UCLouvain

LOCI Bruxelles Louvain-la-Neuve Tournai

Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme

Combiner patrimoine et rénovation énergétique : le cas des maisons ouvrières

Auteure : **Lucie DECONNINCK**
Promoteur·rices : **Dorothée STIERNON, Geoffrey VAN MOESEKE**
Assesseure : **Morgane BOS**
Lecteur : **Thomas LECLERCQ**
Année académique 2022-2023
Master : ingénieur civil et architecte à finalité spécialisée

REMERCIEMENTS

Ce travail a pu voir le jour grâce au suivi et aux conseil précieux de mes deux promoteurs et de mon asseseure. Je remercie donc grandement Dorothée Stiernon, Geoffrey Van Moeseke et Morgane Bos pour leur disponibilité et leur encadrement tout au long de l'année.

Je remercie également Thomas Leclercq d'avoir directement accepté d'être mon lecteur et du temps pour la lecture de ce travail.

Je tiens à remercier Dominique Kisspap, Dino Perger et tout particulièrement Sonia Coorens de m'avoir ouvert les portes de leur maison et de m'avoir permis de la visiter à chaque fois que j'en avais besoin.

Je remercie aussi Anne-Catherine Rizzo et Philippe Coupain de m'avoir donner l'accès à leurs projets, qui m'a aidé dans l'avancement de mon travail.

Je remercie au même titre Christophe Hubin qui m'a permis de l'assister pour des audits énergétiques, qui a pris le temps de m'expliquer leur fonctionnement et qui m'a partagé quelques uns de ses rapports.

Je remercie Francesco Bellazecca qui a pris de son temps pour m'expliquer comment utiliser le logiciel de certification, qui m'a été très utile dans l'élaboration de ce travail.

Aussi, je tiens à remercier Basile pour sa présence, sa relecture et ses conseils d'écriture.

Enfin, je tiens tout particulièrement à remercier Catherine Dujeu qui a été présente pour moi pendant ces cinq ans d'étude. Merci pour son soutien inconditionnel, son aide, ses conseils avisés et de l'intérêt porté à mon travail. Merci d'avoir été là à chaque fois que j'en avais besoin, ces études n'auraient pas été pareilles sans elle.

ABSTRACT

Dans le contexte climatique actuel, des exigences sur la performance énergétique des bâtiments ont été mises en place par l'Europe, sur lesquels la Wallonie s'est alignée. L'objectif de ces dernières est d'arriver à élever le label PEB moyen de l'ensemble du parc bâti, vers un label A d'ici 2050, en commençant par rénover les bâtiments anciens, qui sont les moins performants.

Dans le parc bâti ancien, la maison ouvrière est encore aujourd'hui largement représentée. Véritables traces de l'histoire de l'industrialisation, ces maisons portent des valeurs historiques et culturelles incontestables et constituent donc un patrimoine à protéger. Ce travail de recherche démontre que les valeurs patrimoniales de la maison ouvrière sont mises en péril dans les rénovations énergétiques actuelles.

Ainsi, il questionne la possibilité d'assurer le respect des éléments patrimoniaux de la maison ouvrière dans le cas de rénovations à haute ambition énergétique. Afin d'y répondre, deux objectifs principaux sont poursuivis. Le premier consiste en la compréhension et l'analyse de la maison ouvrière afin d'identifier ses valeurs patrimoniales. Le deuxième consiste en l'établissement de scénarios d'intervention, visant à protéger ces valeurs tout en essayant d'atteindre un label PEB élevé.

Les résultats obtenus démontrent qu'il est possible de trouver des interventions respectueuses des éléments patrimoniaux qui permettent d'augmenter les performances énergétiques des maisons ouvrières, mais qui n'atteignent cependant pas les exigences imposées par la Wallonie. Si le souhait est de les atteindre, il est nécessaire de renoncer à certaines valeurs patrimoniales.

Les différents scénarios proposent donc différentes stratégies dont il est possible de s'inspirer dans les rénovations futures pour maintenir certaines caractéristiques.

In the current climate, Europe has introduced requirements on the energy performance of buildings, which Wallonia has aligned itself with. The aim is to raise the average EPB label for the entire building stock to an A label by 2050, starting with the renovation of older buildings, which are the least efficient.

Among the older building stock, working-class houses are still widely represented. These houses, which bear witness to the history of industrialisation, have undeniable historical and cultural values, and are therefore part of the heritage that should be protected. This research shows that the heritage values of working-class houses are being jeopardised by current energy renovations.

It therefore raises the question of how to ensure that the heritage features of the workers' house are respected in the case of high-energy-ambition renovations. In order to answer this question, two main objectives are being pursued. The first is to understand and analyse the working-class house in order to identify its heritage values. The second is to establish intervention scenarios aimed at protecting these values while trying to achieve a high EPB label.

The results obtained show that it is possible to find interventions that respect the heritage elements and increase the energy performance of workers' housing, but that do not meet the requirements imposed by Wallonia. If the aim is to meet these requirements, certain heritage values will have to be sacrificed.

The different scenarios therefore propose different strategies that can be used as inspiration in future renovations to maintain certain characteristics.

0. TABLES

0.1. TABLE DES MATIÈRES

0. TABLES 7
0.1. Table des matières 7
0.2. Table des figures 10
0.3. Table des tableaux 14
1. INTRODUCTION 17
2. CONSTAT SOCIÉTAL 20
2.1. Crise climatique 20
2.2. Crise énergétique européenne 20
2.3. Objectifs wallons 21
2.4. Performances énergétiques du logement wallon 23
2.5. Maison ouvrière, un enjeu 24
3. ÉTAT DE L'ART 28
3.1. Rénovation énergétique du patrimoine 28
3.2. Évaluation du patrimoine bâti 30
3.3. Rénovation énergétique du bâti d'avant-guerre 31
4. QUESTION DE RECHERCHE 33
4.1. Problématique 33
4.2. Question 33
4.3. Sous-questions 33
5. HYPOTHÈSES 34
5.1. Hypothèses de recherche 34
5.2. Hypothèses de travail 34
6. MÉTHODE 35
7. CAS D'ÉTUDE 38
7.1. Cas d'étude de référence 38
7.1.1. Présentation générale 38

7.1.2. Performances énergétiques actuelles 47
7.2. Autres cas d'étude 48
7.2.2. Maisons voisines 48
7.2.3. Maisons soumises à audits énergétiques 48
7.2.3. Maisons rénovées en logements sociaux 49
8. MAISON OUVRIÈRE 50
8.1. Apparition 50
8.2. Caractéristiques 50
8.3. Valeurs patrimoniales identifiées 53
8.4. Analyse de rénovation de maisons ouvrières 64
8.4.2. Projet de rénovation énergétique de 29 logements, Erquelinnes 66
8.4.3. Rénovations énergétiques sur base d'audit, Wallonie 68
8.4.4. Projet de rénovation en logements sociaux, Monceau-sur-Sambre 70
8.5. Problématique 71
8.6. Conclusion 72
9. SCÉNARIOS SUR LE CAS D'ÉTUDE 73
9.1. Mesures mises en place 73
9.1.1. Isolation des toitures en pente 74
9.1.2. Isolation des toitures plates 75
9.1.3. Isolation des murs 75
9.1.4. Isolation des planchers 77
9.1.5. Modification des ouvertures 77
9.1.6. Système de ventilation 78
9.1.7. Système de chauffage 80
9.1.8. Système d'eau chaude sanitaire 80
9.1.9. Auxiliaires 80
9.1.10. Installation solaire photovoltaïque 81
9.1.11. Installation solaire thermique 81
9.2. Scénarios 81
9.3. Détail des scénarios 84
9.4. Critique de l'outil PACE 160
10. RÉSULTATS 161
10.1. Analyse des résultats 161

10.2. Critique des résultats 162
10.3. Démarches de rénovations 162
11. CONCLUSION 163
12. DISCUSSION 165
12.1. Réflexion 165
12.2. Limites du travail 166
12.3. Reproductibilité de la méthode 167
12.3.1. Reproductibilité 167
12.3.2. Limite de la reproductibilité 169
12.3.3. Autre type bâti 169
13. BIBLIOGRAPHIE 170
14. ANNEXES 174

0.2. TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Photo de la rue Marie Danse, Charleroi (Auteure, 20 décembre 2022). 17

Figure 2 - Photos de la façade à rue du n°57 de la rue Marie Danse, Charleroi (Auteure, 13 octobre 2022) 17

Figure 3 - Photos des vitraux de la fenêtre, rue Marie Danse, n°57, Charleroi (Auteure, 12 octobre 2022) 18

Figure 4 - Photos des vitraux de la fenêtre, rue Marie Danse, n°57, Charleroi (Auteure, 12 octobre 2022) 18

Figure 5 - Surface de plancher chauffé (Wallonie énergie SPW, 2016a)..... 22

Figure 6 - Répartition des logements au sein des 3 Régions de Belgique (Opdebeeck & De Herde, 2016b) 23

Figure 7 - Répartition des logements en fonction de leur époque de construction (Opdebeeck & De Herde, 2016b))..... 23

Figure 8 - Variation spatiale de l'âge des logements en Belgique (Opdebeeck & De Herde, 2016b) 23

Figure 9 - Échelle du label PEB et répartition des bâtiments résidentiels (maison) wallons selon leur performance énergétique (Wallonie Service Public, 2020)..... 24

Figure 10 -Objectif à long terme pour la performance énergétique des bâtiments (Wallonie Service Public, 2020)..... 24

Figure 11 - Croisement entre le type et l'époque de construction des logements (Opdebeeck & De Herde, 2016b) 25

Figure 12 - répartition des logements wallons proportionnellement (A) et en nombre (B) en fonction du degré d'urbanisation(Opdebeeck & De Herde, 2016b) 25

Figure 13 - répartition des logements en fonction de leur configuration (Opdebeeck & De Herde, 2016b) 26

Figure 14 - Répartition des logements en fonction de leur superficie habitable & Taille des logements en fonction de leur configuration (Opdebeeck & De Herde, 2016b)..... 26

Figure 15 - Consommation spécifique moyenne par type d'habitation individuelle et année de construction (Département Certification PEB, 2021)..... 26

Figure 16 - Pourcentage de logements ayant des murs isolés en fonction de leur époque de construction (Opdebeeck & De Herde, 2016b) 27

Figure 17 - Méthodologie développée pour répondre à la question de recherche (Auteure, 2023) 35

Figure 18 - Plans de la maison rue Marie Danse, n°57 (Auteure, 2023)..... 39

Figure 19 - Coupes de la maison rue Marie Danse, n°57 (Auteure, 2023) 40

Figure 20 - Reportage photographique du cas d'étude (Auteure, juin 2023)..... 46

Figure 21 - Reportage photographique du cas d'étude (Auteure, juin 2023)..... 48
Figure 22 - Élévation d'une rue de maisons ouvrières (Auteure, 2023)..... 50
Figure 23 - Plans, coupe et élévation d'une maison ouvrière typique (Auteure, 2023) 51
Figure 24 - Système constructif d'une maison ouvrière typique (Auteure, 2023) 52
Figure 25- Comparaison du plan du rez-de-chaussée d'une maison ouvrière (gauche) et d'une maison d'employé (droite) (Auteure, 2023) 52
Figure 26 - Photos du projet de rénovation de 29 logements sociaux, Erquelinnes (Phillipe Coupain, 2018) 67
Figure 27 - Photos de maisons soumises à des audits énergétiques (Google earth, 2023)68
Figure 28 - Photos de maisons transformées en logements sociaux (Google earth, 2023) (Anne-Catherine Rizzo, 2022)..... 70
Figure 29 - Isolation d'une toiture en pente (Auteure, 2023) 74
Figure 30 - Isolation d'une toiture plate par l'extérieur (Auteure, 2023) 75
Figure 31 – 2 Versions d'isolation d'un mur de maçonnerie par l'intérieur (Auteure, 2023)76
Figure 32 - Isolation d'un mur de maçonnerie par l'extérieur (Auteure, 2023)..... 76
Figure 33- Isolation d'une toiture de cave à voussettes (Auteur, 2023) 77
Figure 34 - Échelle d'isolation thermique de fenêtres (Leroy Merlin, 2020)..... 77
Figure 35 - Échelle d'isolation thermique de portes (Euradif, 2022)..... 78
Figure 36 - Exemple de ventilation naturelle (Wallonie énergie SPW, 2019) 78
Figure 37 - Exemple de ventilation simple flux (extraction) (Wallonie énergie SPW, 2019) 79
Figure 38 - Exemple de ventilation double flux (Wallonie énergie SPW, 2019)..... 79
Figure 39 - Scénario 1. - Performance énergétique (Auteure, 2023)..... 85
Figure 40 - Scénario 1. - Plans (Auteure, 2023) 86
Figure 41 - Scénario 1. - Coupes (Auteure, 2023)..... 87
Figure 42 - Scénario 1.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023)..... 89
Figure 43 - Scénario 1.1. - Plans (Auteure, 2023) 90
Figure 44 - Scénario 1.1. - Coupes (Auteure, 2023)..... 91
Figure 45 - Scénario 1.2. - Performance énergétique (Auteure, 2023)..... 93
Figure 46 - Scénario 1.2. - Plans (Auteure, 2023) 94
Figure 47 - Scénario 1.2. - Coupes (Auteure, 2023)..... 95
Figure 48 - Scénario 2. - Performance énergétique (Auteure, 2023)..... 97
Figure 49 - Scénario 2. - Plans (Auteure, 2023) 98
Figure 50 - Scénario 2. - Coupes (Auteure, 2023)..... 99

Figure 51 - Scénario 2.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 101
Figure 52 - Scénario 2.1. - Plans (Auteure, 2023) 102
Figure 53 - Scénario 2.1. - Coupes (Auteure, 2023) 103
Figure 54 - Scénario 2.2. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 105
Figure 55 - Scénario 2.2. - Plans (Auteur, 2023) 106
Figure 56 - Scénario 2.2. - Coupes (Auteur, 2023) 107
Figure 57 - Scénario 3. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 109
Figure 58 - Scénario 3. - Plans (Auteure, 2023) 110
Figure 59 - Scénario 3. - Coupes (Auteure, 2023) 111
Figure 60 - Scénario 4. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 113
Figure 61 - Scénario 4. - Plans (Auteure, 2023) 114
Figure 62 - Scénario 4. - Coupes (Auteure, 2023) 115
Figure 63 - Scénario 5. - Performances énergétique (Auteure, 2023) 117
Figure 64 - Scénario 5. - Plans (Auteure, 2023) 118
Figure 65 - Scénario 5. - Coupes (Auteure, 2023) 119
Figure 66 - Scénario 6. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 121
Figure 67 - Scénario 6. - Plans (Auteure, 2023) 122
Figure 68 - Scénario 6. - Coupes (Auteure, 2023) 123
Figure 69 - Scénario 6.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 125
Figure 70 - Scénario 6.1. - Plans (Auteure, 2023) 126
Figure 71 - Scénario 6.1. - Coupes (Auteure, 2023) 127
Figure 72 - Scénario 7. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 129
Figure 73 - Scénario 7. - Plans (Auteure, 2023) 130
Figure 74 - Scénario 7. - Coupes (Auteure, 2023) 131
Figure 75 - Scénario 7.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 133
Figure 76 - Scénario 7.1. - Plans (Auteure, 2023) 134
Figure 77 - Scénario 7.1. - Coupes (Auteure, 2023) 135
Figure 78 - Scénario 7.2. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 137
Figure 79 - Scénario 7.2. - Plans (Auteure, 2023) 138
Figure 80 - Scénario 7.2. - Coupes (Auteure, 2023) 139
Figure 81 - Scénario 8. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 141
Figure 82 - Scénario 8. - Plans (Auteure, 2023) 142
Figure 83 - Scénario 8. - Coupes (Auteure, 2023) 143

Figure 84 - Scénario 8.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 145
Figure 85 - Scénario 8.1. - Plans (Auteure, 2023) 146
Figure 86 - Scénario 8.1. - Coupes (Auteure, 2023) 147
Figure 87 - Scénario 9. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 149
Figure 88 - Scénario 9. - Plans (Auteure, 2023) 150
Figure 89 - Scénario 9. - Coupes (Auteure, 2023) 151
Figure 90 - Scénario 9.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 153
Figure 91 - Scénario 9.1. - Plans (Auteure, 2023) 154
Figure 92 - Scénario 9.1. - Coupes (Auteure, 2023) 155
Figure 93 - Scénario 10. - Performance énergétique (Auteure, 2023) 157
Figure 94 - Scénario 10. - Plans (Auteure, 2023) 158
Figure 95 - Scénario 10. - Coupes (Auteure, 2023) 159
Figure 96 - Photo de la façade et plans de la maison n°59, rue Marie Danse, Charleroi (Auteure, 2023) 168
Figure 97 - Photo de la façade et plans de la maison n°60, rue Marie Danse, Charleroi (Auteure, 2023) 168

0.3. TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Encodage du cas d'étude dans le logiciel PACE (Auteure, 2023) 47

Tableau 2 - Éléments de l'environnement direct susceptibles de présenter un intérêt (Bos et al., 2022) 54

Tableau 3 - Éléments de l'enveloppe susceptible de présenter un intérêt (Bos et al., 2022) 56

Tableau 4 - Élément de chaque pièce susceptible de présenter un intérêt (Bos et al., 2022) 58

Tableau 5 - Systèmes présents susceptibles de présenter un intérêt (Bos et al., 2022) .. 59

Tableau 6 - Valeur historique (Bos et al., 2022) 60

Tableau 7 - Valeur architecturale (Bos et al., 2022) 60

Tableau 8 - Valeur urbanistique (Bos et al., 2022) 61

Tableau 9 - Valeur d'ancienneté (Bos et al., 2022) 62

Tableau 10 - Valeur d'usage (Bos et al., 2022) 63

Tableau 11 - Tableau comparatif des états avant et après rénovation (Auteur, 2023) 66

Tableau 12 - Exigences d'application en fonction de la nature des travaux (Wallonie énergie SPW, 2021) 73

Tableau 13 - Exigences de valeurs Umax (Wallonie énergie SPW, 2021) 74

Tableau 14 - Tableau comparatif des scénarios (Auteure, 2023) 83

Tableau 15 - Scénario 1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 84

Tableau 16 - Scénario 1.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 88

Tableau 17 - Scénario 1.2. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 92

Tableau 18 - Scénario 2. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 96

Tableau 19 - Scénario 2.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 100

Tableau 20 - Scénario 2.2. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 104

Tableau 21 - Scénario 3. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 108

Tableau 22 - Scénario 4. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 112

Tableau 23 - Scénario 5. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 116

Tableau 24 - Scénario 6. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 120

Tableau 25 - Scénario 6.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 124

Tableau 26 - Scénario 7. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 128

Tableau 27 - Scénario 7.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 132

Tableau 28 - Scénario 7.2. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023) 136

Tableau 29 - Scénario 8. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)..... 140
Tableau 30 - Scénario 8.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)..... 144
Tableau 31 - Scénario 9. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)..... 148
Tableau 32 - Scénario 9.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)..... 152
Tableau 33 - Scénario 10. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)..... 156

1. INTRODUCTION

Dans les années 1900, la ville de Charleroi connaît un essor industriel dans les domaines de la sidérurgie, la verrerie et du charbonnage et entraine une demande croissante de main-d'œuvre. Les travailleurs se déplacent donc au plus proche des industries pour y travailler. C'est alors que se construisent en périphérie de la ville de petits quartiers destinés aux habitations des ouvriers.



Figure 1 - Photo de la rue Marie Danse, Charleroi (Auteure, 20 décembre 2022).

Le travail convie le lecteur au nord de la ville de Charleroi, Rue Marie Danse, dans l'ancien quartier des verriers. Le long de cette rue, les façades presque identiques se succèdent, formant un ensemble harmonieux. Ces maisons ont une typologie proche de celle des maisons ouvrières. Construites côte à côte, les façades de briques à deux travées donnent un charme à la rue (Figure 1).

Sur la façade avant de la maison numéro 57, la fenêtre principale du rez-de-chaussée comportait encore, jusqu'au mois d'octobre, d'authentiques vitraux d'époque, véritable témoignage du passé de ce quartier. Ceux-ci étaient composés d'un ensemble de petits morceaux de verre coloré, assemblés avec des joints de plomb pour former des motifs floraux. (Figure 2)

La propriétaire actuelle explique qu'elle a eu un véritable coup de cœur pour ces vitraux, et que c'est ce qui l'a poussée à acheter la maison. Pendant plus de cent ans, ils sont restés intacts.

Cette fenêtre était cependant en simple vitrage. En s'y approchant, on pouvait même se rendre compte que le plomb avait, par endroits, légèrement bougé et laissait ainsi entrer l'air extérieur dans la pièce (Figure 3). En hiver, la propriétaire confie que la température intérieure du salon ne dépassait pas les seize degrés. Cela devenait de moins en moins confortable à vivre



Figure 2 - Photos de la façade à rue du n°57 de la rue Marie Danse, Charleroi (Auteure, 13 octobre 2022)



Figure 3 - Photos des vitraux de la fenêtre, rue Marie Danse, n°57, Charleroi (Auteure, 12 octobre 2022)

et engendrait une augmentation de chauffage et par conséquent des factures. C'est donc avec regret qu'elle décide, au bout de vingt ans de propriété, de remplacer ces vitraux par des châssis en PVC à double vitrage.

Cette histoire pousse à se poser la question de la place du patrimoine architectural, dans les travaux de rénovation énergétique actuels, et a inspiré le sujet de ce travail.

Les maisons ouvrières font partie du patrimoine architectural légué par les générations passées. C'est une typologie de bâti encore fortement représentée en périphérie des anciennes villes industrielles. Elles sont essentiellement construites de briques, bois et tuiles, mais leur conception ne répond malheureusement plus aux besoins actuels en termes de performances énergétiques.

Il semble que pour atteindre les objectifs de réduction d'émission carbone posés par la Belgique et la Wallonie, ces maisons devraient être rénovées en visant une amélioration de leurs performances énergétiques. En effet, au vu de la crise climatique, des efforts sont nécessaires dans tous les secteurs, et surtout dans celui de la construction, afin de diminuer la consommation d'énergie primaire.

Cependant, pour la majorité de ces maisons, aucun classement ne permet d'assurer une quelconque sauvegarde patrimoniale. Et pourtant, celles-ci présentent de nombreuses spécificités, tant typologiques qu'architecturales et décoratives, qu'il serait pertinent de conserver pour les transmettre aux générations futures. Pourtant, dans les transformations actuelles, il y a des pertes d'éléments caractéristiques. Serait-il possible d'atteindre de hautes performances énergétiques tout en conservant ces éléments ?

Dans les outils de rénovation énergétique, la prise en compte des éléments patrimoniaux est peu présente, voire inexistante. Existe-t-il des trajectoires de rénovations plus respectueuses des éléments à valeurs patrimoniales ?

Ce travail tentera donc de répondre à cette

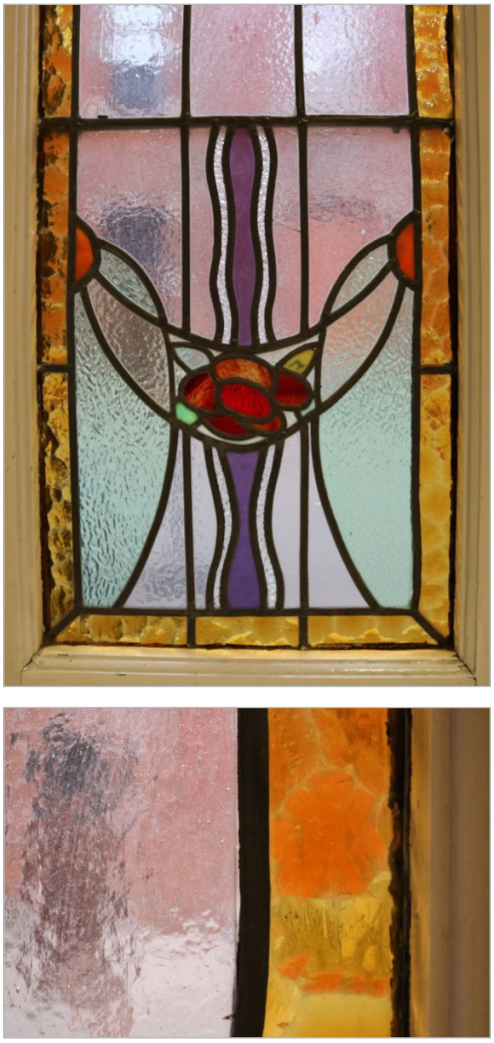


Figure 4 - Photos des vitraux de la fenêtre, rue Marie Danse, n°57, Charleroi (Auteure, 12 octobre 2022)

problématique, en visant des interventions à même d'atteindre les objectifs énergétiques imposés tout en préservant au maximum leur patrimoine.

Le choix de travailler sur cette typologie a été motivé par le fait que la maison ouvrière possède une valeur patrimoniale peu reconnue. Même si elles peuvent être connotées négativement puisqu'elles ont été construites à la chaine et à moindre coût dans le but de loger une classe sociale pauvre, elles sont un patrimoine historique qu'il est intéressant de conserver.

2. CONSTAT SOCIÉTAL

2.1. CRISE CLIMATIQUE

L'augmentation de la température mondiale pourrait atteindre 2°C d'ici 2050 si les émissions mondiales ne sont pas diminuées (GIEC, 2023). Il est maintenant certain que l'activité humaine est responsable de ces changements climatiques et ceci aura des conséquences irréversibles sur la planète.

Afin de limiter le réchauffement climatique, l'être humain doit modifier sa manière de vivre et le faire dès maintenant. Les pays mettent donc en place des objectifs à atteindre, plus exigeants en termes de réduction d'émissions. Les secteurs les plus polluants sont les secteurs de l'industrie, de la production énergétique, du transport, de l'agriculture et du bâtiment. Ce dernier ne représente pas moins de 20% des émissions de gaz à effet de serre mondiales. Ainsi, des politiques adéquates ciblant le secteur des bâtiments (nouveaux bâtiments et rénovation du bâti existant) présentent un potentiel significatif pour contribuer à la décarbonation du secteur à l'horizon 2050, tout en contribuant à adapter les bâtiments au climat futur (GIEC, 2022).

Afin d'atteindre la neutralité carbone attendue et exigée dans la stratégie à long terme de l'Union européenne, d'ici 2050, le secteur du bâtiment doit être décarboné. Dans le logement, cela passe, entre autres, par l'amélioration de l'isolation des bâtiments.

2.2. CRISE ÉNERGÉTIQUE EUROPÉENNE

Depuis 2021, une crise énergétique touche le monde entier. Celle-ci a commencé avec la forte reprise économique mondiale suite aux régressions durant la pandémie de coronavirus et n'a pas diminué avec la guerre qui oppose encore aujourd'hui l'Ukraine et la Russie (Interational Energy Agency, 2022).

Les prix sur le marché du gaz, de l'électricité et du pétrole sont particulièrement hauts. Cette hausse de prix s'explique par la dépendance de l'Europe envers la Russie au niveau de l'approvisionnement de gaz. Un quart de l'énergie consommée en Europe provenait de la Russie (Conseil européen, 2023). L'approvisionnement de celui-ci vers les pays européens a fortement diminué et les impacts sont perceptibles. Les factures de gaz sont élevées par rapport à la situation d'avant crise. Celle-ci entraine donc une augmentation de la pauvreté énergétique (Interational Energy Agency, 2022).

En Europe, la consommation énergétique des bâtiments est responsable de 40% de la consommation d'énergie finale et de 36% des émissions de gaz à effet de serre (GES) (Commission Européenne, 2021). Le Parlement européen a adopté une loi qui s'engage à réduire les émissions de GES d'au moins 55% d'ici 2030 par rapport à 1990 et d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050

(Actualité Parlement européen, 2022).

La rénovation énergétique du parc bâti est l'une des solutions pour pallier ces deux problèmes, à savoir, la diminution de la précarité énergétique et la diminution de consommation d'énergie. En effet, rénover des bâtiments de manière efficace en réduisant leur consommation d'énergie va permettre de diminuer à la fois le coût des factures, et la demande en énergie (Commission Européenne, 2020).

Il ressort que malheureusement, 75% du parc immobilier européen est peu performant et entraine un gaspillage d'énergie. A l'heure actuelle, seulement 1% a été rénové. A ce rythme, cela prendrait des siècles avant d'atteindre l'objectif de décarbonisation du parc (Parlement européen, 2023).

La Commission européenne a donc mis en place un pacte vert dont l'ambition est d'améliorer la performance énergétique du parc bâti pour diminuer leur consommation d'énergie. Un des objectifs énoncé est que d'ici 2030 les bâtiments neufs devront atteindre des émissions nulles. Cela signifie que ces bâtiments devront consommer peu d'énergie, être alimentés par des énergies renouvelables dans la mesure du possible et n'émettre aucune émission carbone sur site provenant de combustibles fossiles (Commission Européenne, 2021). D'autres obligations sont également mises en place en ce qui concerne la rénovation. Ils exigent que les bâtiments les moins performants du parc immobilier de chaque État membre soient modernisés pour passer de la classe d'efficacité énergétique G au moins à la classe F, d'ici 2027 pour les bâtiments non résidentiels et d'ici à 2030 pour les bâtiments résidentiels (Commission Européenne, 2021). De plus, les bâtiments qui subissent une rénovation importante devront désormais posséder un certificat de performance énergétique (Commission Européenne, 2021).

Ainsi, l'objectif principal de l'Europe sera celui d'avoir un parc immobilier à émission nulle en 2050. 85% à 95% du parc immobilier de l'Europe en 2050 sont déjà présents aujourd'hui (Parlement européen, 2023). Il faut donc agir d'une part sur les nouvelles constructions, en les obligeant à atteindre certaines normes énergétiques et d'autre part, en obligeant à diminuer la consommation d'énergie dans les rénovations (Commission Européenne, 2021).

2.3. OBJECTIFS WALLONS

À la suite de la mise en place du texte de loi sur la stratégie de rénovation à long terme de l'Union européenne, la Wallonie propose sa propre stratégie de rénovation. Son but est de réduire 55% des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 afin d'atteindre la neutralité carbone. Les grands enjeux de cette stratégie sont (Wallonie Service Public, 2020) :

- D'améliorer le confort et la santé des habitants avec une attention particulière aux personnes en situation de précarité.
- De réduire les impacts environnementaux liés à l'occupation du parc de bâtiments et son infrastructure.
- De diminuer la dépendance énergétique de la Région.

L'objectif est d'atteindre un parc immobilier à haute efficacité énergétique et décarboné pour l'année 2050. Ainsi, si le bâtiment est loué ou mis en vente, s'il est l'objet d'une succession ou d'une donation, ou encore s'il subit des travaux de rénovation, il devra répondre à des exigences

particulières en termes de performance énergétique (Wallonie Service Public, 2020).

