

DIAG-FAISABILITÉ

STRUCTURE RAPPORT

Maîtrise d'ouvrage	OPPIC 30 rue du Château des Rentiers CS 61336 75647 PARIS Cedex 13
Architecte en Chef des Monuments Historiques	Patrick PONSOT 20 rue Porte-Côté 41 005 BLOIS
Bureau d'études	PARICA 21, rue du Laos 75015 PARIS T : 01.48.51.79.65

Indice	Date	Révision
0	11/02/2020	Première édition
1	13/03/2020	Compléments sur faisabilité ascenseur (chap.5.5), suite remarque MOA du 11/03/2020
2	09/04/2020	Mise à jour selon rapport géotechnique version A du 06/04/2020
3	08/07/2022	Mise à jour en début d'étude de maîtrise d'œuvre – zone A supprimée

SOMMAIRE

0 INTRODUCTION	3
1 DOCUMENTS ET VISITES	3
1.1 DOCUMENTS	3
1.2 VISITES.....	3
2 REPERAGE ET NOMENCLATURE.....	4
2.1 REPERAGE ET NOMENCLATURE	4
3 INVESTIGATIONS	5
3.1 SOLS ET FONDATIONS	5
3.1.1 CAMPAGNE.....	5
3.1.2 RESULTATS	5
3.2 SUPERSTRUCTURES.....	5
3.2.1 CAMPAGNE.....	5
3.2.2 RESULTATS	5
4 ZONE B	6
4.1 PRINCIPES CONSTRUCTIFS	6
4.1.1 INFRASTRUCTURES	6
4.1.2 SUPERSTRUCTURES	6
4.2 DESORDRES.....	6
4.3 CALCULS DE VERIFICATION	6
4.3.1 FONDATIONS.....	6
4.3.2 PLANCHERS	7
4.4 DIAGNOSTIC	8
4.4.1 FONDATIONS.....	8
4.4.2 PLANCHERS	8
4.5 FAISABILITE	9
5 ZONE C	10
6 CONCLUSION.....	10
7 ANNEXES	10

0 Introduction

Le château de Fontainebleau (Seine et Marne), a pour maître d'ouvrage l'EPCF.

Le vestibule Serlio, fait l'objet d'un projet de réaffectations de locaux, et de création d'un ascenseur.

La maîtrise d'ouvrage déléguée de cette étude est assurée par l'OPPIC.

La direction de cette étude est assurée par Patrick Ponsot, Architecte en Chef des Monuments Historiques.

PARICA intervient aux côtés de Patrick Ponsot, en qualité de BET TCE.

Le présent rapport a pour objet le diagnostic des structures des zones concernées par le projet, et les interventions à prévoir.

À cet effet, nous avons procédé à :

- L'analyse des documents existants,
- Des visites pour examens visuel et relevés,
- La définition et l'analyse d'investigations, portant essentiellement sur les sols et fondations,
- Des calculs de vérification de planchers existants par rapport aux charges prévisionnelles du projet d'aménagement,
- Des calculs de descentes de charges à l'état existant et à l'état projeté,
- La définition de principes de renforts et d'ouvrages neufs à prévoir pour le projet.

Ce rapport présente :

- Les principes constructifs du bâtiment et les désordres qui l'affectent,
- Les résultats des investigations,
- Notre analyse des résultats,
- Les interventions à prévoir dans le cadre du projet d'aménagement,
- Les investigations complémentaires à prévoir.

1 Documents et visites

1.1 DOCUMENTS

Les documents suivants, concernant la structure du bâtiment, nous ont été transmis :

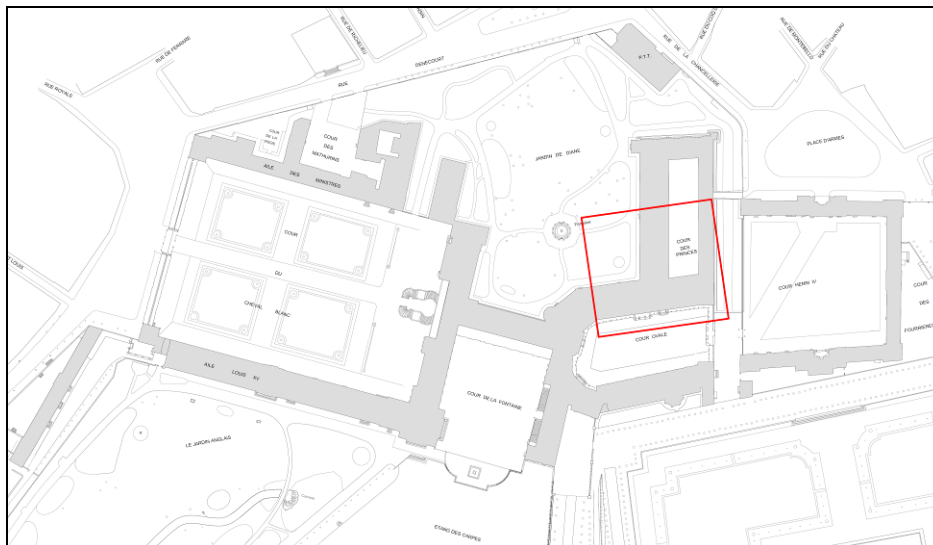
- Documents de Patrick Ponsot, ACMH :
 - Étude patrimoniale du vestibule Serlio de janvier 2019,
 - L'étude de diagnostic de décembre 2019,
 - Les plans d'état existant de décembre 2019,
 - Les plans de projet de février 2020,
- Documents de BMI :
 - Notice structure intitulée « schéma directeur – notice structure – phase 2 : schéma directeur » indice 0 du 6 décembre 2013,
 - Rapport de synthèse intitulé « études d'un schéma directeur – phase TC : quartier des princes » – notice structure – complément indice B du 10 juillet 2015,

1.2 VISITES

Nous avons réalisé les visites suivantes, pour examens visuels et relevés :

- 15/10/2019, visite systématique des locaux concernés par le projet,
- 21/11/2019, réunion de lancement des investigations avec les entreprises désignées, et relevés complémentaires,
- 18/12/2019 et 07/01/2020, examen et relevés des sondages de superstructure, examen des fouilles de reconnaissances de fondations.

2.1 REPERAGE ET NOMENCLATURE



Château de Fontainebleau – repérage de la zone objet de l'étude – plan de localisation de Patrick Ponsot



Vestibule Serlio – repérage des zones objet de l'étude de structure – plan de rez-de-chaussée de Patrick Ponsot

- Zone B : du sous-sol à l'entresol du 1^{er} étage, création d'un ascenseur
- Zone C : du sous-sol à l'entresol du rez-de-chaussée, diagnostic de structure et fondations

3 Investigations

La réunion de lancement des campagnes de sondages et investigations s'est tenue sur place le 15 octobre 2019.
Les investigations se sont déroulées aux mois de décembre 2019 et janvier 2020.

