



# Rapport de stage

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

---

**Année 2022-2023**

## **Les travaux de réhabilitation vis-à-vis des nouvelles règlementations thermiques**

**Les enjeux et apports d'un projet de réhabilitation en milieu  
occupé**

**DE ASSIS MELO Maria Rita**

**Promotion 62**

**Stage du 16 janvier 2023 au 16 juillet 2023**

Sous la direction de :

DE ARAUJO Humberto, Maître de stage

BASTIEN Pascal, Tuteur EIVP

# Notice bibliographique

AUTEUR du mémoire			
NOM	DE ASSIS MELO		
Prénom	Maria Rita		
ORGANISME de stage			
NOM organisme	GTM Bâtiment – Vinci Construction France		
NOM, Prénom du maître de stage	DE ARAUJO Humberto		
NOM, Prénom du tuteur EIVP	BASTIEN Pascal		
ANALYSE			
TITRE du mémoire	Les travaux de réhabilitation vis-à-vis des nouvelles réglementations thermiques		
TITLE	Renovation work to comply new energy efficiency requirements		
RÉSUMÉ (15 à 20 lignes)	<p>Le présent document porte sur le travail développé au cours du stage de fin d'études, pendant une période de six mois, au sein de la société GTM Bâtiment. Le stage avait pour thématique la conduite des travaux de réhabilitation thermique, en milieu occupé, à Villiers le Bel.</p> <p>Le projet a porté sur une amélioration du cadre de vie des résidents avec des travaux d'isolation et insonorisation des logements, avec le but de répondre aux exigences réglementaires françaises pour adapter les anciens logements aux nouvelles réglementations. Ma mission de suivi de travaux s'est concentrée sur l'accompagnement de l'avancement des travaux, vérification des matériels et procédures de mise en œuvre afin de garantir la qualité des ouvrages. Ce document porte sur l'une des opérations que j'ai pu suivre lors de mon stage : l'isolation des parties communes au rez-de-chaussée de l'immeuble. Les procédures de réalisation et les difficultés rencontrées, notamment en ce qui concerne la coopération avec les résidents sur le site, sont abordées dans ce document.</p> <p>Les travaux de réhabilitation thermique représentent une part importante du marché de la construction en France et ont des impacts sociaux, économiques et environnementaux significatifs.</p>		
ABSTRACT	<p>This document covers the work developed during a six-month end-of-study internship with GTM Bâtiment. The theme of the internship was the management of thermal rehabilitation work, in an inhabited environment, in Villiers le Bel.</p> <p>The project involved improving the quality of life for residents by insulating and soundproofing the apartments, with the aim of meeting French regulatory requirements and adapting the old apartments to the new regulations.</p> <p>My work supervision mission focused on monitoring the progress of the works, checking materials and implementation procedures to guarantee the quality of the work. This document reports on one of the operations I was involved in during my internship: the insulation of common areas on the first floor of the building. The procedures for execution and the difficulties experienced, particularly concerning the cooperation with the residents on site, are discussed in this document.</p> <p>Thermal rehabilitation work represents a major part of the construction market in France, and has a very significant social, economic and environmental impact.</p>		
Mots-clés du <a href="#">thésaurus Archirès</a>	Confort thermique - Chantier – Génie Civil - Réglementation thermique - Réhabilitation de bâtiment		
Keyword thesaurus (anglais, 8 maxi)	Thermal comfort - Building site - Civil engineering - Thermal regulations - Building rehabilitation		
Références			
	Nb de pages du mémoire	Annexes (nombre de p.)	Bibliogr. : nb de références
	40		29

## Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier mon université au Brésil, l'Université Fédérale de Minas Gerais, ainsi que tous les enseignants et collaborateurs qui en font partie. Malgré les réductions constantes des investissements dans l'éducation publique au Brésil, l'UFMG reste un exemple d'enseignement et elle reste toujours comme l'une des meilleures universités de toute l'Amérique Latine. Le présent stage n'aurait pas été possible sans les efforts des professeurs pour maintenir des programmes d'échange avec des écoles internationales et la volonté d'offrir de nouvelles expériences aux étudiants.

Ensuite, je dois évidemment remercier l'École des Ingénieurs de la Ville de Paris (EIVP), qui m'a accueillie début 2022 pour un programme de double diplôme en génie urbain. Les connaissances que j'ai pu acquérir, ainsi que la réalisation de ce stage, ont énormément enrichi ma formation académique et professionnelle, en complétant mes connaissances en génie civil par les différentes problématiques urbaines contemporaines.

Je remercie également ma famille et mes amis au Brésil, en particulier ma mère Nadia Mara de Assis, qui m'ont soutenu depuis le moment où j'ai été acceptée dans le programme et qui continuent à me soutenir et à me motiver. En plus des amis restés au Brésil, je tiens à remercier les amis que je me suis fait en France, avec lesquels je peux partager la routine, les joies et les difficultés de la vie quotidienne, et même échanger des expériences de stage.

Enfin, je tiens à remercier toute l'équipe GTM Bâtiment, qui m'a accueillie d'une manière très chaleureuse pendant mon stage. Un merci tout particulier à mon maître de stage, Humberto DE ARAUJO, qui m'a fait confiance dès le premier jour et m'a beaucoup apporté sur le métier, aussi à mon collègue Xiuheng LU, pour sa complicité et tous les enseignements quotidiens, et à notre directeur Georges Frasca, pour la confiance en l'équipe. Un grand merci également à toute l'équipe de chantier, en particulier à Rui, Fredji, Antônio et André, pour tous les conseils et enseignements pendant le stage. En plus, je tiens à remercier tous les chefs d'équipes et les ouvriers, qui m'ont toujours traitée avec beaucoup d'affection et de respect, et avec qui j'ai pu énormément apprendre sur la profession et sur la vie. Les conversations et les échanges quotidiens ont permis à ce stage d'être bien plus qu'un simple travail et je serai toujours fière de ce que j'ai pu apprendre.

Finalement, je voudrais remercier mon tuteur de stage, M. Pascal BASTIEN, pour tous les échanges, conversations et conseils pour la composition de ce travail, ainsi que pour la patience et la compression pendant la rédaction. Nos conversations m'ont toujours fait réfléchir sur le travail et m'ont poussé à rechercher de nouvelles informations pour le rendre plus complet.

Ce stage a été une expérience complètement différente de ce à quoi j'étais habituée, il m'a beaucoup apporté à ma vie personnelle et professionnelle et je suis vraiment heureuse de cette réalisation. Chaque jour, je pourrais en apprendre un peu plus sur moi-même et sur les défis et les joies de notre profession et je me souviendrai toujours avec tendresse des jours que j'ai passés dans ce stage.

# Sommaire

Remerciements .....	1
Liste des illustrations.....	4
Glossaire.....	5
Introduction .....	6
Partie 1.....	7
1. L'organisme d'accueil.....	7
1.1. Le groupe Vinci .....	7
1.2. GTM Bâtiment .....	7
Partie 2.....	9
2. La mission de stage .....	9
2.1. La motivation du stage.....	9
2.2. Objectifs .....	9
Partie 3.....	11
3. Contextualisation de la mission.....	11
3.1. La problématique .....	11
3.2. Présentation du projet : Réhabilitation de 92 logements à Villiers le Bel .....	13
3.3. Les tâches.....	15
3.4. Les compétences et ressources à mobiliser.....	16
3.5. Calendrier de réalisation .....	17
4. La mission .....	18
4.1. Les travaux d'isolation : Généralités .....	18
4.2. Suivi des travaux d'isolation.....	19
4.2.1. Travaux d'isolation du plancher bas des logements .....	19
4.3. Résultats de la mission.....	28
4.3.1. Travaux d'isolation .....	28
4.3.2. Travaux d'embellissement des parties communes .....	29
4.3.3. Autocontrôle.....	31
4.3.4. Mise en œuvre des mesures de sécurité et propreté au chantier.....	32
Partie 5.....	34
5. Les problèmes et difficultés rencontrées .....	34
5.1. Difficultés liées à l'accès au chantier.....	34
5.2. Les travaux dans les logements et leurs implications .....	35
Partie 6.....	36
6. Apports personnels et professionnels du stage.....	36

Partie 7.....	37
7. Perspectives.....	37
Conclusion.....	38
Bibliographie/Webographie-Sitographie .....	39

## **Annexes**

<b>Annexe I : Plans d'exécution travaux au RDC .....</b>	<b>xli</b>
<b>Annexe II : Plans de travaux d'isolation au RDC.....</b>	<b>xlii</b>
<b>Annexe III : Avis de passage – Flocage des caves .....</b>	<b>xlili</b>
<b>Annexe IV : Exemple fiche autocontrôle.....</b>	<b>xliv</b>

## Liste des illustrations

Figure 1 - Organisation Groupe Vinci (adapté). Source : auteur (2023).....	7
Figure 2 - Chiffres clés GTM Bâtiment. Source : GTM (2023).....	8
Figure 3 – Organigramme du chantier. Source : GTM Bâtiment / archives chantier (2021) .....	8
Figure 4 - Schéma Règlementation Thermique. Source : ISOVER (2023).....	11
Figure 5 - Partie de la zone concernée par le PGS aux alentours de l'aéroport CDG. Source : Géoportail (2023) .....	12
Figure 6 – Localisation de la copropriété. Source : Google (2023, adaptée) .....	13
Figure 7 - Représentation en 3D du projet. Source : SOL ARCHITECTURE ET URBANISME (2023) .....	14
Figure 8 - Menuiseries des chambres : avant et après. Source : GTM / Auteur (2019/2023) .....	14
Figure 9 - Façade et logement avant travaux. Source : GTM (2021).....	15
Figure 10 - Calendrier de réalisation stage TFE. Source : Auteur (2023) <b>Partie 4</b> .....	17
Figure 11 - Programme de performance énergétique du projet. Source : Alterea (2019) .....	19
Figure 12 - Plan des sous-sols. Source : GTM Bâtiment (2021).....	19
Figure 13 - Sous-sols des bâtiments : circulation et intérieur de cave. Source : auteur (2023).....	20
Figure 14 - Planning des travaux d'isolation au sous-sol. Source : Auteur (2023) .....	21
Figure 15 - Suivi des travaux de flocage au sous-sol. Source : auteur (2023) .....	21
Figure 16 - Résultat des travaux d'isolation dans les caves. Source : Auteur (2023) .....	22
Figure 17 - Plan de localisation des isolants et faux plafonds. Source : auteur (2023).....	23
Figure 18 - Isolant pour le plafond des locaux : Rockfeu Wood A2 RsD. Source : Rockwool (2023) ....	24
Figure 19 - Mise en œuvre chevilles à frapper METAL-ISO. Source : ETANCO (2013) .....	24
Figure 20 - Suivi de mise en œuvre d'isolant aux locaux au RDC. Source : auteur (2023) .....	25
Figure 21 - Isolant mis en place au RDC : Isoconfort 35. Source : SFIC (2023).....	26
Figure 22 - Plaques de plâtre pour les faux plafonds au RDC. Source : SINIAT (2023).....	26
Figure 23 – Exigences à respecter lors la mise en œuvre des faux-plafonds. Source : SINIAT (2022) ..	27
Figure 24 - Suivi des travaux d'isolation au RDC. Source : auteur (2023) .....	27
Figure 25 - Les sources de dépenses d'un ménage. Source : Ademe/L'express (2019).....	28
Figure 26 - Résultat de l'isolation du plancher bas des logements. Source : auteur (2023).....	29
Figure 27 - Fenêtres double vitrage et panneaux d'isolation dans la façade. Source : auteur (2023)..	29
Figure 28 - Tableau de suivi d'avancement de peinture. Source : Auteur (2023).....	30
Figure 29 - Galerie ouverte – avant et après les travaux. Source : GTM / Auteur (2023).....	30
Figure 30 - Hall d'entrée – avant et après les travaux. Source : GTM / Auteur (2023).....	31
Figure 31 - Exemple de fiche d'autocontrôle de maçonnerie. Source : GTM (2015) .....	31
Figure 32 : Création de zones fermées et propres de stockage des matériels et de travaux. Source : auteur (2023).....	32
Figure 33 : Rangement et tri dans la zone de stockage. Source : auteur (2023) .....	33
Figure 34 : Création de zones de travaux fermées et passages provisoires. Source : auteur (2023) ...	33
Figure 35 - Plan d'accès au chantier. Source : Google (adapté, 2023) .....	34

# Glossaire

## **Abréviations**

ACERMI : Association pour la Certification des Matériaux Isolants

Ademe : Agence de la transition écologique

ADP : avis de passage

ATEC : avis technique

CA : chiffre d'affaires

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

Cep : Coefficient d'énergie primaire

CES : corps d'état secondaire

CSPS : Coordonnateur de sécurité et de protection de la santé

DTU : Document Technique Unifié

FT : Fiche Technique

GES : gaz à effet de serre

PGCSPS : plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé

RDC : rez-de-chaussée

RT : Règlementation Thermique

## **Définitions**

Caves : locaux situés au sous-sol du bâtiment pour le stockage de matériel

Vide sanitaires : pièce vide au sous-sol qui évite la remontée d'eau jusqu'à maison

## Introduction

En France, le bâtiment est le secteur le plus consommateur d'énergie – il représente environ 40% de la consommation totale d'énergie, contre 30% pour le secteur des transports en second. Dans ce scénario, le gouvernement français s'engage à améliorer l'efficacité énergétique de son parc immobilier et réduire de manière considérable la consommation jusqu'à 2050. De façon à atteindre ses objectifs, le gouvernement lance des réglementations qui iront affecter à la fois les nouvelles constructions et les bâtiments existants.

Parmi les mesures prises par le gouvernement, on peut citer la Réglementation Thermique (RT) pour les Bâtiments Existants. Comme indiqué, cette réglementation touche tous les bâtiments existants soumis aux travaux, et qui devront donc respecter les exigences en termes d'isolation et de performance énergétique des parois opaques et vitrées, ainsi que des équipements de chauffage, d'eau, de ventilation et d'éclairage.

Dans ce contexte, le secteur des travaux en réhabilitation est un secteur de la construction qui s'est fortement développé ces dernières années en France. On estime que plus de 2 millions de logements individuels et 700 000 logements collectifs ont été rénovés en France entre 2017 et 2019, selon l'Observatoire National de la Rénovation Énergétique. Le secteur de la rénovation de logements a observé une augmentation de son chiffre d'affaires de 75 milliards d'euros en 2017 à 170 milliards d'euros en 2020, ce qui représente déjà plus de 30% du marché du bâtiment.