Le PACE 2030 (Plan Air Climat Energie à l'horizon 2030) définit un objectif à long terme pour le secteur résidentiel à savoir que, d'ici 2050, l'ensemble du parc de logements doit tendre vers le label PEB A (Gouvernement Wallon, 2023). Ce label correspond à une consommation d'énergie primaire comprise entre 45 et 85 kWh/m^2an.

Actuellement, le parc bâti a un label PEB moyen F, dont la consommation se situe entre 425 et 510 kWh/m^2an (Wallonie Service Public, 2020). Ces valeurs représentent la consommation annuelle d'un foyer en fonction de leur surface d'habitation, définie comme « surface de plancher chauffé » et est calculée comme imagé sur la Figure 5.

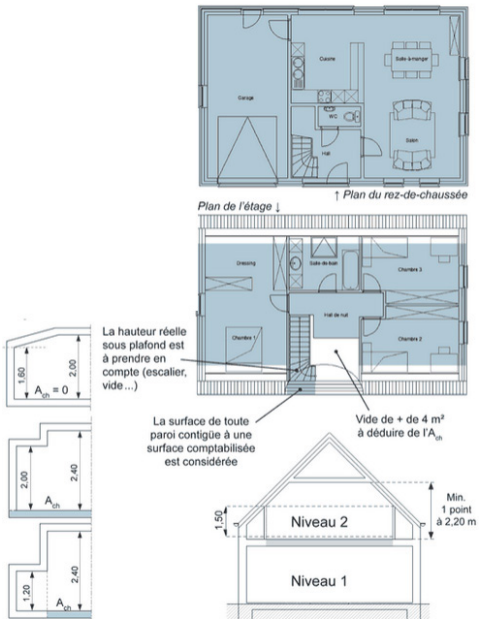


Figure 5 - Surface de plancher chauffé (Wallonie énergie SPW, 2016a)

Pour aider à la rénovation d'un bâtiment en terme énergétique, la Wallonie développe des outils qui accompagneront le bâtiment au long de sa vie.

Des documents vont donc être créés, à savoir, un passeport bâtiment – dont le but est de décrire l'état de l'édifice et de l'accompagner au cours de sa vie –, une feuille de route de rénovation – celle-ci décrit les différents aménagements nécessaires pour atteindre un label PEB A – et, un guichet énergie unique – servant à vérifier que les travaux de rénovation soient cohérents avec la feuille de route. L'objectif est d'accompagner au maximum le propriétaire dans ses travaux (Wallonie Service Public, 2020).

De plus, un baromètre indiquant la précarité énergétique mis en place par la fondation roi Baudoin a montré qu'en Wallonie, en 2020, un ménage sur cinq était en situation de précarité. Étant donné que 75% du parc de bâtiments sont aujourd'hui des logements privés, améliorer leur performance énergétique aiderait sans aucun doute les ménages à diminuer leur facture (Fondation Roi Baudouin, 2022).

Ceci a donc un impact positif à la fois sur la qualité de vie des ménages et sur la réduction de l'impact climatique à grande échelle.

2.4. PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES DU LOGEMENT WALLON

Si on observe la répartition du logement belge dans les différentes Régions, le logement wallon représente un tiers.

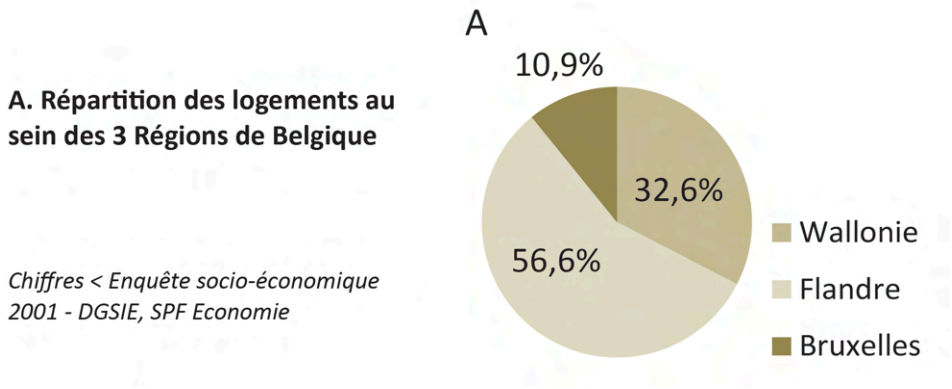


Figure 6 - Répartition des logements au sein des 3 Régions de Belgique (Opdebeeck & De Herde, 2016b)

Ce tiers du parc de logement est constitué du bâti le plus ancien. En effet, sur l'ensemble des logements construits en Belgique, 50% datent d'avant 1945. Géographiquement, ces logements les plus anciens se trouvent en majorité sur le territoire wallon (Opdebeeck & De Herde, 2016a).

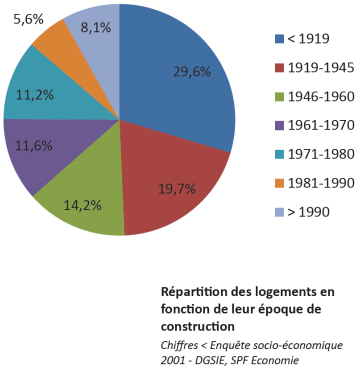


Figure 7 - Répartition des logements en fonction de leur époque de construction (Opdebeeck & De Herde, 2016b))

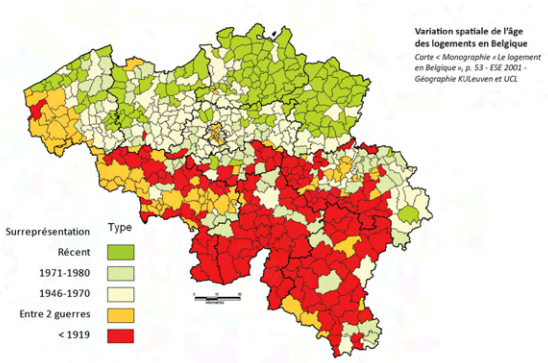


Figure 8 - Variation spatiale de l'âge des logements en Belgique (Opdebeeck & De Herde, 2016b)

Ce sont, pour la plupart, ces logements qui ne sont pas performants énergétiquement. La labélisation qui permet d'indiquer quelle est la performance énergétique du bâtiment et qui régit les rénovations énergétiques en Wallonie est la labélisation PEB. Celle-ci permet de comparer,

sur des critères identiques, les différents bâtiments et de les classer selon leur consommation d'énergie primaire. Elle est représentée par une échelle de lettres allant de « A++ », label le plus performant, à « G », label le moins élevé, correspondant à des barèmes sur la consommation d'énergie primaire, exprimée en kWh/m^2an.

Il ressort que, pour les maisons, plus de 50% se situent en label PEB F et G. Ce sont donc sur ces bâtiments qu'il faut agir en priorité (Wallonie Service Public, 2020).

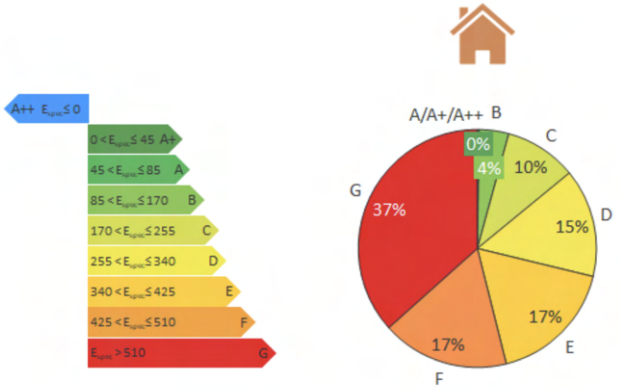


Figure 9 - Échelle du label PEB et répartition des bâtiments résidentiels (maison) wallons selon leur performance énergétique (Wallonie Service Public, 2020)

La Wallonie doit donc suivre les directives de l'Europe en essayant de diminuer la consommation d'énergie primaire de son parc immobilier. Comme expliqué précédemment, d'ici 2050, l'objectif fixé est de faire tendre la performance énergétique moyenne des bâtiments, d'un label PEB F vers un label PEB A. Ce qui signifie qu'il faudrait réussir à augmenter le PEB moyen de 83% (Wallonie Service Public, 2020).

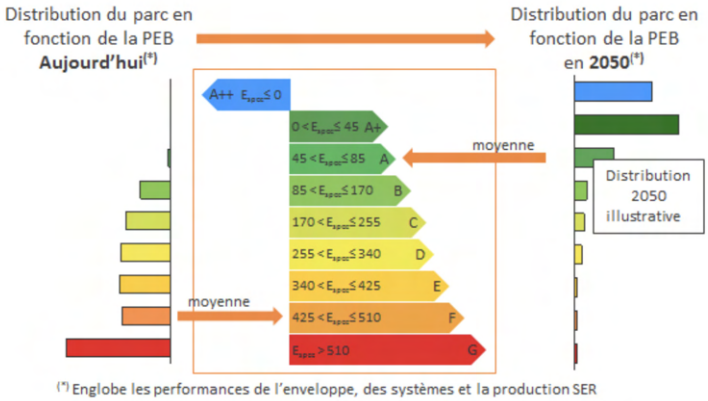


Figure 10 -Objectif à long terme pour la performance énergétique des bâtiments (Wallonie Service Public, 2020)

2.5. MAISON OUVRIÈRE, UN ENJEU

Avec l'industrialisation de la Wallonie, une transformation dans les manières et quantités de production a entraîné une augmentation du nombre d'ouvriers. Des logements proches du lieu de travail sont proposés aux ouvriers. C'est ainsi que des expansions urbaines se marquent à la fin du 19ème siècle et particulièrement à proximité des anciens bassins industriels. Ces logements sont

principalement de petites maisons mitoyennes à deux travées et sur deux niveaux, aujourd'hui qualifiées de maisons ouvrières. Le parc ancien est en majorité constitué de cette typologie de logements avant la Première Guerre Mondiale (Opdebeeck & De Herde, 2016a).

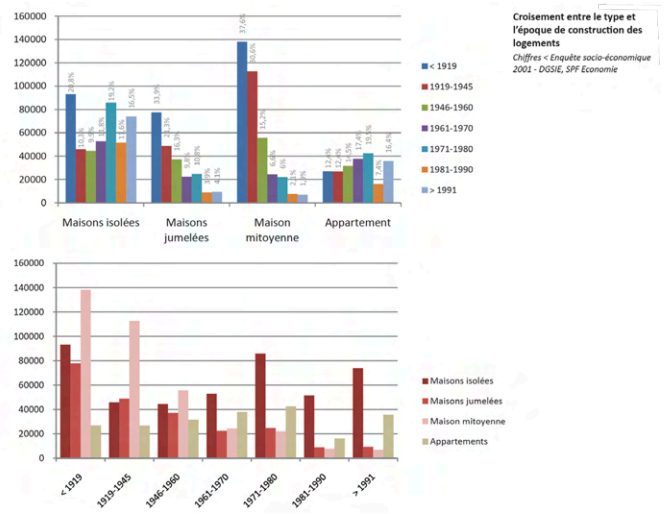


Figure 11 - Croisement entre le type et l'époque de construction des logements (Opdebeeck & De Herde, 2016b)

Les maisons ouvrières sont donc une trace de la culture, de l'histoire et du patrimoine laissée par la période industrielle. Elles sont un témoignage l'évolution de l'habitation au fil du temps et sont, encore aujourd'hui, très présentes, à proximité des centres des villes wallonnes (Opdebeeck & De Herde, 2016a).

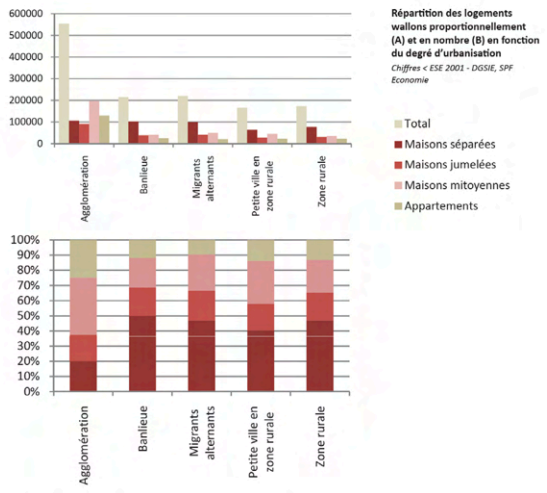


Figure 12 - répartition des logements wallons proportionnellement (A) et en nombre (B) en fonction du degré d'urbanisation(Opdebeeck & De Herde, 2016b)

Le rapport du « Guide de la rénovation énergétique et durable des logements en Wallonie » estime que les maisons ouvrières modestes constituent approximativement 18% des logements construits avant 1991, soit presque un cinquième. Celles-ci sont constituées de très petits volumes, avec des hauteurs sous plafond peu élevées, et une configuration en plan de deux pièces au rez-de-chaussée ainsi que deux pièces au premier étage, une petite cave et un grenier sous combles (Opdebeeck & De Herde, 2016a).

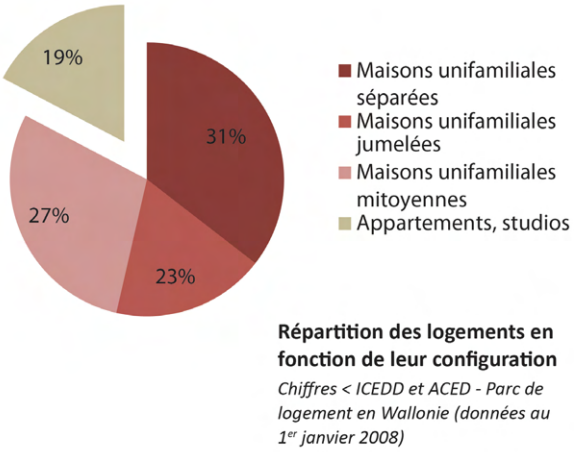


Figure 13 - répartition des logements en fonction de leur configuration (Opdebeeck & De Herde, 2016b)

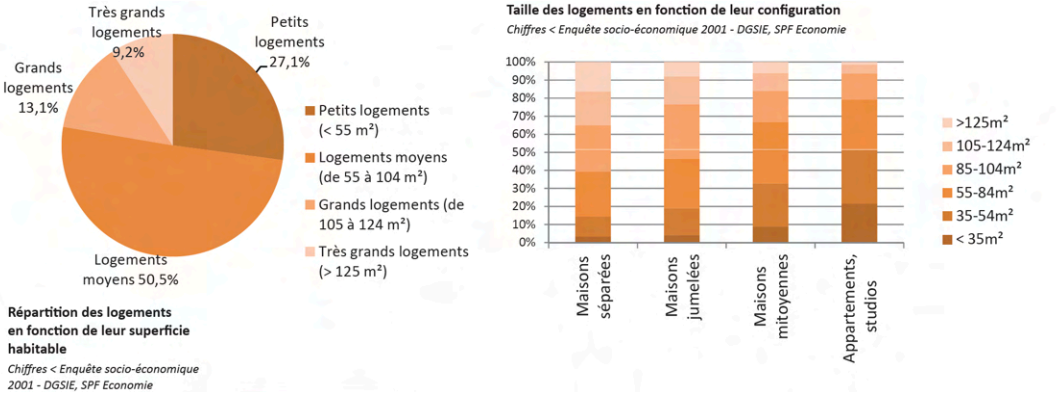


Figure 14 - Répartition des logements en fonction de leur superficie habitable & Taille des logements en fonction de leur configuration (Opdebeeck & De Herde, 2016b)

Cependant, ces maisons ne répondent pas aux normes actuelles en termes de performances énergétiques. En effet, le label PEB moyen des maisons mitoyennes construites avant 1970 ne s'élève pas plus haut que le label G (Département Certification PEB, 2021).

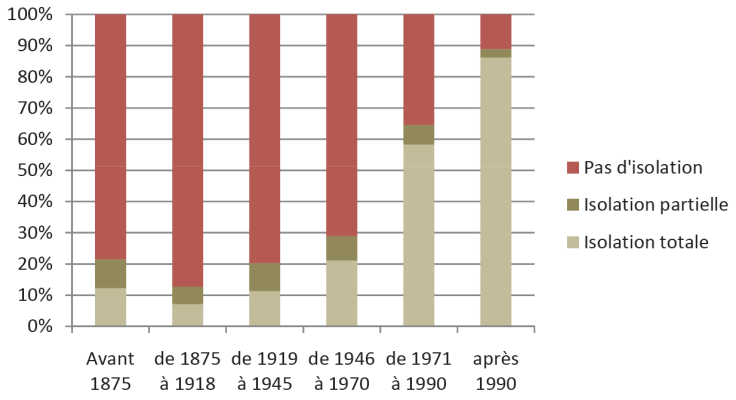
A. Consommation spécifique moyenne par type d'habitation individuelle et année de construction

La consommation spécifique s'exprime en kWh/ (m².an).

Habitations existantes										
Année conception	Maison 4F	Label	Maison 3F	Label	Maison 2F	Label	Appartement	Label	HI	Label
1900-1909	1104,57	G	472,71	G	373,50	G	339,12	F	359,68	G
1910-1919	498,70	G	425,40	G	366,47	G	335,27	F	354,50	G
1920-1929	470,71	G	462,93	G	373,30	G	330,13	F	359,82	G
1930-1939	464,06	G	460,52	G	374,37	G	337,39	F	358,23	G
1940-1949	441,20	G	465,02	G	384,38	G	359,22	G	374,59	G
1950-1959	430,67	G	435,59	G	368,71	G	335,71	F	354,16	G
1960-1969	422,21	G	408,68	G	370,94	G	313,00	F	328,89	F
1970-1979	343,48	F	330,47	F	311,19	F	260,24	E-	267,28	E-
1980-1989	256,64	E-	250,61	E	139,52	C-	228,59	E+	223,18	E+
1990-1999	234,56	E	226,76	E+	196,92	D-	201,46	D-	203,68	D-
2000-2009	188,01	D	191,14	D-	170,61	D+	170,72	D+	171,83	D
2010-2019	134,78	C-	147,90	C-	146,83	C-	134,23	C-	135,50	C-
2020	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*	130,05	C	130,05	C
Inconnue	438,70	G	422,25	G	369,38	G	337,97	F	353,37	G

Figure 15 - Consommation spécifique moyenne par type d'habitation individuelle et année de construction (Département Certification PEB, 2021)

De plus, l'ancienneté de ces logements a un impact direct sur leur salubrité et leur qualité. Les modes de construction de l'époque d'avant-guerre ne correspondent plus aux critères de confort actuels. Il est donc indispensable de rénover le bâti de cette époque, dont les maisons ouvrières font partie, pour le remettre aux normes actuelles. On observe d'une part que c'est dans les petits logements qu'on trouve le plus de problèmes de salubrité, et d'autre part que dans le bâti ancien, une grande majorité reste encore aujourd'hui dépourvue d'isolation. Il a été estimé que 44,9 % possèdent des toitures non isolées, 76,3 % des murs non isolés et 25,3% ne possèdent pas de vitrages isolants. En général, ces maisons ne possèdent pas de chauffage central et subissent des problèmes d'isolation acoustique (Opdebeeck & De Herde, 2016a).



% logements ayant des murs isolés en fonction de leur époque de construction

Chiffres < Enquête-qualité 2007 - DGATLP, MRW

Figure 16 - Pourcentage de logements ayant des murs isolés en fonction de leur époque de construction (Opdebeeck & De Herde, 2016b)

Il résulte donc qu'un type bâti intéressant pour des rénovations énergétiques est celui des maisons mitoyennes datant d'avant 1919, ce que sont les maisons ouvrières. Elles sont une trace de l'histoire de l'industrialisation des villes wallonnes et constituent un patrimoine. Il y a donc un intérêt à les rénover de par leur position proche des centres urbains, leur prix abordable dû à leurs petites dimensions et les problèmes de performance énergétique et salubrité qu'elles rencontrent. La typologie de maison ouvrière et son histoire seront décrites plus en détail au chapitre 8.

3. ÉTAT DE L'ART

3.1. RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DU PATRIMOINE

Il est certain qu'en Europe, la consommation énergétique des bâtiments est responsable de 40% de la consommation d'énergie finale et de 36% des émissions de GES (Commission Européenne, 2021). Une hypothèse se pose selon laquelle ce sont les bâtiments anciens qui consomment le plus d'énergie (Fouseki & Cassar, 2014). C'est donc sur ceux-ci qu'il va falloir agir en priorité.

Dans le parc bâti existant, près de 50% des bâtiments ont été construits avant 1945 (Opdebeeck & De Herde, 2016a). Ceci signifie qu'une partie d'entre eux témoigne de valeurs historiques, culturelles et architecturales et donc patrimoniales (Buda et al., 2021). Sont ici considérés comme bâtiments patrimoniaux, tous ceux ayant une (des) valeur(s) patrimoniale(s) qu'ils soient classés ou non.

Se pose alors la question de comment trouver un équilibre entre rénovation énergétique, qui touche à l'enveloppe, et conservation du patrimoine.

Cette question a été beaucoup discutée dans les articles scientifiques ces dernières décennies. Cependant, dans ces articles, peu de choses ont été réellement mises en place quant à l'intégration et la compréhension du patrimoine dans les projets de rénovations énergétiques (Fouseki & Cassar, 2014). Il y a un manque quant aux manières de trouver cet équilibre. Des outils ou méthodes appropriés devraient donc être mis en place afin de permettre une meilleure cohésion de ces deux thématiques (Pracchi, 2014). En effet, ces deux concepts devraient être pris sur le même pied d'égalité (Fouseki & Cassar, 2014).

Malheureusement, les considérations patrimoniales entrent parfois trop tard en ligne de compte dans ce genre de rénovation (Fouseki & Cassar, 2014). En effet, la conservation des bâtiments est considérée comme une contrainte dans l'amélioration de ses performances. Puisque la rénovation énergétique demande un haut niveau de performances thermiques, ceci implique la modification des caractéristiques matérielles et esthétiques du bâtiment, ce que la pratique de préservation vise à conserver (Yarrow, 2016).

Pourtant, ces contraintes qu'apporte la conservation du patrimoine pourraient inspirer des modes de rénovations énergétiques alternatifs (Fouseki, Newton, Murillo Camacho, Nandi, & Koukou, 2020). Il serait, par exemple, intéressant d'intégrer des éléments de construction passive ou d'utiliser des systèmes d'énergie alternatifs (Dias Pereira, Tavares, & Soares, 2021). Aussi, en fonction du niveau de protection assigné au bâtiment, certaines interventions sont plus ou moins tolérées. Ceci met donc en péril les bâtiments qui ne sont répertoriés sur aucune liste de classement. Or, il est possible de mettre en place des interventions qui auront un impact mineur sur les caractéristiques patrimoniales du bâtiment. Dans une analyse (Stanojevic, Milosevic, Miliosevic, & Turnsek, 2021) visant à établir quelles interventions sont acceptables en fonction de leur niveau de protection, des mesures respectueuses du patrimoine ressortent. Les mesures les

moins impactantes sur ces éléments patrimoniaux sont la modification des systèmes (ventilation, chauffage, énergies renouvelables) ou l'utilisation de dispositifs déjà présents à l'intérieur pour y intégrer de nouveaux systèmes (Stanojevic et al., 2021).

Ainsi, dans les rénovations énergétiques de bâtiments patrimoniaux, il faudrait promouvoir des méthodes de rénovations qui comprennent et intègrent le patrimoine (Fouseki & Cassar, 2014).

Cependant, l'adaptabilité des bâtiments anciens aux technologies actuelles n'est pas une chose aisée puisque les techniques de construction ont fortement évolué depuis. Certains de ces bâtiments possèdent des caractéristiques uniques et il pourrait être intéressant de les mettre à profit dans l'évaluation énergétique (Yarrow, 2016). En installant des systèmes réversibles ou en étanchéifiant les ouvertures déjà présentes plutôt que de les remplacer, ou en modifiant l'utilisation traditionnelle des systèmes actuels, les impacts sur le patrimoine seraient réduits (Buda et al., 2021).

Aussi, dans une étude réalisée au Royaume-Uni, les occupants de bâtiments à valeurs patrimoniales expliquent qu'ils ont une plus grande tolérance par rapport aux normes de confort imposées aujourd'hui. Ils ne souhaitent pas forcément changer leur mode de vie en adaptant le bâtiment aux normes exigées. Ainsi, l'étude démontre qu'il n'est pas forcément nécessaire que les bâtiments patrimoniaux atteignent les ambitions les plus hautes pour pouvoir y vivre (Yarrow, 2016).

Il n'existe donc pas de solution universelle qui permette de trouver l'équilibre entre énergie et patrimoine pour tous les bâtiments patrimoniaux. Les rénovations documentées et déjà effectuées sont réalisées dans un cas particulier et les écrits de la littérature fournissent, pour la plupart, une méthodologie de rénovation spécifique à ce cas particulier. Il n'est donc pas possible de s'appuyer dessus, puisque chaque bâtiment est différent (Nair, Verde, & Olofsson, 2022). Pour un bâtiment donné, il faudrait donc imaginer un projet sur mesure, dès lors que l'ambition est de lui faire garder ses caractéristiques patrimoniales, tout en lui faisant atteindre de plus hautes ambitions énergétiques (Buda et al., 2021).

Il n'existe aucun inventaire permettant de regarder ce qui a été réalisé ultérieurement. Pourtant, observer quelles rénovations ont déjà été mises en œuvre et lesquelles fonctionnent d'un point de vue énergétique et patrimonial pourrait être une aide supplémentaire sur laquelle les différents acteurs de projet pourraient s'appuyer (Buda et al., 2021).

Ainsi, il pourrait être intéressant d'apporter un outil de soutien lors de la prise de décision. Ceci permettrait de guider les utilisateurs dans les choix de rénovations qu'ils ont à réaliser, et ce, en fonction du bâtiment et des valeurs patrimoniales dont il dispose (Buda et al., 2021). Des lignes directrices pourraient alors être posées, qui permettent d'offrir un panel de scénarios de rénovations énergétiques parmi lesquels choisir (Nair et al., 2022). Il serait donc intéressant de définir des stratégies de rénovation sur plusieurs types bâtis. Ceci permettrait d'avoir différents exemples inspirants pour des méthodes de rénovations, en fonction des ambitions fixées, comme combiner patrimoine et énergie.

L'intégration, en amont, de différents paramètres dans un outil permet d'avoir une vue d'ensemble des scénarios proposés et leur impact dans différents domaines (Buda et al., 2021). Au début de chaque projet, des dispositifs et méthodes devraient alors être mis en place pour aider les intervenants à prendre les meilleures décisions (Buda et al., 2021). Cela pourrait, par

exemple, se faire en intégrant une évaluation patrimoniale du bâtiment en amont dans les outils de rénovations énergétiques pour identifier les éléments à valeur patrimoniale qu'il serait intéressant de conserver.

Cependant, lorsque l'on parle de patrimoine, une des difficultés principales est de « *conceptualiser la notion de valeur patrimoniale et d'élaborer et appliquer des méthodes d'évaluation et de hiérarchisation* » (Fouseki & Cassar, 2014). Comme expliqué précédemment, durant la dernière décennie, la question de la rénovation énergétique de bâtiments patrimoniaux a été abondamment abordée dans la littérature. La majorité de ces articles énonce les termes de « valeur patrimoniale » ou de « valeur culturelle » mais très peu expliquent comment ces valeurs sont déterminées (Lidelow, Orn, Luciani, & Rizzo, 2019).

Contrairement à l'énergie, avec laquelle il est relativement simple de calculer les gains ou les pertes, ça ne l'est pas pour les valeurs patrimoniales. La qualification de perte ou de gain en termes de patrimoine dépend de l'autorité qui gère la rénovation. C'est donc dans les mains de celle-ci que sont placés les éléments patrimoniaux et c'est elle qui peut décider de les maintenir ou non (Roberti, Filippi Oberegger, Lucchi, & Troi, 2017). Il y a donc une part de subjectivité lors de l'évaluation de celles-ci, puisque peu d'articles décrivent les fondements de l'évaluation de ces valeurs. Ainsi, le besoin de créer des outils d'aide à la décision en cas de rénovation énergétique de bâtiments patrimoniaux est indéniable (Lidelow et al., 2019).

Ce genre de projet qui mêle valeur patrimoniale et énergie nécessite l'intervention de plusieurs acteurs, dont des professionnels de conservation et des inspecteurs du bâtiment (Nair et al., 2022). Ainsi, il y a un jugement professionnel dans les rénovations puisque les différents acteurs y projettent leurs propres interprétations (Yarrow, 2016). En effet, comme il n'y a pas d'outil universel qui permet d'évaluer précisément quelles sont les valeurs patrimoniales, elles sont évaluées avec la subjectivité du professionnel qui propose les transformations (Buda et al., 2021).

Il y a donc une lacune claire sur la manière dont ces évaluations patrimoniales sont faites et pourraient être faites. Ainsi, « [...] *comment différents paradigmes de conservation peuvent être appliqués dans la pratique et comment ils peuvent affecter le potentiel d'intégration des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments patrimoniaux. [...] ces méthodes de meilleure pratique, des outils et des procédures pourraient potentiellement démontrer comment différents paradigmes de conservation pourraient être intégrés dans un processus de sélection plus transparent et éclairé pour les mesures concernant l'efficacité énergétique accrue des bâtiments patrimoniaux* » (Lidelow et al., 2019).

3.2. ÉVALUATION DU PATRIMOINE BÂTI

En ce qui concerne le patrimoine classé, il existe des outils officiels comme le « Heritage Impact Assessments » (HIA), utilisé par l'UNESCO, pour évaluer l'impact sur le patrimoine. Ceci permet d'identifier comment les actions humaines pourraient endommager le patrimoine culturel (Ashrafi, Kloos, & Neugebauer, 2021). Des outils devraient également être mis en place pour protéger les caractéristiques des bâtiments patrimoniaux non classés et éviter des endommagements lors de rénovations énergétiques. Mais comment définir ce qui est à conserver ou non ? Quels éléments possèdent une valeur patrimoniale ?

Dans notre imaginaire commun, l'évaluation est synonyme de méthode rigoureuse de documentation et d'analyse. Dans le cas d'une évaluation patrimoniale, l'analyse se fait en se référant aux valeurs patrimoniales du bien. Pour ce faire, la première étape est de documenter le lieu pour ensuite identifier ses valeurs. Cependant, si cette évaluation est réalisée pour un ensemble de bâtiments, les listes dressées de valeurs seront toutes différentes, puisque chaque bâtiment l'est, étant donné son âge, sa construction et sa position. De plus, les valeurs patrimoniales évoluent avec le temps et ne sont, aujourd'hui, plus les mêmes qu'autrefois (Thiffault, 2021).

