



Rapport de stage

Pour le diplôme d'ingénieur de l'Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris

Année 2025-2026

PILOTER L'ALÉA : LES TRAVAUX SUPPLÉMENTAIRES D'UN CHANTIER FERROVIAIRE COMPLEXE

**Mission de chargé d'études et travaux au sein de la Maîtrise
d'Œuvre RATP Infrastructures**

HOMBERGER Axel

**RATP Infrastructures : Département Matériel Roulant Ferroviaire, site de
Vaugirard (75015 Paris)**

Stage du 9 Février 2026 au 31 Juillet 2026

Sous la direction de :

LA VIEILLE Thomas, Maître de stage

DUPIN Romain, Tuteur EIVP

Notice bibliographique

AUTEUR du mémoire	
NOM	HOMBERGER
Prénom	Axel
ORGANISME de stage	
NOM organisme	RATP Infrastructures
NOM, Prénom du maître de stage	LA VIEILLE Thomas
NOM, Prénom du tuteur EIVP	DUPIN Romain
ANALYSE	
TITRE du mémoire	Piloter l'aléa : les travaux supplémentaires d'un chantier ferroviaire complexe
TITLE	Steering the unforeseen: extra works on a complex railway construction site
RÉSUMÉ	Ce rapport rend compte d'un stage de fin d'études de six mois, du 9 Février au 31 Juillet 2026, effectué au sein de l'équipe Maîtrise d'Œuvre de RATP Infrastructures. Il porte sur le chantier de modernisation de l'Atelier de Maintenance des Trains (AMT) de Vaugirard (Paris 15e), mené pour permettre l'arrivée du nouveau matériel roulant MF19 sur la ligne 12 du métro. En tant que Chargé d'études et travaux, j'ai assuré le suivi technique du chantier tous corps d'état, la gestion des documents d'exécution (fiches VISA) et la coordination sécurité. Deux missions plus autonomes m'ont ensuite été confiées : le suivi dédié de la réhabilitation d'un pavillon de 1910 conservé sur le site, et la construction d'un outil d'analyse, sous Power BI, du suivi financier et planning des travaux supplémentaires (TS) du marché. Ce chantier de 51,5 millions d'euros, mené en site occupé, au sein d'un lieu chargé d'histoire, a cumulé près de 6,75 millions d'euros de travaux non prévus au marché initial, entre montants déjà notifiés et montants encore estimés à la fin de mon stage. Ce rapport étudie comment la maîtrise d'œuvre pilote ces dérives financières et de planning. Il présente d'abord les missions et les outils du chargé d'études sur un chantier ferroviaire en site occupé, puis les sources de complexité propres à ce chantier : phasage, coexistence de deux opérations, patrimoine bâti. Il développe enfin, à travers l'étude de cas du pavillon de 1910 et l'analyse chiffrée des travaux supplémentaires, la démarche de pilotage que j'ai contribué à mettre en place.
ABSTRACT	This report describes a six-month graduation internship (9 February to 31 July 2026) within the Project Management team of RATP Infrastructures. It covers the modernisation of the Vaugirard Train Maintenance Workshop (AMT) in Paris, carried out to prepare the arrival of the new MF19 rolling stock on metro line 12. As a design and works officer, I monitored the construction site across all trades, managed execution documents (VISA review sheets) and safety coordination. I was then entrusted with two more autonomous missions: dedicated follow-up of the renovation of a 1910 pavilion preserved on site, and the development of a Power BI tool to track the financial and schedule impact of extra works. This EUR 51.5 million contract, carried out on an operating railway site rich in heritage constraints, accumulated close to EUR 6.75 million of works not included in the original contract, between works already notified and works still being estimated by the end of the internship. This report examines how project management steers these financial and schedule deviations. It first presents the missions and tools of the design and works officer on an operating railway site, then the sources of complexity specific to this site: phasing, coexistence of two operations, built heritage. It finally develops, through the case study of the 1910 pavilion restoration and the extra-works financial analysis, the steering approach I helped put in place.
Mots-clés	maîtrise d'œuvre, chantier ferroviaire, travaux supplémentaires, patrimoine bâti, gestion de projet, réhabilitation, site occupé

Keyword	project management, railway construction site, extra works, built heritage, project steering, renovation, operating site		
Références			
	Nb de pages du mémoire	Annexes (nombre de p.)	Bibliogr. : nb de références
	42	29	1

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Thomas La Vieille, Responsable Travaux et mon maître de stage, pour la confiance qu'il m'a accordée tout au long de ce stage, en particulier pour l'autonomie qu'il m'a laissée sur le suivi de la réhabilitation du pavillon de 1910 et sur la construction de l'outil d'analyse des travaux supplémentaires. Ses explications sur les enjeux contractuels et techniques du chantier m'ont été précieuses tout au long du stage.

Je remercie également Anisse Derradji, ingénieur structure, pour sa disponibilité et la pédagogie avec laquelle il a répondu à mes nombreuses questions de lecture de plans et de dimensionnement. Je le remercie aussi pour sa bonne humeur, son humour et sa bienveillance.

Je remercie Christophe Hucher, qui a toujours su répondre à mes questions quel que soit le corps d'état concerné et s'est révélé une véritable mine de connaissances. Je le remercie également de la confiance qu'il m'accorde en me proposant de continuer à travailler avec lui, sur l'atelier de maintenance de Créteil.

Je remercie aussi Madjid Toumert, ingénieur travaux au sein de la Maîtrise d'Œuvre, pour son accompagnement sur l'ensemble des sujets de contrôle de chantier et pour toute mon intégration en début de stage, et plus largement les équipes Maîtrise d'Œuvre Génie Civil et Aménagements de RATP Infrastructures pour leur accueil.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble des intervenants du chantier de l'AMT de Vaugirard, dont l'entreprise titulaire Léon Grosse, pour leur disponibilité lors des visites de chantier et des réunions auxquelles j'ai pu participer.

Enfin, je remercie Romain Dupin, mon tuteur à l'EIVP, pour son suivi et ses conseils dans la préparation de ce rapport.

Sommaire

Remerciements	1
Liste des illustrations.....	4
Liste des tableaux	4
Glossaire.....	5
Introduction	8
Partie 1 : La RATP, le projet de l'AMT de Vaugirard et ma mission	10
1.1. La RATP et RATP Infrastructures, un acteur du transport francilien	10
1.2. Le projet de modernisation de l'AMT de Vaugirard.....	11
1.3. Ma mission de chargé d'études et travaux au sein de la Maîtrise d'Œuvre.....	14
1.4. Méthode de travail et calendrier des missions	15
Partie 2 : Les outils du chargé d'études et travaux sur un chantier ferroviaire.....	17
2.1. Le contrôle des documents d'exécution : VISA, réserves et fiches de non-conformité	17
2.2. Le contrôle terrain : réservations, ferrailage, coffrage et bétonnage	22
2.3. Le contrôle de la sécurité et le suivi des risques.....	25
2.4. Les réunions de chantier	27
Partie 3 : Un chantier complexe, source d'aléas multiples	29
3.1. Construire en site occupé : un phasage en deux temps pour maintenir l'exploitation ..	29
3.2. Un atelier sous un programme de logements : deux opérations, deux maîtrises d'œuvre	30
3.3. Un site chargé d'histoire : le pavillon de 1910 et le bunker.....	32
3.4. Un chantier en plein quartier résidentiel : des méthodes sous contrainte.....	33
3.5. Une accumulation d'aléas qui pèse sur la relation contractuelle	33
Partie 4 : Piloter les travaux supplémentaires : analyse et gestion des dérives	35
4.1. Origines et typologie des travaux supplémentaires	35
4.2. Étude de cas : la restauration du pavillon de 1910, un travail supplémentaire emblématique.....	36
4.2.1. Des questions de détail révélatrices de la logique de contrôle.....	39
4.2.2. Un TS qui reste, malgré tout, minoritaire à l'échelle du marché.....	40
4.3. Un outil de pilotage : du tableau croisé multi-sources au dashboard Power BI.....	40
4.4. Le dashboard, page par page : six vues du suivi des travaux supplémentaires	42
4.4.1. Vue d'ensemble budgétaire	42
4.4.2. Analyse par discipline	43
4.4.3. Écarts devis / notifié et réserves.....	45
4.4.4. Poids des TS par rapport au marché initial	45
4.4.5. Réserves financières et planning : Position LGO vs Position RATP	46

4.4.6. Analyse libre : construisez votre propre matrice	47
4.5. Limites de l'outil et pistes d'amélioration	48
Conclusion.....	50
Bibliographie	51
Annexes	52
Annexe I : Page de garde du marché MOP240007	52
Annexe II : Principe de renforcement du plancher du pavillon sud par connecteurs Laterlite	53
Annexe III : Carnet de photo du stage	54
Annexe IV : Atelier de Vaugirard	66
Annexe V : Excel fusionné et trié avant de passer par Power BI.....	77
Annexe VI : Bilan du stage : difficultés rencontrées, apports et perspectives	78
Difficultés rencontrées et solutions apportées	78
Apports personnels et professionnels.....	79
Perspectives.....	79

Liste des illustrations

Figure 1 : organigramme du groupe RATP, édition du 1er Mai 2026 (source : RATP).....	11
Figure 2 : plan de situation du site de Vaugirard, avec l'AMT, l'AME et les lots de logements A à D (source : RATP).....	12
Figure 3 : frise chronologique des phases du projet de restructuration de Vaugirard (réalisé sur Canva).	13
Figure 4 : contrôle du ferrailage du plancher haut du R+1 et des poutres supportant les sheds	14
Figure 5 : les quatre grandes périodes du stage (réalisé sur Canva).	16
Figure 6 : extrait de Mezzoteam, statuts VSO, VAO et REFU.....	18
Figure 7 : réserve géolocalisée sur Kairnial	19
Figure 8 : mail technique avec le bureau d'études structure, coffrage du pavillon sud.....	20
Figure 9 : plan de coffrage du pavillon sud, transmis pour VISA (SOMETE, indice C, source : RATP Infrastructures).	21
Figure 10 : ferrailage de la dalle, plancher haut du R+1	23
Figure 11 : tableau de contrôle des réservations, zone RDC.....	24
Figure 12 : procès-verbal de point d'arrêt « Chape douche R+1 » sur Kairnial	25
Figure 13 : signalement par mail d'une situation à risque en toiture.....	26
Figure 14 : trou au niveau d'un support de poutre, signalé comme risque de trébuchage, avant et après reprise.....	27
Figure 15 : séparation provisoire en laine de roche entre zone en travaux et zone en exploitation.....	30
Figure 16 : boîtes à ressort supportant le radier du lot D	31
Figure 17 : plan de démolition, plancher haut du sous-sol 1 du pavillon sud (SOMETE, indice C, source : RATP Infrastructures).	38
Figure 18 : pose des connecteurs Laterlite	39
Figure 19 : extrait du tableau Excel source de l'outil Power BI.....	42
Figure 20 : vue d'ensemble du dashboard Power BI de suivi des travaux supplémentaires	43
Figure 21 : dashboard, page « Analyse par discipline ».....	44
Figure 22 : dashboard, page « Écarts devis / notifié et réserves »	45
Figure 23 : dashboard, page « Poids des TS par rapport au marché initial »	46
Figure 24 : dashboard, page « Réserves financières et planning : Position LGO vs Position RATP ».....	47
Figure 25 : dashboard, page « Analyse libre »	48

Liste des tableaux

Tableau 1 : chiffres clés du marché MOP240007 (source : pièce du marché).....	14
Tableau 2 : poids de discipline dans le marché de base et dans les travaux supplémentaires .	44

Glossaire

AMT : Atelier de Maintenance des Trains.

AME : Atelier de Maintenance des Équipements (électronique de puissance, pneumatique, hydraulique).

BET : Bureau d'Études Techniques.

BIM : Building Information Modeling. Maquette numérique du bâtiment, utilisée pour les études d'exécution et de synthèse du marché.

CCPR : Cahier des Clauses Particulières de Réalisation. Décrit les contraintes de réalisation propres au chantier.

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières. Décrit les ouvrages et leurs spécifications techniques.

CET : Chargé d'Études et Travaux, fonction occupée durant le stage au sein de l'équipe Maîtrise d'Œuvre.

CSPS : Coordination en matière de Sécurité et de Protection de la Santé.

DAF : Demande d'Agrément de Fourniture. Fiche produit transmise par le titulaire pour chaque matériau, contrôlée par la maîtrise d'œuvre avant mise en œuvre.

DCE : Dossier de Consultation des Entreprises.

DRC : Demande de Rémunération Complémentaire, catégorie de suivi pour des évolutions encore incertaines ou à horizon lointain, par opposition à un devis ferme.

EPIC : Établissement Public à caractère Industriel et Commercial, statut juridique de la RATP.

ERP : Établissement Recevant du Public.

FMO : Fiche Modificative, document contractuel formalisant un travail supplémentaire et sa validation.

FNC : Fiche de Non-Conformité, document formalisant un écart constaté sur un ouvrage déjà réalisé, traité par échange direct avec le titulaire plutôt que via la procédure VISA.

GOE : Gros Œuvre.

HEA : Profilé métallique en H à ailes larges, de la série allégée (ici HEA 140), utilisé en renfort de plancher.

HMC : Hall de Maintenance Courante, bâtiment de 5 voies sur pilotis, objet principal du marché MOP240007.

HMR : Hall de Maintenance Renforcée, bâtiment abritant le futur système de dépose bogies, livré en étape 1 du même projet.

IAO : Dénomination du chantier pour les poutrelles métalliques anciennes (profilés en I) présentes dans la structure d'origine du pavillon sud.

IDF Mobilités : Autorité Organisatrice des Transports en Île-de-France (anciennement STIF), qui décide notamment du matériel roulant.

K1 : Catégorie de réserves financières correspondant, selon Léon Grosse, aux coûts de salaires d'encadrement d'un TS, exclus par le marché sans que la clause le précise clairement.

Kairnial : Plateforme numérique proposée par le titulaire Léon Grosse, qui centralise les réserves de chantier géolocalisées sur plan, avec photo et statut visuel (rouge, bleu ciel, vert).

LGO : Léon Grosse, entreprise générale titulaire du marché MOP240007 (lot Tx2.01/Tx3.01).

MCB : Marchés et Chantiers Bâtiments, département de la direction OIT auquel est rattachée l'unité Ateliers.

Mezzoteam : Plateforme d'échange documentaire du chantier, sur laquelle la maîtrise d'œuvre vise chaque document sous l'un de trois statuts : VSO (visé sans observation), VAO (visé avec observation) ou REFU (refusé).

MF67 / MF19 : Matériels roulants du métro parisien : le MF67, en service sur la ligne 12 depuis les années 1960, et le MF19 qui doit le remplacer.

MOA : Maîtrise d'Ouvrage, ici le département Matériel Roulant Ferroviaire (MRF) de la RATP, commanditaire de l'opération.

MOE : Maîtrise d'Œuvre, ici RATP Infrastructures, chargée de la conception et du suivi de la réalisation pour le compte de la MOA.

NDC : Note De Calcul, document justifiant le dimensionnement d'un ouvrage.

OIT : Ouvrages et Infrastructures du Transport, direction de RATP Infrastructures dont dépend l'unité Ateliers à laquelle j'étais rattaché.

OPC : Ordonnancement, Pilotage et Coordination. Également le nom de la réunion hebdomadaire de suivi de planning.

Point d'arrêt : Étape au-delà de laquelle le titulaire ne peut pas poursuivre sans l'accord formel de la maîtrise d'œuvre, avant reproduction en série ou avant une étape irréversible sur un ouvrage à enjeu structurel.

PRI : Provision pour Risques Identifiés, estimation interne à la MOE, distincte d'un devis contractuel.

RATP : Régie Autonome des Transports Parisiens.

SOMETE : Bureau d'études structure, sous-traitant du titulaire Léon Grosse, en charge notamment des études de renforcement du pavillon sud.

TCE : Tous Corps d'État.

TS : Travaux Supplémentaires, travaux non compris dans le marché initial et déclenchés par une demande d'évolution du programme, jamais par une erreur d'exécution du titulaire.

VISA : Procédure par laquelle la maîtrise d'œuvre contrôle et valide (avec ou sans observations) un document d'exécution transmis par le titulaire du marché.

VRD : Voirie et Réseaux Divers.

Introduction

La Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP) exploite et entretient l'essentiel du réseau de transport collectif francilien : le métro, une partie du RER, les tramways et une large part du réseau de bus. Assurer chaque jour la disponibilité de ce réseau suppose de maintenir en permanence son matériel roulant, ce qui repose sur un maillage d'ateliers industriels répartis dans toute l'Île-de-France. Or ce matériel évolue. Lorsqu'une ligne change de génération de rames, les ateliers qui lui sont associés doivent eux-mêmes être transformés pour rester capables de l'entretenir, sans jamais interrompre l'exploitation qu'ils servent.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet de modernisation de l'Atelier de Maintenance des Trains (AMT) de Vaugirard, dans le 15^e arrondissement de Paris. Il doit permettre l'arrivée du nouveau matériel roulant MF19 sur la ligne 12 du métro, en remplacement du MF67. C'est au sein de l'équipe Maîtrise d'Œuvre Génie Civil et Aménagements de RATP Infrastructures, en charge du suivi de ce chantier pour le compte du département Matériel Roulant Ferroviaire de la RATP, que j'ai effectué mon stage de fin d'études, du 9 Février au 31 Juillet 2026, avec le statut de chargé d'études et travaux (CET). Au-delà du contrôle de chantier, j'ai aussi assuré une partie du pilotage de projet et du pilotage financier du marché, aux côtés de Thomas La Vieille, responsable études travaux et mon maître de stage, dont j'étais de fait l'assistant sur une partie de ses missions.

Ce choix de stage s'inscrit dans la continuité de mon parcours à l'École des Ingénieurs de la Ville de Paris, orienté vers le génie civil et la gestion de projets d'aménagement urbain. Je souhaitais, pour ce dernier stage, une vision de terrain sur un chantier à fortes interfaces, dans le secteur du transport. Le chantier de l'AMT de Vaugirard, mené par la RATP, opérateur historique du transport francilien, correspondait précisément à cette recherche.

De plus, comme la plupart des opérations de la RATP, le chantier de l'AMT de Vaugirard se déroule en site occupé : il ne doit jamais interrompre l'activité de maintenance des rames qu'il modernise. Concrètement, cela impose de séparer le site en deux. Une partie de l'ancien atelier reste en exploitation pendant que l'autre est reconstruite à neuf, de façon totalement indépendante de la partie encore en service. Une fois cette nouvelle partie livrée, les équipes d'exploitation s'y installent, ce qui libère enfin l'ancienne partie du site pour y démarrer les travaux à son tour. À cette contrainte de phasage s'ajoutent deux particularités propres à ce site. D'une part, le programme immobilier de logements sociaux qui vient se superposer au futur atelier impose de faire cohabiter deux opérations, deux maîtrises d'œuvre et deux corpus

réglementaires sur un même volume bâti. D'autre part, le site conserve un pavillon industriel construit en 1910, dont la structure métallique d'origine devait initialement être conservée sans intervention lourde. Son état réel, découvert au fil du chantier, a imposé une restauration non prévue au marché initial.

Ces aléas se matérialisent concrètement sous la forme de travaux supplémentaires (TS) : des travaux non compris dans le marché initial, qui doivent être identifiés, chiffrés, négociés puis notifiés au titulaire. Ils peuvent être opérationnels, réglementaires, ou simplement liés aux imprévus d'un chantier en site occupé. C'est notamment dans ce contexte que j'ai été amené à travailler sur le marché MOP240007, d'un montant initial de 51,5 millions d'euros, ces travaux supplémentaires cumulaient près de 6,75 millions d'euros à la fin de mon stage, entre montants déjà notifiés et montants encore estimés, soit plus du dixième du marché de base. Une partie de mes missions a consisté à construire les outils permettant à la maîtrise d'œuvre de suivre, chiffrer et arbitrer ces travaux supplémentaires. Une autre mission a porté sur le suivi dédié de la restauration du pavillon datant de 1910. Elle m'a permis d'observer de l'intérieur comment l'un de ces travaux supplémentaires prend corps sur le terrain, du diagnostic jusqu'à la mise en œuvre technique.

Ce constat conduit à la problématique suivante, qui structure l'ensemble de ce rapport : comment la maîtrise d'œuvre pilote-t-elle les travaux supplémentaires générés par les aléas d'un chantier ferroviaire complexe ? La Partie 1 présente d'abord la RATP, le projet de modernisation de l'AMT de Vaugirard et la mission qui m'y a été confiée. La Partie 2 détaille ensuite les outils concrets du suivi de chantier qu'un chargé d'études et travaux mobilise au quotidien : VISA, contrôle terrain, coordination sécurité. La Partie 3 montre que ce chantier cumule plusieurs sources d'aléas : le phasage en site occupé, la coexistence de deux opérations, le patrimoine bâti, et un quartier résidentiel exigeant. La Partie 4 développe enfin comment ces aléas sont traduits, pilotés et arbitrés sous la forme de travaux supplémentaires, à travers l'étude de cas du pavillon de 1910 et l'outil d'analyse financière que j'ai contribué à construire.

Partie 1 : La RATP, le projet de l'AMT de Vaugirard et ma mission

1.1. La RATP et RATP Infrastructures, un acteur du transport francilien

La RATP est un Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC). Elle assure une mission de service public : offrir un service de transport sûr, fiable et adapté aux besoins de la région Île-de-France. Elle conçoit, réalise, exploite et entretient une grande partie du réseau de métro, de RER, de tramway et de bus francilien, pour le compte d'Île-de-France Mobilités, l'autorité organisatrice des transports de la région.

