

4-720-883-EX-1



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA
INSTITUT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE



MEMOIRE
PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER RECHERCHE EN
ARCHITECTURE
OPTION : BIOCLIMATIQUE

REABILITATION THERMIQUE D'UNE FRICHE INDUSTRIELLE
CAS D'ETUDE LA MINOTERIE NARBONNE
A HUSSEIN DEY ALGER

Encadrés par : M^{me} MAACHI ISMAHEN

Présentée par : M^{elle} MEZGHRANI SABRINA FERIEL

Année Universitaire : 2016/2017

*« Nulle pierre ne peut être polie sans friction, nul homme ne peut parfaire son
expérience sans épreuve »*

Kong Qiu (Confucius)

Remercîment

J'adresse en premier lieu ma reconnaissance à DIEU tout puissant, de nous donner la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

J'adresse le grand merci à mon encadreur madame MAACHI, pour sa patience, ses efforts, ses conseils, son soutien moral et ses orientations du début jusqu'à la fin de ce travail, ainsi que Anis notre prof de Revit pour sa présence.

Je remercier aussi ma familles mes amies, collègues et camarade pour leur encouragement. Mais aussi a tout les personnes qui on contribuées de prés ou le loin a l'enrichissement de mon travail.

Une penser particulier a une personne qui mais m'été très chère qui a crue en moi et ma encourager « Allah yarhamha wykoun maswaha aljana » ma deuxième maman BENHAMOUCHE Luisa.

Merci a tous

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Ma très chère mère, tu représentes pour moi le symbole de la bonté, la source de tendresse et l'exemple du dévouement et du sacrifice qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

Mon père, Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Mes sœurs Yasmine mon exemple et Dihya la petite, Mes frères Rouf et Anis pour leurs soutient et amour, qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude je vous aime. Mes amies Iman, Nesrine, Sara, Neyva, Hiba, Fathi et particulièrement Abdelkrim pour leurs présence et soutient. Mes camarades de promo et tous ceux qui ont participé à cette réussite.

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Schéma de la structure du mémoire.....	10
Figure 02 : Schéma représentant l'enveloppe d'une construction	14
Figure 03 : Evaluation des températures dans des bâtiments au cours de l'année	17
Figure 04: Image représentant une pièce avec son enivrement a titre indicatif.....	18
Figure 05: Schéma représentant les différent échange thermique possible.....	19
Figure 06: Schéma explicatif du changement de température été et hiver.....	19
Figure 07: Schéma représentant la conception de la stratégie de la chaude.....	21
Figure 08: Schéma représentant la conception de la stratégie du froid.....	22
Figure 09: Schéma de la répartition des pertes de chaleur dans une maison mal isolée	23
Figure 10: schéma représentant les différents endroits ou une isolation est possible pour réduire les transferts de chaleur.....	23
Figure 1: Image représentant l' application de l'isolation la toiture	24
Figure 12: L'imprimerie Mame	27
Figure 13: La machinerie de la minoterie Narbonne à Hussein dey notre cas d'étude.....	27
Figure 14: La chocolaterie de Menier à Noisiel	28
Figure 15: les grands moulins de stucky à Venise.....	28
Figure 16: La minoterie Narbonne (cas d'étude) Un bâtiment prestigieux délaissé a Hussein dey	29
Figure 17: la minoterie Narbonne, friche industrielle en plein milieu urbain Hussein Dey, Alger	30
Figure 18: La gare d'Orsay; à Paris Source:google.fr.....	30
Figure 19 : les ateliers de maintenance d'El hamma	30
Figure 20: friche portuaire à Lyon.....	31
Figure 21: Localisation de la minoterie Narbonne.....	32
Figure 22: vue des anciens magasins généraux de pantin 16/12/2013 avant leur reconversion et le 20/10/2016 après l'installation de l'agence de publicité BETC	32
Figure 23: le moulin Narbonne avant 1945	34
Figure 24 : Plan masse de la minoterie Narbonne.....	35
Figure 25:Alger a l'échelle nationale	39
Figure26: Carte représentant les communes d'Alger	40
Figure 27: Diagramme représentant le ciel nuageux, soleil et jours de précipitations	40
Figure 28:Diagramme représentant les températures maximales	41
Figure 29: Photographie prise de la façade principale de la minoterie Narbonne	41
Figure 30: Photo de la minoterie Narbonne	42
Figure 31: Plan de masse	43
Figure32: Façade principale de la minoterie Narbonne	43
Figure 33: Façade postérieur de la minoterie Narbonne	44
Figure 34: photographie représentant des vues de la façade principale	44
Figure 35: photographie représentant des vues de la façade postérieure	44
Figure 36: photographie représentant des vues des façades intérieures	45
Figure 37: photographie représentant des vues des façades intérieures	45
Figure 28 : l'état de fait de la minoterie d'après un rapport du CTC.....	46
Figure 39 : Perspective et vue en plan de l'ilot (minoterie) des bâtiments vétustes selon le CTC Chelef qui sont à démolir	46
Figure 40: Eta des planchers aux étages supérieur	47
Figure 41: Anciennes machines du meunier.....	47
Figure 42:Modélisation schématique de structure du bâtiment.....	48
Figure43: les plans	49
Figure 44 : les coupes	50
Figure 45 : IMAGES 3D	50

Figure 46 : Le schéma suivant illustre le principe de suivi énergétique	53
Figure47: Interface REVIT 2018	54
Figure 48: Création d'un compte autodesk	55
Figure 49: Création d'un fichier météorologique	55
Figure 50 : Interface de revit analysis le cas d'une usine	65
Figure 51: Résultat de la note de calcule1	66
Figure 52: Résultat de la simulation 1.....	69
Figure 53 : Interface de revit analysis le cas d'un musée	70
Figure 54: Résultat de la note de calcule2	70
Figure 55: Résultat de la simulation 2.....	72
Figure 56: Résultat de la simulation 3.....	76
Figure 57: Résultat de la simulation 4.....	78
Figure 58: Résultat de la simulation 5.....	79
Figure 59: Résultat de la simulation 6.....	81

SOMMAIRE

Introduction générale :

• Introduction	08
• Problématique générale	09
• Problématique spécifique	09
• Hypothèse de recherche	10
• Objectif	10
• Démarche méthodologique et structure de mémoire	10

Bibliographie

Chapitre I : l'état de l'art

Introduction	13
I.1 - La fonction de l'enveloppe	14
I.2- La réhabilitation énergétique	15
I.2.1- Les différents niveaux de la réhabilitation énergétique	15
I.3- La réhabilitation thermique	16
I.3.1-La réhabilitation thermique de l'enveloppe du bâtiment	16
I.4- La réglementation thermique Algérienne	16
I.5- Le confort thermique	18
I.5.1- Les facteurs environnementaux qui affectent le confort thermique	18
I.5.2- Les échanges thermiques	20
I.5.3-Le confort thermique d'une habitation en hiver	20
I.5.4-Le confort thermique d'une habitation en été	21
I.5.5-Les stratégies bioclimatiques pour améliorer le confort thermique	22
I.5.5.1 –Système de chauffage solaire passif	22
I.5.5.2 –Système de rafraîchissement solaire passif	23
I.6- l'isolation thermique	24
I.6.1- Les principes de l'isolation	25
I.6.2- Les types d'isolations	26
I.6.3- Les différentes techniques d'isolation	29
I.7- L'architecture industrielle	29
I.7.1-L'architecture fonctionnelle rationnelle	29
I.7.2-L'architecture industrielle de prestige	31
I.7.3-Les friches industrielles	32
I.7.3.1-Définition des friches	32
I.7.3.1-Type de friche	33
I.7.4-Comment favoriser la reconversion des friches industrielles	35
I.7.5-Exemple de reconvention	36
I.7.6-Aperçu sur l'évolution de la minoterie Narbonne	37
Conclusion	41

Bibliographie

Chapitre 2 : Analyse du cas d'étude

Introduction	38
II.1 - Présentation du cas d'étude	38
II.1.1 - Situation géographique et données climatiques	38
II.1.1.1 - Situation géographique	39
II.1.1.2 - Données climatique de la ville	40
II.1.2 - Présentation du projet	41
II.1.2.1 - La minoterie Narbonne	42
II.1.2.2 - Présentation et état de fait	45
II.1.2.3 - Descriptif du bâtiment à étudier	46
II.1.2.4 - Système structurel et matériaux	47
II.2 - Présentation du dossier graphique	48
II.2.1 - Les plans	48
II.2.2 - Les coupes	49
II.2.3 - Les 3D	49
II.3 - Caractéristique du cas d'étude	50
II.4 - Modélisation	51
II.4.1 - Choix des paramètres d'étude	51
II.4.2 - Utilité de la simulation numérique	52
II.4.3 - Choix de l'outil de simulation	53
II.4.3.1 -Processus d'application du logiciel	54
Conclusion	61
Bibliographie	

Chapitre 3 : Analyse et discussion des résultats

Introduction	65
III.1 Etape 1 : changement de vocation	65
III.1.1 : Simulation du cas d'étude dans sa fonction initiale « Usine » :	65
III.1.2 : Simulation du cas d'étude dans sa nouvelle vocation « Musée » :	71
III.2-Etape 2 : Essai d'amélioration de la consommation énergétique	76
III.2.1 : Simulation 3 avec renforcement de l'isolation de la toiture :	76
III.2.2 : Simulation 4 avec renforcement de l'isolation des ouvrants :	78
III.2.3 : Simulation 5 avec renforcement de l'isolation des murs:	80
III.2.4 : Simulation 6 avec renforcement de l'isolation de l'enveloppe extérieur du bâtiment	82
Conclusion	83
Bibliographie	
Conclusion générale	

Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire, est une tentative de reconversion d'une friche industrielle (la minoterie Narbonne) suivie d'une réhabilitation thermique de son enveloppe, afin d'améliorer ses performances énergétique.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du développement durable et repose sur la conciliation de deux éléments distincts et contradictoire, à savoir le changement de vocation (avec un certain confort) et l'économie d'énergie.

Afin de sensibiliser l'homme sur la manière d'améliorer thermiquement un bâtiment existant, pour ce la des simulations à l'aide d'un code de calcul sur un logiciel de Revit 2018 ont été effectués sur une friche industrielle, afin de pouvoir mesurer l'impact de la réhabilitation sur sa consommation énergétique.

Abstract

The work presented in this thesis, is an attempt to reconvert a Brownfield (the Narbonne mill) followed by a thermal rehabilitation of its envelope, to improve its energy performance.

This study is part of sustainable development and is based on the reconciliation of two distinct and contradictory elements, namely the change of vocation (with a certain comfort) and the saving of energy.

In order to sensitize the man on how to thermally improve an existing building, for this the simulations using a computer code on software of Revit 2018 were carried out on a wasteland, in order to be able to measure the impact of rehabilitation on its energy consumption.

ملخص

العمل المعروف في هذه الأطروحة هو محاولة لتحويل حقل براونفيلد (مطحنة ناربون) يليه إعادة تأهيل حراري لمغلفه، لتحسين أداء الطاقة.

هذه الدراسة هي جزء من التنمية المستدامة وتقوم على التوفيق بين عنصرين متميزين ومتناقضين هما تغيير المهنة (مع راحة معينة) وتوفير الطاقة.

من أجل توعية الرجل على الطريق لتحسين حراريا مبنى قائم، لهذا تم إجراء المحاكاة باستخدام رمز الكمبيوتر على برنامج من ريفيت 2018 على براونفيلد، من أجل أن تكون قادرة على قياس وتأثير إعادة التأهيل على استهلاك الطاقة.

Introduction générale

• **Introduction :**

Dans le contexte actuel d'urbanisation, où la ville prend de l'expansion à une vitesse accélérée, des formes d'aménagement du territoire innovatrices sont développées pour s'inscrire à l'intérieur du concept de ville viable. Cependant, les traces du passé subsistent et posent des contraintes à la planification municipale. Par exemple, on rencontre dans la majorité des grandes villes des pays développés des espaces industriels désaffectés, qui représentent un fardeau pour les municipalités qui n'arrivent pas à les "rentabiliser" ou un potentiel pour celles qui entrevoient leur potentiel de réutilisation.¹ La production industrielle en Algérie remonte à la période coloniale et s'est renforcée lors de l'installation des réseaux ferroviaires, propulsant ainsi l'installation d'usines, d'ateliers de minoteries

Cette logique industrielle s'inscrit dans une nouvelle dynamique urbaine qui sera caractérisée par le glissement de centralité vers la périphérie qui a entraîné par la suite un processus de désindustrialisation qui a donné naissance aux friches industrielles rattachées étroitement au tissu. Or « celles-ci ont bien rempli leurs mission au moment où elles ont été réalisées jusqu'aux jours où leurs activités les mets à défaut par rapport au nouveau statue atteint par le quartier.²

Dans un contexte où la consommation du foncier est en cause et où les notions de renouvellement urbain et du développement durable sont d'actualité le retour à la ville est une solution.

La densification du tissu bâti existant s'est imposée comme une solution adéquate pour contrecarrer l'étalement urbain et ses effets néfastes. Les friches industrielles, vastes et souvent bien situées au cœur des villes, constituent à cet égard un potentiel de développement majeur. Ces espaces sous-utilisés sont depuis peu la cible privilégiée pour la réalisation d'éco quartiers ou de « quartiers durables » ou équipement

Sans oublier que le mode de développement de nos villes produisait massivement des gaz à effet de serre (GES), dus principalement à la concentration massive des activités d'une part, et le rejet de gaz polluants (CO₂) par l'industrie et les équipements domestiques (le chauffage) d'autre part. Ainsi, l'acte d'aménager et de construire est un acte ayant un fort impact sur l'environnement, gourmand en énergie fossile et grand émetteur de CO₂, et ce de l'extraction des matériaux jusqu'à leurs utilisations dans le bâtiment A titre indicatif, le secteur résidentiel et tertiaire en Algérie se trouve parmi les plus énergivores avec une consommation de 41 % de l'énergie finale³, et représente un taux de croissance annuel estimé à 6.28%.⁴ Comme partout ailleurs, la question concernant la réduction de la consommation d'énergie est d'actualité dans notre pays, une négligence des paramètres climatiques lors des différentes conceptions, se trouve confronté crucialement au problème de l'augmentation de la consommation énergétique, en particulier en été pour la climatisation.⁵

D'après Vitruve, toute construction doit être confortable et saine. C'est en fait sa raison d'être. Elle doit protéger les occupants de l'environnement extérieur, de même assurer un équilibre et une qualité agréable à l'intérieur qui dépend peu des conditions extérieures.⁶

• **Problématique générale :**

Revoir la ville c'est revoir tout cet espace déstructuré, héritage du déclin de certaines activités, reconquête des espaces et des bâtiments abandonnées « friches industrielles ».

La prise de conscience de leur potentiel redéveloppement est tout récent, « ceci date des années 1990 »⁷. Ces bâtiments inadaptés sont de gros consommateurs d'énergie de part la négligence des aspects

¹ France DUMESNIL ET CLAUDIE OUELLET .REVUE VERTIGO .VOLUME3 .NUMERO2.PAGE 1

² BENYAHIA SOUMIA ,(2014-2015) , Valorisation du patrimoine industriel en Algérie

³ A.MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) contribution a l'étude de réhabilitation thermique .Revue des énergies renouvelables vol14N°2.P 301-

⁴ APRUE »Consommation énergétique final de l'Algérie .chiffre clés année 2005 Donnée et indicateurs, Alger APRUE2007

⁵ NAIT Nadia mémoire de magister « la réhabilitations énergétiques dans les logements collectif existant » 2011.P 3

⁶ A.MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) contribution a l'étude de réhabilitation thermique .Revue des énergies renouvelables vol14N°2.P 302-

⁷ France DUMESNIL ET CLAUDIE OUELLET .REVUE VERTIGO .VOLUME3 .NUMERO2.PAGE 1

1- Partie théorique :

Introduction au thème à étudier, problématiques, les objectifs et l'hypothèse de la recherche ainsi que les résultats de la recherche thématique en relation avec notre thème à savoir la réhabilitation thermique.

2- Partie pratique :

2.1- Présentation du cas d'étude et ses caractéristiques physiques afin de proposer des solutions bioclimatiques pour la réhabilitation thermique.

2.2- Sur la base des résultats obtenus nous allons effectuer une analyse thermique par simulation avant et après la réhabilitation. Le logiciel utilisé pour la simulation est « REVIT ».

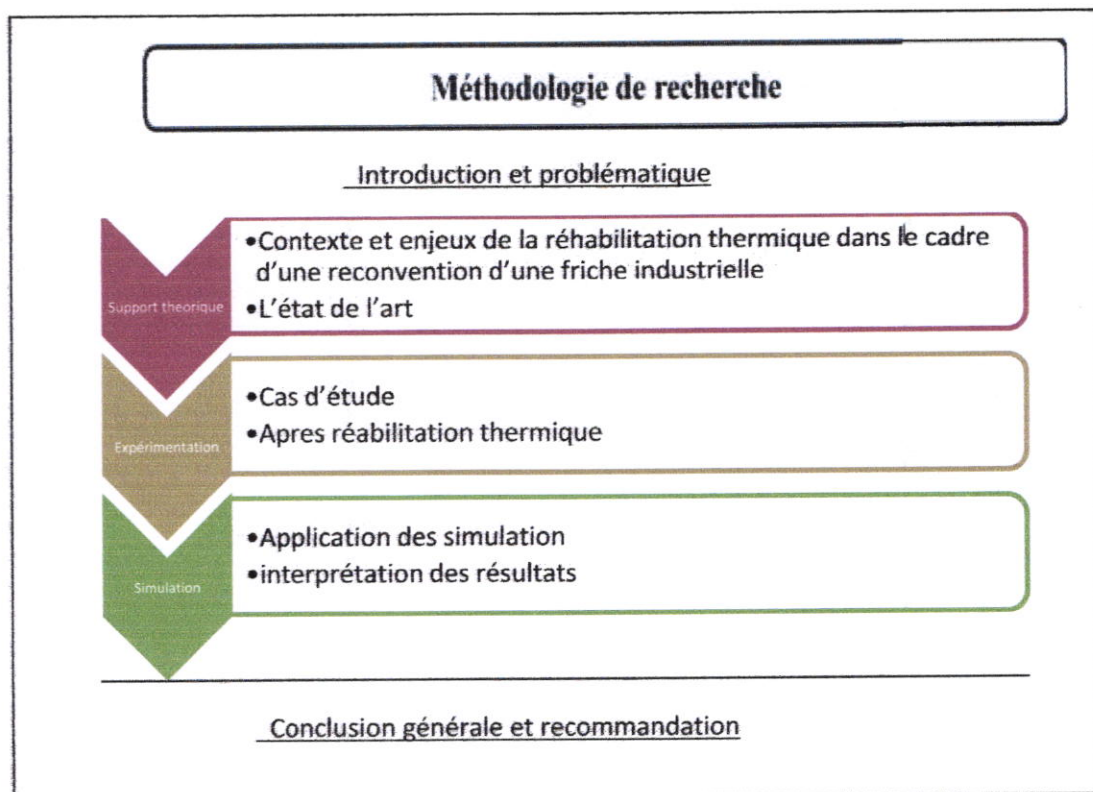


Figure 1 : schéma de la structure du mémoire

Source : auteur

Bibliographie

- A.MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) contribution a l'étude de réhabilitation thermique .Revue des énergies renouvelables vol14N°2.
- APRUE »Consommation énergétique final de l'Algérie .chiffre clés année 2005 Donnée et indicateurs, Alger
- BENYAHIA SOUMIA ,(2014-2015) , Valorisation du patrimoine industriel en Algérie
- France DUMESNIL ET CLAUDIE OUELLET .REVUE VERTIGO .VOLUME3 .NUMERO2.
- NAIT Nadia mémoire de magister « la réhabilitations énergétiques dans les logements collectif existant » 2011.

Introduction :

Ce présent chapitre sera dédié au ressourcement théorique, en premier lieu notre intérêt sera porté sur la réhabilitation thermique et énergétique afin de contribuer à une étude de réhabilitation thermique de l'enveloppe du bâtiment

Avec le boom colossal qu'a connu l'Algérie ces dernières années en matière de constructions résidentielles notamment le programme quinquennal 2005-2009 qui prévoit un million de logements et dont la quantité a failli à la qualité. Le développement de ces logements s'est nécessairement accompagné d'un accroissement important des besoins énergétiques en matière de chauffage, de climatisation et d'électricité; vue que la généralisation d'un nouveau confort moderne repose sur une grande consommation d'électricité, ce qui engendre souvent des coupures d'électricité dans les heures de pointe dues à une consommation maximale.¹

A l'échelle internationale, on sait déjà que des efforts considérables ont été déployés ces deux dernières décennies pour sensibiliser les gens aux problèmes de l'environnement d'économie d'énergie et. La hausse des prix des énergies fossiles tend à renforcer cette prise de conscience. L'Algérie, comme tous les autres pays d'ailleurs, est en faveur d'une politique énergétique à l'échelle de tout son territoire.²

En second lieu à la notion de reconversion des friches industrielles. Avant d'aborder la question de la réhabilitation des friches industrielles, il importe de connaître la définition et l'origine possible de ces friches. De manière générale, les friches industrielles sont décrites comme étant des anciens sites industriels - usines ou terrains associés à des usines, tels des entrepôts ou des décharges- qui sont maintenant abandonnés³

Dans ce sens, on remarque de plus en plus une tendance quant à la revalorisation des friches industrielles. Ces sites historiquement contaminés se situent majoritairement dans des zones urbaines de valeur, à proximité du centre, et leur réhabilitation dépend grandement de la volonté des populations locales et de leurs élus.⁴

¹ A.MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) Contribution A L'étude De Réhabilitation Thermique .Revue Des Energies Renouvelables Vol14n°2.P 302-

² NAIT NADIA Mémoire De Magister « La Réhabilitations Energétiques Dans Les Logements Collectif Existant » 2011.P 7

³ FRANCE DUMESNIL ET CLAUDIE OUELLET .Revue Vertigo .Volume3 .Numero2.Page 2

⁴ FRANCE DUMESNIL ET CLAUDIE OUELLET .Revue Vertigo .Volume3 .Numero2.Page 2

I-1 : La fonction de l'enveloppe :

Une enveloppe de bâtiment c'est tout ce qui fait le tour de l'habitable créé par l'Homme. Ce qui veut dire que la dalle de plancher, les fondations, les murs extérieurs, les ouvertures, les toitures, etc. font partie de l'enveloppe du bâtiment. Cette capacité d'avoir constamment une vue d'ensemble est primordiale.⁵

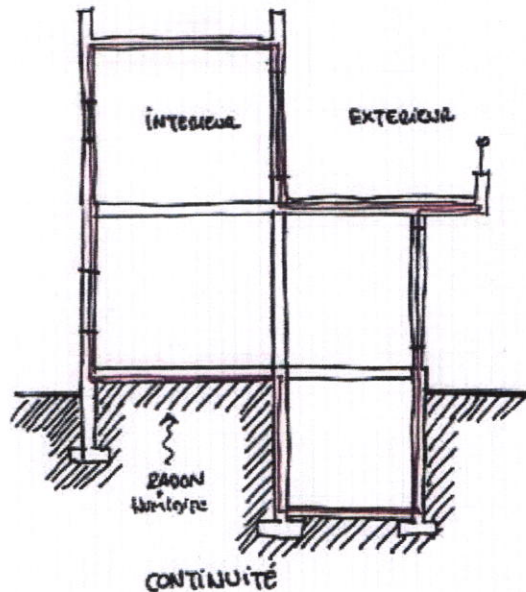


Figure 2 : schéma représentant l'enveloppe d'une construction
Source : architecte et architecte paysagiste, I.Mario-V.Petrone

Les fonctions de l'enveloppe de l'habitable peuvent être exposées comme suit

Voici donc ces six (6) fonctions :

1- Revêtement intérieur :

Cette fonction est réalisée par les matériaux apparents à l'intérieur. Cette fonction sert aux différents besoins de l'environnement intérieur et les matériaux utilisés doivent remplir les exigences désirées.

2- Structure:

Cette fonction est réalisée par les matériaux qui serviront de support aux autres matériaux des différentes fonctions. Les composantes doivent résister aux pressions des vents et des autres éléments et devra les transmettre à la charpente de l'édifice.

3- Pare-vapeur :

Cette fonction est réalisée par un matériau qui diminue (retarde) le passage de l'humidité au travers de l'enveloppe par diffusion. Celui-ci doit pouvoir résister au vieillissement durant toute la vie du bâtiment.

4- Pare-air :

Cette fonction est réalisée par un matériau ou un assemblage qui diminuera le passage de l'air au travers de l'enveloppe du bâtiment selon les critères du code national du bâtiment

5- Isolation thermique :

Cette fonction est réalisée avec un matériau qui diminue le passage de la chaleur vers l'intérieur.

6- Parement extérieur :

⁵ Mario-V.Petrone a. (2013, septembre 1). <http://www.petronearchitecture.com/single-post/2013/09/01/Les-6-fonctions-de-l%E2%80%99enveloppe>. Récupéré sur <http://www.petronearchitecture.com/single-post/2013/09/01/Les-6-fonctions-de-l%E2%80%99enveloppe>

Cette fonction est réalisée par un matériau qui protégera les autres composantes de la détérioration par les éléments de la nature (soleil, eau, neige, vent, etc.) et autres.⁶

L'enveloppe extérieure doit limiter les pertes de chaleur en hiver et protéger de la radiation solaire en été.

Cette propriété d'atténuation dépend des caractéristiques de transmission thermique des parois par conduction, convection et radiation. La nécessité d'isoler thermiquement est surtout importante dans les parois extérieur.⁷

I-2 : La réhabilitation énergétique :

La réhabilitation énergétique est l'amélioration énergétique qui doit être accompagnée d'une amélioration qualitative du logement et du bâtiment, en associant la problématique de l'énergie à celle de la qualité d'usage du logement : confort, santé, réduction des charges locatives, image du bâtiment ou son insertion dans le quartier.⁸

De ce fait, la réhabilitation énergétique est comme étant un savoir-faire sur le plan des choix architecturaux et techniques pour réhabiliter un bâtiment existant et, le plus souvent des constructions anciennes fortes consommatrices d'énergie, et ceci dans un objectif de basse consommation nécessaire au regard des contextes énergétiques et environnementaux ainsi qu'en contribuant à l'amélioration du confort thermique de ces immeubles.⁹

I-2-1 : Les différents niveaux de la réhabilitation énergétique :

Il revient de préciser certains niveaux de réhabilitation, et bien que les termes «réhabilitation», «Rénovation» n'aient pas de définitions précises,

- La « réhabilitation » d'un bâtiment ne signifie pas le prolongement de vie d'un bâtiment dévalorisé. Autrement dit, la réhabilitation s'oppose à la démolition, afin de conserver l'histoire du bâtiment et de ses habitants, son vécu et son image dans le quartier.¹⁰

- La « rénovation » signifie « le remettre à neuf ». Cette remise à neuf peut impliquer sa restauration, c'est-à-dire la sauvegarde ou la réfection à l'identique du bâtiment en vertu de sa qualité patrimoniale.¹¹

- La « rénovation diffuse » est constituée de toutes les interventions partielles étalées dans le temps : changement de fenêtres ou d' huisseries, interventions sur les toitures, réfection de façade, changement de chaudière, etc.¹².

- La « rénovation énergétique » vise à ce que le bâtiment ancien atteigne des performances proches d'un bâtiment récent. Dans ce sens, il s'agit d'une approche technique avec des objectifs de performances quantitatives.¹³

- Les travaux « d'entretien » sont difficiles à définir. L'entretien des installations consommant de l'énergie est surtout important dans le cas des chaufferies. Ils se distinguent parfois mal des travaux de rénovation diffuse.¹⁴

⁶ Mario-V. Petrone a. (2013, septembre 1). <http://www.petronearchitecture.com/single-post/2013/09/01/Les-6-fonctions-de-l%E2%80%99enveloppe>. Récupéré sur <http://www.petronearchitecture.com/single-post/2013/09/01/Les-6-fonctions-de-l%E2%80%99enveloppe>

⁷ ahlem, b. (2016). *impacte de la toiture sur le confort thermique interieur et sur la consommation énergétique dans le batiment cas d'une maison individuel à Blida*. universite saad dahlab Blida: institut d'achitecture.

⁸ C.Charlot-Valdieu et P.Outrequin, 2011, la réhabilitation énergétique des logements, le Moniteur, France, p11

⁹ N.Mammeri et A.mansouri ; 2016/2017, la réhabilitation énergétique du patrimoine bâti ; thèse, master Bejaia page11

¹⁰ C.Charlot-Valdieu et P.Outrequin, 2011, la réhabilitation énergétique des logements, le Moniteur, France, p11

¹¹ C.Charlot-Valdieu et P.Outrequin, 2011, la réhabilitation énergétique des logements, le Moniteur, France, p11

¹² J.LOPEZ, B.CARRERE, 2014, Réhabilitation des bâtiments universitaires : vers des campus plus durables ?, Mobatek, pp 01-46.