Ainsi, définir la valeur patrimoniale d'un bâtiment n'est pas une chose aisée car le terme « valeur » utilisé, n'est pas clair quant à ce à quoi il fait référence. Afin d'évaluer les valeurs patrimoniales, la plupart des études tentent alors de trier ces valeurs patrimoniales dans des grilles. Des chercheurs (Bos, Claeys, Stiernon, & Vandenbroucke, 2023) définissent « *qu'une grille de valeurs patrimoniales est un système dynamique de valeurs, définies préalablement au processus d'évaluation, ayant pour finalité l'évaluation pratique et rigoureuse d'un objet patrimonial. Elle est utilisée avant de décider des actions à mener ou non, pour réaliser des potentialités de l'objet en devenir. Elle tente d'équilibrer la subjectivité inhérente à la question générale de l'évaluation et l'objectivité visée lors de l'évaluation d'un objet* » (Bos et al., 2023).

La grille tente de rester objective. Cependant, une part de subjectivité propre à l'évaluateur rentre en jeu. En effet, celui-ci, ayant déjà de l'expérience de par son travail antérieur, construit lui-même sa manière d'évaluer et ses choix ne sont pas objectifs (Bos et al., 2023). Quand il s'agit de définir la valeur historique d'un bien, tout un chacun n'en est pas capable. Il est plus aisé de le faire en y étant formé (Nair et al., 2022).

Ainsi, il n'y a pas une méthode parfaite et objective, il en existe une infinité. Le tout est de choisir la plus adaptée aux besoins de l'étude en fonction du processus et des résultats escomptés.

3.3. RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DU BÂTI D'AVANT-GUERRE

Quand les questions de liens entre énergie et patrimoine sont abordées, des manques sont observés entre les recherches et pratiques professionnelles.

Afin de pallier ce manque, un outil a été développé : P-RENEWAL. Celui-ci propose une approche méthodologique pour la rénovation du bâti ancien. L'objectif de cet outil est de proposer des stratégies de rénovations en préservant les valeurs patrimoniales de à plusieurs types bâtis d'avant-guerre (D. Stiernon & Trachte, 2020).

Pour cette recherche, des modèles 3D de maisons d'avant-guerre ont été réalisés et des scénarios de rénovation ont été appliqués dessus. Dans chaque scénario, les curseurs ont été poussés sur l'augmentation des performances énergétiques, sur l'amélioration du confort intérieur, sur la conservation des valeurs patrimoniales, sur l'investissement financier, ou sur l'occupation ou non du logement lors des travaux. Tous les choix ont été faits en fonction de l'état du bâtiment pour, finalement, proposer différentes solutions, chacune adaptée aux enjeux qui ont été mis en avant. Ce genre d'outil peut aider lorsqu'on s'intéresse à la rénovation de vieux logements, comme le sont les maisons ouvrières (D. Stiernon & Trachte, 2020).

Cette méthode pourrait alors être réutilisée, en commençant par l'analyse précise d'un type bâti et l'établissement de scénarios d'interventions qui respectent leur patrimoine. Cela permettrait de mettre en lumière des résultats positifs pour le patrimoine et inspirer les futures rénovations (D. Stiernon & Trachte, 2020).

4. QUESTION DE RECHERCHE

4.1. PROBLÉMATIQUE

Le type bâti de la maison ouvrière est intéressant à analyser puisque c'est une typologie encore assez représentée aujourd'hui dans le parc bâti ancien. Elles constituent un témoignage de l'histoire industrielle et sont donc un patrimoine à conserver. Cependant, ce type bâti n'atteint pas les performances énergétiques exigées actuellement.

Or, la nécessité de rénover énergétiquement est incontournable, mais la rénovation de bâtiments patrimoniaux reste encore aujourd'hui une question complexe puisque les caractéristiques patrimoniales sont peu prises en compte dans. Or, elles sont l'âme des bâtiments et il est judicieux de les faire perdurer au fil du temps.

Il n'existe peu ou pas de méthode permettant de lier les questions d'énergie et de patrimoine. Une nécessité se dégage, celle de proposer des méthodes de rénovations qui tiennent compte et respectent le patrimoine des bâtiments anciens non classés. Il pourrait être utile de créer un inventaire reprenant différents scénarios de rénovations énergétiques qui seraient des exemples sur lesquels les professionnels pourraient s'appuyer pour de futures campagnes de rénovation.

Il faudrait ainsi intégrer, en amont des outils énergétiques, une évaluation patrimoniale, afin d'identifier quels éléments sont à protéger.

4.2. QUESTION

Est-il possible d'assurer le respect des éléments patrimoniaux de la maison ouvrière dans le cas d'une rénovation à haute ambition énergétique ?

4.3. SOUS-QUESTIONS

Afin de répondre à cette question, plusieurs sous-questions sont à aborder en amont :

- Quels sont les éléments patrimoniaux de la maison ouvrière ?
- Est-ce que les exigences énergétiques actuelles mettent en péril les éléments patrimoniaux des maisons ouvrières ?
- Quelles sont les combinaisons d'interventions qui répondent aux exigences et respectent les éléments patrimoniaux ?

5. HYPOTHÈSES

5.1. HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

L'hypothèse prise pour le travail est celle qu'il existe un ou des bouquets de travaux de rénovations énergétiques qui répondent aux ambitions régionales sans impact patrimonial majeur sur la maison ouvrière. Intuitivement, le parti-pris est celui qu'il est possible de faire mieux que ce qui est fait actuellement en termes d'équilibre entre patrimoine et énergie.

L'objectif du travail est de trouver et présenter ce ou ces bouquets.

5.2. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

L'hypothèse de travail s'appuie sur le fait que le cadre PEB mis en place par la Wallonie est globalement pertinent. Aujourd'hui, celui-ci est omniprésent et la Belgique ne pourra donc pas en sortir complètement. Le mémoire ne rentrera donc pas dans une remise en cause profonde de ces outils. Mais la question de « ces outils sont-ils adaptés ? » sera abordée dans les conclusions, après utilisation et scénarisations de rénovations énergétiques.

6. MÉTHODE

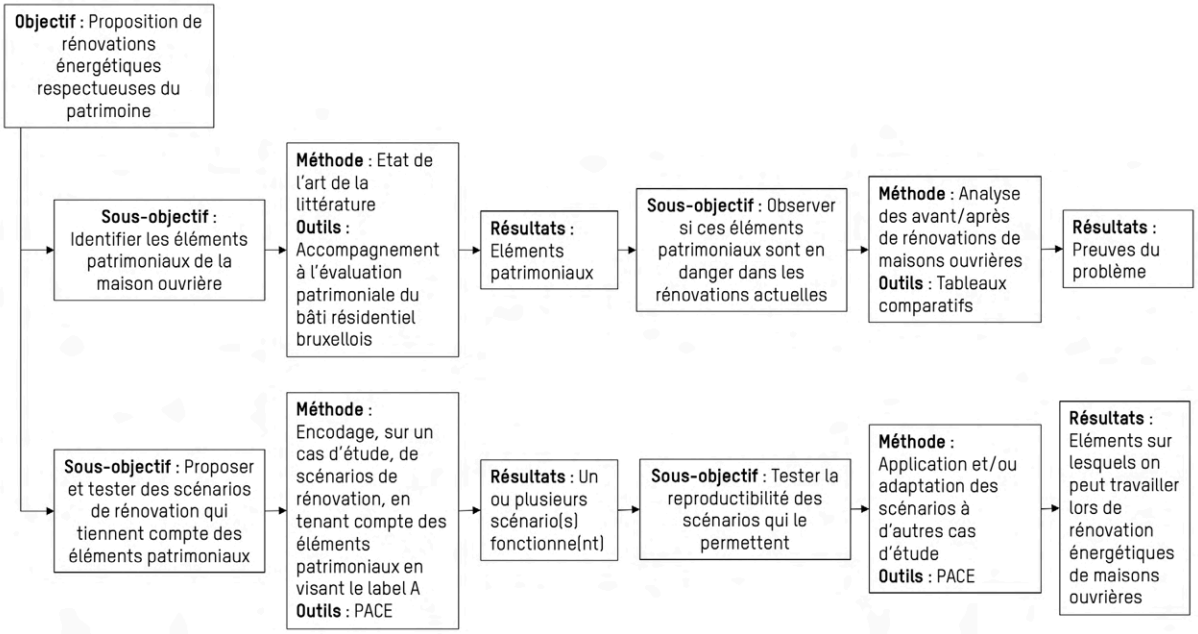


Figure 17 - Méthodologie développée pour répondre à la question de recherche (Auteure, 2023)

L'objectif principal du travail est de proposer des rénovations énergétiques sur des maisons ouvrières, qui préservent leurs éléments patrimoniaux. Le but de cette recherche est de proposer des pistes intéressantes et inspirantes pour les futurs décideurs qui auraient à réaliser des travaux d'amélioration énergétiques sur ce type de bâti.

Afin de trouver ces bouquets de travaux, le travail va être divisé en plusieurs sous-objectifs.

Tout d'abord, l'analyse d'un cas d'étude de référence, et d'une série d'autres cas d'études secondaires sera réalisée afin de comprendre les spécificités de la typologie de maison ouvrière. Les résultats seront combinés à l'analyse de la littérature existante afin d'avoir une compréhension globale de ce qu'est la maison ouvrière. Ensuite, une identification des éléments patrimoniaux que possède la maison ouvrière sera faite en utilisant un outil d'accompagnement à l'évaluation patrimoniale du bâti résidentiel bruxellois. Cet outil d'évaluation sera légèrement adapté à la typologie de maison ouvrière. Le but est de fusionner ces différentes informations afin d'énoncer les éléments à valeur patrimoniale.

> Le rapport sur l'accompagnement à l'évaluation patrimoniale du bâti résidentiel bruxellois, propose une méthode permettant de mettre en valeur les caractéristiques patrimoniales du bâti (Bos, Stiernon, & Van Moeseke, 2022).
>
> Le premier point consiste en la connaissance et documentation exhaustive de l'objet construit. Ceci implique, d'une part d'observer, en tant que témoin, le bâtiment pour en déduire ses caractéristiques de manière objective et, d'autre part, de l'analyser à toutes les échelles possibles et de récolter des documents permettant de comprendre

l'historique du bien. C'est à l'aide de l'analyse de la littérature existante que cette étape sera réalisée.

Dans un second temps, une analyse de la composition matérielle de l'objet peut être réalisée afin d'identifier tous les éléments jugés "à valeur patrimoniale". Des tableaux à double entrée portant sur différentes thématiques sont dressés et listent les éléments caractéristiques qui se retrouvent dans les maisons bruxelloises. Chaque colonne permet d'indiquer, pour ces éléments, leur âge, leur état sanitaire, leur état d'authenticité et un commentaire. Ces tableaux seront adaptés afin d'identifier les caractéristiques propres à la maison ouvrière.

Ensuite, la méthode propose une approche comparative de l'objet construit, ce qui permet de mettre en parallèle plusieurs biens similaires sur leur époque de construction, leur style, leur architecte/artiste, leur fonction, leur typologie, leur système constructif, leur contexte ou même leur territoire. Ceci, pour évaluer quels sont les éléments caractéristiques et communs qu'il est préférable de conserver. De même que pour le premier point, c'est une analyse de la littérature qui répond à cette étape.

Enfin, il est demandé de réaliser une évaluation des valeurs patrimoniales de l'objet construit. Des tableaux sont dressés avec une liste de questions à répondre par oui ou non, portant sur la valeur historique, la valeur architecturale, la valeur urbanistique, la valeur d'ancienneté et la valeur d'usage.

Une fois l'évaluation terminée et les éléments patrimoniaux identifiés, une analyse de projets de rénovation actuels sera effectuée. Elle est réalisée en comparant l'état avant et après rénovation de plusieurs maisons. Cette analyse se base sur des documents tels que : audits et certificats énergétiques, cahiers de charges, PV de chantiers, plans de rénovation et photos. Cette étape a pour objectif de vérifier si dans les rénovations énergétiques actuelles, il y a des pertes patrimoniales importantes et ceci confirmera ou infirmera l'intérêt de la question de recherche.

Une analyse comparative de l'état d'avant et d'après rénovation sera réalisée à l'aide d'un tableau dressant la liste des éléments considérés comme patrimoniaux. Celui-ci est établi sur base de l'analyse précédente. Il reprend les éléments de la maison pour observer tous les changements et les pertes lors de rénovations.

Ensuite, afin d'imaginer et de tester des scénarios de rénovations énergétiques respectueux du patrimoine, le cas d'étude de référence est utilisé. Ces scénarios intégreront les éléments patrimoniaux identifiés et tenteront de mettre en place des mesures qui les protègent. Le choix de différents objectifs mènera à différents scénarios. Afin de les modéliser sur le cas d'étude, l'outil utilisé est celui de la « procédure d'avis et de certification énergétique ».

Cet outil, utilisé par les certificateurs PEB, permet donc de générer le Certificat PEB. Celui-ci est un document qui quantifie la consommation d'énergie primaire et indique la performance énergétique d'un bâtiment. Cette quantification est évaluée globalement et dans des conditions standardisées en termes d'utilisation et de climat. Sont relevées et encodées dans l'outil, à la fois les caractéristiques de l'enveloppe du bâtiment,

à savoir les compositions de parois et ouvertures, et à la fois les caractéristiques de ses systèmes internes comme la ventilation, le chauffage et l'eau chaude sanitaire, et éventuellement des installations solaires. Une fois tous les paramètres encodés, l'outil génère le certificat. Ensuite, il est possible de créer un avis basé ou non sur un certificat qui propose des recommandations d'amélioration pour une éventuelle rénovation. (Service Public de Wallonie, 2016)

L'outil comporte plusieurs volets présentés sous forme d'arbre à sous-branches. Pour chaque branche et sous branche, il suffit d'indiquer manuellement des informations, ou de cocher, parmi un choix multiple ou à l'affirmative, les informations qui correspondent au bâtiment étudié. L'ensemble des paramètres à encoder se retrouve dans l'annexe 1.

Une fois les scénarios réalisés et comparés, les résultats ont été analysés et commentés. La question de la reproductibilité de ces scénarios sera abordée, avec l'ambition de pouvoir répéter ces scénarios sur d'autres maisons ouvrières.

7. CAS D'ÉTUDE

7.1. CAS D'ÉTUDE DE RÉFÉRENCE

7.1.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Emplacement :

Rue Marie Danse, n°57
6000 Charleroi

Fonction actuelle :

La maison est actuellement utilisée comme habitation unifamiliale.

Histoire :

La maison est située dans l'ancien quartier des verriers, au nord de la ville de Charleroi. Elle a été construite vers 1900 dans le but de loger les verriers travaillant dans les usines à proximité.

Architecture :

La maison est mitoyenne, deux façades, et a une toiture à deux pans.
Il y a une annexe d'origine sur deux étages et un agrandissement ultérieur de l'étage inférieur a été réalisé pour y intégrer la cuisine tandis que l'étage supérieur renferme la salle de bain.
Le plan de la maison est composé de :

- Un R-1 avec une cave
- Un rez-de-chaussée : un hall d'entrée, deux pièces à l'avant (séjour et salle à manger), une annexe à l'arrière (cuisine) et une véranda non chauffée.
- Un R+1 : une chambre à l'avant, une chambre à l'arrière et une salle de bain dans l'annexe
- Un R+2 sous comble : une chambre à l'avant et une chambre à l'arrière
- Un jardin

Matériaux principaux :

- Briques (murs)
- Pierre (marches de la porte d'entrée, soubassement, appuis de fenêtres et linteaux)
- Bois (menuiseries intérieures, escalier, planchers)
- Tuiles (toiture à deux pans)

Système constructif :

- Cave : voussettes de briques porteuses tantôt parallèlement à la rue tantôt perpendiculairement
- Étages : poutres en bois portant sur les façades avant et arrière
- Toiture : charpente en bois portant sur les murs mitoyens

Dimensions et superficie :

- La maison a une largeur constante de 5,48 m.
- La longueur totale du volume habitable est de 15,29 m.
- La façade a une hauteur de 8,45 m sous corniche.
- La profondeur du jardin est de 30 m à peu près.

Volume et surface de plancher chauffé :

- Volume : 681 m^3
- Surface : 93,96 m^2

Équipements :

- Chauffage central avec radiateurs à vannes thermostatiques.
- Chaudière à condensation au gaz naturel qui se trouve à la cave.
- Chauffe-eau au gaz pour l'eau chaude sanitaire (ECS) qui se trouve dans la salle de bain.
- Un système de ventilation de type A.
- Aucun panneau photovoltaïque, ni installation solaire thermique.

Caractéristiques d'isolation :

Par rapport à la situation initiale, de 1900, il y a déjà eu de petits travaux d'isolation qui ont permis de passer d'un label supposé G à un label E.

Actuellement, il y a :

- Une demi-toiture isolée, au-dessus de la chambre arrière du deuxième étage
- Les murs gauche et droite de la salle de bain isolés
- Un remplacement de l'ensemble des châssis d'origine.
- Une cave non isolée



Figure 18 - Plans de la maison rue Marie Danse, n°57 (Auteure, 2023)

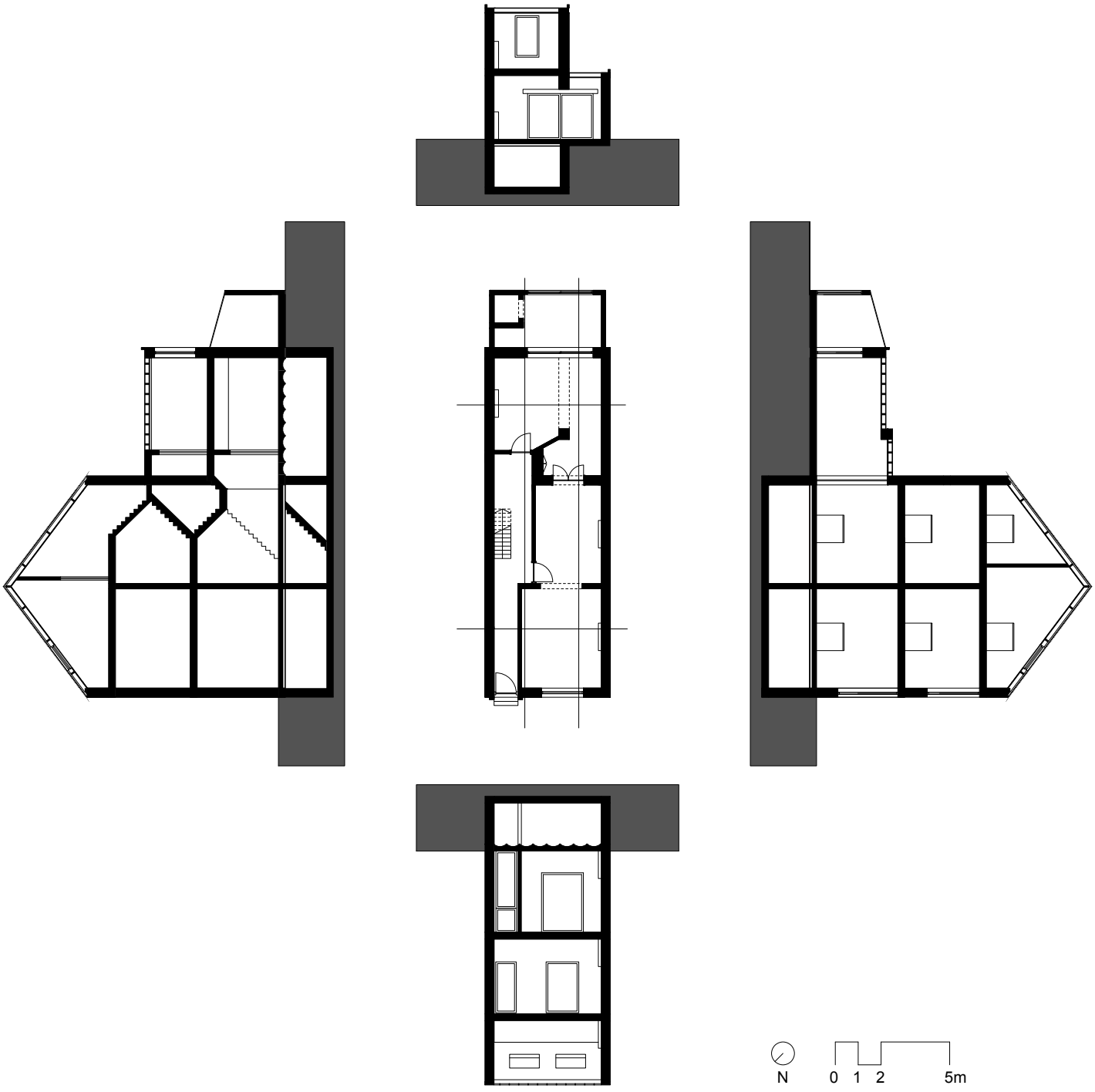


Figure 19 - Coupes de la maison rue Marie Danse, n°57 (Auteure, 2023)

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE :
Rue Marie danse Charleroi





Façade avant et après remplacement des châssis

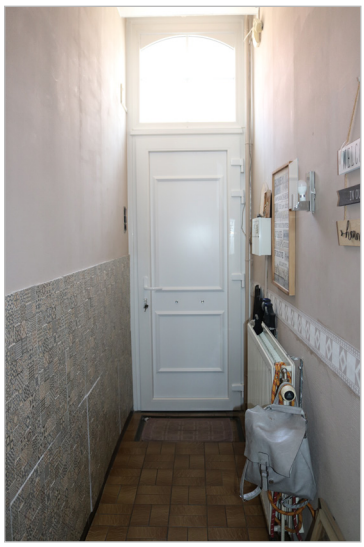


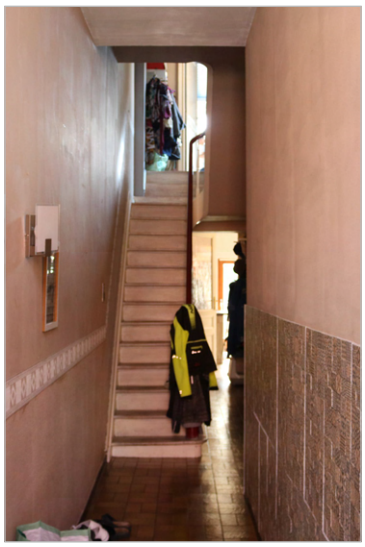






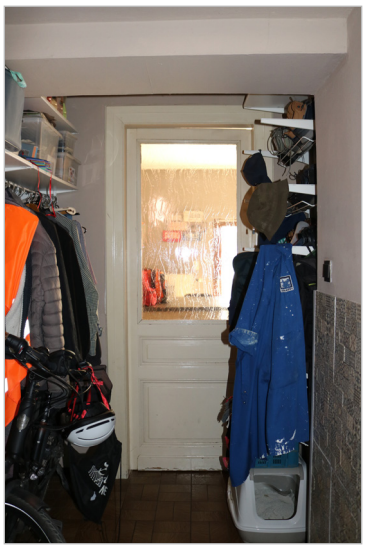
Hall d'entrée


Porte d'entrée


Porte Entrée

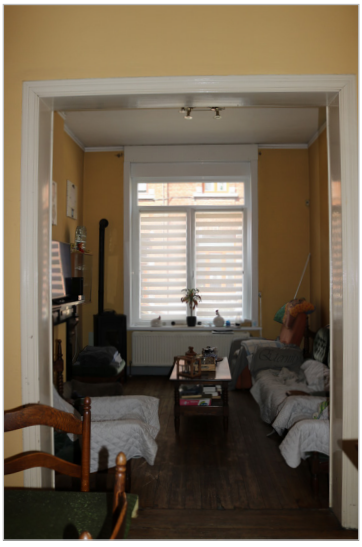

Escalier

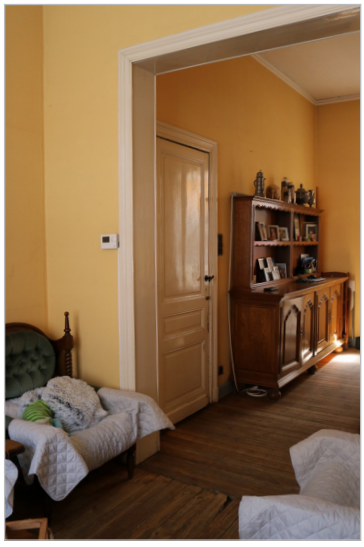

Hall

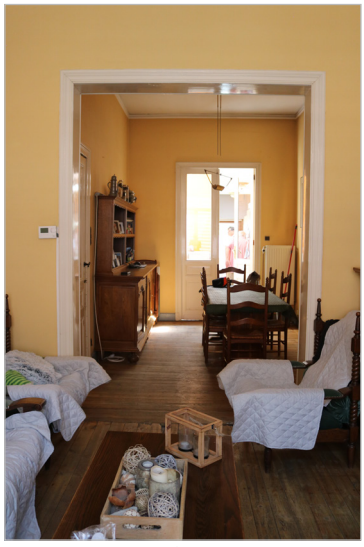

Porte de la cuisine


Porte de la cave

Rez-de-chaussée


Salon

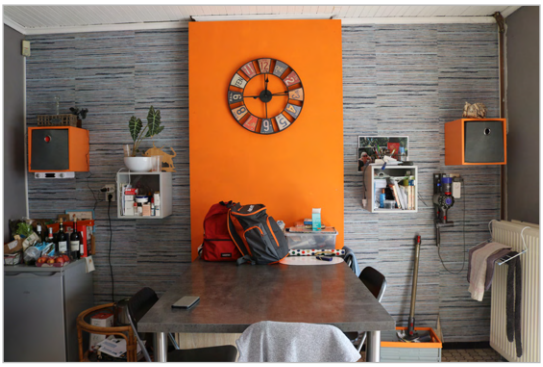

Porte vers le hall


Salle à manger

Cuisine



Cuisine



Cuisine



Traces de l'ancienne limite d'annexe



Agrandissement de l'annexe

Jardin



Vue depuis la maison



Jardin



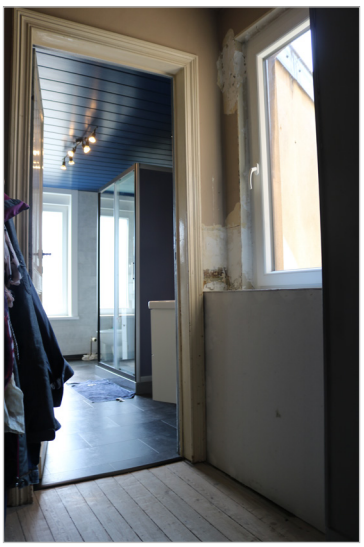
Vue depuis le jardin



Véranda

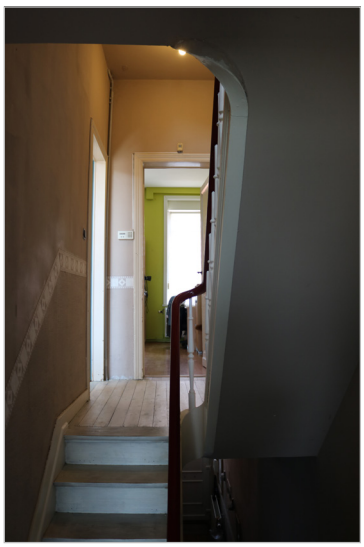
Salle de bain


Entre-sol


Salle de bain

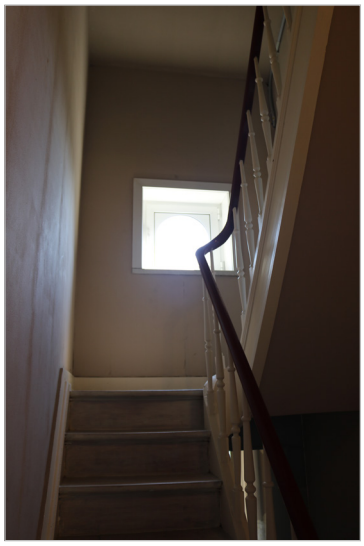

Boiler

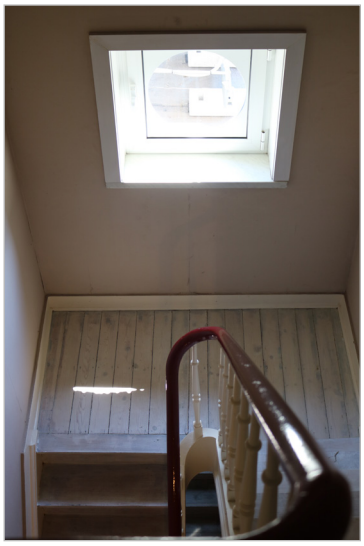
Couloir étages

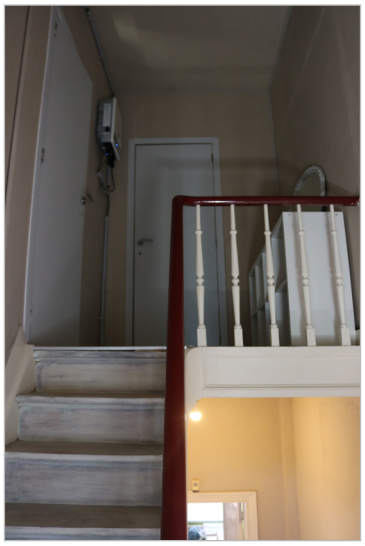

Pallier du premier étage


Pallier du premier étage


Chambres du premier étage


Pallier vers le deuxième étage


Pallier vers le deuxième étage


Pallier du deuxième étage

Chambre avant du premier étage



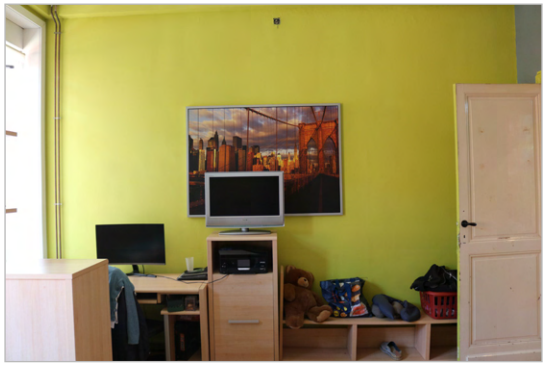
Porte d'entrée de la chambre



Vue de la chambre



Chambre



Chambre

Chambre arrière du premier étage



Porte entrée de la chambre



Chambre

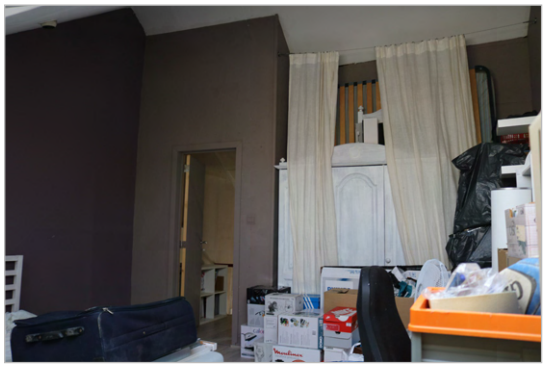


Vue de la chambre



Vue sur la toiture plate

Chambre arrière du deuxième étage



Porte d'entrée de la chambre



Chambre



Chambre



Chambre

Chambre avant du deuxième étage



Porte d'entrée de la chambre



Chambre

Figure 20 - Reportage photographique du cas d'étude (Auteure, juin 2023)

7.1.2. PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES ACTUELLES

L'encodage dans l'outil PACE permet de calculer la performance énergétique actuelle du cas d'étude. Ci-dessous, un tableau récapitulatif des éléments de la maison. Un tableau précis de tous les encodages se trouve à l'annexe 2.

