévu ;
- La fourniture et pose d'un drain annelé perforé en PEHD ou PVC Ø100 mm, enveloppé d'un géotextile filtrant ;



- La mise en œuvre d'une membrane géotextile enrobant l'ensemble de la tranchée ;
- La pose des regards de contrôle ou de jonction à intervalles réguliers ;
- La fourniture et la mise en œuvre de couches filtrantes en sable de rivière, gravillon et graviers ;
- La mise en place d'une membrane géotextile au-dessus de la dernière couche drainante ;
- La mise en œuvre d'une couche support en grave non traitée ou en béton drainant, avec la pose d'une géogrille. La couche support doit permettre le passage de véhicules ;
- La mise en œuvre d'une couche de pose en sable stabilisé et d'un revêtement suivant les prescriptions de l'agence AM Patrimoine ;
- Toutes sujétions de raccordement au puits perdu ;
- Toutes les sujétions de raccordement provisoire et mise en service du drain par tronçons, au regard du phasage des travaux par tranches (voir prescriptions agence A&M Patrimoine).

*Localisation : En amont du bâtiment de la MABA, suivant plans de projet structure*

#### **2.b.4 Création d'un puits perdu**

Création d'un puits perdu pour l'évacuation des eaux collectées par la tranchée drainante en amont de la MABA. Le puits sera situé au sud de la MABA, dans l'emprise du parc de la Maison Nationale des Artistes. La localisation définitive sera arrêtée en phase chantier, en concertation avec l'équipe de maîtrise d'œuvre et le maître d'ouvrage, sur la base de sondages complémentaires de reconnaissance du sol dans la zone projetée. Les travaux comprendront :

- La réalisation d'investigations complémentaires sur le sol, dans la zone projetée du puits. Les sondages comprendront des forages de reconnaissance de la nature des sols, ainsi que des essais de perméabilité sur des échantillons prélevés ;
- La réalisation de l'excavation du puits (profondeur à arrêter en fonction des essais préalables sur les sol) ;
- La pose d'un géotextile sur paroi et fond ;
- La mise en place de buses cylindriques perforées en béton ou en PVC ;
- La mise en œuvre de lits de graviers (40/80 mm), autour des buses et au fond du puits (hauteur 30 à 50 cm) ;
- Toutes sujétions de raccordement du tuyau de la tranchée drainante en partie haute du puits.

*Localisation : En aval du bâtiment de la MABA, suivant plans de projet structure*

#### **2.b.5 Mise en œuvre d'une barrière antiracinaire**

Mise en œuvre d'une protection par écran antiracinaire, située au droit des façades nord de la MABA et du bâtiment d'accueil, le long de la tranchée drainante projetée, suivant les prescriptions du rapport G2-PRO (ECR, juillet 2024).

Les travaux comprendront :

- L'implantation précise du tracé de la barrière antiracinaire en coordination avec le plan de masse du bâtiment et les arbres concernés ;

- La fourniture d'une barrière antiracinaire (PEHD, géotextile armé, gros béton ou film polyester), imputrescible, résistant à la perforation et aux UV ;
- La pose verticale de la barrière contre la paroi de la tranchée, côté végétation, compris recouvrement entre lés et fixation haute ;
- Le remblai de la tranchée avec les matériaux extraits si compatibles ou avec des matériaux rapportés ;
- Le compactage soigné par couches successives de 20 cm ;
- Le nivellement et la réfection de l'état de surface.

*Localisation : Au droit des façades nord de la MABA et du bâtiment d'accueil, suivant plans de projet structure*

### **2.b.6 Reprise en sous œuvre du linéaire nord du mur d'enceinte**

Reprise en sous-œuvre de la partie centrale du linéaire nord du mur d'enceinte, au droit du portail d'entrée et des zones de fissuration des maçonneries. La reprise en sous-œuvre sera réalisée par fondations superficielles, constituées d'une longrine et semelle en béton. L'ancrage des fondations respectera les prescriptions du rapport G2-PRO de ECR Environnement (juillet 2024), à savoir :

- Ancrage d'au moins 30 cm dans les remblais compacts ou dans les éboulis / marnes supragypseuses compacts ;
- Encastrement de 1,2 m minimum par rapport au niveau du sol extérieur.