Le groupe RATP est organisé, depuis le siège, autour de plusieurs entités : des directions fonctionnelles (ressources humaines, communication, innovation, stratégie et finance, secrétariat général) et des entités opérationnelles, parmi lesquelles RATP Services Ferrés, RATP Réseaux de surface, RATP Cap Île-de-France, RATP Dev et RATP Infrastructures. C'est au sein de cette dernière entité, chargée de la conception, de la réalisation et de la maintenance des infrastructures et des bâtiments du réseau, que s'inscrit mon stage. Le chantier de l'AMT de Vaugirard est quant à lui commandé par le département Matériel Roulant Ferroviaire (MRF), qui joue le rôle de maîtrise d'ouvrage (MOA). C'est lui qui exprime le besoin, c'est-à-dire adapter les ateliers à un nouveau matériel roulant, tandis que RATP Infrastructures, en tant que maîtrise d'œuvre (MOE), conçoit la réponse technique à ce besoin et pilote sa réalisation par les entreprises. Cette distinction entre une maîtrise d'ouvrage qui exprime un besoin et une maîtrise d'œuvre qui le traduit et le fait réaliser est une clé de lecture essentielle de ce rapport : la plupart des tensions que j'ai pu observer sur le chantier, en particulier autour des travaux supplémentaires, naissent précisément à l'interface entre ces deux rôles et l'entreprise titulaire du marché.

Au sein de RATP Infrastructures, j'étais plus précisément rattaché à l'unité Ateliers de la direction OIT (Ouvrages et Infrastructures du Transport), au sein du département MCB (Marchés et Chantiers Bâtiments). Cette unité assure le suivi des opérations sur les ateliers de maintenance. Au-delà de mon équipe immédiate, j'ai également eu l'occasion d'échanger directement avec le chef des maîtrises d'œuvre de la section atelier.

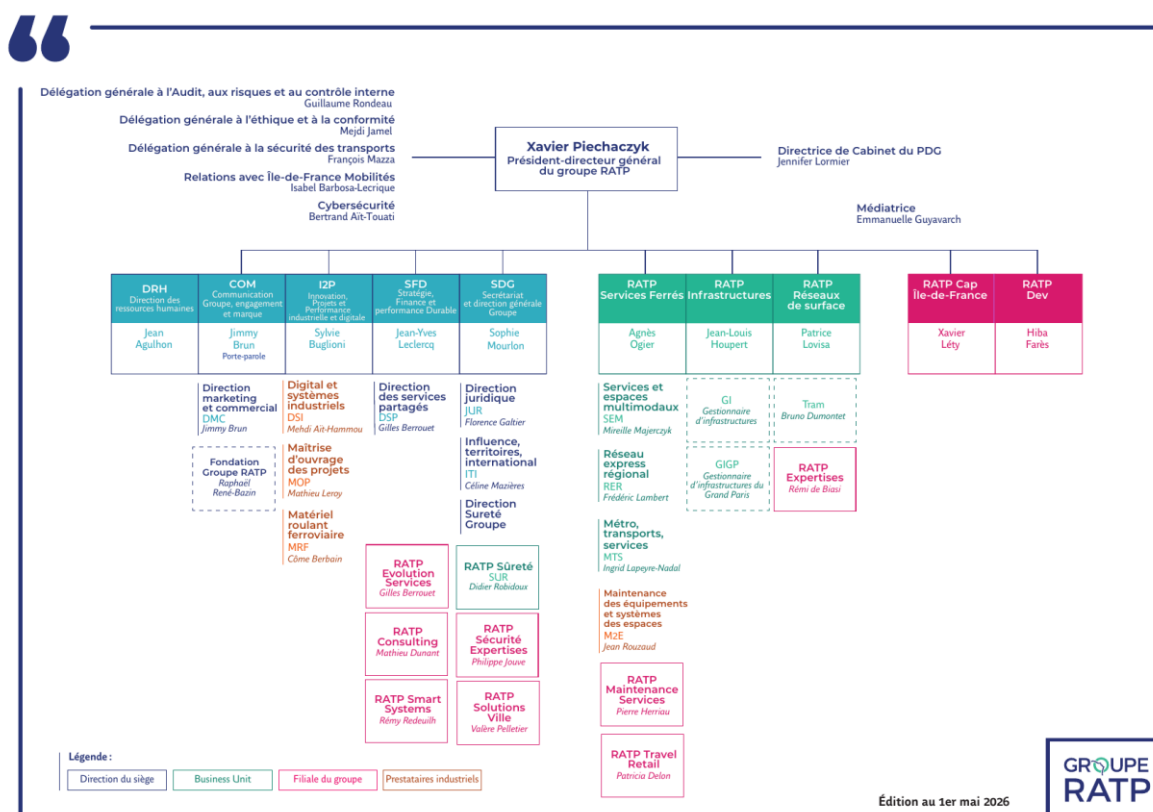


Figure 1 : organigramme du groupe RATP, édition du 1er Mai 2026 (source : RATP).

1.2. Le projet de modernisation de l'AMT de Vaugirard

Le site de Vaugirard, situé 222-224 rue de la Croix-Nivert dans le 15^e arrondissement de Paris, accueille depuis l'origine de la ligne 12 les activités industrielles du département Matériel Roulant Ferroviaire de la RATP. Il comprenait initialement un Atelier de Maintenance des Trains (AMT), dédié à l'entretien courant des rames de la ligne 12, et un Atelier de Maintenance Patrimoniale (AMP), consacré aux grandes révisions des Véhicules de Maintenance des Infrastructures (VMI) et des sabots de frein.

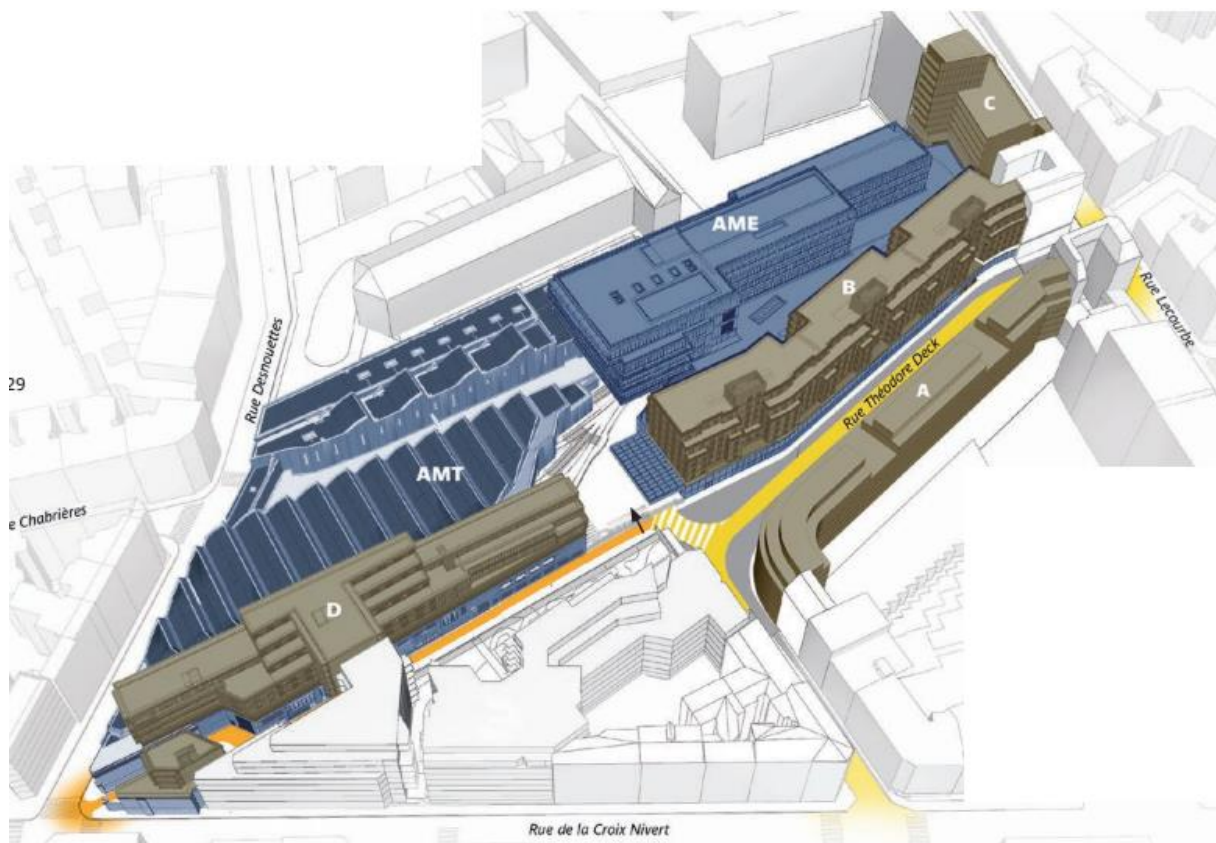


Figure 2 : plan de situation du site de Vaugirard, avec l'AMT, l'AME et les lots de logements A à D (source : RATP).

Mon tout premier souvenir du site remonte à ma visite d'accueil : l'ampleur du chantier m'a immédiatement frappé, avec un nombre de personnes en activité qui m'a d'abord semblé considérable, et un gros œuvre déjà bien avancé, dont le rythme de progression était impressionnant. Cette première visite s'est accompagnée d'une présentation d'ensemble du projet HMC et de tous les projets qui l'entourent sur le même site : le Hall de Maintenance Renforcée (HMR), l'Atelier de Maintenance des Équipements (AME), et les lots de logements A, B, C et D, construits pour l'essentiel au-dessus des ateliers.

Pour comprendre le marché HMC sur lequel j'ai travaillé, il faut remonter à deux décisions qui ont conduit à une restructuration complète du site. D'une part, l'activité des Ateliers de Maintenance des Équipements (AME), jusqu'alors répartie sur les sites de Saint-Ouen et de Saint-Fargeau, devait être renforcée par la création d'un second AME sur le site de Vaugirard. D'autre part, et c'est la décision qui structure directement le chantier sur lequel j'ai travaillé, IDF Mobilités (l'autorité organisatrice des transports franciliens) a décidé en Juillet 2016 de remplacer le matériel roulant MF67, qui équipe la ligne 12 depuis les années 1960, par le nouveau matériel MF19. Ce nouveau matériel présente des caractéristiques techniques

différentes (gabarit, intercirculation intégrale, équipements installés en toiture) qui rendent l'atelier existant inadapté à son entretien. Il fallait donc reconstruire l'AMT pour l'adapter au MF19, sans jamais interrompre la maintenance des rames MF67 encore en circulation.

Pour dégager l'emprise foncière nécessaire à cette reconstruction, la RATP a d'abord délocalisé l'entretien des VMI vers l'atelier de La Villette. Le projet s'est ensuite décomposé en deux phases, détaillées dans la frise ci-dessous : une phase 1, livrée en 2023, qui a reconstruit l'AME et un premier programme de logements (lot B). Une phase 2, sur laquelle porte mon stage, reconstruit l'AMT existant en deux halls de maintenance, le Hall de Maintenance Renforcée (HMR) et le Hall de Maintenance Courante (HMC), ce dernier étant l'objet du marché sur lequel j'ai travaillé.

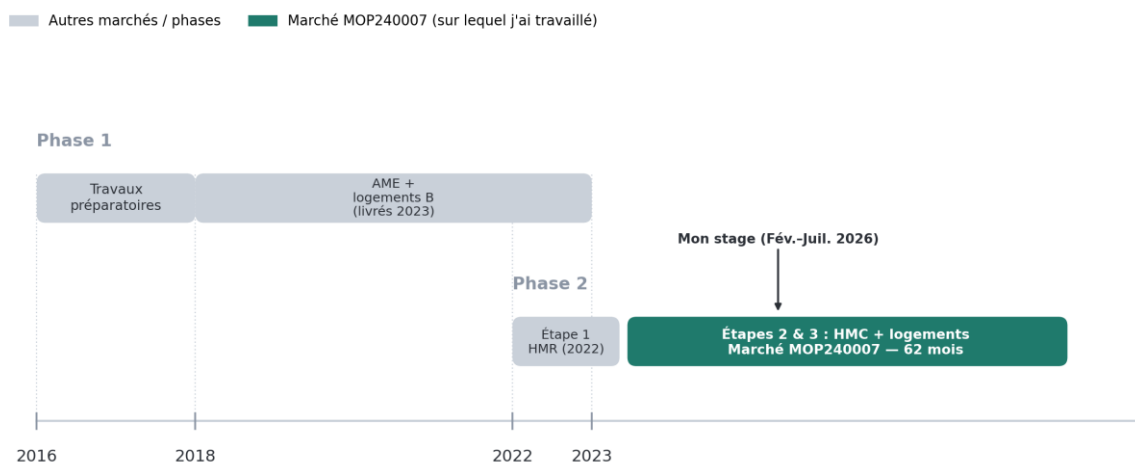


Figure 3 : frise chronologique des phases du projet de restructuration de Vaugirard (réalisé sur Canva).

Le marché du HMC, notifié à l'entreprise générale Léon Grosse pour le lot Génie civil et aménagements pour le HMC et tous corps d'état pour les logements, porte sur la reconstruction du HMC en deux étapes (étapes 2 et 3 de la phase 2) et sur la réalisation d'un programme immobilier de 49 logements sociaux (lot D), en majeure partie superposé au futur atelier. Il représente un montant de 51 499 900 euros HT pour une durée d'exécution de 62 mois. Le futur HMC comptera 5 voies de maintenance sur pilotis, contre 9 voies pour le hall existant, ainsi que les locaux techniques, les bureaux et les locaux sociaux et administratifs associés. L'ensemble des travaux se déroule sur un site RATP maintenu en exploitation : les entreprises interviennent donc sous contrainte permanente de coactivité avec l'atelier en fonctionnement, sur un site non accessible au public.

Élément	Donnée
Opération	Métro Ligne 12 : AMT de Vaugirard, adaptation au matériel roulant MF19
Objet du marché	Réalisation du Hall de Maintenance Courante (HMC) et de 49 logements sociaux (lot D)
Titulaire	Léon Grosse Construction
Montant HT	51 499 900 €
Durée d'exécution	62 mois
Maîtrise d'ouvrage (HMC)	RATP : département Matériel Roulant Ferroviaire (MRF)
Maîtrise d'œuvre	RATP Infrastructures

Tableau 1 : chiffres clés du marché MOP240007 (source : pièce du marché).

1.3. Ma mission de chargé d'études et travaux au sein de la Maîtrise d'Œuvre

J'ai intégré l'équipe Maîtrise d'Œuvre Génie Civil et Aménagements de RATP Infrastructures en qualité de chargé d'études et travaux (CET), sous la responsabilité de Thomas La Vieille, responsable travaux. Le périmètre qui m'a été confié en début de stage était volontairement large. J'ai été chargé du suivi de chantier sur l'ensemble des domaines techniques du lot (gros œuvre, aménagements intérieurs, charpente métallique, réseaux enterrés). Ma toute première tâche, le contrôle du ferrailage du plancher haut du R+1 et des poutres supportant les sheds, en a été le point de départ.



Figure 4 : contrôle du ferrailage du plancher haut du R+1 et des poutres supportant les sheds

J'ai travaillé en permanence avec Thomas La Vieille, dont je partageais le bureau, ainsi que toute l'équipe maîtrise d'œuvre, et avec Madjid Toumert, contrôleur travaux dans la même équipe, pour tout ce qui concernait le contrôle de chantier.

Deux missions plus autonomes m'ont ensuite été confiées et ont structuré la seconde moitié du stage. La première est le suivi dédié du pavillon sud, bâtiment industriel de 1910 conservé au cœur du projet. À partir du troisième mois, j'en ai eu la charge complète : instruction des VISA, suivi des documents d'exécution, contrôle terrain, discussion directe avec Léon Grosse, à la seule exception de la négociation du devis. La seconde est la construction, sous Power BI, d'un outil d'analyse des données financières et contractuelles des travaux supplémentaires, en remplacement d'un suivi jusque-là dispersé entre plusieurs fichiers tableur. Chacune de ces deux missions illustre, à sa manière, comment la maîtrise d'œuvre transforme un aléa de chantier en travail supplémentaire piloté.

De plus, ces missions dessinent une double casquette : un contrôle de chantier au sens large, avec la lecture des documents transmis par l'entreprise, les tours de chantier, les points d'arrêt et les réunions, et un pilotage financier, du premier devis transmis par le titulaire jusqu'au prix finalement notifié. Cette alternance entre visites de chantier et travail de bureau m'a permis de ne jamais perdre le lien entre le document contrôlé sur écran et l'ouvrage réel qu'il décrit. C'est l'un des apprentissages méthodologiques les plus utiles de ce stage.

À ces missions principales se sont ajoutées plusieurs missions ponctuelles : deux journées aux côtés des topographes pour préciser les altimétries dont ils avaient besoin, la participation à des réunions rassemblant des directeurs de pôle de la RATP, et la prise en charge régulière des visites de chantier destinées à des publics variés (autres stagiaires, autres maîtrises d'œuvre, photographe industriel, sortie scolaire de collégiens). Cette dernière fonction m'a demandé d'adapter mon discours technique à des interlocuteurs très différents.

Mon maître de stage a retenu cette progression, d'un suivi généraliste vers des missions autonomes, dans son évaluation de fin de stage. Il y souligne l'autonomie qui m'a été confiée sur le pavillon sud et le niveau de détail de l'analyse Power BI.

1.4. Méthode de travail et calendrier des missions

Mon stage s'est déroulé sur six mois, du 9 Février au 31 Juillet 2026, avec une montée en charge progressive que je peux découper en quatre grandes périodes. Cette progression n'a pas été planifiée à l'avance dans le détail. Elle s'est construite au fur et à mesure, en fonction de

l'avancement du chantier et de la confiance progressivement accordée par mon maître de stage. Elle correspond néanmoins assez fidèlement aux quatre grandes étapes présentées ci-dessous.

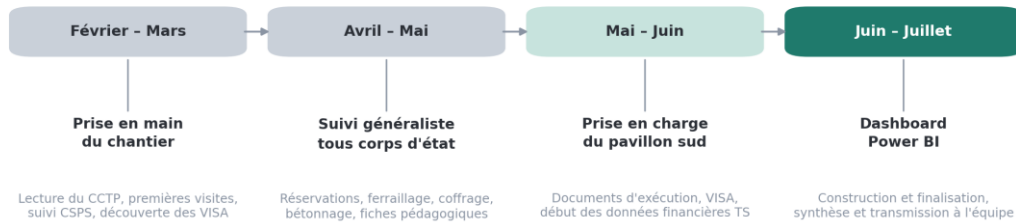


Figure 5 : les quatre grandes périodes du stage (réalisé sur Canva).

Cette organisation en quatre temps correspond à un déroulé courant de stage de fin d'études : une phase d'appropriation du contexte et des outils, une phase de mise en pratique généraliste, puis une phase de spécialisation sur des missions à plus forte valeur ajoutée et à responsabilité directe.

Partie 2 : Les outils du chargé d'études et travaux sur un chantier ferroviaire

Afin de comprendre comment la maîtrise d'œuvre pilote un aléa jusqu'à sa traduction en travail supplémentaire, il faut d'abord présenter les outils du quotidien qui lui permettent de suivre un chantier dont elle n'est pas l'exécutant. Sur un chantier ferroviaire en site occupé, où l'accès est restreint et où une malfaçon peut avoir des conséquences sur l'exploitation, ce suivi documentaire et terrain est une condition de la maîtrise du projet. J'ai mobilisé trois grands types de contrôle au quotidien : le contrôle documentaire, le contrôle terrain et le contrôle sécurité.

2.1. Le contrôle des documents d'exécution : VISA, réserves et fiches de non-conformité

Avant toute réalisation, le titulaire du marché transmet à la maîtrise d'œuvre l'ensemble des documents d'exécution via Mezzoteam, la plateforme d'échange documentaire du chantier, on y retrouve : plans, notes de calcul, carnets de détails, DAF, etc. C'est la maîtrise d'œuvre qui vise chaque document reçu, en le renvoyant sous l'un de trois statuts : VSO (visé sans observation), VAO (visé avec observation, lorsqu'une correction reste à confirmer ou qu'une explication complémentaire est apportée) ou REFU (refusé, lorsque nous contestons le document). Pour certains documents, une procédure VISA est obligatoire, mais ce n'est pas systématique pour chaque document : certains peuvent être visés VSO directement, sans qu'une fiche de visa ne soit nécessaire.

PLAN COUPE ATELIER HMC	EN VALIDATION	29/07/2026
DAF EXTRACTEUR DE DÉSENFUMAGE	EN VALIDATION	28/07/2026
FICHE PRODUIT_AUTOMATE_GESTIONS_ECL_OUV_WAGO	 VSO	29/07/2026
DAF TERMINAUX - GRILLES	 VAO	24/07/2026
DAF BDV SDR	 VSO	24/07/2026
ELÉVATION D4 001	EN VALIDATION	22/07/2026
MAIN COURANTE D'ESCALIER LOT D	 REFUSE	22/07/2026

Figure 6 : extrait de Mezzoteam, statuts VSO, VAO et REFU

Lorsque des observations doivent en revanche être formulées, nous rédigeons une fiche de visa qui les consigne : une erreur, un point resté peu clair, ou un élément manquant. Le titulaire reprend alors le document et répond, observation par observation, jusqu'à ce qu'un nouvel indice soit soumis pour un nouveau visa. C'est cet échange contradictoire, document après document, qui construit progressivement la version de référence utilisée pour l'exécution.

Ce cycle observation-réponse ne suit pas un rythme fixe : le délai de traitement d'une fiche de visa dépend avant tout du temps disponible entre la diffusion du document et la réalisation effective de l'ouvrage qu'il décrit. Lorsque ce délai était court, nous traitons la fiche au plus vite, parfois dans la journée. Lorsque les plans étaient diffusés bien en avance, l'instruction pouvait prendre plus d'une semaine. En moyenne, ce délai était de l'ordre de trois à quatre jours. Il est aussi arrivé qu'un ouvrage soit réalisé avant la diffusion du document correspondant, notamment pour certains ouvrages de maçonnerie. Dans ce cas, si l'ouvrage réalisé s'avérait non conforme au plan, la faute revenait entièrement à Léon Grosse.

Au-delà des plans d'exécution proprement dits, une partie de mon activité de contrôle documentaire portait sur les DAF, les fiches produits transmises par le titulaire pour chaque matériau ou équipement mis en œuvre, que nous devions vérifier au regard des exigences techniques du projet avant d'en autoriser la pose.