¹³ C.Charlot-Valdieu et P.Outrequin, 2011, la réhabilitation énergétique des logements, le Moniteur, France, p11

I-3 : La réhabilitation thermique :

D'après Joffrey la réhabilitation est défini comme étant l'action d'améliorer un édifice en conservant sa fonction principale et en prolongeant sa durée de vie. En fait, elle ne concerne pas seulement le patrimoine historique connu, mais aussi le patrimoine immobilier ordinaire méconnu, c'est-à-dire les bâtiments sans qualités auquel il faudra en donner.¹⁵

Dans cette définition, la réhabilitation thermique du bâtiment correspond donc à l'amélioration thermique de l'édifice notamment son enveloppe, car elle constitue un échangeur thermique entre l'intérieur et l'extérieur. Elle consiste en de légères modifications, comme l'ajout par exemple de l'isolation par l'extérieur, le changement des fenêtres... etc, ou lourdes telles que l'isolation par l'intérieur, le réaménagement du plan du logement, selon la trajectoire du soleil,... etc, ainsi que l'ajout d'une partie neuve comme une serre ou une véranda¹⁶

I-3-1 : La réhabilitation thermique de l'enveloppe du bâti concerné:

Les parois opaques verticales renforcent l'isolation thermique, soit de l'intérieur ou de l'extérieur, selon les composants de la paroi et le style architectural de l'édifice pour ne pas défigurer la façade.

Les planchers: Il s'agit d'isoler les planchers bas, donnant sur l'extérieur ou sur les locaux non chauffés, ainsi que le plancher terrasse.

Les fenêtres: Elles sont les plus vulnérables aux déperditions calorifiques. Leurs améliorations thermiques permettent des économies d'énergie de l'ordre de 10 à 15 %. Et cela par le remplacement des vitrages simples en vitrages isolants, et le redimensionnement des surfaces vitrées selon l'orientation et la zone climatique.¹⁷

I-4 : La réglementation thermique Algérienne

Depuis plusieurs années, le gouvernement algérien mène une politique d'amélioration de la gestion des ressources énergétiques. Cette politique se décline à travers la loi n°99-09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'énergie et de ses textes d'application en l'occurrence le décret exécutif n°2000- 90 du 24 avril 2000 portant réglementation thermique dans les bâtiments neufs. L'application de cette réglementation thermique devait aboutir obligatoirement à l'isolation thermique des bâtiments neufs, avec comme objectif d'atteindre une réduction de la consommation énergétique liée au chauffage et à la climatisation de l'ordre de 30%. Malheureusement, au jour d'aujourd'hui cette réglementation n'est toujours pas entrée en vigueur, en raison entre autres de l'inexistence d'organisme devant vérifier son application mais aussi de l'absence d'outils opérationnels permettant aux bureaux d'études d'intégrer les exigences de cette réglementation dans la conception des bâtiments.¹⁸

-La réglementation thermique Algérienne

La réglementation thermique algérienne est basée sur deux documents techniques réglementaires (DTR). Le premier DTR est relatif à la période d'hiver, alors que le deuxième concerne la période d'été.

A- Vérification d'hiver (DTR C3-2)

Ce DTR concerne la période d'hiver. Il stipule que les déperditions calorifiques par transmission à travers les parois calculées pour la période d'hiver doivent être inférieures à une valeur de référence. $DT \leq 1.05$ Dréf.

¹⁴ N.Nait, 2011, la réhabilitation énergétique dans les logements collectifs existants, thèse de magister, université Mentourie de Constantine, 2011, pp 01-75

¹⁵ A.MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) contribution a l'étude de réhabilitation thermique .Revue des énergies renouvelables vol14N°2.P 302-

¹⁶ A.MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) contribution a l'étude de réhabilitation thermique .Revue des énergies renouvelables vol14N°2.P 303-

¹⁷ A.MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) contribution a l'étude de réhabilitation thermique .Revue des énergies renouvelables vol14N°2.P 303-

¹⁸ ahlem, b. (2016). impacte de la toiture sur le confort thermique interieur et sur la consommation énergétique dans le batiment cas d'une maison individuel à Blida. universite saad dahlab Blida: institut d'architecture.

climatiques lors de leur construction (8), pour cela ils causent des dépenses supplémentaires, en chaufferie et climatisation.

Dans notre cas, nous allons reprendre un bâtiment existant qui va accueillir une nouvelle vacataire. Ces constructions n'ont été soumises à aucune exigence réglementaire en ce qui concerne ses déperditions thermiques ou énergétiques. Il s'avère donc nécessaire de réduire leur impact environnemental en développant le concept de réhabilitation énergétique par une bonne isolation du bâtiment pour maîtriser la consommation énergétique.

La durée de vie d'un ancien bâtiment peut être prolongée en améliorant le confort et en réduisant son coût énergétique ; mais peut-il arriver à acquérir une nouvelle fonction en respectant les normes de confort ?

Parmi les problèmes d'ambiance qui peuvent apparaître dans ce type de bâtiment est celui de l'inconfort thermique. Ce constat nous incite donc à nous intéresser, dans ce présent travail tout particulièrement à ce problème par le biais de l'analyse du comportement thermique à plusieurs échelles :

- L'analyse de l'état des lieux dans sa fonction initiale.
- L'analyse de l'état des lieux dans sa nouvelle vocation.
- L'analyse du bâtiment après l'isolation thermique.

Le but essentiel de la recherche est l'obtention d'un bâtiment avec un confort adapté à sa nouvelle vocation avec une économie de consommation énergétique.

• **Problématique spécifique :**

De ce fait les questions que l'on se pose sont les suivantes :

- Quelle est l'influence du changement de vocation sur la consommation énergétique et de quelle manière on peut y remédier ?

• **Hypothèse de la recherche :**

- Le changement de vocation implique une augmentation de la consommation énergétique.
- L'isolation a un impact sur les performances énergétiques de l'enveloppe du bâtiment.

• **Objectif de la recherche :**

Afin de situer le problème de confort thermique dans un bâtiment public existant, particulièrement dans notre cas d'étude, notre recherche a pour objectifs :

- Vérifier que le changement de vocation implique une augmentation de la consommation énergétique.
- Proposer des améliorations afin de réduire la consommation énergétique.

• **Méthodologie et structure du mémoire**

Notre recherche a pour objectif la présentation des résultats d'une réhabilitation thermique de l'enveloppe d'un bâtiment ancien qui est une ancienne friche industrielle en conciliant deux enjeux :

- L'amélioration du confort thermique.
- L'économie d'énergie.

Notre objectif est d'améliorer la performance thermique de ce bâtiment et répondre à celle-ci.

Ce mémoire se compose de deux parties structurées autour de la réhabilitation thermique dans le cadre d'une reconversion des friches industrielles à Hussein dey.

⁸ NAIT Nadia mémoire de magister « la réhabilitations énergétiques dans les logements collectif existant » 2011.P 3

Chapitre I : L'état de l'art

B- Vérification d'été (DTR C3-4)

Ce deuxième DTR est réservé à la période d'été et mentionne que les apports de chaleur à travers les parois (opaques et vitrées) calculés à 15h du mois de juillet (considéré comme le mois le plus chaud de l'année) doivent être inférieurs à une limite appelée « Apport de Référence ».

$$APO (15 h) + AV (15 h) \leq 1.05 \cdot Aréf^{19}$$

I-5 : Le confort thermique :

D'après Vitruve, toute construction doit être confortable et saine. C'est en fait sa raison d'être. Elle doit protéger les occupants de l'environnement extérieur, de même assurer un équilibre et une qualité agréable à l'intérieur qui dépend peu des conditions²⁰ extérieures.

Le bâtiment bien conçu fournit un confort nettement supérieur. Il ne surchauffe pas en été et profite des gains solaires pendant l'hiver. Tandis que le bâtiment inadapté à son climat comme le montre la courbe en pointillés rouges dans la figure 1, a tendance à surchauffer en saison chaude et être glacial en saison froide.

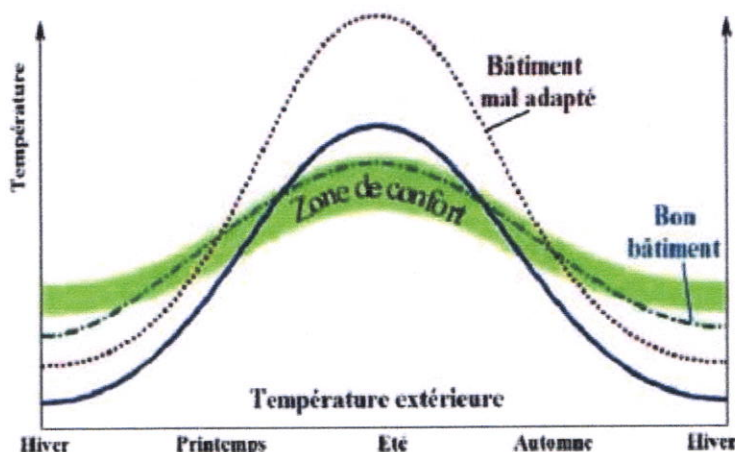


Figure 3: Evaluation des températures dans des bâtiments au cours de l'année
source : (A.Mokhtari, 2011)

Le confort thermique est un état de bien-être général et stable. Il est mesuré à contrario par le taux d'insatisfaction des occupants. Il est subjectif et diffère d'une personne à une autre selon le métabolisme, le sexe, l'âge, l'habillement, l'activité produite ..., ainsi que la zone climatique²¹

I-5-1 : Les facteurs environnementaux qui affectent le confort thermique :

Le premier élément extérieur qui affecte le confort thermique est la température. On distingue 3 températures

- La température de l'air ambiant : l'enveloppe de l'habitation doit permettre de la conserver entre 19 et 26 °C, malgré les variations de la température extérieure avec les saisons et les heures de la journée.

¹⁹ ahlem, b. (2016). *impacte de la toiture sur le confort thermique interieur et sur la consommation énergétique dans le batiment cas d'une maison individuel à Blida*. universite saad dahlab Blida: institut d'achitecture.

²⁰ .MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) contribution a l'étude de réhabilitation thermique .Revue des énergies renouvelables vol14N°2.P 302

²¹ A.MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) contribution a l'étude de réhabilitation thermique .Revue des énergies renouvelables vol14N°2.P 302

- La température des parois : même si la température ambiante est agréable, une paroi froide procurera une sensation de froid et inversement pour une paroi chaude.
- La température ressentie, dite température opérative : se calcule à partir des deux températures précédentes. Si une paroi est très froide, il faudra augmenter la température ambiante pour atteindre une zone de confort, mais la sensation désagréable due à l'écart de température entre l'air ambiant et les parois n'en seront pas moindres.

On estime que pour une différence de 3°C entre la température ambiante au niveau des pieds et la température ambiante 5% des personnes ne sont pas satisfaits des conditions thermiques, pour 6°C, 40%.²²



Figure 4: image représentant une pièce avec son environnement à titre indicatif
Source : (magazin, 2010)

Le taux d'humidité de l'air se mesure en pourcentage et on estime que ce taux correspond à une zone de confort entre 35 et 70 %. De la même manière, la température du sol doit être située entre 19 et 29°C pour ne pas avoir plus de 10% de personnes non satisfaites.

La vitesse de l'air est un autre facteur à prendre en compte. En effet, le mouvement de l'air réduit la température ressentie car il accélère les échanges thermiques. Par ailleurs, pour une même vitesse d'air, la diminution de la température ressentie due au mouvement de l'air est plus importante si l'air ambiant est plus froid. Au-delà de 0.15m/s en hiver et 0.25m/s en été on ressent un courant d'air. Afin d'éviter ce désagrément, il est important de faire vérifier l'étanchéité de l'air de l'habitation.²³

I-5-2 : Les échanges thermiques :

Par transpiration : l'eau qui s'évapore à la surface de notre peau est un moyen de céder de la chaleur et donc de diminuer notre température corporelle.

- Par convection : l'échange de chaleur entre l'air ambiant et le corps humain est augmenté par la vitesse de l'air et l'écart de température entre les 2 corps.
- Par rayonnement : même sans contact deux corps échangent de l'énergie, par exemple le soleil chauffe notre maison toute la journée et les objets qui ont absorbé cette chaleur la rediffusent par la suite.

²² magazin, e. (2010, juin 24). *Tout comprendre sur le confort thermique dans votre habitation et savoir comment l'améliorer*. Récupéré sur <http://www.renover-sans-se-tromper.com/conseil-technique-juridique-reglementaire-fiscal-financier/tout-comprendre-sur-le-confort-thermique-dans-votre-habitation-et-savoir-comment-l%E2%80%99ameliorer/>

²³ magazin, e. (2010, juin 24). *Tout comprendre sur le confort thermique dans votre habitation et savoir comment l'améliorer*. Récupéré sur <http://www.renover-sans-se-tromper.com/conseil-technique-juridique-reglementaire-fiscal-financier/tout-comprendre-sur-le-confort-thermique-dans-votre-habitation-et-savoir-comment-l%E2%80%99ameliorer/>

- Par conduction : on perd ou on gagne de l'énergie par contact direct avec des objets froids ou chauds (le sol froid de la salle de bain par exemple) mais ce mode de transfert a une influence plus faible que les précédents.

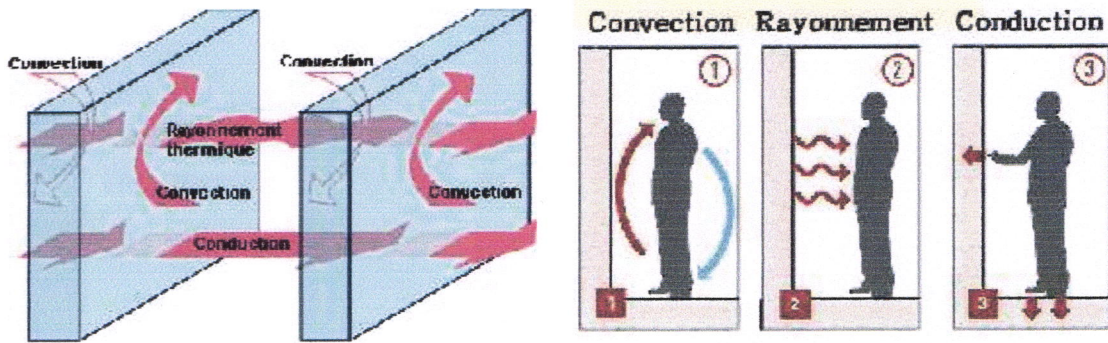


Figure 5: schéma représentant les différents échanges thermiques possibles

Source :24

I-5-3 : Le confort thermique d'une habitation en hiver

- Chauffer par rayonnement (planchers chauffants, radiateurs/panneaux rayonnants) permet d'obtenir une température opérative agréable.
- Bien isoler son habitation, notamment les combles mais aussi les murs, les surfaces vitrées, les sols et plafonds, qui permet :
- D'éviter l'effet de paroi froide (rayonnement froid des murs).
- De conserver une température constante et uniforme à l'intérieur et ainsi limiter les mouvements d'air
- Contrôler les mouvements d'air.
- Avoir une maison bien étanche à l'air pour éviter les courants d'air et les entrées d'air froid par jours venteux
- Avoir un système d'aération générale (entrée d'air dans le Séjour ou la chambre et sortie au niveau de la cuisine, salle de bain ou WC) bien conçu pour éviter les désagréments.

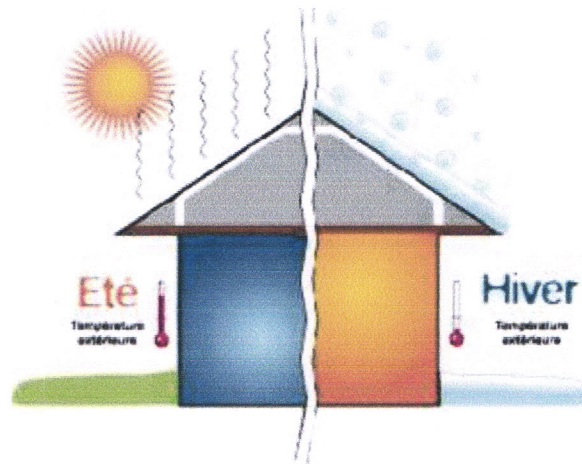


Figure 6: Schéma explicatif du changement de température été et hiver

Source : la même que 23

²⁴ IM-INMS&ETBM, e. t. (s.d.). Récupéré sur

https://www.google.dz/search?q=Comment+se+font+les+C3%A9changes+thermiques+%3F&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiI8sKH3uHXAhUBkxQKHSWwAewQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=e5UAA6hVnhRM1M

- Evacuer l'humidité : il est impératif d'évacuer la vapeur d'eau due à l'activité des occupants car une humidité supérieure à 70% provoque un inconfort thermique important. De plus elle se condense sur les vitres et crée des moisissures sur les parois, ce qui est néfaste à la santé. Pour évacuer l'humidité sans perdre trop de chaleur, il est important d'utiliser une VMC (si possible double flux ou hygro) bien réglée.²⁵

I-5-4 : Le confort thermique d'un logement en été :

En été, nous voulons rafraichir le logement au maximum. Nous pouvons pour cela :

1. Limiter les apports solaires (rayonnement solaire dans la maison) par les portes et fenêtres notamment grâce à des volets, des stores ou des brises soleils
2. Sur-ventiler la nuit pour amener de l'air frais dans le logement (fenêtres ouvertes, VMC en by pass et en fonctionnement maximal la nuit)
3. Utiliser des matériaux ayant un déphasage adapté pour éviter une montée en température insoutenable dans l'après-midi
4. Apporter de l'inertie à votre habitation : vous pouvez limiter l'influence des variations de température extérieure sur la température intérieure de votre maison – c'est-à-dire que votre maison peut emmagasiner de la fraîcheur la nuit pour limiter l'élévation de température dans la journée
5. En dernier ressort, à éviter car c'est très énergivore, il est possible de climatiser ou de rafraichir son logement.²⁶

I-5-5 : Les stratégies bioclimatiques pour améliorer le confort thermique :

Fondée sur des choix judicieux de la forme du bâtiment, de son orientation en fonction des particularités du site (climat, ensoleillement, vents dominants, topographie.... Etc.), de la disposition des espaces, des matériaux utilisés....

L'architecture bioclimatique est une conception qui vise l'utilisation des éléments favorables du milieu pour la satisfaction du confort et du bien-être de l'homme.

En été comme en hiver, l'architecture bioclimatique a développé des stratégies passives, profitant des aspects favorables de l'environnement, pour créer une ambiance intérieur confortable, deux stratégies résumant l'approche bioclimatique du confort thermique.²⁷

I-5-5-1 : Système de chauffage solaire passif

Les principes de stratégie de chaud sont les suivants : capter le rayonnement solaire, stocker l'énergie ainsi, captée, distribuer cette chaleur dans le bâtiment, réguler cette chaleur et enfin éviter les déperditions dues au vent. Figure 7

²⁵ magasin, e. (2010, juin 24). *Tout comprendre sur le confort thermique dans votre habitation et savoir comment l'améliorer.*

²⁶ magasin, e. (2010, juin 24). *Tout comprendre sur le confort thermique dans votre habitation et savoir comment l'améliorer.*

²⁷ Mr MAZARI Mohammed/mémoire de magister en architecture /2012/ TIZI OUZOU

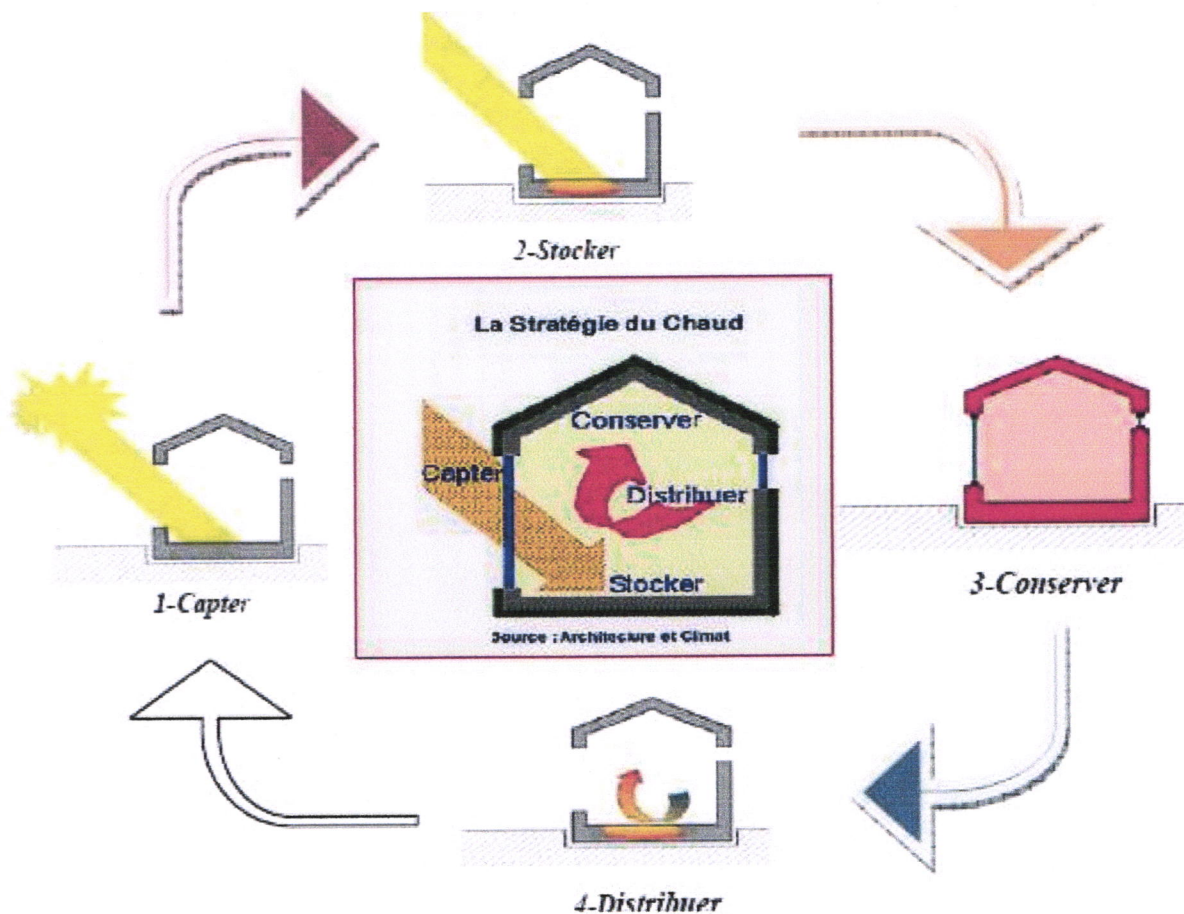


Figure 7: schéma représentant la conception de la stratégie de chaud
Source : mémoire magister de MAZARI Mohammad

I-5-5-1 : Système de rafraîchissement passif

Contrairement à l'hiver, les apports gratuits sont indésirables en saison chaude et contribuent à augmenter les besoins de rafraîchissement. La stratégie de refroidissement naturel répond au confort d'été. Il s'agit de se protéger du rayonnement solaire et des apports de chaleur, de minimiser les apports internes, de dissiper la chaleur en excès et enfin de refroidir naturellement. Figure 8

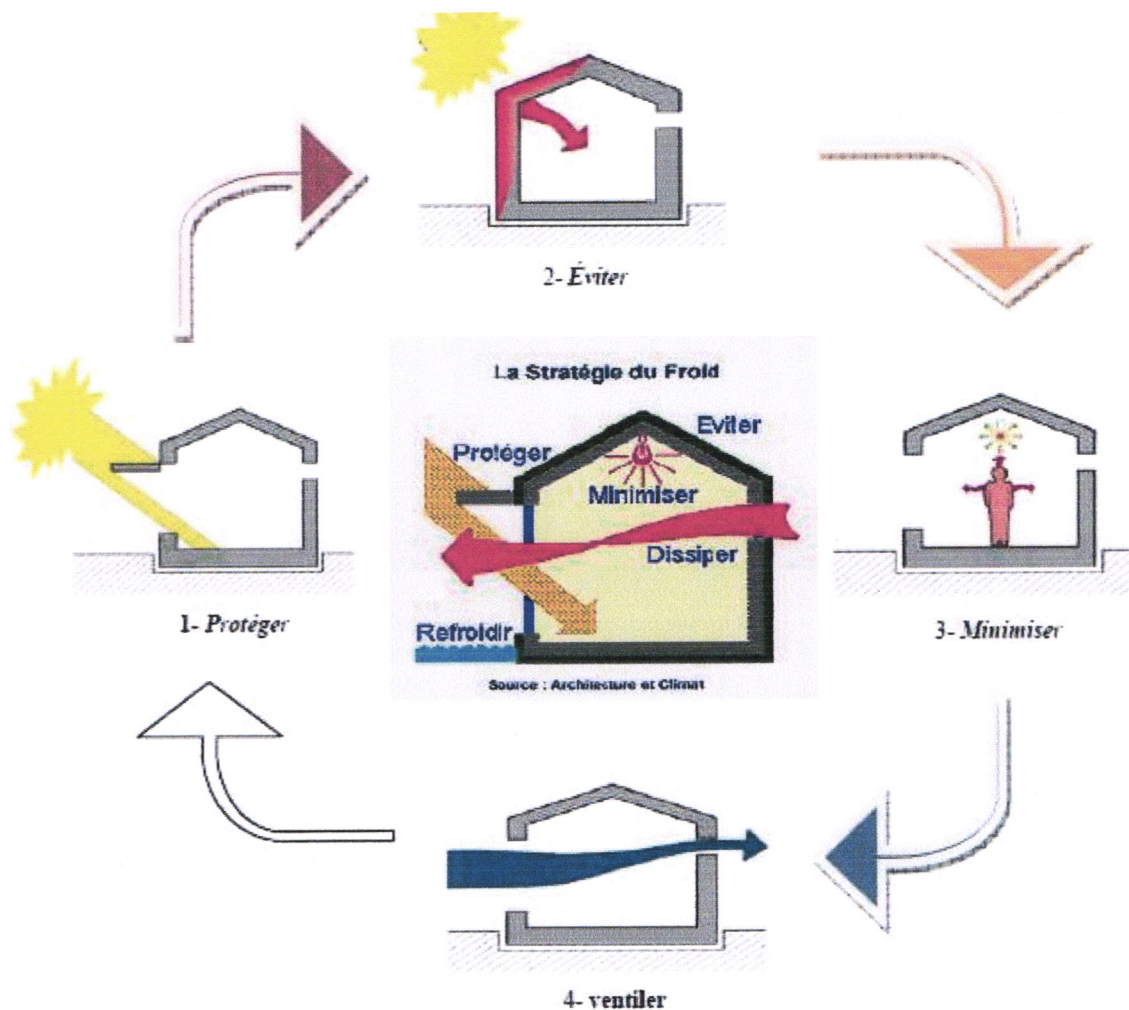


Figure 8: schéma représentant la conception de la stratégie du froid.

Source : mémoire magister de MAZARI Mohammad

I-6 : L'isolation thermique :

Le principe de l'isolation thermique désigne l'ensemble des méthodes employées afin de limiter les transferts de chaleur entre deux milieux ayant des températures différentes. Ainsi, l'isolation thermique dans les maisons a pour principal objectif de conserver à l'intérieur la chaleur en hiver et la fraîcheur en été. Le but de cette isolation est également de diminuer les consommations d'énergie par les constructions (chauffage en hiver et climatisation éventuelle en été), puisque le développement durable est devenu une préoccupation importante du citoyen du XXIème siècle²⁸

Dans les maisons actuelles de nombreux isolants sont utilisés, ayant tous leurs propres caractéristiques, avantages et inconvénients (ex : laine de verre, fibre de bois, isolants synthétiques (polystyrène expansé, polyuréthane).

Cependant, tous les lieux d'une habitation sont propices à des déperditions de chaleur (toit, murs, ouvertures, sol...), même étant isolés

²⁸ Mengonije le bioclimatisme : retour a la nature démarche nejwall « l'approche global isolants écologiques » doc PDF P13.