En plus de répondre aux exigences réglementaires, les travaux de réhabilitation ont pour but la transformation du cadre de vie des occupants en permettant une amélioration du confort thermique et l'embellissement de son immeuble. Les apports de ce type d'opération concernent aussi la réduction du coût de fonctionnement du logement (charges de chauffage, électricité) et conséquemment vont augmenter sa valeur de vente.

Même s'il apporte des contributions positives aux propriétés, ce type de travaux comporte aussi des enjeux. Sur le plan technique, il s'agit de travailler entre le neuf et l'ancien, de s'adapter à la morphologie du bâtiment existant et aux problèmes qui peuvent apparaître en fonction de l'état de conservation des matériaux. Sur le plan humain, il y a plusieurs défis à relever lorsqu'on travaille dans un milieu occupé, où l'on doit s'adapter à la réalité des résidents et assurer leur confort et leur sécurité pendant les travaux.

C'est dans ce contexte que le projet de réhabilitation de la copropriété Pré de l'Enclos 2, à Villiers-le-Bel, a été envisagé, et qui a été le sujet de mon stage de fin d'études durant 6 mois. En tant qu'assistante à la conduite de travaux, j'ai pu accompagner les interventions dans les parties communes et privatives des logements, dans un projet important de réhabilitation esthétique et thermique. Dans le présent mémoire vous seront présentés les missions développées, les interventions et leurs motivations, ainsi que les enjeux et apports du projet.

# Partie 1

## 1. L'organisme d'accueil

### 1.1. Le groupe Vinci

L'histoire du groupe Vinci remonte aux années 1900, avec la fondation de la Société Générale d'Entreprises (SGE) en 1908 par les ingénieurs Alexandre Giros et Louis Loucher. Ce n'est qu'en 2000 que le groupe devient indépendant et fusionne avec GTM (Grands travaux de Marseille) pour devenir ce qu'on connaît aujourd'hui comme le leader mondial des concessions, de l'énergie et de la construction, présent dans plus de 120 pays. La mission du groupe est de « concevoir, financer, construire et gérer des infrastructures et des équipements qui contribuent à améliorer la vie quotidienne et la mobilité de chacun. »

Aujourd'hui Vinci est divisé en deux tranches principales : Vinci Concessions et Vinci Contracting. En ce qui concerne la construction, on trouve la filiale Vinci Construction, responsable d'apporter la plus grande contribution aux chiffres annuels de l'entreprise et en charge des métiers de la construction – infrastructures, ouvrages et bâtiment.

En 2022, Vinci Construction a apporté un chiffre d'affaires de 29 252M€, en réunissant presque 120 000 collaborateurs et 70 000 chantiers chaque année.

### 1.2. GTM Bâtiment

GTM Bâtiment est une filiale de VINCI Construction France et acteur majeure du bâtiment en Ile-de-France, surtout pour ce qui concerne la rénovation de logements sociaux – cela représente environ 75% de son activité. L'entreprise existe depuis 1980 et a connu une croissance importante grâce à sa qualité et à son savoir-faire, atteignant en 2023 une moyenne de 85 chantiers simultanés chaque année.

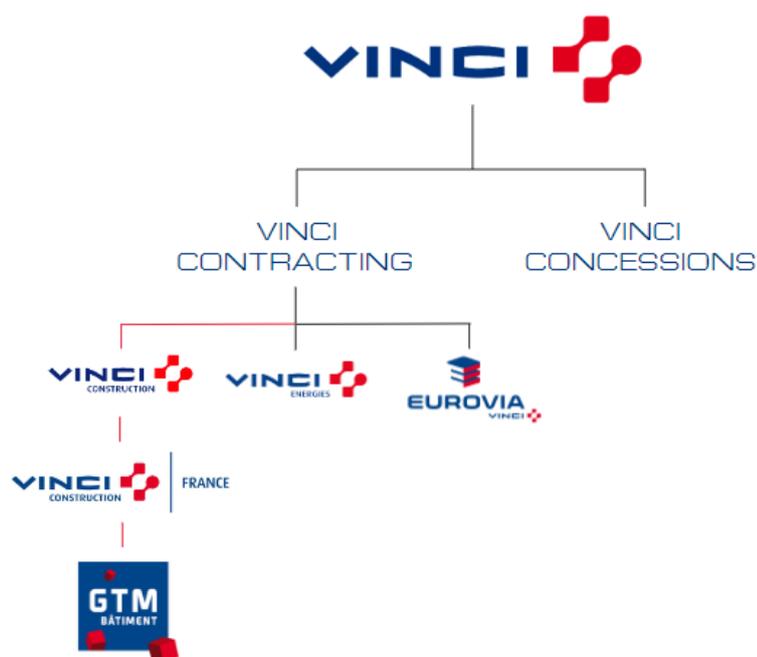


Figure 1 - Organisation Groupe Vinci (adapté). Source : auteur (2023)

GTM Bâtiment compose avec SICRA la direction Opérationnelle Habitat Bâtiment Ile de France. Ce dernier est responsable de la construction des nouveaux bâtiments, tandis que le GTM est chargé de la rénovation et de la réhabilitation. Aujourd’hui, GTM Bâtiment compte environ 480 collaborateurs sur toute l’Ile de France et un chiffre d’affaires de 250M€.



Figure 2 - Chiffres clés GTM Bâtiment. Source : GTM (2023)

L’organisation originale du chantier dans lequel le présent stage a été développé est montré dans la figure 3 ci-après. Localisé à Villiers-le-Bel (département 95 en Ile-de-France), le chantier Pré de l’Enclos 2 est attaché à la direction régionale de M. Christel LE HELLO. L’équipe est composée par les conducteurs de travaux présents au chantier, qui ont assuré le suivi des activités et le bon déroulement des travaux, en collaboration avec une stagiaire. En plus de l’équipe GTM présente quotidiennement sur le site, nous avons disposé, au cours des derniers mois, du soutien externe d’un ingénieur, l’OPC, pour renforcer la coordination des activités et assurer le suivi du planning pour la livraison du projet.

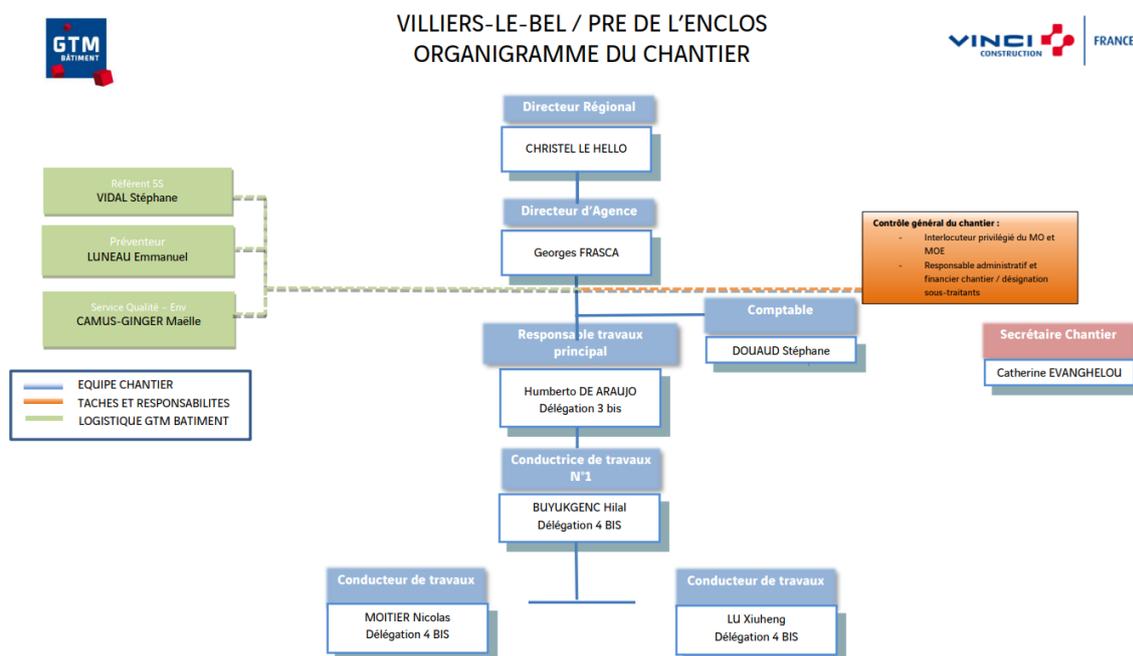


Figure 3 – Organigramme du chantier. Source : GTM Bâtiment / archives chantier (2021)

## Partie 2

### 2. La mission de stage

#### 2.1. La motivation du stage

Le métier d'un ingénieur reste toujours l'un des plus importants dans une société. C'est lui qui va créer les villes, mais aussi les maintenir et les faire évoluer. Les plusieurs possibilités que cette carrière offre m'ont toujours étonnée. Parmi ces opportunités, celle qui a toujours attiré le plus mon attention c'est le bâtiment et la possibilité d'avoir un vrai impact sur la vie des personnes et l'amélioration de leur qualité de vie.

Mes dernières expériences professionnelles ont été toujours liées au patrimoine déjà construit, soit en réalisant des audits, diagnostics et des expertises immobilières, soit en travaillant avec l'étude de l'état du patrimoine et les mesures pour le conserver. Pour mon TFE, j'ai cherché des nouvelles expériences, où je pourrais appliquer mes connaissances techniques et compétences humaines à un projet pratique. J'étais déterminée à découvrir un nouveau domaine de travail où l'ingénieur peut travailler, sans pour autant me déconnecter du sujet qui m'intéresse – c'est là que le stage dans la réhabilitation m'est apparu comme une occasion parfaite.

La possibilité de découvrir un chantier en réhabilitation en milieu occupé, la spécialité de GTM Bâtiment, où il faut tenir compte non seulement des aspects techniques des travaux, mais aussi des limites, des souhaits et des exigences des habitants et des autres personnes impliquées dans le projet. La motivation de ce type de projet, comme sera présenté après, est aussi très intéressante – avec la possibilité d'améliorer le confort dans les maisons et réduire la consommation d'énergie. Le côté humain du génie civil apparaît très fort dans le domaine du bâtiment, et j'ai été ravie de pouvoir le découvrir pendant mon stage. La relation avec les gens n'est pas toujours facile, mais elle est nécessaire et enrichissante.

En plus de la thématique du stage, connectée à mon parcours professionnel et mes intérêts personnels, travailler pour VINCI Construction a toujours été un grand désir, depuis que j'ai commencé mes études à Paris. Une entreprise renommée dans le métier de la construction, reconnue pour ses travaux de grande qualité et sa présence dans plus d'une centaine de pays autour du monde. Avoir ce type d'expérience en tant qu'étudiant international a été l'une des meilleures occasions de me développer personnellement et professionnellement dans le secteur de la construction.

#### 2.2. Objectifs

La fin du projet approchant, l'équipe responsable du projet a vu la nécessité de renforcer l'équipe, afin de garantir non seulement la livraison dans les délais, mais aussi la qualité du travail. Le projet de réhabilitation a pris en compte non seulement les travaux à l'intérieur des logements, mais aussi les travaux sur les parties communes et extérieures. Le stage a été donc pensé pour assister la conduite des travaux les derniers mois avant sa livraison, et mes missions concernaient principalement le suivi des travaux dans les parties communes – comme les travaux d'embellissement de palier, démolition et création de nouveaux locaux, mise en œuvre de faux plafond et isolation. J'ai aussi assisté aux travaux de façade et d'intérieur des bâtiments, selon besoin de l'équipe, en plus de contrôler la propreté et sécurité au chantier. Mes missions peuvent être résumées à :

- Lancement des travaux de second œuvre et de façade

- Suivi des travaux des logements et parties communes
- Gestion du planning de travaux
- Autocontrôle
- Consultation
- Réalisation des plans d'exécution et de calepinage

En pratique, je devrais pouvoir suivre de manière organisée l'évolution des activités du chantier et savoir répondre aux demandes qui se présentent quotidiennement – comme les commandes de matériaux, la mise en place de mesures de sécurité, la supervision de la propreté et des bonnes pratiques dans le chantier, la quantification de l'avancement des travaux... Mes compétences en matière de communication - et savoir s'adapter à l'auditeur, qu'il soit résident, fournisseur, client – et de résolution des problèmes ont toujours été mises en valeur dans ce poste.

Les objectifs de ma présence sur le chantier ont été d'avoir un nouveau regard attentif sur la qualité des ouvrages, selon les attendus définis dans les clauses techniques contractuelles. On attendait également de moi que je sois réactive et que je prenne la tête des activités que je devais mener. J'avais toujours plein d'autonomie pour travailler, ce qui m'a permis de me développer énormément.

## Partie 3

### 3. Contextualisation de la mission

#### 3.1. La problématique

Dans le cadre des nouvelles réglementations françaises pour l'amélioration du confort thermique et la réduction de la consommation d'énergie, il s'est fait nécessaire de modifier les immeubles anciens pour s'adapter à ce nouveau scénario. Tout bâtiment résidentiel ou tertiaire soumis à des travaux doit respecter la réglementation thermique des bâtiments existants – articles L.111-10 et R.131-25 à R.131-28 du Code de la Construction et de l'habitat.

Selon les caractéristiques des travaux et des bâtiments concernés, il sera appliqué soit la RT dite « globale », soit la RT « élément par élément ». La première est appliquée pour les bâtiments dont la surface est supérieure à 1000 m<sup>2</sup> et dont la date d'achèvement est postérieure à 1948. Dans les autres cas, la réglementation « élément par élément » s'applique.