Lorsqu'un écart était constaté non plus sur un document mais directement sur un ouvrage déjà réalisé (un mur en parpaing mal monté, un fourreau mal positionné dans une fosse), celui-ci donnait lieu non pas à une fiche de visa mais à une fiche de non-conformité (FNC), traitée par échange de mails directs avec le titulaire plutôt que via Mezzoteam. Ce circuit plus court, propre aux FNC, permettait un traitement plus réactif que celui, plus formalisé, des observations sur documents.

Un troisième circuit, distinct des deux précédents, passe par Kairnial : une plateforme proposée par le titulaire Léon Grosse pour le projet, que nous utilisons pour déposer nos propres réserves de chantier, localisées directement sur un plan. Pour une réservation dont le ferrailage manque, par exemple, j'ajoutais une observation géolocalisée sur le plan concerné, accompagnée d'un ou plusieurs tags de tri (type d'ouvrage concerné), d'une photo et d'une description du défaut constaté.

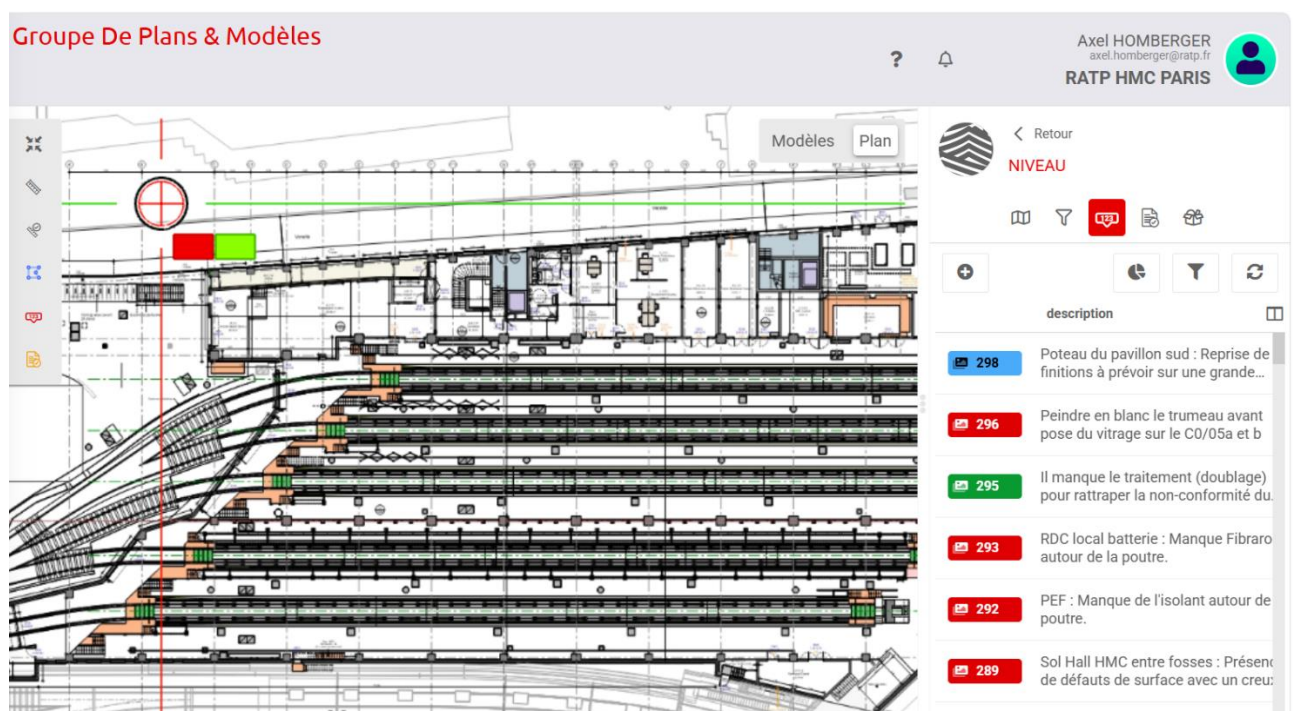


Figure 7 : réserve géolocalisée sur Kairnial

Chaque réserve suit ensuite un statut visuel simple : rouge tant qu'elle n'est pas traitée, bleu ciel une fois que le titulaire l'a corrigée et a répondu avec une contre-photo et un commentaire, puis vert une fois que la maîtrise d'œuvre a validé la correction. Ce circuit, plus visuel et plus rapide à instruire que la fiche de visa classique, complète utilement le contrôle terrain.

Au-delà de ces circuits formalisés, une partie des échanges techniques avec le titulaire passait aussi par mail direct, pour lever rapidement une question précise sans attendre un cycle complet de VISA. L'exemple ci-dessous, un mail envoyé au bureau d'études structure du titulaire au sujet du coffrage du pavillon sud, illustre ce type d'échange : décalage de coffrage entre deux panneaux, répartition des crochets le long des poteaux, question sur le traitement des IAO existants, demande d'essai de béton.

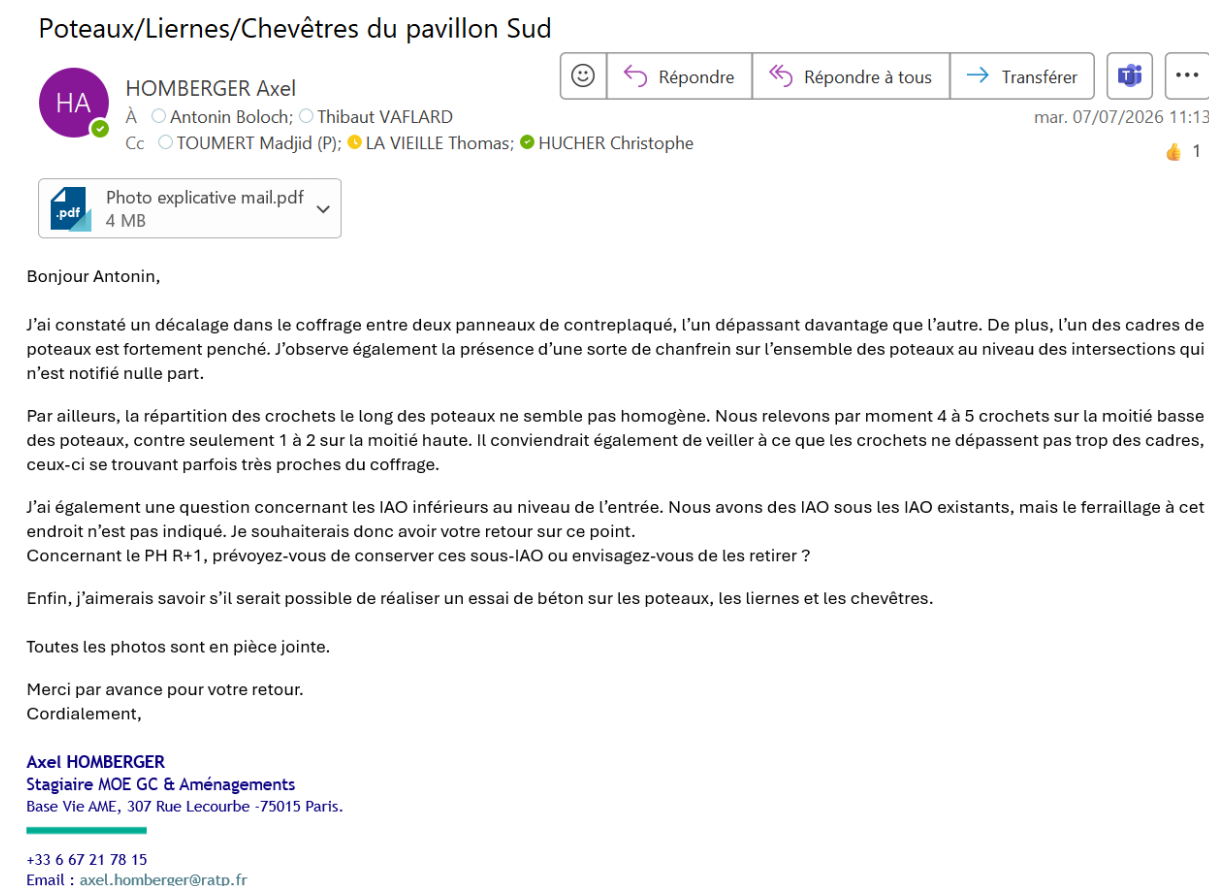


Figure 8 : mail technique avec le bureau d'études structure, coffrage du pavillon sud

J'ai participé à ces procédures sur l'ensemble des documents d'exécution du chantier, bien au-delà du seul pavillon sud : les réservations de tout le bâtiment, les fourreaux dans les fosses, les chambres de tirage, les douches, les maçonneries, les ferrailages, ou encore les cloisons en plaques de plâtre, c'est-à-dire, plus généralement, tout ce que l'on retrouve dans un atelier de maintenance jusqu'au début du second œuvre. C'est sur les plans de coffrage et de renforcement du pavillon sud que j'ai instruit ce contrôle le plus en autonomie, aux côtés de l'ingénieur structure et du responsable études travaux. Les observations que nous avons été amenés à formuler portent aussi bien sur la cohérence technique du document (dimensionnement non encore reçu, profondeur d'ancrage à préciser, assemblages à détailler) que sur sa cohérence avec

les autres documents du chantier (réservations non reportées, superposition avec un plan d'architecte, légende manquante). Cette double vérification, technique et de cohérence documentaire, illustre bien le rôle de synthèse propre à la maîtrise d'œuvre : elle ne conçoit pas elle-même les ouvrages, mais elle est responsable de la cohérence d'ensemble entre les études de chaque intervenant.

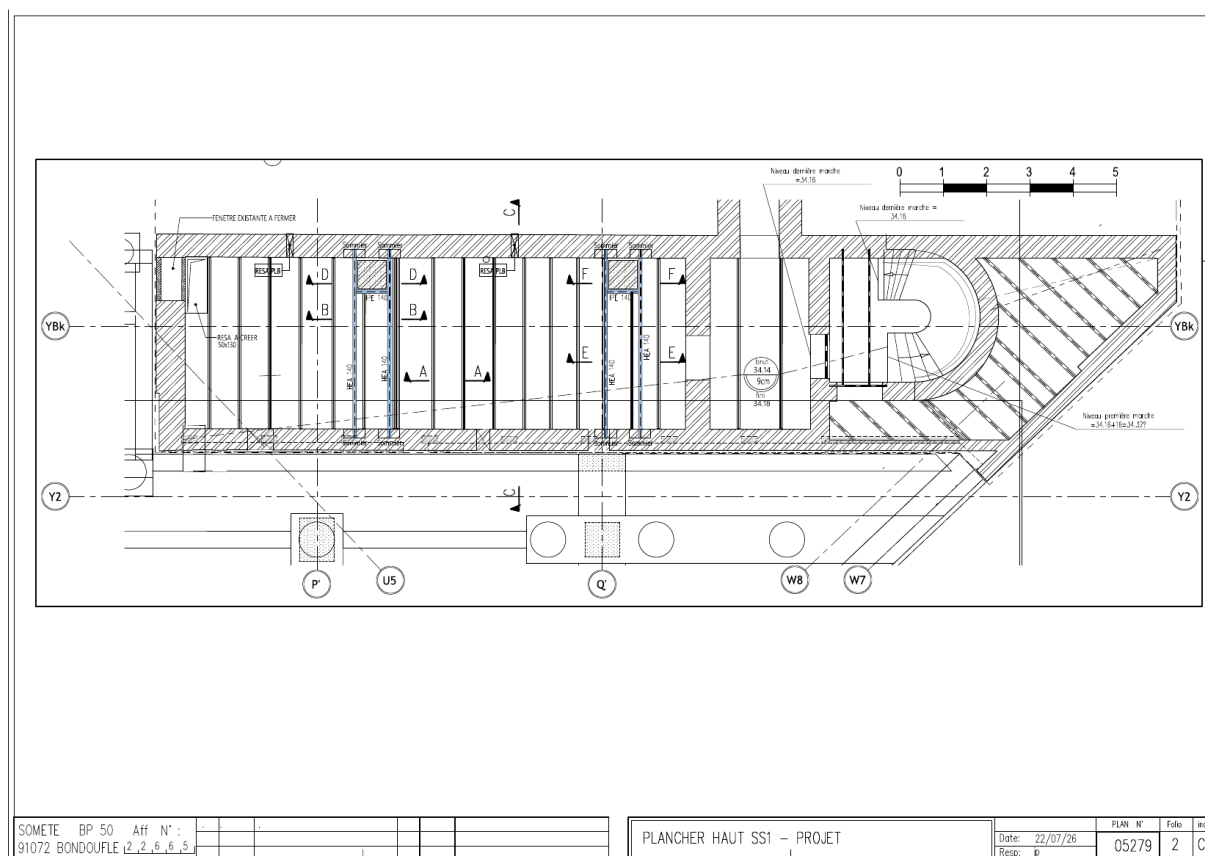


Figure 9 : plan de coffrage du pavillon sud, transmis pour VISA (SOMETE, indice C, source : RATP Infrastructures).

Chaque fiche de synthèse identifie précisément le document concerné par son code GED (reprenant l'affaire, le projet, le lot, la phase, le niveau, la spécialité et le numéro de plan), la date de transmission par le titulaire et les contributeurs de l'avis émis côté maîtrise d'œuvre. Ce formalisme, qui peut paraître lourd, est en réalité ce qui permet de tracer, sur un chantier de plusieurs années et de milliers de documents, l'état d'avancement exact de chaque plan à un instant donné : combien d'indices ont déjà été transmis, quelles observations restent à lever, quelle version fait référence pour l'exécution. Sur le document du pavillon sud présenté en Figure 9, plusieurs observations successives ont ainsi dû être levées avant validation définitive

: reprise d'une cote mal positionnée, intégration des réservations issues du plan d'architecte, ajout d'un détail d'assemblage entre profilés, correction d'une valeur de coupe erronée.

2.2. Le contrôle terrain : réservations, ferrailage, coffrage et bétonnage

Le contrôle documentaire ne suffit pas. Une réservation correctement dessinée sur un plan peut être mal implantée sur le terrain, et un ferrailage peut ne pas respecter les hypothèses de la note de calcul. J'ai donc réalisé, tout au long du stage, des visites de contrôle sur les différentes zones du chantier. J'ai particulièrement contrôlé les réservations, c'est-à-dire les passages de réseaux dans les éléments de structure, au rez-de-chaussée, au premier étage et en sous-sol. J'ai aussi contrôlé le ferrailage, le coffrage et le bétonnage de plusieurs zones du plancher R+1 et des chapes de sous-sol. Une visite suivait généralement le même parcours : rez-de-chaussée, puis sous-sol, puis R+1, puis toiture. Je vérifiais toujours la sécurité en premier, puis les ouvrages en cours de réalisation, puis enfin ceux déjà réalisés. Je ne disposais pas d'outil spécifique de relevé : je notais les écarts sur ma tablette avant de les retranscrire au bureau à l'issue de la visite. Ces écarts étaient constatés visuellement, mesurés au mètre, ou, pour les réservations trop en hauteur pour être mesurées sans nacelle, à l'aide d'un logiciel de mesure par photo et analyse de pixels (mesuro.io).



Figure 10 : ferrailage de la dalle, plancher haut du R+1

Ce travail de contrôle terrain m'a conduit à formaliser plusieurs fiches pédagogiques de lecture de plans, pour mon propre usage et celui du stagiaire en BTS Bâtiment que j'encadrerais en parallèle sur le chantier. La première porte sur la lecture des réservations et de la maçonnerie : distinction entre les différents réseaux représentés sur un plan, lecture des altitudes de réservation, notion d'arase supérieure et d'arase d'allège. La seconde porte sur la lecture des plans d'armatures : distinction entre armatures inférieure et supérieure, lecture d'un groupe de barres, notion d'enrobage. Au-delà de leur utilité pédagogique, la rédaction de ces fiches m'a obligé à formaliser une méthode de lecture que j'avais moi-même dû acquérir progressivement. Cela a consolidé ma propre maîtrise de ces documents.

Le contrôle des réservations a par ailleurs donné lieu à un suivi tabulaire régulier. Plusieurs campagnes de contrôle successives, menées sur les zones RDC, R+1 et sous-sol, relevaient les écarts entre plan et exécution : réservations mal positionnées ou mal dimensionnées, ferrailage non conforme, et plus généralement des écarts de nature très variée selon les zones et les corps

RVS_Mesure	RVS_Lot	RVS_ID	RVS_Zone	RVS_Al Noté	RVS_Al Réalisé	RVS_Largeur x Hauteur demandés	RVS_Réalisées sur site	RVS_Commentaires		
ECO FLDU 000 Locaux RDC 36,35 36,34 0 150 0 150 Bon									Date : 21/05/26	
Mur RDC	ECO FLDU 000	000	Locaux RDC	35,59	35,56	250x150h	290x200h	Bon mais plus grand		
ECO FLDU 015 Locaux RDC 36,24 36,24 0 150 0 150 Bon									AMT Vaugrand	
Mur béton RDC	ECO FLDU 016	016	Locaux RDC	33,97	???	???	???	Non existante ou pas détecté	Contrôle des réservations RDC	
Mur RDC	ECO FLDU 017	017	Locaux RDC	36,23	36,22	0 150	0 150	Bon		
ECO FLDU 020 Locaux RDC 35,44 35,44 850x200h 850x200h Bon										
Mur béton RDC	ECO FLDU 021	021	Locaux RDC	36,54	36,54	1000x300h	1000x300h	à voir		
Mur RDC	ECO FLDU 022	022	Locaux RDC	35,93	35,9	0 450	400x400h	Plus petit		
Mur RDC	ECO FLDU 023	023	Locaux RDC	35,93	35,9	0 450	400x400h	Plus petit		
Mur béton RDC	ECO FLDU 024	024	Locaux RDC	31,88	31,9	0 150	0 150	différence avec le plan		
Mur béton RDC	ECO FLDU 025	025	Locaux RDC	35,34	35,33	706x150h	700x150h	Bon		
Mur RDC	ECO FLDU 026	026	Locaux RDC	36,07	36,05	0 100	100	Bon		
Mur RDC	ECO FLDU 027	027	Locaux RDC	36,03	36	0 200	200x200h	Bon		
Mur RDC	ECO FLDU 028	028	Locaux RDC	36,01	35,99	0 200	0 200	Bon		
Mur RDC	ECO FLDU 029	029	Locaux RDC	35,94	35,89	0 450	450x550h	Plus grand et 5cm de différence d'altitude		
Mur RDC	ECO FLDU 030	030	Locaux RDC	35,94	35,89	0 450	450x550h	Plus grand et 5cm de différence d'altitude		
Mur RDC	ECO FLDU 031	031	Locaux RDC	36,18	36,16	600x150h	530x200h	Plus petit		
Mur béton RDC	ECO FLDU 032	032	Locaux RDC	36,04	36,04	0 100	100	Bon		
Mur béton RDC	ECO FLDU 033	033	Locaux RDC	32,06	32,05	0 350	350	Bon		
Mur RDC	ECO FLDU 034	034	Locaux RDC	35,09	35,04	200x150h	200x200h	Bon avec le rebouchage fait par en dessous		
Mur RDC	ECO FLDU 036	036	Locaux RDC	34,99	34,99	200x100h	Non existe plus (changement de plan)		Commentaire général : Les mesures d'altitude ont été réalisées avec l'appui d'un conducteur de travaux de LGO au métier. Quant aux mesures dimensionnelles, elles ont majoritairement été effectuées à l'aide d'un logiciel de mesure sur image, basés sur l'analyse d'échelles en pixels. Les LGO des réservations sont basés sur le plan de synthèse (2021 - D). Mais les valeurs qui sont utilisées sont celles du plan de maçonnerie (0030S - E) LGO pour les maçonneries uniquement.	
Mur RDC	ECO FLDU 037	037	Locaux RDC	36,01	0 150	0 150	Non existe plus (changement de plan)			
Mur RDC	ECO FLDU 038	038	Locaux RDC	35,99	0 250	0 250	Non existe plus (changement de plan)			
Mur RDC	ECO FLDU 039	039	Locaux RDC	35,58	350x400h	0 450	Non existe plus (changement de plan)			
Mur RDC	ECO FLDU 040	040	Locaux RDC	35,94	0 450	0 450	Non existe plus (changement de plan)			
Mur RDC	ECO FLDU 041	041	Locaux RDC	35,94	0 450	0 450	Non existe plus (changement de plan)			
Mur RDC	ECO FLDU 042	042	Locaux RDC	36,18	600x150h	0 150	Non existe plus (changement de plan)			
Mur béton RDC	ECO FLDU 043	043	Locaux RDC	36,04	36,04	0 100	0 100	Bon		

Ce contrôle terrain portait également sur les réseaux enterrés. Dans les fosses, je vérifiais la taille, le nombre et le positionnement des fourreaux par rapport au plan d'exécution. Pour les chambres de tirage, je vérifiais la conformité de leurs dimensions et de leur implantation. Chaque campagne donnait lieu, comme pour les réservations, à un tableau de contrôle dédié, transmis au titulaire pour reprise des écarts constatés.

24

Figure 12 : procès-verbal de point d'arrêt « Chape douche R+1 » sur Kairnial

C'est ce même travail de contrôle, répété sur les différentes zones du chantier, qui a permis d'identifier une partie des écarts de réalisation du chantier. La plupart de ces écarts restent de simples erreurs d'exécution que le titulaire doit corriger à ses frais, sans lien avec un travail supplémentaire : une réservation oubliée sur un plan de synthèse, une cloison implantée au mauvais endroit. Un TS ne naît en effet jamais d'une erreur du titulaire, mais uniquement d'une demande de modification du programme. Le contrôle terrain joue néanmoins un rôle indirect dans le repérage des TS, car c'est souvent lui qui révèle qu'un plan ne correspond plus à l'état réel du bâtiment. C'est le cas, par exemple, lorsqu'un châssis ne correspond plus aux côtes du gros œuvre parce que celui-ci a lui-même évolué : il faut alors faire évoluer formellement le programme, ce qui ouvre un travail supplémentaire.