3.1 SOLS ET FONDATIONS

3.1.1 Campagne

La définition des investigations a fait l'objet de la note descriptive d'investigations géotechniques de PARICA, du 22 novembre 2019.

L'entreprise attributaire du marché d'investigations a été Fondasol.

Les investigations ont consisté en :

- La réalisation de forages avec essais pressiométriques,
- La pose d'un piézomètre,
- La réalisation de fouilles de reconnaissance de fondations,
- La réalisation d'essais de laboratoire pour caractérisation des sols.

3.1.2 Résultats

Les résultats de la campagne font l'objet du rapport géotechnique de Fondasol n°PR.77GT.18.0196 - 001 version A du 6 avril 2020, annexé au présent rapport.

Les sols d'assise du bâtiment sont constitués, depuis le niveau actuel du rez-de-chaussée, situé à la cote 74,30 NGF env., par :

- Des remblais, de qualité faible à médiocre, sur environ 2 à 4 m de profondeur,
- Le marno-calcaire de Brie, de qualité médiocre à moyenne, sur 1 à 4 m de profondeur,
- Les marnes vertes, de qualité très bonne, au-delà.

Le niveau de la nappe a été identifié à environ 4,50 à 5,00 m de profondeur par rapport au niveau du rez-de-chaussée.

Les fouilles de reconnaissance de fondations ont permis d'observer des fondations filantes en maçonnerie de moellons, comportant des débords, à différentes profondeurs.

Le bâtiment est fondé superficiellement, pour partie dans le faciès constitué par les remblais, et pour partie dans le faciès constitué par le marno-calcaire de Brie.

La contrainte admissible à la base des fondations existantes ancrées dans les remblais est très faible (non quantifiée par le géotechnicien, valeurs non significatives compte-tenu de l'hétérogénéité des remblais).

La contrainte admissible ELS à la base des fondations existantes ancrées dans le marno-calcaire de Brie est de l'ordre de 0,3 MPa.

3.2 SUPERSTRUCTURES

3.2.1 Campagne

La définition des investigations a fait l'objet de la note descriptive maçonnerie/gros-cœur de PARICA, 15 octobre 2019.

L'entreprise attributaire du marché d'investigations a été Charpentier PM.

Les investigations ont consisté en :

- Des reconnaissances de murs,
- Des reconnaissances de structure de planchers.

3.2.2 Résultats

Les résultats des observations sont intégrés à la description des principes constructifs et désordres ci-après.

Le repérage des sondages de planchers fait l'objet de l'annexe 1 au présent rapport.

4 Zone B

4.1 PRINCIPES CONSTRUCTIFS

La synthèse des principes constructifs font l'objet de l'annexe 3 au présent rapport.

Cette zone présente les particularités suivantes :

- Zone située à l'articulation du vestibule Serlio et du quartier des Princes, ayant subi des transformations successives,
- Zone adossée au refend de la cage de l'escalier de la Minerve, qui est un escalier en pierre appareillé, voûté en encorbellement.

4.1.1 Infrastructures

Cette zone comporte une galerie technique en sous-sol.

Les fouilles de reconnaissance ont permis de reconnaître partiellement les ouvrages d'infrastructure.

- Façade sur cour des Princes : mur en maçonnerie de moellons, fondé superficiellement dans le faciès constitué par le marno-calcaire de Brie, à une profondeur d'env. 2,35 à 2,50 m,
- Refend transversal en pan de bois : assise en maçonnerie de moellons grossièrement appareillée, fondée superficiellement dans les remblais, à une profondeur d'environ 1,40 m.
- Mur nord de la galerie : mur en maçonnerie de moellons, présent uniquement dans la hauteur du sous-sol, fondation non reconnue,
- Mur sud de la galerie : mur de fondation du refend de l'escalier de la Minerve, fondation non reconnue, mais vraisemblablement fondé superficiellement le faciès constitué par le marno-calcaire de Brie.

Un forage au travers du mur de fondation du refend de l'escalier a permis de détecter un vide franc de grande longueur sous le palier du rez-de-chaussée. Il pourrait s'agir d'une ancienne fosse, qui apparaît sur un plan ancien des caves du château.

Le plancher haut de la galerie de sous-sol est une dalle en béton portant entre murs de la galerie.

4.1.2 Superstructures

Les murs sont constitués par :

- Murs en maçonnerie :
 - Mur séparatif avec la galerie des Cerfs,
 - Façade sur cour des Princes,
 - Refend transversal de l'aile des Princes au nord,
 - Refend transversal de l'escalier de la Minerve au sud.
- Murs en pan de bois :
 - Refend transversal intermédiaire, manifestement crée lors d'une modification de la zone, vraisemblablement à l'occasion de la création de niveaux d'entresols dans l'aile des Princes,
 - Murs d'échiffre des escaliers d'accès aux entresols.

Les planchers d'étages sont des planchers à structure bois, de sens de portée multiples (voir annexe 2). Certaines travées ont été reprises à neuf.

Le refend transversal en pan de bois recoupe la portée de la travée de plancher du 1^{er} étage.

Les sondages en plancher du 1^{er} étage avaient, entre autres, pour objectif de détecter la présence d'éventuels tirants ou chaînages métallique, susceptible de participer à la stabilité du palier voûté en encorbellement du 1^{er} étage de l'escalier de la Minerve. Nous n'avons pas observé d'élément de ce type.

4.2 DESORDRES

Nous avons pu observer quelques légères fissurations verticales et obliques en refends en maçonnerie.

Les sondages n'ont pas fait apparaître de dégradations de pans de bois ni de planchers.

4.3 CALCULS DE VERIFICATION

4.3.1 Fondations

Des calculs de descentes de charges sur le mur de refend de l'escalier de la Minerve ont été effectués à l'état existant.

Les ordres de grandeur des résultats sont de l'ordre de 35 à 40 t/ml, soit une contrainte d'environ 0,35 à 0,4 MPa.

La contrainte existante est supérieure à la capacité des sols d'assise.

4.3.2 Planchers

Des calculs de vérifications des planchers ont été réalisés, sur la base des relevés des sondages.