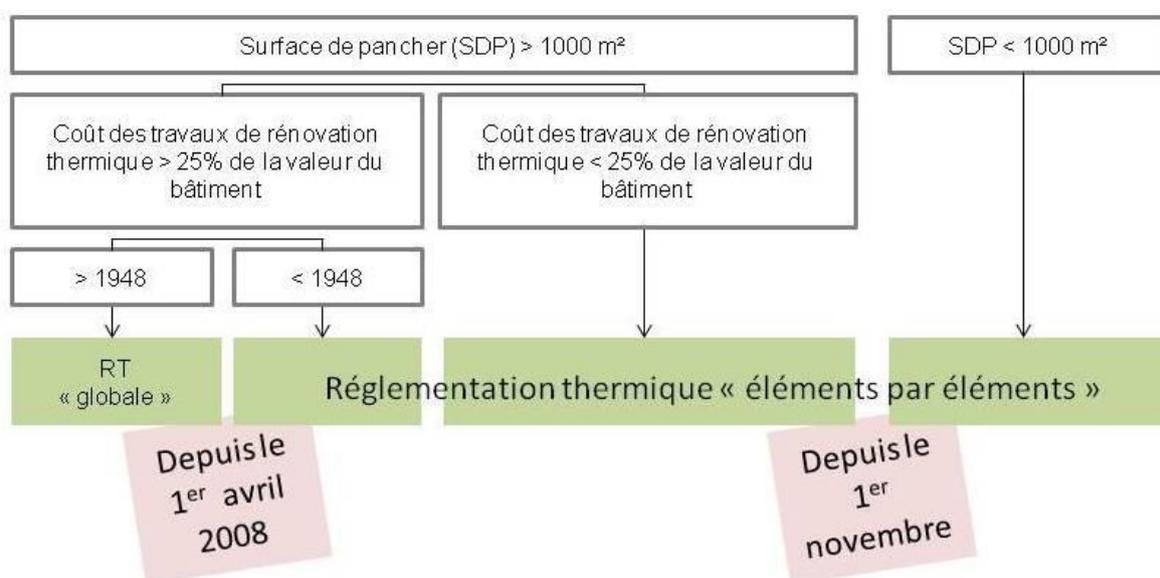


Figure 4 - Schéma Réglementation Thermique. Source : ISOVER (2023)

Pour la RT globale (arrêté du 13 juin 2008), qui concerne le présent projet, les exigences lors des travaux de rénovation sont liées à :

- L'économie d'énergie : après les travaux, il est attendu que la consommation globale d'énergie du bâtiment doit être inférieure à sa consommation de référence (en ce qui concerne le chauffage, eau chaude sanitaire, refroidissement)
- Le confort d'été : d'une façon à limiter l'usage de climatisation et améliorer le confort des résidents, une température maximale est attendu à l'intérieur des logements

Lorsqu'on travaille dans les bâtiments existants, quelques limitations architecturales peuvent exiger l'adaptation des attendus et des méthodes d'exécution pour arriver à des performances satisfaisantes.

En plus des exigences réglementaires en termes d'isolation thermique, des attendus en termes d'isolation acoustique peuvent s'appliquer aux bâtiments. En raison de la présence de l'aéroport

de Paris Charles de Gaulle à proximité, la zone du projet est concernée par le Plan de Gène Sonore (PGS), selon la loi 92-1444 du 31 décembre 1992. Ce plan délimite 3 zones dans lesquelles la présence des aéroports peut causer des nuisances et dans lesquelles les riverains peuvent bénéficier d'une aide financière pour l'insonorisation de leurs logements. Le projet qui était le sujet de ce rapport se situe à Villiers-le-Bel, localisé dans la zone III du Plan de gène sonore.

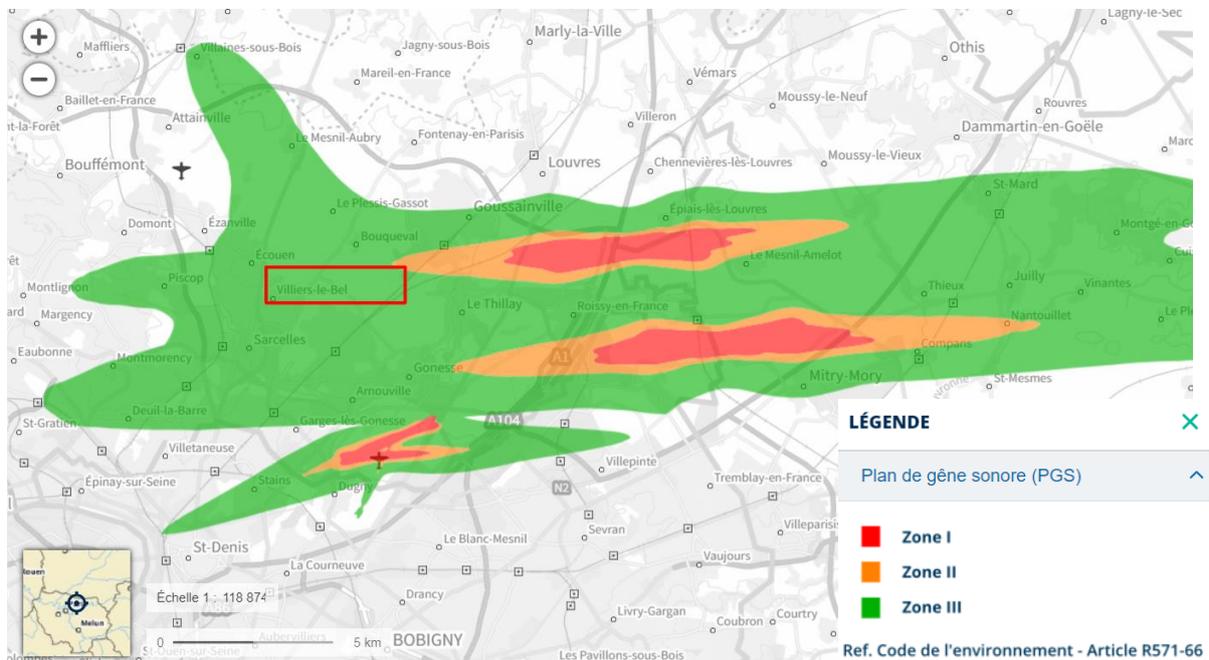


Figure 5 - Partie de la zone concernée par le PGS aux alentours de l'aéroport CDG. Source : Géoportail (2023)

Selon le texte de la loi, la zone 3 du PGS est considérée comme de nuisance modérée : l'indice  $L_{den}$  se situe entre 65 et 55<sup>1</sup>. La réglementation prévoit une aide pour promouvoir des études et les travaux qui peuvent améliorer l'insonorisation du logement, comme la mise en place des fenêtres double vitrage, des coffrets de volets roulants et des entrées d'airs adaptées, selon le guide Insonorisation des logements proches des aéroports, publiée par la direction Générale de l'Aviation civile. Cette aide financière est calculée par rapport à la zone où se situe le bâtiment, son type (maison individuelle ou logements collectifs) et le nombre de pièces concernées. Le remboursement varie entre 1000€ et 3500€ par pièce, et peut couvrir entre 80% et 100% des coûts totaux réels de l'opération. Dans le cas d'une copropriété, comme dans le présent cas, les propriétaires pourront bénéficier d'une prise en charge de 95% des coûts d'insonorisation et 100% pour le diagnostic en réalisant une opération groupée.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> « L'indicateur  $L_{den}$  (pour Level day-evening-night) représente le niveau de bruit moyen pondéré au cours de la journée en donnant un poids plus fort au bruit produit en soirée (18-22h) (+ 5 dB(A)) et durant la nuit (22h-6h) (+10 dB(A)) pour tenir compte de la sensibilité accrue des individus aux nuisances sonores durant ces deux périodes. », source : <https://www.bruitparif.fr/les-indicateurs-de-bruit/>

<sup>2</sup> Informations présentes sur le portail Entre Voisins, du groupe ADP, qui permet aux habitants de déposer leurs demandes d'aide. (<https://entrevoisins.groupeadp.fr/demande-daide-a-linsonorisation/>)

### 3.2. Présentation du projet : Réhabilitation de 92 logements à Villiers le Bel

Dans le cadre des ambitions du Nouveau Projet de Renouvellement Urbain (NPRNU) et d'un plan de Sauvegarde (PdS) de la ville de Villiers-le-Bel, la réhabilitation de la copropriété Le Pré de l'Enclos 2 a été envisagée à partir de l'année 2019. Le projet a comme but de répondre à la certification NF HABITAT Rénovation Copropriété dont le label énergétique est HPE Rénovation.

Cette copropriété a été construite dans les années 70 et est composée de 92 logements, du type T1 à T5, divisée en 3 bâtiments, comme montré dans la figure ci-dessous. Un niveau de sous-sols dans les 3 bâtiments avec des caves et un parking sous-terrain est localisé dans les jardins. Elle est localisée dans la région sud de la ville de Villiers le Bel, à 2km de la gare de Villiers le Bel – Gonesse – Arnouville (desservi par la ligne du RER D, environ 20 minutes de Paris centre).

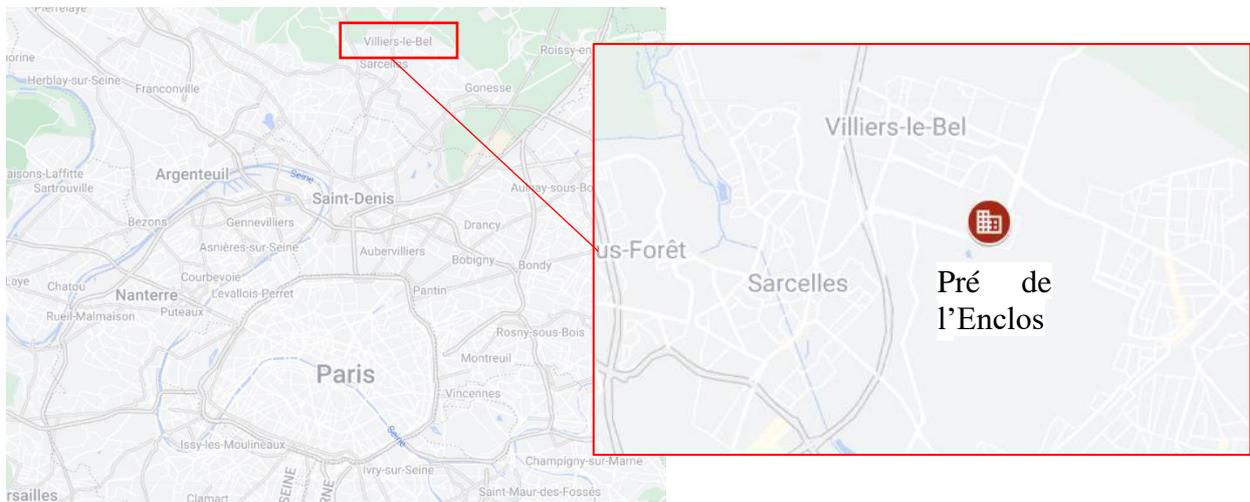


Figure 6 – Localisation de la copropriété. Source : Google (2023, adaptée)

Les caractéristiques du projet sont liées aux objectifs de réhabilitation thermique et esthétique, en plus de l'amélioration du cadre de vie des habitants, avec la création de plus de surface

habitable et l'aménagement des parties communes pour les rendre plus agréables. Les travaux touchent les parties communes et privées des bâtiments, en plus de façades et des espaces extérieurs.



Figure 7 - Représentation en 3D du projet. Source : SOL ARCHITECTURE ET URBANISME (2023)

Pour les parties privées – les travaux à l'intérieur des logements - les interventions consistent en la mise en place de robinets thermostatiques et des VMC hygroréglables, et la transformation des balcons existants avec le remplacement des menuiseries extérieures et la création d'une surface habitable. Pendant mon stage, j'ai pu accompagner la mise en peinture de ces espaces déjà transformés, comme on peut voir sur la photo ci-après



Figure 8 - Menuiseries des chambres : avant et après. Source : GTM / Auteur (2019/2023)

Pour les parties communes, les travaux dont j'ai été chargée de superviser depuis le début, le projet concernait l'embellissement des halls et paliers d'étages, la création des locaux (vélo, poubelle et poussettes) en plus de l'isolation des plancher bas des logements. Ces sujets seront traités en détail dans ce mémoire.

Pour le clos couverts, les travaux comprennent les façades – isolation thermique par l’extérieur, remplacement des menuiseries (salon et cuisine) et création des jardins d’hiver avec l’extension du balcon existant. Pendant le stage j’ai suivi les travaux de maçonnerie, installation de fenêtres et embellissement final dans ces jardins d’hiver.



Figure 9 - Façade et logement avant travaux. Source : GTM (2021)

Dans le cadre de cette réhabilitation, plusieurs acteurs ont été concernés. Pour les travaux, les intervenants du chantier sont précisés :

- *Maitre d’ouvrage* : 2ASC Immobilier
- *Maitrise d’œuvre* : Sol Architecture et Urbanisme
- Bureau d’étude : Alterea
- Bureau de contrôle : Satelis
- Entreprise générale de travaux : GTM Bâtiment

### 3.3. Les tâches

Comme déjà évoqué, les missions qui m’ont été confiées étaient de suivre tous les travaux au RDC, à l’intérieur et extérieur des 3 bâtiments (y compris halls d’entrée et galerie de passage entre les bâtiments), depuis la démolition jusqu’à la finition pour la livraison du chantier. Pour chaque intervention, des tâches spécifiques ont été demandées

- Pour les travaux au RDC :
  - Préparation de plans
  - Consultation d’entreprises
  - Préparation d’affichages pour informer les habitants
  - Commande et réception de matériel
  - Planification et suivi de l’avancement des travaux
  - Mise en place de mesures de sécurité et acheminements provisoires
- Pour les parties communes à l’intérieur (paliers à l’étage)

- Préparation de tableaux pour suivre l'avancement des travaux
- Application des mesures de sécurité en cas d'amiante
- Métrage et commande des matériaux
  
- Pour les travaux d'isolation au sous-sol
  - Préparation de plans
  - Prise de contact avec les propriétaires
  - Planification et suivi des travaux

Autres que les travaux dans les parties communes, selon besoin de l'équipe, j'ai été amenée à accompagner les travaux dans les logements et dans les façades, en plus des interventions générales du chantier, par exemple :

- Autocontrôle des travaux dans les logements
- Autocontrôle des travaux dans les balcons – maçonnerie et menuiserie
- Autocontrôle des travaux de façade
- Suivi de montage et démontage des échafaudages
- Mise en place de mesures de sécurité et contrôle de la propreté au chantier

Le fait d'avoir accompagné différents types d'interventions au cours du stage a également été une expérience enrichissante, vu que j'ai pu développer plusieurs compétences et surtout savoir répondre de manière efficace aux demandes diverses.