2.3. Le contrôle de la sécurité et le suivi des risques

Le chantier de l'AMT de Vaugirard fait l'objet d'une coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (CSPS), assurée par Bureau Veritas Construction. L'animateur de prévention réalise des visites quotidiennes. Il rédige, à l'issue de chacune, un compte rendu d'observations transmis aux entreprises concernées pour visa et réponse. J'ai suivi ces comptes rendus tout au long du stage, ce qui m'a permis d'observer concrètement les risques propres à un chantier de gros œuvre en site occupé : protections collectives (garde-corps, plinthes de retenue en hauteur, balisage des zones d'intervention), coactivité entre corps d'état différents

(maçons, monteurs de tours d'étalement, ferrailleurs), ou encore bonnes pratiques de manutention pour limiter les troubles musculosquelettiques.

Ce suivi sécurité est indissociable du suivi technique. Une grande partie des observations de sécurité portent sur des zones directement liées aux travaux que je suivais par ailleurs, comme le ferrailage, le coffrage ou les échafaudages du pavillon sud. Cela m'a permis de croiser régulièrement les deux approches, technique et sécurité, sur un même point du chantier. J'ai ainsi pu être témoin, à plusieurs reprises, de situations dangereuses sur le chantier, sans qu'aucune ne se traduise, heureusement, par un accident réel.

Sécurité stockage toiture

**HOMBERGER Axel**

RépondreRépondre à tousTransférer

À  Thibaut VAFLARD;  Nassima Ben Mohamed;  a.boloch
Cc  LA VIEILLE Thomas;  TOUMERT Madjid (P);  DERRADJI Anisse (P)

 20260715_152348.jpg
4 MB

 20260715_152438.jpg
4 MB

 20260715_152512.jpg
4 MB

 20260715_152522.jpg
6 MB

Bonjour,

Lors de notre visite sur la toiture, nous avons constaté plusieurs situations à risque liées au stockage du matériel. Des treillis sont stockés à proximité des postes de travail. Cette situation augmente le risque de chute lors des déplacements et des travaux. Certaines barres métalliques sont par ailleurs posées directement au sol sans être sécurisées et peuvent rouler sous les pieds des intervenants.

Nous avons également relevé un bac stockage de barres d'étalement au niveau du cheminement, ce qui encombre les circulations.

Enfin, plusieurs compagnons nous ont signalé des déchirures au bas de leur pantalon dues aux extrémités de barres dépassant des treillis au niveau de leur zone de travail.

Vous trouverez en pièces jointes les photos illustrant ces constats.

Cordialement,

Axel HOMBERGER
Stagiaire MOE GC & Aménagements
Base Vie AME, 307 Rue Lecourbe -75015 Paris.

+33 6 67 21 78 15
Email : axel.homberger@ratp.fr

RATP INFRASTRUCTURES - GDI/OIT/MCB-ATL



Figure 13 : signalement par mail d'une situation à risque en toiture

Ce rythme quasi quotidien des visites de l'animateur de prévention était complété, côté maîtrise d'œuvre, par une fiche sécurité environnement rédigée chaque semaine. Cela donne une idée de l'intensité de ce suivi sur un chantier de cette taille. Au-delà des observations ponctuelles, l'animateur de prévention porte une appréciation générale à l'issue de chaque visite. Elle permet de suivre, dans la durée, la tendance d'amélioration ou de dégradation des conditions de sécurité. C'est un indicateur qualitatif qui complète utilement les indicateurs financiers et planning.



Figure 14 : trou au niveau d'un support de poutre, signalé comme risque de trébuchage, avant et après reprise

2.4. Les réunions de chantier

Le troisième pilier du suivi quotidien est moins visible que le contrôle documentaire ou le contrôle terrain, mais tout aussi structurant : c'est le cycle des réunions récurrentes du chantier. Leur format et leurs participants diffèrent selon leur objet. La réunion OPC, hebdomadaire, traite du planning. Y participent systématiquement la maîtrise d'œuvre Génie Civil, le lot GC englobant une grande partie des sujets, la direction travaux du titulaire, l'OPC lui-même et, si nécessaire, la maîtrise d'ouvrage ou son représentant. D'autres maîtrises d'œuvre du projet peuvent aussi y assister selon l'ordre du jour : la maîtrise d'œuvre Voies, par exemple, n'intervient que ponctuellement, lorsqu'un sujet concerne les rails, ce qui n'est pas rare à ce

stade du chantier. La réunion Marché, également hebdomadaire, est plus resserrée : elle ne réunit que la maîtrise d'œuvre Génie Civil et la direction travaux du titulaire. Malgré son nom, elle ne se limite pas aux sujets contractuels et financiers. Le contrôleur travaux y expose aussi les points de chantier restant à résoudre et les interrogations encore ouvertes, ce qui en fait autant une réunion marché qu'une réunion travaux. La réunion Synthèse rassemble la maîtrise d'œuvre Génie Civil, les autres corps de maîtrise d'œuvre concernés, la direction travaux et l'architecte, pour recouper les études de chaque intervenant. La réunion Architecte, enfin, est un échange plus direct entre la maîtrise d'œuvre Génie Civil et l'architecte sur des points de conception. À cela s'ajoute le tour de chantier, qui réunit sur le terrain les différents acteurs venus visiter les zones en cours de travaux.

En tant que membre de l'équipe Maîtrise d'Œuvre Génie Civil, j'assistais systématiquement à l'ensemble de ces réunions. Notre présence était requise quel que soit le sujet traité, le lot GC étant concerné directement ou indirectement par la plupart des points abordés. Cette participation régulière m'a permis d'observer, semaine après semaine, comment un même sujet, comme un aléa de chantier ou un travail supplémentaire en cours de négociation, est discuté différemment selon l'instance : en termes de délai en réunion OPC, en termes financiers et techniques en réunion Marché, et en termes de cohérence technique en réunion Synthèse.

J'ai par ailleurs suivi de près la préparation, par mon maître de stage, des points d'avancement synthétiques à destination de la maîtrise d'ouvrage, le plus souvent gérés en réunion en petit comité. Je n'ai pas réalisé cet exercice moi-même, mais son observation m'a permis de mesurer concrètement comment adapter le niveau de détail d'une communication technique selon son destinataire. Un compte rendu de réunion détaille les aspects techniques utiles aux entreprises. Une note à la maîtrise d'ouvrage doit en restituer la portée opérationnelle et financière en quelques lignes.

Partie 3 : Un chantier complexe, source d'aléas multiples

Les outils présentés en Partie 2 seraient d'une utilité limitée sur un chantier ordinaire, linéaire, sans contrainte d'exploitation ni enjeu patrimonial. Or le chantier de l'AMT de Vaugirard cumule quatre sources de complexité qui, chacune à sa manière, engendrent des écarts entre ce qui a été prévu au marché et ce qu'il faut effectivement réaliser : le maintien de l'exploitation ferroviaire pendant les travaux, la coexistence de deux opérations distinctes sur un même volume bâti, la présence d'un patrimoine bâti ancien dont l'état réel n'était pas entièrement connu avant travaux, et l'implantation du chantier en plein quartier résidentiel. C'est la combinaison de ces quatre facteurs qui explique l'ampleur des travaux supplémentaires du marché.

3.1. Construire en site occupé : un phasage en deux temps pour maintenir l'exploitation

La première contrainte, commune à la plupart des opérations RATP, est que le site reste en exploitation pendant toute la durée des travaux : l'atelier existant continue d'assurer la maintenance des rames MF67 tant que le nouveau HMC n'est pas livré. Il est donc exclu de démolir l'intégralité du hall existant avant de reconstruire : le projet a dû être découpé en phases et en étapes (phase 1 achevée en 2023, phase 2 découpée en trois étapes dont les étapes 2 et 3 objet du marché HMC) de manière à ce qu'une partie de l'atelier reste toujours opérationnelle pendant que l'autre est en travaux.

Ce phasage a des conséquences directes sur l'organisation du chantier que j'ai pu observer au quotidien. Il impose des séparations provisoires entre les zones en travaux et les zones en exploitation, par exemple une bâche anti-bruit associée à une cloison séparative en laine de roche de 15 cm d'épaisseur. Il exige aussi une sécurisation renforcée des interfaces, et une adaptation permanente du planning des entreprises aux contraintes d'exploitation du site : un accès ou une intervention ne peuvent être autorisés qu'en dehors des plages d'exploitation, ou moyennant des mesures de coactivité spécifiques. Ce mode d'organisation, bien qu'indispensable, est également une source récurrente de travaux supplémentaires : toute adaptation du phasage initial, toute prolongation d'une zone de séparation provisoire, tout aménagement destiné à sécuriser une interface non prévue au marché se traduit potentiellement

par un TS. C'est ce que montre en Partie 4.1 la catégorie des évolutions dites « externes » ou liées à l'exploitation.



Figure 15 : séparation provisoire en laine de roche entre zone en travaux et zone en exploitation

Ce mode de construction en site occupé n'est pas propre à Vaugirard : c'est une caractéristique récurrente des opérations de la RATP, qui doit maintenir en permanence le service rendu aux voyageurs pendant que ses infrastructures évoluent. Sur le plan du calendrier, cela se traduit par un séquençement fin des travaux, où chaque étape ne peut démarrer qu'une fois la précédente achevée et la nouvelle zone mise en service, à la différence d'un chantier en terrain libre, où plusieurs fronts de travaux peuvent avancer en parallèle sans contrainte d'exploitation. C'est cette logique séquentielle qui explique la durée d'exécution de 62 mois du marché du HMC, très supérieure à ce qu'exigerait la seule réalisation physique des ouvrages sur un site vierge.

3.2. Un atelier sous un programme de logements : deux opérations, deux maîtrises d'œuvre

La deuxième source de complexité tient à la nature même du programme : le marché ne porte pas seulement sur la reconstruction du HMC, mais aussi sur la réalisation de 49 logements sociaux (lot D), répartis en quatre bâtiments dont trois viennent se superposer directement au futur atelier. Deux maîtrises d'ouvrage se partagent ainsi l'opération : la RATP pour le HMC et les locaux annexes, et RATP Habitat, bailleur social, pour le programme de logements. Si les

deux programmes sont réalisés par le même titulaire et font l'objet d'un même marché pour des raisons de cohérence de chantier, ils restent soumis à deux logiques réglementaires différentes : le HMC relève de la réglementation des installations industrielles et ferroviaires, tandis que les logements superposés relèvent notamment de la réglementation des établissements recevant du public sur certaines de leurs façades et de leurs circulations communes avec l'atelier.

Sur le plan structurel, le lot D n'est pas relié au HMC : il repose simplement dessus. Son radier est posé sur des boîtes à ressort, qui soutiennent l'ensemble de la structure et empêchent la transmission des vibrations vers les logements lorsqu'un train entre dans l'atelier.



Figure 16 : boîtes à ressort supportant le radier du lot D

Cette même coexistence produit aussi des effets réglementaires inattendus. Certaines règles propres aux bâtiments d'habitation, comme celles relatives aux établissements recevant du public évoqué ci-dessus, s'appliquent à des parties du HMC qui n'y seraient pas soumises sans la présence du lot D. C'est le cas de la charpente métallique du HMC : sur toute portion située à moins de 15 mètres du lot D, elle doit être recouverte d'une peinture intumescente assurant sa protection au feu, une exigence qui ne s'impose pas au reste de la charpente.

Cette superposition de deux opérations sur un même volume bâti impose une vigilance particulière sur les interfaces techniques entre les deux programmes (assise du radier sur boîtes

à ressort, réseaux traversants, sécurité incendie aux points de jonction) qui n'apparaissent pas toujours avec la même précision selon que l'on raisonne du point de vue de l'atelier ou du point de vue des logements. L'interface la plus concrète que j'ai eu à gérer porte sur le stockage de matériaux et les accès de livraison : les livraisons destinées au chantier logements bloquaient par moments les accès nécessaires aux travaux du HMC. Le projet reste néanmoins, dans l'ensemble, bien découpé entre les deux opérations, ce qui limite le nombre d'interfaces réellement problématiques à gérer au quotidien.

Le sujet du bruit du samedi illustre bien cette interdépendance entre les deux opérations. Depuis le mois de Mars, des travaux non bruyants étaient autorisés le samedi sur le HMC. Lorsque le lot D a pu démarrer, après la livraison des supports de son radier, le titulaire s'est appuyé sur cette même autorisation pour travailler également le samedi sur le lot D, sans toutefois en respecter les seuils de bruit. Face aux nombreuses plaintes de riverains qui en ont résulté, la maîtrise d'ouvrage a fini par interdire les travaux du samedi sur l'ensemble du projet, de peur que ces tensions ne dégradent sa relation avec la mairie. Cette interdiction, prononcée pour une durée indéterminée, a pénalisé le planning du HMC alors même que celui-ci respectait les règles fixées.

Cette organisation en deux opérations superposées a également une traduction financière directe : lorsqu'un ouvrage sert à la fois le HMC et les logements (une fondation commune, un réseau enterré partagé), la répartition de son coût entre les deux maîtrises d'ouvrage doit être arbitrée, ce qui ajoute une dimension supplémentaire à la négociation des travaux supplémentaires : au-delà de savoir SI un TS est justifié, il faut parfois déterminer qui, du budget HMC ou du budget logements, doit le supporter.

3.3. Un site chargé d'histoire : le pavillon de 1910 et le bunker

La troisième source de complexité, enfin, tient à l'histoire du site lui-même. Le site de Vaugirard conserve, au sud de l'emprise, un pavillon construit en 1910. La conservation de sa structure métallique, et surtout de sa façade d'origine, constituait une contrainte imposée du projet. Mais à l'époque du marché, l'état réel de cette structure n'était pas connu avec précision, et les travaux de remise en état à y engager restaient donc indéterminés. Contrairement à un bâtiment neuf, dont l'état est entièrement défini par les études de conception, un tel bâtiment centenaire ne révèle son état réel, et donc les travaux réellement nécessaires à sa remise en état, qu'au fur et à mesure de sa mise à nu pendant le chantier. C'est cette caractéristique qui a conduit

à faire de la restauration de ce pavillon un travail supplémentaire à part entière plutôt qu'un poste du marché initial.

Le site abrite par ailleurs un bunker datant de la Seconde Guerre mondiale, dont la présence était connue avant le début du chantier : ce n'est donc pas le bunker lui-même qui a constitué une découverte, mais des fissures identifiées sur cet ouvrage en cours de travaux. Deux éléments ont d'ores et déjà été refaits à ce titre : l'entrée du bunker depuis le HMC et son escalier d'accès, un chantier entièrement distinct de celui du pavillon sud présenté ci-dessus. Il reste, à la fin de mon stage, deux décisions encore à prendre sur cet ouvrage : le traitement définitif des fissures constatées et le sort de sa porte blindée. Cet aléa a lui aussi donné lieu à un travail supplémentaire spécifique (aménagement et traitement de la zone du bunker), que l'on retrouve parmi les postes suivis dans l'outil d'analyse présenté par la suite en partie 4.

3.4. Un chantier en plein quartier résidentiel : des méthodes sous contrainte

La quatrième source de complexité tient enfin à la localisation même du chantier. Le site de Vaugirard se situe au 222-224 rue de la Croix-Nivert, dans le 15^e arrondissement de Paris, au milieu d'un quartier résidentiel dense. Un chantier de cette taille et de cette durée, mené dans un tel environnement, crée nécessairement des tensions avec le voisinage, qui rejaillissent directement sur le déroulement des travaux.

Ces tensions se traduisent concrètement par des adaptations de méthode. D'une part, certaines méthodes d'exécution initialement prévues doivent être modifiées parce qu'elles sont jugées trop bruyantes pour un site aussi proche d'habitations occupées. D'autre part, certaines méthodes doivent être modifiées parce qu'elles sont jugées trop lentes, alors que le chantier doit être achevé au plus vite pour limiter la durée de la gêne occasionnée aux riverains. Dans les deux cas, qu'il s'agisse de réduire le bruit ou d'accélérer l'exécution, ces adaptations s'écartent de ce qui était prévu au marché initial et génèrent, à ce titre, des travaux supplémentaires. Le sujet du bruit du samedi en est une illustration directe.

3.5. Une accumulation d'aléas qui pèse sur la relation contractuelle

Prises séparément, chacune de ces quatre sources de complexité pourrait être anticipée et budgétée dès la conception. C'est leur accumulation, sur un même chantier et sur une durée d'exécution de plus de cinq ans, qui rend leur pilotage exigeant : un retard pris sur le phasage en site occupé peut retarder l'accès à une zone du pavillon, ce qui retarde à son tour la levée

d'une observation VISA, ce qui retarde enfin la notification d'un travail supplémentaire déjà chiffré. Les aléas ne s'additionnent donc pas simplement : ils s'enchaînent, et c'est cet enchaînement qui explique qu'un chantier par ailleurs bien maîtrisé techniquement produise, in fine, un volume de travaux supplémentaires aussi significatif.

Cette accumulation d'aléas a également une traduction contractuelle directe. Chaque écart entre le marché initial et la réalité du chantier ouvre potentiellement un espace de négociation entre le titulaire, qui a intérêt à valoriser au mieux les travaux supplémentaires qu'il exécute, et la maîtrise d'œuvre, qui doit à la fois garantir la qualité et la conformité des ouvrages et défendre les intérêts financiers de la maîtrise d'ouvrage. C'est précisément cette tension, omniprésente sur un chantier aussi complexe que celui de Vaugirard, que la Partie 4 de ce rapport se propose d'analyser en détail, à travers un exemple concret, la restauration du pavillon de 1910, puis à l'échelle de l'ensemble du marché.

Ces quatre sources de complexité, phasage en site occupé, superposition de deux opérations, patrimoine bâti et découvertes en cours de chantier, tension avec le quartier résidentiel, ne sont pas de simples contraintes annexes. Elles sont à l'origine de la majeure partie des travaux supplémentaires du marché, et c'est bien leur pilotage qui a constitué le cœur de mes missions les plus autonomes durant ce stage.

Partie 4 : Piloter les travaux supplémentaires : analyse et gestion des dérives

Les sources de complexité présentées en Partie 3, phasage en site occupé, coexistence de deux opérations, patrimoine bâti, quartier résidentiel, ne prennent tout leur sens que lorsqu'elles se traduisent concrètement en travaux supplémentaires à piloter. Cette partie montre, d'abord de façon qualitative à travers l'étude de cas de la restauration du pavillon de 1910, puis de façon quantitative à travers l'outil d'analyse que j'ai construit sous Power BI, comment la maîtrise d'œuvre transforme les aléas en travaux pilotés, chiffrés et arbitrés.

4.1. Origines et typologie des travaux supplémentaires

Un travail supplémentaire (TS) est un ensemble de travaux non compris dans le marché initial, qui doit être identifié, chiffré par l'entreprise, négocié puis formalisé par une Fiche Modificative (FMO) avant d'être notifié. Sur un marché de la taille de celui de l'AMT de Vaugirard, ces travaux supplémentaires ne sont pas des incidents isolés mais forment un flux continu, qu'il faut être capable de classer pour le piloter efficacement. Dans l'outil que j'ai développé, chaque travail supplémentaire est ainsi rattaché à une discipline technique (ouvrages en béton, serrurerie métallique, installations de chantier, charpente métallique, VRD, etc.) et à une catégorie d'évolution, qui décrit son origine :

- Évolution externe au département, lorsque la modification est initiée par un acteur tiers non intégré à l'équipe projet interne.
- Évolution technique d'origine MOA, lorsqu'elle résulte d'un changement de programme ou d'exigence exprimé par le maître d'ouvrage.
- Évolution technique d'origine MOE (travaux, conception BET ou conception architecte), lorsqu'elle résulte d'un arbitrage de conception ou d'une optimisation identifiée en cours de réalisation.
- Évolution réglementaire, lorsqu'elle est imposée par un changement de norme ou de loi.
- Évolution fonctionnelle, lorsqu'elle traduit un changement d'usage exprimé par l'exploitant, sans lien avec une erreur de conception.

Cette typologie n'est pas qu'un exercice de classement : elle conditionne directement la négociation financière du TS, puisqu'un aléa d'origine externe ou réglementaire n'est pas négocié dans les mêmes termes qu'une évolution demandée par la maîtrise d'ouvrage elle-même. C'est pourquoi la construction d'un outil capable de classer systématiquement chaque

TS selon cette double clé, discipline et catégorie d'évolution, constituait un enjeu réel pour la maîtrise d'œuvre.

Le cycle de vie d'un travail supplémentaire suit, sur ce marché, un enchaînement assez stable. Son origine est soit une nouvelle demande, exprimée par la maîtrise d'ouvrage, l'exploitant ou un autre intervenant du projet, soit une erreur identifiée dans les plans de base du marché : dans les deux cas, un élément qui n'était pas prévu au marché initial doit désormais y être intégré, et bascule donc en TS. Le titulaire produit alors un premier devis, qui fait l'objet d'une négociation avec la maîtrise d'œuvre, généralement suivie d'un ou plusieurs devis révisés, jusqu'à un dernier indice sur lequel les deux parties s'accordent. Cet accord sur un prix notifié est ensuite formalisé par une FMO, qui donne lieu à une notification chiffrée : le TS devient alors une « FMO validée ». Avant qu'un accord ne soit trouvé, la maîtrise d'œuvre suit ce même TS sous forme de « provision pour TS », une estimation interne reprenant le dernier devis disponible transmis par le titulaire, en attendant la notification définitive. À ces travaux déjà engagés s'ajoutent deux catégories plus prospectives, elles aussi suivies par la maîtrise d'œuvre sans être des devis contractuels : la provision pour risques identifiés (PRI) et la demande de rémunération complémentaire (DRC), qui couvre des évolutions à horizon plus lointain ou encore incertaines à la date du suivi. Elle recouvre par exemple une éventuelle prolongation de planning non encore actée, ou un désaccord sur l'application d'un coefficient contractuel. C'est cette chaîne complète, de la demande initiale à la notification, que le dashboard permet de suivre poste par poste.