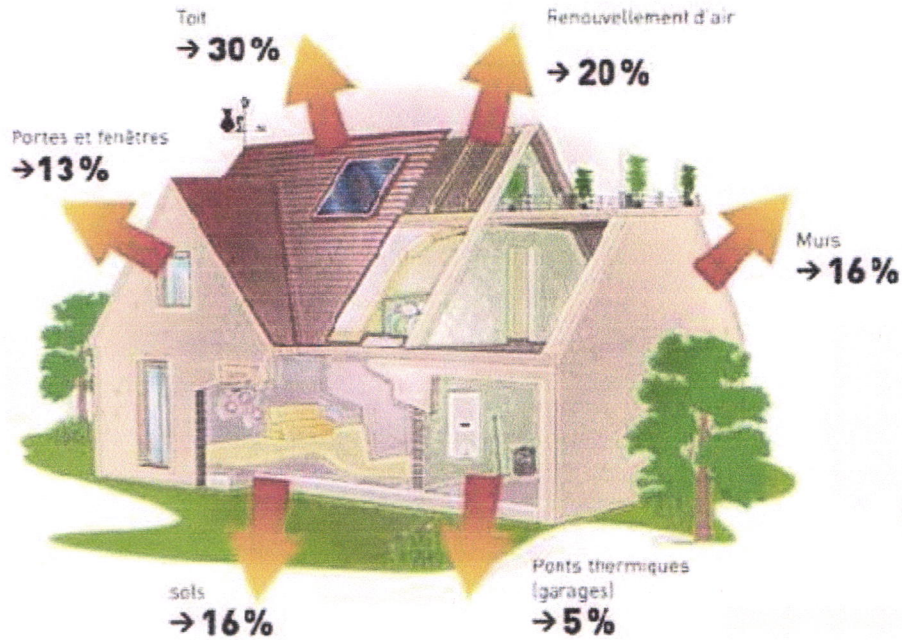


Figure 9: un schéma de la répartition des pertes de chaleur dans une maison mal isolée
Source : TPE Isolation

Les différents endroits d'une habitation où une bonne isolation est possible afin de réduire les transferts de chaleur.

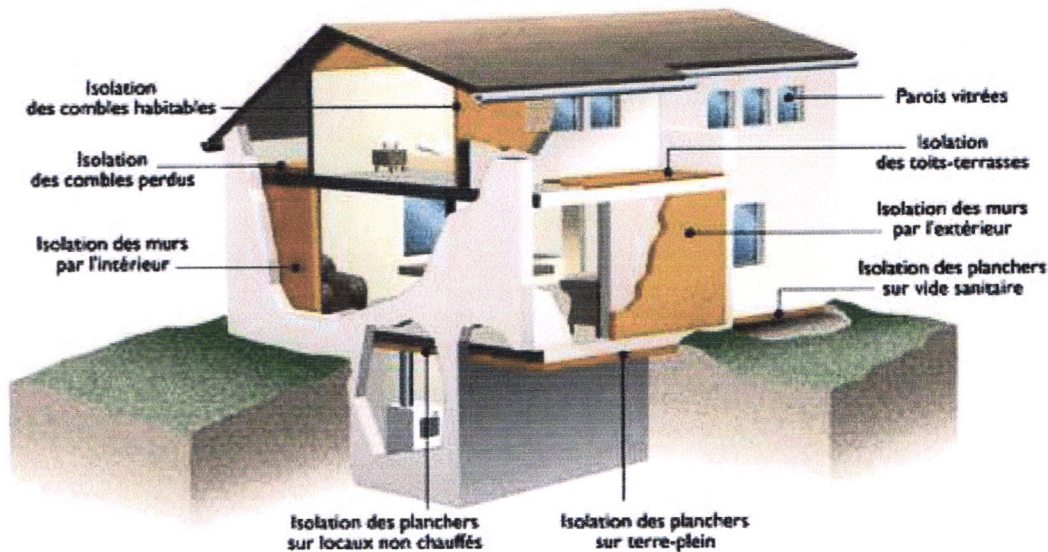


Figure 10: schéma représentant les différents endroits où une isolation est possible pour réduire les transferts de chaleur.
Source : TPE Isolation

Dans une maison isolée, les ponts thermiques représentent alors une part plus importante, en proportion, des déperditions de chaleur ($\approx 20\%$ à 40% au lieu de 5% dans une maison moins bien isolée), bien que le total de ces déperditions soit nettement en-dessous de celui d'une maison non isolée ($\approx 0,3 \text{ W.m}^{-2}$)

Une sur-isolation n'est cependant pas obligatoirement la meilleure solution, le seuil de rentabilité financière entre le coût des matériaux, leur durabilité et les économies d'énergie réalisées n'étant pas atteint dans tous les cas

Il devient donc nécessaire de bien choisir les isolants à utiliser tout en respectant certains paramètres. Ceux-ci doivent donc

- Remplir uniformément tout l'espace (et sans aucun pont thermique)
- Avoir une bonne tenue et une mise en place aisée dans les parties de la maison à isoler.
- Être résistants à l'humidité, à la chaleur et donc au feu
- Être résistants aux différents flux de température le plus longtemps possible²⁹

I-6 -1: Les principes de l'isolation :

La fonction première de l'isolant est de conserver à l'intérieur de l'habitation la chaleur en hiver et la fraîcheur en été. Une maison bien isolée permet de réduire les consommations d'énergie du foyer en matière de chauffage et de climatisation, et ainsi faire des économies tout en augmentant notre confort.

Bien isoler sa maison contribue à préserver l'environnement. C'est donc le meilleur moyen d'économiser les ressources énergétiques et de limiter les émissions de gaz à effet de serre.³⁰



Figure 1: Image représentant l' application de l'isolation la toiture

Source : Conso néo-maison écologique

Un isolant est efficace lorsqu'il :

- Résiste au flux de chaleur ou de froid le plus longtemps possible
- Remplit tout l'espace uniformément sans le moindre pont thermique. On appelle pont thermique les points de perte de chaleur importants. Ils se situent généralement à la jonction des différentes parties de la construction.

- Est durable
- Résiste à la chaleur ou à l'humidité

Selon l'enveloppe de la maison, l'espace disponible, l'accessibilité et l'orientation, nous n'aurons pas à poser le même type d'isolant.³¹

I-6 -2: Les type d'isolant :

Lorsqu'on rénove un bâtiment ancien, il est recommandé de commencer d'abord par l'isolation du toit en priorité, car cela cause 30% des pertes de chaleur, le plus grand impact énergétique pour une maison mal isolée. Il faut savoir aussi que la meilleure économie d'énergie permettant une réduction efficace des factures de chauffage est évidemment lié à l'isolation, car réduire sa consommation de watts à la source est tout simplement le meilleur investissement à long terme, rentable et durable (aucun entretien n'est à prévoir).

²⁹ Site internet : <https://sites.google.com/site/tpeisolationthermique/my-page/qu-est-ce-que-l-isolation-thermique>

³⁰ Conso néo-maison écologique

³¹ Conso néo-maison écologique



Pour isoler le toit, on isole sous la toiture ou dans les combles, souvent en mettant deux couches croisées pour plus d'efficacité. Il faut minimum 30 cm d'épaisseur pour les combles.

Ensuite on isole les murs qui représentent 25% des pertes énergétiques. Il faut cette fois-ci minimum 20 cm d'épaisseur pour les murs et 10 cm pour le sol. Par contre, cet investissement est plus coûteux et compliqué à réaliser que l'isolation de la toiture.

L'idéal pour l'isolation des murs est de faire une isolation par l'extérieur. En effet si on isole les murs à l'intérieur, on réduit la surface habitable et on doit refaire toute la décoration. L'avantage d'isoler par l'extérieur étant plus efficace puisqu'on réduit les ponts thermiques et on obtient une réduction de 30% des consommations. Par contre c'est souvent plus compliqué à réaliser et plus cher. Si on ne peut isoler que quelques murs, il faut faire en priorité les murs exposés au Nord et aux vents dominants.

Enfin il est recommandé de:

- protéger son isolant par des grilles fines pour éviter les attaques des rongeurs
- et de poser un pare-vapeur côté intérieur chauffé pour éviter qu'il ne se détériore avec l'humidité.

Une fois l'isolation de la toiture et des murs réalisée, on peut envisager de remplacer les vieilles fenêtres à simple vitrage par du double vitrage (qui laissent passer les apports solaires au Sud) ou triple vitrage (plus particulièrement côté Nord). Il faut en même temps installer un système de ventilation (VMC simple flux hydro réglable ou VMC double flux). En dernier, une fois que l'on a réduit sa consommation, on peut envisager de changer ses appareils de chauffage, de programmation et régulation..

Nous pouvant consulter un tableau (ANNEXE1) comparatif collaboratif des matériaux isolants thermiques permettant d'isoler sa maison lors de sa construction ou sa rénovation

I-6 -3: Différentes techniques d'isolation

- **L'isolation par l'intérieur** : (technique utilisable pour les murs, toits-combles et plancher). Comme son nom l'indique, avec l'isolation par l'intérieur, les plaques d'isolants sont directement posées à l'intérieur sur les zones à isoler. Avantage de cette technique, elle est bon marché et facile à mettre en œuvre. Toutefois, en rénovation, elle vous forcera à condamner les pièces le temps des travaux, réduira quelque peu la superficie des espaces et pourra toujours selon l'Ademe amener "des gênes possibles par exemple pour l'ouverture des fenêtres du fait de l'épaisseur additionnelle, une mise en œuvre qui peut être contraignante dans le cas de prises, canalisations ou autres équipements à démonter".

- **L'isolation par l'extérieur** : (technique utilisable pour les murs, toits et combles). Technique idéale lorsque les enduits de façades sont défectueux ou à rénover. L'isolant est cette fois appliqué directement sur la façade, ou sur la charpente mais à l'extérieur. Cette technique est ultra performante car elle permet d'éviter les ponts thermiques mais reste l'une des solutions les plus coûteuses d'isolation.

- **L'isolation des murs dans leur épaisseur** (isolation intégrée) : cette technique intègre directement l'isolation dans les murs. Elle permet ainsi d'isoler et de construire à l'aide d'un seul matériau comme les briques mono murs en terre cuite ou des blocs et panneaux en béton cellulaire. Cette solution peut être utilisée en construction neuve, elle est aussi intéressante dans le cas d'une réhabilitation lourde : extension ou surélévation. En outre elle permet de gagner du temps, de réduire les ponts thermiques pour améliorer le confort thermique et facilite la mise en œuvre.

I-7 :L'architecture industrielle :

L'avènement de la révolution industrielle a introduit une nouvelle typologie de bâti qui utilise de nouveaux matériaux et répond en priorité à sa fonction productive. Il s'agit de l'architecture des bâtiments industriels (usines, minoteries, entrepôt etc.) qui se base sur deux principes fondamentaux ; le principe de l'utilité qui présente le côté fonctionnel et le principe de solidité qui présente le côté structurel du bâtiment. Ces deux principes donnent naissance à la forme du bâtiment.

I-7-1 : Architecture fonctionnelle rationnelle :

« L'usine est un bâtiment dont la condition première est l'utilité »³² Cette condition présente Le bâtiment industriel comme une réponse aux besoins et aux exigences techniques de la fonction production/fabrication. Sa forme est dictée par le besoin d'espace, de la lumière et d'autres exigences liées directement aux types d'activités : « Le terme d'architecture industrielle fonctionnelle est relatif aux usines dont la forme est directement induite par la fonction et répond aux contraintes engendrées par le type de production. »³³. Ce principe donne naissance par la suite au fonctionnalisme en architecture moderne.

³² Dictionnaire d'architecture Quatèmère de Quincy

³³ Real, E. (2015, Juillet 06). Reconversions. L'architecture industrielle. (M. d. Français, Éd.) *In Situ Revue des patrimoines* .



Figure 2: L'imprimerie Mame
Source:ili-larchi.com

La recherche de la lumière : Dans cette imprimerie, elle est traduite par la forme des sheds qui assurent l'éclairage naturel du bâtiment.

La fonction production/fabrication spécifie le bâtiment industriel par des besoins et des exigences techniques particulières. Certains types d'activités telles que la production du ciment, de la farine et des pâtes exigent l'installation de machines lourdes et encombrantes : machines de nettoyage, broyage, concassage etc. Le poids de ces dernières et leurs vibrations présentent une surcharge sur le bâtiment industriel qui demande la rigidification de sa structure et l'augmentation de sa capacité porteuse. Le bâtiment industriel doit être solide et fonctionnel à la fois.

D'autre part, les nouveaux matériaux introduits par la révolution industrielle, tels que le métal, la fonte et par la suite le béton armé, ont fortement influencé le système constructif des bâtiments industriels.

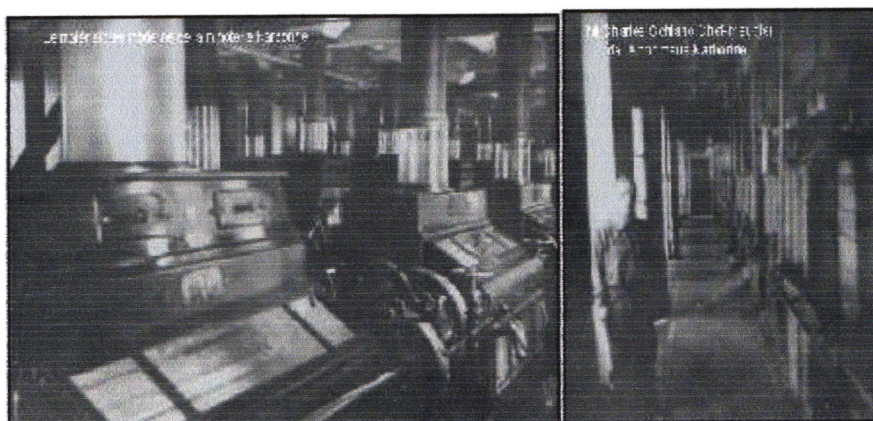


Figure 13: La machinerie de la minoterie Narbonne à Hussein dey notre cas d'étude
Source: www.hussein-dey.com

I-7-2 :L'architecture industrielle de prestige :

En plus de son rôle de production- fabrication, certains bâtiments industriels présentent un deuxième rôle symbolique du pouvoir politique ou économique de son propriétaire. Il s'agit d'une nouvelle typologie d'architecture dite « Architecture industrielle de prestige ». La double fonction, productive et symbolique de

cette nouvelle typologie, attribuée aux bâtiments industriels de nouvelles caractéristiques autres que la rationalité et la fonctionnalité.³⁴

Il s'agit des bâtiments remarquables et imposants dans le paysage urbain qui marquent la présence et le pouvoir du propriétaire dans le territoire : les manufactures des tabacs, les manufactures royales, les châteaux d'industries. Ces bâtiments repères, souvent dessinés par des architectes, partagent les caractéristiques suivantes : La monumentalité du bâti, La symétrie comme un concept des façades et des plans de construction, la présence des éléments de décoration et d'ornementation dans la façade, la qualité des matériaux de construction utilisés. « La conception des bâtiments reste fonctionnelle mais leur enveloppe est traitée de façon monumentale avec des façades ostentatoires, empruntant leurs styles aux différents courants artistiques de l'histoire »³⁵.

L'intervention sur ce type de bâtiment est délicate par rapport à leur valeur architecturale, historique et esthétique. Souvent ces derniers sont reconvertis en lieux officiels, sièges sociaux, hôtels de luxe etc.



Figure 3: La chocolaterie de Menier à Noisiel.

Un bâtiment prestigieux reconverti en siège

social de Nestlé Source: chocolat-show.fr



Figure 15: les grands moulins de stucky à Venise

reconvertis en hôtels de luxe Hilton

Source: molinostuckyhilton.it

³⁴ Real, E. (2015, Juillet 06). Reconversions. L'architecture industrielle. (M. d. Français, Éd.) *In Situ Revue des patrimoines*.

³⁵ Real, E. (2015, Juillet 06). Reconversions. L'architecture industrielle. (M. d. Français, Éd.) *In Situ Revue des patrimoines*.

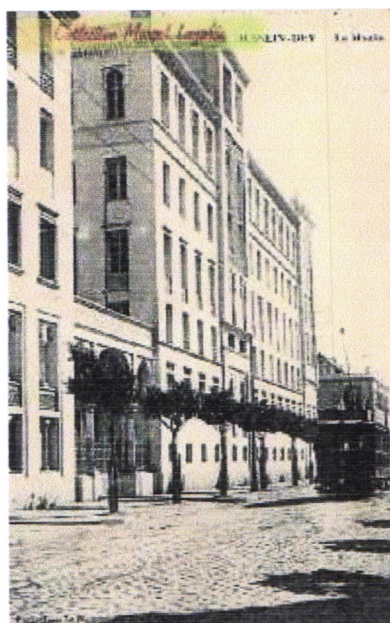


Figure 4: La minoterie Narbonne (cas d'étude) Un bâtiment prestigieux délaissé à Hussein dey
Source:www.hussein-dey.com

I-7-3 : Les friches industrielles :

I-7-3-1 : Définition de friche :

Cette recherche des définitions du terme **friche** est indispensable dans notre mémoire ce qui nous permettra de cibler une définition appropriée à notre objectif. Pour cela nous allons consulter quelques références qui ont défini le terme **friche**.

« Terrain dépourvu de culture et abandonné »³⁶

« Espace laissé à l'abandon, temporairement ou définitivement, à la suite de l'arrêt d'une activité agricole, portuaire, industrielle, de service, de transformation, de défense militaire, de stockage, de transport »³⁷

« Les terres abandonnées et libres à la périphérie urbaine et n'ont pas été cultivées ou construites, où il y a la démolition de bâtiments, de plantes ou de locaux temporaires. Les blocs anciens des usines et des villages ouvriers ».³⁸

« La friche concerne des immeubles à vocation locative ; pour caractériser l'abandon ou la sous-utilisation des bâtiments et des terrains à vocation industrielle »³⁹

I-7-3-2 : Types de friches :

Selon Emmanuel REY⁴⁰, cette classification des friches est basée en premier lieu sur l'activité pratiquée sur le site avant l'abandon :

³⁶ DICTIONNAIRE LAROUSSE,

³⁷ DICTIONNAIRE ENVIRONNEMENT

³⁸ MERLIN, CHOAY. DICTIONNAIRE DE L'URBANISME ET DE L'AMENAGEMENT, 1985, p. 312.

³⁹ WOLFGANG HARKE

⁴⁰ REGENERATION DES FRICHES URBAINES ET DEVELOPPEMENT DURABLE –VERS UNE EVALUATION INTEGREE A LA DYNAMIQUE DU PROJET (p29-34)

A- Friches industrielles :

L'apparition de ce type de friche est due à une importante cessation d'activités dans le domaine de la production énergétique ou industrielle. Elles sont souvent la résultante d'une délocalisation ou d'un disfonctionnement



Figure 5: la minoterie Narbonne, friche industrielle en plein milieu urbain (notre cas d'étude), Hussein Dey, Alger Source Auteur le 27-06-2017

Ces bâtiments du 19eme siècle, se trouvent en plein milieu urbain, et présentent souvent des valeurs patrimoniales, et architecturales importantes. C'est notre cas d'étude **la minoterie Narbonne**.

B- Les friches ferroviaires :



Figure 6: La gare d'Orsay; à Paris Source:google.fr
SOURCE : LES ETUDIANTES, BELMADANI, BOUSSIOUDE



Figure 19 : les ateliers de maintenance d'El hamma

Ce type de friche occupe de grandes surfaces en termes de foncier que de bâtis. Il est formé d'anciennes gares de voyageurs qui, avec l'évolution de la demande, deviennent abandonnées, notamment la gare d'Orsay à Paris, qui est reconvertie en musée après une longue durée d'abandon, ou, des ateliers de maintenance des trains, comme les ateliers d'El Hamma, qui sont actuellement en état de friche.

Les friches portuaires concernent les anciennes installations du port, dû au changement et exigences techniques.



Figure20: friche portuaire à Lyon

SOURCE : EMMANUEL REY

Ce type de friche concerne les anciennes bases militaires, qui ne sont plus en activités.

C- Les Friches infrastructurelles :

Ceci concerne d'anciens dépôts de tramways ou même d'anciennes gares routières. Il existe des infrastructures liées à l'agro-alimentaire, d'autres aux services, aux loisirs.

Délaissés divers :

Plus les cinq types de friches évoqués, tout en tenant compte de leurs fonctions initiales, d'autres situations d'abandon, peuvent provoquer des friches notamment, des friches résidentielles (l'abandon d'un quartier à la recherche d'emplois), friches administratives (l'inadaptation fonctionnelle), friches spéculatives ou stratégique par rapport aux zones tampons situées dans des villes historiquement divisées (ex Berlin) .

Les friches classées selon la fonction initiale qu'elles occupaient, peuvent être classées dans d'autres catégories en se basant sur leurs **positionnements dans le tissu urbain**, ce qui nous donne deux catégories :

D- Friches urbaines :

Ce sont les friches qui se situent en plein milieu urbain, au centre d'un tissu urbain.

E- Friches rurales :

Ce sont les friches qui se situent à la périphérie d'un tissu urbain

Cette recherche des définitions, des types de friches par rapport à la fonction et à la position, nous a permis de nous positionner vis-à-vis de notre cas d'étude la minoterie Narbonne.

En s'appuyant sur la définition de la friche de WOLFGANG HARKE « La friche concerne des immeubles à vocation locative ; pour caractériser l'abandon ou la sous-utilisation des bâtiments et des terrains à vocation industrielle », et la catégorisation fonctionnelle des friches selon EMMANUEL REY, avec la connaissance du positionnement de notre cas d'étude dans le tissu urbain d'Hussein Dey, nous pouvons la classer comme une friche industrielle urbaine.

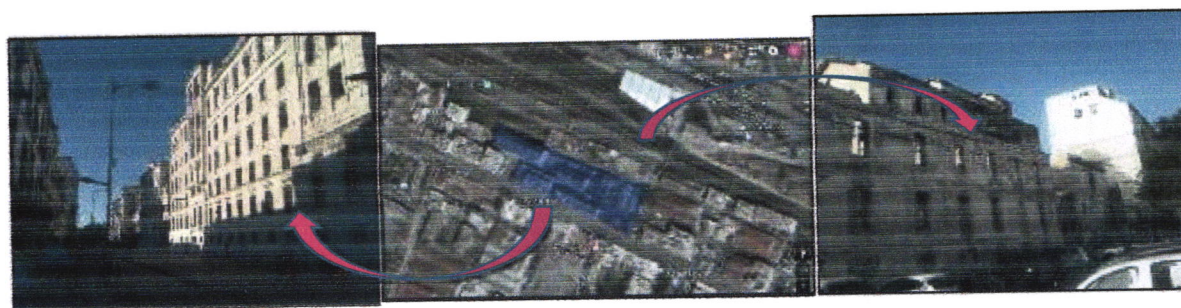


Figure 21: Localisation de la minoterie Narbonne

Source : Iman LAMRI ⁴¹

I-7-4 : Comment favoriser la reconversion des friches industrielles ?

La revalorisation des anciennes friches industrielles est aujourd'hui un enjeu majeur, porté par le gouvernement, mais également par les organismes locaux. Outre la volonté et les moyens mis en œuvre, il n'existe aujourd'hui pas de chiffres précis sur les projets de reconversion de friches industrielles et d'aménagements urbains qui n'ont finalement pas abouti malgré l'intérêt du site (localisation, prix d'achat, subventions des collectivités, etc.), du fait des coûts de dépollution estimés et des « mauvaises surprises » survenues pendant le déroulement des travaux.

En effet, les évaluations environnementales des sites sont actuellement menées avec des méthodes déterministes et empiriques. Les interprétations et estimations de volumes de terres polluées qui en découlent restent hypothétiques, approximatives, et comportent des faiblesses qui conduisent souvent à des surestimations des volumes pollués (et donc des coûts de réhabilitation), d'autant plus que ces estimations sont incapables de quantifier les incertitudes liées à ces calculs de volumes.⁴²

⁴¹Lamri iman

⁴²ENVIRONNEMENT, A. (s.d.). *Comment favoriser la reconversion des friches industrielle?* Consulté le AOUT 08, 2017, sur <https://www.actu-environnement.com/ae/pdt/envisol-solutions-caracterisation-friches-indsutrielles-sols-pollues-777.php4>.

I-7-5 : Exemple de reconversion d'une friche industrielle

La Seine-Saint-Denis à la reconquête de ses friches industrielles

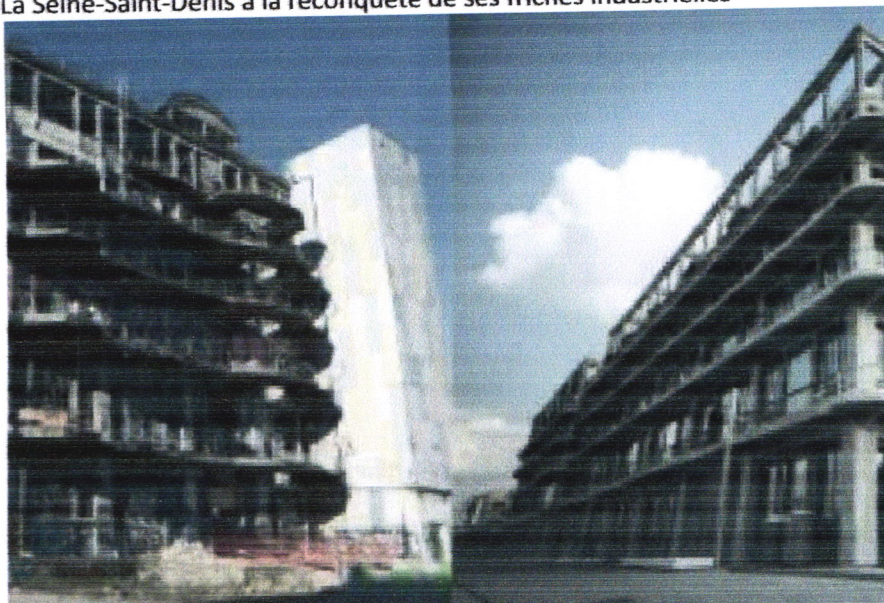


Figure 22: vue des anciens magasins généraux de pantin 16/12/2013 avant leur reconversion et le 20/10/2016 après l'installation de l'agence de publicité BETC
Source :⁵⁰

Là où des ouvriers moulaient du blé, des employés de BNP Paribas moulinent des chiffres. Là où ils fabriquaient des chaudrons, s'expose de l'art contemporain. Sinistrée par la désindustrialisation, la Seine-Saint-Denis s'offre un nouveau visage grâce à la reconversion de ses nombreuses friches.

Dernière en date, l'installation cet été de l'agence de publicité BETC dans les anciens Magasins généraux de Pantin. La réhabilitation de ce paquebot de béton brut et de verre posé au bord du canal de l'Ourcq a mis un coup de projecteur sur ce département de petite couronne, plus réputé pour sa criminalité que pour son patrimoine architectural.⁴³

⁴³ ENVIRONNEMENT, A. (s.d.). *Comment favoriser la reconversion des friches industrielle?* Consulté le AOUT 08, 2017, sur <https://www.actu-environnement.com/ae/pdt/envisol-solutions-caracterisation-friches-indsutrielles-sols-pollues-777.php4>.

⁵ FRANCOIS GUILLOT ET PHILIPPE LOPEZ ARTICLE DE Le Parisien ECO DU12-10-2016



Figure20: friche portuaire à Lyon

SOURCE : EMMANUEL REY

Ce type de friche concerne les anciennes bases militaires, qui ne sont plus en activités.

C- Les Fiches infrastructurelles :

Ceci concerne d'anciens dépôts de tramways ou même d'anciennes gares routières. Il existe des infrastructures liées à l'agro-alimentaire, d'autres aux services, aux loisirs.

Délaissés divers :

Plus les cinq types de friches évoqués, tout en tenant compte de leurs fonctions initiales, d'autres situations d'abandon, peuvent provoquer des friches notamment, des friches résidentielles (l'abandon d'un quartier à la recherche d'emplois), friches administratives (l'inadaptation fonctionnelle), friches spéculatives ou stratégique par rapport aux zones tampons situées dans des villes historiquement divisées (ex Berlin) .

Les friches classées selon la fonction initiale qu'elles occupaient, peuvent être classées dans d'autres catégories en se basant sur leurs **positionnements dans le tissu urbain**, ce qui nous donne deux catégories :

D- Fiches urbaines :

Ce sont les friches qui se situent en plein milieu urbain, au centre d'un tissu urbain.

E- Fiches rurales :

Ce sont les friches qui se situent à la périphérie d'un tissu urbain

Cette recherche des définitions, des types de friches par rapport à la fonction et à la position, nous a permis de nous positionner vis-à-vis de notre cas d'étude la minoterie Narbonne.

En s'appuyant sur la définition de la friche de WOLFGANG HARKE « La friche concerne des immeubles à vocation locative ; pour caractériser l'abandon ou la sous-utilisation des bâtiments et des terrains à vocation industrielle », et la catégorisation fonctionnelle des friches selon EMMANUEL REY, avec la connaissance du positionnement de notre cas d'étude dans le tissu urbain d'Hussein Dey, nous pouvons la classer comme une friche industrielle urbaine.