### **3.4. Les compétences et ressources à mobiliser**

Plusieurs compétences sont requises lorsqu'on travaille dans un projet de réhabilitation en milieu occupé. Tout d'abord, comme tous les chantiers, les équipes sont multidisciplinaires composées par différents professionnels, entre les techniciens, les architectes, les ingénieurs et les ouvriers. Il faut connaître la répartition de tâches de chacun et les responsabilités de chaque équipe ou professionnel.

Tout d'abord, pour toutes les missions qui m'ont été confiées mes compétences sociales ont été toujours requises. Les échanges avec les ouvriers, les résidents et les fournisseurs, par exemple, sont des tâches journalières et qui requièrent l'adaptation de mon discours pour que je puisse me faire comprendre. En tant qu'étudiante étrangère, les compétences de communication peuvent parfois entraîner des problèmes. Cependant, heureusement je n'ai pas eu de problèmes spécifiques sur ce sujet, grâce à mes expériences précédentes et aussi au soutien et à la compréhension de mes collègues et de toutes les équipes avec lesquelles j'ai été en contact pendant mon stage.

En plus, des compétences techniques en ce qui concerne le bâtiment sont requises tous les jours pour le suivi des travaux. Vu que c'était ma première expérience dans un chantier, mes dernières expériences ont été au bureau avec les sujets plutôt théoriques, c'était un vrai défi personnel

d'accompagner quelques demandes des travaux. Avec le support de mes collègues et de mon maître, j'ai pu résoudre mes questions et apprendre des nouvelles compétences.

En termes d'usage des logiciels, j'ai eu l'occasion d'utiliser AutoCAD pour dessiner les plans des travaux au RDC – démolition, maçonnerie et faux plafond - pour suivre les travaux et pouvoir demander des devis, par exemple. Mes dernières expériences professionnelles m'ont aidées à faire les relevés des métrages pour les commandes de matériel et/ou demande de prestation.

D'une manière générale, les principales compétences requises au cours du stage ont été l'organisation, la communication et la capacité de répondre efficacement et rapidement aux sujets techniques qui se rencontrent quotidiennement sur le chantier.

### 3.5. Calendrier de réalisation

En raison de l'état d'avancement du chantier au début du stage, à un peu plus de 5 mois de la livraison, il était très important de contrôler les activités et de s'assurer qu'elles respectaient les délais stipulés dans le planning

Le planning a été construit avec l'aide du programme *Microsoft Project* et il comprenait les étapes préalables aux travaux, telles que l'approbation des fiches produits par le bureau de contrôle, la validation de l'architecte et la commande des produits. Le contrôle sur place a été effectué quotidiennement à l'aide de calendriers fixés dans le bureau, afin de faciliter le suivi manuel.

À partir des tâches dont j'ai été responsable, j'ai pu créer un calendrier de réalisation (Figure 10). Dans ce calendrier j'ai pu marquer toutes les activités réalisées et le nombre de jours dédiés à chacune. Les dates ont été basées aussi sur le chronogramme général du chantier.

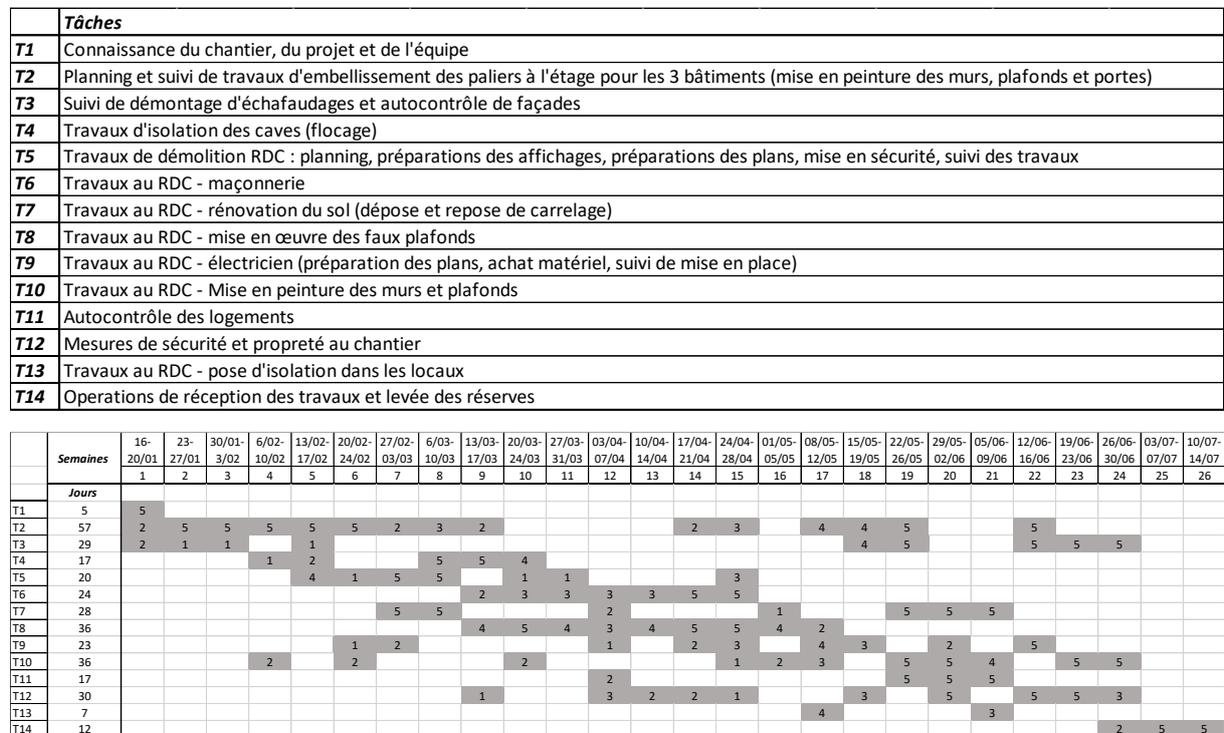


Figure 10 - Calendrier de réalisation stage TFE. Source : Auteur (2023)

## Partie 4

### 4. La mission

Pendant les six mois de stage, j'ai pu accompagner attentivement les travaux dans la copropriété surtout en ce qui concerne les dernières étapes de l'isolation thermique du bâtiment et la réhabilitation esthétique. L'objectif de ce chapitre est de pouvoir présenter le déroulement de la mission de stage, avec la description des tâches réalisées. Le but c'est de présenter chaque intervention donc j'ai été responsable pour suivre l'exécution.

Dans la conduite de travaux, il est essentiel de bien suivre l'exécution des interventions pour garantir des bons résultats. Il est important de connaître les bonnes pratiques à mettre en place et aussi de bien suivre les recommandations des fabricants des produits, les clauses techniques et les normes pour l'exécution. En plus, il faudrait accompagner le délai d'exécution de chacun et ainsi respecter les objectifs dans le planning de travaux.

Pour chaque tâche, le but c'est de présenter les motivations pour sa réalisation dans le contexte d'une réhabilitation thermique, ainsi que les étapes nécessaires et éventuellement les problèmes rencontrés et les solutions mises en œuvre.

#### 4.1. Les travaux d'isolation : Généralités

Avec le but d'atteindre les exigences réglementaires et répondre à la certification NF HABITAT Rénovation Copropriété dont le label énergétique est HPE Rénovation, les matériels mis en œuvre dans la copropriété devront avoir quelques caractéristiques minimales. Pour les matériels isolants ces caractéristiques sont garanties par les certifications ACERMI – Association pour la Certification des Matériaux Isolants.

La performance d'un isolant est garantie par sa capacité à réduire le passage de la chaleur d'une superficie à l'autre. Cette caractéristique est représentée par la résistance thermique (R), qui dépend de l'épaisseur de l'isolant (e) et de son coefficient de conductivité thermique ( $\lambda$ ) - caractéristique de chaque matériel :

$$R = \frac{e}{\lambda} \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$$

R représente la résistance thermique par mètre carré d'un matériel, c'est à dire que plus la valeur de R est élevée, meilleure est sa capacité à empêcher le passage de la chaleur. Pour les isolants à faible valeur lambda, il faut une plus grande épaisseur pour obtenir la même résistance. Les matériaux les plus performants et efficaces sont généralement les plus chers, il faut donc s'adapter aux épaisseurs possibles et combiner la rénovation avec d'autres modifications du bâtiment pour améliorer sa performance énergétique. En plus de garantir l'isolation thermique, la partie des matériaux utilisés ont aussi des caractéristiques d'isolation acoustique.

Dans le cadre de la présente rénovation, les objectifs de performance thermique après les travaux nous sont donnés par le bureau d'étude responsable. La figure suivante (figure 11) a été extraite du CCTP du projet et elle montre les nouveaux labels à atteindre après les travaux et les exigences de résistance thermique pour y arriver. On peut signaler l'importante réduction de la consommation conventionnelle d'énergie primaire (Cep) – qui porte sur les consommations de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires (pompes et ventilateurs). Avec ce projet, il a été estimé de passer d'une étiquette D de consommation à une étiquette B.

Bâtiment		5		6		7	
Etat initial	C <sub>EP</sub> (kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .an)	154	151 à 230 <b>D</b>	176	151 à 230 <b>D</b>	162	151 à 230 <b>D</b>
	GES (kg <sub>eqCO2</sub> /m <sup>2</sup> .an)	8	6 à 10 <b>B</b>	9	6 à 10 <b>B</b>	8	6 à 10 <b>B</b>
Programme	Programme énergétique	<b>Enveloppe thermique :</b> - Isolation par l'extérieur des murs façade aveugle - $R \geq 5 \text{ m}^2.\text{K/W}$ - Isolation par l'intérieur des murs jardins d'hiver sur l'extérieur - $R \geq 3,7 \text{ m}^2.\text{K/W}$ - Isolation des planchers bas - $R \geq 4 \text{ m}^2.\text{K/W}$ - Remplacement des menuiseries extérieures (sauf porte-fenêtre cuisine) – $U_w \leq 1,7 \text{ W/m}^2.\text{K}$ et $S_w \geq 0,36$  <b>Equipements techniques :</b> - Installation de robinets thermostatiques ( $VT \leq 0,2$ ) - Installation de pompe à débit variable en sous-station - Installation d'une ventilation mécanique type hygroréglable B					
	C <sub>EP</sub> (kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .an)	68	51 à 90 <b>B</b>	70	51 à 90 <b>B</b>	61	51 à 90 <b>B</b>
	GES (kg <sub>eqCO2</sub> /m <sup>2</sup> .an)	1	< 6 <b>A</b>	1	< 6 <b>A</b>	1	< 6 <b>A</b>

Figure 11 - Programme de performance énergétique du projet. Source : Alterea (2019)

## 4.2. Suivi des travaux d'isolation

Dans une opération de réhabilitation thermique, les travaux d'isolation sont essentiels pour garantir que les objectifs attendus en termes de confort et de réduction de chauffage soient atteints. Dans le Cahier de Clauses Techniques Particulières (CCTP) du projet, il était prévu la réalisation de l'isolation des planchers bas des logements, en plus de l'isolation de la façade par l'extérieur et le remplacement des menuiseries extérieurs dans les logements. Dans le présent mémoire, un focus sera donné à l'isolation du plancher bas des logements, prestation que j'ai pu accompagner pendant le stage.

### 4.2.1. Travaux d'isolation du plancher bas des logements

#### 4.2.1.1. Travaux au sous-sol : flocage dans les caves

Dans les sous-sols de tous les trois bâtiments de la copropriété se trouvent des caves, pour le stockage de matériel des propriétaires, et les vides sanitaires. La figure 12 montre le plan du sous-sol. Il était prévu par le CCTP la réalisation de flocage au plafond dans ses zones avec le but d'isoler le plancher bas des logements.

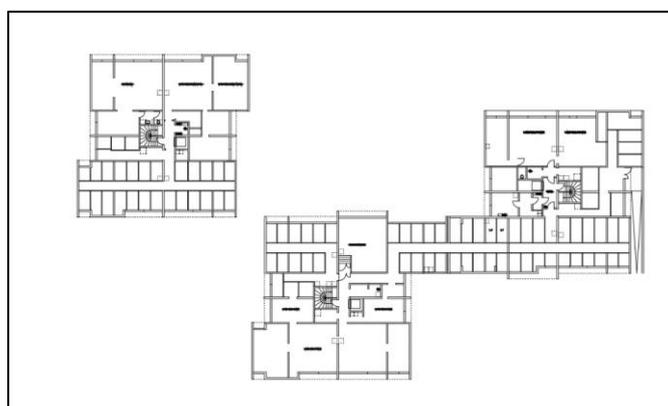


Figure 12 - Plan des sous-sols. Source : GTM Bâtiment (2021)

Le flochage est une technique qui consiste à pulvériser à haute pression un mélange fibreux sur le plafond. Les caractéristiques du matériel mis en place permettent l'isolation de manière efficace avec l'avantage d'avoir une exécution relativement simple et rapide. Vu que les travaux sont réalisés dans les zones de stockage, et pas dans les zones de passage ou d'habitation, l'aspect esthétique n'est finalement pas si significatif.



Figure 13 - Sous-sols des bâtiments : circulation et intérieur de cave. Source : auteur (2023)

Dans le CCTP, il a été exigé l'utilisation d'un matériel avec résistance thermique minimum de  $4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ , incombustible et imputrescible, avec finition roulée. La résistance thermique du matériel dépend de l'épaisseur du mélange de laine mise en place – pour le produit utilisé au chantier, par exemple, une résistance de  $4,20 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  est attendue avec une épaisseur de 160mm. Les caractéristiques techniques du produit se trouvent dans les fiches techniques, communiquées par les entreprises et validées par le bureau de contrôle. C'est toujours important de vérifier les fiches techniques et les conseils d'utilisation du fabricant. La mise en œuvre devra respecter l'Avis Technique ATEC 20/15-346.<sup>3</sup>

Une entreprise spécialisée dans l'isolation a été consulté pour cette prestation et a été responsable de la pose et fourniture du matériel. Le produit choisi a été le ISOTHERM – certificat ACERMI 12/149/770/14.

#### a) Les étapes d'exécution

Des étapes préalables à l'exécution ont été réalisées, comme la consultation de l'entreprise, une visite pour reconnaissance des lieux et la réalisation d'un planning d'exécution. Après que le devis de l'entreprise a été accepté, un contrat de prestation est établi et les travaux pourront commencer.