- Plancher haut du rez-de-chaussée :
 - Hypothèses :
 - Bois D30
 - Solives 15x20, entraxe 35 cm,
 - Portée 4,50 m,
 - Charges permanentes (hors poids propre des bois) : env. 240 daN/m²,
 - Charges d'exploitation : 450 daN/m² (réserves).
 - Résultats :
 - Contrainte de l'ordre de 8 MPa,
 - Flèche sous charge totale de l'ordre du 1/320 de la portée,
 - Flèche sous charge d'exploitation seule de l'ordre du 1/550 de la portée.
- Plancher haut de l'entresol du rez-de-chaussée :
 - Hypothèses :
 - Bois D30,
 - Solives 27x20, entraxe 40 cm,
 - Portée 2,90 m (travée recoupée par refend en pan de bois),
 - Charges permanentes (hors poids propre des bois) : env. 130 daN/m²,
 - Charges d'exploitation : 400 daN/m² (musée).
 - Résultats :
 - Contrainte de l'ordre de 2 MPa,
- Plancher haut du premier étage :
 - Solives
 - Hypothèses :
 - Bois D30,
 - Solives 8,5 x 13, entraxe 33 cm,
 - Portée env. 2,50 m,
 - Charges permanentes (hors poids propre des bois) : env. 320 daN/m²,
 - Charges d'exploitation : 450 daN/m² (réserves).
 - Résultats :
 - Contrainte env. 9 MPa,
 - Flèche sous charge totale de l'ordre du 1/300 de la portée,
 - Flèche sous charges d'exploitation seules de l'ordre du 1/500 de la portée.
 - Poutres maîtresses
 - Hypothèses :
 - Bois D30,
 - Poutre 38 x 37 min, entraxe 2,80 m,
 - Portée env. 5,30 m,
 - Charges permanentes : env. 360 daN/m²,
 - Charges d'exploitation : 450 daN/m² (réserves).
 - Résultats :
 - Contrainte env. 14 MPa,
 - Flèche sous charge totale de l'ordre du 1/300 de la portée,
 - Flèche sous charges d'exploitation seules de l'ordre du 1/600 de la portée.
- Plancher haut de l'entresol du 1^{er} étage :
 - Hypothèses :
 - Bois D30
 - Solives 24x24, entraxe 30 cm,
 - Portée 5,30 m,
 - Charges permanentes (hors poids propre des bois) : env. 160 daN/m²,
 - Charges d'exploitation : 450 daN/m² (réserves).
 - Résultats :
 - Contrainte de l'ordre de 6 MPa,
 - Flèche sous charge totale de l'ordre du 1/500 de la portée,
 - Flèche sous charge d'exploitation seule de l'ordre du 1/1000 de la portée.

4.4 DIAGNOSTIC

4.4.1 Fondations

- **Façade sur cour des Princes :**
La contrainte existante en pied de fondation est admissible par les sols d'assise.
- **Refend transversal en pan de bois :**
La fondation du refend transversal est ancrée dans les remblais, et est de nature assez précaire.
Cela étant, compte-tenu du faible poids sur le refend, et de l'absence de signe de tassement, en l'état actuel, nous considérons que la fondation est satisfaisante.
Il conviendra néanmoins de prévoir une reprise de fondations en cas de modifications.
- **Refend de l'escalier de la Minerve :**
La contrainte existante en pied de fondation est supérieure à la capacité des sols d'assise.
Cela étant, nous n'avons pas relevé de signe flagrant de tassement récent de ce refend.
Dans ces conditions nous considérons que les fondations du refend sont satisfaisantes pour l'utilisation actuelle.
Néanmoins, tout ajout de charge sur les refends pourra susciter des tassements, auquel cas il est raisonnable de prévoir des interventions ponctuelles de reprise des fondations, au droit des augmentations de charges en fondation.
Par ailleurs, la base de la fondation n'a pas pu être observée compte tenu de l'exiguïté de la galerie de sous-sol, et la présence d'un vide sous le palier du rez-de-chaussée a une influence sur la capacité portante de la fondation.
Il sera nécessaire de préciser le diagnostic par la reconnaissance de l'ancienne fosse présumée, et si possible, de la base de la fondation.

4.4.2 Planchers

Des calculs de vérifications des planchers ont été réalisés, sur la base des relevés des sondages.

- **Plancher haut du rez-de-chaussée :**
 - La travée de plancher est satisfaisante par rapport à l'utilisation actuelle.
- **Plancher haut de l'entresol du rez-de-chaussée :**
 - La travée de plancher est satisfaisante par rapport à l'utilisation actuelle.
 - La très faible valeur de contrainte calculée provient du fait que cette travée a été manifestement recoupée par le refend en pan de bois.
- **Plancher haut du premier étage :**
 - Solives
 - Satisfaisantes par rapport à l'utilisation actuelle.
 - Poutres maîtresses
 - Contraintes supérieures aux contraintes admissibles, un renforcement est à prévoir.
- **Plancher haut de l'entresol du 1^{er} étage :**
 - La travée de plancher est satisfaisante par rapport à l'utilisation actuelle.

4.5 FAISABILITE

Le projet prévoit :

- La création d'un ascenseur du rez-de-chaussée au 1^{er} étage, devant impérativement préserver le fonctionnement de galerie technique du sous-sol,
- La création d'un palier d'entresol du rez-de-chaussée,
- La démolition partielle du plancher du 1^{er} étage, et la création d'un palier neuf,
- La création de baie en refend transversal en pan de bois,
- Le réaménagement partiel des locaux en sanitaires, à l'entresol du rez-de-chaussée et au 1^{er} étage,

Le parement sud, de la galerie du sous-sol, est constitué par la fondation du refend de l'escalier de la Minerve. Le parement de la fondation règne avec le parement en élévation.

La préservation du fonctionnement de la galerie, dont la largeur de passage et la hauteur sont très faibles, interdit la possibilité de création de nouveau point porteur vertical côté sud, ou de retombée de poutre.



Extrait de la coupe transversale 25B de Patrick Ponsot

Par conséquent, l'implantation projetée de l'ascenseur nécessite que la cage soit portée partiellement par le refend de l'escalier de la Minerve, et ne permet pas un mode de fondation indépendant de l'existant.

Dans ces conditions, nous proposons de fonder la cage superficiellement, au même niveau que les fondations existantes, en reportant la majorité des charges côté nord, afin de limiter le rechargement le refend de l'escalier de la Minerve.

Nous proposons donc les interventions suivantes :

- Ascenseur :
 - Cage 3 faces en béton armé,
 - Noyau porteur côté nord, y compris support de machinerie,
 - Voiles latéraux empochés à tous les niveaux dans refend de l'escalier de la Minerve, avec minimisation des ajouts de charges,
 - Cuvette suspendue en partie supérieure de la galerie de sous-sol,
- Refend en pan de bois :
 - Démolition et remplacement par voile de la cage, et charpente métallique toute hauteur au droit de l'ouverture créée à l'entresol,
- Planchers :
 - Conservation des planchers existants, et renforts au droit des zones réaménagées en pièces humides,
 - Découpage et réassemblage des éléments conservés sur ouvrages neufs,
 - Planchers neufs portant entre murs existants et cage d'ascenseur projetée.
- Fondations du refend de l'escalier de la Minerve :
 - Reprise en sous-œuvre au droit de la zone d'influence des charges rapportées par la cage d'ascenseur,
- Fondations du refend en pan de bois :
 - Démolition et reprise à neuf au droit des zones modifiées.