4.2. Étude de cas : la restauration du pavillon de 1910, un travail supplémentaire emblématique

La réhabilitation du pavillon sud du site, bâtiment industriel construit en 1910 et conservé au cœur du projet, illustre bien la façon dont un aléa patrimonial se traduit concrètement en travail supplémentaire. Le marché initial imposait la conservation de sa façade d'origine, mais ne tranchait pas précisément ce qu'il fallait faire de sa structure intérieure et de son plancher : l'état réel de cette structure n'était tout simplement pas connu avec assez de précision au moment de la conception pour en décider. Or la mise à nu du plancher haut du sous-sol, constitué de voûtains de maçonnerie portés par des poutrelles métalliques anciennes (profilés en I, dits « IAO » dans la nomenclature du chantier), a révélé un état de la structure qui imposait un renforcement non prévu au marché, c'est ce renforcement qui apparaît dans le suivi des travaux supplémentaires sous le libellé « Renforcement pavillon », l'un des postes les plus significatifs des réserves financières du titulaire sur l'ensemble du marché.

C'est sur cette zone que mon maître de stage m'a confié, en autonomie, le rôle de chargé d'études attitré. Les documents d'exécution transmis par le titulaire pour cette zone, élaborés par son bureau d'études structure sous-traitant, SOMETE, m'étaient adressés pour contrôle, aux côtés de l'ingénieur structure et du responsable études travaux, avant instruction du VISA. J'ai ainsi participé, sur plusieurs indices successifs du même document (le plan de coffrage, de ferrailage des planchers et renforcements du pavillon sud, avec ses liernes, poutres et chevêtres), à la vérification de la cohérence des cotes, à la comparaison entre l'état existant et le projet, à la vérification des coupes et à la reprise des réservations à intégrer, dans le cadre du cycle observations et réponses.

Sur le plan technique, la solution retenue pour renforcer le plancher est un système de connecteurs collés de la gamme Laterlite, associé à une dalle collaborante en béton léger structural Latermix 1400. Le principe consiste à transformer un plancher mixte acier-maçonnerie existant en une section collaborante acier-béton, en ajoutant par-dessus la structure existante une fine dalle de béton (6 cm d'épaisseur) reliée mécaniquement aux profilés métalliques anciens (des HEA 140) par de petits connecteurs en acier galvanisé collés à l'adhésif époxy. Le calepinage de ces connecteurs, c'est-à-dire leur espacement le long de chaque poutre, n'est pas uniforme : il est resserré aux abouts de travée, où l'effort tranchant est maximal (par exemple un connecteur tous les 11 à 14 cm sur le quart de travée), et plus espacé au centre de la travée (un connecteur tous les 20 à 28 cm), conformément aux résultats du calcul mené selon l'Eurocode 4 et la norme EN 1504-4. Cette solution présente l'intérêt de renforcer significativement la capacité portante du plancher sans démonter la structure métallique et la

38



Figure 18 : pose des connecteurs Laterlite

4.2.1. Des questions de détail révélatrices de la logique de contrôle

Les échanges consignés dans la fiche de synthèse d'observations relative au plan de coffrage planchers et renforcements du pavillon sud illustrent bien la nature du contrôle exercé par la maîtrise d'œuvre. Ce document a fait l'objet de nombreuses observations formulées avec Anisse Derradji, ingénieur structure, et moi-même. Certaines portent sur des points de cohérence technique : le dimensionnement des profilés HEA 140 n'avait pas encore été transmis à cette étape et restait renvoyé à la note de calcul, leur profondeur d'ancrage devait être précisée, et il a fallu trancher s'ils étaient assemblés entre eux par soudure ou par boulonnage. La réponse du titulaire a confirmé un assemblage boulonné. D'autres observations portent sur la cohérence

entre le document et l'état réel du bâtiment : sur la coupe C du plan, les valeurs indiquées (11 cm sur 110 cm, puis 20 cm sur 220 cm) ne correspondaient pas aux mesures relevées sur le terrain (respectivement 13 cm sur 110 cm et 27 cm sur 220 cm), ce qui a nécessité une reprise du plan. Une question peut sembler mineure isolément : pourquoi le mur de renforcement ne court-il pas sur toute la longueur du bâtiment ? Elle a pourtant dû être vérifiée et actée. La réponse du titulaire indique qu'il s'arrête au niveau de l'ancienne alcôve, le renforcement de cette zone spécifique ayant été traité séparément par Léon Grosse. D'autres observations enfin portaient sur des incohérences purement documentaires : une numérotation de coupes erronée, l'absence d'une coupe permettant de dénombrer précisément les voûtains démolis au niveau de la file Q', ou encore l'absence de légende pour les zones hachurées. La quasi-totalité de ces observations a été levée par le titulaire avant validation définitive du document. Ce type de question, répété des dizaines de fois sur l'ensemble des documents d'exécution du chantier, montre bien que c'est leur accumulation, plus que chaque question prise isolément, qui constitue le véritable travail de contrôle de la maîtrise d'œuvre.

4.2.2. Un TS qui reste, malgré tout, minoritaire à l'échelle du marché

Il faut néanmoins replacer ce cas dans sa juste proportion : le TS « Renforcement pavillon », d'un montant de l'ordre de 500 000 euros, ne représente qu'un poste parmi la centaine de travaux supplémentaires suivis dans le dashboard. Sa valeur pour ce rapport n'est pas financière : elle est méthodologique, en ce qu'il permet d'illustrer, sur un cas que j'ai suivi de bout en bout, l'ensemble du processus (diagnostic, solution technique, contrôle documentaire, notification) que l'outil présenté ci-après permet, lui, de suivre à l'échelle de l'ensemble du marché.

Ce cas illustre bien, à l'échelle d'un seul ouvrage, l'ensemble du cycle d'un travail supplémentaire : un état existant imparfaitement connu au moment de la conception, une découverte en cours de chantier, une solution technique étudiée par le bureau d'études du titulaire, un contrôle de cette solution par la maîtrise d'œuvre via la procédure VISA, et enfin une notification financière et un impact planning suivis dans l'outil présenté ci-après.

4.3. Un outil de pilotage : du tableau croisé multi-sources au dashboard Power BI

Au-delà du cas du pavillon, l'ensemble des travaux supplémentaires du marché devait être suivi de façon consolidée pour permettre à la maîtrise d'œuvre de disposer d'une vision d'ensemble du budget. Or, au moment où j'ai pris en charge cette mission, les données relatives

aux TS étaient réparties entre plusieurs sources distinctes : les devis successifs transmis par le titulaire (premier indice, puis indices ultérieurs après négociation), les montants notifiés par la RATP, les provisions constituées pour les TS en cours de négociation ainsi que pour les risques identifiés (PRI), et la position de la maîtrise d'œuvre sur les évolutions encore incertaines à horizon lointain (DRC).

Concrètement, ce suivi reposait, avant mon intervention, sur deux à trois tableaux internes à la RATP, remplis séparément par les différents chargés d'études et travaux du marché à l'intention de la direction, chacun avec sa propre manière de remplir les colonnes, ses propres formats et, surtout, son propre identifiant pour désigner un même travail supplémentaire. La première difficulté a donc été moins de collecter les données que de les rendre compatibles entre elles : j'ai dû nettoyer ces tableaux un par un (harmoniser les formats de dates et de montants, défusionner des cellules, corriger des types de données incohérents) et, surtout, uniformiser l'identifiant de chaque travail supplémentaire pour qu'un même TS soit reconnu comme tel d'un tableau à l'autre. J'ai ensuite construit, sous Excel, des formules de détection permettant de retrouver automatiquement un même identifiant de TS dans les différents tableaux sources, avant de réaliser les jointures entre ces tableaux pour aboutir à un tableau résumé unique, qui récupère et met à jour automatiquement l'ensemble des valeurs nécessaires au suivi : discipline, catégorie d'évolution, montant à chaque étape de la négociation (premier indice, dernier indice, montant notifié) et, le cas échéant, nombre de jours de délai associés.

Le choix des valeurs à faire figurer dans ce tableau résumé a été décidé avec mon maître de stage, mais la construction du tableau lui-même, ainsi que l'ensemble du travail d'analyse qui en découle, ont été réalisés seul, une fois la base de données consolidée. C'est enfin à partir de ce tableau résumé Excel, mis à jour automatiquement, que j'ai construit un rendu sous Power BI dédié à la restitution visuelle et interactive de ces données, utilisable directement par mon maître de stage pour ses échanges avec le titulaire et avec la maîtrise d'ouvrage. Il m'a fallu environ trois mois pour aboutir à cette forme finale sous Power BI, cet outil ayant été construit en parallèle de mes missions de contrôle de chantier plutôt que comme une mission à temps plein.

V° chapitre	N° de Prix (PN ou PP)	N° devis	n° Ordre de Service	N° FMO	Nature	Etat de la FMO	Libellé
TS Validés - Toute saisie dans ce tableau est prise en compte dans l'EAT1							
A1	Marché "T1"	Marché	1-A		Programmatique	FMO Validée	Notification OS_1A_(ST0,ST1,ST2,ST3) (origine du délai «T1» Période de préparation + Etudes d'exécutions -
A2		Devis_001-B	2-A	AMTVAUG-0208	Programmatique	FMO Validée	Modification base vie AME R+1 pour création vestiaires et sanitaires MRF - coeff 1,381
A3		Devis_002-B	3-C	AMTVAUG-0209	Programmatique	FMO Validée	Amélioration acoustique de la cloison de séparation #1 en étape 2 par rapport à la base marché - coeff 1,381
A4		Devis_003-C	4-A	AMTVAUG-0211	Programmatique	FMO Validée	Réaménagement base vie encadrement vie R+3 - coeff 1,381
A5		Devis_004-A	15-A	AMTVAUG-0263	Technique	FMO Validée	Confortement structure atelier existant hall V1&V3 pour démolition étape 2
A6		Devis_005-B	8-A	AMTVAUG-0257	Programmatique	FMO Validée	Prolongement poutre support LAC intérieur HMR et travail le samedi demandé par exploitant - coeff 1,381
A7		Devis_006-B	9-A	AMTVAUG-0267	Programmatique	FMO Validée	Surcoût pour réalisation de la cloison de séparation avec travail le samedi + consignateur Challancin S41. - coeff 1,381
A8		Devis_007-C	10-A	AMTVAUG-0247	Programmatique	FMO Validée	Location de 3 souffleurs air chaud pendant le montage de la cloison - coeff 1,381
A9		Devis_008-B	6-C	AMTVAUG-0221	Programmatique	FMO Validée	Aménagements VoieR (sous-AME) pour transformatin en aire de lavage des trains
A10		Devis_009-A	11-A	AMTVAUG-0258	Programmatique	FMO Validée	Gardien supplémentaire 24/24-7/7côté HMR rue Desnouettes pendant 1,5 mois
A11	Marché "T2"	Marché	12-A		Programmatique	FMO Validée	Notification OS_12A_(ST0,ST1,ST2,ST3) (Origine des délais «T2» Lancement construction Étape 2
A12		Sans sujet	22-A	AMTVAUG-0224	Technique	FMO Validée	FAD 05 Modification cuvelage extrados des sous-sols par cuvelage intrados - OS en moins value
A13		Sans sujet	23-A	AMTVAUG-0225	Technique	FMO Validée	FAD 12 Modification façade venelle (Poteaux remplacés par voiles)
A14		Sans sujet	19-A	AMTVAUG-0226	Technique	FMO Validée	FAD 08 Déplacement Fosse ERI
A15		Devis_021-A	19-A	AMTVAUG-0227	Technique	FMO Validée	FAD 10 Modification départ nouvelle galerie technique Venelle (Diminution du linéaire galerie devis en moins value)
A16		Sans sujet	28-A	AMTVAUG-0230	Technique	FMO Validée	FAD 07 Modification des voiles de jonction de la galerie technique aux locaux sous-sols attenants
A17		Sans sujet		AMTVAUG-	Technique	FMO Validée	Désolidarisation des cages d'ascenseur du lot D (FMO-4A pour le lot D)
A18			71-B	AMTVAUG-	Technique	FMO Validée	Suppression du tapis antivibratile (moins-value tête de hall)
A19			5-A	AMTVAUG-	Technique	FMO Validée	FMO relative à l'OS 5A pour la modification des planchers hauts du lot D
A20		Devis_012-A	13-B	AMTVAUG-0250	Technique	FMO Validée	Écran de cantonnement file 2' (Étude et réalisation)

Figure 19 : extrait du tableau Excel source de l'outil Power BI

4.4. Le dashboard, page par page : six vues du suivi des travaux supplémentaires

Le dashboard construit sous Power BI se compose de six pages, chacune organisée autour d'un objectif affiché directement en tête de page pour en guider la lecture. Les paragraphes suivants reprennent cette même logique, page par page, en ne retenant de chacune que les chiffres les plus significatifs plutôt qu'un relevé exhaustif de toutes les valeurs qui y figurent.

4.4.1. Vue d'ensemble budgétaire

Cette première page a pour objectif de donner une lecture instantanée du budget des travaux supplémentaires au global. À la fin de mon stage, elle faisait apparaître un montant total de travaux supplémentaires notifiés ou en cours de notification de 6,75 millions d'euros sur le marché HMC Vaugirard, soit environ 13 % du montant du marché de base (51,5 millions d'euros HT). Ce montant se décompose en 3,47 millions d'euros de fiches de modification déjà validées (51,5 % du total), 1,24 million d'euros de provisions pour TS en cours de négociation (18,4 %), 1,11 million d'euros de provisions pour risques identifiés (16,5 %) et 0,92 million d'euros de DRC, la part la plus incertaine du suivi puisqu'elle porte sur des évolutions à horizon lointain (13,7 %). Cette même page présente aussi, discipline par discipline, la trajectoire de négociation entre le premier devis transmis par le titulaire, son dernier indice et le montant finalement notifié par la RATP : les trois postes les plus significatifs en valeur, installations de chantier, serrurerie métallique et ouvrages en béton, s'y détachent nettement des autres disciplines.

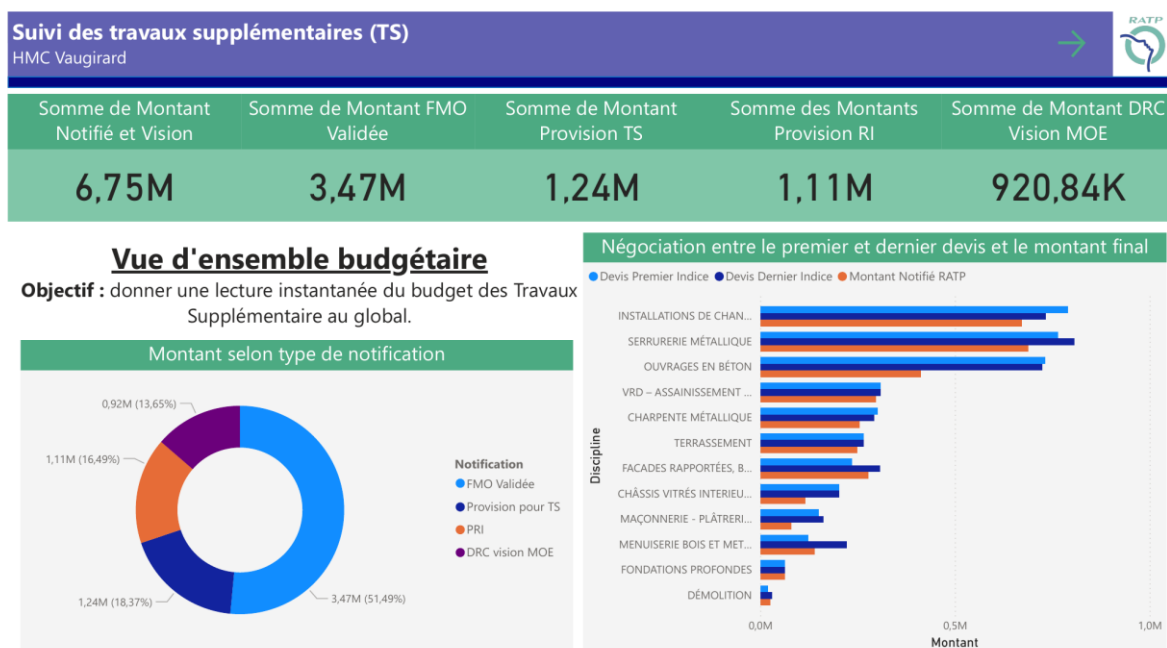


Figure 20 : vue d'ensemble du dashboard Power BI de suivi des travaux supplémentaires

4.4.2. Analyse par discipline

Cette page a pour objectif de donner une vision lotissée du coût par corps d'état, en lien avec les coûts marché (FMO validée et provision pour TS). Elle fait apparaître un résultat qui n'était pas évident : le poids de chaque discipline dans les travaux supplémentaires ne reflète pas son poids dans le marché de base. Les ouvrages en béton, qui représentent près de 34 % du montant du marché initial, ne pèsent que 12,8 % des travaux supplémentaires. À l'inverse, le poste « installations de chantier et prestations générales », qui représente 29 % du marché de base, concentre à lui seul 20,6 % des travaux supplémentaires, et la serrurerie métallique, qui ne représente que 10 % du marché de base, en concentre près de 19,6 %. Autrement dit, ce sont moins les postes les plus coûteux du marché initial que les postes les plus exposés aux aléas d'organisation de chantier (installations générales, serrurerie, VRD et assainissement) qui génèrent, proportionnellement, le plus de travaux supplémentaires.

Discipline	Poids dans le marché de base	Poids dans les TS
Ouvrages en béton	33,9 %	12,8 %
Installations de chantier et prestations générales	29,0 %	20,6 %
Serrurerie métallique	10,1 %	19,6 %
VRD, assainissement, réseaux enterrés	4,3 %	11,9 %
Charpente métallique	2,9 %	7,2 %
Châssis vitrés	4,2 %	6,8 %
Façades rapportées, bardages	2,9 %	5,9 %

Tableau 2 : poids de discipline dans le marché de base et dans les travaux supplémentaires

Cette même page montre aussi les travaux supplémentaires par catégorie d'évolution. Sur l'ensemble des travaux supplémentaires classés à la fin de mon stage, les évolutions d'origine technique MOE (arbitrages de conception travaux, bureau d'études ou architecte confondus) représentaient le poste le plus important, avec environ 1,27 million d'euros, suivies des évolutions d'origine externe (974 000 euros), des évolutions fonctionnelles (769 000 euros) et des évolutions réglementaires (636 000 euros). C'est précisément dans cette dernière famille, évolutions externes et fonctionnelles, difficilement anticipables dès la conception, que se rangent la plupart des TS liés au pavillon de 1910 et au bunker évoqué plus tôt, ce qui confirme, chiffres à l'appui, l'analyse qualitative menée en 4.2 : le patrimoine bâti et les découvertes de chantier sont bien une source identifiable et récurrente de dérive financière, distincte des aléas de conception proprement dits.

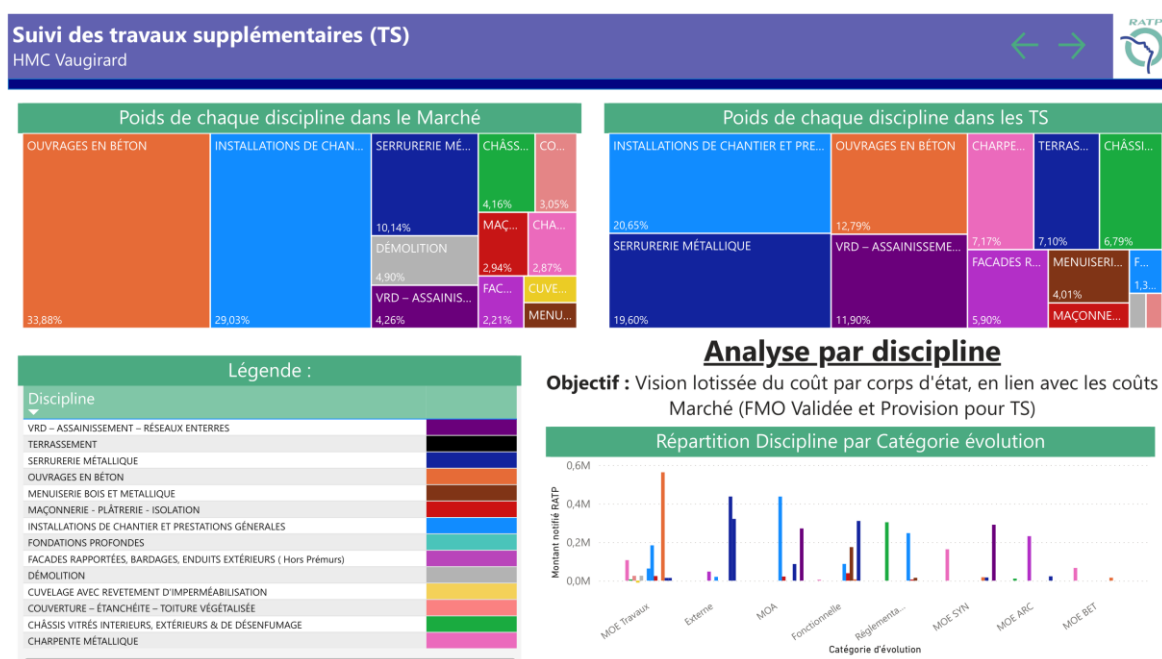


Figure 21 : dashboard, page « Analyse par discipline »

4.4.3. Écarts devis / notifié et réserves

Cette page a pour objectif explicite, affiché sur le dashboard, de « mettre en évidence les points de friction financière entre LGO et RATP ». Elle compare, TS par TS, le dernier devis transmis par le titulaire au montant finalement notifié par la RATP, en distinguant une zone de dépassement, où le prix notifié est supérieur au dernier devis, d'une zone d'économie, où il lui est inférieur. Elle détaille aussi la composition des réserves financières totales, qui s'élevaient à 355 950 euros à la fin de mon stage : 201 270 euros (56,5 %) relèvent de la catégorie K1, et 154 680 euros (43,5 %) n'en relèvent pas. Cette distinction n'est pas anodine : le K1 correspond, selon le titulaire, à des frais de salaires d'encadrement ajoutés à la réalisation d'un TS, que le marché laisse entendre exclus sans le préciser clairement, ce qui en fait un point de désaccord contractuel récurrent entre LGO et la RATP.