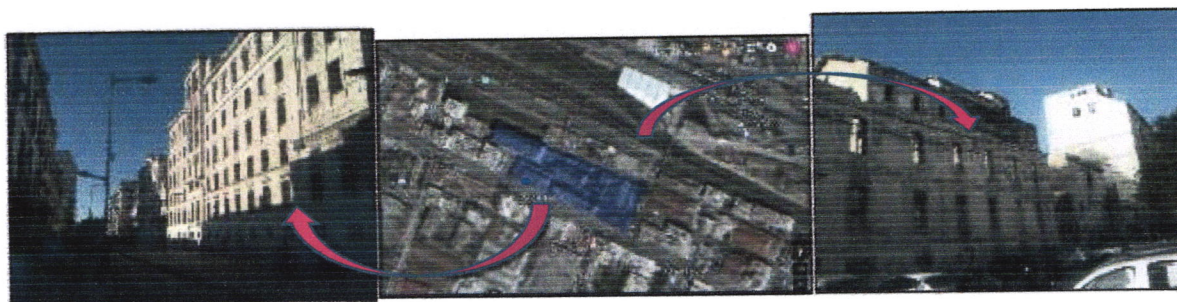


Figure 21: Localisation de la minoterie Narbonne

Source : Iman LAMRI ⁴¹

I-7-4 : Comment favoriser la reconversion des friches industrielles ?

La revalorisation des anciennes friches industrielles est aujourd'hui un enjeu majeur, porté par le gouvernement, mais également par les organismes locaux. Outre la volonté et les moyens mis en œuvre, il n'existe aujourd'hui pas de chiffres précis sur les projets de reconversion de friches industrielles et d'aménagements urbains qui n'ont finalement pas abouti malgré l'intérêt du site (localisation, prix d'achat, subventions des collectivités, etc.), du fait des coûts de dépollution estimés et des « mauvaises surprises » survenues pendant le déroulement des travaux.

En effet, les évaluations environnementales des sites sont actuellement menées avec des méthodes déterministes et empiriques. Les interprétations et estimations de volumes de terres polluées qui en découlent restent hypothétiques, approximatives, et comportent des faiblesses qui conduisent souvent à des surestimations des volumes pollués (et donc des coûts de réhabilitation), d'autant plus que ces estimations sont incapables de quantifier les incertitudes liées à ces calculs de volumes. ⁴²

⁴¹Lamri iman

⁴²ENVIRONNEMENT, A. (s.d.). *Comment favoriser la reconversion des friches industrielle?* Consulté le AOUT 08, 2017, sur <https://www.actu-environnement.com/ae/pdt/envisol-solutions-caracterisation-friches-indsutrielles-sols-pollues-777.php4>.

I-7-5 : Exemple de reconversion d'une friche industrielle

La Seine-Saint-Denis à la reconquête de ses friches industrielles

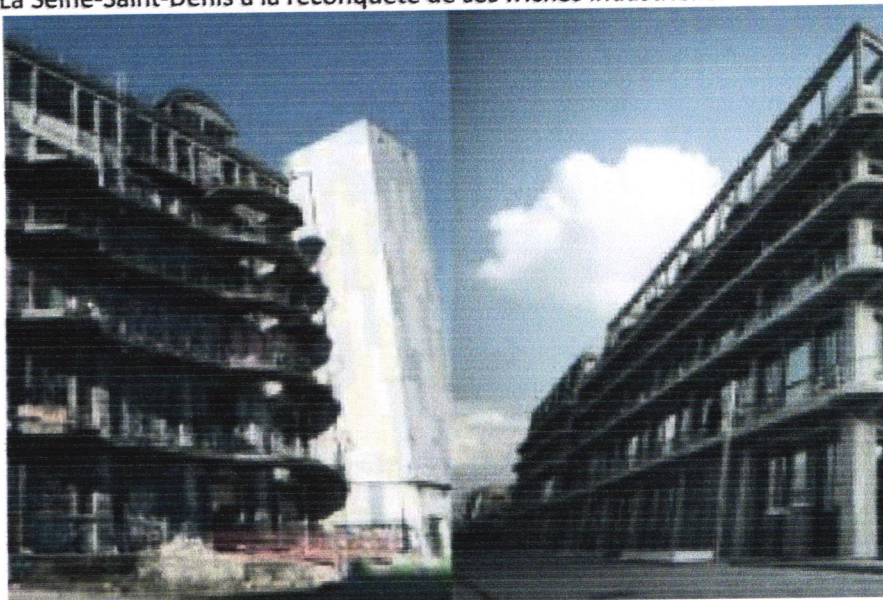


Figure 22: vue des anciens magasins généraux de pantin 16/12/2013 avant leur reconversion et le 20/10/2016 apres l'instalation de l'agence de publicité BETC
Source :⁵⁰

Là où des ouvriers moulaient du blé, des employés de BNP Paribas moulinent des chiffres. Là où ils fabriquaient des chaudrons, s'expose de l'art contemporain. Sinistrée par la désindustrialisation, la Seine-Saint-Denis s'offre un nouveau visage grâce à la reconversion de ses nombreuses friches.

Dernière en date, l'installation cet été de l'agence de publicité BETC dans les anciens Magasins généraux de Pantin. La réhabilitation de ce paquebot de béton brut et de verre posé au bord du canal de l'Ourcq a mis un coup de projecteur sur ce département de petite couronne, plus réputé pour sa criminalité que pour son patrimoine architectural.⁴³

⁴³ENVIRONNEMENT, A. (s.d.). *Comment favoriser la reconversion des friches industrielle?* Consulté le AOUT 08, 2017, sur <https://www.actu-environnement.com/ae/pdt/envisol-solutions-caracterisation-friches-indsutrielles-sols-pollues-777.php4>.

⁵ FRANCOIS GUILLOT ET PHILIPPE LOPEZ ARTICLE DE Le Parisen ECO DU12-10-2016

I-7-6 Aperçu sur l'évolution de la Minoterie Narbonne :

La révolution industrielle frappa aux portes d'Hussein Dey, vers la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, amenée par la colonie française. Cette mutation exerçait une attraction et attira une grande population européenne d'investisseurs et d'industriels chevronnés dans ce domaine dans cette zone.

C'est ainsi qu'en 1862, alors âgé de 34 ans, que Louis Gonzague Narbonne se fixa à Hussein Dey⁴⁴. C'était le fils d'un tonnelier à Saint Chinian en France, qui débarqua pour la première fois sur les terres algériennes en 1839, accompagné de sa femme et ses quatre fils. Il devint rapidement propriétaire agricole à

St Ferdinand⁴⁵, Souidania actuellement, et perça dans le domaine de l'agriculture. Louis-Gonzague le fils cadet, deviendra par la suite une icône indissociable de l'histoire d'Hussein Dey.

Dès son arrivée, Louis Narbonne fit l'acquisition d'un immense terrain, donnant sur la rue de Constantine du côté sud. Il faisait environ 178m de long sur 35.30m de large, s'étalant sur une surface de 6290m², il y fit bâtir deux ans plus tard (1864), une importante minoterie⁴⁶ à vapeur⁴⁷ qui porta son nom : la minoterie Narbonne. Ce sera ce grand moulin qui dessinera les premiers traits de l'industrie d'Hussein dey, car ce dernier représente la première manufacture de la région.

L'implantation d'un moulin industriel dès les débuts de la colonisation est justifiée, dans le sens où ce dernier peut satisfaire les nécessités de l'armée en matière de ravitaillement, mais également par le fait que le développement de ce type d'industrie profite de la prospérité agricole, car Hussein Dey, était à dominance maraîchère en ce temps là.

Ce n'était au départ qu'un meunier à vapeur de huit paires de meules⁴⁸, inspiré d'une industrie rurale, dont l'emplacement était renforcé par la présence de la gare ferroviaire le délimitant au nord, qui facilitait le transport des quintaux de blé vers le port. Pour accroître ses capacités productives, la bâtisse primitive fut abandonnée peu de temps après l'arrivée de l'électricité, au profit d'un nouveau moulin à cylindre, fonctionnant grâce à une force motrice, et munie de machines modernes, aptes à produire une grande énergie, qui permet la mouture de 350 à 400 quintaux de blé par jour⁴⁹.

⁴⁴ <http://www.hussein-dey.com/ville/villeindustrielle/Narbonne.htm> 22 aout 2016.

⁴⁵ Narbonne. Jean-Françoise, Geneanet, en ligne : <http://gw.geneanet.org/ajeff?lang=fr&p=joseph&n=narbonne>, 22 aout 2016.

⁴⁶ Etablissement industriel qui transforme les céréales, et notamment le blé, en farine. Le travail de la meunerie ou minoterie, englobe toute industrie spécialisée dans la mouture des grains. Les minoteries industrielles ont remplacé les anciens moulins à farine (moulins à eau ou moulins à vent, ou les moulins artisanaux utilisant la force animale, d'autrefois).

⁴⁷ Lespès René, Op cité, p609.

⁴⁸ Pièce cylindrique constituée de corps solide de forme circulaire, servant à broyer ou à moudre.

⁴⁹ Bouaziz Samia et Dahli Mohamed, op Cité, p10.

La construction de la minoterie s'est échelonnée jusqu'en 1945, subissant des transformations à chaque besoin fonctionnel ou technologique. Mr Louis Narbonne, fut entre temps Maire d'Hussein Dey, le temps d'un mandat entre 1884-1888⁵⁰, il supervisa son moulin, jusqu'au jour de son décès le 15 avril 1893⁵¹, à l'âge de 65ans.

Après le mort du bâtisseur c'est Jules Narbonne, qui prit l'usine en main et continua le travail de minotier de son père. Ce dernier, céda à son tour la relève, à ses deux fils après sa mort en 1937⁵². Louis et Roger poursuivront l'œuvre de l'entreprise familiale⁵³, qui s'est accaparée en ce temps-là, avec le moulin Duroux de maison carrée⁵⁴, le secteur de l'industrie de grain dite industrie céréalière, jusqu'à leur expulsion après l'indépendance en 1962.

Notre meunerie à grains [figure 22], peut être classée dans la catégorie des bâtiments fonctionnalistes, , suivant son mode d'organisation spatiale avec neufs compartiments fragmentés inclus dans un tissu dense. Les différents corps du bâtiment [figure 22] ont été construits et agrandis au fur et à mesure, dans des périodes différentes, suivant l'évolution et le développement de l'activité de celui-ci.

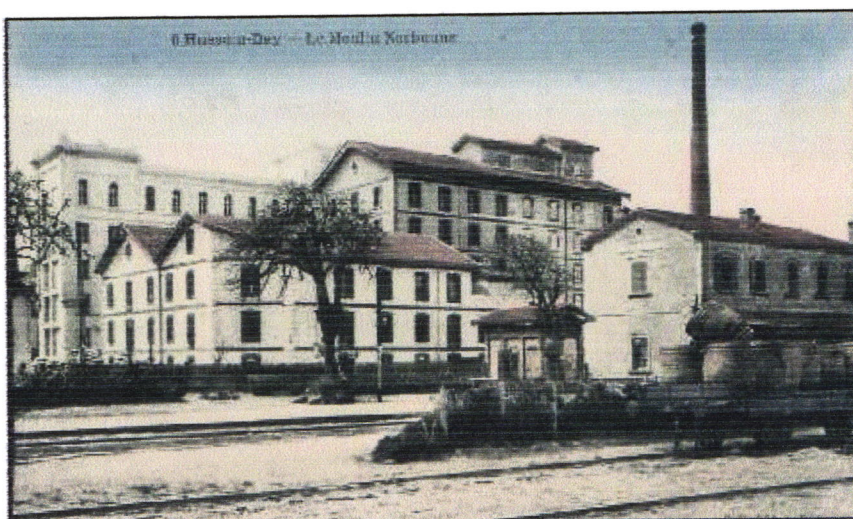


Figure 23: le moulin Narbonne avant 1945

Conformément aux documents⁵⁵ que nous avons récupérés

Source : http://alger-roi.fr/Alger/hussein_dey/pages_liees/15_moulin_narbonne25.htm

au niveau de l'APC d'Hussein Dey, propriétaire actuelle de la minoterie, leur édification s'est faite comme suit, (La désignation des blocs suit les indications des rapports d'expertise du CTC) [figure 23] :

- Le premier bâtiment de la minoterie celui du premier moulin (bloc 5), fut construit en 1864.
- En 1865 une construction dédiée au nettoyage et à l'entretien de l'usine fut rajoutée (bloc7).
- Le compartiment de stockage des produits fabriqués, et d'emballage (bloc 4), surgit en 1870.

⁵⁰ Rosso Jean Claude, Op cité, p8.

⁵¹Narbonne. Jean-Françoise, Geneanet, en ligne : <http://gw.geneanet.org/ajeff?lang=fr&p=joseph&n=narbonne>, consulté le 22 aout 2016.

⁵²<http://www.hussein-dey.com/ville/villeindustrielle/Narbonne.htm>, consulté le 22 aout 2016.

⁵³<http://www.hussein-dey.com/ville/villeindustrielle/Narbonne.htm>, cosulté le 22 aout 2016.

⁵⁴Lespès René, Op cité, p761.

⁵⁵Organisme national de contrôle technique de la construction (CTC Alger – CTC Chlef), rapport d'expertise, complexe ERIAD, mai 2010.

- 1910 marqua le rajout de trois nouvelles bâtisses : une forge (bloc6), un nouveau moulin plus moderne (bloc1) qui prend la place de l'ancien, transformé dès lors en magasin de stockage et silos à grains, ainsi qu'un bâtiment de bureaux administratifs (bloc8).
- L'ensemble industriel est complété par un bâtiment de logements ouvriers (bloc9), en 1928.
- La construction de l'usine s'acheva en 1945, avec l'édification d'une résidence (bloc3) et d'un hangar (dépôt) (bloc2).

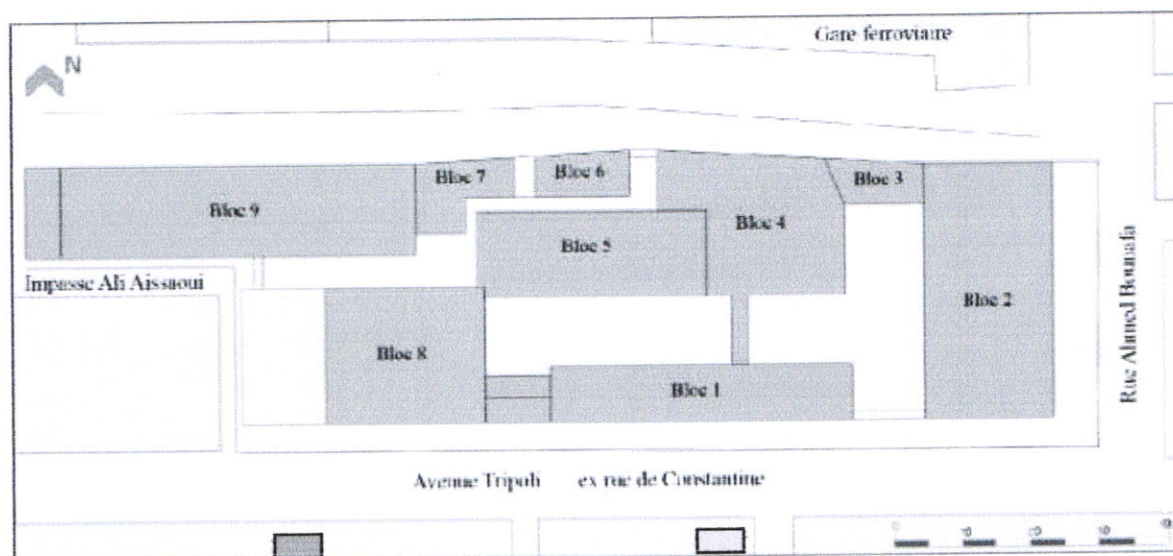


Figure 24 : Plan masse de la minoterie Narbonne

Source :⁵⁶ d'après le rapport du CTC

A l'indépendance, la minoterie fut nationalisée en 1962, pour passer sous la direction de la SN SEMPAC (Société Nationale des Semouleries, Meuneries, fabriques de Pâtes alimentaires et Couscous), démantelée peu de temps après en cinq Entreprises Régionales d'Industrie Agriculture et Dérivés (les ERIAD)⁵⁷, et le moulin fut assigné au groupe d'Alger. Par la suite la minoterie Narbonne fut placée sous la protection de l'état, sous motif qu'elle était insuffisamment exploitée, elle restera le bien du propriétaire, qui assure le coté gestion de l'entreprise, tout en étant doté d'un conseil d'administration qui surveille son fonctionnement⁵⁸.

Devant l'incapacité de faire face à la situation particulièrement difficile qui pesait sur sept filiales, avec la crise que traversait les ERIAD débuts des années 2000⁵⁹, n'arrivant plus à régler leurs dettes montantes, ni à assurer le paiement des salariés, la société devait réduire ses effectifs humains et matériels. C'est ainsi que l'activité autrefois florissante du moulin Narbonne s'est mise à ralentir, jusqu'en 2004, date de sa mise en

⁵⁶ ADIMI .S ,BEKKOUCHE.M, Restructuration du quartier de Hussein dey à Alger. mémoire de fin d'étude

⁵⁷Bouaziz Samia et Dahli Mohamed, op Cité, p10.

⁵⁸Benamouche. Amar, « grèves et conflits politiques en Algérie », édition Karthala, 2000, p85.

⁵⁹Rahmouni Zahra, « ERIAD Alger va réduire ses effectifs », Tout sur l'Algérie, 11 octobre 2014.

cession. Après la fermeture de ses portes, le bâtiment fut concéder, par le conseil des participations de l'état, et attribué à titre gracieux à la municipalité d'Hussein Dey⁶⁰.

La commune n'a pas pu mettre à profit le grand moulin, même après la proposition de récupérer l'usine de l'ex-Eriad (Moulin Narbonne), sur la rue de Tripoli et d'en faire le nouveau siège des élus de l'APC d'Hussein Dey⁶¹. Cette action s'inspire du projet de restructuration des quartiers péricentraux d'Alger, elle convoite la délocalisation et la démolition du bâtiment, puis sa substitution par une bâtisse neuve qui recevra les nouveaux bureaux. Heureusement, que cette proposition est restée au stade d'intention.

Les travaux de démolition de l'usine désaffectée, se facturait à un coût très onéreux, ils risquaient de durer selon les estimations des responsables de trois à quatre ans et ainsi engendrer le blocage de la zone et paralyser toute la rue Tripoli. Pareillement cette action s'est heurtée aux réticences de beaucoup de riverains⁶², qui jugeaient que l'ex SEMPAC constituait à ce jour une composante permanente du paysage urbain d'Hussein Dey. Devenue chantier fermé pendant quelques années, la réalisation du tramway a compliqué la tâche, et une décision a été prise pour retarder la démolition de la structure, suivie de son annulation. Pour ces raisons le projet tomba à l'eau et ne fut cependant jamais réalisé.

Actuellement, cette composante fondatrice de l'image actuelle de la localité d'Hussein Dey, se retrouve en grande partie à l'état de friche, abandonnée, et usée, seule une petite portion reste utilisée comme bureaux administratifs, et une autre comme décharge appartenant au siège de l'APC. En 2014, un incendie dévasta une fraction délaissée du bloc 1 donnant sur Tripoli⁶³, mais la structure resta intacte. L'immeuble est en train de se disloquer au fil du temps qui passe, espérant être secouru.

Conclusion :

Pour conclure, ce chapitre nous a permis d'acquérir des connaissances au sujet des friches industrielles. Mais aussi clarifier théoriquement quelques notions sur la réhabilitation énergétique et thermique, sur le confort et l'isolation thermique, son importance et son impacte sur l'économie énergétique c'est ce que nous allons vérifier dans la partie pratique de la recherche.

⁶⁰Iddir. Nadir, « *les élus d'Hussein Dey à l'étroit dans un immeuble : le projet d'un bloc administratif rejeté par la wilaya* », Elwatan, 19 aout 2014, p7.

⁶¹Iddir. Nadir, *ibid*, p7.

⁶²Iddir. Nadir, *ibid*, p7.

⁶³ C. Manal, « *Incendie au siège de l'ex SEMPAC de Hussein Dey (Alger)* », Le tempsDZ, 21 septembre 2014.

Bibliographie

- A.MOKHTARI ET N. KADRI (2011-Juin21) Contribution A L'étude De Réhabilitation Thermique .Revue Des Energies Renouvelables Vol14n°2.P 302- P 303
- Ahlem, b. (2016). *impacte de la toiture sur le confort thermique interieur et sur la consommation énergitique dans le batiment cas d'une maison individuel à Blida*. universite saad dahlab Blida: institut d'achitecture.
- Bouaziz Samia et Dahli Mohamed, op Cité, p10.
- C. Manal, «*Incendie au siège de l'ex SEMPAC de Hussein Dey (Alger)* », Le tempsDZ, 21 septembre 2014.
- C.Charlot-Valdieu et P.Outrequin, 2011, la réhabilitation énergétique des logements, le Moniteur, France, p11
- Conso néo-maison écologique : <http://energies-renouvelables.consoneo.com/guide/maison-ecologique/principe-isolation/626/>.
- Dictionnaire d'architecture Quatemère de Quincy.
- ENVIRONNEMENT, A. (s.d.). *Comment favoriser la reconversion des friches industrielle?* Consulté le AOUT 08, 2017, sur <https://www.actu-environnement.com/ae/pdt/envisol-solutions-caracterisation-friches-indsutrielles-sols-pollues-777.php4>.
- FRANCOIS GUILLOT ET PHILIPPE LOPEZ ARTICLE DE Le Parisien ECO DU12-10-2016
- Iddir. Nadir, « *les élus d'Hussein Dey à l'étroit dans un immeuble : le projet d'un bloc administratif rejeté par la wilaya* », Elwatan, 19 aout 2014, p7.
- J.LOPEZ, B.CARRERE, 2014, Réhabilitation des bâtiments universitaires : vers des campus plus durables ?, Mobatek, pp 01-46.
- Lamri iman mémoire de fin d'étude sur la reconversion des friches université de Blida1
- Lespès René, Op cité, p609 et P761 .
- *L'imprimerie Mame* http://alger-roi.fr/Alger/hussein_dey/pages_liees/15_moulin_narbonne25.htm.
- Magazin, e. (2010, juin 24). *Tout comprendre sur le confort thermique dans votre habitation et savoir comment l'améliorer*. Récupéré sur <http://www.renover-sans-se-tromper.com/conseil-technique-juridique-reglementaire-fiscal-financier/tout-comprendre-sur-le-confort-thermique-dans-votre-habitation-et-savoir-comment-l%E2%80%99ameliorer/>
- Mario-V.Petrone a. (2013, septembre 1). <http://www.petronearchitecture.com/single-post/2013/09/01/Les-6-fonctions-de-l%E2%80%99enveloppe>. Récupéré sur <http://www.petronearchitecture.com/single-post/2013/09/01/Les-6-fonctions-de-l%E2%80%99enveloppe>
- Mengonije le bioclimatisme :retour a la nature démarche nejwall « l'approche global isolants écologiques » doc PDF P13.
- Mr MAZARI Mohammed/mémoire de magister en architecture /2012/ TIZI OUZOU.
- N.Mammeri et A.mansouri ; 2016/2017, la réhabilitation énergétique du patrimoine bâti ; thèse, master Bejaia page11
- NAIT NADIA Mémoire De Magister « La Réhabilitations Energétiques Dans Les Logements Collectif Existant » 2011.P60
- Narbonne. Jean-Françoise, Geneanet, en <http://gw.geneanet.org/ajeff?lang=fr&p=joseph&n=narbonne>, consulté le 22 aout 2016.
- Organisme national de contrôle technique de la construction (CTC Alger – CTC Chief), rapport d'expertise, complexe ERIAD, mai 2010.
- Pièce cylindrique constituée de corps solide de forme circulaire, servant à broyer ou à moudre.

- Real, E. (2015, Juillet 06). Reconversions. L'architecture industrielle. (M. d. Français, Éd.) *In Situ Revue des patrimoines* .
- Rosso Jean Claude, Op cité, p8.
- Site internet : <http://www.hussein-dey.com/ville/villeindustrielle/Narbonne.htm> 22 aout 2016.
- Site internet : IM-INMS&ETBM, e. t. (s.d.). Récupéré sur https://www.google.dz/search?q=Comment+se+font+les+%C3%A9changes+thermiques+%3F&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwil8sKH3uHXAhUBkxQKHSWwAewQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=e5UAA6hVnhRM1M:
- Site internet : www.hussein-dey.com
- Site internet : ili-larchi.com

Chapitre II : Analyse du cas d'étude

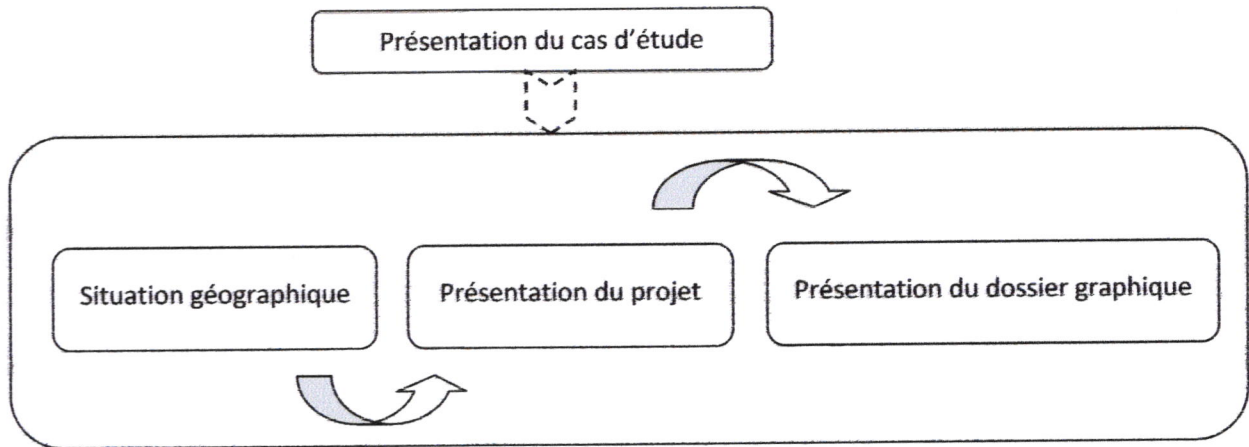
Introduction :

Dans ce présent chapitre nous allons présenter le projet sur lequel nous interviendrons, et la méthodologie à entreprendre. Pour cela nous allons diviser ce chapitre en deux parties, la présentation du cas d'étude et la méthodologie à utiliser pour atteindre les objectifs de notre recherche.

Partie 1 :

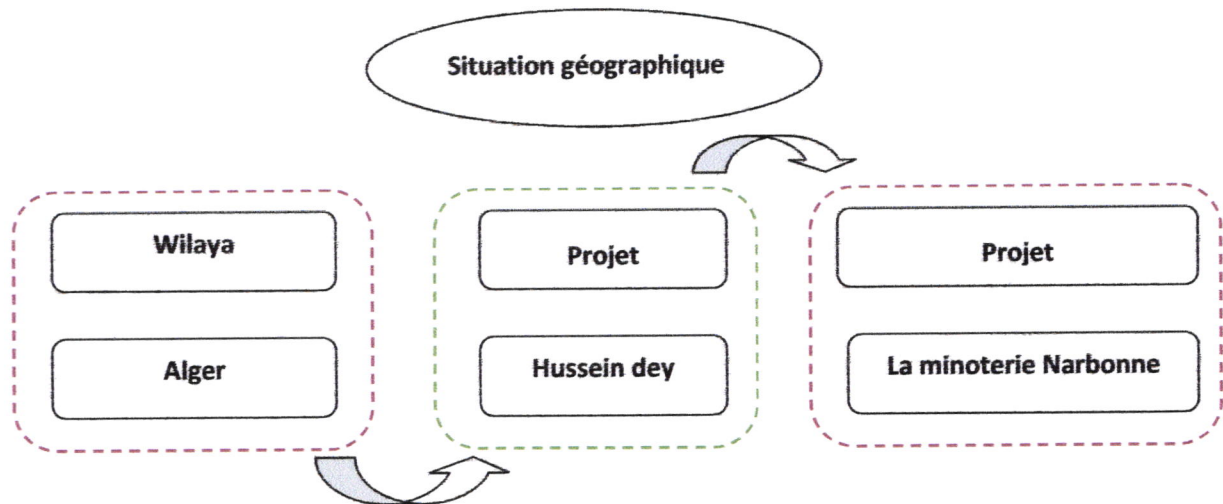
II-1 : Présentation du cas d'étude :

Cette partie sera développée en plusieurs étapes qui sont :



II-1-1 : Alger situation géographique et données climatiques :

II-1-1-1 : Situation géographique



- La commune d'Hussein Dey est située à environ 5 km à l'est de la capitale d'Alger, au cœur de la baie d'Alger

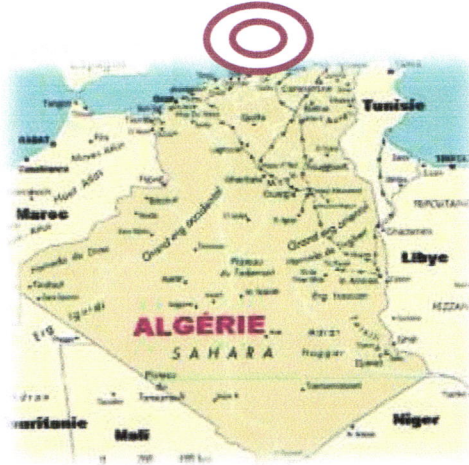


Figure 25: Alger a l'échelle nationale

Source : ¹



Représente la situation d'Alger la capital et chef lieux de la wilaya

- Hussein-Dey est une commune qui occupe une place stratégique dans la baie d'Alger. Cependant, elle ne profite pas de cette place pour au moins deux raisons. D'une part, la présence de la barrière physique du chemin de fer qui empêche le lien direct avec la mer. Et, d'autre par la concentration des friches industrielles qui participent à la dégradation de son paysage urbain.
- Elle est délimitée à l'est par la bretelle d'autoroute du Caroubier, au nord par la mer, à l'ouest par le Chemin des fusillés qui la sépare de la commune de Belouizdad et au sud par les communes d'El Magharia et Kouba
- D'une superficie : 4.9 Km²

¹ Site

internet : https://www.google.dz/search?biw=1366&bih=613&tbm=isch&sa=1&ei=GywjWqyWFYYPYwAKDsJqQBw&q=carte+g%C3%A9ographique+algerie+wilaya&oq=carte+g%C3%A9ographique+wilaya&gs_l=psy-



Figure26: Carte représentant les communes d'Alger
Source : ²

II-1-1-2 : Données climatiques de la ville

Nous avons pu avoir les données climatiques, du site « météo blue » de la wilaya d'Alger. Ces diagrammes météorologiques sont basés sur 30 ans de simulations de chaque heure des modèles météorologiques qui sont disponibles pour chaque lieu sur Terre. Ils donnent une bonne indication des tendances météorologiques typiques et les conditions prévues (température, précipitations, rayonnement solaire et vent)

Ces diagrammes représentent les jours nuageux et les précipitations de la ville d'Alger. À titre d'exemple du mois d'avril et les températures maximum qu'il peut y avoir.