Au regard des variations du niveau de sol entre les côtés intérieur et extérieur du mur d'enceinte, il est préconisé de procéder à la reprise en sous-œuvre du mur du côté le plus bas du mur d'enceinte afin de limiter l'envergure des terrassements. Aussi, la partie ouest du linéaire sera reprise depuis l'intérieur du site (hormis le linéaire situé au droit du groupe électrogène). La reprise de la partie orientale du linéaire sera quant à elle privilégiée depuis l'extérieur du site.

Les travaux comprendront :

- La réalisation des études d'exécution nécessaires au dimensionnement définitif des structures, compris mission géotechnique G3, notes de calcul, plans de ferrailage et de coffrage, méthodologies d'intervention, phasage détaillé des passes ;
- Toutes sujétions d'étalement et de balisage de sécurité, notamment dans le domaine public, au préalable de la conduite des travaux de reprise en sous-œuvre ;
- Toutes sujétions de demandes d'autorisation de voirie nécessaires à la conduite des travaux ;
- Le dégagement préalable des aménagements immédiats qui entravent la conduite des travaux de reprise en sous-œuvre ;
- La réalisation des terrassements par fouilles en rigole à l'avancement des travaux de reprise en sous-œuvre, compris blindage des fouilles ;
- La révision des maçonneries de fondation par enlèvement des racines, remaillage et rejointoiement.





La révision comprendra un remaillage préalable des maçonneries de soubassement présentant une désorganisation, avant le démarrage des reprises en sous-œuvre.

- La réalisation de semelles et longrines filantes, sous les fondations existantes du mur d'enceinte, par passes alternées et jointives, compris ferrailage, coffrage et bétonnage. Les passes exécutées ne dépasseront pas 1,20 m de longueur, compris refouillements complémentaires pour garantir la jonction et la continuité entre les passes (recouvrement des armatures entre les passes). L'entreprise en charge des travaux s'attachera par ailleurs à respecter un temps de prise suffisant du béton entre les passes ;
- Le remblaiement des terres à l'avancement de la mise en œuvre des reprises en sous-œuvre.

Le béton armé des fondations aura les caractéristiques techniques minimales suivantes :

- Classe de résistance : C30/37
- Classe d'exposition : XC2
- Classe de consistance : Minimum S4
- Dosage ciment : 350 kg/m<sup>3</sup>
- Ciment spécifique pour fondations CEM III en dosage E/C (eau/ciment) : 0,5
- Nuance acier : Fe 500 – Haute adhérence

Nota : L'entreprise en charge du marché devra une obligation de moyens afin de maintenir l'accès pompier au niveau du portail nord durant toute la durée des travaux.

*Localisation : Portion centrale du linéaire nord du mur d'enceinte, suivant plans de projet structure*

### 3. STRUCTURE EN MAÇONNERIE / GROS-ŒUVRE

#### 3.1 Reconstruction de l'emmarchement sud

Reconstruction dito existant de l'emmarchement existant de la façade sud, dans le cadre des travaux de reprise en sous-œuvre de la MABA.

Les travaux comprendront :

- La réalisation des études d'exécution (notes de calcul, plan de ferrailage et de coffrage) ;
- La création de nouvelles fondations consistant en des semelles filantes en béton armé liées par des longrines transversales, compris terrassements préalables ;
- L'exécution d'une structure en béton armé support du nouvel emmarchement, comprenant voiles et dalles, compris coffrage, ferrailage et bétonnage. Un joint de fractionnement sera prévu entre les structures et infrastructures du nouvel emmarchement et la façade sud de la MABA ainsi que sa reprise en sous-oeuvre.