Il sera nécessaire de compléter le diagnostic des fondations du refend de l'escalier de la Minerve en phase projet, et de reconnaître l'éventuelle ancienne fosse, pour étudier précisément le mode de reprise de fondation à prévoir.

5 Zone C

Les reconnaissances par sondages n'ont pas été possibles dans cette zone, compte-tenu de l'occupation des locaux.
Le diagnostic de cette zone sera réalisé dans une phase ultérieure.

6 Conclusion

La mission de diagnostic/faisabilité avait pour objectif :

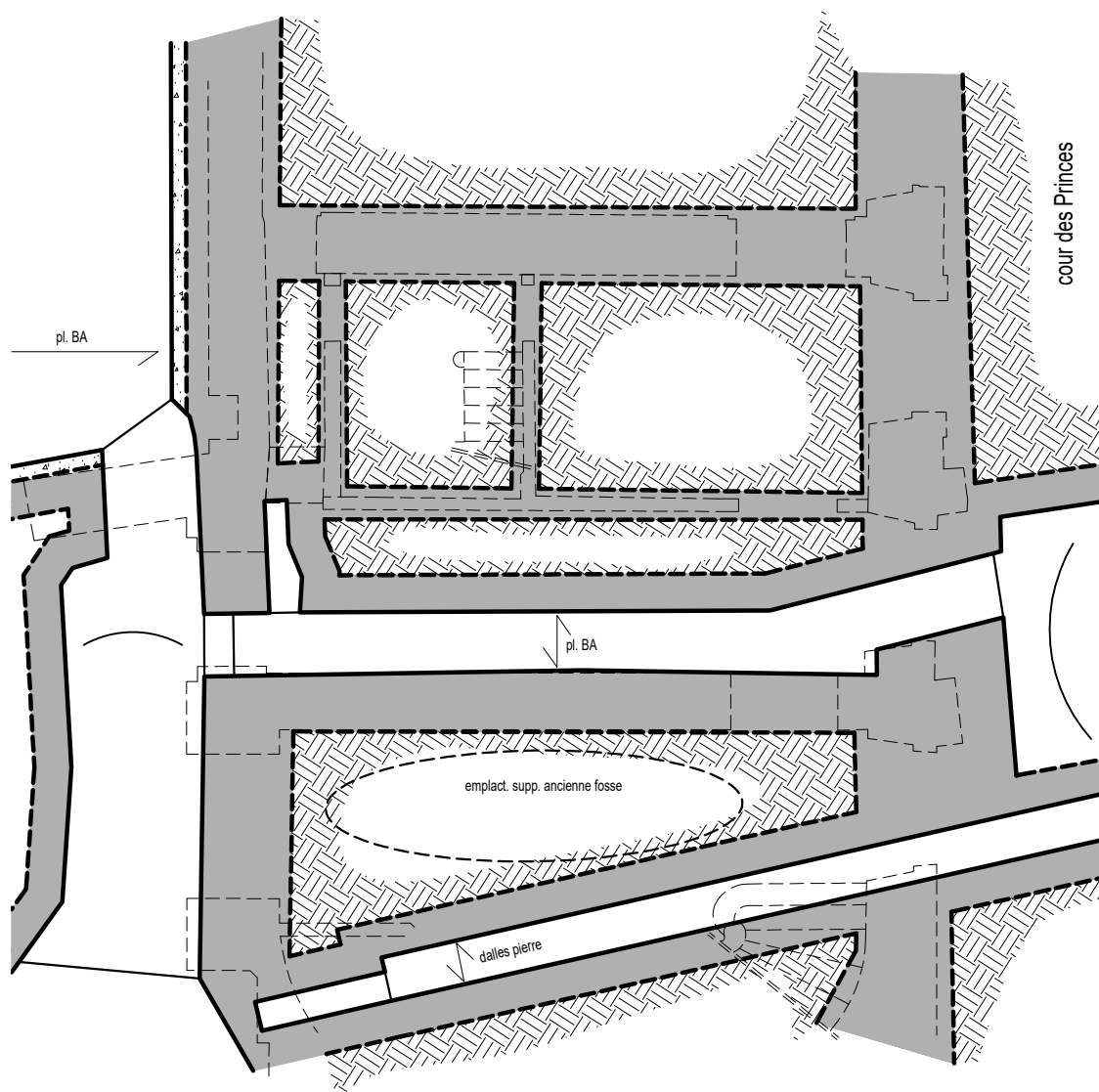
- De dresser un état des lieux des structures des zones concernées par le projet,
- De définir les principes constructifs des ouvrages à prévoir dans le cadre du projet de réaménagement.

Les études et investigations réalisées ont permis :

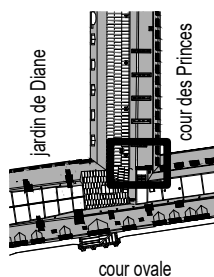
- L'identification des principes constructifs de l'existant,
- La définition d'interventions nécessaires à la confortation de l'existant,
- La définition d'investigations complémentaires à prévoir pour préciser le diagnostic,
- La définition des principes de structure à programmer dans le cadre du projet de réaménagement.