Ciel nuageux, soleil et jours de précipitations

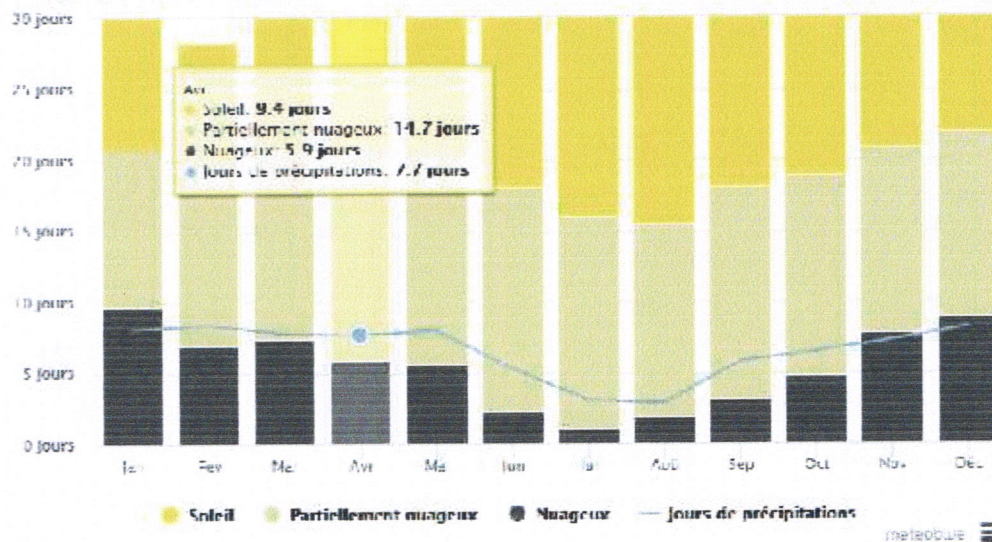


Figure 27: Diagramme représentant le ciel nuageux, soleil et jours de précipitations
source :meteoblue³

² Le même site que le 1

³ Site internet de meteoblue

https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/alger_alg%C3%A9rie_2507480

Températures maximales

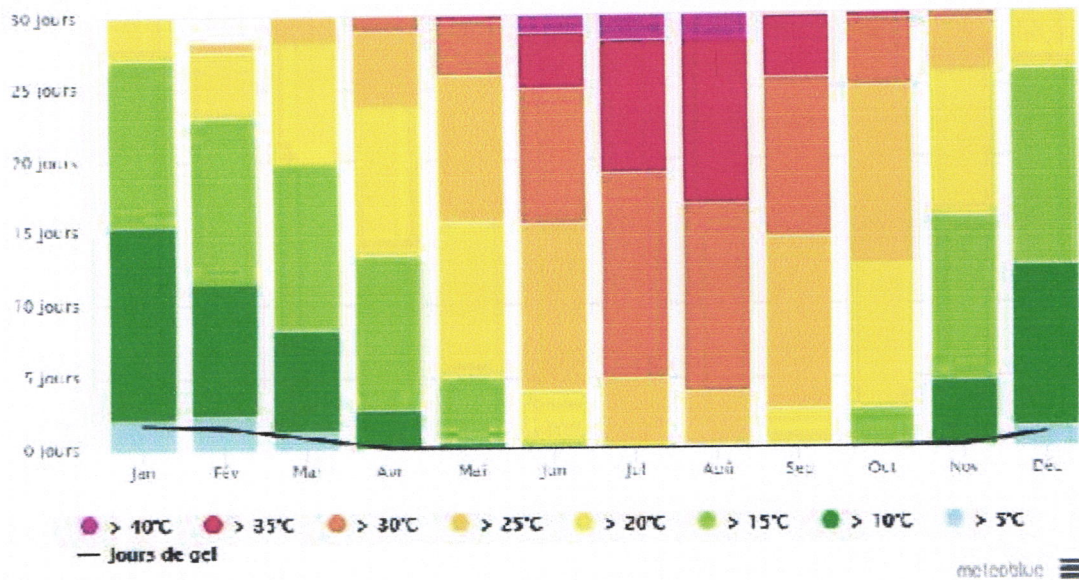


Figure 28: Diagramme représentant les températures maximales source :meteoblue⁴

II-1-2 : Présentation du projet :



Figure 29: photographie prise de la façade principale de la minoterie Narbonne

Source : Auteur le 26-04-2017

Présentation du projet : Minoterie Narbonne.
 Projet : La partie à étudier fut construite 1910.
 Propriétaire : Actuellement APC d' Hussein dey.

⁴ Site internet de meteoblue

https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/alger_alg%C3%A9rie_2507480

II-1-2 -1 : La minoterie Narbonne

Le complexe de la minoterie s'intègre dans la façade urbaine de Tripoli. L'intervention de démolition, qui a touché 3000 m² et 30 m de façade sur Tripoli, a causé une **rupture** dans le paysage urbain et la **disparition des limites physiques de l'ilot** (minoterie).

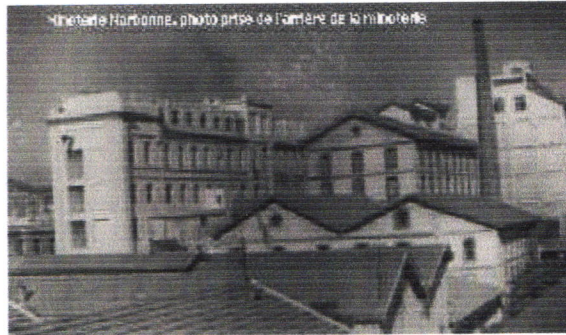


Figure 30: Photo de la minoterie Narbonne
Source : ⁵

A- Présentation du plan de masse

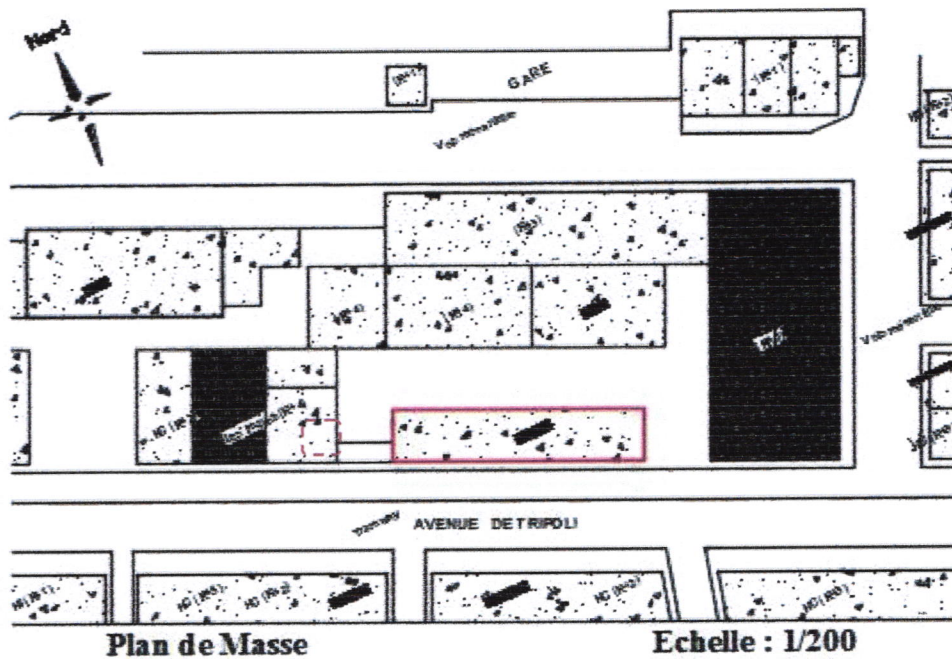


Figure 31: Plan de masse de la minoterie
Source : AUTEUR

⁵ Site internet : <http://www.hussein-dey.com/ville/la-ville-New/Narbonne.htm>

B- Présentation de la façade urbain :

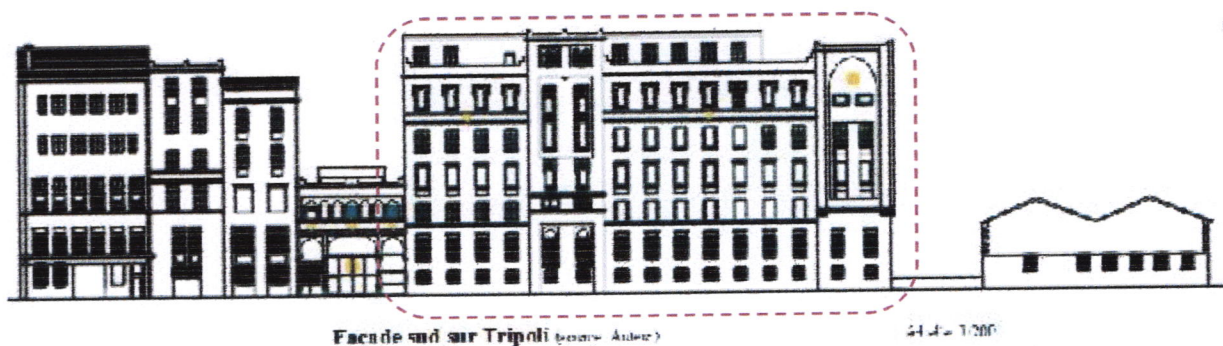


Figure32: Façade principale de la minoterie Narbonne
Source : AUTEUR

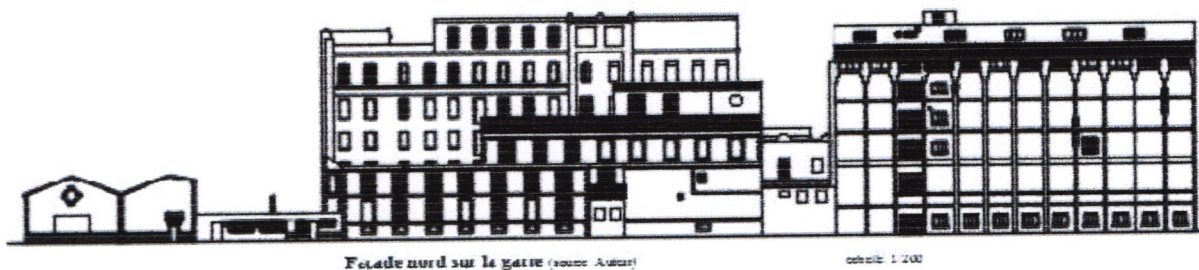


Figure 33: Façade postérieur de la minoterie Narbonne
Source : AUTEUR

C-Reportage photographique

C-1 : Reportage photographique de la Minoterie Narbonne de l'extérieur

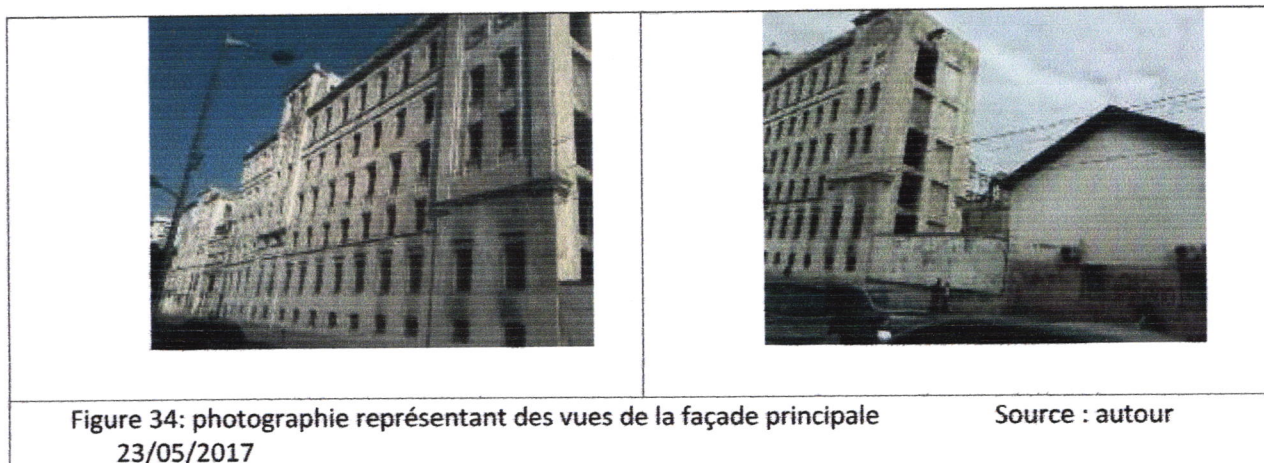




Figure 35: photographie représentant des vues de la façade postérieure
23/05/2017

Source : autour

C-2 : Reportage photographique de la Minoterie Narbonne de l'intérieur :

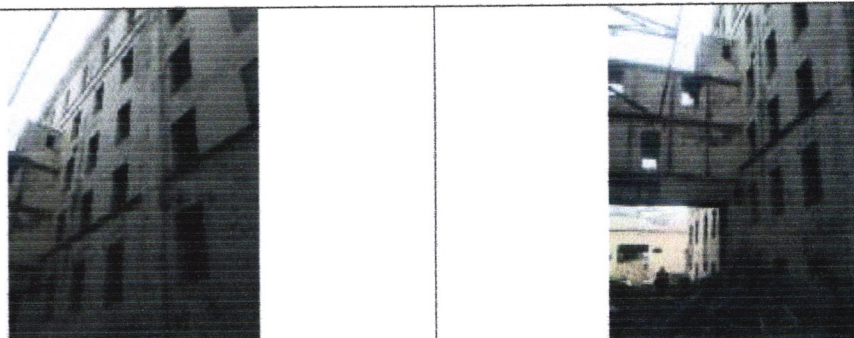


Figure 36: photographie représentant des vues des façades intérieures
23/05/2017

Source : autour

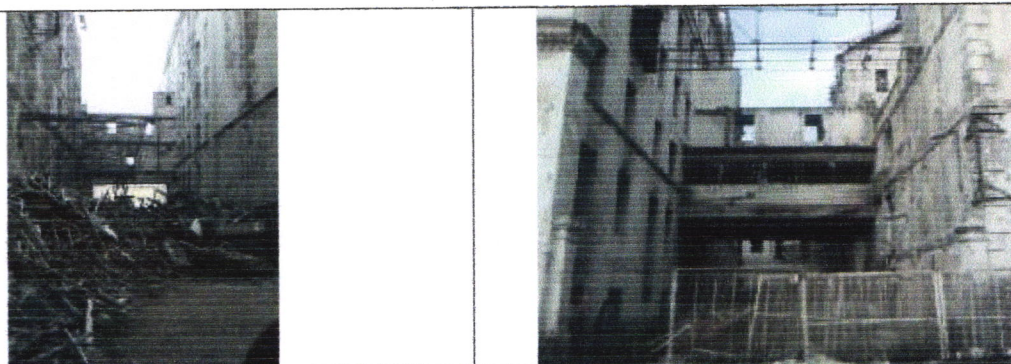


Figure 37: photographie représentant des vues des façades intérieures
23/05/2017

Source : autour

II-1-2-2 : Présentation de l'état de fait :

La minoterie Narbonne est un complexe industriel en état de friche qui se compose de plusieurs bâtiments dont chacun présente un style, un gabarit et une fonction différente. Ce complexe donne sur le parcours matrice Tripoli avec deux bâtiments (90 m de façade) qui s'intègrent dans la façade urbaine. Une expertise a été faite par le contrôle technique CTC Chef sur ce bâtiment afin de diagnostiquer son état. Notre intervention se basera sur les résultats de cette expertise

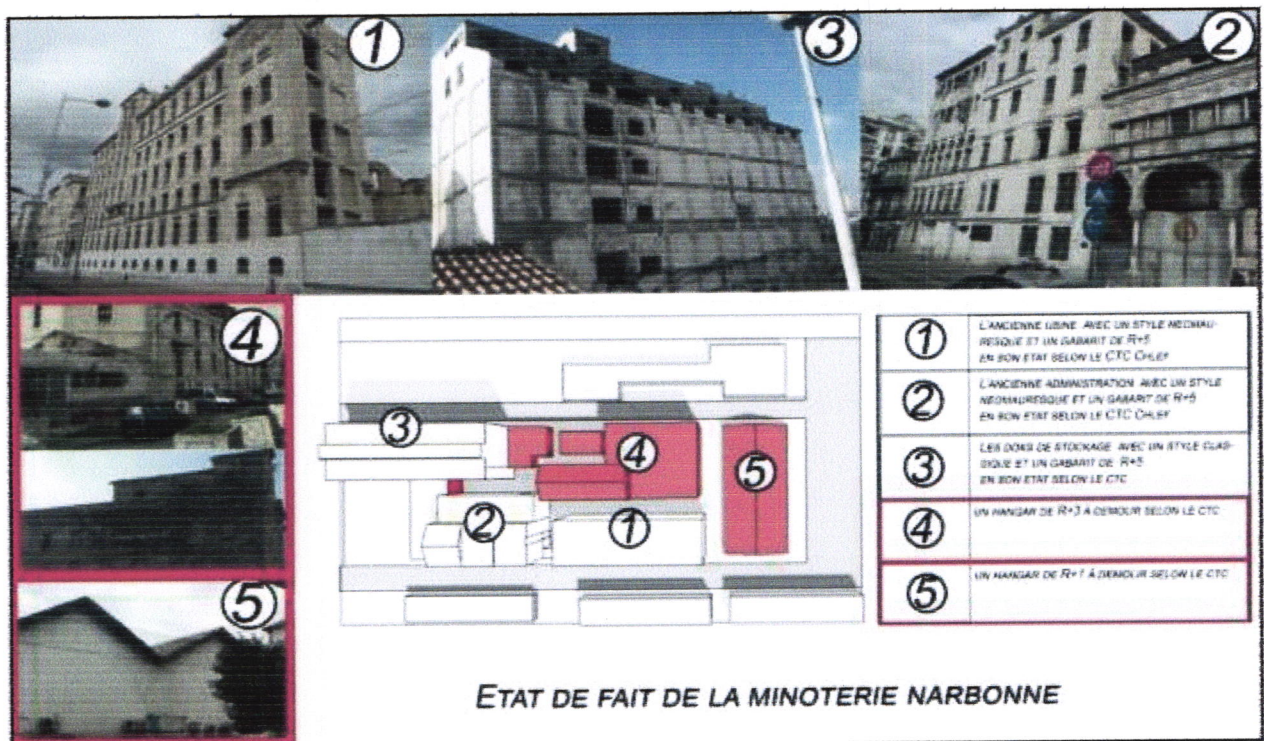


Figure 38 : l'état de fait de la minoterie d'après un rapport du CTC
Source : Iman Lamri

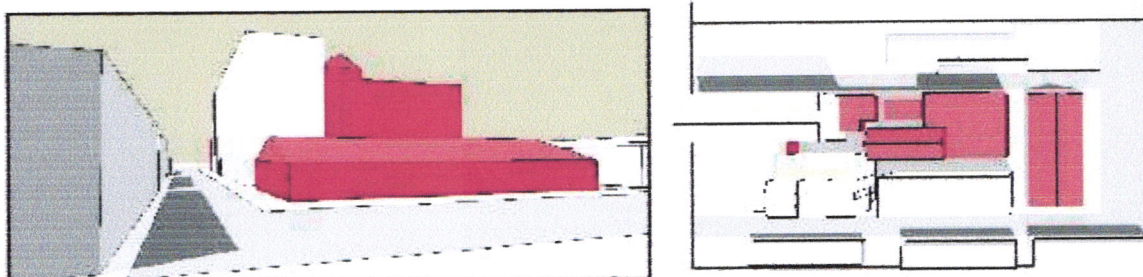


Figure 39 : Perspective et vue en plan de l'ilot (minoterie) des bâtiments vétustes selon le CTC Chef qui sont à démolir

Source : Iman Lamri

II-1-2-3 : Description du bâtiment à étudier :

Nous avons choisi le bloc 1 pour l'intervention. Etant donné qu'il marque la façade et le paysage urbain de la rue de Tripoli par son style, son gabarit et sa mémoire de lieu.

Le building destiné à la production meunière, obéit à un plan rectangulaire plus long que large, faisant 45.9m par 9m, il se développe sur six niveaux en plus d'un entre sol Il fut construit conformément aux règles de son usage Industriel, réduit aujourd'hui, à de simples traces de canalisations de chargement de blé [figure40], et l'existence de certaines machines en état de rouille délaissées [figure41]. La



Figure 40: État des planchers aux étages supérieurs



Figure 41: Anciennes machines du meunier

Source figure 40 et 41 :⁶

Façade latérale (façade nord), supporte l'accès principal de la bâtisse, également munie de deux accès secondaires. Le premier actuellement condamné, se fait à partir du mur pignon ouest donnant directement sur l'entrée principale du complexe industriel, le deuxième donne directement sur l'entre sol, et se trouve sur la façade nord.

L'intérieur est régi par une organisation centrale, divisée en trois séquences identiques pour chacun des niveaux. Une première séquence au centre, où nous retrouvons l'entrée principale et les escaliers permettant la circulation verticale jusqu'aux niveaux supérieurs. Deux autres séquences, latérales, abritaient autrefois les installations minotières, avec des accès secondaires conduisant à l'entre sol.

Un petit hall nous accueille dès que l'on franchi l'entrée, ce dernier donne directement sur la cage d'escaliers des servant le reste des étages. Le rez-de-chaussée est uniquement constitué d'une cellule orthogonale à l'est divisée par une sorte de galerie à arcades, formée avec des poteaux à section carrée, surmontés de chapiteaux. Un entre sol à double hauteur rejoint le RDC, ce dernier, d'une hauteur de 1.8m, pour sa partie basse, est accessible instantanément par la cage d'escalier. Il renfermait autrefois des installations meunières, et est subdivisé par la même galerie à arcades que le RDC avec des poteaux de plus petites dimensions.

⁶ Benyahya soumya, mémoire master recherche, architecture et patrimoine « valorisation du patrimoine industriel concepts de réhabilitation en Algérie »

Les autres étages sont identiques, ils affichent la même organisation, avec un escalier central doté d'une petite remise, desservant à droite l'espace des anciens silos de blé, et à gauche les grandes salles de machines, qui laissent paraître l'ancien emplacement des canalisations meunières, marquées par des traces de tuyaux au niveau du plancher et du sol.

L'unique distinction apparaît au deuxième étage où on retrouve trois passerelles permettant la communication avec les blocs adjacents. La première, raccorde la partie droite avec le bloc administratif, ce même élément marque le porche de l'entrée principale de l'usine. Les deux autres relient la partie gauche au bloc 4 jadis compartiment de stockage des produits fabriqués, et d'emballage. Aussi pour le quatrième étage la salle des machines à une plus grande hauteur (4.7m), car c'était l'emplacement des plus grandes machines à moudre.

La terrasse partiellement accessible associée aux annexes, s'agence au cinquième étage qu'est le dernier niveau de la bâtisse. Elle est accessible directement par la partie droite de l'escalier, et préserve des canalisations d'évacuation venant du 4ème étage, elle s'ouvre également sur l'annexe. Le côté gauche est annoncé par une succession de deux vestibules de petite dimension (2 m par 1 m), donnant sur un passage couvert, qui une fois traversé, aboutit sur la partie restante de la terrasse. La salle ajustée sur ce même côté, représente une cellule rectangulaire plus aérée que les autres, ouverte sur un autre espace de petite dimension réservé d'antan, au stockage.