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Une demi-toiture isolée (plafond de la chambre arrière)	Velux châssis PVC ou bois et double vitrage	Aucune
Façade avant	Pas d'isolation	Châssis en PVC et double vitrage	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Châssis en PVC et double vitrage	/
Toiture cuisine	Pas d'isolation	Velux châssis PVC et simple vitrage	Aucune
Façades cuisine	Pas d'isolation	Châssis en PVC et double vitrage	/
Toiture salle de bain	Pas d'isolation	/	Aucune
Façades salles de bain	Les façades de gauche et droite sont isolées.	Châssis en PVC et double vitrage	/
Plancher	Pas d'isolation	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : chaudière à condensation gaz naturel Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : boucle de circulation sans circulateur
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : Chauffe-eau ou autre appareil uniquement ECS
Chambre avant 2eme	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Résultat	366 kWh/m2.an – Label E E_p : 70 410,67 kWh CO_2 : 13 350,77 kg

Tableau 1 - Encodage du cas d'étude dans le logiciel PACE (Auteure, 2023)

7.2. AUTRES CAS D'ÉTUDE

Afin d'approfondir la documentation de la typologie de maison ouvrière, d'autres cas d'étude ont été récoltés et analysés. Cela permet d'avoir une vue d'ensemble, avec un plus grand panel de maisons, pour que l'analyse soit la plus représentative possible de ce type bâti.

Les autres exemples choisis sont, deux maisons voisines au cas d'étude principal, des maisons qui ont été soumises à des audits énergétiques et des maisons insalubres transformées en logements sociaux.

7.2.2. MAISONS VOISINES



Rue Marie Danse n°59, Charleroi



Rue Marie Danse n°60, Charleroi

Figure 21 - Reportage photographique du cas d'étude (Auteure, juin 2023)

7.2.3. MAISONS SOUMISES À AUDITS ÉNERGÉTIQUES



Rue de l'église n°74, Pont-à-Celles



Rue François Dimanche n°5, n°7 et n°15, Roselies



Rue Auguste Scohy n°85 et 87, Pont-le-Loup



Rue de la cité Brouckère n°6 et 8, Farciennes



Rue de la cité Brouckère n°54 et 56, Farciennes



Rue de Lambusart n°122 et 148, Farciennes

7.2.4. MAISONS RÉNOVÉES EN LOGEMENTS SOCIAUX



Ruelle de l'église n°1, 3 et 5, Monceau-sur-Sambre



Rue Desy n°94, Monceau-sur-Sambre

8. MAISON OUVRIÈRE

8.1. APPARITION

Vers la fin du 18ème siècle, la Wallonie connait une industrialisation dans plusieurs secteurs tels que le textile, le charbonnage et la sidérurgie (Comas-Arts & Lemoine, 2020). Cette transformation dans la manière et quantité de production a entraîné une augmentation du nombre d'ouvriers. Ces industries vont leur proposer des logements proches du lieu de travail, à un prix abordable et directement prélevé sur leur salaire. Pour ce faire, va se construire un ensemble de maisons modestes, fonctionnelles et identiques de manière rapide afin d'accueillir ces ouvriers et leur famille. De cette façon, les industries peuvent contrôler leurs ouvriers et les maintenir proches de leur usine (Patart, Quinet, Stanus, & Tamigniau, 2018). Ainsi, se développent, autour de rues étroites, des quartiers de maisonnettes qualifiées de maisons ouvrières (Dorothée Stiernon & Trachte, 2021).

À la suite de la Première Guerre mondiale, une nouvelle typologie d'habitation apparait : la cité-jardin. Pour les architectes de l'époque, la cité-jardin est la meilleure solution en ce qui concerne l'habitat ouvrier. Celle-ci consiste en la création de quartiers de logements ainsi que des espaces proposés à la communauté (Trachte, Galan, Evrard, & Athanassiadis, 2015b).

8.2. CARACTÉRISTIQUES

Dans leur configuration et leur construction, les maisons ouvrières sont assez modestes et simples (Dorothée Stiernon & Trachte, 2021). Construites mitoyennes les unes aux autres, elles possèdent une façade avant qui donne sur une rue étroite et une façade arrière donnant sur un jardin ou sur une cour. Elles disposent le plus souvent d'un rez-de-chaussée, d'un étage, de combles et généralement d'une cave (Trachte, Galan, Evrard, & Athanassiadis, 2015a). Dans leur façade, on retrouve deux travées d'ouvertures, plus hautes que larges, alignées les unes au-dessus des autres. Ces façades ne sont en général pas ou peu décorées, si ce n'est, parfois, par un jeu de briques en saillie sous corniche ou d'un soubassement (Bioul, 2007). La toiture comporte deux pans et est percée d'une cheminée (Chaffanjon, Héberlé, & Lejeune, 2019).

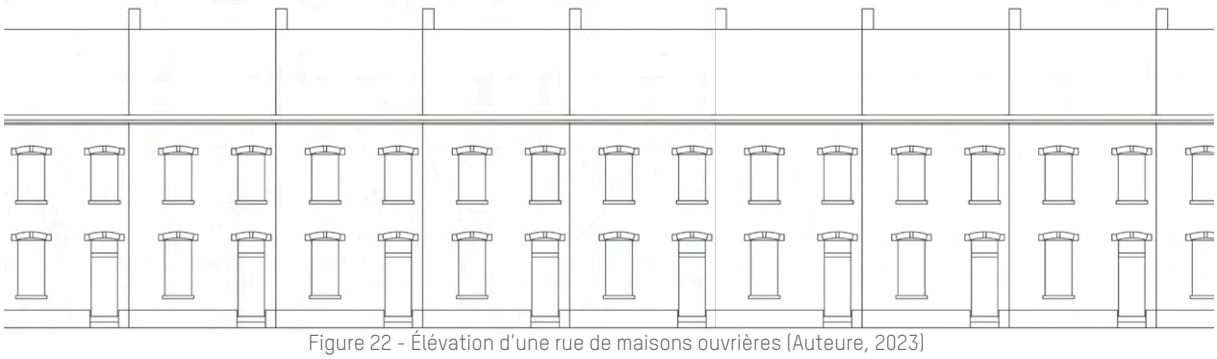


Figure 22 - Élévation d'une rue de maisons ouvrières (Auteure, 2023)

Les matériaux traditionnels utilisés proviennent de la production locale. Ainsi, les murs sont construits en briques, la toiture est faite de tuiles, les portes et châssis de fenêtre sont en bois et les seuils ou linteaux en pierre (Rauwel, 2009).

Dans ses dimensions, la maison ouvrière est petite, elle fait en moyenne cinq mètres de large pour neuf à onze mètres de long et ne dépasse en général pas les six mètres de haut sous corniche (Bioul, 2007) (Trachte et al., 2015a).

Dans son plan, la maison ouvrière tente de se calquer sur le plan des maisons bourgeoises mais ceci de manière fortement simplifiée (Trachte et al., 2015a). Au rez-de-chaussée, selon la taille de l'habitation, la porte d'entrée peu ou non mener directement à l'espace de vie où se suivent deux pièces en enfilade et une ou plusieurs annexe(s) anciennement indépendante(s) au corps de logement. Dans ces annexes, on retrouve généralement les toilettes et la cuisine. A l'étage, l'escalier en bois mène, comme au rez-de-chaussée, à deux pièces en enfilade qui servent de chambres. Enfin, sur un étage sous-combles, on retrouve un grenier ou une pièce aménagée sous la mansarde (Dorothée Stiernon & Trachte, 2021). Les pièces de vie ne dépassent en général pas les trois mètres de haut sous plafond (Trachte et al., 2015a).

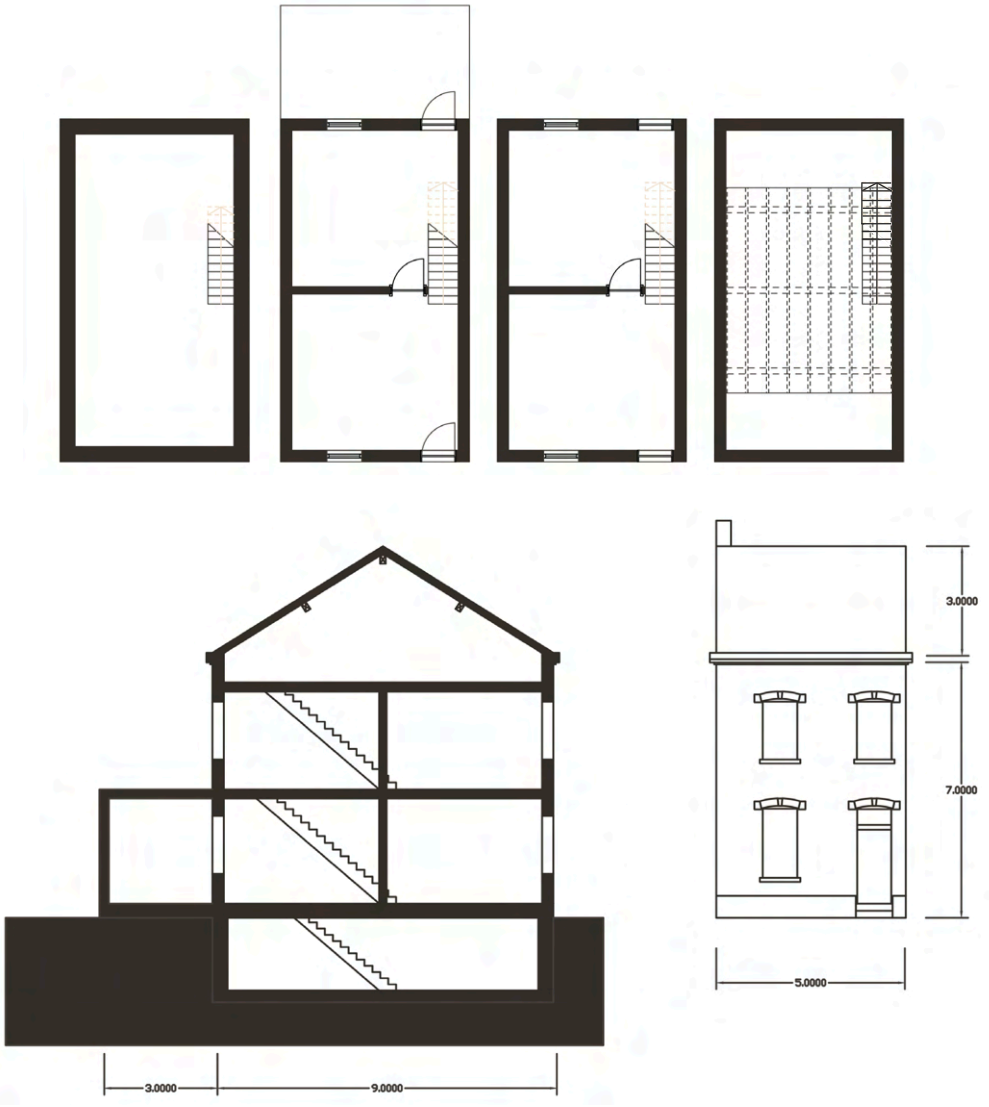


Figure 23 - Plans, coupe et élévation d'une maison ouvrière typique (Auteure, 2023)

Le système constructif de ce type de logement est relativement simple. Les gites d'étage qui supportent les planchers portent perpendiculairement à la rue (Trachte et al., 2015a).

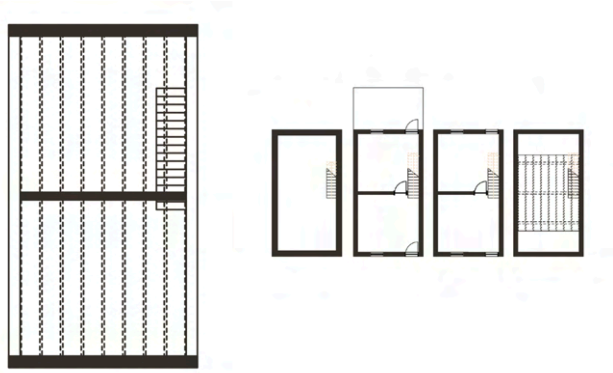


Figure 24 - Système constructif d'une maison ouvrière typique (Auteure, 2023)

Dans les typologies de maisons, il en existe une qui présente les caractéristiques de la maison d'ouvrier tout en intégrant quelques spécificités de la maison bourgeoise. Elle se nomme « maison d'employé ». Elle est construite sur une parcelle à peine plus large et profonde que celle de la maison ouvrière traditionnelle. La façade ne varie quasiment pas de celle de la maison ouvrière. Elles aussi sont construites selon un alignement de maisons mitoyennes de même type (Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement du nord, 2015). La configuration en plan diffère de deux manières par rapport à la maison ouvrière, on retrouve un couloir qui contient l'escalier et une pièce supplémentaire au rez-de-chaussée (Bioul, 2007) (Jonas, 1993).

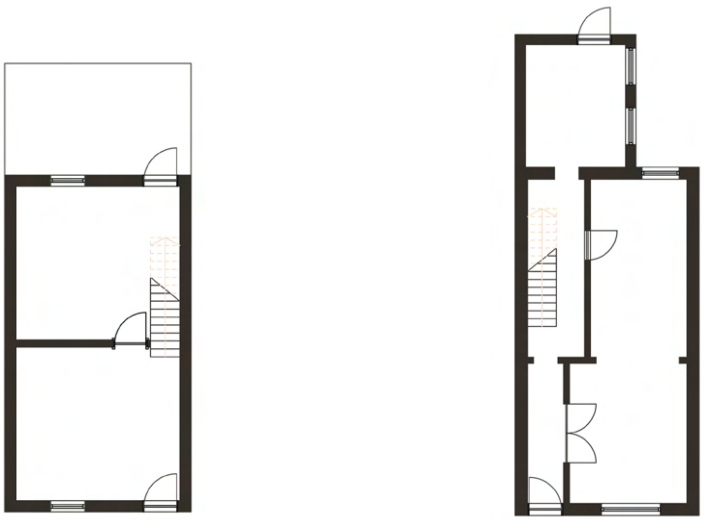


Figure 25- Comparaison du plan du rez-de-chaussée d'une maison ouvrière (gauche) et d'une maison d'employé (droite) (Auteure, 2023)

Ensuite, les cités-jardins font leur apparition à la suite de la Première Guerre mondiale. Les architectes reviennent de l'étranger avec une nouvelle typologie d'habitation qui est pour eux, la meilleure solution pour le logement ouvrier. Ces cités se développent alors en périphérie des villes et disposent d'espaces verts (Trachte et al., 2015b).

Les maisons situées dans les cité-jardin sont des cellules fonctionnelles dont la taille dépend du nombre d'occupants. Afin de limiter les coûts de construction, elles font preuve d'une économie dans les moyens mis en place, notamment dans l'utilisation de matériaux fabriqués sur chantier,

l'utilisation d'éléments de construction standardisés ou encore la simplification des façades (Trachte et al., 2015b).

Deux styles architecturaux se distinguent quant à l'apparence des maisons de cités-jardins : le cottage anglais ou la maison moderniste avec des volumes sobres et une toiture plate. Les principaux matériaux utilisés dans la construction de ces maisons sont la brique pour les murs, le béton préfabriqué pour les systèmes constructifs, le bois pour les menuiseries et planchers et éventuellement la pierre pour les encadrements d'ouvertures (Trachte et al., 2015b).

8.3. VALEURS PATRIMONIALES IDENTIFIÉES

La maison ouvrière représente encore aujourd'hui un patrimoine important. Bien que certaines ne soient plus dans un parfait état, elles sont encore, pour la plupart, bien conservées. Ainsi, il est utile de les rénover afin de les remettre aux normes. Cependant, il faut savoir le faire intelligemment et en respectant le logement (Rauwel, 2009).

À l'aide de l'outil d'accompagnement à l'évaluation patrimoniale du bâti résidentiel bruxellois (Bos et al., 2022), les caractéristiques patrimoniales de la maison ouvrière peuvent être relevées.

C'est sur base du cas d'étude principal que l'évaluation est réalisée et afin d'en tirer des généralités, lesspécificités des autres cas d'étude sont pris en compte.

La première étape de cette évaluation consiste en « la connaissance et documentation exhaustive de l'objet construit ». Les informations du chapitre 7, qui développe en détail les cas d'études, fournissent une documentation sur ce qu'il y a à savoir sur le cas d'étude. En les croisant à celles du sous-chapitre 8.2., qui ressort les éléments de la littérature, il est possible de généraliser les informations au type bâti de la maison ouvrière.

La deuxième étape est une « analyse de la composition matérielle de l'objet ». Pour le travail, elle sera couplée à la troisième étape, qui demande « une approche comparative de l'objet construit ». En effet, les tableaux seront complétés en analysant d'une part, le cas d'étude principal et en considérant d'autre part, une généralisation de la maison ouvrière, sur base de la documentation récoltée. Ainsi, les colonnes d'âge, d'état sanitaire et d'authenticité du cas d'étude sont combinées dans une même colonne, propre à celui-ci, et ces paramètres seront discutés de manière plus générale dans la dernière colonne et étendu à la typologie de maison ouvrière.

Environnement direct	Élément présent à l'origine dans la maison ouvrière ?	Cas d'étude principal	Généralisation au type bâti
Perron / devant-de-porte	Porte en bois à rue, en général surélevée d'une à deux marches.	Porte qui donne sur la rue, surélevée de deux marches par rapport au trottoir.	L'emplacement de la porte n'a en général pas été modifié au cours du temps mais la porte a souvent été remplacée.
Cour	Parfois présente à l'arrière de la maison de la même largeur que celle-ci.	Pas de cour .	La cour peut être d'origine ou avoir été refaite par la suite, ce qui influence son état d'authenticité. Son empreinte au sol est d'origine.

Espaces verts	Parfois présents à l'arrière, de la même largeur que la maison et assez profond en longueur.	Jardin de plus ou moins 30 mètres de long et de même largeur que la maison, situé à l'arrière.	La taille et forme du jardin n'a en général pas changé puisque limité par le parcellaire mais peut avoir été modifié dans son aménagement au cours du temps.
Murets / mitoyenneté/ haies	Maisons construites en mitoyenneté Un à deux murs mitoyens entre les maisons et jardins mitoyens.	Deux murs mitoyens de part et d'autre de la maison.	Les murs séparent distinctement les maisons, ils sont d'origine et sont en général bien conservés. Des murs en briques séparent généralement les jardins.
Portail / grille	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Façade à rue et mitoyenne. La seule entrée se fait par la porte d'entrée.
Escalier extérieur	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Façade à rue et mitoyenne. La seule entrée se fait par la porte d'entrée souvent surélevée d'une à deux marches.

Tableau 2 - Éléments de l'environnement direct susceptibles de présenter un intérêt (Bos et al., 2022)

Enveloppe	Élément présent à l'origine dans la maison ouvrière ?	Cas d'étude principal	Généralisation au type bâti
Enveloppe			
Façade avant	Façade en brique de deux travées d'ouvertures alignées et s'élevant sur deux étages. Façade souvent semblable aux maisons voisines.	Façade en brique, deux travées d'ouverture dont celle de gauche en saillie, deux étages et semblable aux façades de la rue.	Les façades en briques sont d'origine et sont pour la plupart des maisons, bien conservées. Elles peuvent avoir été recouvertes de peinture ou autres matériaux.
Façade arrière	Façade en brique constituée de deux travées et s'élevant sur deux étages avec ajout d'annexes éventuelles.	Façade en brique peinte, annexe de la cuisine étendue et ajout d'une véranda.	Les façades sont en général d'origine et sont pour la plupart des maisons, bien conservées. Elles peuvent avoir été recouvertes de peinture ou autres matériaux.
Façade(s) latérales (éventuelles)	Il peut y avoir une façade latérale si la maison est située en extrémité.	Pas de façade latérale.	Les façades en briques sont d'origine et sont pour la plupart des maisons, bien conservées. Elles peuvent avoir été recouvertes de peinture ou autres matériaux.
Toiture	Toiture de tuiles à deux pans, soutenue par une charpente en bois.	Toiture à deux pans avec charpente en bois pour le corps principal de logement et toiture plates avec poutres en bois porteuses dans les annexes.	Le matériau de recouvrement ainsi que la charpente de la toiture ont parfois été remplacés au cours du temps mais la typologie de toiture à deux pans a été conservée.

Menuiseries extérieures			
Portes d'accès	Porte en bois .	Porte en bois peint en rouge, simple vitrage, avec grilles en fer forgé et remplacement par une porte en PVC rouge en octobre 2022.	A l'origine les portes étaient en bois, il est possible que les menuiseries extérieures aient été remplacées au fil du temps.
Châssis	Châssis en bois.	Châssis de la fenêtre à rue en bois peint en rouge, simple vitrage, vitraux colorés et remplacement par un châssis en PVC rouge, double vitrage en octobre 2022. Autres châssis double vitrage et châssis en PVC ou bois. Velux de la cuisine en simple vitrage et châssis en PVC Velux d'étage en double vitrage et châssis PVC ou bois.	A l'origine les châssis étaient en bois avec du simple vitrage, il est probable que les menuiseries extérieures aient été remplacées au fil du temps.
Vitraux	S'applique parfois à cette typologie.	Vitraux sur la fenêtre à rue.	Il est possible qu'il y ait des vitraux dans le vitrage des fenêtres.
Impostes	S'applique parfois à cette typologie.	Imposte en bois peint en rouge, simple vitrage et remplacement par une imposte en PVC rouge en octobre 2022.	Il est possible qu'il y ait des impostes dans les façades de la maison.
Encadrements	Encadrement des ouvertures en briques ou pierre.	Encadrement des ouvertures vertical en brique et horizontal en pierre.	En général, si la façade n'a pas été recouverte d'un autre matériau, les encadrements de portes et d'ouvertures sont réalisés avec la même brique que la façade et parfois positionnée différemment, ou avec de la pierre.
Garde-corps	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Jamais de balcon d'origine et fenêtres à 1m du sol intérieur qui ne nécessite pas de garde-corps.
Grilles	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Façade à rue et mitoyenne. La seule entrée se fait par la porte d'entrée.
Volets	Parfois présent.	Volets ajoutés ultérieurement à la construction ou intégrés aux châssis.	En général, remplacement par de nouveaux volets électriques postérieurs à la construction.
Bow-window Balcon Loggia	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Façade plate et peu d'éléments en saillie.

Soupiraux	Parfois présents .	Soupiraux en fer forgé.	Ouverture d'origine en façade avant au niveau de la cave.
Soubassement			
Matériaux	Parfois présent et en pierre.	Soubassement en pierre.	Soubassement généralement d'origine en façade avant et en pierre.
Éléments décoratifs			
Boîte aux lettres	Parfois présente .	Posée ultérieurement à la constructruction sur la façade à rue.	Située dans la porte, accolée ou décollée de la façade mais généralement modifiée au cours du temps.
Sculptures	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Maisons simples dans leur construction et assez peu d'ornementation.
Potale	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Maisons simples dans leur construction et assez peu d'ornementation.
Sgraffites Fresque	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Maisons simples dans leur construction et assez peu d'ornementation.
Corniches	Pratiquement systématiquement présentes et en bois.	Nouvelle corniche en PVC.	La plupart ont été enlevées rendant la gouttière visible[1].
Gargouilles	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Maisons simples dans leur construction et assez peu d'ornementation.
Descentes d'eau	Présente et généralement déviée à l'arrière du bâtiment par un chenal dans l'espace sous comble.	Présence de gouttière en aluminium à l'arrière du bâtiment, sur les annexes.	Généralement : remplacement du chenal par un tube en PVC dans le grenier ou par un descendant d'eau pluviale visible en façade à rue.

Tableau 3 - Éléments de l'enveloppe susceptible de présenter un intérêt (Bos et al., 2022)

Intérieur	**Élément présent à l'origine dans la maison ouvrière ?**	**Cas d'étude principal**	**Généralisation au type bâti**
Plafonds			
Moulures	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Maisons simples dans leur construction et assez peu d'ornementation.
Luminaire	Ampoules avec abat-jours.	Appliques ou suspensions avec ampoules.	Adaptation aux normes actuelles.
Structure	Plancher sur gîtage portant sur les murs de façades.	Plancher sur gîtage portant sur les murs de façades.	Plancher sur gîtage portant sur les murs de façades.
Murs			
Lambris	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Maisons simples dans leur construction et assez peu d'ornementation.

1 Francesco Bellazecca, architecte, 2023

Tapisseries	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Maisons simples dans leur construction et assez peu d'ornementation.
Miroirs	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Maisons simples dans leur construction et assez peu d'ornementation.
Cheminées	Souvent, présence d'au moins une cheminée dans la maison.	Traces d'anciennes cheminées dans le salon, la salle à manger et la cuisine.	Les cheminées ne sont en général plus utilisées mais leur empreinte reste parfois présente sur le mur.
Interrupteurs	Présent.	Nouveaux interrupteurs .	Interrupteurs généralement modifiés au cours du temps.
Menuiseries intérieures			
Fenêtres extérieures	Châssis d'origine en bois et simple vitrage.	Châssis de la fenêtre à rue en bois peint en rouge, simple vitrage, vitraux colorés et remplacement par un châssis en PVC rouge, double vitrage en octobre 2022. Autres châssis double vitrage et châssis en PVC ou bois. Velux de la cuisine en simple vitrage et châssis en PVC. Velux d'étage en double vitrage et châssis PVC ou bois.	Menuiseries extérieures parfois modifiées au cours du temps.
Portes extérieures	Portes d'origine avec châssis en bois.	Porte en bois peint en rouge, simple vitrage, fer forgé et remplacement par une porte en PVC rouge en octobre 2022. Baie vitrée châssis bois double vitrage à l'arrière.	Portes extérieures parfois modifiées au cours du temps.
Portes intérieures	Portes d'origine avec châssis en bois.	Portes en bois peinte et parfois vernies.	Menuiseries intérieures généralement maintenues au cours du temps.
Quincaillerie : clinches, clés	Présent.	Quincailleries intérieures conservées.	Éléments qui peuvent être d'origine ou remplacés par la suite.
Revêtements de sol	Présent.	Carrelage dans le couloir du rez, la cuisine et la salle de bain. Nouveau parquet dans la chambre avant du premier étage et dans les chambres du deuxième étage .	Matériau qui peut être d'origine ou rajouté par la suite.
Parquet	Présent.	Planchers en bois d'origine dans le salon, la salle à manger, la chambre arrière du premier étage et les couloirs d'étages.	Matériau qui peut être d'origine ou rajouté par la suite.

Carrelage	Présent.	Carrelage dans le couloir du rez, la cuisine et la salle de bain.	Matériau qui peut être d'origine ou rajouté par la suite.
Circulations	Une circulation verticale (escalier) desservant les étages supérieurs.	Entrée qui mène à un couloir où se trouve l'escalier qui dessert les différents étages par les paliers.	La circulation a généralement été maintenue au cours du temps afin de desservir les différents étages.
Escaliers	Présent.	Escalier et rampe en bois avec double volée dont le premier palier mène à la salle de bain.	S'il est d'origine, l'escalier est généralement en bois et situé dans le séjour.
Mobilier intégré	Présent.	Aucun.	Il est possible de retrouver l'un ou l'autre mobilier intégré aux murs.
Armoires	Présent.	Mobilier.	Il est possible de retrouver l'une ou l'autre armoire d'origine.
Cuisinière	Présent.	Mobilier posé ultérieurement à la construction.	Elle se trouve souvent dans l'annexe de la maison mais a généralement été modifiée au cours du temps.
Monte-plats	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude.	Maisons simples dans leur construction.

Tableau 4 - Élément de chaque pièce susceptible de présenter un intérêt (Bos et al., 2022)

Systèmes	Élément présent à l'origine dans la maison ouvrière ?	Cas d'étude principal	Généralisation au type bâti
Chauffage	A l'origine, le système de chauffage était un poêle à bois ou au charbon et cheminée.	Un chauffage central avec radiateurs à vannes thermostatiques. Chaudière à condensation au gaz naturel qui se trouve à la cave.	Le système de chauffage peut avoir été remplacé ou un système alternatif peut avoir été ajouté.
Radiateurs	Parfois présents.	Radiateurs ajoutés ultérieurement à la construction.	Un système d'émission peut avoir été ajouté.
Cache-radiateurs	Parfois présents.	Non présents.	Des cache-radiateurs peuvent avoir été ajoutés.
Électricité	Apparition des systèmes d'éclairage à l'électricité au cours du 20ème siècle.	Électricité adaptée ultérieurement à la construction.	Le système d'électricité n'est certainement pas d'origine.
Luminaires	Début du 20ème siècle : ampoules à incandescences avec abat-jour. Fin du 20ème siècle : ampoule à incandescence avec abat-jour.	Appliques et suspensions avec ampoules.	Le système de luminaire n'est certainement pas d'origine.
Ventilation	Aucun système de ventilation.	Aucun système de ventilation.	Il peut y avoir un système de ventilation mais il n'est pas d'origine.

Bouches	Parfois présentes.	Aucune bouche d'extraction.	Il peut y avoir des bouches d'aération mais elles ne sont pas d'origine.
Sanitaires	Placés dans une annexe à l'arrière de la maison.	Une toilette dans la véranda extérieure et une salle de bain sur le deuxième étage de l'annexe.	Les sanitaires peuvent avoir été déplacés dans une autre pièce ou une nouvelle pièce peut avoir été transformée à cet effet.
Ascenseur	Ne s'applique pas à cette typologie.	Ne s'applique pas au cas d'étude	Maisons simples dans leur construction.