7 Annexes

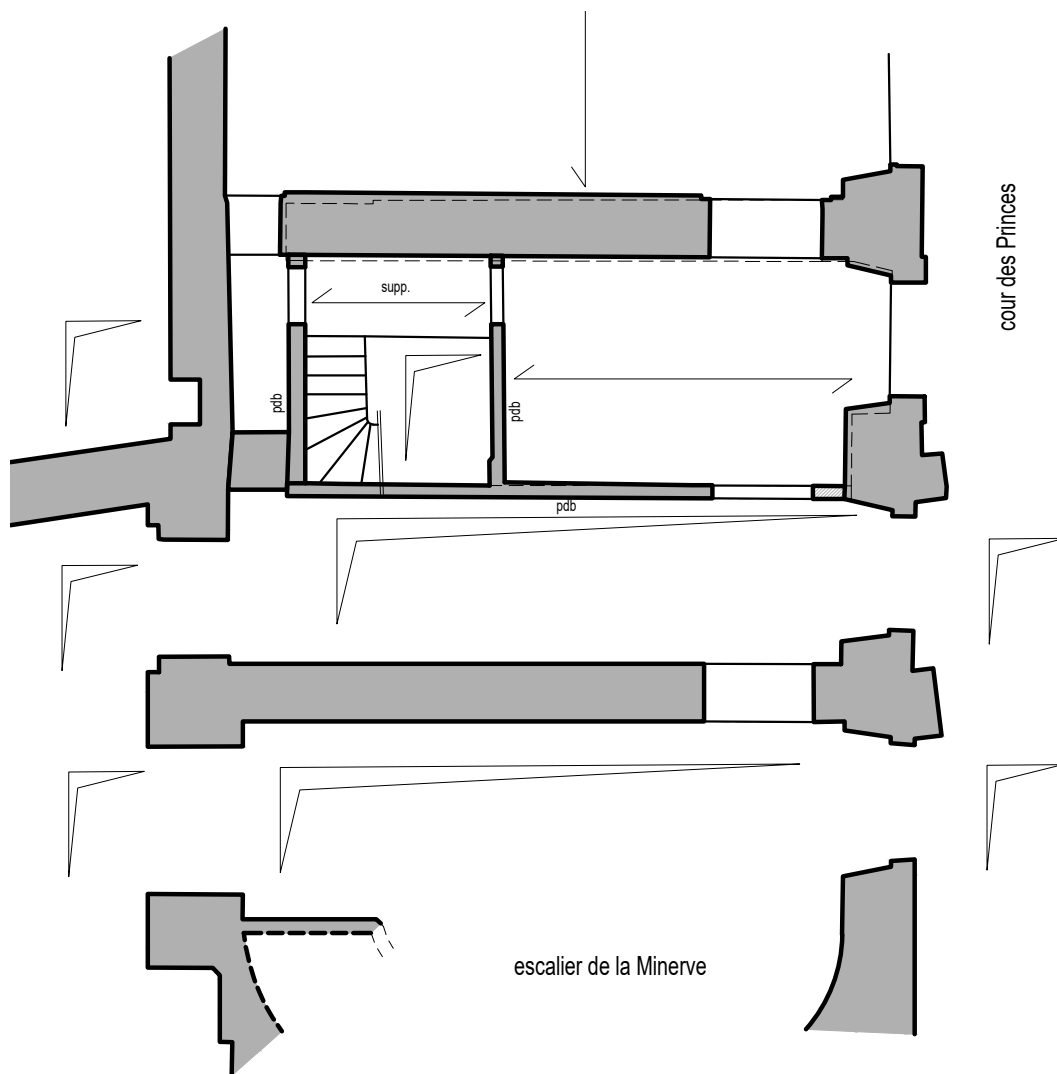
- Annexe 1 : repérage des sondages de reconnaissance de planchers
- Annexe 2 : zone B – principes constructifs de l'existant
- Annexe 3 : zone B – principes constructifs du projet
- Annexe 4 : rapport géotechnique de Fondasol n°PR.77GT.18.0196 - 001 version A du 06/04/2020



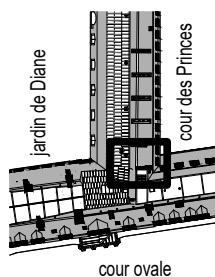
légende	
	élément principal bois (sauf mention contraire)
	solivage bois (sauf mention contraire) + solives d'enchevêtrement et chevêtres
	maçonnerie
	pan de bois
	béton
	voûtement



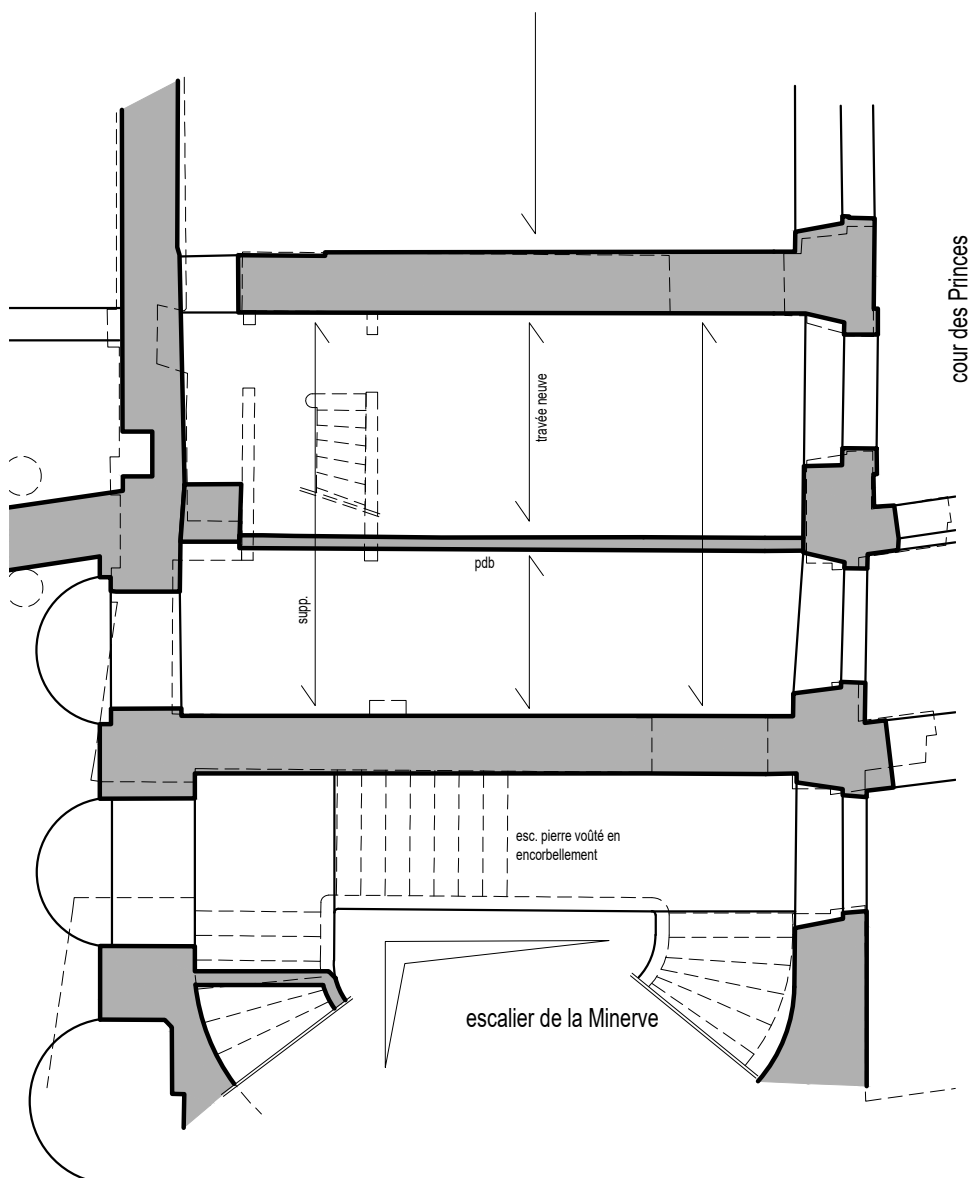
Château de Fontainebleau			
vestibule Serlio			
diagnostic / faisabilité - V0 - fév. 2020			
existant	structure - principes constructifs		
Patrick Ponsot - ACMH	PH SS		
PARICA - BET	annexe 3	A4 p.1/5	1/100