La finition de l'emmarchement sera conforme aux prescriptions de l'agence A&M Patrimoine. Les marches déposées en pierre de taille seront reposées compris restauration préalable et compléments en pierre de même nature, selon nécessités.

*Localisation : Emmarchement sud de la MABA, suivant plans de projet*

#### 3.2 Assainissement et remaillage des maçonneries du sous-sol de la MABA

L'assainissement des maçonneries du sous-sol intégrera la purge de l'ensemble des mortiers en ciment et des mortiers présentant une faible adhérence ou une pulvérulence. Après séchage des maçonneries, un rejointoiement complet et une application d'un nouvel enduit, à base de mortier de chaux naturelle, seront réalisés sur la totalité des parements du sous-sol.

Les travaux comprendront par ailleurs un remaillage avancé des maçonneries verticales du sous-sol, en recherche, suivant état sanitaire préalable. L'intervention intégrera la dépose des matériaux instables, le relancis de moellons de nature similaire à l'existants, le remplacement des pierres présentant une altération importante, l'injection de coulis de chaux à faible pression et le rejointoiement des maçonneries dans les zones désorganisées.

*Localisation : Sous-sol de la MABA ensemble des parements verticaux en maçonnerie, suivant état sanitaire*

#### 3.3 Renforcement de voûte

Renforcement structurel d'une voûte du sous-sol de la MABA par la mise en œuvre d'un contre-voile en béton armé, scellé à la maçonnerie verticale existante. Le dispositif de renfort vise à reprendre les poussées horizontales exercées par la voûte sur le mur d'appui, dont l'épaisseur est insuffisante.

Les travaux comprendront :

- La réalisation d'études d'exécution pour le dimensionnement définitif du renfort ;



- La préparation du support, compris dépose de l'enduit ;
- Toutes les sujétions d'étaie provisoire des structures ;
- Le remaillage préalable de la maçonnerie existante de l'appui de la voûte ;
- Le scellement de barres métalliques dans la maçonnerie existante pour liaisonnement du voile projeté ;
- La création d'un contre-voile en béton armé, liaisonnés aux aciers scellés dans la maçonnerie et dans les fondations, compris toutes sujétion de coffrage, de ferrailage et de bétonnage.

Une attention particulière sera portée sur la formulation du béton du contre-voile qui sera en contact avec la maçonnerie existante. L'utilisation d'un ciment à faible taux de sulfates sera ainsi privilégiée (ciment SR3).

*Localisation : Voûte du sous-sol de la MABA, suivant plans de projet structure*

### **3.4 Création de dalles portées**

Réalisation d'une dalle portée en béton armé, en plancher-bas du niveau sous-sol de la MABA. Les dalles devront assurer une portance de 4 kN/m<sup>2</sup> pour l'exploitation souhaitée par le maître d'ouvrage (ateliers et stockage).

Les travaux comprendront :

- La réalisation des études d'exécution pour le dimensionnement des dalles, compris notes de calcul, plans de coffrage et d'armatures, méthodologie de mise en œuvre ;
- La réalisation des terrassements par moyens adaptés, pour égalisation des niveaux ;
- Le refouillement localisé des maçonneries pour la création de saignées et d'empochements pour la mise en œuvre des appuis de la dalle ;
- Le coffrage horizontal, compris toutes sujétions d'étaie, de réservations pour évacuations, canalisations, gaines avant ferrailage.
- La mise en œuvre du ferrailage, compris attentes dans les appuis et treillis soudés, suivant notes de calcul ;
- Coulage continu des dalles, compris mise en vibration et lissage de surface (taloche mécanique ou manuelle).
- Toutes sujétions de cure, de décoffrage et de finition.