II-1-2-4 : Système structurel et matériaux :

Ce bloc est composé d'un sous-sol renforcé par des poteaux, le tout surmonté par une terrasse partiellement accessible. La stabilité de ce bloc est assurée par le système mur porteur en pierre, avec plancher nervuré en béton armé, les poutres suivent une trame structurelle de 2.80 m sur le sens porteur, reliées par des poutrelles. Les murs de séparation intérieure participent à la stabilité de ce bloc

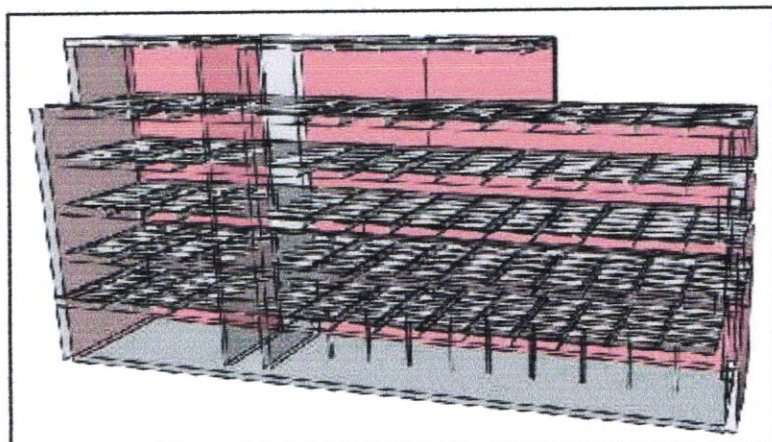


Figure 42: Modélisation schématique de structure du bâtiment

Source : Iman Lamri⁷

⁷ Iman lamri mémoire, institut d'architecture Blida1 (reconversion des friche industrielle)

II-2 : Présentation du dossier graphique :

II-2-1 : Présentation des plans :

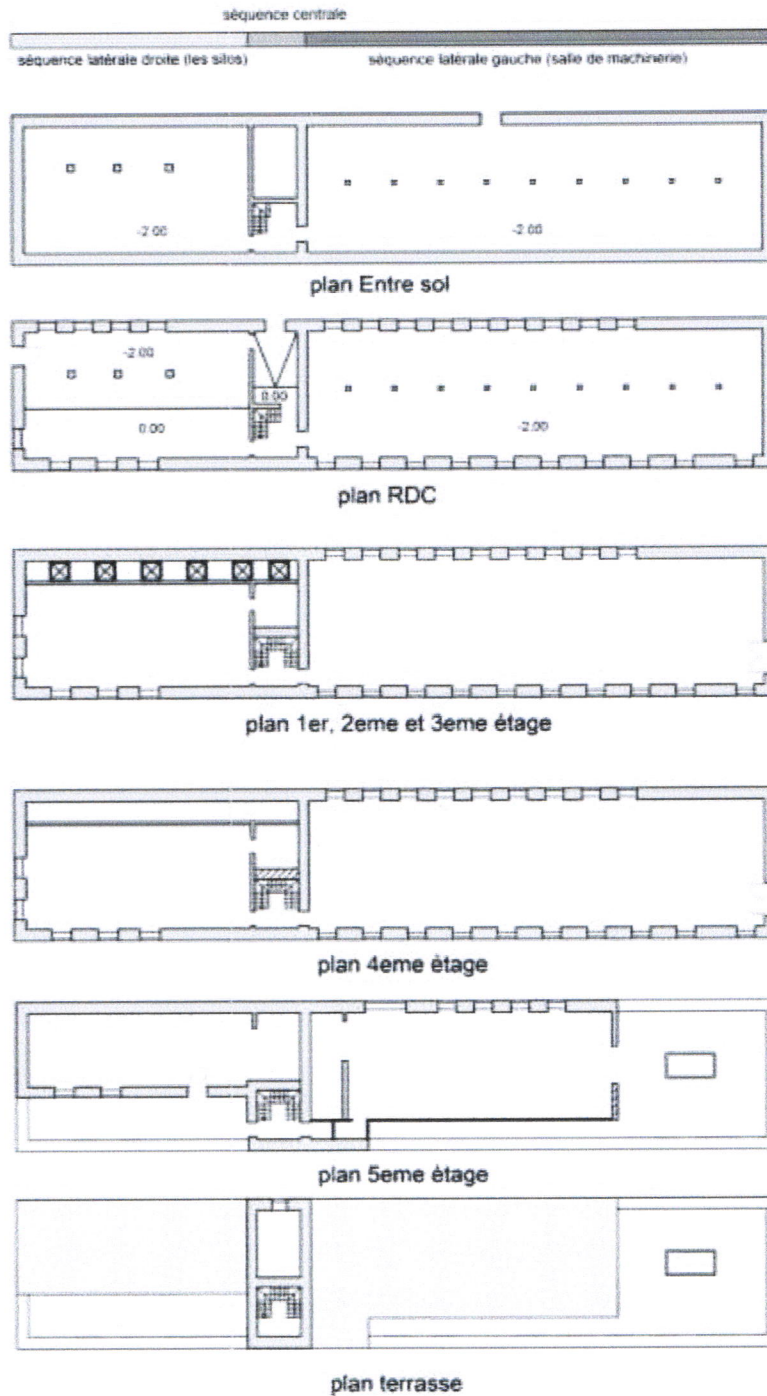


Figure43: les plans
Source :⁸

⁸ Benyahya soumya, mémoire master recherche, architecture et patrimoine « valorisation du patrimoine industriel concepts de réhabilitation en Algérie »

II-2-3. Présentation des coupes :

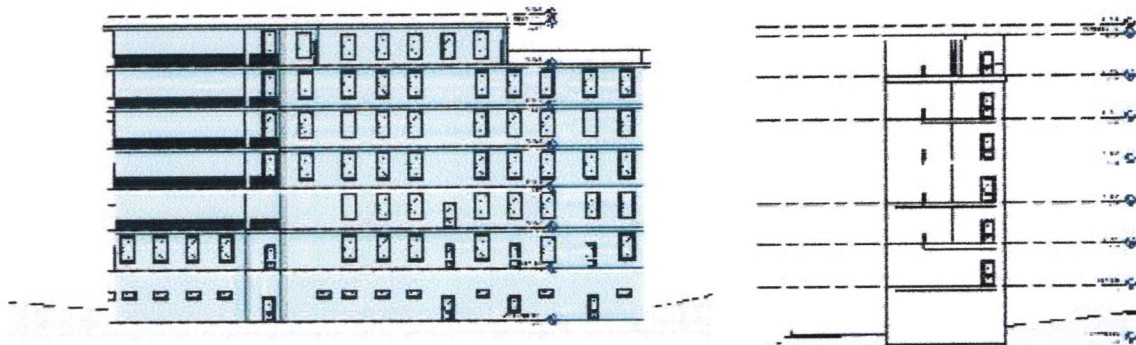


Figure 44 : les coupes

Source : auteur

II-2-4. Présentation de la 3D :

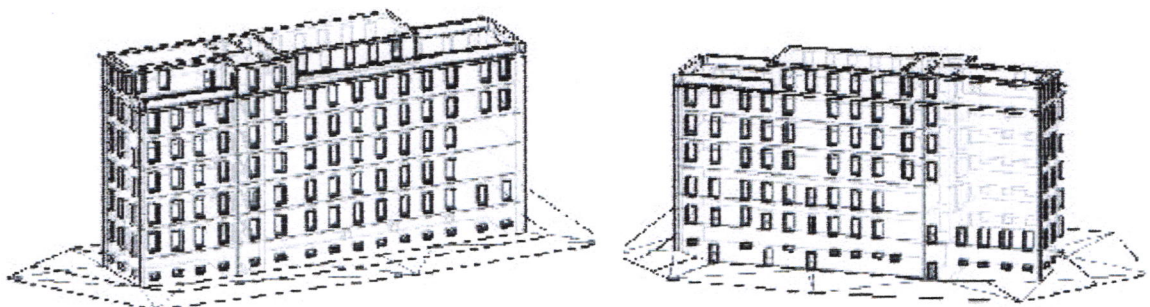


Figure 45 : IMAGES 3D

Source : auteur

II-3 : Caractéristiques du cas d'étude :

La structure du bâtiment et une structure mixte pierre et béton armé

Composition du plancher bas :

Ni de sable5cm

Béton20cm

Chappe de ciment5cm.

Carreaux de granito....2cm

Composition du plancher courant :

Dalle pleine20cm

Chappe de ciment3cm

Carreaux de granito 2cm

Composition des murs extérieurs :

Mur extérieur de 70cm

Enduit ciment2.5cm

Paroi en pierre 65cm

Enduit ciment 2.5cm

Composition de la toiture

Dalle plein 20cm

Etanchéité.....2cm

Type d'ouverture :

Fenêtre en bois à simple vitrage

Portes métalliques.

II-4 : Modélisation :

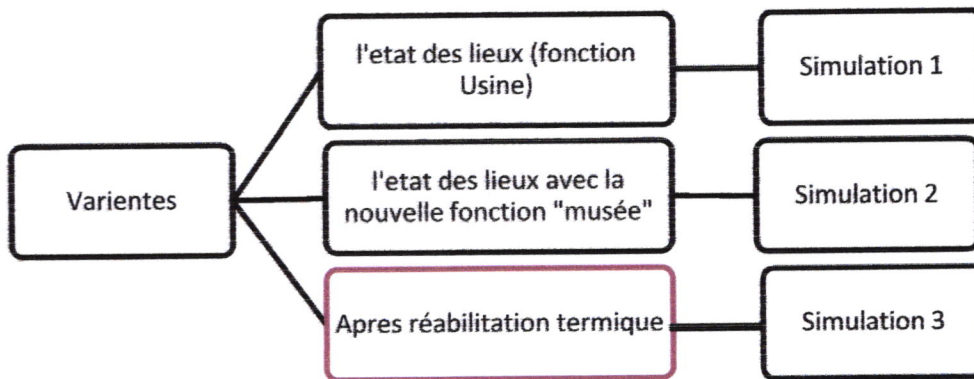
Pour atteindre les objectifs de notre recherche, cette ultime étape de l'analyse du comportement thermique annuel d'un ancien bâtiment, nous devons identifier pour les besoins de notre travail un outil informatique pour pouvoir mener une étude comparative des performances de l'enveloppe en état avec sa fonction initiale mais aussi avec sa nouvelle vocation avec intégration d'un isolant.

Cette étude va porter sur le changement des paramètres ou sur les solutions passives proposées. Pour d'arriver à avoir le cas le plus favorable avec la nouvelle fonction

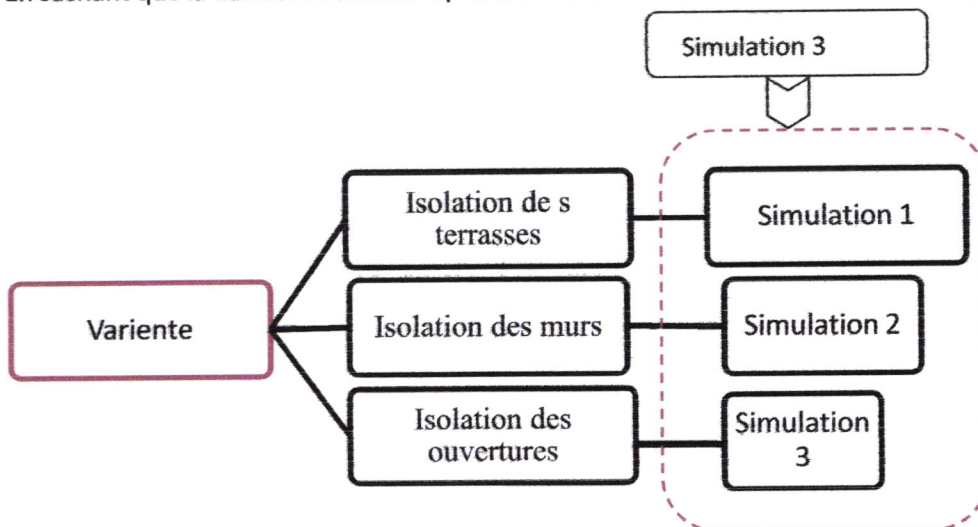
II-4-1 : Choix des paramètres d'étude

Notre étude comparative des 3 variantes nous permettra d'évaluer le comportement de l'enveloppe extérieure nous pouvant la résumer comme suit

Que nous résumons schématiquement vci-dessous



En sachant que la dernière variante représente l'isolation du bâtiment mais par étape afin d'évaluer



II-4-2 : Utilité de la simulation numérique thermique dynamique dans le bâtiment

Pour pouvoir réaliser un suivi énergétique d'un bâtiment en se basant sur une approche combinée des mesures réelles et des simulations théoriques des consommations énergétiques.

Dans notre cas, cette présentation associe deux méthodes d'analyse

1-Métrologie du bâtiment :

Instrumentation des paramètres thermiques, situation et donné climatique du bâtiment

2-Simulation thermique dynamique

Modélisation simulation numérique du bâtiment

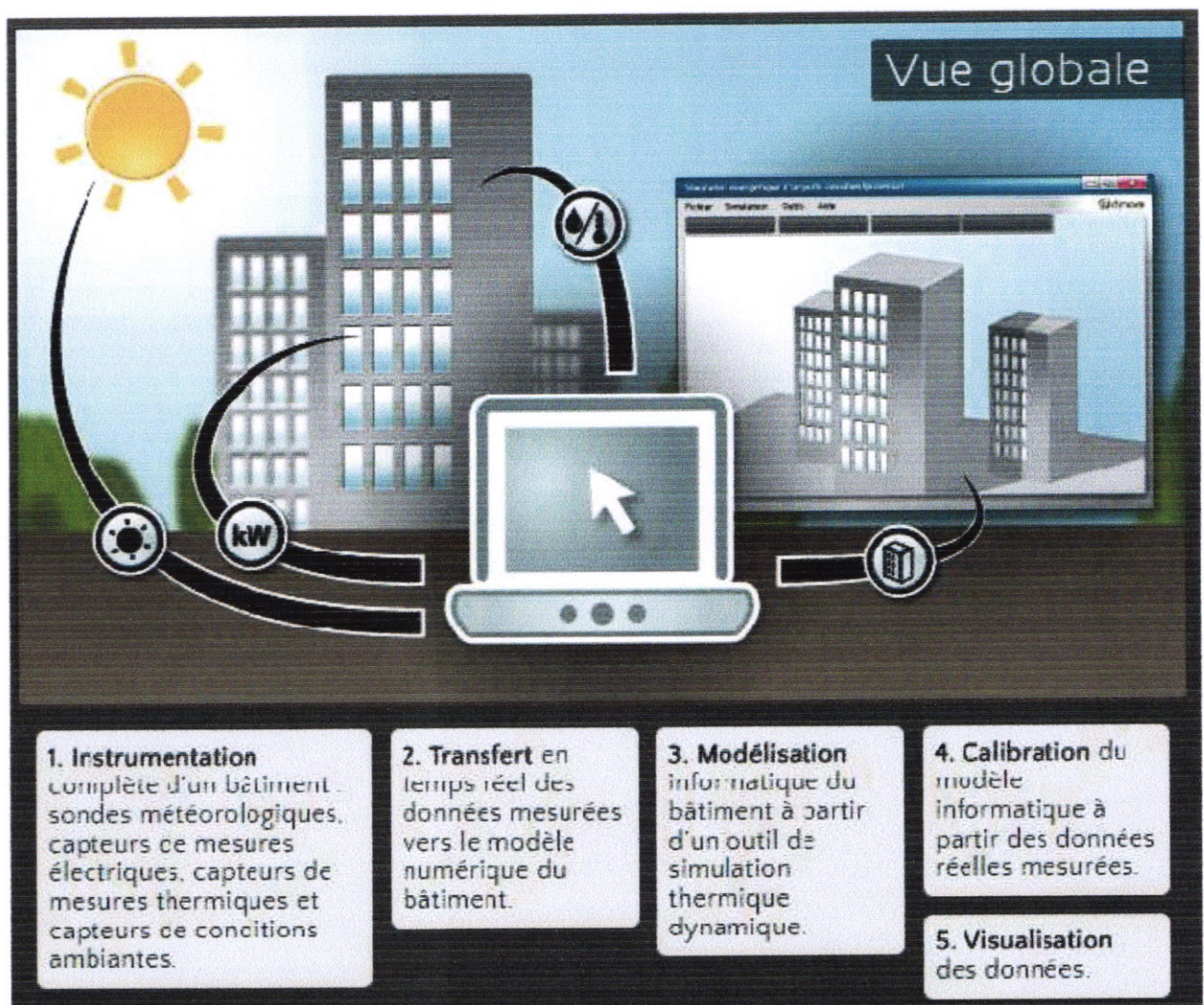


Figure 46 : Le schéma suivant illustre le principe de suivi énergétique:

Source :⁹

Les mesures réelles et les résultats de la simulation sont envoyées à temps réel.

⁹ Site dynova <http://www.dynova.fr/suivi.html>

II-4-3: Choix de l'outil de simulation :

Notre choix s'est porté sur le logiciel Autodesk Revit Analysis dans sa version 2018

II-4-3-1: Présentation du logiciel Revit 2018 :



Figure47: Interface REVIT 2018

Source : AUTODESK

Nous l'avons choisi par ce qu'il prend en charge la conception architecturale, l'ingénierie MEP et structure, ainsi que la construction. Revit est conçu spécifiquement pour la modélisation des informations du bâtiment (technologie BIM) et il dispose d'un ensemble de fonctionnalités complet qui font la solution idéale pour un projet de construction. Mais aussi il nous aide à concevoir, construire et gérer le bâtiment sur tous ses aspects.

II-4-3-2: Processus d'application du logiciel Revit 2018 :

A-La création d'un compte Autodesk :

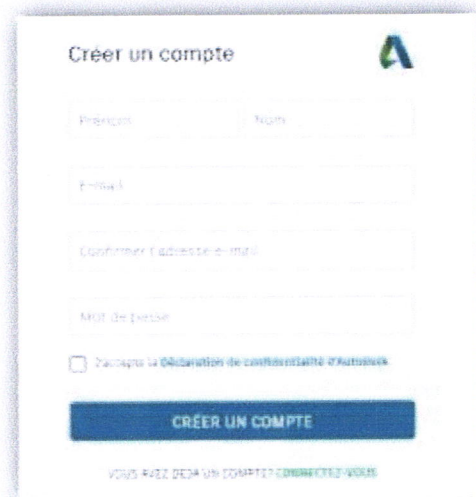


Figure 48: Création d'un compte autodesk

Source : Site autodesk

b-Création d'un fichier météorologique :

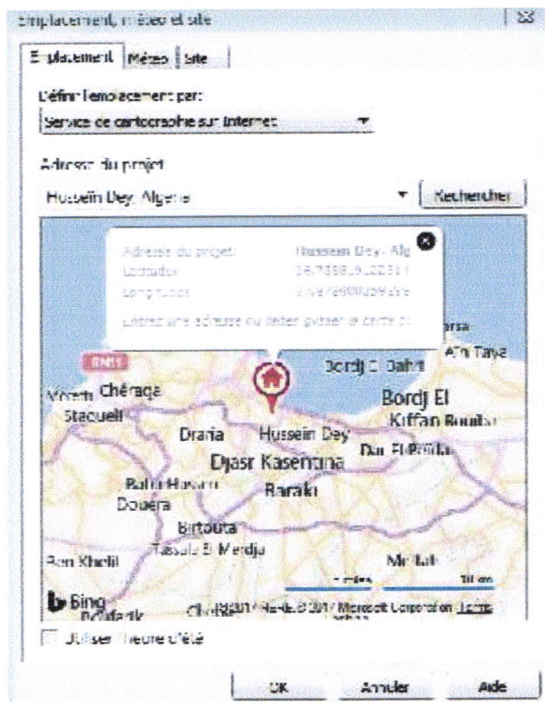


Figure 49: Création d'un fichier météorologique

Source : revit 2018



c-Définition des paramètres constructifs :

1-Les paramètres constructifs de l'état des lieux avant intervention

-Composition des planchers

-Plancher sous sol

Famille: Sol
 Type: sol0
 Epaisseur totale: 0.1700 (par défaut)
 Résistance (R): 1.1267 (m²K)/W
 Masse thermique: 17.81kJ/K

Couches

	Fonction	Matériau	Epaisseur	Retournements	Matériau structurel	Variable
1	Limite de la couche princip	Couches au-dessus	0.0000			
2	Finition 2 [5]	carrelage	0.0200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Finition 1 [4]	Chape	0.0500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Porteur/Cassure [1]	beton armé	0.1500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Doublage [2]	BAL1002-Jaune solis	0.0500	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Limite de la couche princip	Couches en dessous	0.0000			

Insérer Supprimer Monter Descendre

Plancher courant

Famille: Sol
 Type: sol1
 Epaisseur totale: 0.1300 (par défaut)
 Résistance (R): 1.5160 (m²K)/W
 Masse thermique: 17.81kJ/K

Couches

	Fonction	Matériau	Epaisseur	Retournements	Matériau structurel	Variable
1	Limite de la couche princip	Couches au-dessus	0.0000			
2	Finition 2 [5]	carrelage	0.0200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Finition 1 [4]	Chape ciment	0.0300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Porteur/Cassure [1]	beton armé	0.3000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Limite de la couche princip	Couches en dessous	0.0000			

Plancher terrasse

Famille: Sol
 Type: sol3 terrasse
 Epaisseur totale: 0.3700 (par défaut)
 Résistance (R): 1.0817 (m²K)/W
 Masse thermique: 19.00 kJ/K

Couches

	Fonction	Matériau	Epaisseur	Retournements	Matériau structurel	Variable
1	Limite de la couche princip	Couches au-dessus	0.0000			
2	Finition 2 [5]	carrelage	0.0200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Finition 1 [4]	Chape ciment	0.0300	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Porteur/Cassure [1]	beton armé	0.3000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Limite de la couche princip	Couches en dessous	0.0000			

-Composition de la toiture :

Famille: Sol
 Type: sol2
 Epaisseur totale: 0.3300 (Par défaut)
 Résistance (R): 1.9119 (m²·K/W)
 Masse thermique: 33.45 kJ/K

Couches

Fonction	Matériau	Epaisseur	Retournelements	Matériau structurel	Variable
1	Limite de la couche principal Couches au-dessus	0.0000			
2	Imperméabilisant	0.2000		<input type="checkbox"/>	
3	Porteur/Ossature [L]	0.1300		<input type="checkbox"/>	
4	Limite de la couche principal Couches en dessous	0.0000			

-Composition des murs :

Famille: Mur de base
 Type: Générique - 110 mm 2
 Epaisseur totale: 0.4000
 Résistance (R): 4.3205 (m²·K/W)
 Masse thermique: 6.11 kJ/K

Exemple de hauteur: 0.0000

Couches

COTE EXTERIEUR					
Fonction	Matériau	Epaisseur	Retournelements	Matériau structurel	
1	Limite de la couche principal Couches au-dessus	0.0000			
2	Porteur/Ossature [L]	0.1000		<input type="checkbox"/>	
3	Porteur/Ossature [L]	0.1600		<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Porteur/Ossature [L]	0.1400		<input type="checkbox"/>	
5	Limite de la couche principal Couches en dessous	0.0000			

COTE INTERIEUR

-Type d'ouverture :

Fenêtre type 1 :

Famille: Chercher...

Type: Dupliquer...

Paramètres du type

Paramètre	Valeur
Appui	
Fenêtre Appui	
Cotes	
Hauteur	2.2000
Largeur	1.1000
Ep. bordant	0.1000
Hauteur de la poignée	1.1500
Largeur brute	
Hauteur brute	
Propriétés analytiques	
Transmission de la lumière visible	0.900000
Coefficient d'apport thermique solaires	0.950000
Coefficient de transfert de chaleur U ₀	15.5017 W/(m ² ·K)
Construction architecturale	Grandes fenêtres à vitrage simple
Résistance thermique (R)	0.1298 (m ² ·K/W)
Données d'identification	

Fenêtre type 2 :

Famille: 1 Vitrail - Droite Créer...

Type: Dupliquer...

Renommer...

Paramètres du type

Paramètre	Valeur
Cotes	
Hauteur	0.6000
Largeur	2.1000
Ep. Vitrail	0.1000
Hauteur de la poignée	2.1000
Largeur brute	
Hauteur brute	
Propriétés analytiques	
Transmission de la lumière visible	0.890000
Coefficient d'appoint thermique solaire	0.890000
Coefficient de transfert de chaleur (U)	5.5517 W/m².K
Conductivité analytique	16 cadres fenêtrés à vitrage simple
Résistance thermique (R)	0.1758 m².K/W
Données d'identification	

Porte :

Famille: 1 Simple-Mouures Créer...

Type: Dupliquer...

Renommer...

Paramètres du type

Paramètre	Valeur
Panncau	RAL1013 Blanc perle
Cadre de porte	RAL1002-jaune sable
Cotes	
Hauteur	2.0400
Largeur	0.9300
Epaisseur	0.0900
Hauteur de la poignée	2.0000
Largeur brute	
Hauteur brute	
Propriétés analytiques	
Conductivité analytique	Metal
Transmission de la lumière visible	0.000000
Coefficient d'appoint thermique solaire	0.000000
Résistance thermique (R)	0.2701 (m².K/W)
Coefficient de transfert de chaleur (U)	3.7021 W/m².K
Données d'identification	

2-Les paramètres constructifs du bâtiment après intervention

-Composition des plancher

Plancher sous sol

Famille: Sol
 Type: S.S.3
 Epaisseur totale: 0.300 (Par défaut)
 Résistance (R): 1.9625 (m²K)/W
 Masse thermique: 25.00 kJ/K

Couche:

	Fonction	Matériau	Epaisseur	Retourner vers	Matériau structural	Variable
1	Limite de la couche principale	Couches au-dessus	0.0000			
2	Finition 2 [S]	carbage	0.0010	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Finition 1 [H]	chape ciment	0.0200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Isolant/Isol [I]	isolant thermique	0.1100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Formeur/ossature [L]	béton armé	0.1500	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Isolant/Isol [I]	isolant thermique	0.1000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Limite de la couche principale	Couches en dessous	0.0000			

Plancher terrasse

Famille: Sol
 Type: ss 2 terrasse
 Epaisseur totale: 0.4040 (Par défaut)
 Résistance (R): 4.9980 (m²K)/W
 Masse thermique: 12.00 kJ/K

Couche:

	Fonction	Matériau	Epaisseur	Retourner vers	Matériau structural	Variable
1	Limite de la couche principale	Couches au-dessus	0.0000			
2	Finition 2 [S]	carbage	0.0000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Finition 1 [H]	déclatés anti-sécher	0.0100	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Isolant/Isol [I]	isolant thermique	0.1500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Formeur/ossature [L]	béton armé	0.1000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Limite de la couche principale	Couches en dessous	0.0000			

-Composition de la toiture :

Famille: Sol
 Type: toit
 Epaisseur totale: 0.2700 (Par défaut)
 Résistance (R): 0.5340 (m²K)/W
 Masse thermique: 11.45 kJ/K

Couche:

	Fonction	Matériau	Epaisseur	Retourner vers	Matériau structural	Variable
1	Limite de la couche principale	Couches au-dessus	0.0000			
2	Finition 2 [S]	isolateur et réservoir	0.0200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Isolant/Isol [I]	isolant thermique	0.0500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Formeur/ossature [L]	béton armé	0.1500	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Limite de la couche principale	Couches en dessous	0.0000			

-Composition des murs :

Famille: Mur de base
 Type: Bétonique - 70 cm 2
 Epaisseur totale: 0.3500
 Résistance (R): 8.443 (m²K)/W
 Masse thermique: 32.45 kJ/K

Exemple de hauteur: 6.0000

Cotes

COTE EXTERIEUR					
	Fonction	Matériau	Epaisseur	Recherchements	Matériau structurel
1	Limite de la couche primé	Couches au-dessus	0.0000		
2	Porteur/Cossature [..]	enduit ciment	0.0200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Isolant/Vide [3]	isolant thermique	0.1500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Porteur/Cossature [..]	mur en pierre	0.6500	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Porteur/Cossature [..]	enduit ciment	0.0200	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Limite de la couche primé	Couches en dessous	0.0000		

COTE INTERIEUR

-Type d'ouverture :

Fenêtre type 1 :

Renommer...

Paramètres du type

Paramètre	Valeur
Vitrage	Fenêtre - Vitrage
Lesées	Fenêtre - Cadre
Poignée	Fenêtre - Poignée
Fenêtre	Fenêtre - Cadre
Appui	Fenêtre - Appui
Cotes	
Hauteur	2.0000
Largeur	1.1000
Ep. Isolant	0.1000
Hauteur de la poignée	1.1000
Largeur brute	
Hauteur brute	
Propriétés analytiques	
Transmission de la lumière visible	0.610000
Coefficient d'apport thermique solaire	0.530000
Coefficient de transfert de chaleur (U)	1.5100 W/(m².K)
Construction analytique	triple vitrage - 1/4 po. d'épaisseur - verre énergétique/transparents/trais
Résistance thermique (R)	0.6620 m²K/W
Données d'identification	

Fenêtre type 2 :

Paramètres du type

Paramètre	Valeur
Vitrage	Fenêtre - Vitrage
Tapées	Fenêtre - Cadre
Poignée	Fenêtre - Poignée
Fenêtre	Fenêtre - Cadre
Appui	Fenêtre - Appui
Cotes	
Hauteur	0.6000
Largeur	1.1000
Ep. montant	0.1000
Hauteur de la poignée	1.1000
Largeur brute	
Hauteur brute	
Propriétés analytiques	
Transmission de la lumière visible	0.64000
Coefficient d'apport thermique solaire	0.53000
Coefficient de transfert de chaleur (U)	1.5330 W/m².K
Construction analytique	Triple vitrage 1/4 po. d'épaisseur verre énergie duo/transparent/transparent
Résistance thermique (R)	0.6525 (m².K)/W
Données d'identification	

Porte :

Rank:
 Type:

Paramètres du type

Paramètre	Valeur
Construction	
Condition	Extérieur
Termes du mur	Aucun
Type de construction	
Matériaux et finitions	
Poignée	RAL1002 - sans saole
Perçage	RAL1003 - Blanc saole
Cadre de porte	RAL1002 - sans saole
Cotes	
Hauteur	2.0400
Largeur	0.8000
Epaisseur	0.0500
Hauteur de la poignée	1.0000
Largeur brute	
Hauteur brute	
Propriétés analytiques	
Transmission analytique	0.65000
Coefficient d'apport thermique solaire	0.06000
Coefficient de transfert de chaleur (U)	0.36000

d-Lancement de la simulation :

Nous avons fait plusieurs simulations avec plusieurs variantes comme il a été illustré auparavant

Après le lancement des simulations, nous avons obtenu les résultats que nous présentons dans le prochain chapitre

Conclusion :

Dans ce chapitre nous a été question de présenter notre cas d'étude, le logiciel utilisé ainsi que la méthodologie suivie pour atteindre nos objectifs et répondre à la problématique de recherche.

Notre but est de démontrer le rôle de la fonction de notre cas « Minoterie Narbonne » qui est une friche industrielle dans le concept d'une nouvelle image de la ville par sa reconversion en une nouvelle fonction à vocation culturelle « un musée » Et étudier l'impact de l'isolation pour améliorer les performances énergétiques.

Bibliographie

- Benyahya soumya, mémoire master recherche, architecture et patrimoine « valorisation du patrimoine industriel concepts de réhabilitation en Algérie »
- Site autodesk : <https://www.autodesk.com/>
- Site internet de meteoblue
https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/modelclimate/alger_alg%C3%A9rie_2507480
- Site internet : dynova <http://www.dynova.fr/suivi.html>
- Site internet : <http://www.hussein-dey.com/ville/la-ville-New/Narbonne.htm>
- Site internet : https://www.google.dz/search?biw=1366&bih=613&tbm=isch&sa=1&ei=GywjWqyWFYPYwAKDsJqQBw&q=carte+g%C3%A9ographique+algerie+wilaya&oq=carte+g%C3%A9ographique+wilaya&gs_l=psy-

Analyse et discussion des résultats

Introduction

Dans ce présent chapitre, nous allons analyser et commenter les résultats obtenus lors des différentes simulations thermiques dynamiques faites au préalable.