Tableau 5 - Systèmes présents susceptibles de présenter un intérêt (Bos et al., 2022)

Les tableaux 2 à 5 permettent d'identifier les éléments caractéristiques de la maison ouvrière, mais aussi d'émettre des hypothèses quant à leur état d'authenticité. En effet, les normes de confort actuelles ne sont plus les mêmes qu'autrefois et des changements au cours du temps ont certainement été opérés pour certaines maisons.

Enfin, la dernière étape de l'évaluation patrimoniale consiste en « l'évaluation des valeurs patrimoniales de l'objet construit ». Les tableaux sont également complétés à l'aide de la littérature.

VALEUR HISTORIQUE	OBJET (EXPLICATIONS)	OUI/NON
Culturelle/Mémorielle/ Folklorique		
L'objet commémore-t-il un évènement, un personnage historique ou une tradition ?	Ces maisons sont construites rapidement et à l'identique pour loger des ouvriers.	NON
L'objet est-il un exemple remarquable d'art populaire (sans l'intervention d'un architecte) ?	Les maisons ouvrières sont construites rapidement, avec les matériaux locaux, par des industries proches des usines.	OUI
L'objet présente-t-il une singularité ou une étrangeté ?	La maison ouvrière est simple dans son agencement : deux façades, deux étages et toit à deux pans	NON
Documentaire		
L'objet documente-t-il (un aspect de) la société ou du/le contexte dans lequel il a vu le jour ?	Ces maisons sont construites par les usines dans la période d'industrialisation pour loger leurs ouvriers.	OUI
L'objet est-il l'œuvre d'un architecte connu pour sa production antérieure ou postérieure ?	Ces maisons sont construites par les usines pour leurs ouvriers.	NON
Archéologique		
L'objet présente-t-il des caractéristiques à même de reconstituer une partie de l'Histoire	Ces maisons sont en périphérie des villes et proches des industries, elles témoignent de la manière dont les villes ont évolué et du mode de vie de la classe ouvrière.	OUI
Rareté		
L'objet présente-t-il des caractéristiques qui en font un élément rare pour son époque de construction ?	Puisque très présente au 20ème siècle et construites identiques les unes à côté des autres, avec un système constructif simple, elles ne sont pas rares.	NON
Représentativité		

L'objet est-il particulièrement représentatif d'une époque et/ou d'un style	Ces maisons ont été construites en majorité lors de la période industrielle.	OUI

Tableau 6 - Valeur historique (Bos et al., 2022)

On peut donc dire que la maison ouvrière a une valeur historique, d'une part, par le fait d'être associée à une époque, l'industrialisation des villes, et de l'autre, d'être représentative de la manière de vivre d'une classe sociale importante pour l'époque.

VALEUR ARCHITECTURALE	OBJET (EXPLICATION)	OUI/NON
Art		
Les qualités de l'objet sont-elles appréciables selon les codes d'une certaine époque ?	La construction est simple et avec des matériaux disponibles.	NON
Style		
L'objet interprète-t-il un style de manière incisive, tranchée ou présente-t-il une pureté de conception qui le rend particulièrement représentatif d'un style ?	La maison ouvrière se construit sur la typologie des maisons bourgeoises mais de manière bien plus simplifiée, avec des façades simples et très peu d'ornementation. Elles ne correspondent à aucun style mais sont identifiables depuis la rue. La maison d'employé est se construit de la même manière avec la présence d'un couloir et d'une pièce supplémentaire à l'arrière comme caractéristiques en plus.	NON
L'objet a-t-il un caractère innovant pour son époque, est-il précurseur, un témoin de l'apogée ou de la décadence d'un style ?	Les systèmes de construction sont simples, et les matériaux utilisés sont les plus répandus de l'époque.	NON
L'objet est-il original par rapport à la production de son époque ?	La construction est simple et avec des matériaux disponibles.	NON
Typologie		
La conception de l'objet répond-elle en tout ou en partie à un type précisément établi et répandu au sein d'un certain corpus, ou au contraire tout à fait inédit ?	La maison ouvrière est un type de maison à part entière. Il en est de même pour la maison d'employé.	OUI
Technique/ Matérialité		
L'objet utilise-t-il des procédés constructifs, technologiques ou des matériaux particulièrement exceptionnels et/ou innovants pour l'époque de construction	La construction est simple et avec des matériaux disponibles.	NON

Tableau 7 - Valeur architecturale (Bos et al., 2022)

Ce qui donne une valeur architecturale à la maison ouvrière est le simple fait que c'est un type bâti à part entière et qu'elle soit simple dans sa construction et dans son expression.

RELATION CONTEXTE/ URBANISTIQUE	OBJET (EXPLICATION)	OUI/NON
L'objet par ses caractéristiques (gabarit, forme, position, style) a-t-il servi d'assise ou de référence à d'autres objets réalisés ultérieurement dans le contexte environnant ?	La maison ouvrière est une habitation dans sa plus simple expression.	NON
L'objet fait-il partie d'un ensemble urbanistique cohérent ?	Ces maisons sont mitoyennes et construites en bandes, en cité parfois. Leur répétition dans les façades est une caractéristique typique.	OUI

Tableau 8 - Valeur urbanistique (Bos et al., 2022)

Une des caractéristiques majeures des maisons ouvrières est que, le plus souvent, elles font partie d'un ensemble. En effet, elles sont construites les unes à côté des autres avec des façades très similaires. Ceci lui confère une valeur urbanistique particulière et très intéressante.

VALEUR D'ANCIENNETÉ	OBJET (EXPLICATION)	OUI/NON
Authenticité/ Intégrité		
L'objet est-il resté en état, sans avoir subi beaucoup de transformations au cours de sa vie ?	En général, la morphologie reste identique, de petites transformations peuvent avoir été réalisées. Une annexe a été modifiée ultérieurement à la construction et des sanitaires y ont été installés.	NON
Si l'objet a subi plusieurs transformations au cours de sa vie, celles-ci ont-elles enrichi ses caractéristiques originales (sorte de stratification visible : aperçu des différentes tendances, styles et périodes de construction, véritable témoignage du passé montrant plusieurs facettes) ?	Les transformations majeures sont rares.	NON
La lisibilité de l'objet est-elle garantie malgré son altération naturelle (patine, érosion, effritement et intégration planifiée ou non de l'objet dans son environnement) ?	La morphologie et la façade à rue ne sont pas ou peu modifiée, des châssis ont été remplacés mais la lisibilité de la typologie reste claire.	OUI
Forme/ Matériaux		
Les formes et les matériaux qui définissent actuellement l'objet correspondent-ils à la conception d'origine ?	La façade a deux travées d'ouvertures et les matériaux d'époque sont d'origine et sont encore très présents sur la maison.	OUI
Contexte/ Ensemble		
L'objet construit date-t-il de la même période que la structure urbanistique dans ou autour de laquelle il s'établit ?	Comme elles sont construites par ensemble, les maisons voisines sont similaires et datent de la même époque.	OUI

L'objet est-il un point de repère, remarquable de par sa situation particulière dans son environnement ou de par ses traits architecturaux ?	Elles sont construites en périphérie de la ville de l'époque et proches d'anciennes industries. Elles sont donc plutôt un point de repère quant aux anciennes limites de villes et à ces anciennes industries.	OUI
L'objet participe-t-il à un ensemble et/ou met-il en valeur un autre objet adjacent ?	Puisque ces maisons sont construites les unes à côté des autres, elles se mettent en valeur de par le fait d'être un ensemble.	OUI
L'environnement immédiat de l'objet le met-il en valeur ?	Les maisons sont situées dans des rues étroites donc elles ne sont pas forcément mises en valeurs. Par contre dans le cas des cités-jardins, l'environnement avoisinant est plus agréable que les maisons situées dans de longues rues étroites.	NON

Tableau 9 - Valeur d'ancienneté (Bos et al., 2022)

Ces maisons ouvrières jouissent d'une valeur d'ancienneté, car leur morphologie ou leurs matériaux de construction n'ont pas ou peu changé depuis leur édification. Aujourd'hui encore, il est facile de les reconnaitre. De plus, de par leur position, elles témoignent l'histoire du quartier dans lequel elles se trouvent puisqu'elles étaient construites proches des industries.

VALEUR D'USAGE	OBJET (EXPLICATION)	OUI/NON
L'objet est-il fonctionnel ?	La maisons est simple, pas très grande et habitable. Elles sont pour la plupart encore utilisées comme habitation aujourd'hui.	OUI
L'objet présente-t-il une corrélation évidente entre sa forme et l'usage qui en est fait ?	Deux étages habitables, un grenier, un jardin, une annexe avec cuisine et sanitaires. Elle est utilisée comme maison unifamiliale, destination d'origine dès la construction.	OUI
L'objet est-il capable de garantir sa fonction et son usage initial, sans pour autant mettre en danger la vie et la santé de ses occupants ?	Ces maisons sont solides avec un système constructif simple. Si ce n'était pas le cas, certains ajustements pourraient éventuellement être faits facilement pour être aux normes.	OUI
L'objet est-il capable de garantir sa fonction et son usage initial, en garantissant de bonnes conditions de confort et un niveau de salubrité adapté ?	La maison étant gardée en bon état, elle est facilement habitable. Dans le cas contraire, des interventions peuvent néanmoins être faites afin de la rendre salubre.	OUI
Le programme initial est-il atypique ou s'organise-t-il de manière singulière ?	Ce sont des maisons tout ce qui a de plus simple dont la vocation est d'être un logement unifamilial.	NON

Tableau 10 - Valeur d'usage (Bos et al., 2022)

Les maisons ouvrières ont une claire valeur d'usage puisque la plupart d'entre elles sont restées semblables à leur état d'origine. En effet, elles sont de petites habitations encore aujourd'hui utilisées comme telles. Si elles sont encore maintenues en bon état, elles peuvent être habitables

en l'état, sinon, des travaux sont nécessaires, mais au vu des petites dimensions et de l'agencement assez simple, cela ne demande pas de grandes transformations.

Ces maisons sont donc un vestige d'histoire et transmettent aux générations un témoin du mode de vie de l'époque. Elles sont donc des habitations intéressantes à conserver pour leur valeur historique, architecturale et urbanistique.

Pour la suite du travail, au vu des spécificités identifiées dans la littérature et dans l'évaluation patrimoniale, les éléments suivants seront considérés à valeur patrimoniale. Les scénarios de rénovations énergétiques projetés dans la suite du travail seront analysés en fonction de leur capacité à maintenir les éléments ci-dessous. L'objectif est d'identifier quelle ambition énergétique il est possible d'atteindre par rapport aux choix de préservation patrimoniale.

Caractéristiques :

- La morphologie du logement :
    - Les petites dimensions.
    - La maison mitoyenne, deux façades.
    - La toiture à deux pans.
- Le système constructif :
    - Les murs pleins mitoyens non porteurs.
    - Les murs pleins de façades avant et arrière porteurs.
    - Les planchers en bois portants.
    - La charpente de toiture portante sur les murs mitoyens.
- L'organisation en plan :
    - L'agencement des espaces.
    - La circulation intérieure.
    - Les espaces extérieurs (jardin et/ou cour).
    - Les éléments fixes et leur position comme l'escalier, la cheminée, etc.
    - Les annexes (cuisine et/ou sanitaires)La façade avant :
    - Le caractère d'ensemble et la cohérence urbaine qu'elle induit avec les façades voisines et la mitoyenneté.
    - Les jeux de briques éventuels, en saillie sous corniche, dessins en relief ou encadrement des fenêtres.
    - Le matériau d'origine des portes et des châssis.
    - Le matériau d'origine pour le seuil, les encadrements ou linteaux.
    - La position des ouvertures et leur alignement sur deux travées.

- Le soubassement éventuel.
- Les soupiraux éventuels.
- Les corniches éventuelles.
- Les descentes d'eau éventuelles.

- Les matériaux :
  - Les briques.
  - Le bois.
  - Les tuiles.
  - La pierre

8.4. ANALYSE DE RÉNOVATION DE MAISONS OUVRIÈRES

Dans les rénovations énergétiques de maisons ouvrières actuelles, y a-t-il des pertes patrimoniales ?

Afin de percevoir au mieux les changements effectués, et donc les pertes éventuelles, sur cette typologie de bâtiment, une comparaison des états d'avant et après rénovation de maisons va être réalisée pour observer si c'est effectivement le cas et sur quels éléments en particulier.

Pour réaliser cette comparaison, différents types de projets ont été considérés. Un premier projet porte sur la rénovation énergétique de vingt-neuf logements situés dans une cité ouvrière à Erquelinnes, par un bureau d'architectes. Ensuite, les impacts d'une série d'audits énergétiques, proposés par un auditeur, sur des logements semblables aux maisons ouvrières, seront analysés. Enfin, des projets de transformation de maisons ouvrières en logements sociaux, par une ASBL, seront observés.

Les analyses des états d'avant et après rénovation se feront sur base de documents tels que des plans de rénovation, des cahiers de charges, des PV de chantier ainsi que des certificats et audits énergétiques avant et après rénovation.

Afin de mettre en évidence les pertes patrimoniales éventuelles, un tableau – ci-dessous – croisant les caractéristiques relevées dans l'analyse de la maison ouvrière et des valeurs patrimoniales identifiées, grâce à l'outil d'évaluation, permettra de mettre en lumière les changements opérés lors de rénovations. Les comparaisons d'avant et après travaux de l'ensemble des projets de rénovation se retrouvent en Annexe 3.

		AVANT	**APRÈS**
Environnement direct	Cour		
	Espaces verts		
	Murets / mitoyenneté/ haies		
	Annexes		

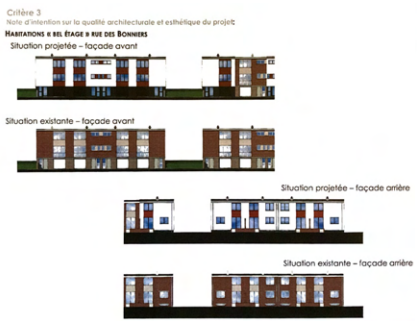
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines		
		Matériaux		
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)		
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées		
	Façade arrière	Matériaux		
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)		
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées		
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux		
	Toiture principale	Pentue/plate		
		Matériaux		
	Façades annexes	Matériaux		
	Toiture annexe	Pentue/plate		
		Matériaux		
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès			
	Châssis : divisions, matériaux...			
	Encadrements	Appuis de fenêtres		
		Seuil de porte		
		Linteaux		
		Encadrement vertical		
	Volets			
	Soupiraux			
	Soubassement			
	Matériaux			
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres			
	Corniches			
	Descentes d'eau			

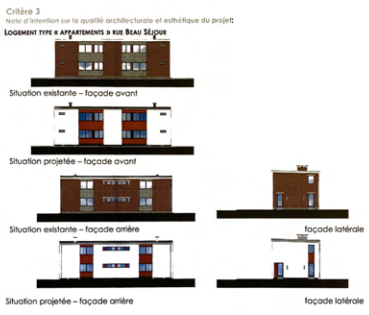
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs		
		Charpente de toiture		
	Murs			
	Cheminées			
	Menuiseries intérieures			
	Portes intérieures			
	Revêtements de sol			
	Escaliers			
	Cuisinière			
Système	Électricité			
	Ventilation			
	Bouches			
	Sanitaires			
	Chauffage			
	Radiateurs			

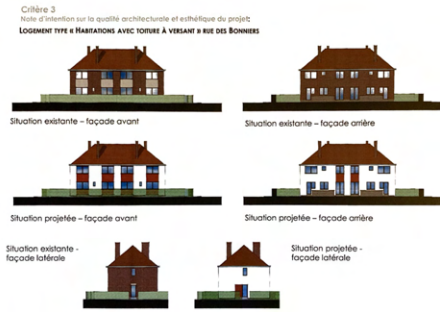
Tableau 11 - Tableau comparatif des états avant et après rénovation (Auteur, 2023)

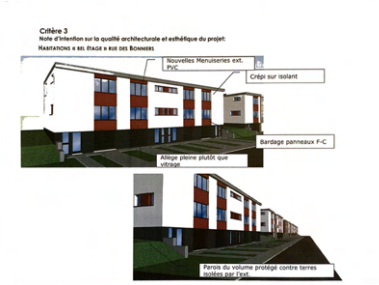
8.4.2. PROJET DE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DE 29 LOGEMENTS, ERQUELINNES – BUREAU D'ARCHITECTURE DE PHILIPPE COUPAIN

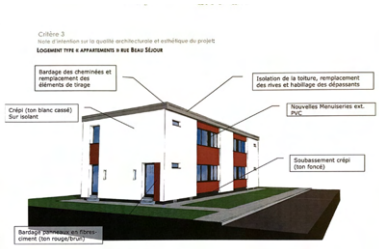
Dans le premier projet de rénovation (annexe 2.1. ; annexe 2.2. ; annexe 2.3.) le parti-pris par les architectes a été de maintenir la dualité de matériaux des façades. Pour ce faire, ils ont utilisé deux matériaux de revêtement différents pour recouvrir d'un côté, les briques rouges et, de l'autre les blocs de béton.

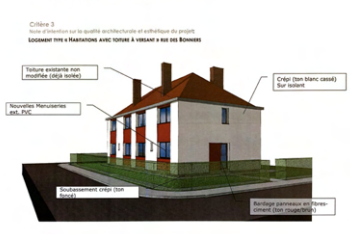














Annexe 2.1. Annexe 2.2. Annexe 2.3.

Figure 26 - Photos du projet de rénovation de 29 logements sociaux, Erquelinnes (Phillipe Coupain, 2018)

L'objectif de conservation des façades n'est pas des plus optimal.

- Les façades d'origine présentaient un jeu de texture avec les deux sortes de briques, les linteaux saillants (annexe 2.1.), et les sous-fenêtres en béton (annexe 2.1. ; annexe 2.4.) ou en tôle (annexe 2.2.). Toute la matérialité qui existait a disparu, sous le crépi, pour laisser place à de nouvelles façades assez lisses.
- Un crépi de soubassement a été placé en pied de façade dont la hauteur n'est pas la même que le soubassement en pierre d'origine (annexe 2.3.) et ce même si aucun soubassement n'était présent à l'origine (annexe 2.3.).
- D'autres éléments ont, au contraire, été remplacés comme les seuils de portes en pierre bleue ou appuis de fenêtre en pierre par des éléments en aluminium (annexe 2.1. ; annexe 2.2. ; annexe 2.3.), les menuiseries et les portes par de nouvelles plus performantes, les corniches, les gouttières ou les boites aux lettres (annexe 2.1. ; annexe 2.2. ; annexe 2.3.).
- En regardant les façades aujourd'hui, il est difficile de dater ces maisons parce qu'elles ont perdu leurs éléments significatifs extérieurs.
- Les toitures plates quant à elles ont subi des interventions d'étanchéification (annexe 2.1. ; annexe 2.2.) mais n'ont pas été modifiées. Les toitures à quatre pans n'ont pas du tout été touchées lors des travaux. Le travail d'isolation s'est fait au niveau du plancher des combles. (annexe 2.3.).

Ainsi, la transformation majeure porte sur l'enveloppe extérieure. En effet, l'environnement extérieur n'a pas été modifié, ni la structure, ni les éléments intérieurs. Au niveau des systèmes, l'électricité était aux normes, elle a donc été laissée en l'état. Par contre, des bouches d'aération ont été ajoutées pour la ventilation (annexe 2.1. ; annexe 2.2. ; annexe 2.3.) et les systèmes de production d'eau chaude sanitaire et de chauffage ont parfois été adaptés (annexe 2.1. ; annexe 2.2.).

Ces maisons font partie d'un ensemble mais une partie seulement a été rénovée. Le caractère d'ensemble dont elles jouissaient est aujourd'hui assez compromis à moins que l'ensemble des maisons ne fasse l'objet des mêmes interventions. Mis à part dans l'alignement des ouvertures, parce que la morphologie générale n'a pas été modifiée, les façades ne se ressemblent plus.

Tous ces travaux mis bout à bout font que les maisons ont perdu leur expression d'origine, elles ressemblent aujourd'hui à des constructions modernes puisqu'elles ont été dépourvues de la plupart de leurs éléments d'origine.

8.4.3. RÉNOVATIONS ÉNERGÉTIQUES SUR BASE D'AUDIT, WALLONIE – AUDITEUR C. HUBIN

Les projets de rénovations énergétiques (annexe 2.4. ; annexe 2.5. ; annexe 2.6. ; annexe 2.7. ; annexe 2.8. ; annexe 2.9.) proposent en général les mêmes bouquets de travaux, ceci, car c'est le même auditeur qui les modélise. Ayant à en rédiger plusieurs par semaine, il sait quels sont les bouquets qui permettent d'atteindre le label PEB A et propose des interventions similaires pour ses différents projets, tenant finalement peu compte des spécificités de chaque objet.

Les performances énergétiques avant transformations varient entre des labels PEB D, E, F et G. Cependant, pour la performance finale, les audits proposent tous des bouquets de travaux amenant la maison à un Label PEB A.


Annexe 2.4.


Annexe 2.5.


Annexe 2.6.


Annexe 2.7.


Annexe 2.8.


Annexe 2.9.

Figure 27 - Photos de maisons soumises à des audits énergétiques (Google earth, 2023)

Généralement, l'environnement extérieur n'est jamais impacté, les transformations proposées portent sur l'enveloppe extérieure et les systèmes.

Ces maisons ont des particularités de façades telles que :

- des jeux de briques en saillie (annexe 2.5.)
- des soubassements (annexe 2.4. ; annexe 2.5. ; annexe 2.6. ; annexe 2.7. ; annexe 2.8. ; annexe 2.9.)

- des différences de matériaux en façade (annexe 2.6.)
- des linteaux en béton (annexe 2.7. ; annexe 2.8. ; annexe 2.9.) ou linteaux saillant sur la porte d'entrée (annexe 2.5.)

Pourtant l'ensemble des audits suggère une isolation par l'extérieur avec un crépi sur isolant, ceci peu importe les caractéristiques de façade de chaque objet. Si le projet venait à se concrétiser, les façades seraient rendues lisses et uniformes.

- Les éventuelles annexes (annexe 2.4. ; annexe 2.7. ; annexe 2.9) devront, elles aussi, être isolées par l'extérieur. Elles le seront de la même manière que les façades principales, c'est-à-dire avec un crépi sur isolant.
- Les menuiseries et portes devront être remplacées, par un double vitrage à haut rendement, dans la plupart des projets (annexe 2.4. ; annexe 2.5. ; annexe 2.6. ; annexe 2.7. ; annexe 2.9.).
- Les audits proposent également une isolation de toiture par l'intérieur qu'elle soit plate ou en pente. Cependant, si le grenier n'est pas utilisé, l'isolation se fera sur le plancher de celui-ci.

Les projets choisis pour l'analyse sont des maisons mitoyennes de rangées (annexe 2.4. ; annexe 2.5. ; annexe 2.6. ; annexe 2.7. ; annexe 2.8. ; annexe 2.9.). Toutes les propositions de rénovation touchent l'enveloppe extérieure, mais ces audits ne concernent qu'une partie seulement des maisons. Ainsi, en n'en modifiant qu'une ou deux sur sa rangée, le caractère d'ensemble qui les caractérise est compromis puisque les façades ne seront plus semblables.

Cependant, en ce qui concerne la morphologie générale, c'est-à-dire, la position et la taille d'ouvertures, la maison mitoyenne deux façades avec toiture à deux pans, est conservée.

En ce qui concerne les systèmes, mis à part l'électricité, ils sont tous adaptés.

- Généralement, aucun système de ventilation n'est présent ou alors il l'est partiellement. Les audits proposent donc l'installation d'un système C (annexe 2.4. ; annexe 2.5. ; annexe 2.6. ; annexe 2.7. ; annexe 2.8. ; annexe 2.9.).
- Au niveau du système de chauffage, les systèmes présents sont améliorés (annexe 2.6. ; annexe 2.7.) et les systèmes de « chauffage local » sont remplacés par des systèmes de « chauffage central » (annexe 2.4. ; annexe 2.7. ; annexe 2.8. ; annexe 2.9).
- Pour la distribution de chauffage, les radiateurs déjà présents sont maintenus, mais s'il n'y en a pas, ils sont ajoutés. Ceci demande des aménagements intérieurs afin de faire passer les conduites dans les différentes pièces de la maison.
- Au niveau des sanitaires, mis à part l'installation de bouches d'aération et éventuellement le changement de production d'ECS (annexe 2.4. ; annexe 2.7. ; annexe 2.8. ; annexe 2.9), il n'y a pas de modifications importantes.
- Il est proposé d'installer un système de panneaux solaires dans chaque audit.
- Des modifications sur les éléments intérieurs ne sont jamais mentionnées.
- Il n'est prévu explicitement aucune modification pour les éléments fixes intérieurs, à savoir, murs, menuiseries intérieures, cheminées, escaliers ou cuisinière.
- Cependant, les modifications apportées aux systèmes pourraient avoir des répercussions indirectes sur le maintien de ces éléments.

8.4.4. PROJET DE RÉNOVATION EN LOGEMENTS SOCIAUX, MONCEAU-SUR-SAMBRE – RELOGEAS.

Enfin, en analysant les projets de transformation en logements sociaux (annexe 2.10 ; annexe 2.11 ; annexe 2.12 ; annexe 2.13.), la différence majeure observée est que les travaux portent sur l'intérieur des maisons et leur structure. En effet, en supposant qu'elles étaient insalubres, contrairement aux projets précédents, l'attention est portée sur la remise en l'état. Au niveau de l'environnement extérieur, rien n'est modifié et en fonction de l'état d'avant travaux, les interventions vont être adaptées.



Annexe 2.8. - Annexe 2.9. - Annexe 2.10.



Annexe 2.11.

Figure 28 - Photos de maisons transformées en logements sociaux (Google earth, 2023) (Anne-Catherine Rizzo, 2022)

Les façades sont conservées et nettoyées si elles sont en bon état (annexe 2.10 ; annexe 2.11 ; annexe 2.12). Ainsi, la morphologie n'est pas modifiée et la différence avec les projets de rénovations énergétiques est que la matérialité est maintenue si son état le lui permet. Ceci est un gain énorme.

- Les jeux de briques, les corniches, les soubassements et les encadrements peuvent perdurer (annexe 2.10 ; annexe 2.11 ; annexe 2.12).
- Cependant, un projet nécessitait la reconstruction presqu'à l'identique de la façade avant (annexe 2.13) car elle n'était plus en bon état. Dans ce projet, puisqu'il a fallu reconstruire une nouvelle façade, elle a été recouverte d'isolant et de crépi par l'extérieur.
- Au niveau des changements externes, les menuiseries et portes qui sont remplacées (annexes 2.10 ; annexes 2.11 ; annexes 2.12 ; annexes 2.13), des linteaux en bois ont été remplacés par du béton pour la stabilité et de nouvelles gouttières sont placées.

Par contre, comme expliqué précédemment, les travaux vont également porter sur la structure comme la reconstruction éventuelle de la toiture (annexe 2.13) ou l'ajout d'éléments permettant de stabiliser la maison (annexe 2.13). Des travaux portent aussi sur l'intérieur, comme le réaménagement d'un escalier afin que ses dimensions rentrent dans les normes (annexe 2.10 ; annexe 2.11), ou sur la reconstruction d'un intérieur habitable (annexe 2.13).

En conclusion, la différence entre les travaux énergétiques et les travaux de transformation en logements sociaux, c'est que dans ce dernier cas, les travaux effectués sont ceux qui sont

absolument nécessaires pour la viabilité et la stabilité du bâtiment. Certains éléments sont modifiés ou installés pour répondre à des normes. Donc, les travaux touchent plutôt à la structure et l'intérieur qui sont de toute façon en mauvais état.

Les travaux énergétiques, eux, ne visent pas à rendre le bâtiment habitable mais à lui faire atteindre de hautes performances. Donc les travaux sont plutôt axés sur les éléments en contact avec l'extérieur et les systèmes internes. Ainsi, afin d'améliorer l'enveloppe, l'interventions commune est l'isolation par l'extérieure et le remplacement des châssis. Ces travaux ont pour conséquence de faire disparaitre toutes les caractéristiques de façade et le remplacement éventuel d'éléments d'origine. Cela crée une perte matérielle mais compromet aussi la valeur d'ensemble.

Les pertes sont donc plus importantes dans les rénovations énergétiques tandis que les travaux de rénovation en logements sociaux tentent de leur côté de toucher uniquement aux éléments en mauvais état ou qui ne respectent plus les normes, autres que énergétiques, dans le but de rendre la maison de nouveau habitable.

8.5. PROBLÉMATIQUE

On remarque que globalement, les principaux conseils donnés dans les travaux de rénovation énergétique sont :

- l'ajout d'un isolant et d'un revêtement (crépi) sur l'extérieur de l'ensemble des murs du bâtiment. À cause de ceci, la matérialité d'origine disparait et il y a une uniformisation de la façade. Cela masque les éventuelles particularités de celle-ci comme les soubassements, les encadrements de fenêtres, les corniches, les jeux de briques, etc. ce qui est une perte patrimoniale de la valeur architecturale.
- Le remplacement des portes et des fenêtres par des châssis à haut rendement et double vitrage. Ce bouquet ne tient pas compte de l'authenticité des menuiseries qui peuvent être un élément intéressant à conserver. Dans ce cas, il y a une perte patrimoniale importante des valeurs historiques et d'ancienneté éventuelle.
- l'installation d'un système de ventilation. Dans les projets analysés, le système C est préconisé et demande une intégration de bouches d'aération. Ceci ne crée pas de perte patrimoniale majeure.
- le remplacement des systèmes de production de chauffage et d'ECS par des systèmes plus performants. En fonction des systèmes proposés, des aménagements peuvent devoir être réalisés à l'intérieur du logement et des équipements supplémentaires peuvent devoir être installés à l'intérieur ou l'extérieur du bâtiment. Si ces installations demandent peu d'aménagement, cela peut être une bonne solution afin d'atteindre de hautes performances sans impact sur le patrimoine. Si au contraire, les systèmes demandent des travaux de démolition et reconstruction, comme l'installation de chauffage par le sol, le placement de conduites de ventilation, etc. les impacts sur l'intérieur sont à considérer.
- les propositions ne se concentrent que sur le bâtiment analysé et ne tiennent pas compte des maisons voisines. Or, l'une des caractéristiques de la maison ouvrière est qu'elle fait partie d'un ensemble. Dans ce sens, en ne travaillant que sur l'une d'entre elles on risque de nuire au caractère d'ensemble et donc à la valeur urbanistique.

Ainsi, dans les bouquets de travaux proposés, il ressort que la considération du patrimoine de la maison n'est que très peu prise en compte. L'ambition est placée sur la performance.