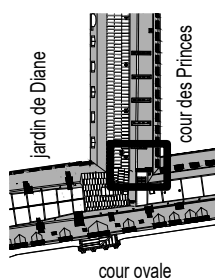
légende	
	élément principal bois (sauf mention contraire)
	solivage bois (sauf mention contraire) + solives d'enchevêtrement et chevêtres
	maçonnerie
	pan de bois
	béton
	voûtement



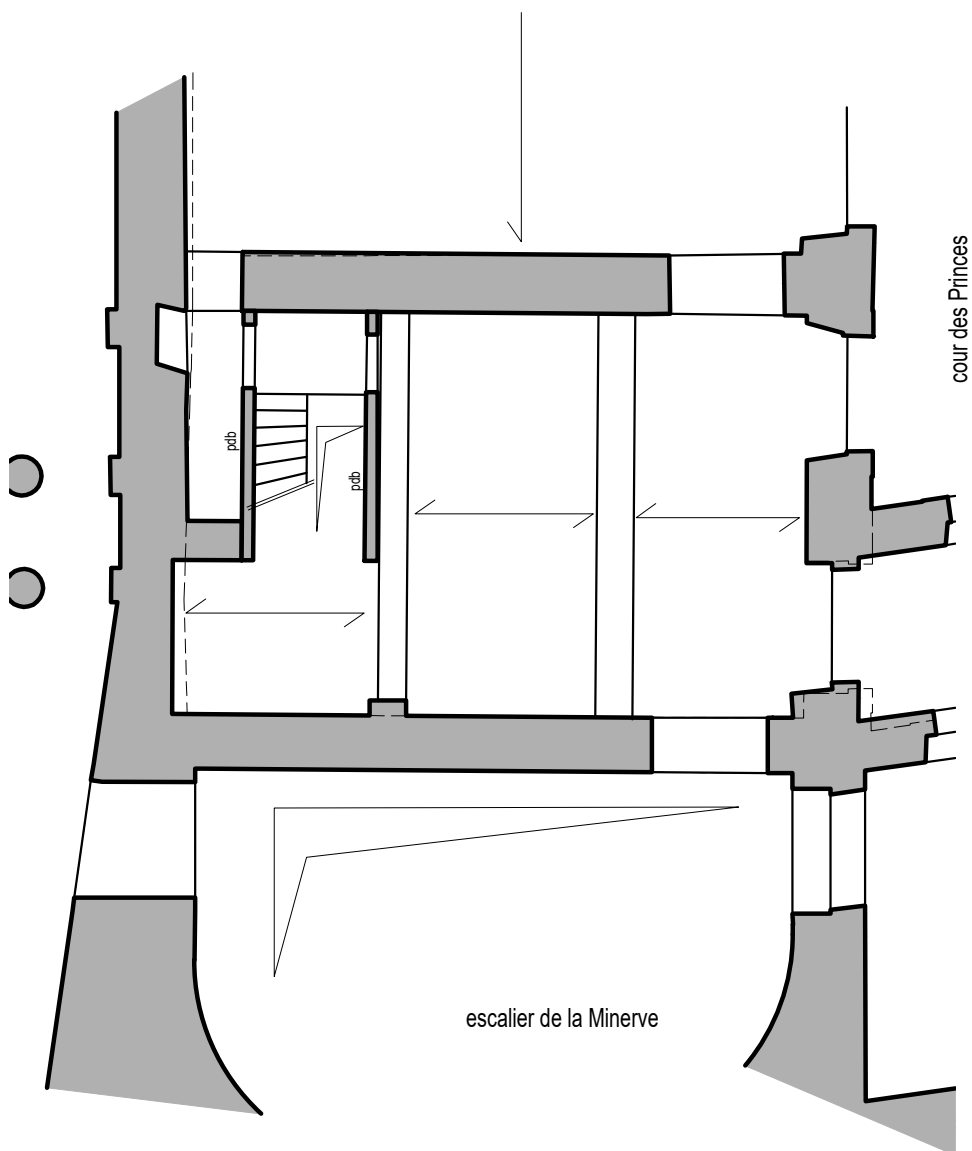
Château de Fontainebleau			
vestibule Serlio			
diagnostic / faisabilité - V0 - fév. 2020			
existant	structure - principes constructifs		
Patrick Ponsot - ACMH	PH RDC		
PARICA - BET	annexe 3	A4 p. 2/5	1/100



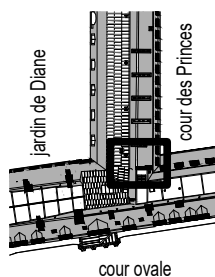
légende	
	élément principal bois (sauf mention contraire)
	solivage bois (sauf mention contraire) + solives d'enchevêtrement et chevêtres
	maçonnerie
	pan de bois
	béton
	voûtement