Ceci va nous permettre d'appréhender le comportement thermique du bâtiment et l'impacte de la fonction et l'isolation sur les performances énergétiques de celui-ci.

III.1-Etape 1 : le changement de vocation

Pour la vérification de l'impact du changement de vocation avec les simulations du logiciel, pour cela nous allons procéder de la façon suivante :

Nous allons commencer par Etude thermique du bâtiment « cas d'étude » dans sa fonction initiale Usine puis refaire la même procédure pour une autre vocation à titre indicatif notre choix c'est porte sur une activité culturelle « un Musée »

A la suite des résultats obtenus, nous allons vérifier la relation de la fonction avec les performances énergétiques du bâtiment sans intervention « état des lieux ».

En fonction des résultats obtenus, nous allons proposer des solutions.

III.1.1 : Simulation du cas d'étude dans sa fonction initiale « Usine » :

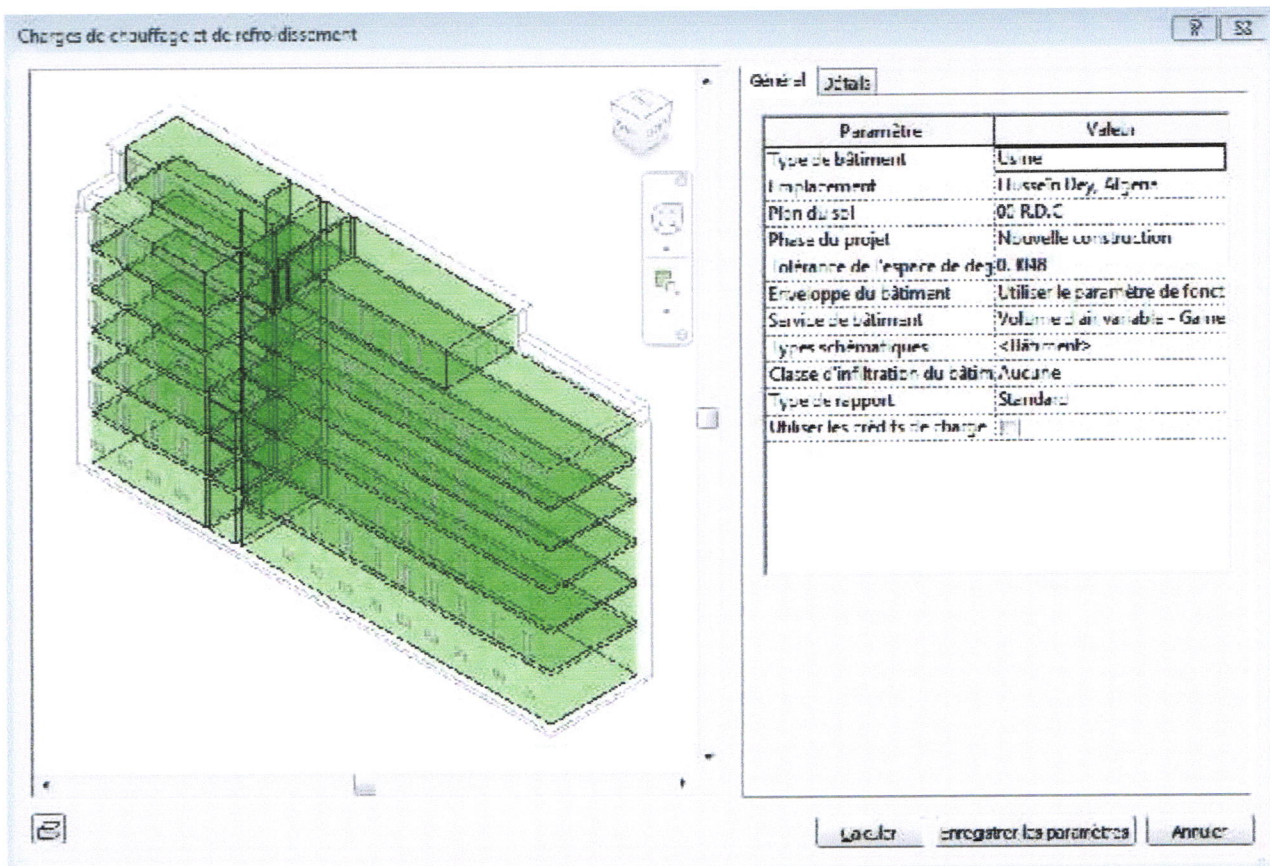


Figure 50 : Interface de revit analysis
Source : auteur (logiciel Revit 2018)

Après le lancement du calcul thermique nous avons obtenu les résultats suivants :

Building Summary

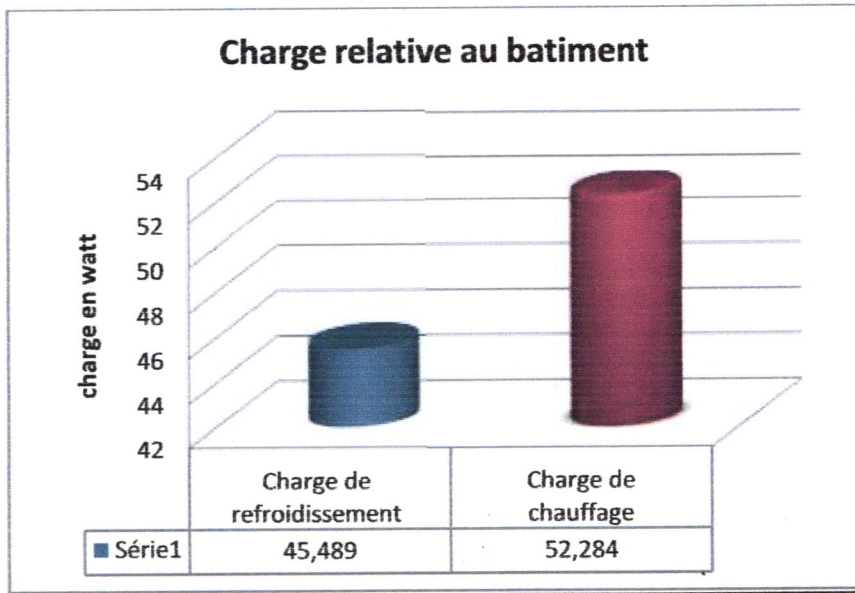
Paramètres	
Type de bâtiment	Usine
Surface (m²)	2272
Volume (m³)	7269,48
Résultats calculés	
Charge totale de refroidissement maximal (W)	158,451
Mois et heure du refroidissement maximal	Août 15:00
Charge perceptible de refroidissement maximal (W)	178,937
Charge latente de refroidissement maximal (W)	29,514
Capacité de refroidissement maximale (W)	138,451
Écoulement d'air de refroidissement maximal (L/s)	12,220,9
Charge de chauffage maximal (W)	66,812
Écoulement d'air de chauffage maximal (L/s)	37,744,5
Taux de contrôle	
Densité de la charge de refroidissement (W/m²)	69,75
Densité du flux de refroidissement (L/(s m²))	5,38
Flux / Charge de refroidissement (L/(s kW))	77,25
Surface / Charge de refroidissement (m²/kW)	14,34
Densité de la charge de chauffage (W/m²)	29,41
Densité du flux de chauffage (L/(s m²))	15,62

Composants	Refroidissement		Chauffage	
	Charges (W)	Pourcentage du total	Charges (W)	Pourcentage du total
Mur	17,565	11,09%	27,328	40,90%
Fenêtre	26,344	16,63%	22,610	33,84%
Porte	1,580	1,00%	1,346	2,01%
Toit	0	0,00%	0	0,00%
Lucarne	0	0,00%	0	0,00%
Cloison	0	0,00%	0	0,00%
Infiltration	0	0,00%	0	0,00%
Ventilation	30,378	19,17%	14,528	21,74%
Fraisage	24,415	15,41%		
Puissance	41,310	26,08%		
Personnes	13,349	8,42%		
Plénum	0	0,00%		
Radiateur-ventilateur	3,501	2,21%		
Rechauffage	0	0,00%		
Total	158,451	100%	66,812	100%

Figure 51: Résultat de la note de calcul
Source : auteur (logiciel Revit 2018)

D'après la note de calcul obtenue de Revit celle-ci nous permis de constater que les charges Evaluées se divisent en deux : les charges relatives à l'enveloppe du bâtiment. Et celles relatives au bâtiment en activité.

1 les charges de l'enveloppe du bâtiment :

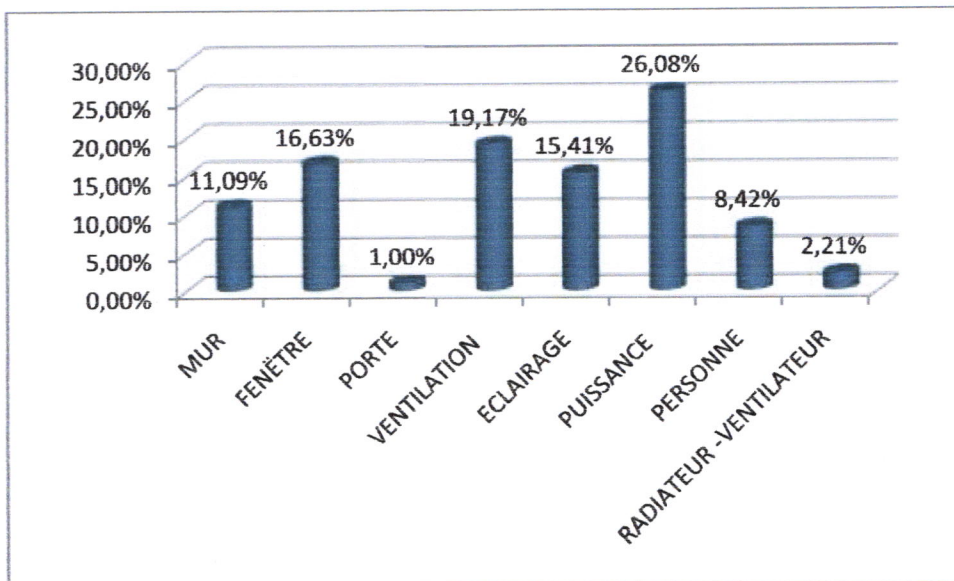


Histogramme 1 : Evaluation des charges relative à l'enveloppe du bâtiment

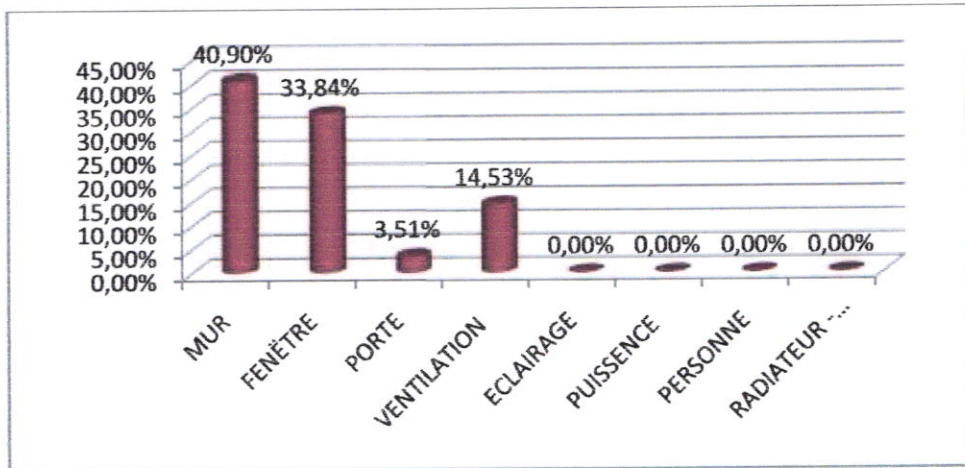
D'après les résultats obtenus nous constatons que les charges relatives au chauffage sont plus importantes que celle du refroidissement.

2-les charges du bâtiment en activité :

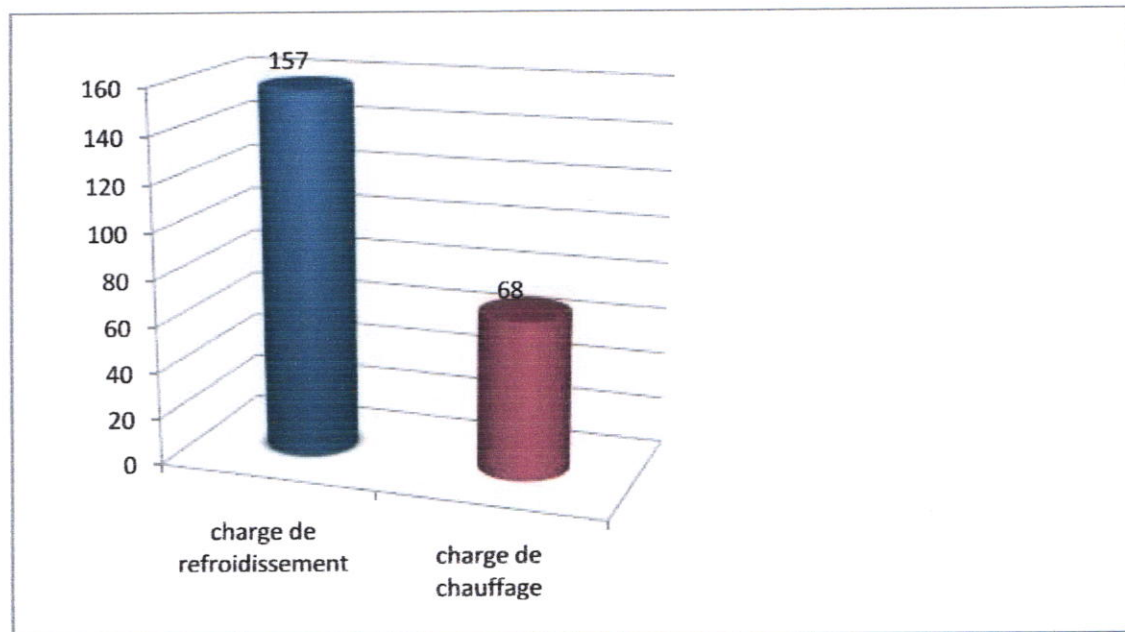
Représentées par les histogrammes suivant:



Histogramme 2 : Evaluation des charges de refroidissement des composants du bâtiment



Histogramme 3 : Evaluation des charges du chauffage des composants du bâtiment



Histogramme 4 : Evaluation des charges du bâtiment en refroidissement et chauffage

D'après les résultats obtenus, nous constatons que les charges relatives au refroidissement sont plus importantes que celles du chauffage.

Synthèse :

D'après la comparaison des résultats nous constatons que la différence entre les deux cas site au préalable est influencée par l'activité à l'intérieur du bâtiment car nous remarquons que les composantes : éclairage, puissance, utilisateurs et ventilation sont des sources de chaleur ce sont ces facteurs qui influencent sur la charge de refroidissement du bâtiment.

- **Résultat de la simulation 1 état des lieux avec une nouvelle fonction**



Figure 52: Résultat de la simulation 1
Source : auteur (logiciel Revit 2018)

- **Interprétation des résultats :**

Après avoir évalué les charges du bâtiment et après les résultats de la simulation sur revit 2018 représenté sur la figure 52 suivante, la consommation énergétique est évaluée a $140\text{kwh/m}^2/\text{an}$ dans sa fonction initiale d'après la RT2012

Article R 4223-13 :“Les locaux fermés affectés au travail sont chauffés pendant la saison froide. Le chauffage fonctionne de manière à maintenir une température convenable et à ne donner lieu à aucune émanation délétère.”¹

Article R 4213-7 : Précise qu'il faut adapter la température en fonction des méthodes de travail et des contraintes physiques supportées par les travailleurs.²

Mais aussi il faut adapter la température en fonction de la méthode de travail et des contraintes physiques supportées par les travailleurs.

Nous proposons pour la simulation suivante le changement d'activité, afin d'évaluer le rôle de la fonction dans la consommation énergétique des bâtiments.

¹ Site internet : <http://www.france-air.com/nos-services/regle-de-lartreglementation/chauffage-des-locaux-industriels/chauffage-des-locaux-industriels-66/>

² Site internet : <http://www.france-air.com/nos-services/regle-de-lartreglementation/chauffage-des-locaux-industriels/chauffage-des-locaux-industriels-66/>

III.1.2 : Simulation du cas d'étude dans sa nouvelle vocation « Musée » :

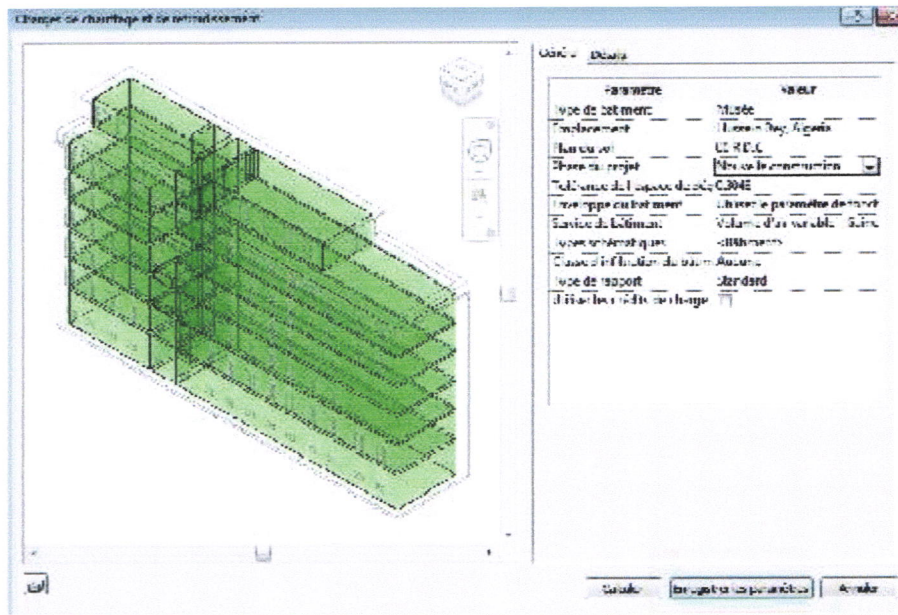


Figure 53 : Interface de revit analysis
Source : auteur (logiciel Revit 2018)

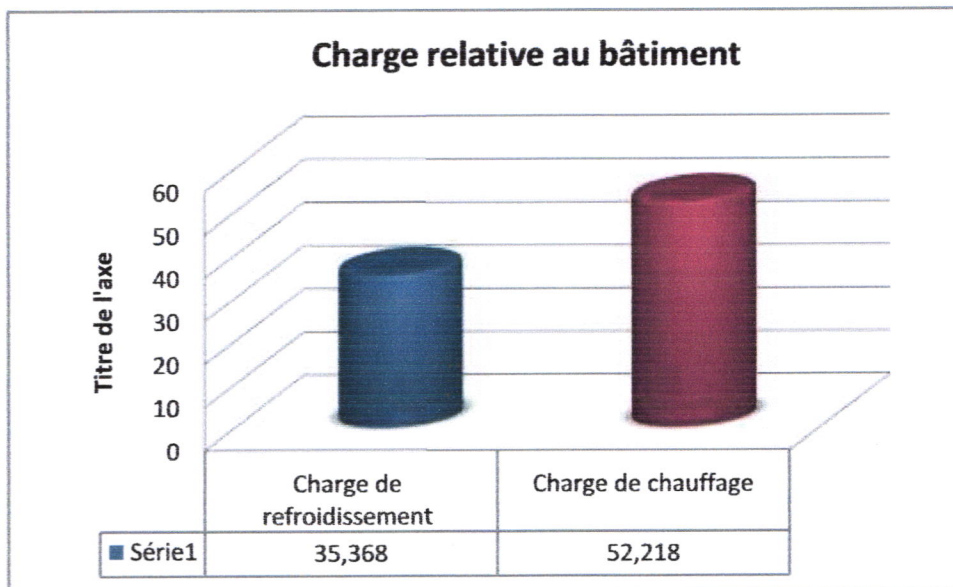
Après le lancement du calcul thermique, nous avons obtenu les résultats suivants

Building Summary

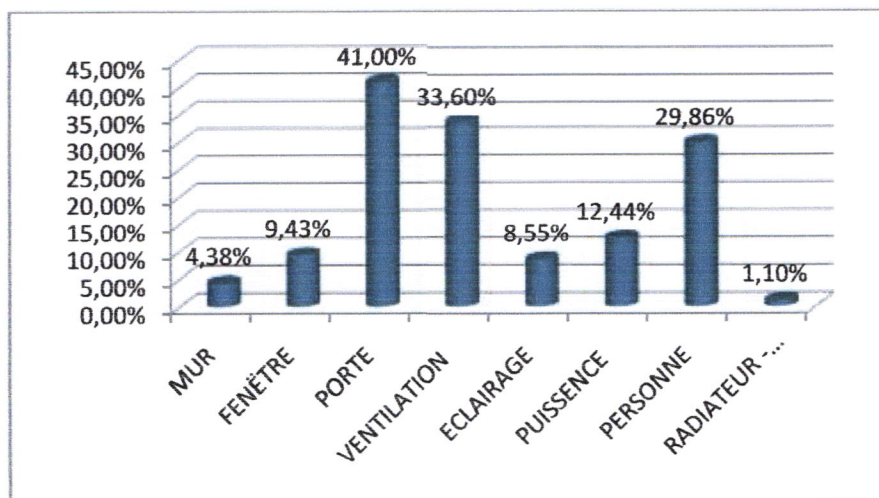
Principaux	
Type de bâtiment	Musée
Surface (m²)	2,272
Volume (m³)	7,393,08
Résultats calculés	
Charge totale de refroidissement maximal (W)	749,709
Mois et heure du refroidissement maximal	Avr: 15:00
Charge perceptible de refroidissement maximal (W)	164,433
Capacité latente de refroidissement maximal (W)	89,776
Capacité de refroidissement maximale (W)	249,209
Écoulement d'air de refroidissement maximal (l/s)	7,6978
Charge de chauffage maximal (W)	131,124
Écoulement d'air de chauffage maximal (L/s)	3,7209
Taux de contrôle	
Densité de la charge de refroidissement (W/m²)	109.99
Densité du flux de refroidissement (L/(s·m²))	3.12
Flux / Charge de refroidissement (L/s·kW)	28.42
Surface / Charge de refroidissement (m²/kW)	9.12
Densité de la charge de chauffage (W/m²)	57.72
Densité du flux de chauffage (L/s·m²)	1.64

Composants	Refroidissement		Chauffage	
	Charges (W)	Pourcentage du total	Charges (W)	Pourcentage du total
Mur	10,852	4,75%	77,159	70,77%
Fenêtre	23,501	9,43%	22,703	17,31%
Porte	1,015	0,41%	2,315	1,79%
Toit	0	0,00%	0	0,00%
Lucarne	0	0,00%	0	0,00%
Cloison	0	0,00%	0	0,00%
Infiltration	0	0,00%	0	0,00%
Ventilation	84,580	33,86%	78,935	59,18%
Eclairage	21,512	8,55%		
Puissance	31,000	12,44%		
Personnes	74,417	29,86%		
Pisum	0	0,00%		
Radiateur-ventilateur	2,131	1,11%		
Réchauffage	0	0,00%		
Total	240,209	100%	131,124	100%

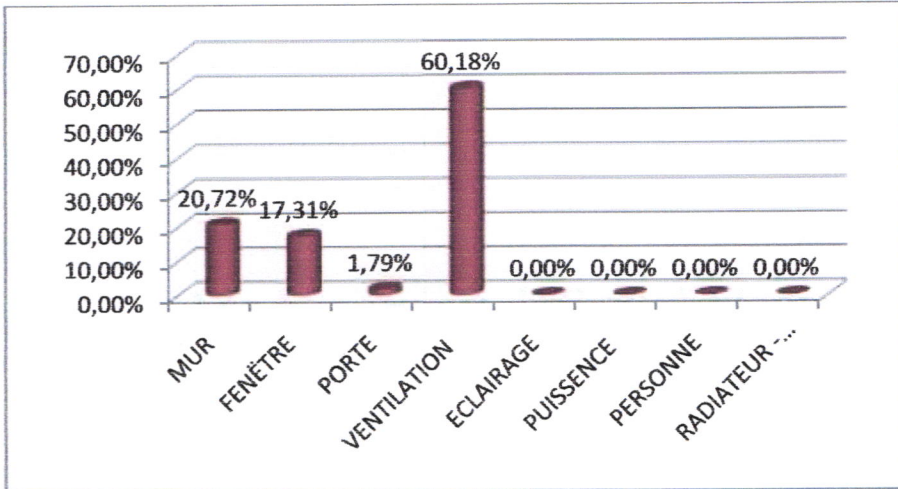
Figure 54: Résultat de la note de calcul
Source : auteur (logiciel Revit 2018)



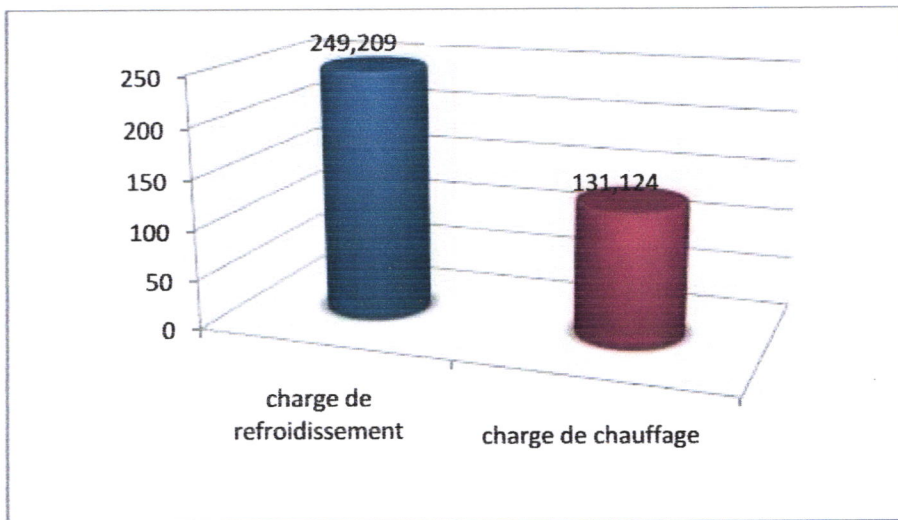
Histogramme5 : Evaluation des charges relatives à l'enveloppe du bâtiment



Histogramme 6 : Evaluation des charges de refroidissement des composants du bâtiment



Histogramme 7 : Evaluation des charges du chauffage des composants du bâtiment



Histogramme 8 : Evaluation des besoins en chauffage et climatisation

Synthèse :

Nous constatons que les charges relatives à la climatisation sont plus élevées par rapport au charge de chauffage comme il a été démontré sur la figure ci-dessus.

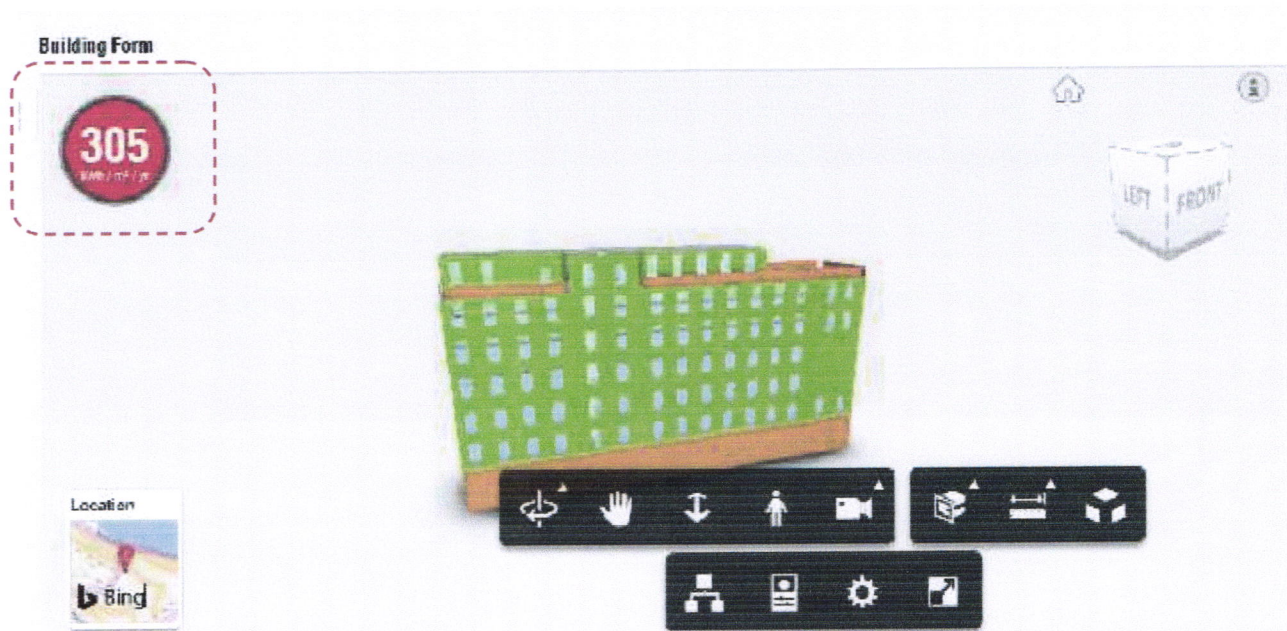


Figure 55: Résultat de la simulation 2.