Cette page permet aussi de relativiser certains TS pris individuellement : le TS « Renforcement pavillon », y apparaît comme celui pour lequel l'écart entre le premier devis et le montant finalement notifié est le plus favorable à la maîtrise d'œuvre, autrement dit celui dont la négociation de prix a le mieux abouti.

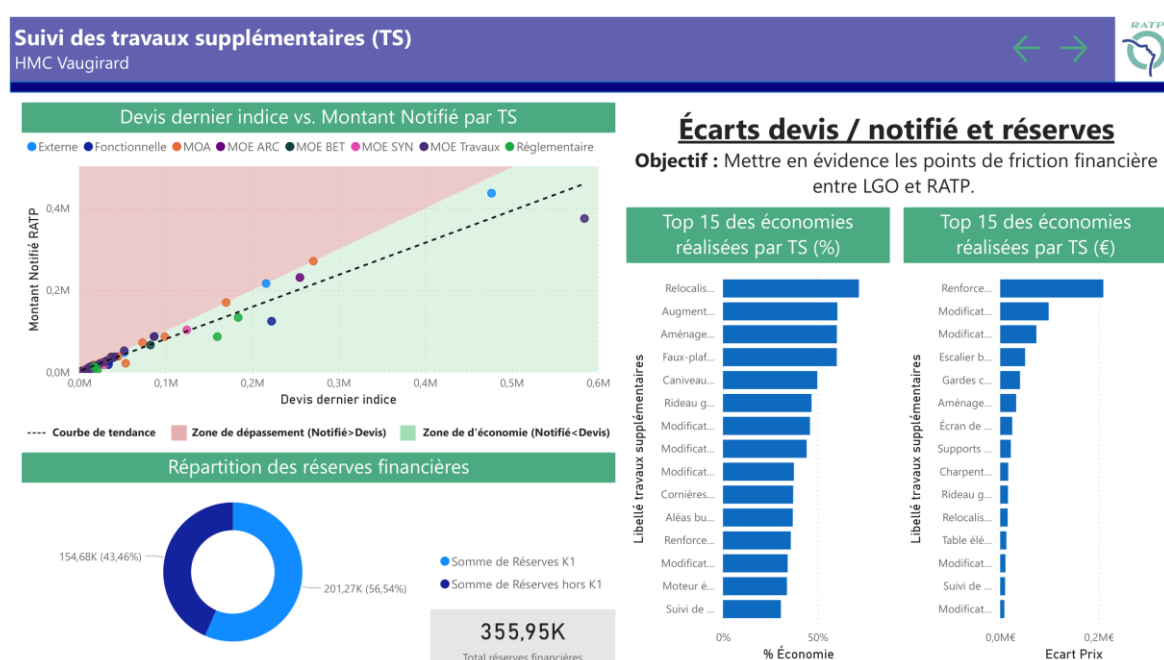


Figure 22 : dashboard, page « Écarts devis / notifié et réserves »

4.4.4. Poids des TS par rapport au marché initial

Cette page a pour objectif d'identifier les disciplines où les TS représentent la plus forte proportion du coût marché, en distinguant l'ampleur en valeur absolue de l'ampleur relative. En

valeur absolue, ce sont les ouvrages en béton, les installations de chantier et la serrurerie métallique qui concentrent les montants notifiés les plus élevés, toutes disciplines confondues. En valeur relative, ce sont plutôt des disciplines plus modestes en volume, comme la menuiserie ou les façades rapportées, dont une part importante du montant total a été consommée par des travaux supplémentaires. Cette page identifie également, travail supplémentaire par travail supplémentaire, les postes au plus grand coût notifié : le TS « Renforcement pavillon » y figure en tête, ce qui en fait, à lui seul, le travail supplémentaire le plus coûteux du marché, sans pour autant remettre en cause le constat de la page précédente : une discipline comme les installations de chantier ou la serrurerie métallique reste plus coûteuse en cumulé, sur l'ensemble de ses nombreux travaux supplémentaires respectifs, qu'un unique TS aussi significatif soit-il.

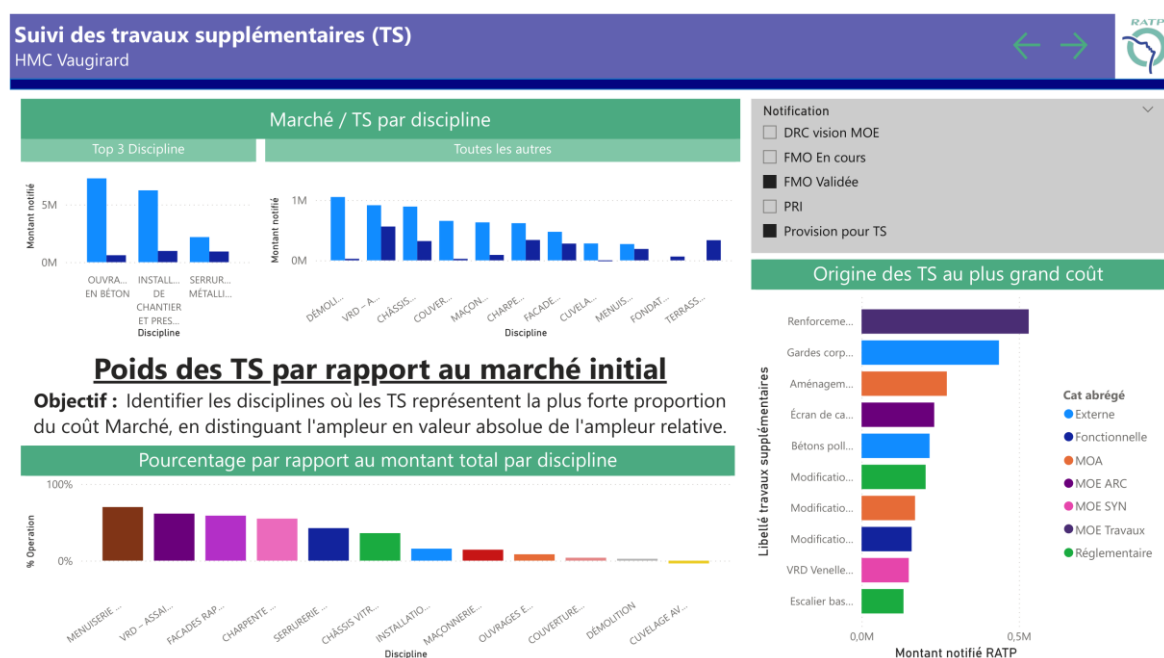


Figure 23 : dashboard, page « Poids des TS par rapport au marché initial »

4.4.5. Réserves financières et planning : Position LGO vs Position RATP

Cette page a pour objectif de comparer, poste par poste, les réserves déclarées par l'entreprise (LGO) et la contre-position tenue par la maîtrise d'œuvre RATP, afin d'identifier les sujets de désaccord financier et de délai encore ouverts. Elle met en évidence un écart important : sur l'ensemble des travaux supplémentaires suivis, le titulaire déclarait environ 357 000 euros de réserves financières et 224 jours de réserve de délai, quand la maîtrise d'œuvre n'en reconnaissait que 42 000 euros et 43 jours. Cet écart de plus de huit fois sur le montant financier, et de plus de cinq fois sur le délai, matérialise concrètement les points de friction contractuelle entre le titulaire et la maîtrise d'œuvre, dont une partie s'explique par le désaccord sur le K1. Le

renforcement du pavillon de 1910 figure d'ailleurs parmi les postes les plus significatifs de cet écart de réserves financières, aux côtés d'autres TS liés aux aléas de site (gardes-corps de toiture, escalier de la base-vie, aménagement du bunker, mur de renfort de l'ancienne alcôve). Disposer d'un outil capable d'objectiver, poste par poste, l'écart entre la position de l'entreprise et celle de la maîtrise d'œuvre constitue une aide directe à la négociation : plutôt que de discuter globalement d'un montant de réserves, mon maître de stage pouvait, à partir de ce dashboard, identifier précisément les postes sur lesquels l'écart de position était le plus important et concentrer l'effort de négociation sur ces derniers.

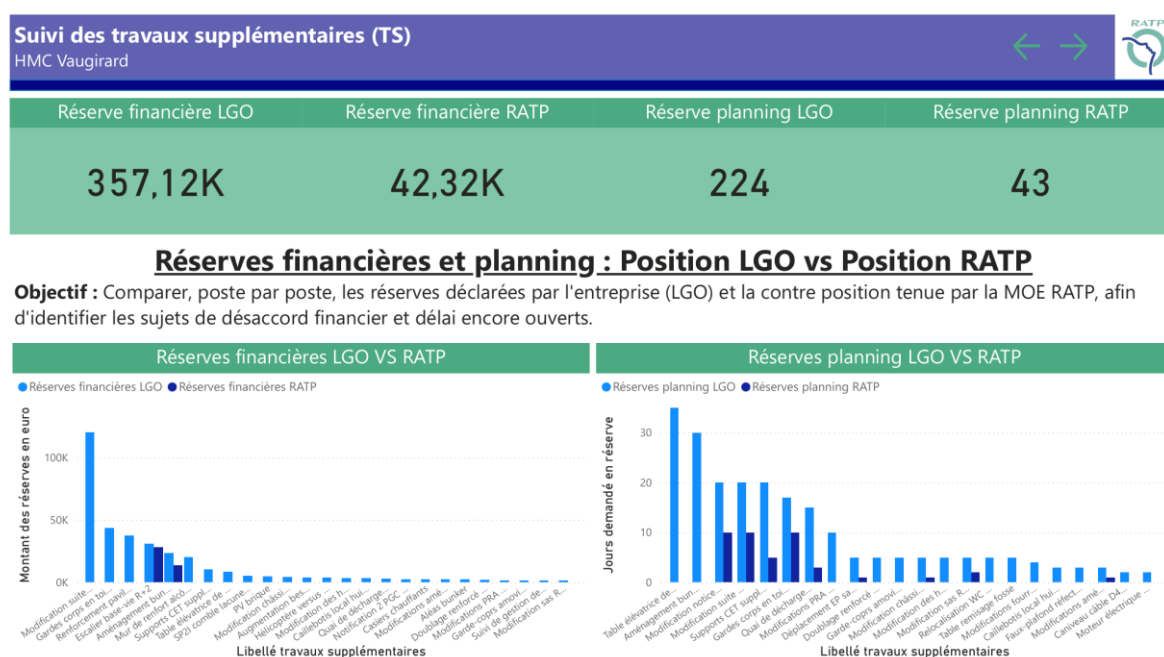


Figure 24 : dashboard, page « Réserves financières et planning : Position LGO vs Position RATP »

4.4.6. Analyse libre : construisez votre propre matrice

Cette dernière page a pour objectif de permettre une exploration flexible des données de TS en choisissant soi-même les axes d'analyse et les indicateurs à afficher, sans avoir à multiplier les pages figées : discipline, catégorie d'évolution, notification ou libellé du travail supplémentaire peuvent librement être placés en ligne ou en colonne, avec, au choix, les montants, les devis successifs, les réserves ou la position de la maîtrise d'œuvre comme indicateur. L'exemple donné en Figure 25, qui croise discipline et catégorie d'évolution.

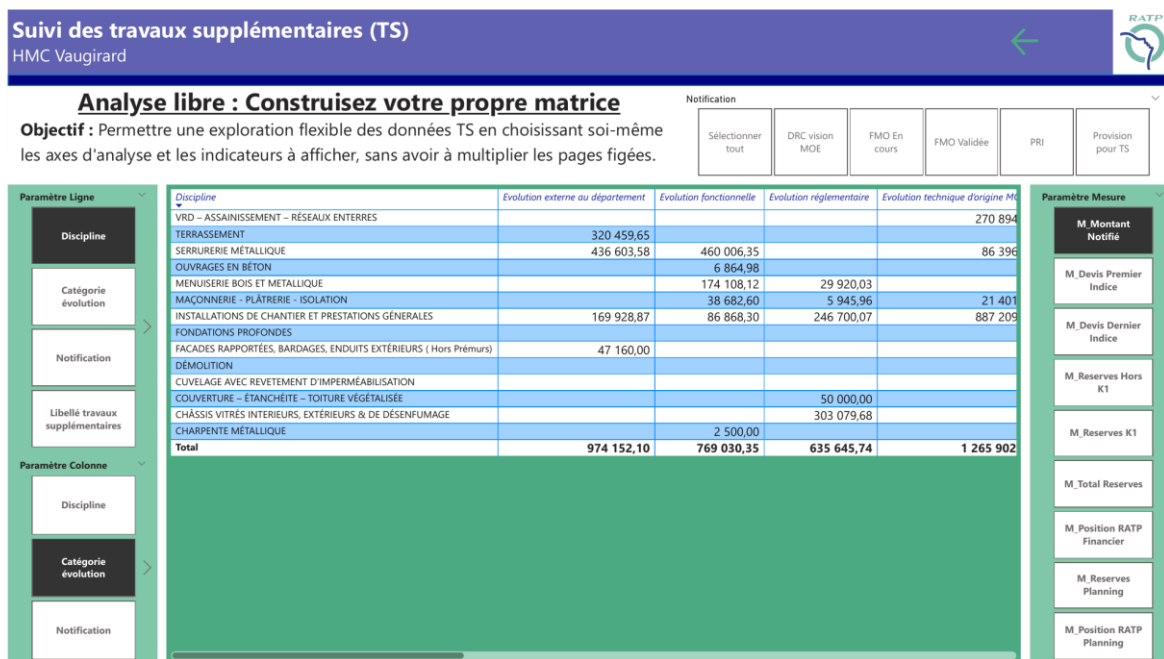


Figure 25 : dashboard, page « Analyse libre »

C'est cette capacité à transformer une accumulation de devis et de fiches de modification dispersées en un outil de pilotage lisible et actionnable qui répond, à mon échelle, à la problématique posée en introduction : la maîtrise d'œuvre pilote les dérives d'un chantier complexe non pas en les empêchant, puisqu'elles sont, comme le montre la Partie 3, en grande partie inhérentes à la nature même du chantier, mais en se donnant les moyens de les identifier, de les classer, de les chiffrer et de les négocier avec méthode.

4.5. Limites de l'outil et pistes d'amélioration

Cet outil de pilotage, aussi utile soit-il, présente des limites qu'il convient d'assumer plutôt que de masquer. La première tient à la fiabilité des données sources : le dashboard ne peut être plus précis que les devis et fiches de modification qui l'alimentent, et une erreur de saisie ou un devis transmis en retard par le titulaire se répercute directement sur les résultats de l'analyse. La deuxième limite tient au caractère encore partiellement manuel de la consolidation : malgré la structuration du tableau croisé, l'intégration d'un nouveau devis ou d'une nouvelle fiche de modification suppose toujours une vérification humaine avant intégration au dashboard, ce qui limite la fréquence de mise à jour envisageable à l'échelle du marché.

Une troisième limite, plus méthodologique, tient au classement par catégorie d'évolution présenté : ce classement, bien qu'utile pour dégager des tendances, repose sur une appréciation qui peut, pour certains travaux supplémentaires à l'origine mixte, être discutable, un même TS

pouvant relever à la fois d'une contrainte d'exploitation et d'un aléa patrimonial, comme c'est en partie le cas du renforcement du pavillon de 1910. Une piste d'amélioration identifiée avec mon maître de stage consisterait à permettre, dans une future version de l'outil, un classement multi-critères plutôt qu'une catégorie unique par travail supplémentaire, afin de mieux rendre compte de cette réalité.

Une dernière limite tient à l'outil Power BI lui-même : il se prête très bien à l'exploration interactive des données, mais beaucoup moins à la production d'un rendu figé, imprimé ou exporté en PDF, pour une communication ponctuelle. Certains graphiques restent par ailleurs peu ergonomiques dans leur version standard et ont nécessité le téléchargement de visuels personnalisés supplémentaires pour obtenir un rendu satisfaisant. En dehors de ce point, la méthode que j'ai développée ne présente pas de limite propre à ce chantier : n'importe quelle équipe de maîtrise d'œuvre disposant de tableaux sources comparables pourrait reprendre cette même analyse pour son propre chantier, en y substituant simplement ses propres valeurs.

L'outil suppose enfin de connaître certaines règles de construction propres à son fonctionnement pour être exploité correctement, ce qui m'a conduit à rédiger une fiche tutoriel à destination des personnes souhaitant s'en servir.

Au total, l'étude de cas du pavillon de 1910 et l'outil d'analyse Power BI montrent, chacun à leur échelle, comment la maîtrise d'œuvre transforme les aléas de ce chantier en travaux supplémentaires pilotés, chiffrés et négociés avec méthode.

Conclusion

Ce rapport est parti d'un constat simple : sur le chantier de modernisation de l'AMT de Vaugirard, mené en site occupé, superposé à un programme de logements et intégrant un pavillon industriel de 1910, les travaux supplémentaires ne sont pas un accident marginal mais un flux continu, qui représentait à la fin de mon stage près de 6,75 millions d'euros, soit environ 13 % du montant du marché de base de 51,5 millions d'euros. Ainsi, à travers les missions décrites dans ce rapport, on trouve une réponse à la fois qualitative et quantitative à la question posée en introduction : Comment la maîtrise d'œuvre pilote-t-elle les dérives financières et planning générées par les aléas d'un tel chantier ?

En effet, sur le plan qualitatif, l'étude de cas de la restauration du pavillon de 1910 montre que le pilotage d'un aléa patrimonial passe par un contrôle rapproché et continu des documents d'exécution (la procédure VISA) qui permet à la maîtrise d'œuvre de garder la maîtrise technique d'un ouvrage dont elle n'est pourtant pas l'exécutant direct.

Sur le plan quantitatif, la construction de l'outil d'analyse sous Power BI montre que le pilotage des travaux supplémentaires suppose de dépasser une gestion au fil du temps, dispersée entre plusieurs sources, pour construire une vision consolidée et classée qui seule permet d'objectiver les points de friction avec le titulaire et de concentrer l'effort de négociation là où il est le plus utile.

Les objectifs fixés au début de ce stage ont été atteints : la maîtrise du suivi technique généraliste du chantier, l'autonomie complète sur le suivi d'une zone à enjeu patrimonial, et la livraison d'un outil d'analyse aujourd'hui repris par l'équipe pour le pilotage du marché. Ce stage confirme, plus largement, que sur un chantier ferroviaire complexe, le rôle de la maîtrise d'œuvre ne se limite pas à faire respecter un marché figé au moment de sa signature : il consiste à en piloter, avec méthode, la nécessaire évolution.

Ce constat dépasse d'ailleurs le seul cas de Vaugirard. Sur un parc d'ateliers et d'infrastructures aussi ancien et aussi dense que celui de la RATP, la plupart des opérations de modernisation à venir présenteront, à des degrés divers, les mêmes sources de complexité que celles analysées dans ce rapport : maintien de l'exploitation, superposition de programmes, patrimoine bâti à préserver ou à découvrir. La méthode de pilotage des travaux supplémentaires développée durant ce stage constitue, à ce titre, un outil dont la portée dépasse le seul marché HMC Vaugirard et qui pourrait, moyennant les adaptations nécessaires, être répliqué sur d'autres opérations comparables.

Bibliographie

- Documents internes à RATP et RATP INFRASTRUCTURE exclusivement

Annexes

Annexe I : Page de garde du marché MOP240007

Page de garde de la pièce n°1 du marché MOP240007, rappelant l'objet de l'opération, le lot concerné, le montant et la durée du marché, ainsi que le titulaire.



Direction Maîtrise d'Ouvrage des Projets

MARCHE MOP 240007

METRO LIGNE 12 – AMT DE VAUGIRARD

222-224 RUE DE LA CROIX-NIVERT 75015 PARIS

ADAPTATION DES ATELIERS DE VAUGIRARD

AU MATERIEL ROULANT MF19

PHASE 2 – ETAPES 2 & 3

REALISATION DU HALL DE MAINTENANCE COURANTE (HMC)

ET DES LOGEMENTS (LOT D)

LOT Tx2.01/Tx3.01

GENIE CIVIL ET AMENAGEMENTS POUR LE HMC

ET TOUS CORPS D'ETAT POUR LES LOGEMENTS

MONTANT HT : 51 499 900€

DUREE : 62 MOIS

CTA : E18

Unité : Achats

Siren : 745 420 653

Acheteur : Filipe DA SILVA FRANJA

LEON GROSSE

Gestionnaire du marché :

4, Parvis Colonel Arnaud Beltrame

Christophe HUCHER (HMC)

Grpt MARTEL/ABINAL & ROPART (Lot D)

78 000 VERSAILLES

Annexe II : Principe de renforcement du plancher du pavillon sud par connecteurs Laterlite

Synthèse de la méthode de mise en œuvre transmise par le bureau d'études structure du titulaire pour le renforcement du plancher haut du sous-sol du pavillon sud.

Principe général : transformation d'un plancher existant (poutrelles acier + hourdis de maçonnerie) en une section mixte acier-béton par ajout d'une dalle collaborante légère, les deux éléments travaillant ensemble grâce à des connecteurs mécaniques.

Composants : le connecteur Laterlite CS, étrier en acier galvanisé S235 de 70×40×36 mm, collé à l'adhésif époxy bi-composant (consommation d'environ 12 g par connecteur). Le béton Latermix 1400, béton léger structurel de 6 cm d'épaisseur.

Mise en œuvre, dans l'ordre :

- Préparation des poutrelles, par sablage SA 2.5 ou brossage mécanique aux points de fixation.
- Pose des connecteurs collés selon le plan de calepinage calculé.
- Temps de prise de l'adhésif de 24 heures avant la suite des travaux.
- Pose d'un treillis soudé (armature transversale minimale 1,37 cm²/m).
- Coulage de la dalle collaborante.