Avant de commencer l'intervention, j'ai été responsable de la définition d'un planning selon les orientations données par le sous-traitant : le délai moyen d'exécution de flochage était de 10-

<sup>3</sup> Disponible sur <https://www.cstb.fr/pdf/atec/GS20-U/AU150346.pdf>

14 caves par journée de travail, ou un couloir entier. Ce planning était indispensable pour la réussite de l'intervention, vu qu'il était nécessaire de demander aux propriétaires l'accès à leurs caves. Avec le plan de sous-sol qu'on avait, j'ai été amenée à repérer tous les numéros de ces caves pour avoir un plan de numérotation des caves. Avec ces informations, j'ai pu finalement préparer les dates d'intervention et passer à l'étape suivante, qui était d'informer les propriétaires et d'envoyer les avis de passage – avec les dates d'intervention et les consignes à respecter. Dans la figure 14 ci-après, on voit le planning qui a été préparé par moi et validé par l'entreprise.

Planning flochage caves															
06/03/2023	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	EDF	circulation			
07/03/2023	521	522	523	524	525	526	527	504	505	506	507	508			
08/03/2023	501	502	503	509	510	circulation + circulation devant esc									
09/03/2023	vide sanitaires / locaux														
10/03/2023	vide sanitaires / locaux														
13/03/2023	642	643	644	645	646	647	648	627	EDF	circulation + vide sanitaires					
14/03/2023	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	circulation
15/03/2023	vide sanitaires														
16/03/2023	vide sanitaires / locaux														
17/03/2023	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	vide sanitaires		
20/03/2023	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	circulation		
21/03/2023	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	
22/03/2023	788	789	790	791	EDF	Circulation									
23/03/2023	circulation / vide sanitaires / locaux														
24/03/2023	circulation / vide sanitaires / locaux														

Figure 14 - Planning des travaux d'isolation au sous-sol. Source : Auteur (2023)

#### b) Suivi d'exécution et problèmes rencontrés

Pendant l'exécution, il était important de limiter l'accès du public au sous-sol, pour éviter l'exposition au produit et permettre la fluidité des travaux. Les mesures prises en compte par l'entreprise avant les travaux :

- Protection du matériel dans les caves avec du film polythène
- Tenue de protection spécifique, avec masques et lunettes



Figure 15 - Suivi des travaux de flochage au sous-sol. Source : auteur (2023)

Pour ces travaux, j'ai été chargée de suivre l'avancement du flocage et garantir que les mesures de sécurité et de protection ont été respectées. En plus, il était nécessaire de contacter directement les propriétaires qui n'ont pas respecté les consignes ni les dates établis dans les ADP.

Les principaux problèmes rencontrés lors de cette intervention ont été liés à la participation des propriétaires. Tout d'abord, il n'a pas été possible d'établir une correspondance entre la numérotation de caves et les numéros des appartements. Plusieurs ne nous ont pas donné accès à leurs caves, soit à cause de la présence de matériels de valeur, soit pour ne pas avoir connaissance de l'existence d'une cave au sous-sol (c'est le cas, par exemple, pour les appartements loués). Par conséquent, jusqu'au présent moment, environ 75% de la surface du sous-sol a été isolée avec le flocage. Dans ce cas, la solution apportée était d'informer le conseil syndical, vu qu'il peut prendre contact avec les propriétaires ou locataires directement.

**Résultat des travaux d'isolation dans les caves**

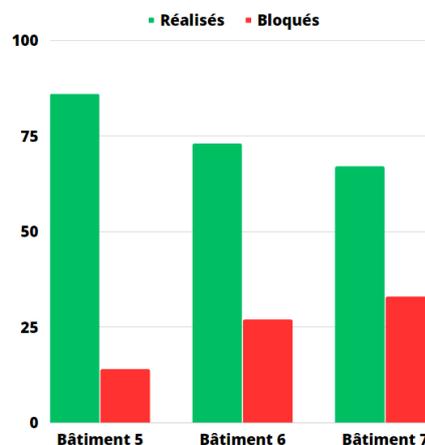


Figure 16 - Résultat des travaux d'isolation dans les caves. Source : Auteur (2023)

Le planning a été bien respecté et les travaux ont fini avec un jour en avance. Malgré les caves bloquants, qui nous ont empêchés de réaliser l'isolation complète, le résultat de cette mission a été assez satisfaisant. Toutes les mesures en charge de GTM pour la réussite de l'opération ont été mises en œuvre. Le problème des espaces fermés ou bloqués par les propriétaires est récurrent dans les projets de réhabilitation en milieu occupé et il va généralement au-delà des attributions de l'entreprise de construction.

#### 4.2.1.2. Isolation au RDC dans les locaux non chauffés

Comme partie du projet, il était aussi prévu de créer des locaux poussettes, vélo et poubelle au rez-de-chaussée des 3 bâtiments. Ces locaux sont considérés comme non chauffés et ils ont été pensés pour rendre plus agréable les parties communes, en donnant la possibilité de garder en sécurité les vélos et les poussettes des propriétaires - en évitant qu'ils ne soient laissés dans les circulations. Dans la figure 17 ci-après on peut voir en bleu l'emplacement de ces nouveaux locaux.



Figure 17 - Plan de localisation des isolants et faux plafonds. Source : auteur (2023)

#### a) Les étapes d'exécution

Après consultation, une entreprise spécialisée dans l'isolation a été choisie pour la prestation, la même responsable pour l'isolation par l'extérieur des façades des trois bâtiments. Dans la suite, nous passons à l'achat du matériel selon les exigences du bureau de contrôle.

Dans ces locaux, les travaux d'isolation comprenaient la mise en place d'un isolant avec les caractéristiques suivantes, selon le CCTP :

- Panneaux composites de laine de roche de 135mm et d'un parement en laine de bois
- Résistance thermique minimum :  $4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

#### Résistante au feu

Le produit mis en place a été l'isolant Rockfeu Wood Rsd de la marque ROCKWOOD (certification ACERMI 18/015/1347), composé par une couche de 135mm de laine de roche double densité, et d'un parement en laine de bois de 15mm d'épaisseur. Avec ces caractéristiques, l'isolant respecte les exigences de résistance thermique minimum. La finition en ciment blanc donne un bon aspect esthétique à la pièce et sa pose est facilitée sur support propre en béton. En plus de l'amélioration de l'isolation thermique et de la protection contre le feu, il offre aussi une haute performance acoustique. En ce qui concerne la réaction au feu, il est classé comme non combustible (Euroclasse A2-s1,d0).



Figure 18 - Isolant pour le plafond des locaux : Rockfeu Wood A2 RsD. Source : Rockwool (2023)

Parmi les exigences du fabricant pour la pose, nous pouvons citer le mode de fixation. Les panneaux devront être fixés mécaniquement avec des chevilles à frapper du type METAL-ISO (marque ETANCO) et il est exigé la fixation avec 6 chevilles par panneau entier. Ils devront être bien jointifs et positionnés à joints décalés. Pour les panneaux de 150mm, l'ancrage minimal des chevilles à dalle en béton est de 50mm.

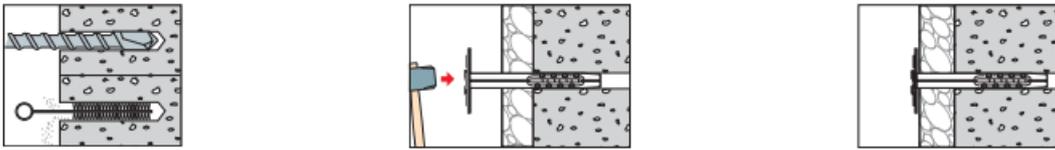


Figure 19 - Mise en œuvre chevilles à frapper METAL-ISO. Source : ETANCO (2013)

#### b) Suivi d'exécution et problèmes rencontrés

Le délai estimé de pose de l'isolant dans les locaux était d'environ 5 journées de travail (1-2 pièces par jour). Il était important de vérifier pendant l'exécution que les recommandations du fabricant étaient respectées.

Pendant l'exécution, pour protéger les ouvriers des poussières lors de l'utilisation de la foreuse, ils portaient des vêtements de protection, ainsi que des masques et des lunettes spéciales. L'accès du public à ces endroits était donc limité pendant les travaux.

La pose consiste dans la fixation des panneaux au plafond, avec l'aide des chevilles de 240mm, qui permettraient une bonne fixation au béton existant – une fixation de 150mm dans l'isolant et 90mm dans le support existant, ce qui respecte l'ancrage minimal de 50mm. La longueur des chevilles a été choisie pour respecter l'ancrage minimal dans tous les supports, vu qu'il y avait des endroits avec une plaque déjà existante sur le plafond. Pour faciliter l'installation, des étais ont été utilisés pour maintenir les panneaux en place et permettre leur fixation.



Figure 20 - Suivi de mise en œuvre d'isolant aux locaux au RDC. Source : auteur (2023)

Aucun problème majeur a été repéré pendant l'exécution, sauf pour la gêne occasionnée liée à l'utilisation des locaux lors des travaux. Dans ces pièces sont stockés des matériaux divers des résidents, et malgré nos avertissements sur le lancement des travaux (et la nécessité de vider ces pièces), la participation des résidents a été très faible. Même après consulter directement le gardien du bâtiment, qui s'occupe de la maintenance des espaces communs, nous n'avons pas réussi à vider complètement ces locaux. Par conséquent, les interventions ont pris plus de temps, car il a fallu organiser ou déplacer les matériaux à l'intérieur des pièces pour permettre le travail. La solution apportée était de réaliser l'exécution en parties, de manière à toujours disposer d'un côté de la salle disponible pour ranger les affaires.

Malgré les problèmes pour débarrasser des lieux et créer une zone propre de travaux, l'exécution s'est déroulée conformément au plan et toute la surface (environ 130m<sup>2</sup> du plancher bas des logements) d'isolation prévue a été réalisée en 7 jours.

#### 4.2.1.3. *Mise en œuvre des faux-plafonds avec isolation dans les halls et galerie*

Pour les halls d'entrée de chaque bâtiment et la galerie extérieure au rez-de-chaussée, il était prévu la mise en œuvre des faux plafonds avec des plaques de plâtre et une isolation thermique. Selon le CCTP, les exigences en termes d'isolation sont pareilles pour les locaux traités dernièrement : résistance minimum de 4 m<sup>2</sup>.K/W. L'isolation des planchers bas des logements était une des dernières étapes pour finir complètement l'isolation thermique du bâtiment, dans le cadre des objectifs du projet.

##### a) Les étapes d'exécution

Avant tout, il est impératif de regarder dans le CCTP quels sont les exigences à respecter pour cette intervention, comme les produits demandés, les normes techniques à suivre et les aspects de finition.

Le type d'isolant demandé au CCTP est une laine de verre revêtue d'un surfaçage kraft. L'avantage de ce type d'isolant revêtu c'est la facilité de pose et manipulation : la surfaçage kraft permet une découpe plus facile, en plus de s'adapter plus facilement aux surfaces. En plus, il fournit une bonne performance acoustique et une bonne résistance mécanique. Le produit choisi pour mettre en place était la laine de verre revêtue kraft Isoconfort 35, de la marque Isover Saint Gobain, avec une épaisseur de 160mm (code ACERMI 05/018/408). Il est classé comme non combustible (Euroclasse A2-s1,d0).

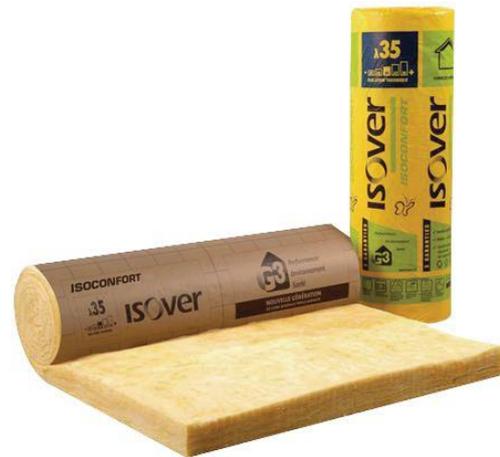


Figure 21 - Isolant mis en place au RDC : Isoconfort 35. Source : SFIC (2023)

Après, la finition des plafonds était faite avec l'aide des faux-plafonds de la marque Siniat et la procédure de mise en œuvre était conforme au carnet de pose, qui fait référence au document technique DTU 25.41 – pour les plaques de plâtre posées aux bâtiments d'habitation, des ERP et les bureaux. Dans ce document étaient précisés, par exemple, les structures métalliques de support de la plaque de plâtre, le type de fixation et les distances à respecter, les produits complémentaires, etc.

Une particularité à respecter dans cet ouvrage concernait le type de plaque de plâtre choisi pour chaque emplacement : conformément au CCTP, il était nécessaire que les plaques installées à l'extérieur - qui seront soumises à des intempéries - soient résistantes à l'humidité, donc les plaques choisis ont été le PREGY WAB chez Siniat. Ce type de plaque est hydrofuge et d'haute dureté, et possède aussi des propriétés antibactériennes, il est donc adapté aux plafonds extérieurs abrités. Pour les espaces intérieurs, des plaques de plâtre standard PREGYPLAC STD BA13, d'une épaisseur de 13 mm ont été préférées. Elles sont adaptées aux plafonds où on ne trouve pas d'exigences particulières.



Figure 22 - Plaques de plâtre pour les faux plafonds au RDC. Source : SINIAT (2023)

Les faux plafonds sont fixés à l'aide d'une ossature métallique qui devrait respecter la procédure décrite dans le DTU référencé. Les principales caractéristiques à regarder sont les distances maximales de pose et fixation des plaques dans les rails, à savoir :

- L'entraxe entre deux rails doit faire 50cm ou 60cm

- La distance entre deux suspentes reste entre 1m et 1,20m, à voir par rapport au poids de l'isolant
- Entre deux vis la distance maximum est de 30cm
- Les vis viennent axées au rail, au minimum 1cm de distance du bord

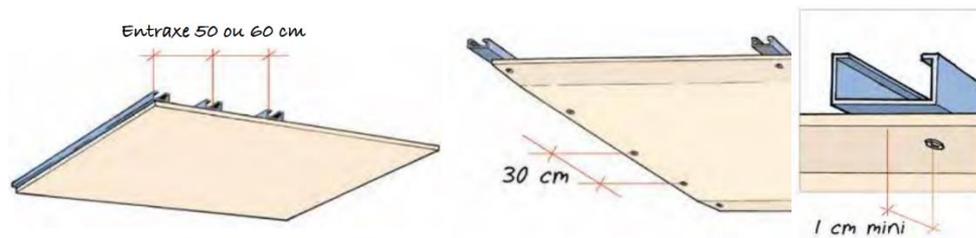


Figure 23 – Exigences à respecter lors la mise en œuvre des faux-plafonds. Source : SINIAT (2022)

Il est essentiel de suivre les recommandations des fabricants pour garantir la qualité et la pérennité des installations réalisées sur le chantier. C'est aussi un moyen de s'assurer qu'en cas de problème à l'avenir, nous pourrions le signaler au fabricant.