Source : auteur (logiciel Revit 2018)

- **Interprétation des résultats :**

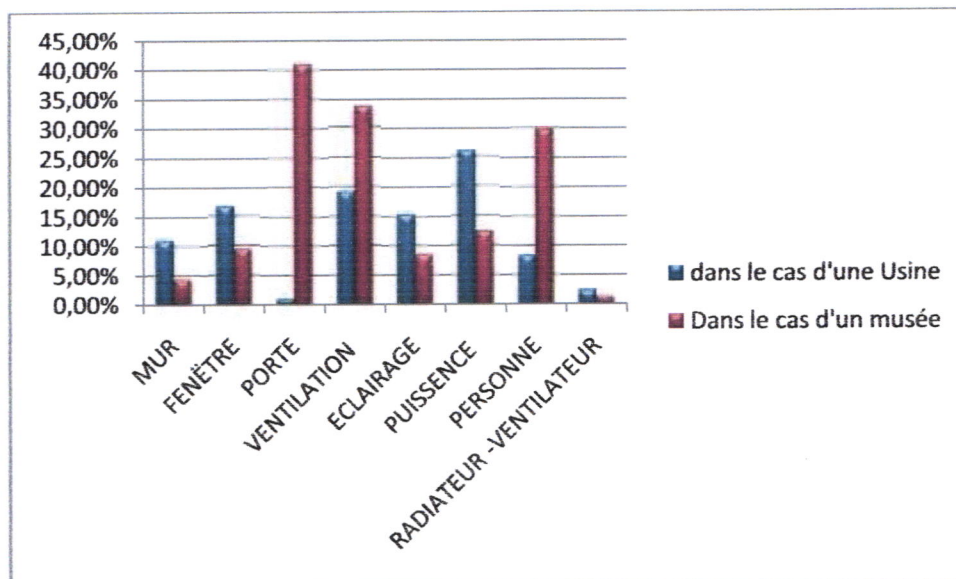
Après avoir évalué les charges du bâtiment la simulation sur revit 2018, nous a permis d'avoir la consommation énergétique annuelle de 305kwh/m²/an. Après changement d'activité on a constaté une augmentation de la consommation énergétique cela peut être justifié par la nature de l'activité en question et ses besoins

Car dans le cas d'un Musée d'après GILLES PACAUD, conservateur du muséum d'histoire naturelle d'Autun « l'humidité et la température sont des facteurs de confort des visiteurs mais, surtout leur excès entraînent la destruction des collections, destruction qui peut être très rapide, de l'ordre de quelle que jour, les effets en sont visibles fente, de sécheresse, gauchissement, moisissures, efflorescences.... »³ Et afin d'éviter cet excès le traitement de l'aire et l'isolation du bâtiment devient une obligation non pas une éventuelle possibilité

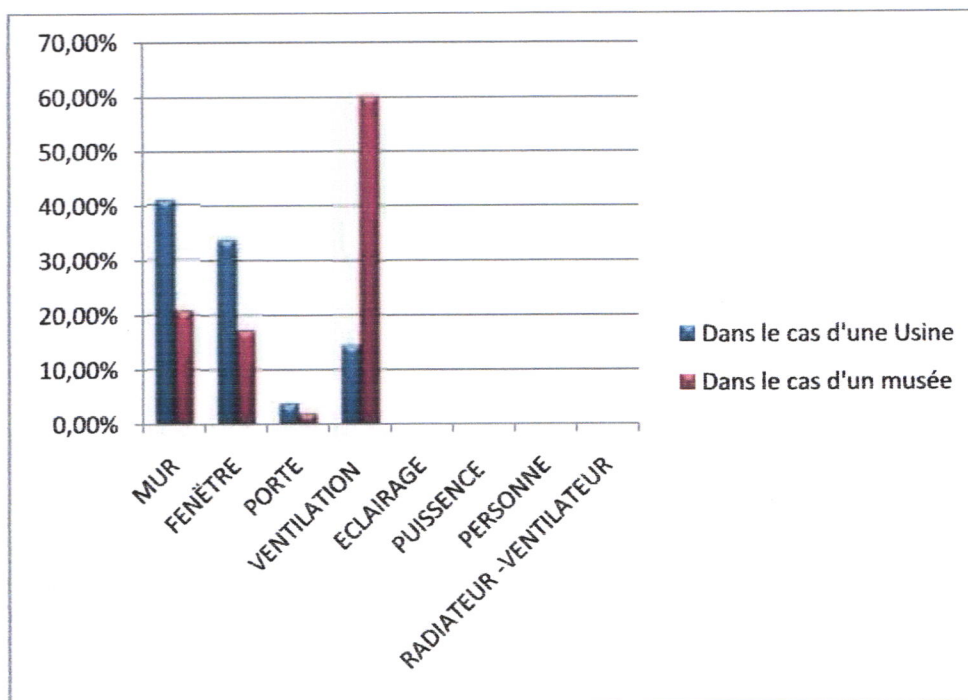
Ce qui justifie l'augmentation de la consommation d'énergie.

³GILLES PACAUD, conservateur du muséum d'histoire naturelle d'Autun : [http://doc.ocim.fr/LO/LO001/LO1\(1\)-P.PDF](http://doc.ocim.fr/LO/LO001/LO1(1)-P.PDF)

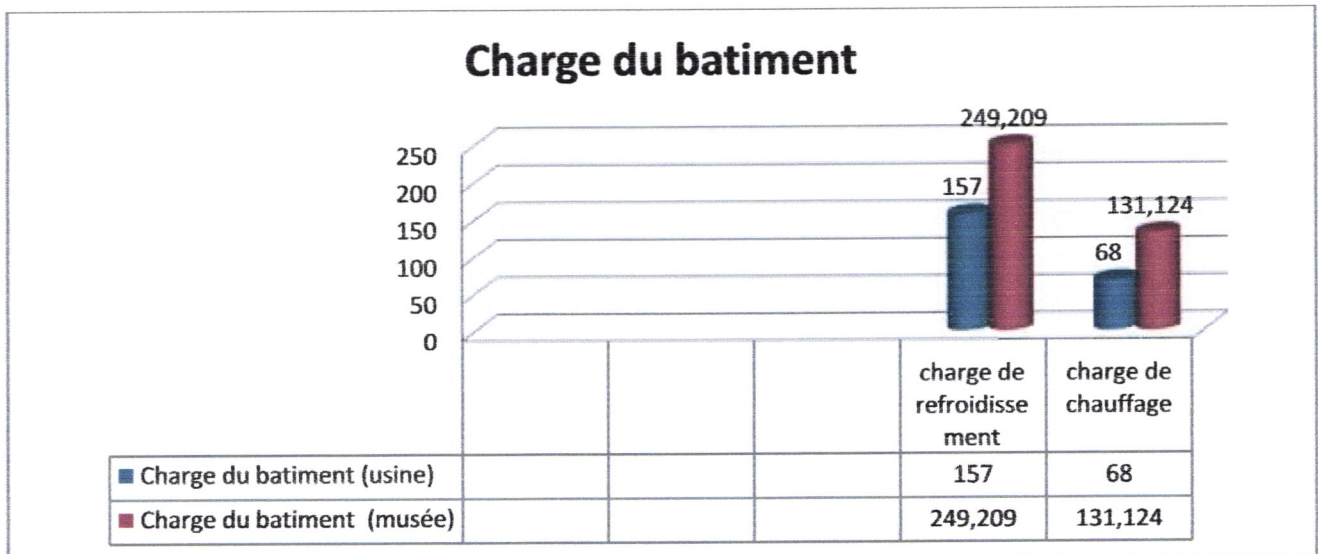
Synthèse de comparaison :



Histogramme 9 : Comparaison entre les charges de refroidissement des composants de ce bâtiment

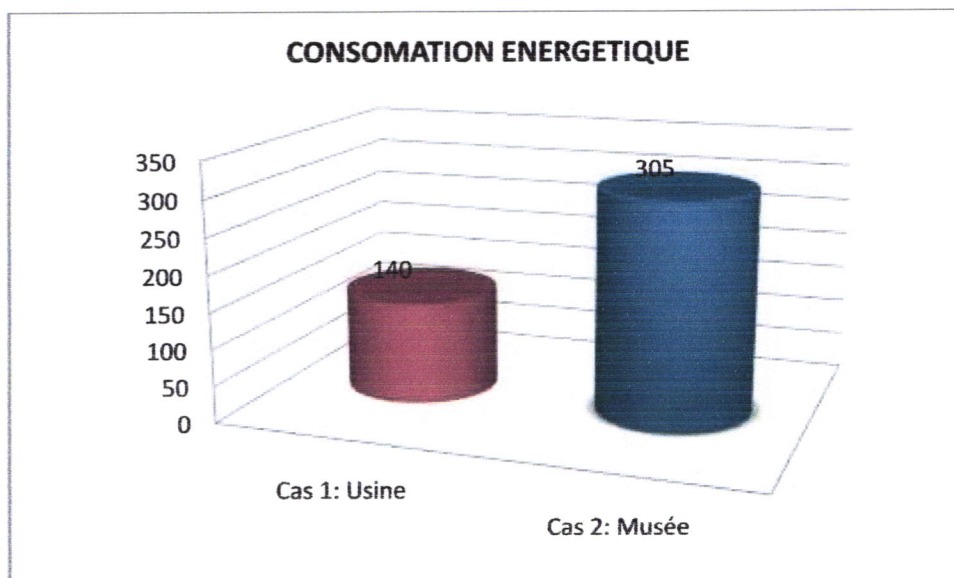


Histogramme 10 : Comparaison entre les charges du chauffage des composants de ce bâtiment



Histogramme 11 : évaluation des charges entre les deux vocations

D'après les résultats obtenus des simulations nous pouvons comparer entre la consommation énergétique de ce bâtiment avec ses deux variantes.



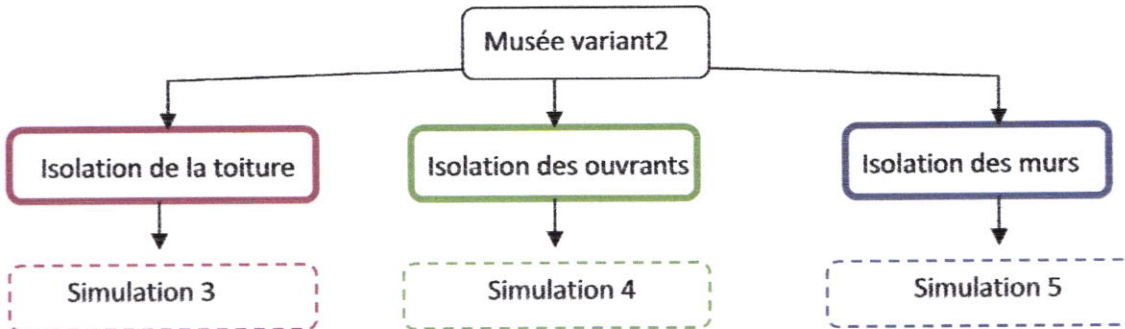
Histogramme 12 : Evaluation de la consommation d'énergie entre les deux fonctions

D'après la comparaison des résultats obtenus présentes par les deux fonctions sur le même bâtiment. Nous constatons que la consommation énergétique a augmenté considérablement dans le cas de la nouvelle fonction

Nous pouvons donc dire que le changement de fonction a une relation sur la consommation énergétique car dans notre cas la consommation énergétique à doubler. Dans ce cas il est nécessaire de faire d'autres simulation en intégrant l'isolation thermique afin de réduire la consommation énergétique.

III.2-Etape 2 : Essai d'amélioration de la consommation énergétique

Pour améliorer la consommation énergétique du bâtiment après sa reconversion en musée en fonction des résultats obtenus, nous avons opté pour une isolation thermique comme suit :



L'isolant utilisé est la laine de chanvre pour ses caractéristiques quant peut voir Annexe n°1 du mémoire

III.2.1 : Simulation 3 avec renforcement de l'isolation de la toiture :

Dans cette étape, nous allons renforcer l'isolation sur 3 points comme suit :

Plancher sous sol :

Famille: sol
 Type: S3-3
 Coefficient de transmission thermique: 1,3611 (Par défaut)
 Résistance (R): 1,5675 (m²K)/W
 Masse thermique: 25,30 (kJ/K)

Couche:

	Fonction	Matériau	Épaisseur	Retourner en haut	Matériau structural	Variante
1	Limite de la couche principale	Couches au-dessus	0,0000			
2	Finition 2 [S]	carrelage	0,0010		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Finition 1 [H]	chape ciment	0,0200		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Isolant/Vide [I]	isolant thermique	0,0700		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Fondus/Ossature [L]	beton armé	0,1500		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Isolant/Vide [I]	MAISON / laine de chanvre	0,1000		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Limite de la couche principale	Couches en dessous	0,0000			

Plancher terrasse :

Famille: sol
 Type: S3-3 terrasse
 Coefficient de transmission thermique: 2,4346 (Par défaut)
 Résistance (R): 4,9288 (m²K)/W
 Masse thermique: 12,91 (kJ/K)

Couche:

	Fonction	Matériau	Épaisseur	Retourner en haut	Matériau structural	Variante
1	Limite de la couche principale	Couches au-dessus	0,0000			
2	Finition 2 [S]	carrelage	0,0010		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Finition 1 [H]	Sol en béton avec copeau	0,0100		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Isolant/Vide [I]	isolant thermique	0,1500		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Fondus/Ossature [L]	beton armé	0,2000		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Limite de la couche principale	Couches en dessous	0,0000			

La toiture :

Fenêtré: Sol
 Type: toit
 Epaisseur totale: 0.2700 (Par défaut)
 Résistance (R): 0.8340 (1.240)/W
 Masse thermique: 11.4511/W

Couche

	Fonction	Matériau	Epaisseur	Ressources	Moyens animaux	Variable
1	Limite de la couche principale	Couche en dessous	0.0000			
2	Finition 2 [E]	Écandateur et vapeur	0.0200			
3	Isolation [Wde [z]	isolant thermique	0.1150			
4	Poutre/Contre-Plancher	bois armé	0.1500			
5	Limite de la couche principale	Couche en dessous	0.0000			

Résultat de la simulation 3 :



Figure 56: Résultat de la simulation 3.

Source : auteur (logiciel Revit 2018)

• **Interprétation des résultats :**

Après renforcement de l'isolation du bâtiment aux niveaux toiture, plancher, terrasse et sous sol, la simulation sur revit 2018 nous a permis d'avoir la consommation énergétique annuelle de 283kwh/m²/an

De ce fait on constate que la consommation énergétique est moins importante

III.2.2 : Simulation 4 avec renforcement de l'isolation des ouvrants :

Dans cette étape, nous allons renforcer l'isolation sur 2 points comme suit :

Les fenêtres le changement de type:

Type1 :

Paramètres du type		Renommer...
Paramètre	Valeur	
Vitrage	Fenêtre - Vitrage	
Tapées	Fenêtre - Cadre	
Poignée	Fenêtre - Poignée	
Fenêtre	Fenêtre - Cadre	
Appui	Fenêtre - Appui	
Cotes		
Hauteur	2.200	
Largeur	1.1000	
Ep. isolant	0.1000	
Hauteur de la poignée	1.1000	
Largeur brute		
Hauteur brute		
Propriétés analytiques		
Transmission de la lumière visible	0.840000	
Coefficient d'apport thermique solaire	0.520000	
Coefficient de transfert de chaleur (U)	1.5710 W/(m²K)	
Construction analytique	1-pile vitrage - 1/4 po. d'épaisseur - verre énergétique/transparent/transp	
Résistance thermique (R)	0.6353 (m²K)/W	
Données d'identification		

Type2 :

Paramètres du type		
Paramètre	Valeur	
Vitrage	Fenêtre - Vitrage	
Tapées	Fenêtre - Cadre	
Poignée	Fenêtre - Poignée	
Fenêtre	Fenêtre - Cadre	
Appui	Fenêtre - Appui	
Cotes		
Hauteur	0.6000	
Largeur	1.1000	
Ep. isolant	0.1000	
Hauteur de la poignée	1.1000	
Largeur brute		
Hauteur brute		
Propriétés analytiques		
Transmission de la lumière visible	0.640000	
Coefficient d'apport thermique solaire	0.530000	
Coefficient de transfert de chaleur (U)	1.5330 W/(m²K)	
Construction analytique	Triple vitrage - 1/4 po. d'épaisseur - verre énergétique/transparent/transp	
Résistance thermique (R)	0.6523 (m²K)/W	
Données d'identification		

Les portes : le changement de type de porte

Niveau:
 Vue:

Paramètres du type

Paramètre	Valeur
Construction	
Fonction	Extérieur
Température du mur	Aucun
Type de construction	
Matériaux et finitions	
Poignée	R/ALUD2-sans sable
Parquet	R/ALUD2-Clanc sable
Cadre de porte	R/ALUD2-sans sable
Cotes	
Hauteur	2.0400
Largeur	0.9000
Épaisseur	0.0500
Hauteur de la poignée	1.0000
Largeur de la poignée	
Hauteur de la poignée	
Propriétés analytiques	
Conductivité thermique	0.030000
Capacité thermique volumique	1600.0000
Coef. de diffusion de la vapeur d'eau	0.000000
Coef. de diffusion de la chaleur	0.000000

Résultat de la simulation 4 :



Figure 57: Résultat de la simulation 4.

Source : auteur (logiciel Revit 2018)

• **Interprétation des résultats :**

Après renforcement de l'isolation du bâtiment au niveau ouvrant, la simulation sur revit 2018 nous a permis d'avoir la consommation énergétique annuelle de 205kwh/m²/an

On constate, que la consommation énergétique est moins importante que celle obtenus lors des simulations précédentes.

III.2.3 : Simulation 5 avec renforcement de l'isolation des murs:

Dans cette étape nous allons renforcer l'isolation sur les murs extérieurs

Famille: Mur de base
 Type: Réfrigré -70 mm 2
 Epaisseur totale: 0.5500
 Résistance (Ri): 8,44E (m²K)/W
 Masse thermique: 36,49 kJ/K

Exemple de hauteur: 6.0000

Couche(s)

		COTE EXTERIEUR				
	Fonction	Matériau	Epaisseur	Retour à zéro	Matériau structurel	
1	Limite de la couche princ	Couche au-dessus	0.0000			
2	Porteur/Cssature [2]	enduit ciment	0.0200			
3	Isolant/Vide [3]	isolant thermique	0.1500			
4	Porteur/Cssature [1]	mur en pierre	0.6500		<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Porteur/Cssature [2]	enduit ciment	0.0300			
6	Limite de la couche princ	Couche en-dessous	0.0000			

COTE INTERIEUR

Insérer Supprimer Modifier Descendre

Lancement de la simulation :

Résultat de la simulation 5 :

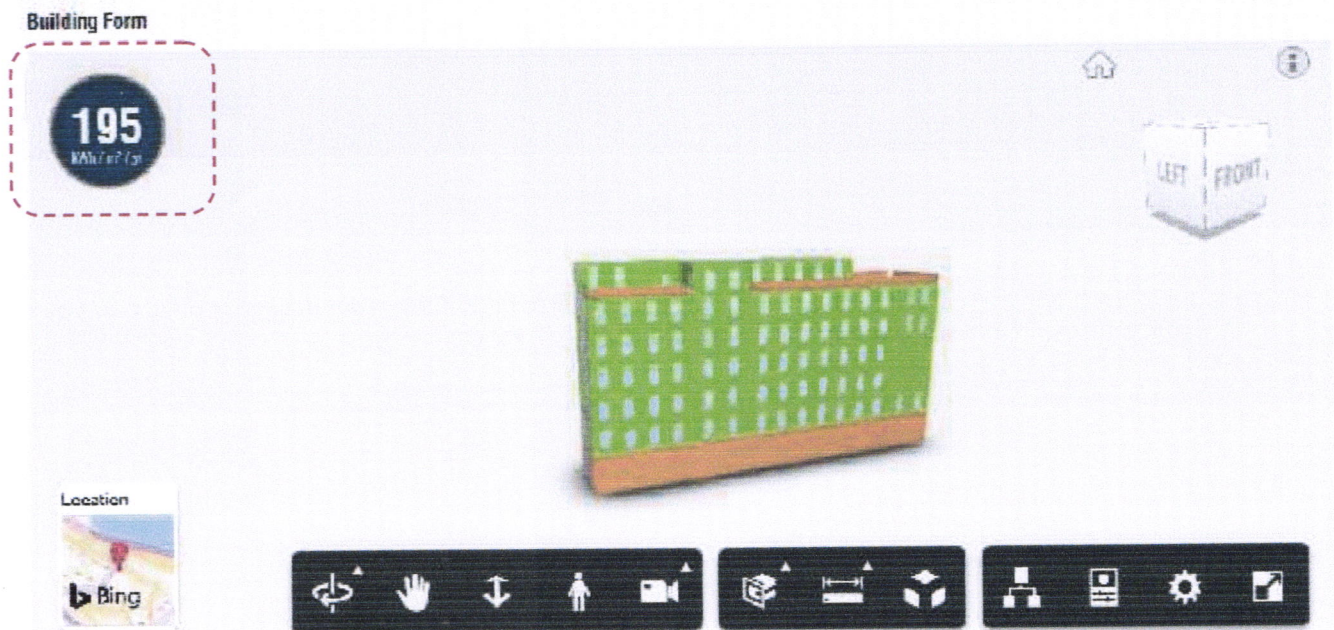


Figure 58: Résultat de la simulation 5.

Source : auteur (logiciel Revit 2018)

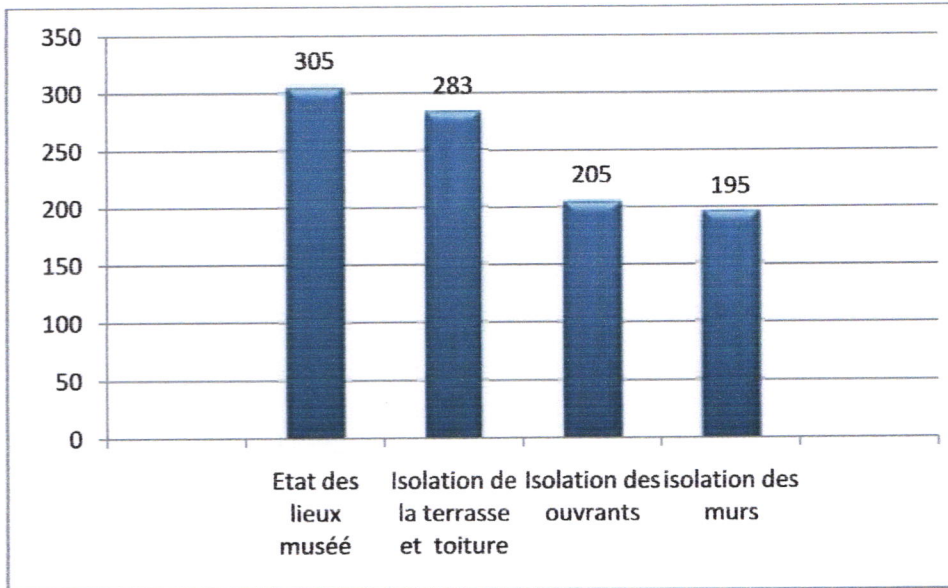
- **Interprétation des résultats :**

Après renforcement de l'isolation du bâtiment au niveau ouvrant, la simulation sur revit 2018 nous a permis d'avoir la consommation énergétique annuelle de 195kwh/m²/an

Nous constatons que la consommation énergétique est moins importante que celle obtenu lors de la simulation précédente.

Synthèse :

Nous avons tenté d'améliorer la consommation énergétique de notre cas d'étude par étape à savoir l'amélioration de l'isolation des plancher, sous sol, terrasse et toiture, puis le changement des ouvrants et finalement des murs.



Histogramme 13 : Evaluation de la consommation d'énergie après chaque renforcement « isolation »

Selon la classification des diagnostics de performance énergétique obtenue par les simulations précédentes

Niveaux	Logement	Tertiaire		
		Usage principal de bureau, d'administration ou d'enseignement	à occupation continue (hôpitaux, hôtels, internats, maisons de retraite, etc.)	Autres bâtiments non mentionnés dans les deux précédents cas
A	≤ 50	≤ 50	≤ 100	≤ 30
B	51 à 90	51 à 110	101 à 210	31 à 90
C	91 à 150	111 à 210	211 à 370	91 à 170
D	151 à 230	211 à 350	371 à 580	171 à 270
E	231 à 330	351 à 540	581 à 830	271 à 380
F	331 à 450	541 à 750	831 à 1 130	381 à 510
G	451 <	751 <	1 131 <	511 <

Synthèse des références énergétiques

Niveaux	Bâtiments tertiaire	simulation 2	simulation 3	simulation 4	simulation 5
A	30				
B	31 à 90				
C	91 à 170				
D	171 à 270			205	195
E	270 à 380	305	283		
F	381 à 510				
G	plus que 510				

Il en résulte que la meilleure manière d'atteindre une efficacité optimale est d'améliorer les 3 variantes simultanément. Pour cela, une autre simulation s'avère nécessaire.

III.2.4 : Simulation 6 avec renforcement de l'isolation de l'enveloppe extérieure du bâtiment:

Dans cette étape, nous allons renforcer l'isolation des murs et planchers extérieurs ainsi que les ouvrants

Résultat de la simulation :

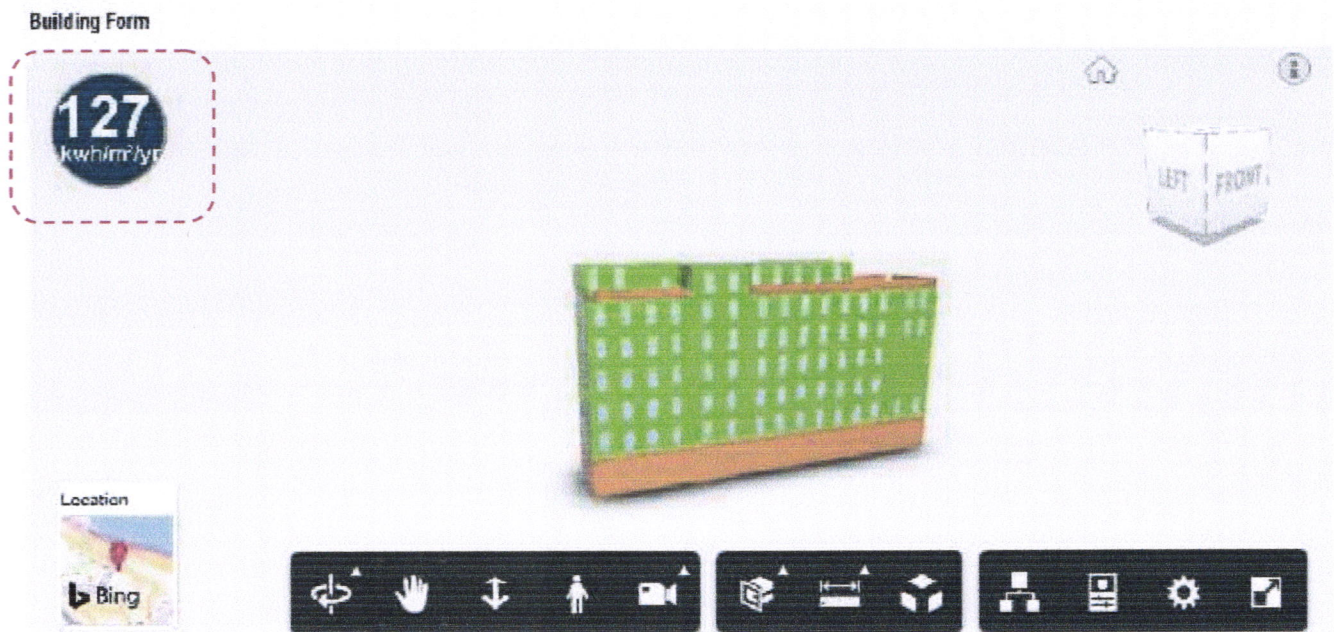


Figure 59: Résultat de la simulation 5.

Source : auteur (logiciel Revit 2018)

• **Interprétation des résultats :**

Après renforcement de l'isolation du bâtiment au niveau des ouvrants la simulation sur revit 2018 nous a permis d'avoir une consommation énergétique annuelle de 127kwh/m²/an