Calepinage pour une poutre de 140 mm de haut, travée de 4,42 m, entraxe de 70 cm : 8 connecteurs espacés de 13,8 cm en about de travée (zone L/4), 8 connecteurs espacés de 27,6 cm en milieu de travée (zone L/2), soit 24 connecteurs par travée (7,8 par m²).

(Méthodes extraite de la procédure)

Annexe III : Carnet de photo du stage

Cette annexe rassemble un ensemble de photographies prises tout au long du stage.

Photo sur la toiture du lot D avec les Sheds du HMC en fond, photo prise lors de mon dernier jour de stage avec mon collègue Madjid Toumert



Métro 12 passant dans l'AME



Ferrailage du radier de lot D

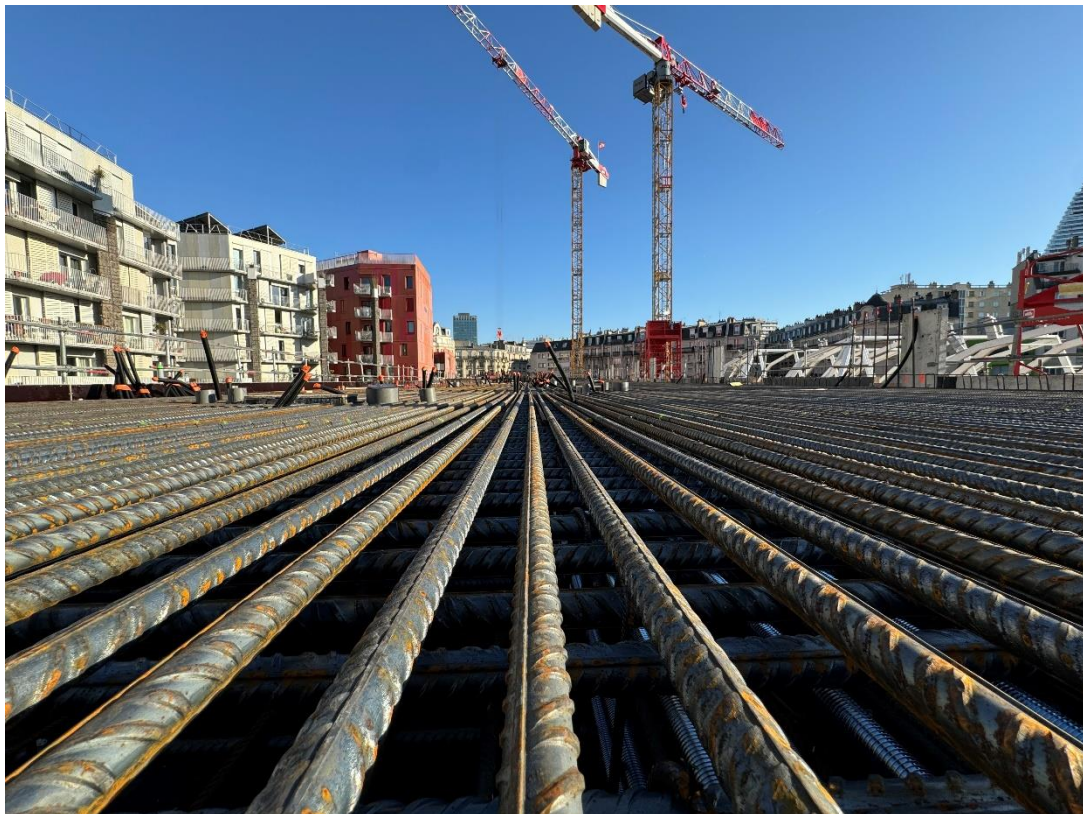
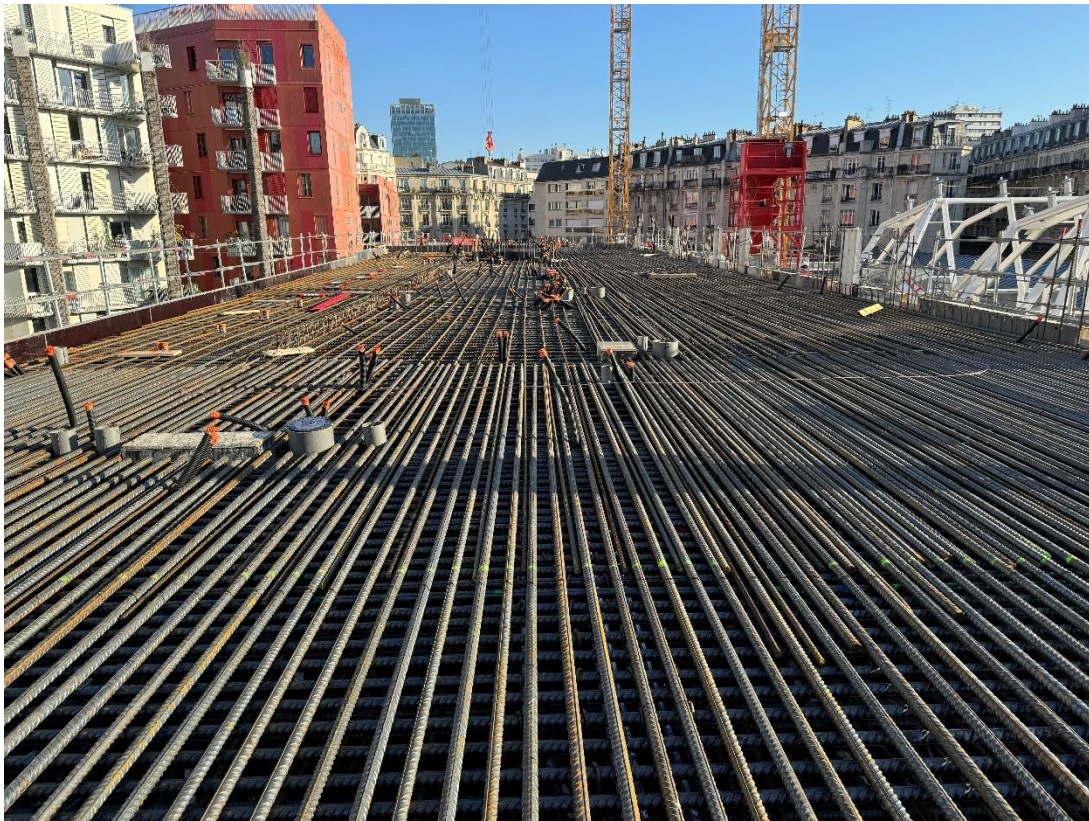


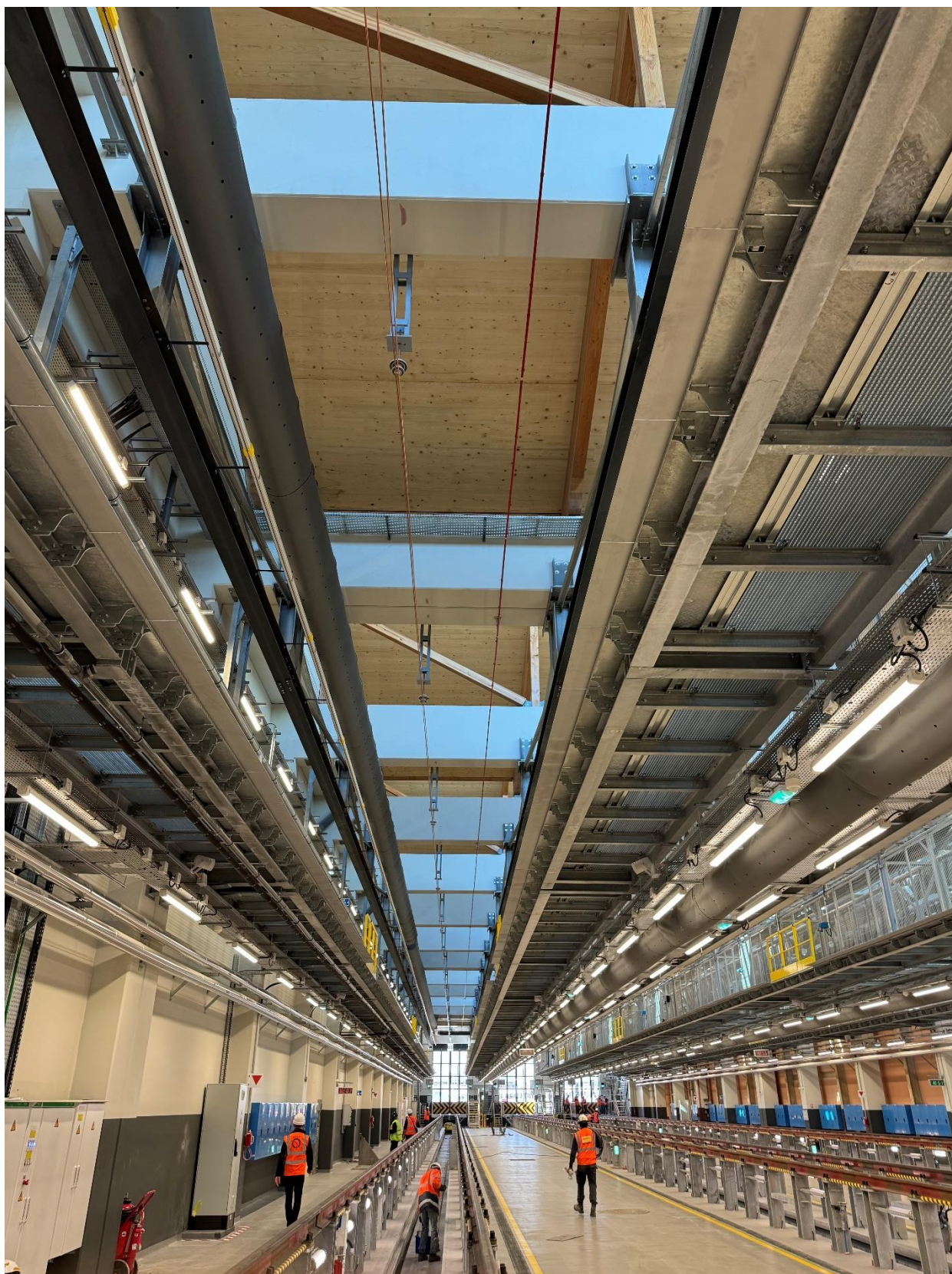
Photo de l'intérieur du HMC avant la pose des sheds



Atelier de maintenance de Sucy lors d'une visite de site



Atelier de maintenance de train de Massy de la visite de site



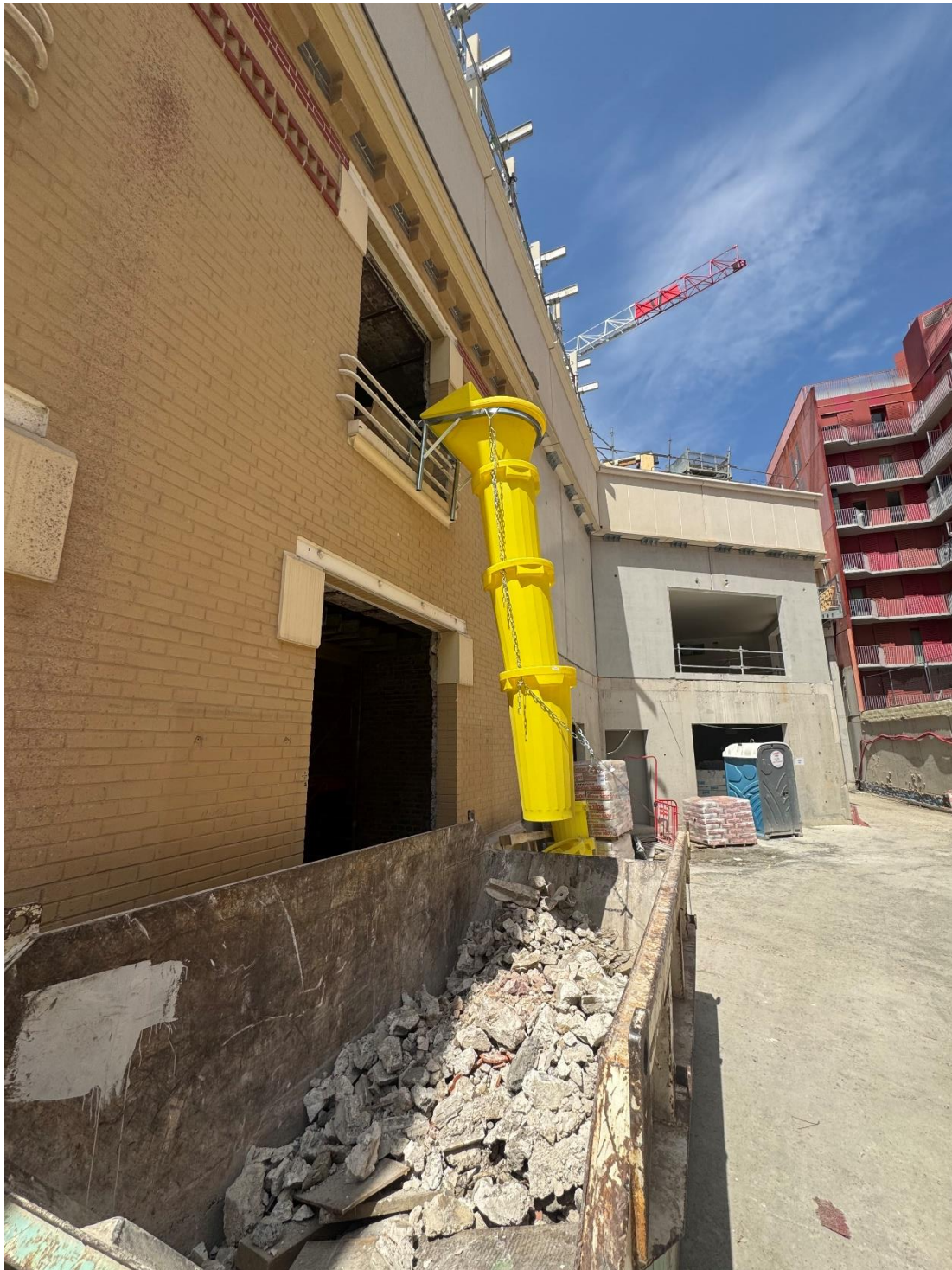
Pose des prémurs du HMC



Installation de la charpente métallique des sheds



Évacuation des déchets de curage du plancher haut du RDC du pavillon sud



Pavillon nord (lot D) à gauche et Pavillon sud (HMC) à droite



Dernier tour de chantier à l'intérieur du HMC



Photo souvenir avec l'équipe MOE GC (sans Christophe Hucher)



Annexe IV : Atelier de Vaugirard



**Accueillir
les nouveaux métros,
créer un nouveau
quartier**



Faire ville



LA RATP RÉNOVE SES SITES INDUSTRIELS TOUT EN LES TRANSFORMANT EN QUARTIERS VIVANTS OUVERTS SUR LA VILLE

La RATP modernise ses ateliers de maintenance pour accompagner l'évolution du métro et améliorer les conditions de travail des agents. Elle entend les conserver au plus près des lignes, afin de garantir la qualité du service et de garder l'emploi industriel en ville.

Prenant place dans une réflexion globale sur la ville de demain, ce vaste programme de modernisation est conduit dans une optique d'intégration et de mixité urbaines. Il s'accompagne de la réalisation de logements et d'équipements publics.

Il s'inscrit dans le cadre du protocole signé avec la Ville de Paris, par lequel l'entreprise s'engage à créer 2 000 logements d'ici 2024 dans la Capitale, dont 50 % de logements sociaux, contribuant ainsi à une ville accessible à tous.

Porté par le groupe RATP et ses filiales immobilières RATP Habitat et RATP Real Estate, la restructuration des Ateliers Vaugirard constitue un projet de mixité urbaine d'envergure. Demain, un quartier de ville végétalisé aura remplacé un îlot industriel enclavé. Réunissant activités de maintenance, logements privés et sociaux, halte-garderie et commerces de proximité, il préservera la mémoire de son passé tout en s'insérant dans un tissu urbain représentatif de l'architecture parisienne.

UNE HISTOIRE INDUSTRIELLE PLUS QUE CENTENAIRE

Les Ateliers Vaugirard sont ouverts en 1910 pour effectuer la maintenance des rames de métro de la ligne A du « Nord-Sud », devenue ligne 12 en 1930. Le site comporte deux bâtiments, l'un pour les opérations courantes, l'autre pour les « grandes révisions ». Détruits en partie par un bombardement en 1943, ils sont immédiatement reconstruits. Le hall d'entretien est rénové en 1974 pour s'adapter à l'évolution du matériel roulant.

L'autre atelier est réaménagé en 1986 pour accueillir de nouvelles activités, qui sont délocalisées à La Villette en 2016. Mais en plus d'un siècle, le site ne connaît pas de transformation notable. La plupart de ses bâtiments sont centenaires. Le projet actuel est la première grande restructuration de son histoire. Il inclut une reconfiguration du bâti industriel, notamment pour intégrer des activités complémentaires de maintenance, ainsi qu'un réaménagement et une mise aux normes de l'infrastructure ferroviaire afin d'accueillir les nouvelles rames de métro qui circuleront à l'horizon 2028 sur la ligne 12.



1910. Construction de la ligne A du Nord-Sud - 1^{er} lot - rue Desnouettes, raccordement avec le dépôt et les stations, la voûte du souterrain est complètement terminée et les 2 égouts latéraux sont en construction à proximité de l'actuelle rue Auguste Chabrières.



1952. Motrice et remorque Nord-Sud aux Ateliers Vaugirard.



Inscrits dans le paysage du quartier et datant du XX^e siècle, les deux pavillons d'entrée des Ateliers Vaugirard sont intégrés au projet pour garder la mémoire du passé architectural du site. Ils seront aménagés pour accueillir des locaux d'activités au rez-de-chaussée et au 1^{er} étage et deux logements locatifs intermédiaires.

Un nouveau quartier dans le 15^e arrondissement

L'ENCLAVE INDUSTRIELLE DE LA RATP DEVIENT UN LIEU DE VIE URBAIN

Organisé autour d'une nouvelle rue et d'une venelle, le nouveau quartier des ateliers Vaugirard comportera 2 immeubles de logements sociaux et 2 Immeubles de logements privés, avec commerces de proximité et halte-garderie en rez-de-rue, cohabitant de façon harmonieuse avec un Atelier de Maintenance des Equipements (AME) et un Atelier de Maintenance des Trains (AMT) de la RATP.

SITES INDUSTRIELS RATP

AMT : Atelier de Maintenance des Trains : 8 550 m²
Livraison en 3 temps : 2024, 2026, 2029

AME : Atelier de Maintenance des Equipements 12 000 m²
Livraison : 2022

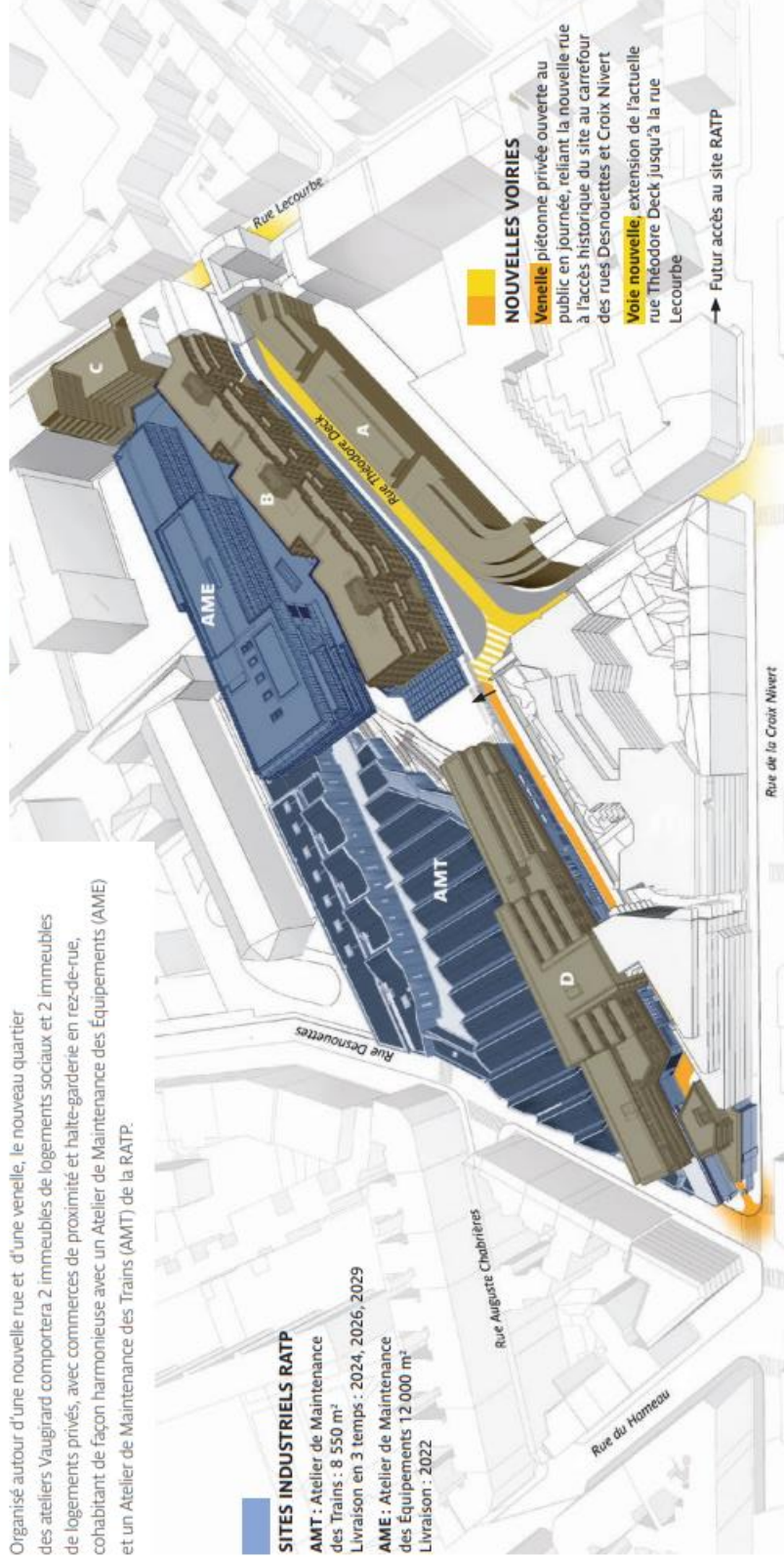
LOGEMENTS

Lot A (Emerige/CADE) : 97 logements privés, 1 halte-garderie (30 places), 3 commerces de proximité, 117 places de parking, 1 ferme urbaine en toiture
Livraison : 2024

Lot B (RATP Habitat) : 104 logements sociaux, 68 places de stationnement
Livraison : 2022

Lot C (Emerige/CADE) : 34 logements privés
Livraison : 2024

Lot D (RATP Habitat) : 47 logements locatifs sociaux et 2 logements locatifs intermédiaires, 1 local commercial, 1 local d'activité
Livraison : 2027



Intégration au tissu urbain

LE PROJET SE CARACTÉRISE PAR LA QUALITÉ ARCHITECTURALE DU BÂTI

Au-delà de la requalification de ses ateliers, la RATP met son foncier au service de la ville du XXI^e siècle et de ses habitants. Son objectif est de conjuguer activité industrielle et vie de quartier au cœur du 15^e arrondissement.