#### b) Suivi d'exécution et problèmes rencontrés

Au début de l'exécution il a été vérifié les produits fournis par l'entreprise, s'ils ont été conformes aux exigences présentées ci-dessus. Aucun problème majeur n'a été rencontré lors de l'intervention, sauf pour les délais de livraison et la disponibilité du matériel dans les magasins. Le souci a été réglé en prenant contact directement avec des fournisseurs pour connaître la disponibilité des produits partout en Ile-de-France.

Pendant les travaux, j'ai été amenée à suivre l'exécution pour contrôler la qualité des ouvrages et garantir que les mesures de sécurité ont été respectés. Étant donné que nous sommes dans le hall des bâtiments, ce sont des lieux de passage intense pendant les horaires de chantier. Il fallait s'assurer que le passage soit conforme et que les équipes puissent travailler.

Le marquage des emplacements des rails et cornières a été fait avec l'aide d'un niveau laser, de façon à assurer le nivellement du faux plafond par rapport aux bords extérieurs existants des bâtiments. Après la fixation des suspentes et des rails, l'isolant a été coupé et installé. La surface kraft qui donne à l'extérieur a rendu l'installation et la manipulation plus faciles, comme l'a indiqué le fabricant. Dans la figure 24 ci-après on peut voir l'isolant posé dans le hall 7, avant et après la mise en place des plaques de plâtre BA13.



Figure 24 - Suivi des travaux d'isolation au RDC. Source : auteur (2023)

Les joints entre deux plaques sont traités avec de l'enduit et des bandes appropriés à cet effet. Une finition avec enduit et peinture est la dernière étape pour la mise en œuvre du faux plafond. Il était important aussi de vérifier la pose de l'isolant, en garantissant son contact avec le plafond, en plus du passage des câbles électriques pour l'installation des luminaires. La réalisation du travail a pris environ 2 semaines.

### 4.3. Résultats de la mission

#### 4.3.1. Travaux d'isolation

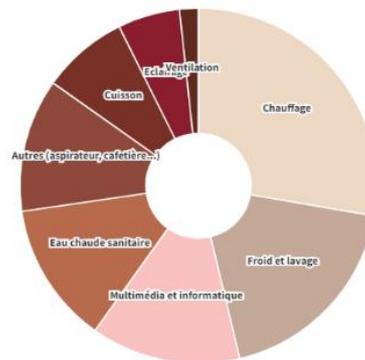
Selon un rapport d'Ademe (Agence de la transition écologique), les dépenses en chauffage sont les plus importantes dans une maison en France. Elles représentent environ 30% de la consommation énergétique dans un foyer, ce qui peut coûter entre 800€ et 1600€ environ par an, selon le type de chauffage.

Figure 25 - Les sources de dépenses d'un ménage. Source : Ademe/L'express (2019)

#### Le chauffage représente 27,6% de la consommation d'un ménage

Consommation électrique par poste, en pourcentage

Chauffage, Froid et lavage, Multimédia et informatique, Eau chaude sanitaire, Autres (aspirateur, cafetière...), Cuisson, Eclairage, Ventilation



Source: Ademe, 2019

L'EXPRESS

De ce fait, on voit que, en plus de contribuer pour la transition écologique en France et augmenter le confort des résidents, les travaux en réhabilitation ont aussi comme but la réduction des dépenses de fonctionnement dans les logements. Selon une étude fait par EDF (Electricité de France), on estime que les travaux d'isolation peuvent arriver à une réduction de 27% de la consommation de l'énergie et les investissements sont compensés dans 4 ans.

Après la réalisation des travaux d'isolation présentés dans ce chapitre - en complément d'isolation des façades et pose de fenêtres double vitrage, qui ne sont pas traités en détail - nous avons reçu des retours positifs de la part des résidents. Plusieurs résidents ont remarqué une amélioration du confort thermique dans leurs logements, vu qu'ils ont considérablement réduit l'utilisation du chauffage pendant l'hiver. En plus, on remarque une réduction des nuisances sonores provenant de l'extérieur. Jusqu'au moment de la réalisation du présent mémoire, les diagnostics complémentaires après travaux - effectués par le bureau de contrôle - pour vérifier l'isolation thermique et acoustique des logements n'ont pas été réalisés.

Dans les photos suivantes (figure 26) nous pouvons observer les résultats des interventions présentés pour l'isolation du plancher bas des logements : l'isolation des locaux non chauffés, flocage des caves au sous-sols et faux plafond avec isolation dans les halls et galerie couverte.



Figure 26 - Résultat de l'isolation du plancher bas des logements. Source : auteur (2023)

Autres que les prestations décrites dans ce mémoire, d'autres interventions ont été mise en place pour atteindre les objectifs de la réhabilitation thermique. Ces interventions ont été déjà réalisées au moment de mon stage et les procédures de mise en œuvre ne seront pas présentées dans ce rapport. Dans la figure suivante on peut observer l'isolation de la façade par l'extérieur et les nouvelles fenêtres double vitrage, avec volet roulant, dans les chambres des logements.

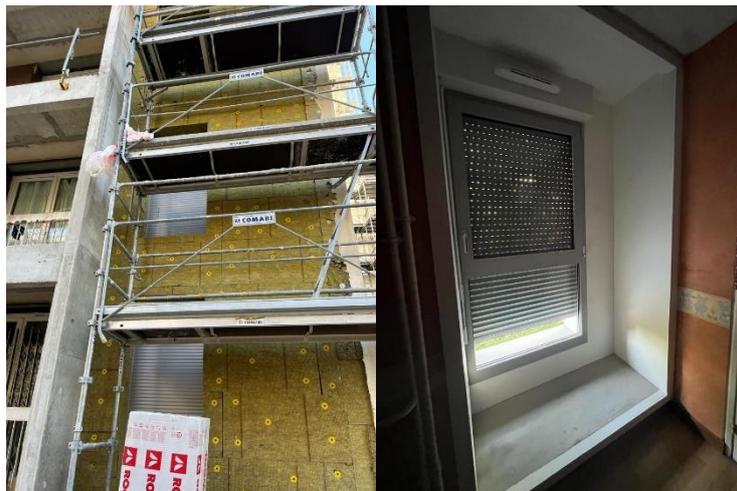


Figure 27 - Fenêtres double vitrage et panneaux d'isolation dans la façade. Source : auteur (2023)

#### 4.3.2. Travaux d'embellissement des parties communes

Une partie importante des travaux de réhabilitation en milieu occupé est l'amélioration générale du cadre de vie des résidents. Dans ce contexte, le projet concerne aussi les travaux dans les parties communes de la copropriété, ce qui comprend la rénovation des sols et des murs, création de nouveaux locaux (local vélo, poubelles et poussette) et remplacement du mobilier. Les prestations prévues sont décrites dans le CCTP, plus précisément dans le lot Corps d'état secondaire (CES).

Pendant le stage, j'ai pu accompagner les équipes dans les prestations de démolition et création de maçonnerie, agrandissement des halls d'entrée, mise en œuvre de carrelage au sols et peinture des murs et plafonds. Ma mission était de suivre l'état d'avancement, vérifier les étapes

de réalisation, gérer la commande et réception de matériel. J’ai pu aussi participer aux réunions hebdomadaires avec l’équipe de chantier, la MOE et MOA du projet.

En plus de vérifier la bonne réalisation des prestations, il faut aussi assurer le bon avancement selon les plannings de travaux et savoir quantifier l’état d’avancement pour le paiement des entreprises. Cette étape consiste dans la réalisation d’un situation travaux, un document préparé avant la facture, qui quantifie le montant de travaux réalisé dans un mois et combien ce montant représente dans le contrat. J’ai créé, pour ce faire, un tableau d’avancement de peinture (figure 28), dans lequel je pouvais constater facilement le pourcentage de travail effectué.

		PEINTURE					
Batiment	Etage	Grattage	Sous-couche	Enduit	Peinture (1ere couche)	Finition (2eme couche)	Portes (3 couches)
5	R+6	100%	100%	100%	100%	50%	30%
5	R+5	100%	100%	100%	100%	50%	30%
5	R+4	100%	100%	100%	100%	100%	100%
5	R+3	100%	100%	100%	100%	100%	100%
5	R+2	100%	100%	100%	100%	50%	30%
5	R+1	100%	100%	100%	100%	50%	30%
6	R+4	100%	100%	100%	100%	0%	0%
6	R+3	100%	100%	100%	100%	0%	0%

 palier témoin pour validation

Figure 28 - Tableau de suivi d'avancement de peinture. Source : Auteur (2023)

Les photos suivantes montrent le résultat des travaux dans les parties communes – Halls d’entrée, galerie ouverte et paliers à l’étage. Au rez-de-chaussée des bâtiments les prestations concernaient la réfection du sol avec du carrelage, la rénovation des murs - en finition taloché à l’extérieur et peinture à l’intérieur, faux plafond avec peinture et changement des luminaires. Pour les paliers à l’étage, la réhabilitation esthétique a compris mise en peinture des murs, plafonds et portes.

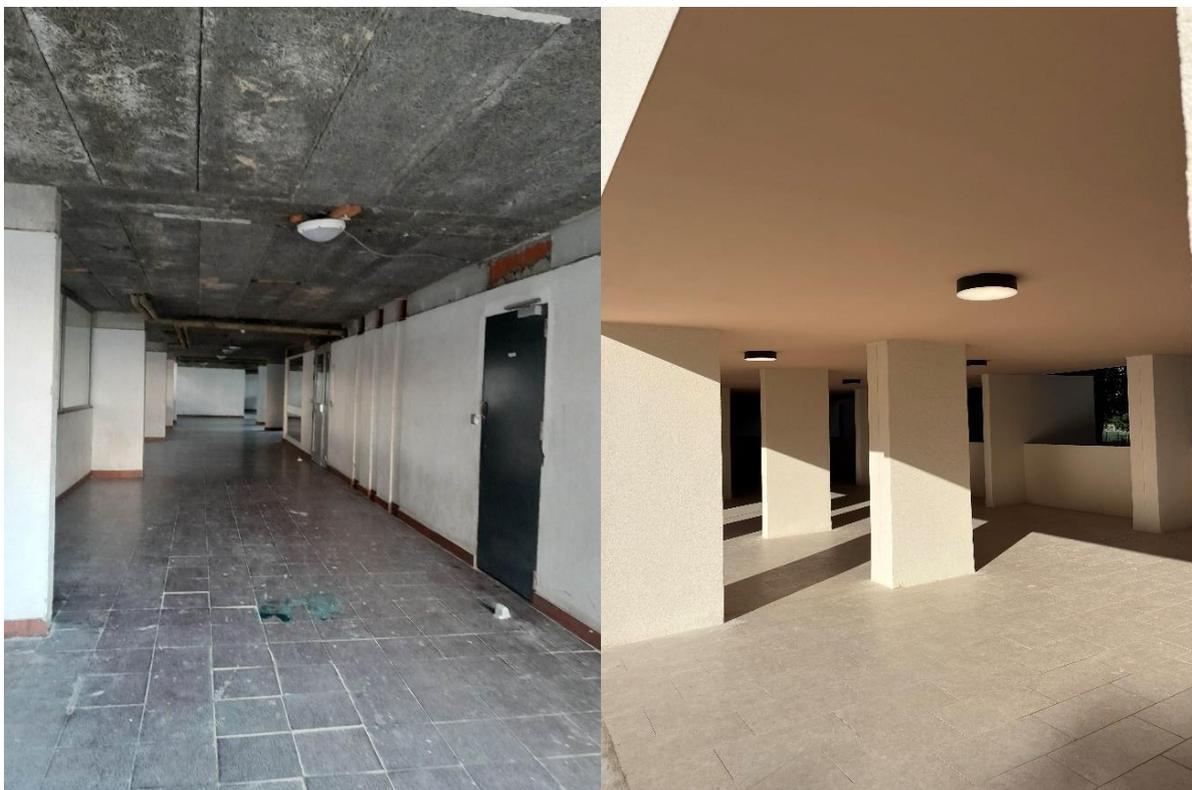


Figure 29 - Galerie ouverte – avant et après les travaux. Source : GTM / Auteur (2023)



Figure 30 - Hall d'entrée – avant et après les travaux. Source : GTM / Auteur (2023)

### 4.3.3. Autocontrôle

Pour s'assurer de la qualité des ouvrages, les entreprises du bâtiment devront suivre chaque étape attentivement. Une des façons de garantir la qualité des travaux se fait avec les fiches d'autocontrôle. Ces fiches sont préparées selon le type d'intervention, par exemple, le contrôle de pose de fenêtres, de réalisation de maçonnerie, etc.

Pendant le stage j'ai pu accompagner certaines de ces vérifications avec les ingénieurs responsables. C'est le moment d'identifier de possibles irrégularités et de les signaler aux équipes concernées, pour permettre la correction avant la fin des travaux. Les fiches comportent des images et des cadres à cocher pour faciliter la vérification sur place. Des photos peuvent être attachées à cette fiche de contrôle. Un exemple de fiche d'autocontrôle utilisée sur le chantier est montré ci-après.