Le béton armé des dalles aura les caractéristiques techniques minimales suivantes :

- Classe de résistance : C30/37
- Classe d'exposition : XC2
- Classe de consistance : Minimum S4
- Dosage ciment : 350 kg/m<sup>3</sup>
- Ciment spécifique pour fondations CEM III en dosage E/C (eau/ciment) : 0,5
- Nuance acier : Fe 500 – Haute adhérence

*Localisation : Planchers-bas du niveau sous-sol de la MABA, suivant plans de projet structure*

### 3.5 Comblement et création de trémies

- Création de trémies complémentaires dans la voûte existante formant plancher-haut de la galerie souterraine du sous-sol de la MABA, pour les besoins de travaux de reprise en sous-œuvre et de comblement par remblais. Les travaux comprendront les étalements et protections préalables, la dépose soignée de la maçonnerie formant voûte et l'évacuation des gravois avec conservation de moellons pour emploi. Les trémies devront comprendre toute la largeur de la galerie (toute la portée de la voûte)
- Comblement des trémies créées après la réalisation des travaux de reprise en sous-œuvre et de comblement par remblais, par la création de dalles portées en béton armé, empochées dans les maçonneries adjacentes.
- Réalisation d'un chevêtre pour la création d'une trappe d'accès définitive à la galerie voûtée. Le chevêtre sera constitué d'un cadre en béton armé, compris empochements dans la maçonnerie existante. Il sera muni d'une trappe en bois ou en métal, avec capot à charnières ou amovible.

*Localisation : Voûte de la galerie souterraine au sous-sol de la MABA*

### 3.6 Révision des dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux pluviales

Révision des réseaux suivant résultats du diagnostic complémentaire des réseaux enterrés. Les travaux comprendront le remplacement des linéaires présentant des altérations (fissuration, effondrement, déboîtement), afin d'éviter toutes infiltrations d'eaux dans les sols autour de la MABA. Les travaux intégreront par ailleurs une révision des dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux pluviales du bâtiment de la MABA suivant les préconisations de l'agence A&M Patrimoine.

*Localisation : Ensemble de la MABA*

### 3.7 Refichage de maçonnerie

L'intervention concerne en particulier la partie du linaire nord qui présente une désolidarisation entre la pierre de taille formant chaînage et la maçonnerie courante en moellons équarris. Les travaux comprendront l'étalement provisoire de la structure, le remplacement des pierres fracturées, le cloutage par tirants forés dans la maçonnerie afin de lier le chaînage aux parties courantes. Des compléments de renfort par goudonnage en joncs de fibre de verre ou de carbone pourront être réalisés.

*Localisation : Portion centrale du linéaire nord du mur d'enceinte*

### 3.8 Révision des arases

Révision en recherche des arases des murs de clôture par dépose préalable des éléments instables, révision des maçonneries d'assise, reprise du dispositif de protection dito existant (glacis ou couvertine).

*Localisation : Portion centrale du linéaire nord du mur d'enceinte, en recherche suivant état sanitaire*





### 3.9 Traitement des fissures

- Remaillage et traitement des fissures profondes par dégagement des fissures, remaillage en recherche des maçonneries attenantes, injection de mortier structurel et goujonnage.
- Un refichage / harpage en continuité de l'ensemble des maçonneries sera réalisé pour les fissures d'envergures importantes

*Localisation : Portion centrale du linéaire nord du mur d'enceinte, en recherche suivant état sanitaire*

## VIII. RÉFÉRENCES ET SUIVI

### > DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- Rapport de diagnostic - A&M Patrimoine et So Far Architecte - 2017
- Rapport Géotechnique G5-G2 AVP - Semofi - 2018
- Rapport géotechnique G5-G2AVP - ECR Environnement - 2023
- Rapport géotechnique G2-PRO - ECR Environnement - 2024

### > SUIVI

Document réalisé par : Michele Cirillo, Narjisse Fousi, Houssem Dlala

Relecture réalisée par : Houssem Dlala

## IX. ANNEXES

- Annexe 01 : Pièces graphiques - plans projet structure
- Annexe 02 : Note d'hypothèses
- Annexe 03 : Rapport Géotechnique G2 PRO - ECR Environnement, 07/2024
- Annexe 04 : Diagnostic réseaux - DRIM, 09/2024