Pour réussir un tel projet, l'accent a été mis sur la qualité architecturale des ateliers de maintenance et des immeubles d'habitation. Tout a été conçu pour les insérer harmonieusement dans le paysage urbain, en préservant le plus possible l'ensoleillement et en prolongeant le maillage des rues existant.

Les nouveaux bâtiments sont développés dans le cadre d'une démarche d'écoconception, qui vise des labels exigeants*, pour maîtriser les impacts sur l'environnement, limiter les consommations d'énergie, renforcer l'isolation acoustique et thermique et assurer à leurs occupants des conditions de vie et de travail saines et confortables. De plus, l'importance accordée à la végétalisation des toitures participe d'un effet d'îlot de fraîcheur dont profite le quartier.

L'ensemble du projet est mené selon l'approche environnementale de l'urbanisme (AEU2), en partenariat avec l'ADEME, et répond aux normes Plan Climat de la Ville de Paris.

* Certification HQE (Haute Qualité Environnementale) et label Energie2Carbone® (E2C1) pour les ateliers de maintenance, certification NF Habitat HQE pour les logements privés et sociaux





Restructuré en revisitant l'architecture historique du site, l'Atelier de Maintenance des Trains (AMT) accueillera les nouvelles rames (MF19) dont le gabarit et la technologie diffèrent des rames actuelles. Cinq jours sur sept, une équipe d'une cinquantaine de personnes continuera d'y effectuer le contrôle technique, l'entretien préventif et la réparation des trains de la ligne 12.

Dans le nouvel Atelier de Maintenance des Équipements (AME) seront nettoyés, maintenus et réparés les équipements embarqués dans les trains : les systèmes électroniques et informatiques (sonorisation, information voyageurs, contrôle commande de la motorisation et du freinage des rames) et les organes électropneumatiques et hydrauliques (moteurs, compresseurs, freins). Cette nouvelle activité accueillera plus de 200 emplois sur le site.



153
LOGEMENTS
SOCIAUX

30
PLACES DE
HALTE-GARDERIE

1
FERME URBAINE
EN TOITURE

131
LOGEMENTS
PRIVÉS

3
COMMERCES
DE PROXIMITÉ



▲
L'immeuble de 104 logements sociaux s'imbrique à l'AME qu'il surplombe. Sa hauteur est alignée sur celle des immeubles haussmanniens de la rue Lecourbe. Ses derniers étages sont organisés en gradins avec un toit végétalisé visible des bâtiments voisins de la rue de la Croix-Nivert.
▼



QU'EST-IL PRÉVU POUR LE CONFORT ACOUSTIQUE DES HABITANTS ?

Des solutions sont mises en œuvre pour limiter l'environnement sonore à la source, tant au niveau du traitement acoustique des bâtiments des ateliers que de leur exploitation, et absorber les vibrations.

> La pose de ventelles acoustiques devant les ouvertures et de panneaux isolants sur les murs ainsi que la végétalisation des toitures atténueront la transmission des bruits. Les tapis anti-vibratiles posés sous les voies intérieures et extérieures feront barrière à la transmission des vibrations.

> Les nouvelles rames seront équipées de joncs insonorisants pour limiter les crissements en courbe. Les avertisseurs sonores des trains seront limités aux stricts impératifs de sécurité. Le nettoyage des rames sera effectué à l'intérieur de l'AMT, portes fermées.

Les immeubles de logements en surplomb des ateliers sont quant à eux conçus de façon à optimiser le confort acoustique des habitants. Pour traiter les risques de transmission vibratoire et acoustique depuis les ateliers, ils sont posés sur des boîtes à ressorts qui les désolidarisent de leur socle. Enfin, leurs façades et les entrées d'air font l'objet de traitement acoustique.

De la respiration dans la ville

LES NOMBREUX AMÉNAGEMENTS PAYSAGERS ET LES NOUVELLES CIRCULATIONS AMÉLIORERONT LE CADRE DE VIE

Ambiance végétale

Bien qu'il ne comporte pas d'espaces verts où se promener, le nouveau quartier sera fortement végétalisé grâce à la « 5^e façade » des bâtiments : les toitures des ateliers et des immeubles d'habitation seront entièrement plantées. La nature y prendra de l'ampleur, au profit des habitants comme du développement de la biodiversité.

Elle remplira des fonctionnalités environnementales telles que la rétention des eaux de pluie, l'atténuation de l'élévation des températures ou l'isolation thermique des bâtiments.

Tout en terrasses, avec des surfaces extérieures de 20 m² en moyenne pour la majorité des appartements, l'immeuble de 97 logements privés se présente comme un jardin suspendu au regard du voisinage. La toiture paysagère est déclinée en ferme urbaine. En rez-de-rue prennent place des petits commerces de proximité et une halte-garderie.

Désenclavement

La création d'une nouvelle voie baptisée « Rue Théodore Deck » et d'une venelle piétonne apportera plus de fluidité à l'espace urbain. La nouvelle rue, Théodore Deck reliant l'impasse villa Lecourbe au nord et l'actuelle rue Théodore Deck à l'est établira une liaison douce, privilégiant piétons et cyclistes, entre la rue Lecourbe et la rue de la Croix-Nivert.

D'environ 200 mètres de long et 12 mètres de large, son dessin en courbe offrira des perspectives et une respiration. Pavée, enherbée, la venelle privée reliant la nouvelle rue au carrefour Desnouettes/ Croix Nivert renouera avec l'atmosphère pittoresque d'un passage parisien. Ouverte au public dans la journée, elle facilitera le parcours des piétons.

9



2,3
HECTARES
REPENÉS

6 379
M² DE TOITURES
VÉGÉTALISÉES

310
PLACES DE
STATIONNEMENT
VÉLOS



Le 305 rue Lecourbe s'inscrit dans la continuité des infrastructures de l'AME. De grandes baies vitrées amplifient la luminosité et des claustras préservent l'intimité. Aux larges balcons des premiers étages succèdent terrasses en gradins et toitures végétalisées.

Côté sud-ouest, la façade de l'immeuble de 47 logements sociaux et 2 logements locatifs intermédiaires, comporte un système de balcons et de stores qui crée un espace intime. Côté nord, des terrasses végétalisées en gradins offrent à la vue du voisinage un paysage de jardins suspendus.



Un projet partagé

La requalification des Ateliers Vaugirard est menée dans un esprit de dialogue avec l'ensemble des parties prenantes.

TRAVAIL COLLABORATIF AVEC LES ACTEURS LOCAUX

La RATP a lancé des concours pour sélectionner les architectes, ainsi que les promoteurs des immeubles de logements privés. Un jury les a sélectionnés, composé de représentants de la RATP, de la Mairie du 15^e arrondissement, de la Ville de Paris et de personnalités qualifiées dans le domaine de l'architecture et de l'urbanisme. Il s'est prononcé en tenant compte des avis ou votes émis par la population lors de l'exposition à la mairie du 15^e des projets de logements présentés par les candidats finalistes. Le projet de transformation des Ateliers Vaugirard a ensuite été élaboré par un dialogue croisé entre élus, services techniques de la Ville de Paris, architectes, urbanistes, paysagistes, promoteurs et équipes pluridisciplinaires du groupe RATP. Ce travail collaboratif a favorisé la diversité des formes architecturales autant que le respect du contexte urbain et de l'histoire des lieux.

«
**Demain, un quartier de ville
végétalisé aura remplacé
un îlot industriel enclavé.** »

DIALOGUE CONTINU AVEC LES RIVERAINS

Au-delà des procédures réglementaires de consultation du public en amont du projet, la RATP maintient un dialogue continu avec les riverains, habitants et commerçants.

Un comité de suivi réunit périodiquement leurs représentants et l'équipe de conduite du projet pour un temps d'échange sur les travaux. L'information est relayée à travers de nombreux supports (palissades de chantier, flash infos, journal, site internet), des visites de chantier et par une chargée d'information et de proximité. Toute l'équipe projet participe également aux conseils de quartier afin d'informer sur l'actualité du chantier et de répondre aux questions posées.

UNE QUESTION ?

Vous pouvez joindre **Isabelle Argand**, chargée d'information de proximité au **06 18 25 23 70** en journée ou par mail : **lesateliersvaugirard@ratp.fr**



La RATP développe depuis plusieurs années une stratégie d'insertion urbaine de ses sites industriels. En partenariat avec la Mairie de Paris, l'entreprise restructure ses centres bus et ses ateliers de maintenance métro afin de les intégrer dans des programmes modernes de mixité urbaine accueillant logements, bureaux, commerces, équipements publics et espaces verts.

RATP maître d'ouvrage du projet urbain et des ateliers (AME et AMT).

RATP Habitat, filiale immobilière sociale du groupe RATP, construit, réhabilite et gère des logements sociaux, commerces et résidences en Île-de-France depuis plus de 60 ans.

RATP Real Estate (maître d'ouvrage délégué), filiale immobilière du groupe RATP, développe depuis 30 ans des opérations complexes de transformation urbaine au profit d'une ville durable.

lcade - Emerige (logements privés)

Appui à la RATP : Ville de Paris

ARCHITECTES :

Dominique Lyon Architectes

Hamonic & Masson

(Lot A - immeuble de 97 logements privés)

Christ & Gantenbein / MDAA
(Lot B - immeuble de 104 logements sociaux)

Ibos & Vitart

(Lot C - immeuble de 34 logements privés)

Bénédicte Bouvier-Tirant / RATP (AMT)

Atelier Martel, Abinal & Ropars
(Lot D - immeuble de 47 logements sociaux
et 2 logements locatifs intermédiaires).



Des entreprises du Groupe RATP

Annexe V : Excel fusionné et trié avant de passer par Power BI

Cette annexe présente un extrait plus complet du tableau croisé multi-sources et trié, qui sert de source de données à l'outil Power BI.

Notification	n°OS (si existant)	N° devis (si existant)	Libellé travaux supplémentaires	Montant devis premier indice	Montant devis dernier indice
FMO Validée	1-A	Marché	Notification OS_1A_ (ST0,ST1,ST2,ST3) (origine du délai =T1) Période de préparation + Etudes d'exécutions -	Sans impact	Sans impact
FMO Validée	2-A	Devis_001-B	Modification base vie AME R+1 pour création vestiaires et sanitaires MRF - coeff 1,381	186 758,07 €	169 858,84 €
FMO Validée	3-C	Devis_002-B	Amélioration acoustique de la cloison de séparation #1 en étape 2 par rapport à la base marché - coeff 1,381	191 260,80 €	86 868,30 €
FMO Validée	4-A	Devis_003-C	Réaménagement base vie encadrement vie R+3 - coeff 1,381	98 652,48 €	73 212,20 €
FMO Validée	15-A	Devis_004-A	Confortement structure atelier existant hall V1àV3 pour démolition étape 2	95 453,25 €	86 498,09 €
FMO Validée	8-A	Devis_005-B	Prolongement poutre support LAC intérieur HMR et travail le samedi demandé par exploitant - coeff 1,381	14 160,75 €	14 160,75 €
FMO Validée	9-A	Devis_006-B	Surcôt pour réalisation de la cloison de séparation avec travail le samedi + consignateur Challancin S41. - coeff 1,381	59 624,68 €	17 299,66 €
FMO Validée	10-A	Devis_007-C	Location de 3 souffleurs air chaud pendant le montage de la cloison - coeff 1,381	11 940,13 €	13 189,93 €
FMO Validée	6-C	Devis_008-B	Aménagements Voie8 (sous-AME) pour transformatin en aire de lavage des trains	270 894,73 €	270 894,73 €
FMO Validée	11-A	Devis_009-A	Gardien supplémentaire 24/24-7/7côté HMR rue Desnouettes pendant 1,5 mois	36 666,73 €	36 666,73 €
FMO Validée	12-A	Marché	Notification OS_12A_ (ST0,ST1,ST2,ST3) (Origine des délais =T2) Lancement construction Étape 2	Sans impact	Sans impact
FMO Validée	22-A	Sans sujet	FAD 05 Modification cuvelage extradros des sous-sols par cuvelage intrados - OS en moins value	0,00 €	0,00 €
FMO Validée	23-A	Sans sujet	FAD 12 Modification façade venelle (Poteaux remplacés par voiles)	0,00 €	0,00 €

Montant Notifié RATP / Vision	Discipline	Catégorie évolution	Réserves financières hors K1	Réserves K1	Total réserves
0	Sans sujet	Sans sujet	0,00 €	0,00 €	0,00 €
169858,84	INSTALLATIONS DE CHANTIER ET PRESTATIONS GÉNÉRALES	Evolution technique d'origine MOA	0,00 €	0,00 €	0,00 €
86868,3	INSTALLATIONS DE CHANTIER ET PRESTATIONS GÉNÉRALES	Evolution fonctionnelle	0,00 €	0,00 €	0,00 €
71716,83	INSTALLATIONS DE CHANTIER ET PRESTATIONS GÉNÉRALES	Evolution technique d'origine MOA	0,00 €	0,00 €	0,00 €
86498,09	CHARPENTE MÉTALLIQUE	Evolution technique d'origine MOE - Travaux	0,00 €	0,00 €	0,00 €
13416,34	SERRURERIE MÉTALLIQUE	Evolution technique d'origine MOE - SYN	0,00 €	0,00 €	0,00 €
17299,66	INSTALLATIONS DE CHANTIER ET PRESTATIONS GÉNÉRALES	Evolution technique d'origine MOA	0,00 €	0,00 €	0,00 €
13189,93	INSTALLATIONS DE CHANTIER ET PRESTATIONS GÉNÉRALES	Evolution technique d'origine MOA	0,00 €	0,00 €	0,00 €
270894,73	VRD – ASSAINISSEMENT – RÉSEAUX ENTERRES	Evolution technique d'origine MOA	0,00 €	0,00 €	0,00 €
36666,73343	INSTALLATIONS DE CHANTIER ET PRESTATIONS GÉNÉRALES	Evolution technique d'origine MOA	0,00 €	0,00 €	0,00 €
0	Sans sujet	Sans sujet	0,00 €	0,00 €	0,00 €
-10346,91	CUVELAGE AVEC REVETEMENT D'IMPERMÉABILISATION	Evolution technique d'origine MOE - Travaux	0,00 €	0,00 €	0,00 €
0	OUVRAGES EN BÉTON	Evolution technique d'origine MOE - Travaux	0,00 €	0,00 €	0,00 €

Position MOE RATP financier	Réserves planning	Position MOE RATP planning
0,00 €	56	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0
0,00 €	42	43
0,00 €	0	0
0,00 €	0	0

Certaines colonnes sont en masqué et n’importe pas dans les valeurs se sont seulement des colonnes avec des valeurs pour la détection.

Annexe VI : Bilan du stage : difficultés rencontrées, apports et perspectives

Cette annexe reprend le bilan personnel de fin de stage. Sans lien direct avec la problématique traitée dans le corps du rapport, il en complète utilement la lecture.

Difficultés rencontrées et solutions apportées

Sur le plan humain, mon intégration au sein de l'équipe Maîtrise d'Œuvre s'est faite sans difficulté particulière : les difficultés rencontrées durant ce stage ont donc été avant tout d'ordre technique, méthodologique et organisationnel.

La première difficulté à laquelle j'ai été confronté est d'ordre technique : la lecture de plans de structure (coffrage, ferrailage, réservations) suppose une maîtrise de conventions graphiques qui ne s'acquiert pas immédiatement. Les premières semaines de contrôle terrain m'ont ainsi demandé un accompagnement rapproché de l'ingénieur structure. J'ai choisi d'y répondre en formalisant, au fur et à mesure, les fiches de lecture, ce qui m'a permis à la fois de structurer mon propre apprentissage et de faciliter celui du stagiaire en BTS Bâtiment que j'encadrais sur le chantier.

La deuxième difficulté est liée à la disparité des sources de données financières évoquée plus tôt : avant la construction de l'outil consolidé, les montants relatifs à un même travail supplémentaire pouvaient différer selon le fichier consulté (devis premier indice, devis dernier indice, montant notifié, provision), sans qu'il soit toujours évident de savoir quel chiffre faisait référence à un instant donné. La réponse apportée n'a pas été seulement technique (construire un tableau croisé unique) mais aussi méthodologique : il a fallu, avec mon maître de stage, définir précisément ce que chaque type de montant représentait et à quel moment du cycle de vie d'un TS il devait être utilisé, avant même de pouvoir consolider les données de façon fiable.

Une troisième difficulté, plus transversale, a tenu à la nécessité de m'adresser, sur un même sujet, à des interlocuteurs aux attentes très différentes : l'ingénieur structure du titulaire attend une observation technique précise et référencée, la maîtrise d'ouvrage attend une synthèse opérationnelle et financière, et l'animateur de prévention CSPS raisonne avant tout en termes de risques et de protections collectives. Reformuler un même constat selon l'interlocuteur, sans en dénaturer le contenu technique, est une compétence que je ne maîtrisais pas en arrivant et que j'ai progressivement développée, notamment à l'occasion des points de synthèse préparés pour mon maître de stage.

Apports personnels et professionnels

Ce stage m'a permis de découvrir, de l'intérieur, le fonctionnement d'un chantier ferroviaire de grande ampleur et la place particulière qu'y occupe la maîtrise d'œuvre : ni tout à fait commanditaire, ni exécutant, elle occupe une position d'interface qui exige à la fois une compétence technique solide et une capacité de synthèse et de négociation. J'ai développé, sur le plan technique, une réelle autonomie de lecture des documents d'exécution (plans de coffrage, de ferrailage, notes de calcul) que je ne possédais pas en arrivant. Sur le plan méthodologique, la construction de l'outil Power BI m'a permis de mettre en pratique, sur un cas réel et à enjeu financier important, des compétences d'analyse et de structuration de données que je n'avais mobilisées, jusque-là, que sur des exercices académiques.

Sur le plan humain, enfin, le fait d'avoir été responsabilisé sur une zone complète du chantier, le pavillon de 1910, m'a confronté très concrètement à la prise de décision technique et à ses conséquences contractuelles, dans un contexte où mes observations, une fois formulées sur une fiche VISA, engageaient la position de la maîtrise d'œuvre vis-à-vis du titulaire. Cette responsabilité, nouvelle pour moi, a été l'un des apports les plus formateurs de ce stage.

Ce stage a également été l'occasion de mesurer l'écart, et la complémentarité, entre la formation d'ingénieur généraliste reçue à l'École des Ingénieurs de la Ville de Paris et les compétences mobilisées au quotidien sur un chantier de cette nature. Les enseignements de génie civil, de gestion de projet et d'aménagement urbain suivis en formation m'ont donné les bases nécessaires pour comprendre les enjeux du chantier. C'est cependant bien la pratique quotidienne qui m'a permis de transformer ces bases théoriques en compétences opérationnelles directement transférables à un poste de chargé d'études et travaux ou de conducteur de travaux : la lecture répétée de plans, la formulation d'observations VISA, la construction d'un outil de pilotage adapté aux besoins réels de mon équipe.

Perspectives

En fin de stage, j'ai transmis la majorité de mes sujets de suivi de chantier à Madjid Toumert, et j'ai pris le temps d'expliquer en détail à Thomas La Vieille le fonctionnement de l'outil Power BI, la façon de le mettre à jour et de l'exploiter, afin qu'il puisse continuer à s'en servir sans moi. À l'issue de mon stage, l'outil de suivi des travaux supplémentaires continue d'être utilisé par l'équipe pour le pilotage du marché HMC Vaugirard, dont l'exécution se poursuit au-delà de la fin de mon stage. Sa portée dépasse désormais ce seul chantier. La méthode a en effet été transmise à l'ensemble des ateliers suivis par RATP Infrastructures et adaptée aux données

propres à chacun, ce qui donne à la direction une vision à la fois plus précise et plus synthétique de l'état des travaux supplémentaires sur l'ensemble du parc d'ateliers, et non plus seulement sur le seul chantier de Vaugirard. Au-delà de cette généralisation déjà engagée, deux prolongements me paraissent envisageables. Le premier consisterait à étendre la logique de classement par catégorie d'évolution à une analyse prédictive, permettant d'anticiper, sur la base des chantiers RATP déjà réalisés en site occupé, l'ordre de grandeur des travaux supplémentaires à attendre sur un projet comparable dès sa phase de conception. Le second consisterait à automatiser davantage la consolidation des données sources, aujourd'hui encore partiellement manuelle.

Pour ma part, cette expérience a confirmé mon intérêt pour les métiers de la maîtrise d'œuvre et de la gestion de projet dans le secteur des infrastructures de transport, à l'interface entre compétence technique de génie civil et compétence de pilotage financier et contractuel, un double profil que ce stage m'a permis de commencer à construire. Cette orientation s'est d'ailleurs déjà concrétisée depuis la fin de mon stage : j'ai rejoint une nouvelle équipe, sur un autre atelier de la RATP, en tant que maître d'œuvre.