ENREGISTREMENT		Indice A - 06/2015									
<b>FICHE D'AUTOCONTRÔLE : Maçonneries</b>		page 1/2									
Nom du chantier :		Date : / /									
Chef d'équipe :		Fiche n° :									
Ouvrage :		Plan de référence :									
Météo :	T° : ☀ ☁ ☔ ☇ ⚠ ⚠										
<table border="0"> <tr> <td> <p>remplissage béton raidisseur</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC         </td> <td> <p>remplissage des joints</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC         </td> <td> <p>chaînage</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC            Type :  <input type="checkbox"/> 1 HA 14  <input type="checkbox"/> 2 HA 10  <input type="checkbox"/> 3 HA 8         </td> </tr> <tr> <td> <p>positionnement raidisseur(s)</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC            Type :  <input type="checkbox"/> 1 HA 14  <input type="checkbox"/> 2 HA 12         </td> <td> <p>épaisseur joints mortier</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC         </td> <td> <p>position tube fixation grille/filet de sécurité dans mortier</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC         </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <p>alignement /</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC         </td> <td> <p>Sécurité</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC         </td> </tr> </table>			<p>remplissage béton raidisseur</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC	<p>remplissage des joints</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC	<p>chaînage</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC Type : <input type="checkbox"/> 1 HA 14 <input type="checkbox"/> 2 HA 10 <input type="checkbox"/> 3 HA 8	<p>positionnement raidisseur(s)</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC Type : <input type="checkbox"/> 1 HA 14 <input type="checkbox"/> 2 HA 12	<p>épaisseur joints mortier</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC	<p>position tube fixation grille/filet de sécurité dans mortier</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC	<p>alignement /</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC		<p>Sécurité</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC
<p>remplissage béton raidisseur</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC	<p>remplissage des joints</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC	<p>chaînage</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC Type : <input type="checkbox"/> 1 HA 14 <input type="checkbox"/> 2 HA 10 <input type="checkbox"/> 3 HA 8									
<p>positionnement raidisseur(s)</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC Type : <input type="checkbox"/> 1 HA 14 <input type="checkbox"/> 2 HA 12	<p>épaisseur joints mortier</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC	<p>position tube fixation grille/filet de sécurité dans mortier</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC									
<p>alignement /</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC		<p>Sécurité</p> <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> NC									

Figure 31 - Exemple de fiche d'autocontrôle de maçonnerie. Source : GTM (2015)

#### 4.3.4. Mise en œuvre des mesures de sécurité et propreté au chantier

L'une des caractéristiques plus déifiantes d'un chantier en milieu occupé est de travailler de façon à ce que les habitants puissent continuer à vivre tout en sécurité pendant la réalisation des travaux. Pour ce faire, l'entreprise du bâtiment est responsable de la mise en place de mesures de sécurité et de propreté du chantier, qui permettront de maintenir la sécurité et le confort des résidents et des ouvriers.

Les mesures de sécurité devront être respectées tous les jours et pendant le stage, faisant partie de l'équipe chantier, j'ai aussi été responsable de la vérification des mesures et de leur correcte mise en place. Les principales mesures journalières au chantier étaient :

- Création de zones fermes de stockage et d'évacuation de déchets
- Création de zones de passage piéton, lorsque les travaux sont réalisés dans les endroits avec beaucoup de passage
- Signalisation et affichages pour informer les habitants sur le type/durée et les recommandations pour le déroulement des travaux
- Vérification des zones de travaux fermées et signalées

En plus, un coordonnateur SPS se rend régulièrement sur le site pour vérifier que tout se déroule dans le respect des règles de sécurité et pour signaler les éventuels problèmes. Une des responsabilités d'un coordonnateur SPS, selon le code du travail articles R. 4532-1 à R. 4532-76, est la réalisation des inspections communes avec chaque entreprise qui interviendra sur site et la création d'un plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé (PGCSPS).



Figure 32 : Création de zones fermées et propres de stockage des matériels et de travaux. Source : auteur (2023)



Figure 33 : Rangement et tri dans la zone de stockage. Source : auteur (2023)

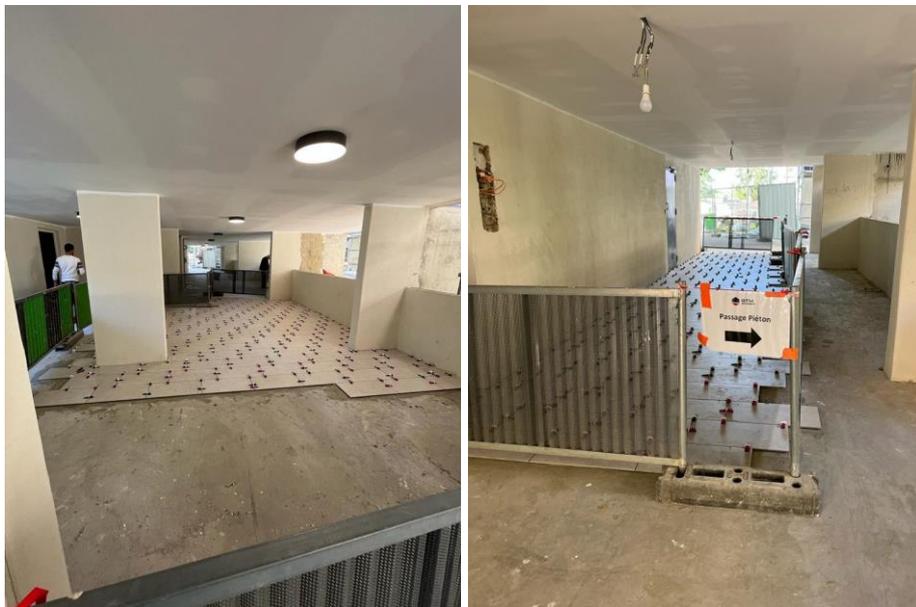


Figure 34 : Création de zones de travaux fermées et passages provisoires. Source : auteur (2023)

Tous les mesures mises en place ont comme but de préserver la santé et la qualité de vie des personnes sur le site. En plus, elles permettent que les travaux avancent avec plus de fluidité.

## Partie 5

### 5. Les problèmes et difficultés rencontrées

La routine d'un chantier est toujours marquée par les défis quotidiens et des problèmes à résoudre. Spécialement dans un chantier en milieu occupé, comme déjà évoqué dans ce mémoire, les défis sont encore plus importants quand on travaille en coordination avec les résidents et d'autres collaborateurs qui ne font pas partie de l'équipe de chantier. Ces personnes sont directement impliquées dans le projet, au même temps qu'elles ne sont pas conscientes de toutes les étapes et enjeux rencontrés lors des travaux. Ainsi, le travail d'un ingénieur va au-delà des compétences et sujets techniques.

Dans ce chapitre, l'objectif est de présenter certaines difficultés rencontrées pendant le stage et les solutions apportées.

#### 5.1. Difficultés liées à l'accès au chantier

La région impliquée par les travaux est marquée par une forte densité de population – dans un rayon de 300m autour du chantier, on rencontre plus de 25 immeubles résidentiels de taille moyenne, tous dotés d'un parking extérieur. En plus de représenter une présence plus importante de personnes sur le chantier (ce qui implique des mesures de sécurité encore plus strictes), cette caractéristique apporte aussi des difficultés d'accès pour les machines et livraisons, ainsi que la création de zones de travaux et de stockage.

Pour faciliter l'accès au chantier, une zone de livraison a été créée avec accès à la route. Cet accès donne directement entre la base vie et les zones de stockage. Selon le type de machine ou la taille du véhicule de transport, par exemple, il n'est pas possible d'accéder directement au chantier. Il était donc nécessaire de faire l'usage d'un manitou (chariot élévateur) pour le transport intermédiaire du matériel pour certaines livraisons. Ce type de contrainte est commune dans un chantier en milieu occupé et cette étape en plus peut entraîner des retards et gêner le passage des résidents. En plus, l'équipe de chantier avait accès à la voie pompier pour le déroulement des travaux.

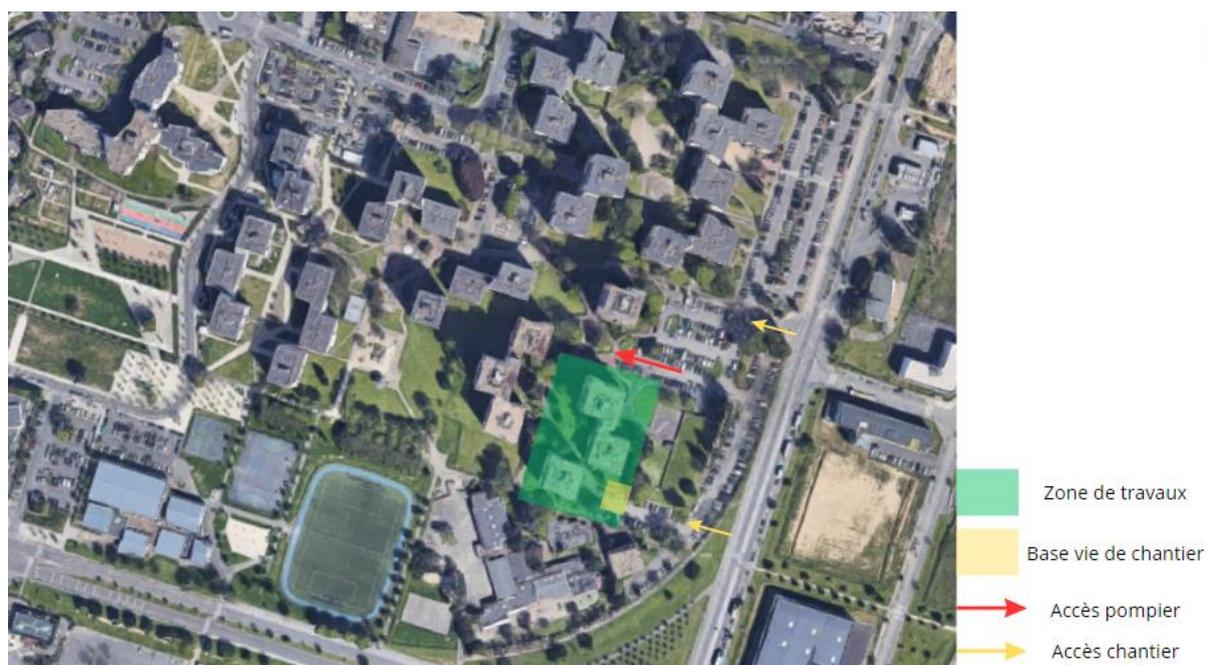


Figure 35 - Plan d'accès au chantier. Source : Google (adapté, 2023)

## 5.2. Les travaux dans les logements et leurs implications

Les travaux à l'intérieur des appartements nécessitent une attention particulière, soit en relation à la sécurité et le confort des résidents, mais aussi concernant leur impact sur l'avancement du chantier. Cela est dû à la nécessité que nous avons de la participation des riverains pendant les travaux, en respectant les consignes de sécurité, la date des interventions et la prise en charge après la fin des travaux, qui ne sont pas toujours respectés.

Le planning chantier est dessiné par rapport à la réalisation de chaque tâche, ce qui peut être plus ou moins facile de déterminer. Cependant, lors des travaux en milieu occupé, l'implication des propriétaires dans le projet ont aussi un impact sur le planning. Toutes les interventions dans les logements ou qui impliquent directement la participation des résidents (par exemple, les travaux dans les caves) devront être précédemment communiqués. A partir du moment où un résident ne respecte pas les dates ou les consignes données, cela peut générer un effet de retard en chaîne, qui affectera directement les autres résidents également. Outre les effets sur le calendrier, en ne réalisant pas de travaux dans certains appartements, cela peut compromettre la qualité de l'ensemble des travaux (principalement en ce qui concerne l'isolation et les équipements de ventilation et de chauffage).

Ce type de situation était courant au chantier et il était nécessaire de toujours chercher une solution rapide pour permettre l'avancement. Ce qui se faisait habituellement était de prendre contact directement avec les résidents ou de réajuster le planning, en avançant les dates de réalisation dans les appartements suivants. Dans ce contexte, il était également très important de compter sur la compréhension et la flexibilité des résidents.

Dans le cas d'un résident qui n'a pas répondu aux avis de passage ou aux rendez-vous déterminés, après 3 tentatives pour le contacter, il est considéré comme un logement bloquant et les travaux sont reportés sans date définie. Des cas comme celui-ci, ou d'autres qui ont refusé d'effectuer les travaux, sont transférés à la responsabilité du maître d'ouvrage, car ils vont au-delà des possibilités de l'entreprise de travaux.

En plus, lorsque l'on travaille dans le privé, il faut tenir compte de nos responsabilités avec les affaires des personnes. Il était nécessaire de toujours de bien protéger les meubles ou les parties autour des zones de travaux, pour conserver l'immeuble. En termes de sécurité, il était interdit de travailler dans la maison sans la présence d'un responsable majeur ou l'autorisation de travailler dans une maison vide (locataires en vacances, par exemple).

Ce type de contrainte montre l'importance du côté social de l'ingénierie : en plus de respecter et de suivre les contraintes techniques, nous devons aussi respecter les limitations et besoins des habitants, par exemple, des pratiques religieuses et culturelles, de l'âge, travail, et d'autres sujets personnels. Finalement, les gens sont toujours la priorité dans un projet, surtout ceux qui y habitent.

## Partie 6

### 6. Apports personnels et professionnels du stage

En général, l'expérience de stage était quelque chose de complètement nouveau pour moi : dans mon parcours jusqu'à présent, je n'ai eu d'expérience que dans des bureaux d'études, au Brésil et en France. Le rythme, les problèmes, la routine d'un chantier sont très différents de ce à quoi j'étais habituée, mais je crois que j'ai su très bien m'adapter. Je crois que c'est dû à l'accueil de l'équipe de chantier, toujours à l'aise pour m'aider. Les six mois d'un stage m'ont beaucoup apporté en tant qu'humaine et professionnelle de l'ingénierie.

Le stage m'a apporté beaucoup de connaissances techniques que j'utiliserai certainement dans mon avenir professionnel. Comme j'ai pu suivre un peu tout, de la maçonnerie, la démolition, l'isolation, jusqu'aux interventions de CES – peinture, faïence, etc, j'ai pu m'initier à divers procédés de construction que je ne connaissais auparavant que théoriquement. Il était essentiel de savoir lire et comprendre les plans du projet, ainsi que les CCTP et les DTUs, pour mettre en place selon les recommandations. Vu que le projet porte sur un bâtiment existant, il était parfois nécessaire d'adapter le projet à la réalité ou faire les modifications nécessaires.

Encore dans le contexte de la réhabilitation et les travaux sur l'existant, je peux dire que le stage m'a considérablement aidée à développer mes compétences en résolution de problèmes et en réactivité. Dans de nombreuses situations, nous sommes sous pression pour avoir une réaction rapide, mais nous devons encore savoir agir avec prudence et toujours rechercher les solutions les plus correctes.