En effet, la plupart des audits proposent, peut-être par facilité, l'isolation par l'extérieur avec un isolant et un crépi, le remplacement des menuiseries extérieures et l'isolation de la toiture ou du plancher de toiture. Serait-il possible d'atteindre de hautes performances énergétiques en intervenant majoritairement sur les systèmes, ou l'isolation de certaines parois plutôt que toutes, ou encore le remplacement de certaines menuiseries ?

8.6. CONCLUSION

On retrouve, encore aujourd'hui, un grand nombre de maisons ouvrières proches des anciennes industries, qui témoignent de l'histoire de notre région. Celles-ci sont des éléments forts du patrimoine bâti.

Ainsi, réaliser des travaux de rénovation énergétique dans ces maisons peut s'avérer intéressant, d'une part pour atteindre les ambitions en termes d'énergie énoncées par la Wallonie et d'autre part, pour leur permettre de perdurer dans le temps et de répondre aux besoins d'habiter contemporains. Cependant, ces maisons sont une typologie à part entière et il faut être sensible à leurs caractéristiques. Elles sont porteuses de valeurs indéniables.

Or, il ressort que dans les rénovations énergétiques actuelles, il y a des pertes patrimoniales importantes, surtout au niveau de l'enveloppe extérieure et de l'appartenance à un ensemble.

Il pourrait s'avérer utile d'ajouter, dans l'audit énergétique, un volet patrimoine. Cette piste sera développée plus en détail dans les discussions du travail. Celui-ci pourrait reprendre les différentes typologies de bâtiments historiques qu'il existe et citer les caractéristiques patrimoniales propres à chaque typologie. Cela pourrait guider l'auditeur dans le choix des interventions qu'il a à faire afin qu'elles soient respectueuses de ces éléments.

Afin d'évaluer s'il est possible de rénover ces maisons en respectant leur patrimoine, des scénarios d'interventions vont être testés sur un cas d'étude. Ces scénarios tenteront de protéger les éléments à valeur patrimoniale que porte la maison ouvrière.

9. SCÉNARIOS SUR LE CAS D'ÉTUDE

9.1. MESURES MISES EN PLACE

Dans le tableau ci-dessous, sont indiquées, en fonction de la nature des travaux, les valeurs légales actuelles des coefficients de transmission thermique (U), le niveau global d'isolation (K), le niveau de performance énergétique (E_W), la consommation spécifique (E_{spec}), la ventilation (V) et la surchauffe (S). Les rénovations énergétiques importantes doivent donc atteindre des niveaux de performance définis pour les éléments modifiés et neufs. Les exigences PEB applicables depuis le 1er janvier 2021 imposent ceci (Wallonie énergie SPW, 2021) :

NATURE DES TRAVAUX SOUMIS À PERMIS			Valeurs U	Niveau K	Niveau E_W	Consommation spécifique	Ventilation	Surchauffe
			U	K	E_W	E_{spec}	V	S
Procédure AVEC responsable PEB — Bâtiment neuf ou assimilé	PER	Maisons unifamiliales Appartements	$\leq U_{max}$ (1)	≤ K35 + nœuds constructifs	45	85 kWh/m²an	Annexe C2	< 6.500 Kh
	PEN	Bureaux Services Enseignement Hôpitaux HORECA Commerces Hébergements collectifs ...			90/45 (2)		Annexe C3	
	I	Industriel		≤ K55 + nœuds constructifs				
Rénovation importante (4)			Uniquement éléments modifiés et neufs				(3)	
Procédure SANS responsable PEB Déclaration PEB simplifiée — Rénovation simple, y compris Changement d'affectation chauffé > chauffé (4)			$\leq U_{max}$ (1) des éléments modifiés et neufs				(3)	
Changement d'affectation non chauffé > chauffé (4)				≤ K65 + nœuds constructifs			Annexe C2 ou C3	

Tableau 12 - Exigences d'application en fonction de la nature des travaux (Wallonie énergie SPW, 2021)

Les valeurs U maximale à atteindre, se retrouvent dans le tableau ci-dessous. « La valeur U d'une paroi correspond à la quantité de chaleur qui traverse 1 m² de cette paroi, par seconde et pour un écart de température de 1 K (=1°C) entre l'intérieur et l'extérieur. Elle est exprimée en W/m²K. » Le coefficient thermique doit être respecté pour chaque éléments modifié ou remplacé (Wallonie énergie SPW, 2016b).

Elément de construction		U_{max} [W/m²K]
Parois délimitant le volume protégé		
	Toitures et plafonds	0.24
	Murs (1)	0.24
	Planchers (1)	0.24
	Portes et portes de garage	2.00
	Fenêtres : - Ensemble châssis et vitrage - Vitrage uniquement	 1.50 1.10
	Murs-rideaux : - Ensemble châssis et vitrage - Vitrage uniquement	 2.00 1.10
	Parois transparentes/translucides autres que le verre : - Ensemble châssis et partie transparente - Partie transparente uniquement (ex : coupole de toit en polycarbonate,...)	 2.00 1.40
	Briques de verre	2.00
Parois entre 2 volumes protégés situés sur des parcelles adjacentes (2)		1.00
Parois opaques à l'intérieur du volume protégé ou adjacentes à un volume protégé sur la même parcelle (3)		1.00

Tableau 13 - Exigences de valeurs Umax (Wallonie énergie SPW, 2021)

Dans les scénarios imaginés pour le cas d'étude, différentes mesures ont donc été mises en place afin d'atteindre les valeur U minimales exigées.

9.1.1. ISOLATION DES TOITURES EN PENTE

La toiture en pente est composée d'une charpente et de chevrons sur lesquels reposent une sous-toiture, des contres lattes et des ardoises.

Il est possible de placer 6 cm de laine de roche entre les chevrons et d'ajouter 18 cm de laine de roche entre les pannes. La laine de roche a un coefficient de conductivité thermique lambda de 0,045 W/mK. Le $R_{isolant1}$ est de 1,3 m^2.K/W, le $R_{isolant2}$ est de 4,04 m^2.K/W et la valeur U de la toiture est de 0,18 W/m^2K.

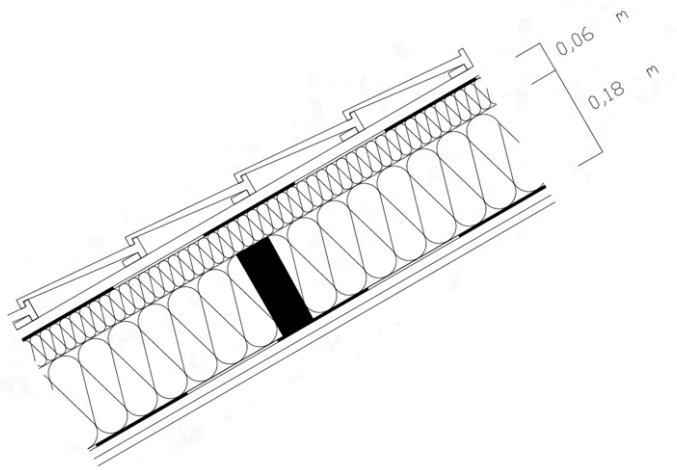


Figure 29 - Isolation d'une toiture en pente (Auteure, 2023)

➜ Impact patrimonial : En isolant par l'intérieur, les tuiles, si elles sont d'origine, peuvent être conservées et visibles depuis l'extérieur. L'isolation implique cependant le recouvrement de la charpente en bois mais pas sa destruction. Cela permet de créer une nouvelle pièce habitable sous la toiture sans faire disparaitre le système constructif.

9.1.2. ISOLATION DES TOITURES PLATES

Les toitures plates sont composées de poutrelles en bois sur lesquelles sont plaquées des plaques de plâtre.

Il est possible de placer un isolant par-dessus la toiture. L'isolation de la toiture par l'extérieur se fait à l'aide d'un panneau d'isolant rigide. Un isolant qui possède un coefficient de conductivité thermique faible est le polyuréthane (PUR/PIR) qui a lambda de 0,022 W/mK. En utilisant une plaque de 12 cm d'épaisseur, le $R_{isolant}$ est de 5,45 m^2.K/W la toiture a une valeur U de 0,17 W/m^2K.

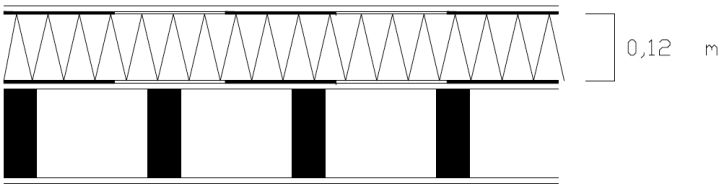


Figure 30 - Isolation d'une toiture plate par l'extérieur (Auteure, 2023)

➜ Impact patrimonial : Les toitures plates sont souvent celles des annexes, ajoutées ultérieurement à la construction de la maison. Elles n'ont pas de caractéristiques particulières. Les isoler ne cause donc pas d'impact patrimonial majeur.

9.1.3. ISOLATION DES MURS

Les murs pleins de façades sont composés de briques lourdes sur une épaisseur de 40 cm.

ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR :

L'isolation des murs par l'intérieur peut se faire avec un isolant rigide ou un isolant rouleau. Pour atteindre les mêmes performances énergétiques et atteindre la valeur U exigée, les épaisseurs diffèrent en fonction de l'isolant, à cause de leur valeur lambda respective.

En posant 12 cm de polystyrène EPS qui possède un coefficient de conductivité thermique lambda de 0,032 W/mK. Le $R_{isolant}$ est de 3,75 m^2.K/W et le mur a une valeur U de 0,23 W/m^2K.

En posant 16 cm de laine de roche qui possède un coefficient de conductivité thermique lambda de 0,045 W/mK. Le $R_{isolant}$ est de 3,75 m^2.K/W et la toiture a une valeur U de 0,23 W/m^2K.

L'interruption de l'isolant entre les différents étages crée cependant des ponts thermiques et il se peut que de la condensation se forme avec cette configuration ce qui est mauvais pour le gîtage en bois.

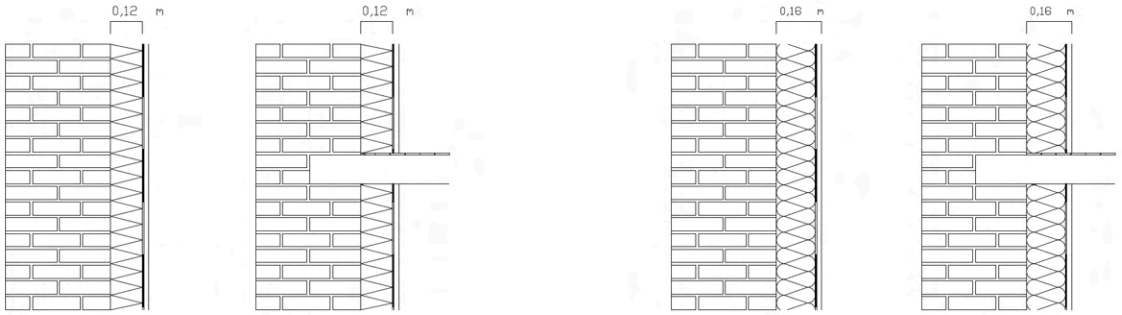


Figure 31 – 2 Versions d'isolation d'un mur de maçonnerie par l'intérieur (Auteure, 2023)

➜ Impact patrimonial : L'isolation par l'intérieur permet de conserver l'aspect extérieur des murs et façades. Cependant, l'épaisseur de l'isolant et des finitions empiète sur l'espace de vie qui est, en général, déjà réduit pour ce type de logement. En effet, les pièces ont de petites dimensions, il est donc déraisonnable de les réduire davantage. De plus, afin d'éviter des ponts thermiques, puisque les planchers portent sur les façades avant et arrière, la manière idéale de placer cet isolant serait de le faire en rabotant les planchers des différents étages afin de le placer de manière continue tout le long de la façade. Cela demande de recouper des planchers, éventuellement d'origine, et nécessite des travaux importants qui modifieraient l'espace intérieur.

ISOLATION PAR L'EXTÉRIEUR :

Isolation des murs par l'extérieur avec un panneau d'isolant rigide. Celui qui possède un coefficient d'isolation faible est le polystyrène EPS qui a un coefficient de conductivité thermique lambda de 0,032 W/mK. En utilisant une plaque de 12 cm d'épaisseur, le $R_{isolant}$ est de 3,75 m^2.K/W le mur a une valeur U de 0,22 W/m^2K.

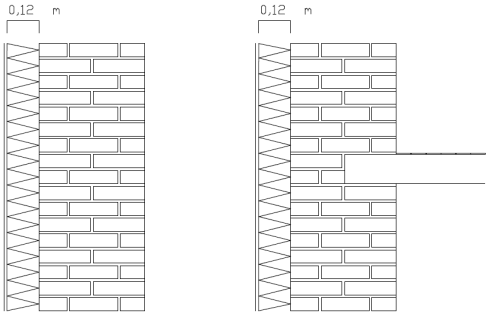


Figure 32 - Isolation d'un mur de maçonnerie par l'extérieur (Auteure, 2023)

Dans ce cas, il n'y a aucune interruption de l'isolant entre les différents étages et donc aucun pont thermique.

➜ Impact patrimonial : L'isolation par l'extérieur nécessite donc de recouvrir l'ensemble des matériaux de la façade et de dissimuler les briques, les encadrements, les soubassements ou corniches et les décorations ou jeux de briques éventuels. Cela crée une perte patrimoniale architecturale, historique et d'ancienneté. L'isolation avec un crépi sur isolant est la plus répandue actuellement. Elle dissimule les particularités au profit d'une façade lisse et homogène.

9.1.4. ISOLATION DES PLANCHERS

Le plancher du rez-de-chaussée donne sur une cave à l'étage inférieur. L'isolation de ce plafond de cave permet d'éviter les déperditions de chaleur par transmission vers cette pièce. La hauteur sous plafond de la maison étudiée est de 1,8 m. Afin de pouvoir continuer à circuler à cet étage, il faut limiter l'épaisseur d'isolation. De plus, le plafond étant composé de voussettes, il est nécessaire de trouver un isolant qui permet d'épouser parfaitement cette forme.

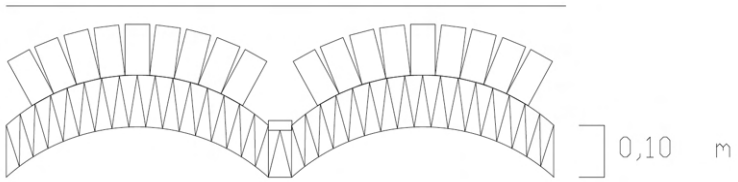


Figure 33- Isolation d'une toiture de cave à voussettes (Auteur, 2023)

L'isolant projeté disposant de la plus grande résistance thermique est le polyuréthane. Il a un coefficient de conductivité thermique lambda de 0,026 W/mK. En projetant 10 cm de polyuréthane, afin de laisser une hauteur sous plafond de 1,7 m, la valeur du $R_{isolant}$ est de 3,846 m^2.K/W. La valeur U du plancher est de 0,22 W/m^2K.

➜ Impact patrimonial : Les voussettes sont assez intéressantes à conserver en termes de technique constructive et sont esthétiques, mais ne sont pas ou peu visibles, puisque situées à la cave. Les recouvrir d'isolant crée une perte patrimoniale mesurée puisque celles-ci n'étaient pas mises en avant.

9.1.5. MODIFICATION DES OUVERTURES

Il est possible de remplacer les fenêtres et portes par de nouvelles menuiseries dont la performance d'isolation est plus élevée. Le coefficient qui mesure le niveau de performance d'isolation de la fenêtre est le coefficient de conductivité thermique U_w . Celui qui mesure le niveau de performance de la porte est le coefficient de conductivité thermique U_d. Ces valeurs englobent les valeurs U du vitrage et du châssis.

Avec une valeur U_w inférieure à 1,2 W/m^2K, la fenêtre possède une bonne performance d'isolation. Ce genre de vitrage est notamment utilisé en construction passive.

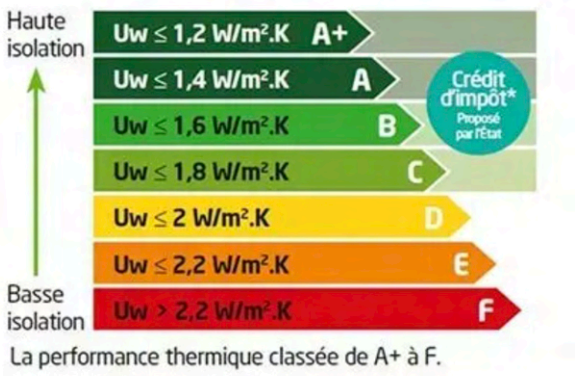


Figure 34 - Échelle d'isolation thermique de fenêtres (Leroy Merlin, 2020)

Avec une valeur U_d inférieure à 1,4 W/m^{2}K, la porte possède un très bon niveau de performance d'isolation.

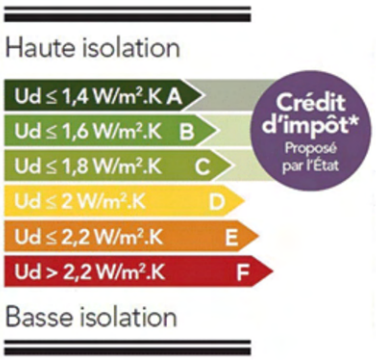


Figure 35 - Échelle d'isolation thermique de portes (Euradif, 2022)

➜ Impact patrimonial : La modification des menuiseries nécessite de supprimer les menuiseries existantes. Si celles-ci sont encore d'origine, ce qui est rare, la perte patrimoniale d'authenticité est conséquente. Cependant, si le matériau bois du châssis est en fin de vie, il est nécessaire de le remplacer. La valeur matérielle est perdue mais il est possible de placer des châssis contemporains ayant la même apparence mais avec une performance plus élevée pour conserver la valeur architecturale de l'ensemble. Dans le cas d'étude principal utilisé dans ce travail, il y a un vitrail présent sur a fenêtre de la façade à rue. Dans ce cas, la valeur patrimoniale artistique et d'authenticité est assez importante pour mettre en place des mesures exceptionnelles afin de conserver ce châssis. Une deuxième couche de vitrage pourrait être placée derrière les vitraux afin de les conserver ainsi que le châssis. Cependant, si les châssis ne sont pas d'origine, aucun impact patrimonial n'est à identifier.

9.1.6. SYSTÈME DE VENTILATION

Ajouter un système de ventilation permet de diminuer la consommation d'énergie primaire.

En fonction du dispositif présent dans chaque pièce, il est possible de mettre en place plusieurs systèmes

- Système A : entrée et évacuation d'air naturellement dans la maison. Aucun dispositif nécessaire.

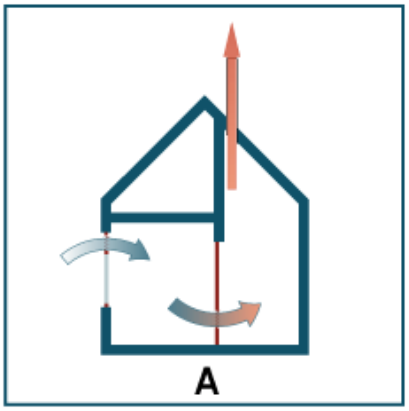


Figure 36 - Exemple de ventilation naturelle (Wallonie énergie SPW, 2019)

➜ Impact patrimonial : Aucun impact puisque la ventilation se fait via des aérateurs et ne nécessite l'installation d'aucun dispositif

- Système C (complet/incomplet) : entrée d'air naturelle par les pièces sèches et extraction mécanique par les pièces humides. Dispositif d'extraction d'air nécessaire.

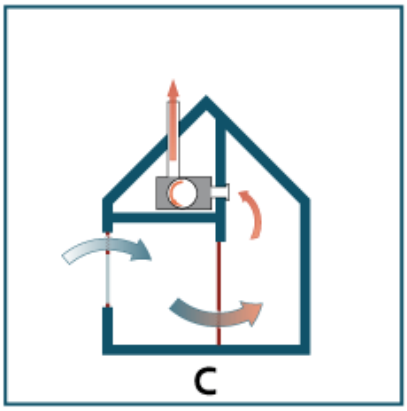


Figure 37 - Exemple de ventilation simple flux (extraction) (Wallonie énergie SPW, 2019)

➜ Impact patrimonial : Il est nécessaire d'installer des aérateurs et des dispositifs d'extraction dans les pièces humides. Cela demande d'une part l'installation d'un ventilateur centralisé et l'installation éventuelle de certaines conduites qui amène l'air dans ces pièces humides. L'installation de ce système de manière minime l'aménagement intérieur avec le placement des bouches d'extraction.

- Système D (complet/incomplet) : entrée et évacuation d'air mécanique dans la maison. Dispositif de pulsion et d'extraction d'air nécessaire.

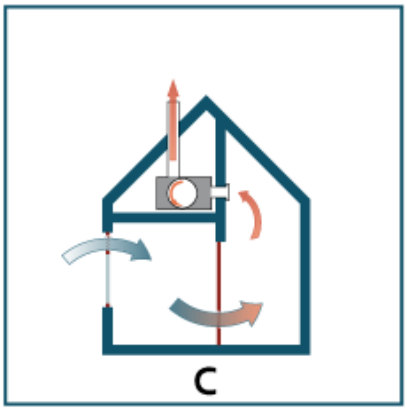


Figure 38 - Exemple de ventilation double flux (Wallonie énergie SPW, 2019)

➜ Impact patrimonial : Il est nécessaire d'installer des dispositifs de pulsion dans les pièces sèches et d'extraction dans les pièces humides. Cela demande d'une part l'installation d'un ventilateur centralisé et l'installation de certaines conduites et bouches de pulsion et d'extraction. De petits dispositifs sont à mettre en place comme des grilles dans les ouvertures ou parois. L'installation de ce système pourrait impacter l'aménagement intérieur, en créant de faux plafond pour dissimuler les conduites par exemple. Cela aurait une influence sur les dimensions des espaces de vie.

9.1.7. SYSTÈME DE CHAUFFAGE

Le système qui permet de diminuer au maximum la consommation d'énergie primaire, est la pompe à chaleur généralement branchée sur l'électricité. Le type choisi est une pompe à chaleur air/eau.

Le système de distribution n'a aucune conduite à l'extérieur, mais en a dans l'espace non chauffé adjacent (la cave) supérieure à 20m.

Le système d'émission actuel est l'utilisation de radiateurs. Ils peuvent être maintenus mais afin de diminuer la consommation d'énergie, la transformation en un système d'émission par le sol, murs ou plafond est une solution.

➜ Impact patrimonial : Une installation de chauffage étant déjà présente, elle ne sera que remplacée par une nouvelle située à la même place. En fonction du type de pompe choisie, un dispositif devra être ajouté à l'extérieur de l'une des façades. Cette intervention est réversible et endommage donc peu celles-ci. En ce qui concerne le système d'émission, si les radiateurs sont conservés, l'impact sur le patrimoine est réduit. Cependant, si l'on remplace les radiateurs par un système d'émission par le sol, mur ou plafond, il sera nécessaire de modifier ou de refaire ces éléments. S'ils sont d'origine cela entraine une grande perte patrimoniale.

9.1.8. SYSTÈME D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Le système qui permet de diminuer au maximum la consommation d'énergie primaire, est la pompe à chaleur branchée sur l'électricité, avec stockage et dont la date de fabrication est postérieure à 2016.

Le système de distribution qui réduit au maximum la consommation d'énergie primaire, n'a aucune boucle de circulation.

➜ Impact patrimonial : En plaçant un boiler thermodynamique, dissocié de l'installation de chauffage, dans la salle de bain cela permet de ne réaliser que deux percements en façade, peu impactant sur le patrimoine.

9.1.9. AUXILIAIRES

En indiquant « Non » à tous les paramètres ci-dessous, cela permet de diminuer la consommation d'énergie primaire.

- Chaudière / générateur :

Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)/Électronique associée aux appareil(s) producteur(s)

- Circulateur(s) :

Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ? avec régulation ?

- Autres circulateurs :

Pour le réservoir de stockage éventuel ?/entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?/pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?

➜ Impact patrimonial : Aucun

9.1.10. INSTALLATION SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Les panneaux solaires photovoltaïques encodés dans les scénarios ont une superficie de 2 m^2.

Ils ont une puissance de 0,45 kWc.

- S'ils sont posés sur la toiture en pente, il est possible d'en placer un maximum de 8 sur la pente arrière, en condamnant le velux arrière (F7) , incliné de 30° et orienté ESE.
- S'ils sont posés sur la toiture plate de la salle de bain, il est possible d'en placer un maximum de 5, incliné de 15° et orienté ESE.

➜ Impact patrimonial : les panneaux solaires sont posés sur la toiture, ils ne suppriment pas les tuiles posées en dessous. L'impact est donc peu important sur celle-ci, puisque les panneaux pouvant être enlevés, l'intervention peut être réversible.

9.1.11. INSTALLATION SOLAIRE THERMIQUE

Les panneaux solaires thermiques encodés ont une superficie de 4 m^2. Lorsqu'ils alimentent le système d'eau chaude sanitaire, il est conseillé de placer une installation d'une surface variant entre 2 et 5 m^2. Lorsqu'ils aliment et l'eau chaude sanitaire et le chauffage, la surface peut varier entre 10 et 20 m^2 (00reka maison).

- Ils sont posés sur la toiture plate de la salle de bain, afin d'être au plus proche du système d'eau chaude sanitaire. Ils sont inclinés de 15° et orientés ESE.

➜ Impact patrimonial : les panneaux solaires sont posés sur la toiture plate d'une annexe. Celle-ci ayant été rajoutée ultérieurement à la construction, l'impact sur le patrimoine est donc peu important sur celle-ci, puisque les panneaux pouvant être enlevés, l'intervention est réversible.

9.2. SCÉNARIOS

Ce chapitre synthétise les résultats d'un ensemble de scénarios imaginés et testés sur le cas d'étude. Chacun d'entre eux a pour but de répondre à deux objectifs fixés, l'un d'un point de vue énergétique, l'autre, d'un point de vue patrimonial.

Ces objectifs interdisent, imposent ou limitent les interventions à réaliser. Afin de les atteindre, différentes mesures ont été mises en place sur le cas d'étude. Leur effet sur la conductivité thermique des parois ou sur les systèmes internes a été repris dans un tableau.

Le cas d'étude a éventuellement été modifié, au préalable, pour concorder avec l'objectif fixé. Ainsi, les scénarios modélisés se basent ou sur le cas d'étude principal, ou sur un cas d'étude modifié mais réalise. Les éventuelles modifications apportées concernent, le remplacement des menuiseries existantes par des menuiseries supposées d'origine, et le retrait de toutes les isolations présentes pour revenir à une configuration la plus proche de la conception d'origine.

Le détail de ces différents scénarios est repris au sous-chapitre suivant. Les modifications éventuelles du cas d'étude sont indiquées dans les hypothèses. Les objectifs de chaque scénario sont repris ci-dessous :

1. Viser une faible consommation d'énergie primaire en conservant toutes les caractéristiques patrimoniales.
2. Viser une faible consommation d'énergie primaire en conservant toutes les façades et les menuiseries d'origine.
3. Viser une faible consommation d'énergie primaire en préservant les façades avant et arrière, ainsi que la porte d'entrée et fenêtre à rue (avec les vitraux) d'origine.
4. Viser une faible consommation d'énergie primaire en conservant toutes les façades.
5. Viser une faible consommation d'énergie primaire en conservant la façade avant.
6. Viser une faible consommation d'énergie en ne modifiant que les annexes.
7. Viser une faible consommation d'énergie primaire en ne modifiant que les systèmes internes.
8. Viser une faible consommation d'énergie primaire sans modifier les systèmes internes.
9. Viser une faible consommation d'énergie primaire en ajoutant une annexe passive.
10. Viser la consommation d'énergie primaire la plus faible possible sans tenir compte des caractéristiques patrimoniales.

Il est à noter que, pour les scénarios qui ne sont pas arrivés à atteindre le label PEB A, des sous-scénarios ont été développés afin d'atteindre cette ambition énergétique. Ce faisant, des renoncements ont dû être faites sur l'objectif de conservation patrimoniale.

Ci-dessous, se trouve le tableau reprenant les valeurs U des parois et les systèmes du cas d'étude, permettant de comparer les différents scénarios. Tous les changements effectués sont indiqués en rouge. Les éléments qui sont restés tels quels, sont indiqués en noir.

Ce tableau synthétique permet d'observer les paramètres sur lesquels il faut intervenir pour atteindre une haute ambition énergétique. Les deux grandes catégories d'interventions concernent, d'une part l'amélioration de la conductivité thermique des parois, menuiseries comprises, et, d'autre part l'amélioration des systèmes internes. En ne travaillant que sur l'un ou sur l'autre, il est déjà possible de réduire significativement la consommation d'énergie. Néanmoins, c'est la combinaison des deux qui permet généralement d'atteindre le label PEB A.