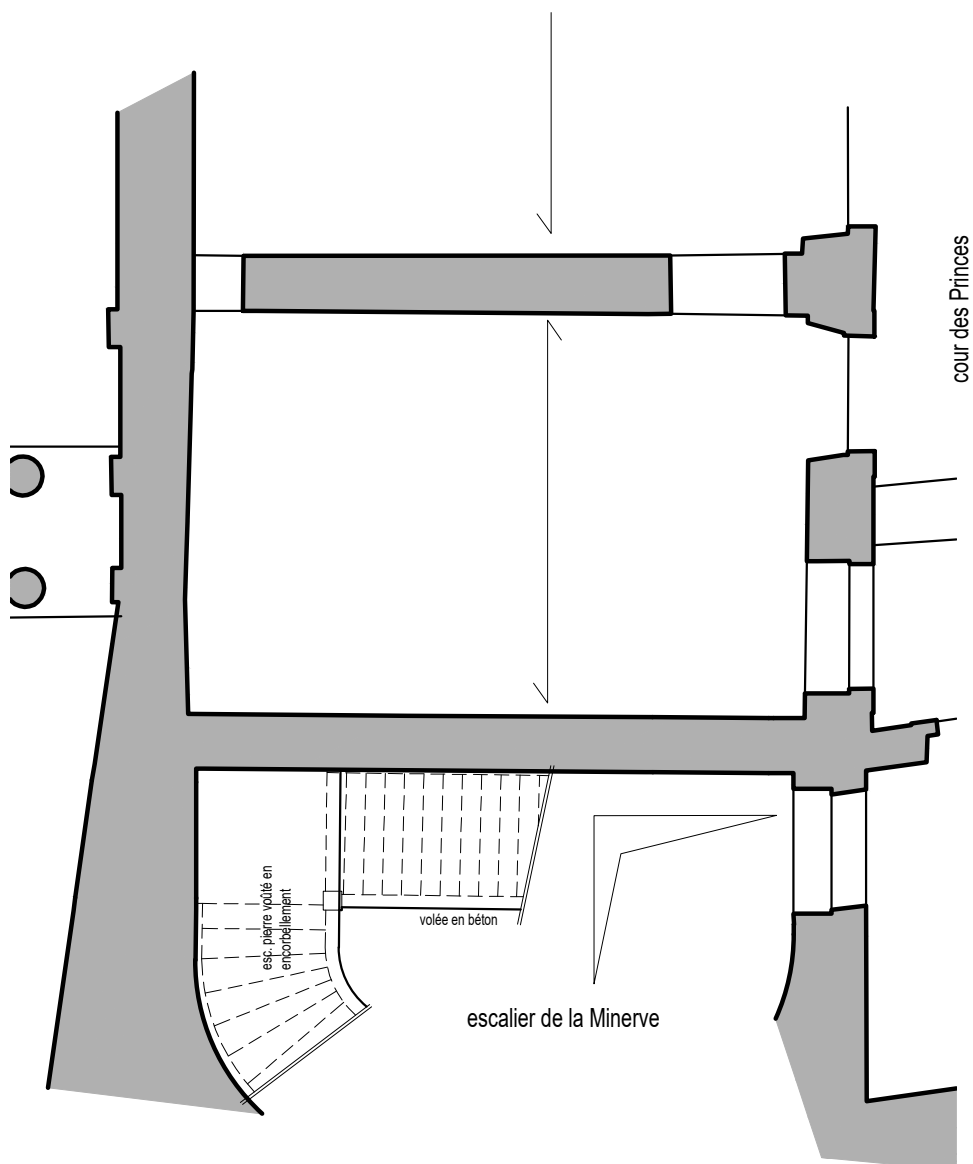
Château de Fontainebleau			
vestibule Serlio			
diagnostic / faisabilité - V0 - fév. 2020			
existant	structure - principes constructifs		
Patrick Ponsot - ACMH		PH ent. du RDC	
PARICA - BET	annexe 3	A4 p.3/5	1/100



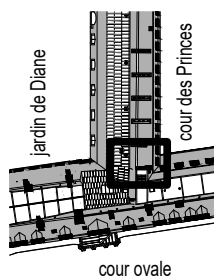
légende	
	élément principal bois (sauf mention contraire)
	solivage bois (sauf mention contraire) + solives d'enchevêtrement et chevêtres
	maçonnerie
	pan de bois
	béton
	voûtement



Château de Fontainebleau			
vestibule Serlio			
diagnostic / faisabilité - V0 - fév. 2020			
existant	structure - principes constructifs		
Patrick Ponsot - ACMH		PH 1er	
PARICA - BET		annexe 3	A4 p.4/5 1/100



légende	
	élément principal bois (sauf mention contraire)
	solivage bois (sauf mention contraire) + solives d'enchevêtrement et chevêtres
	maçonnerie
	pan de bois
	béton
	voûtement

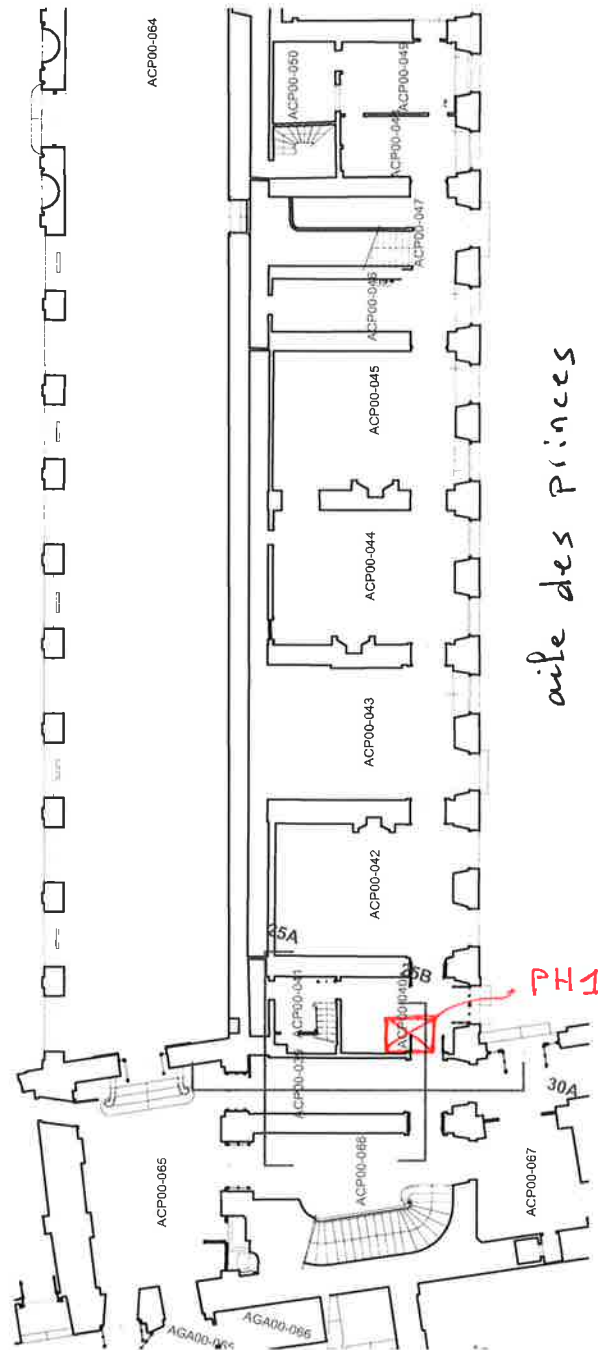


Château de Fontainebleau			
vestibule Serlio			
diagnostic / faisabilité - V0 - fév. 2020			
existant	structure - principes constructifs		
Patrick Ponsot - ACMH		PH ent. 1er	
PARICA - BET	annexe 4	A4 p.5/5	1/100