Entre le personnel et professionnel, je dirais que le travail en équipe développé au chantier est l'un des apports les plus importants de cette expérience de stage. Sur un chantier les équipes sont très diverses, on a des professionnels de différentes spécialités qui travaillent ensemble et même des différents origines, culture, etc. Il faut savoir dialoguer les uns avec les autres, créer un environnement de travail léger et collaboratif, et bien savoir gérer les conflits éventuels. Plusieurs situations que j'ai vécues sur le chantier ont contribué à cette connaissance, notamment lorsqu'il faut coordonner le travail simultané de plus d'une équipe, empêchant l'une d'interférer négativement ou de gêner le travail de l'autre.

Enfin, je crois que l'impact de ce type de travail sur la vie de la population est ce qui compte le plus au final. Il est donc extrêmement important d'être responsable face aux habitants, de veiller au bon état de leurs biens et de pouvoir communiquer clairement avec eux. Je crois que j'ai appris beaucoup plus sur la façon de traiter avec différentes personnes, sachant également comment expliquer des concepts techniques à un public non spécialisé, ou même savoir comprendre les difficultés de la langue ou des différentes cultures et origines au chantier. Une chose que je garde toujours à l'esprit est que ces résidents nous ont confié un bien très important et qu'il est de notre responsabilité de le conserver en bon état une fois les travaux terminés.

Arrivant à la fin de cette expérience de stage, je me rends compte que j'ai pu développer en profondeur plusieurs compétences techniques et *soft skills* qui seront dorénavant essentielles dans mon parcours professionnel, surtout en ce qui concerne la communication, gestion du temps et du stress et la résolution de problèmes. Au chantier, aucun jour ne ressemble à l'autre et il faut savoir s'adapter.

## Partie 7

### 7. Perspectives

En tant qu'étudiante internationale en génie civil et urbain, j'étais ravie de faire partie pour la première fois d'une équipe de chantier en réhabilitation thermique – qui représente un marché assez important en France. Pendant cette expérience j'ai été en contact avec plusieurs interlocuteurs – architectes, ingénieurs, inspecteurs de sécurité, fournisseurs, résidents, etc. Les échanges et apports personnels et professionnels de ces 6 mois de stage m'ont fait réfléchir énormément à la suite de mon parcours en tant qu'ingénieure.

Tout d'abord, même avec tous les défis journaliers dans un chantier, voir le projet prendre forme et être utilisé par les habitants compense tous les moments de difficulté. Après cette expérience, je vois encore plus l'implication de l'ingénierie dans l'amélioration de la vie d'une communauté et j'espère continuer à contribuer à ce scénario dans mon avenir professionnel.

Cette première expérience sur le terrain, en complément avec mes dernières expériences en génie civil – surtout dans le marché de l'expertise et préservation du patrimoine bâti, les sujets de mes derniers postes – m'a montré que le bâtiment reste mon principal centre d'intérêt. Je crois que les défis quotidiens auxquels nous sommes exposés lorsque nous prenons soin du patrimoine existant nous obligent constamment à sortir de notre zone de confort, à rechercher des solutions innovantes et à nous adapter. J'espère ainsi poursuivre mon parcours dans le bâtiment et continuer à contribuer à l'évolution et à l'adaptation de la ville aux nouveaux scénarios climatiques, économiques et sociaux. À mesure que la ville évolue, nous devons évoluer avec elle – et cela implique directement de métier d'une ingénieure.

Concernant le projet dont j'ai fait partie, la réhabilitation de copropriété Pré de l'Enclos, il était prévu de finir à la fin du mois de juillet – un peu après la fin de mon stage. J'ai pu donc accompagner les dernières étapes pour la livraison du projet aux propriétaires, jusqu'au début de l'opération de levée de réserves. Ça a été encore plus spécial de voir à la fois comment le site a changé et la satisfaction des habitants par rapport au travail effectué. Pour la suite, on espère que les habitants peuvent profiter de ses nouveaux espaces et que les améliorations perçues améliorent également les aspects économiques et le confort de chacune des résidences.

Avec les objectifs de la France concernant la réglementation thermique, on estime que le marché de réhabilitation au pays devrait se développer de plus en plus – toujours en cherchant à améliorer les modes opératoires et à adapter les matériels mis en place – vers une croissance verte du domaine de la construction et du bâtiment. Les gens doivent aussi s'adapter et prendre conscience de l'importance de ce type d'intervention pour l'avenir des prochaines générations.

## Conclusion

Outre la création des villes et la construction des bâtiments, le travail de l'ingénieur consiste également à maintenir tous ces biens en bon état, y compris les changements nécessaires pour les adapter et les améliorer. Dans ce contexte, les travaux de réhabilitation en site occupé apparaissent comme une solution nécessaire dans les villes en France – surtout pour les adapter aux exigences règlementaires du pays. Ici, il est extrêmement nécessaire de valoriser le travail de l'ingénieur, avec la collaboration de la communauté, pour la préservation du patrimoine bâti.

Surtout en ce qui concerne la réhabilitation thermique, les objectifs sont de réduire la consommation énergétique dans la maison, qui permettent de réduire les coûts d'entretien et de contribuer à la préservation des ressources naturelles à long terme. Les interventions qui font partie de ce type de réhabilitation sont diverses – dès le changement des appareils de chauffage jusqu'à l'isolation des parois opaques et vitrées d'un bâtiment. Dans ce contexte, les 92 logements de la copropriété Pré de L'Enclos 2, à Villiers le Bel, ont fait l'objet d'une réhabilitation thermique et esthétique, qui a été traitée dans le présent mémoire.

Pendant les six mois de mon expérience de stage de fin d'études, j'ai été amenée à découvrir les joies et défis d'un chantier ambitieux de réhabilitation sur le plan économique, technique et social. J'ai pu participer à des missions diverses et accompagner toutes les étapes d'exécution. Cette expérience m'a apporté des contributions personnelles et professionnelles uniques, qui m'ont fait apprécier encore plus le domaine du bâtiment. Mes compétences techniques et connaissances théoriques ont pu être mises en pratique, en plus des nouveaux acquis jour après jour dans le chantier.

J'ai été surprise par les compétences quotidiennes requises sur le site, qui sont uniques pour un site occupé, et qui exigent beaucoup de nos compétences sociales. Je peux dire qu'en termes de communication et de gestion des problèmes, le stage en conduite de travaux m'a apporté d'importantes améliorations.

Le stage de fin d'étude est une opportunité de voir en réalité l'impact de notre métier dans la vie des habitants d'une communauté (en plusieurs domaines) et encore de découvrir une vocation pour son avenir professionnel. C'est l'occasion aussi de nous présenter à une entreprise et contribuer à sa croissance et sa qualité. Enfin, mes objectifs professionnels après le stage et l'obtention de mon double diplôme au Brésil sont de continuer à travailler sur des projets d'impact comme celui-ci et de contribuer ainsi à l'amélioration des conditions de vie en général.

## Bibliographie/Webographie-Sitographie

Acermi, C. (s. d.). *ACERMI*. ACERMI. <https://www.acermi.com/fr/isolants-certifies/certificat/05-018-408-31/>

Actis. (2023, 22 février). *Les 3 indicateurs de performance thermique d'un isolant*. <https://www.actis-isolation.com/guides/isolation-thermique/lamda-%CE%BB-r-et-u-des-indicateurs-de-performance-thermique-necessaires-mais-pas-suffisants/#:~:text=Le%20R%20est%20%C3%A9gal%20au,3%2C13%20m%C2%B2K%2FW>

*Aperçu - Groupe [VINCI]*. (s. d.). VINCI. <https://www.vinci.com/vinci.nsf/fr/groupe.htm>

Connor, N. (2020, 24 janvier). *O que é resistência térmica - Resistividade térmica - Definição*. Thermal Engineering. <https://www.thermal-engineering.org/pt-br/o-que-e-resistencia-termica-resistividade-termica-definicao/>

*Coordination SPS - Votre métier - INRS*. (s. d.). <https://www.inrs.fr/metiers/btp/coordination-sps.html>

Cstb. (s. d.). *20/15-346 - Avis Technique*. CSTB Évaluation. <https://evaluation.cstb.fr/fr/avis-technique/detail/20-15-346/#:~:text=Description%20du%20produit,ciment%2C%20mat%C3%A9riaux%20synth%C3%A9tiques%2C%20peintures>

ETANCO (2013). *FT2104E - METAL-ISO*. [https://www.etanco.be/fileadmin/user\\_upload/pdf/FichesProduits/FT-2104<sup>E</sup>-METAL-ISO-Cheville-Facade-Etancheite.pdf](https://www.etanco.be/fileadmin/user_upload/pdf/FichesProduits/FT-2104<sup>E</sup>-METAL-ISO-Cheville-Facade-Etancheite.pdf)

Florence, L. (2021). *Énergie dans les bâtiments*. *Ministères Écologie Énergie Territoires*. <https://www.ecologie.gouv.fr/energie-dans-batiments>

Géoportail. (s. d.). <https://www.geoportail.gouv.fr/donnees/plan-de-gene-sonore-pgs>

*Insonorisation des logements proches des aéroports / LIBELAéro*. (s. d.). <https://www.libelaero.fr/notice/dgacstac-insonorisation-des-logements-proches-des-aeroports>

Kalegos. (2023, 15 mai). *Le Coefficient d'Énergie Primaire (Cep)*. Bureau d'études thermiques RT2012 en ligne. <https://www.e-rt2012.fr/explications/travaux/definition-cep-rt-2012/>

*La réglementation thermique des bâtiments existants*. Les services de l'État en Isère. (s. d.-b). <https://www.isere.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Amenagement-du-territoire-construction-logement-et-associations-de-proprietaires/Construction-logement/Construction/Energie-Thermique-du-batiment/La-reglementation-thermique-des-batiments-existants>

*LE FLOCAGE : isolation thermique ou protection coupe-feu - Iso-Inter*. (2022, 11 mars). Iso-Inter. <https://www.iso-inter.fr/le-flocage-isolation-thermique-ou-protection-coupe-feu/#:~:text=Le%20flocage%20consiste%20%C3%A0%20pulv%C3%A9riser,de%20r%C3%A9aliser%20des%20travaux%20rapides>

Les chiffres sur le marché de la rénovation. (s. d.). [Modelesdebusinessplan.com. https://modelesdebusinessplan.com/blogs/infos/renovation-btp-chiffres](https://modelesdebusinessplan.com/blogs/infos/renovation-btp-chiffres)

*Les indicateurs de bruit*. (s. d.). <https://www.bruitparif.fr/les-indicateurs-de-bruit1/>

Les industries du plâtre. *CAPEB GUIDE NF DTU 25.41 et 25.42*  
[https://www.lesindustriesduplatre.org/wp-content/uploads/2020/04/CAPEB\\_GUIDE-DTU-25.41-1.pdf](https://www.lesindustriesduplatre.org/wp-content/uploads/2020/04/CAPEB_GUIDE-DTU-25.41-1.pdf)

L'Express. (2022, 3 septembre). Énergie : quels sont les principaux postes de dépenses des foyers français ? *L'Express*. [https://www.lexpress.fr/economie/energies-quels-sont-les-principaux-postes-de-depenses-des-foyers-francais\\_2179537.html](https://www.lexpress.fr/economie/energies-quels-sont-les-principaux-postes-de-depenses-des-foyers-francais_2179537.html)

Mayer, N. (s. d.). *Laine de verre : quelles sont les performances de cet isolant ?* Futura. <https://www.futura-sciences.com/maison/questions-reponses/isolation-laine-verre-sont-performances-cet-isolant-7413/>

*Plan de gêne sonore (PGS) et aide à l'insonorisation*. (s. d.). <https://www.bruitparif.fr/plan-de-gene-sonore-pgs-et-aide-a-l-insonorisation/>

*PRÉGYPLAC Std BA13*. (s. d.). Plaques de plâtre techniques pour la construction et rénovation - Siniat France. <https://www.siniat.fr/fr-fr/produits-et-systemes/produits/plaques-platre/plaques-standard/pregyplac-std-ba13-3334160205485/>

*PRÉGY WAB BA13*. (s. d.). Plaques de plâtre techniques pour la construction et rénovation - Siniat France. <https://www.siniat.fr/fr-fr/produits-et-systemes/produits/plaques-platre/plaques-haute-resistance-eau/pregy-wab-ba13-3334160224875/>

*Qui sommes nous ? - GTM Bâtiment - Esprit partenaire*. (2023, 9 mars). GTM BÂTIMENT. <https://www.gtm-batiment.fr/vinci/qui-sommes-nous/>

Renov, I. S. (2022). Isoler son logement, quelles économies ? *IZI by EDF Renov*. <https://www.izi-by-edf-renov.fr/blog/isoler-logement-economies>

*Rockfeu Wood A2 RsD - isolant ROCKWOOL - sous faces de dalles béton*. (s. d.). ROCKWOOL. <https://www.rockwool.com/fr/produits-et-applications/produits/plafonds/sous-faces-de-dalles-fixations-mecaniques/rockfeu-wood-a2-rsd/>

Site, L. (2021, 21 mai). *Label HPE Rénovation*. Le site « [www.RT-bâtiment.fr](http://www.RT-bâtiment.fr) » devient le site « [RT-RE-bâtiment](http://RT-RE-bâtiment) ». <https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/label-hpe-renovation-a42.html>

Travaux de rénovation dans le logement : la réglementation thermique - La librairie ADEME. (s. d.). La librairie ADEME. <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/1948-travaux-de-renovation-dans-le-logement-la-reglementation-thermique.html>

Ville de Villiers-le-Bel. (s. d.). *La rénovation urbaine et les grands projets urbains*. <https://www.ville-villiers-le-bel.fr/2024/citoyene/amenageons-la-ville-la-renovation-urbaine-et-les-grands-projets-urbains.htm>

Watt, H. (2023, 25 avril). Quels sont les chiffres de la rénovation énergétique en France ? *Hello Watt*. <https://www.hellowatt.fr/blog/chiffres-renovation-energetique/>

## **Annexes**

### **Annexe I : Plans d'exécution travaux au RDC**

## **Annexe II : Plans de travaux d'isolation au RDC**

## **Annexe III : Avis de passage – Flocage des caves**

## **Annexe IV : Exemple fiche autocontrôle**