	Scén. 1	Scén. 2	Scén. 3	Scén. 4	Scén. 5	Scén. 6	Scén. 7	Scén. 8	Scén. 9	Scén. 10
Toiture : U [W/m²K]	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	2,9	2,9	0,18	2,9	0,18
Plancher : U [W/m²K]	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	1,7	0,22	1,7	0,22
Façade avant : U [W/m²K]	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	0,22	1,6	0,22
Façade arrière : U [W/m²K]	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	0,22	1,6	0,22
Toiture annexe : U [W/m²K]	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	2,9	0,17	Sdb et cuisine : 2 Nouvelle annexe : 0,13	0,17
Murs annexe : U [W/m²K]	Sdb (d/g[1]) : 2 Sdb (ar) : 1,8 Cuisine (d[2]) : 1,6 Cuisine (ar[3]) : 1,4	Sdb (d/g) : 2 Sdb (ar) : 1,8 Cuisine (d) : 1,6 Cuisine (ar) : 1,4	Sdb : 0,23 Cuisine : 0,22	Sdb (d/g) : 1,1 Sdb (ar) : 1,8 Cuisine (d) : 1,6 Cuisine (ar) : 1,4	Sdb : 0,23 Cuisine : 0,22	Sdb : 0,23 Cuisine : 0,22	Sdb (d/g) : 2 Sdb (ar) : 1,8 Cuisine (d) : 1,6 Cuisine (ar) : 1,4	Sdb : 0,23 Cuisine : 0,22	Sdb : 1,8 Cuisine : 1,6 Nouvelle annexe : 0,11	Sdb : 0,23 Cuisine : 0,22
Châssis façade avant : U_w [W/m²K]	Porte : 3,64 Fenêtre : 5	Porte : 3,64 Fenêtre : 5	Porte : 3,64 Fenêtre rdc : 5 Autres fenêtres : 1,2	Porte : 1,4 Fenêtre : 1,2	Porte : 1,4 Fenêtre : 1,2	Porte : 3,64 Fenêtre : 5	Porte : 3,64 Fenêtre : 5	Porte : 1,4 Fenêtre : 1,2	Porte : 3,64 Fenêtre : 3,1	Porte : 1,4 Fenêtre : 1,2
Châssis façade arrière : U_w [W/m²K]	5	5	1,2	1,2	1,2	5	5	1,2	3,1	1,2
Châssis annexe : U_w [W/m²K]	5	5	1,2	1,2	1,2	1,2	5	1,2	3,1 Nouvelle annexe : 1,2	1,2
Velux : U_w [W/m²K]	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	Toiture pente : 3,10 Toiture plate : 4,96	1,2	1,2	1,2
Système de ventilation A/B/C/D	A	D	A	D	C	D	D	A	A	D
Système de chauffage	Chaudière	PAC	PAC	PAC	PAC	PAC	PAC	Chaudière	Chaudière	PAC
Système d'émission de chauffage	Radiateurs	Sol/mur/plafond	Radiateurs	Sol/mur/plafond	Radiateurs	Radiateurs	Sol/mur/plafond	Radiateurs	Radiateurs	Sol/mur/plafond
Système d'ECS	Chauffe-eau	PAC	PAC	PAC	PAC	PAC	PAC	Chauffe-eau	Chauffe-eau	PAC
Panneaux solaires	8 PV sur toiture en pente + 5 PV sur toiture plate	8 PV sur toiture en pente + 5 PV sur toiture plate	8 PV sur toiture en pente	8 PV sur toiture en pente	8 PV sur toiture en pente + 5 PV sur toiture plate	5 PV sur toiture plate	8 PV sur toiture en pente + 5 PV sur toiture plate	8 PV sur toiture en pente + 3 PV sur toiture plate	8 PV sur la nouvelle annexe	8 PV sur toiture en pente + 5 PV sur toiture plate
Solaires thermiques	/	4 m²	/	4 m²	/	4 m²	4 m²	/	4 m²	4 m²
Label énergétique	**C**	**B**	**A**	**A**	**A**	**C**	**C**	**B**	**D**	**A+**

Tableau 14 - Tableau comparatif des scénarios (Auteure, 2023)

1 Façades de droite et de gauche
2 Façade de droite
3 Façade arrière

9.3. DÉTAIL DES SCÉNARIOS

Scénario 1 : Conservation de toutes les caractéristiques patrimoniales

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Conserver toutes les caractéristiques patrimoniales.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	5 panneaux photovoltaïques
Façades salles de bain	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : chaudière à condensation gaz naturel Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : boucle de circulation sans circulateur
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : Chauffe-eau ou autre appareil uniquement ECS
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Tableau 15 - Scénario 1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 240 kWh/m^2.an – Label C.

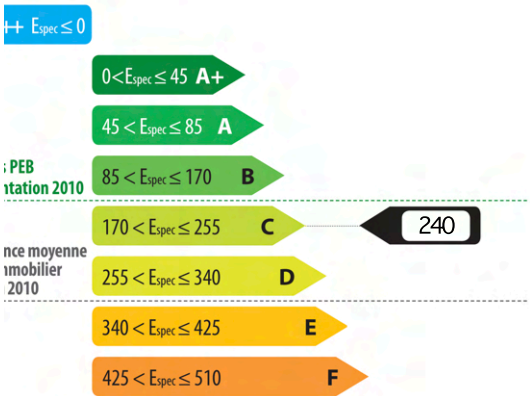


Figure 39 - Scénario 1. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir pour atteindre un label PEB élevé en maintenant intactes, les caractéristiques patrimoniales de la maison ouvrière.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu isoler les toitures et le plancher du volume chauffé, ainsi que changer les menuiseries des velux – qui ne peuvent pas être des menuiseries d'origine – afin de diminuer les déperditions thermiques par les parois. L'isolation de la toiture à deux pans se fait par l'intérieur afin de conserver les tuiles et les isolation des toitures d'annexes se fait par l'extérieur pour éviter des problèmes de condensation et éviter la réduction du volume interne des annexes. Ensuite, l'ajout d'installations solaires permet d'atteindre l'objectif énergétique.

Commentaire :

Ce scénario tente de préserver l'ensemble des caractéristiques patrimoniales de la maison ouvrière. Dans ce sens, l'impact sur le patrimoine est presqu'inexistant.

L'isolation des toitures et du plancher du volume chauffé permet de réduire la consommation d'énergie primaire et n'ont pas d'impact majeur sur les valeurs patrimoniales. En effet, les tuiles étant gardées intactes, la matérialité est préservée et les toitures d'annexes ne portent pas de valeur patrimoniale importante. Sont donc conservés, le système constructif, l'organisation en plan, la façade avant et ses particularités, la matérialité des autres façades, menuiseries et toitures ainsi que les systèmes internes. Ainsi, aucune perte patrimoniale majeure n'est à identifier.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une performance énergétique acceptable en préservant les caractéristiques patrimoniales de la maison ouvrière.

Plans



Figure 40 - Scénario 1. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

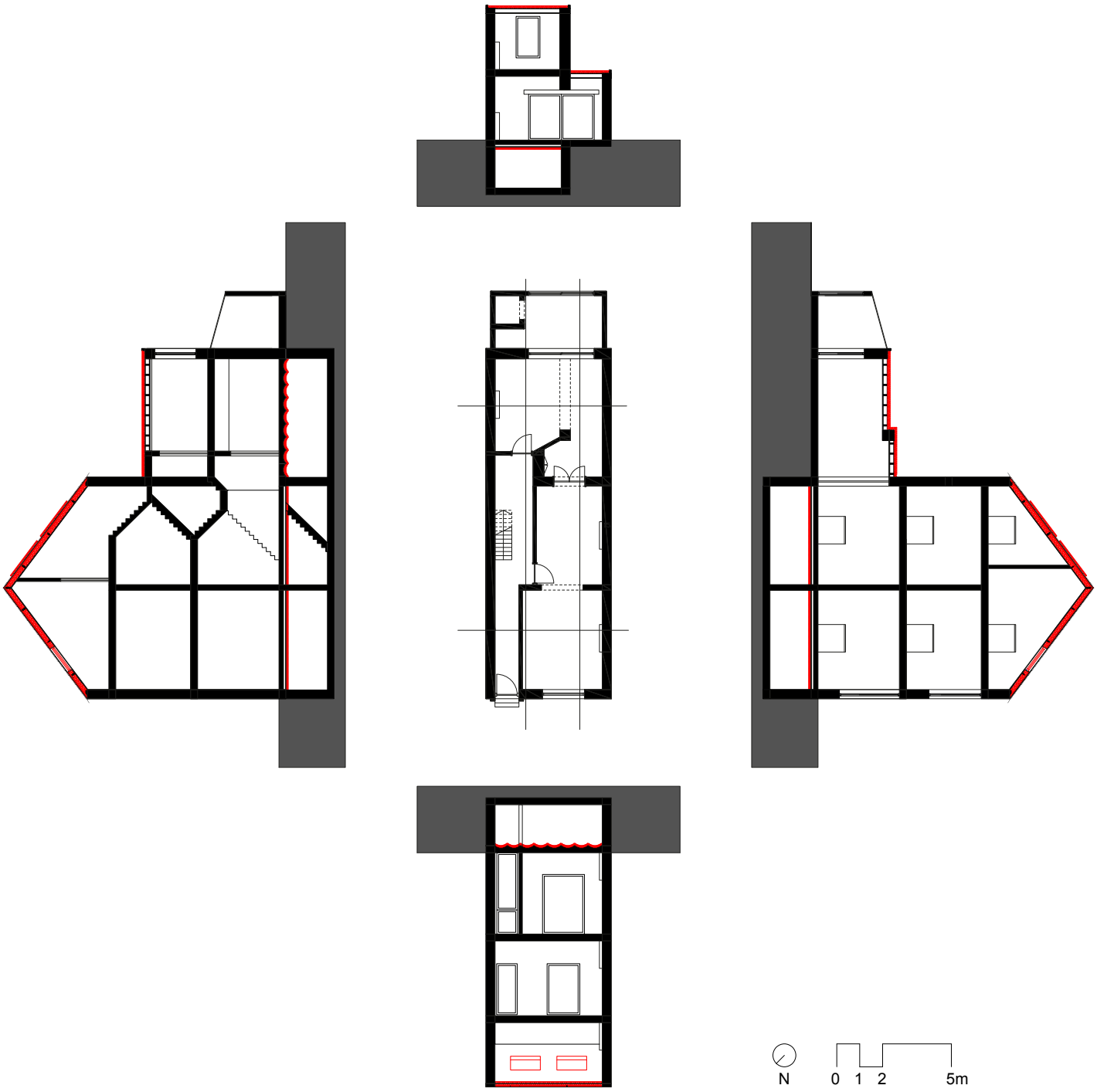


Figure 41 - Scénario 1. - Coupes (Auteure, 2023)

Sous-scénario 1.1.

Objectif :

- Viser une consommation inférieure à 85kWh/m^2.an.
- Conserver au maximum les caractéristiques patrimoniales.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	2 panneaux photovoltaïques
Façades cuisine	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'intérieur	/	4 panneaux photovoltaïques 4m^2 solaire thermique
Façades salles de bain	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : chaudière à condensation gaz naturel Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : boucle de circulation sans circulateur
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : Chauffe-eau ou autre appareil uniquement ECS
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Tableau 16 - Scénario 1.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 84 kWh/m^2.an – Label A.

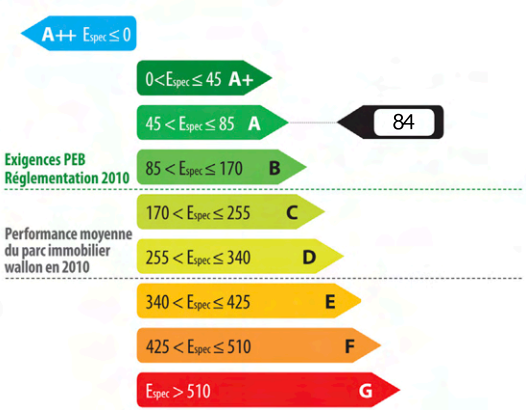


Figure 42 - Scénario 1.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce sous-scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A. En prenant le partis ne pas modifier les annexes et systèmes internes, les solutions qui permettent d'atteindre l'ambition énergétique sont d'isoler toutes les toitures et d'isoler les façades des annexes ainsi que d'ajouter des installations solaires sur l'ensemble des toitures. Cela permet de ne pas modifier l'intérieur de la maison, et de conserver les façades avant et arrière ainsi que leurs menuiseries d'origine.

Commentaire :

Afin d'atteindre de meilleures performances énergétiques et atteindre le label PEB A, il a fallu faire une concession sur certaines valeurs patrimoniales. En prenant le parti de ne pas modifier les espaces intérieurs, il a fallu transformer l'enveloppe. Dans ce cas, ce sont les façades et menuiserie d'annexes que l'on doit isoler ou remplacer. En ajoutant des installations solaires supplémentaire, cela fait gagner en consommation d'énergie primaire. De cette façon, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant les façades avant et arrière ainsi que les menuiseries d'origine, mais en modifiant considérablement les annexes et en ayant recours à des installations solaires.

Plans



Figure 43 - Scénario 1.1. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

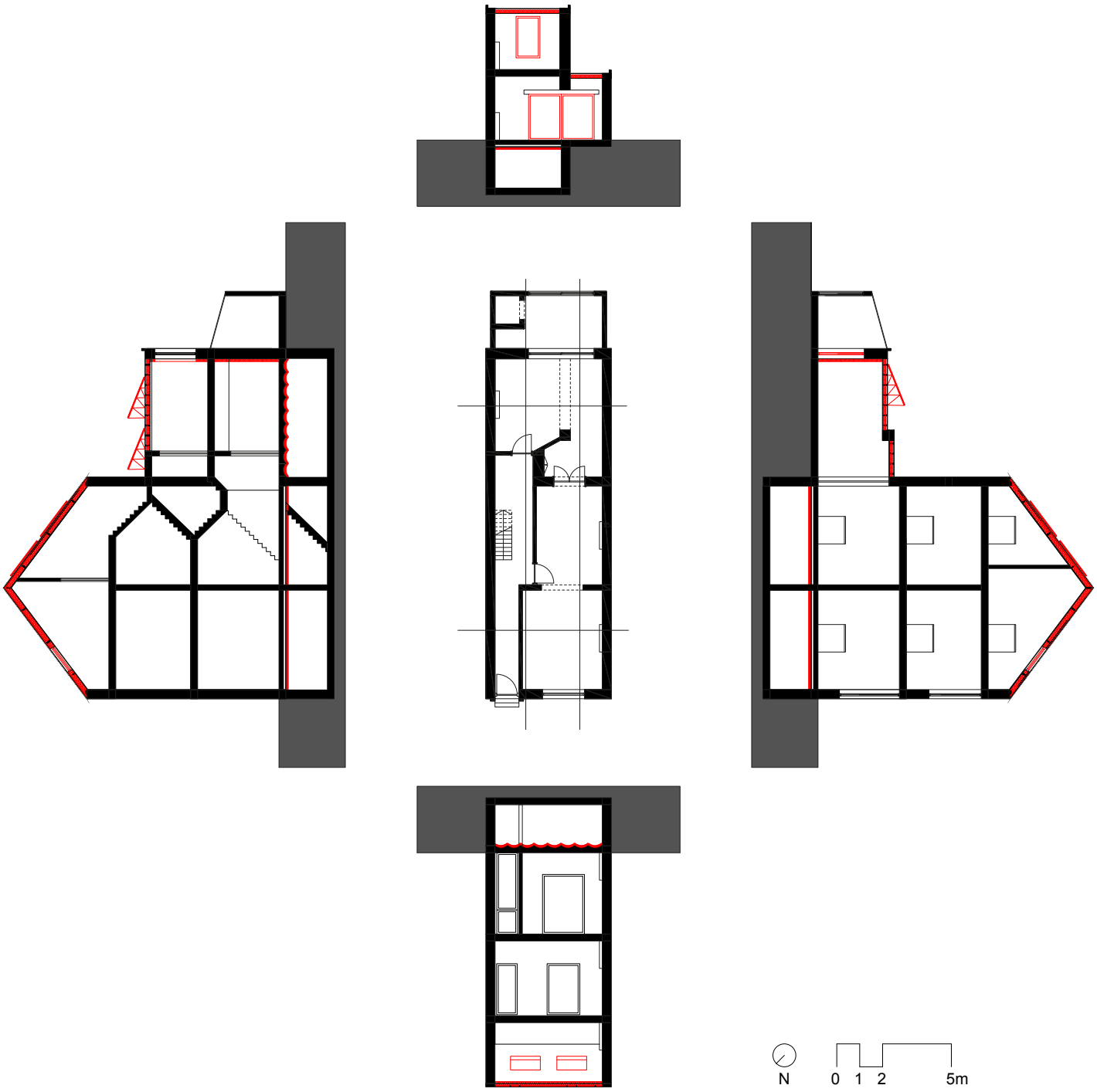


Figure 44 - Scénario 1.1. - Coupes (Auteure, 2023)

Sous-scénario 1.2.

Objectif :

- Viser une consommation inférieure à 85kWh/m^2.an.
- Conserver au maximum les caractéristiques patrimoniales.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	/
Façades salles de bain	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Tableau 17 - Scénario 1.2. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 84 kWh/m^2.an – Label A.

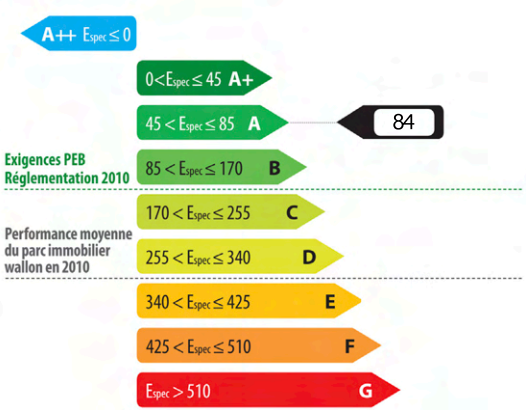


Figure 45 - Scénario 1.2. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce sous-scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A. En prenant le partis ne pas modifier les façades avant et arrières, les solutions qui permettent d'atteindre l'ambition énergétique sont d'isoler toutes les toitures et d'isoler les façades des annexes ainsi que de modifier les systèmes de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Cela permet de ne pas modifier l'intérieur de la maison, et de conserver les façades avant et arrière ainsi que leurs menuiseries d'origine.

Commentaire :

Afin d'atteindre de meilleures performances énergétiques et atteindre le label PEB A, il a fallu faire une concession sur certaines valeurs patrimoniales. En prenant le parti de ne pas modifier les espaces intérieurs, il a fallu transformer l'enveloppe. Dans ce cas, ce sont les façades et menuiserie d'annexes que l'on doit isoler ou remplacer. Sans l'ajout d'installations solaires supplémentaires, c'est la modification des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire qui permet de gagner en consommation d'énergie primaire. De cette façon, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant les façades avant et arrière ainsi que les menuiseries d'origine, mais en modifiant considérablement les annexes et en ayant modifiants les systèmes internes.

Plans



Figure 46 - Scénario 1.2. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

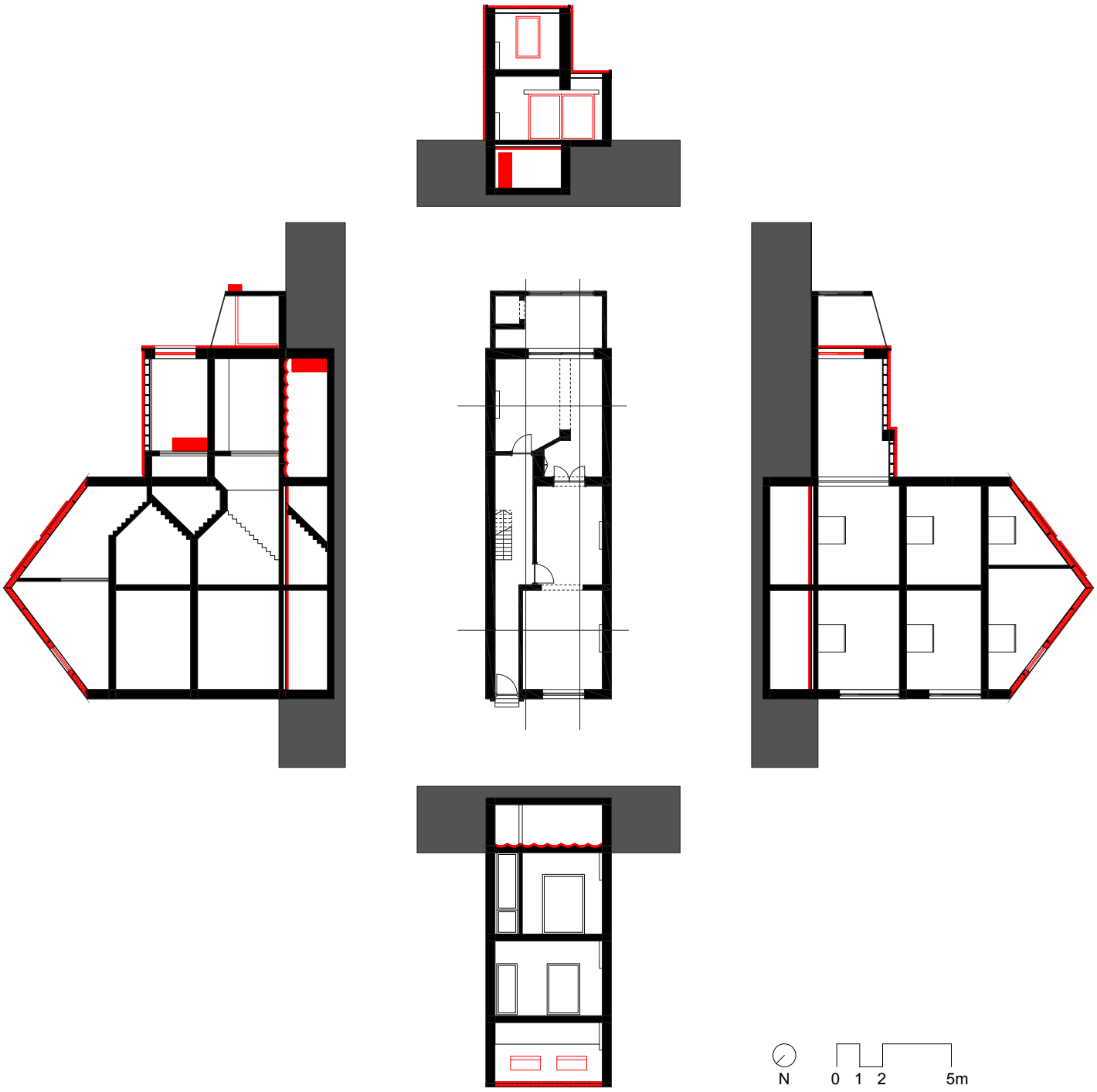


Figure 47 - Scénario 1.2. - Coupes (Auteure, 2023)

Scénario 2 : Conservation de toutes les façades et menuiseries d'origine

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Conserver toutes les façades (façade avant, façade arrière et façades des annexes) et toutes les menuiseries d'origine (les velux ne font pas partie de ces menuiseries).

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	5 panneaux photovoltaïques 4m^2 de solaire thermique
Façades salles de bain	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système D	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Salle de bain	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/

Tableau 18 - Scénario 2. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 99 kWh/m^2.an – Label B.

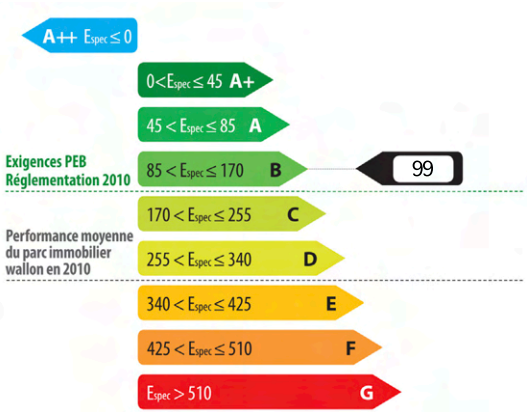


Figure 48 - Scénario 2. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir pour atteindre un label PEB élevé en maintenant intactes, toutes les façades de la maison ainsi que les menuiseries d'origine.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu isoler les toitures et le plancher du volume chauffé ainsi que changer les menuiseries des velux – qui ne peuvent pas être des menuiseries d'origine – afin de diminuer les déperditions thermiques par les parois. Ensuite, la transformation des système et l'ajout d'installation solaire permettent d'atteindre l'objectif énergétique. Il ressort donc que pour maintenir les façades extérieures et les menuiseries d'origine, et malgré la transformation des autres paramètres du logiciel, il n'est pas possible d'atteindre le label PEB A. Cependant, ces bouquets de travaux permettent de réduire considérablement la consommation d'énergie primaire et permet tout de même d'arriver à un label PEB B.

Commentaire :

Ce scénario tente de préserver les façades et menuiseries d'origine de la maison ouvrière car elles ont une valeur patrimoniale. En effet, la façade avant jouit de caractéristiques patrimoniales et participe au caractère d'ensemble de la rue. Les façades arrière quant à elles témoignent de la matérialité des murs. Les menuiseries quant à elles sont des éléments authentique et peuvent avoir une valeur esthétique. Dans ce sens, en les préservant l'impact sur le patrimoine est limité.

L'installation d'un système D de ventilation demandent un réaménagement intérieur et risque de prendre de la place dans les pièces assez peu volumineuses de la maison ouvrière. Le changement de système de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire demande un réaménagement éventuel lors de leur installation et demande également l'installation d'un dispositif sur une façade. La transformation du système d'émission de chauffage demande, quant à elle, un démontage des murs, plafond et sol afin d'y intégrer les conduites chauffantes, ce qui impacte fortement l'aménagement intérieur. Sont cependant conservés, la morphologie du logement, le système constructif et l'organisation en plan. Ainsi, la grande perte patrimoniale identifiée est une modification importante des espaces intérieurs. En effet, au vu des travaux à effectuer, les éléments d'origine et la volumétrie seront impactés.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une performance énergétique acceptable en conservant les façades extérieures et les menuiseries d'origine, mais en modifiant considérablement les espaces intérieurs.

Plans

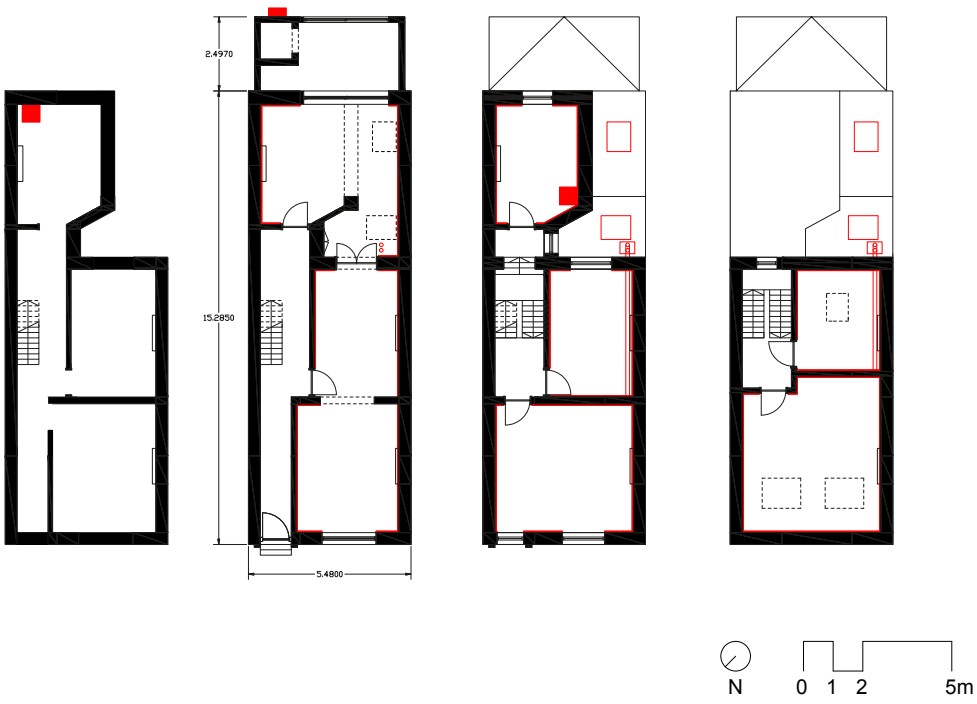


Figure 49 - Scénario 2. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

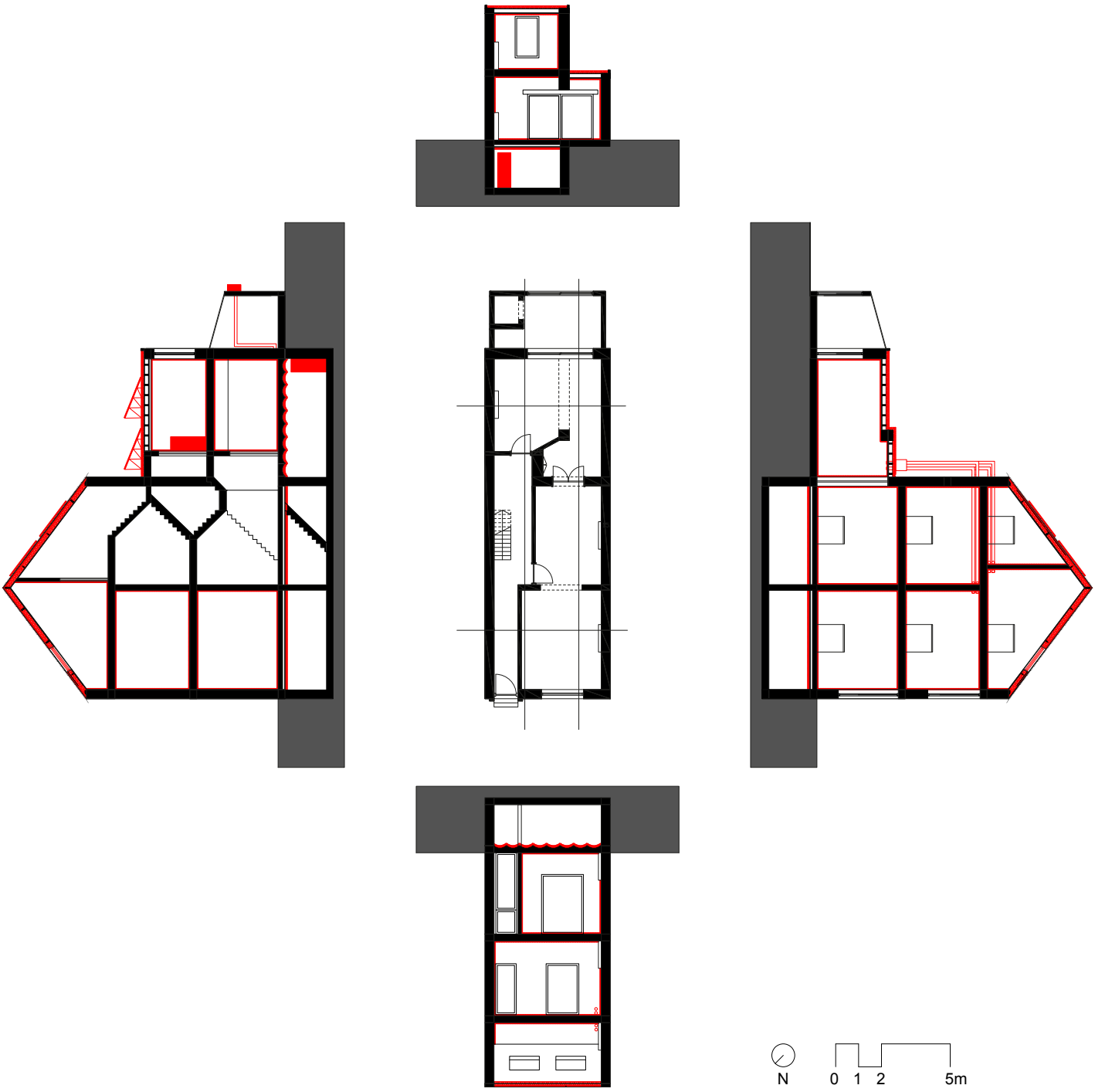


Figure 50 - Scénario 2. - Coupes (Auteure, 2023)

Sous-scénario 2.1.