EPCF - vestibule Serlio repérage des sondages de plancher

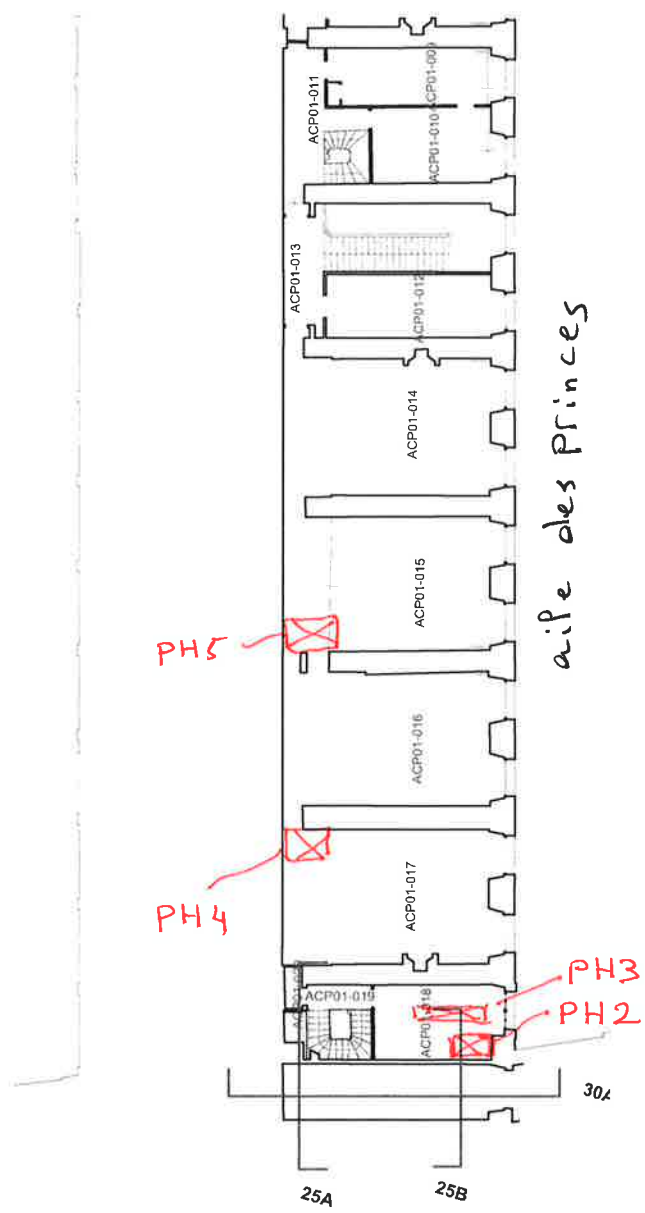
PH : sondage
en pl. haut

PB : sondage
en pl. bas

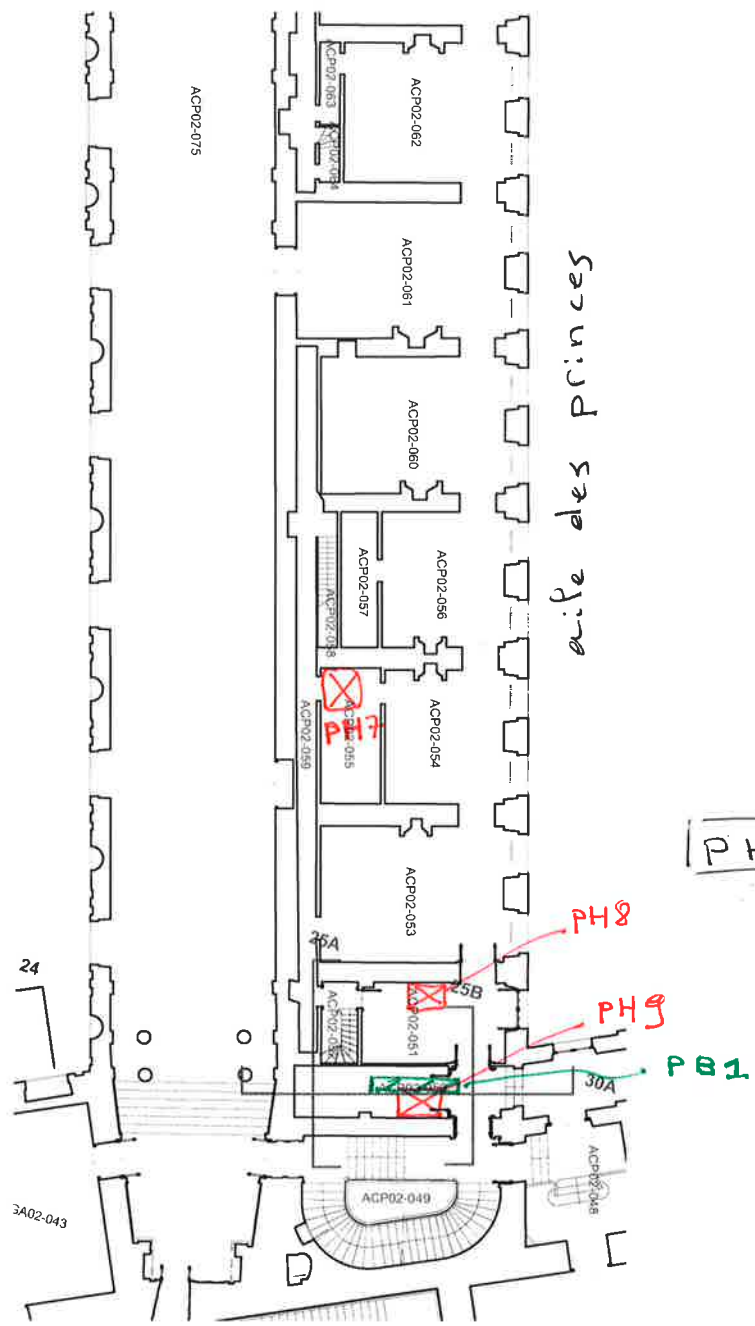


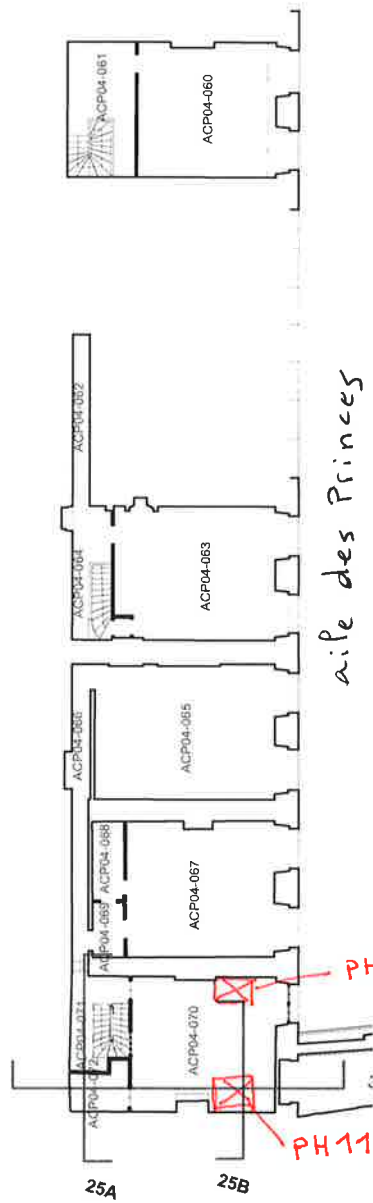
aile des princes

PH RDC



| PH ent. du RDC |





aile des Princes

PH ent. 1er