Objectif :

- Viser une consommation inférieure à 85kWh/m^2.an.
- Conserver un maximum de façades (façade avant, façade arrière et façades des annexes) et toutes les menuiseries d'origine (les velux ne font pas partie de ces menuiseries).

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Menuiserie d'origine	/
Toiture salle de bain	Pas d'isolation	/	5 panneaux photovoltaïques 4m^2 de solaire thermique
Façades salles de bain	Pas d'isolation Isolation d'un mur par l'extérieur	Menuiserie d'origine	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système D	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Salle de bain	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/

Tableau 19 - Scénario 2.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 83 kWh/m^2.an – Label A.

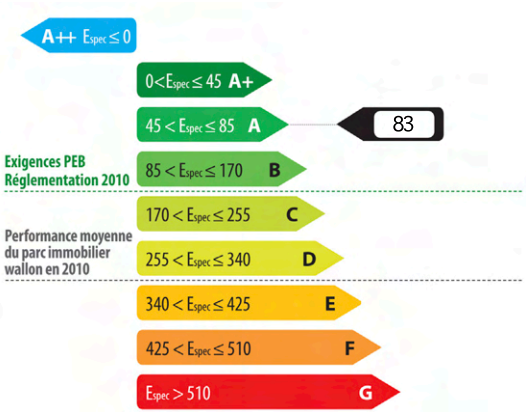


Figure 51 - Scénario 2.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce sous-scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en maintenant intactes, toutes les menuiseries d'origine mais en laissant une marge de manœuvre sur les façades de la maison.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a donc fallu intervenir sur les façades. En isolant les façades de cuisine donnant vers l'extérieur ainsi qu'une façade de la salle de bain, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Commentaire :

Afin d'atteindre de meilleures performances énergétiques et atteindre le label PEB A, il a fallu faire une concession sur la conservation de toutes façades. En prenant le parti que les annexes ont été ajoutées ultérieurement à la construction de la maison et qu'elles ont, éventuellement, de moins bonnes performances énergétiques, ce sont les façades d'annexes qui seront isolées en priorité. En en isolant qu'une partie, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Dans le modèle, il est permis de n'isoler qu'un mur de la salle de bain sur les trois. Dans la réalité, il est certain qu'il serait préférable d'isoler l'ensemble des murs de la salle de bain. De plus, ceci influencerait positivement le niveau de consommation d'énergie.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant les façades avant et arrière ainsi que les menuiseries d'origine, mais en modifiant considérablement les espaces intérieurs.

Plans



Figure 52 - Scénario 2.1. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

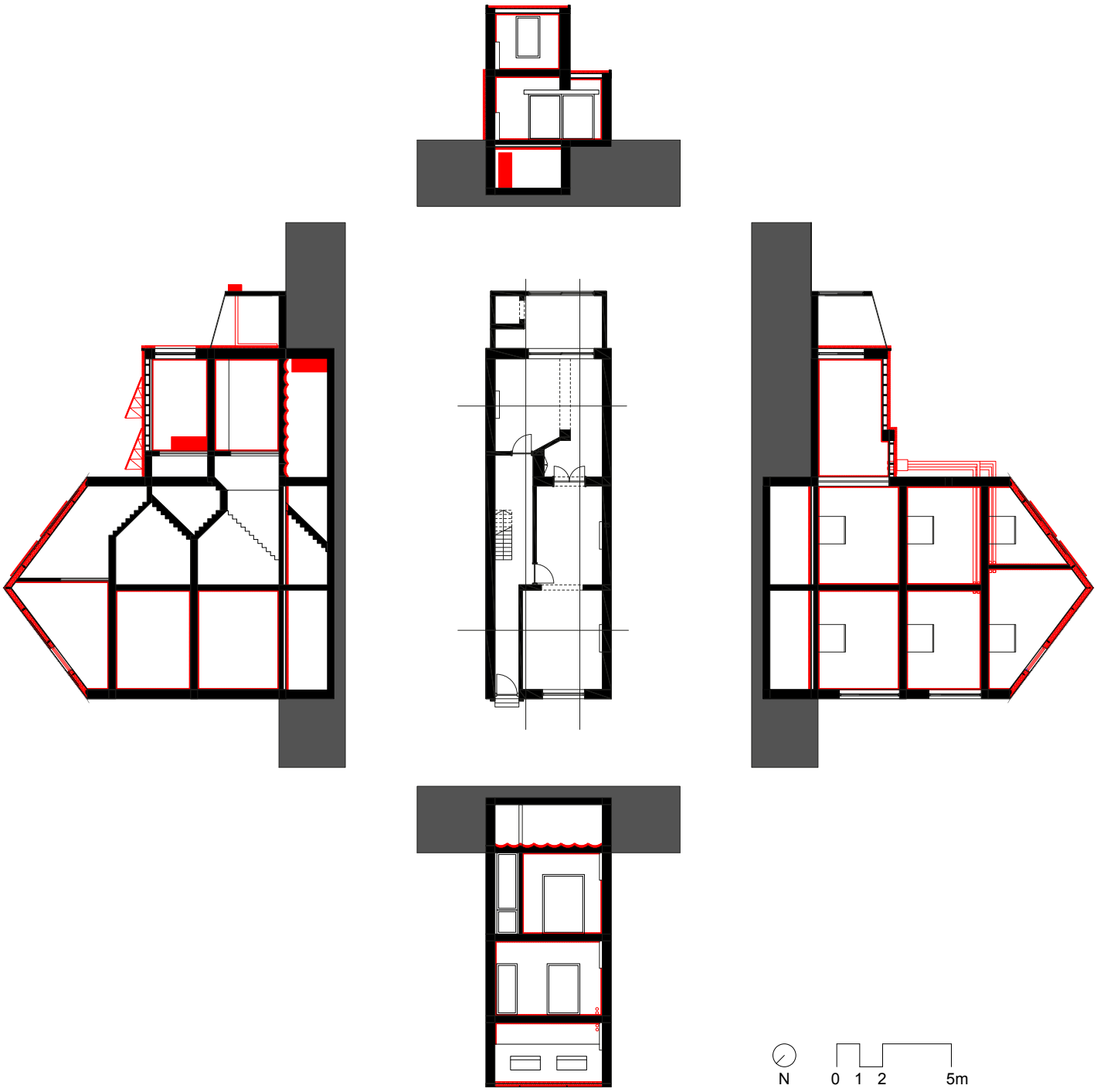


Figure 53 - Scénario 2.1. - Coupes (Auteure, 2023)

Sous-scénario 2.2.

Objectif :

- Viser une consommation inférieure à 85kWh/m^2.an.
- Conserver un maximum de façades (façade avant, façade arrière et façades des annexes) et toutes les menuiseries d'origine (les velux ne font pas partie de ces menuiseries).

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	5 panneaux photovoltaïques 4m^2 de solaire thermique
Façades salles de bain	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système D	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Salle de bain	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/

Tableau 20 - Scénario 2.2. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 85 kWh/m^2.an – Label A.

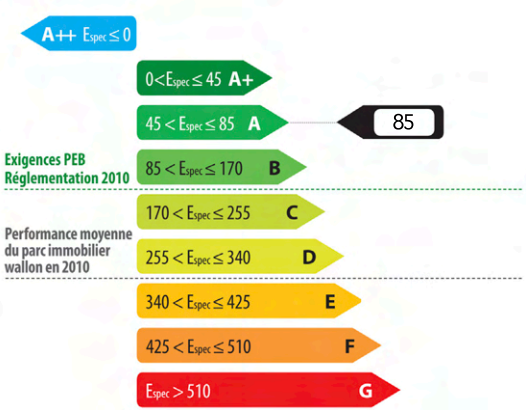


Figure 54 - Scénario 2.2. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce sous-scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en maintenant intactes, toutes les façades mais en laissant une marge de manœuvre sur les menuiseries d'origine.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu intervenir sur les menuiseries. En modifiant celles des annexes, à savoir, dans la salle de bain et la cuisine, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Commentaire :

Afin d'atteindre de meilleures performances énergétiques et atteindre le label PEB A, il a fallu faire une concession sur la conservation de toutes les menuiseries d'origine. En prenant le parti que les annexes ont été ajoutées ultérieurement à la construction de la maison et qu'elles ont donc, éventuellement, été placées plus tard, ce sont les menuiseries d'annexes qui seront remplacées en priorité. De cette façon, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant toutes les façades ainsi que les menuiseries d'origine des façades avant et arrière, mais en modifiant considérablement les espaces intérieurs.

Plans

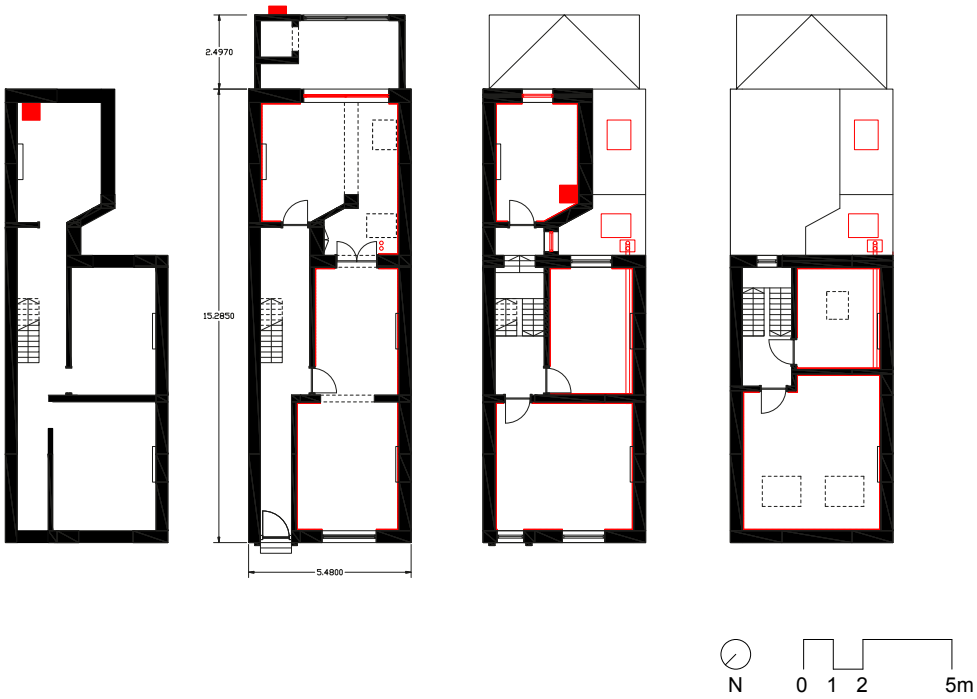


Figure 55 - Scénario 2.2. - Plans (Auteur, 2023)

Coupes

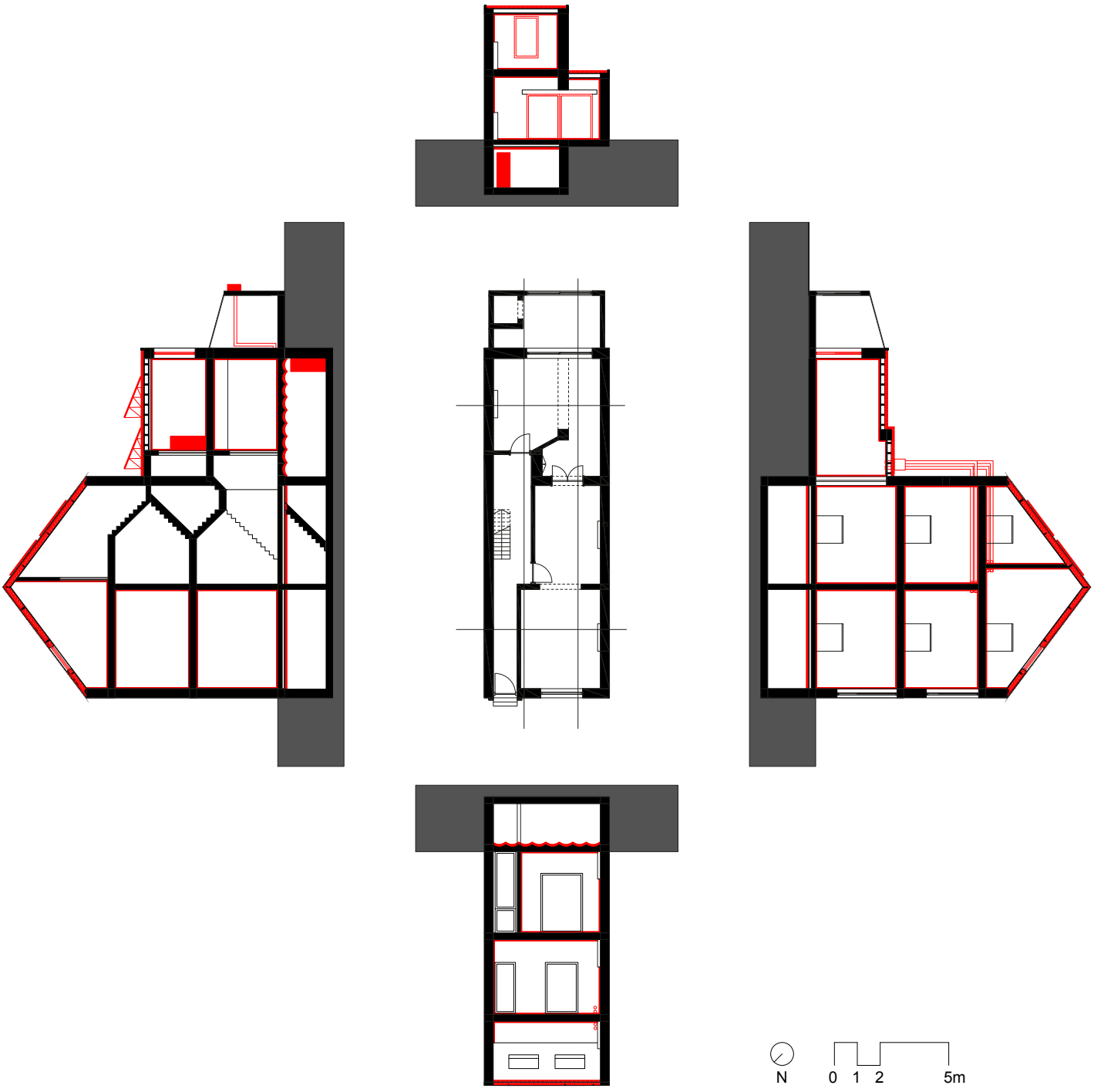


Figure 56 - Scénario 2.2. - Coupes (Auteur, 2023)

Scénario 3 : Conservation des façades avant et arrière et des vitraux

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Conserver les façades avant et arrière, la porte d'entrée en bois d'origine et la fenêtre à rue avec les vitraux d'origine.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : porte d'entrée et fenêtre à rue d'origine (simple vitrage et châssis bois).
- Label PEB actuel : 367 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine + Châssis haut rendement	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	/
Façades salles de bain	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Tableau 21 - Scénario 3. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 81 kWh/m^2.an – Label A.

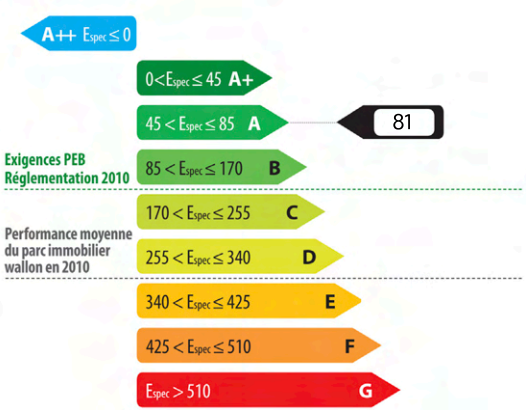


Figure 57 - Scénario 3. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels éléments il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en maintenant intactes, les façades avant et arrière de la maison et les menuiseries d'origine (porte d'entrée et fenêtre à rue).

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu isoler toutes les toitures et le plancher du volume chauffé, ainsi que changer les menuiseries qui ne sont pas d'origine afin de diminuer les déperditions thermiques par les parois. Ensuite, la transformation des systèmes et l'ajout d'installations solaires permettent d'atteindre l'objectif énergétique. Il ressort donc que pour maintenir les façades avant et arrière et les menuiseries d'origine, il est nécessaire de travailler sur le reste de l'enveloppe, à savoir les toitures, annexes et menuiseries.

Commentaire :

Ce scénario tente de préserver les façades avant et arrière car elles ont une valeur patrimoniale. En effet, la façade avant jouit de caractéristiques patrimoniales et participe au caractère d'ensemble de la rue. Les façades arrière quant à elles témoignent de la matérialité des murs. Il tente également de conserver les menuiseries d'origine car les vitraux et châssis bois ont une grande valeur historique et esthétique. Dans ce sens, en les préservant, l'impact sur le patrimoine est limité.

Le changement de système de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire demande un réaménagement éventuel lors de leur installation et demande également l'installation d'un dispositif sur une façade. Remplacer les menuiseries qui ne sont pas d'origine par des menuiseries plus performantes participe favorablement à la diminution de consommation. Sont conservés, la morphologie du logement, le système constructif et l'organisation en plan. Ainsi, la perte patrimoniale identifiée est une modification importante de l'enveloppe des annexes et donc une perte de matérialité.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une performance énergétique acceptable en conservant les façades avant et arrière, leurs menuiseries d'origine, et la toiture à deux pans mais en modifiant considérablement les annexes.

Plans



Figure 58 - Scénario 3. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

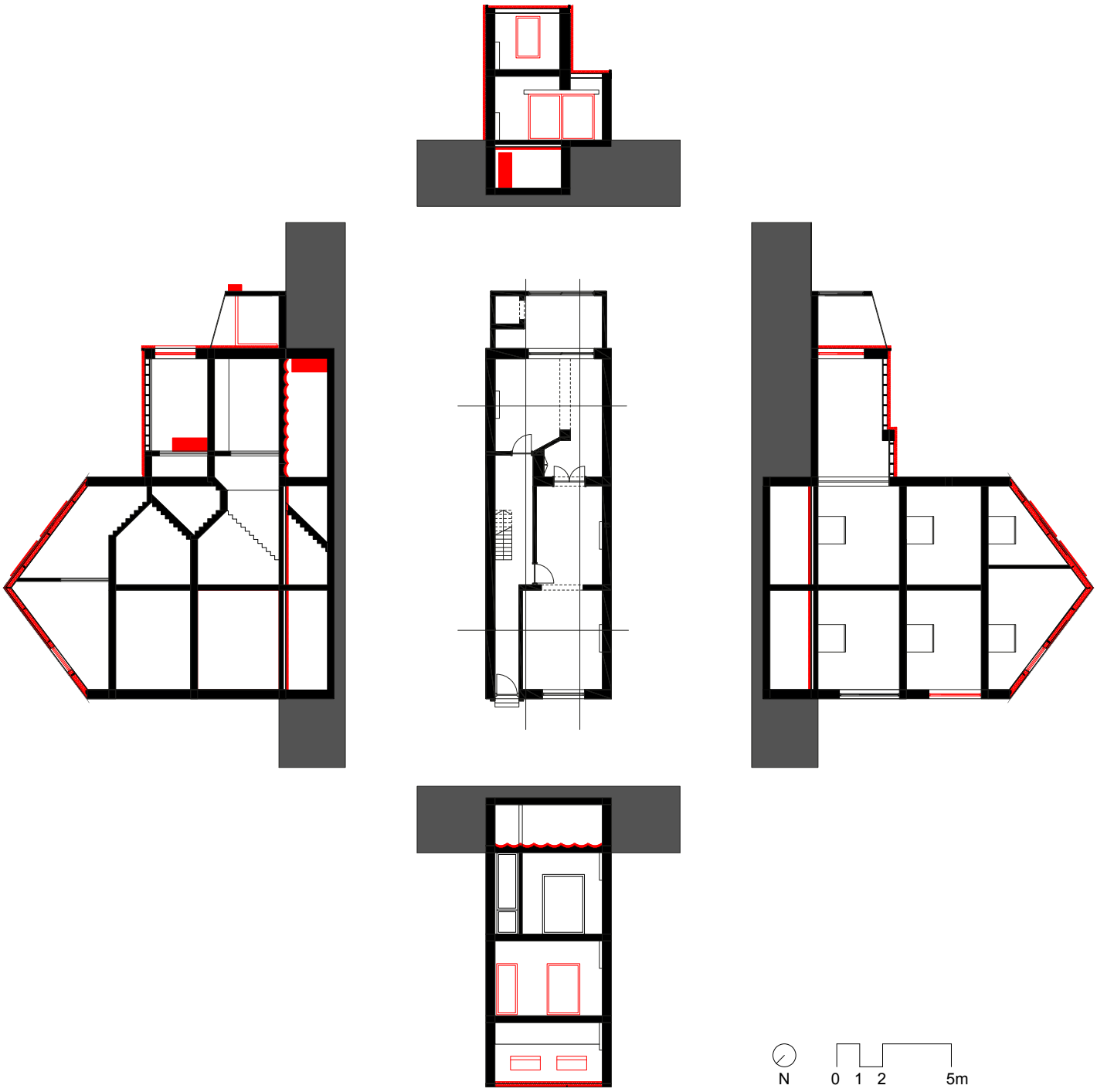


Figure 59 - Scénario 3. - Coupes (Auteure, 2023)

Scénario 4 : Conservation de toutes les façades

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Conserver toutes les façades (façade avant, façade arrière et façades des annexes).

Hypothèses :

- Cas d'étude.
- Label PEB actuel : 366 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Porte et châssis haut rendement	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	4m^2 de solaire thermique
Façades salles de bain	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système D	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Salle de bain	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/

Tableau 22 - Scénario 4. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 85 kWh/m^2.an – Label A.

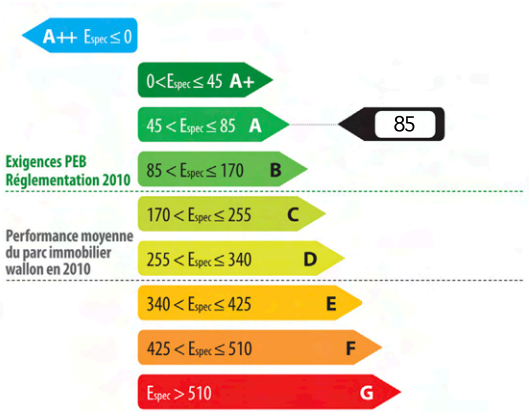


Figure 60 - Scénario 4. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels éléments il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en maintenant intactes toutes les façades de la maison.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu isoler les toitures et le plancher du volume chauffé, ainsi que changer les menuiseries afin de diminuer les déperditions thermiques par les parois. Ensuite, la transformation des systèmes et l'ajout d'installations solaires permettent d'atteindre l'objectif énergétique. Il ressort donc que pour maintenir les façades extérieures il est nécessaire d'agir sur tous les autres paramètres du logiciel.

Commentaire :

Ce scénario tente de préserver les façades de la maison ouvrière car elles ont une valeur patrimoniale. En effet, la façade avant jouit de caractéristiques patrimoniales et participe au caractère d'ensemble de la rue. Les façades arrière quant à elles témoignent de la matérialité des murs. Dans ce sens, en les préservant, l'impact sur le patrimoine est limité.

L'installation d'un système D de ventilation demandent un réaménagement intérieur et risque de prendre de la place dans les pièces assez peu volumineuses de la maison ouvrière. Le changement de système de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire demande un réaménagement éventuel lors de leur installation et demande également l'installation d'un dispositif sur une façade. La transformation du système d'émission de chauffage demande, quant à elle, un démontage des murs, plafond et sol afin d'y intégrer les conduites chauffantes, ce qui impacte fortement l'aménagement intérieur. En supposant que les portes ne soient pas d'origine, leur remplacement par des menuiseries plus performantes participe favorablement à la diminution de consommation. Sont conservés, la morphologie du logement, le système constructif et l'organisation en plan. Ainsi, la grande perte patrimoniale identifiée est une modification importante des espaces intérieurs. En effet, au vu des travaux à effectuer, les éléments d'origine et la volumétrie seront impactés.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant les façades extérieures, mais en modifiant considérablement les espaces intérieurs.

Plans



Figure 61 - Scénario 4. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

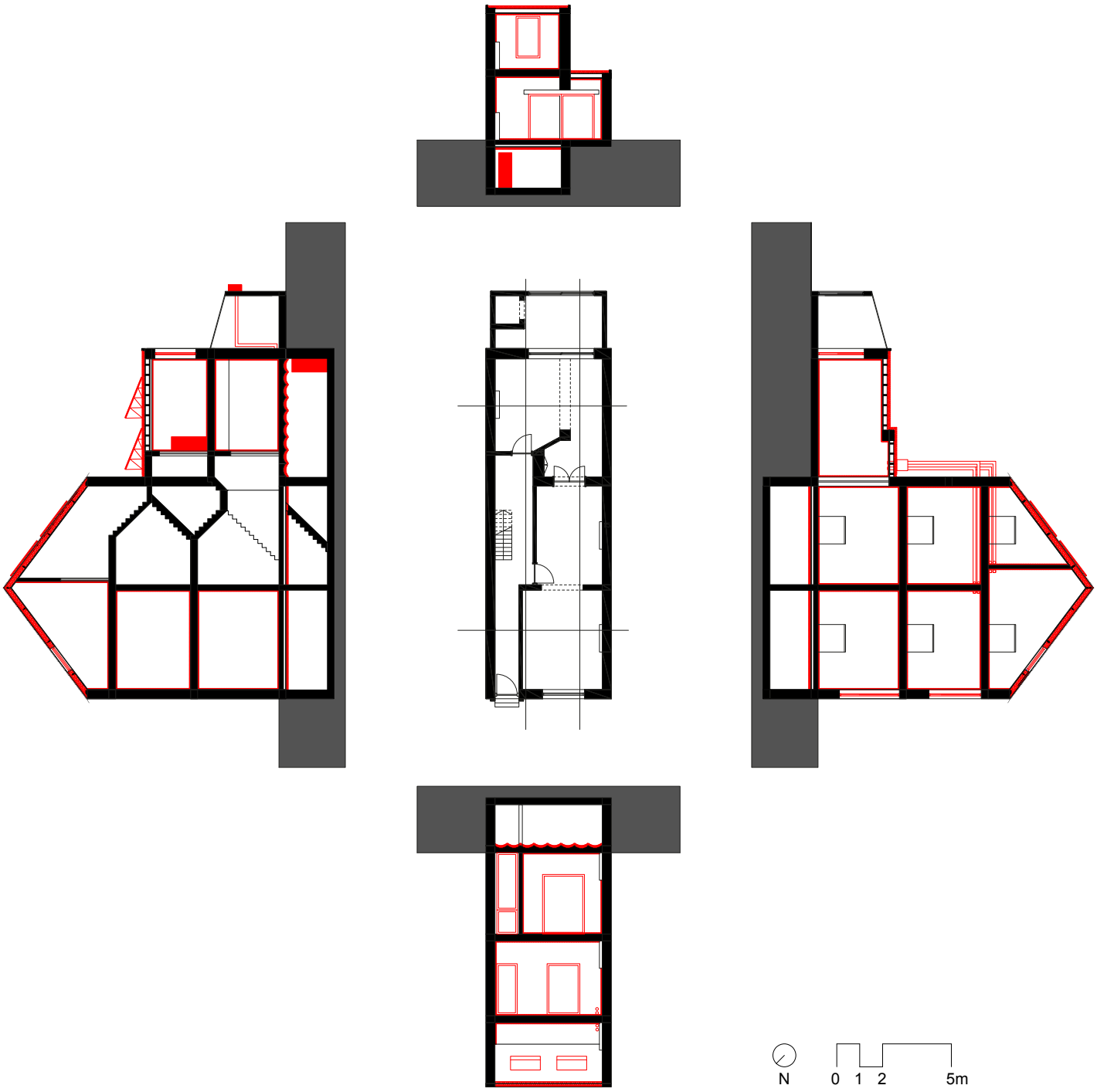


Figure 62 - Scénario 4. - Coupes (Auteure, 2023)

Scénario 5 : Conservation de la façade avant

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Conserver la façade avant.

Hypothèses :

- Cas d'étude.
- Label PEB actuel : 366 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Porte et châssis haut rendement	/
Façade arrière	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	5 panneaux photovoltaïques
Façades salles de bain	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système C	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Mécanique	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Mécanique	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Tableau 23 - Scénario 5. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 64 kWh/m^2.an – Label A.

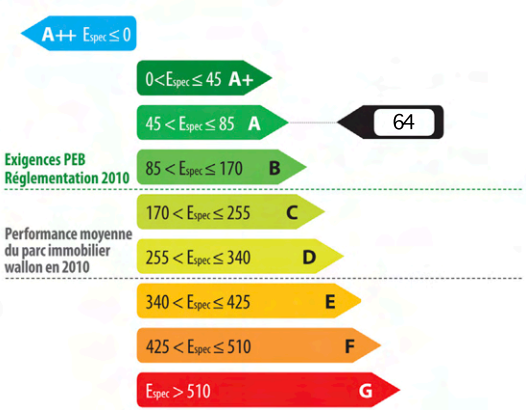


Figure 63 - Scénario 5. - Performances énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels éléments il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en maintenant intactes la façade avant de la maison.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, le placement d'un maximum de panneaux solaires et le changement des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire par une pompe à chaleur permet de diminuer considérablement la consommation d'énergie. Ensuite, il a fallu isoler les toitures, le plancher du volume chauffé et l'ensemble des parois mis à part la façade avant, ainsi que changer les menuiseries afin de diminuer les déperditions thermiques par les parois. Afin de ne pas modifier l'aménagement intérieur, le système de ventilation placé est un système C. Il ressort donc que pour maintenir la façade avant et atteindre le label PEB A, il suffit d'agir en priorité sur les système et l'enveloppe.

Commentaire :

Ce scénario tente de préserver la façade avant de la maison ouvrière car elle a une valeur patrimoniale. Elle jouit de caractéristiques patrimoniales et participe au caractère d'ensemble de la rue. Dans ce sens, en la préservant, l'impact sur le patrimoine est limité.

L'installation d'un système C de ventilation ne demande pas un grand réaménagement intérieur. Le changement de système de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire demande un réaménagement éventuel lors de leur installation et demande également l'installation d'un dispositif sur une façade. En supposant que les portes ne soient pas d'origine, leur remplacement par des menuiseries plus performantes participe favorablement à la diminution de consommation. Sont conservés, la morphologie du logement, le système constructif et l'organisation en plan. Ainsi, la grande perte patrimoniale identifiée est une perte de matérialité à l'arrière de la maison.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant la façade avant et l'aménagement intérieur, mais en modifiant considérablement le reste de l'enveloppe de la maison.

Plans



Figure 64 - Scénario 5. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

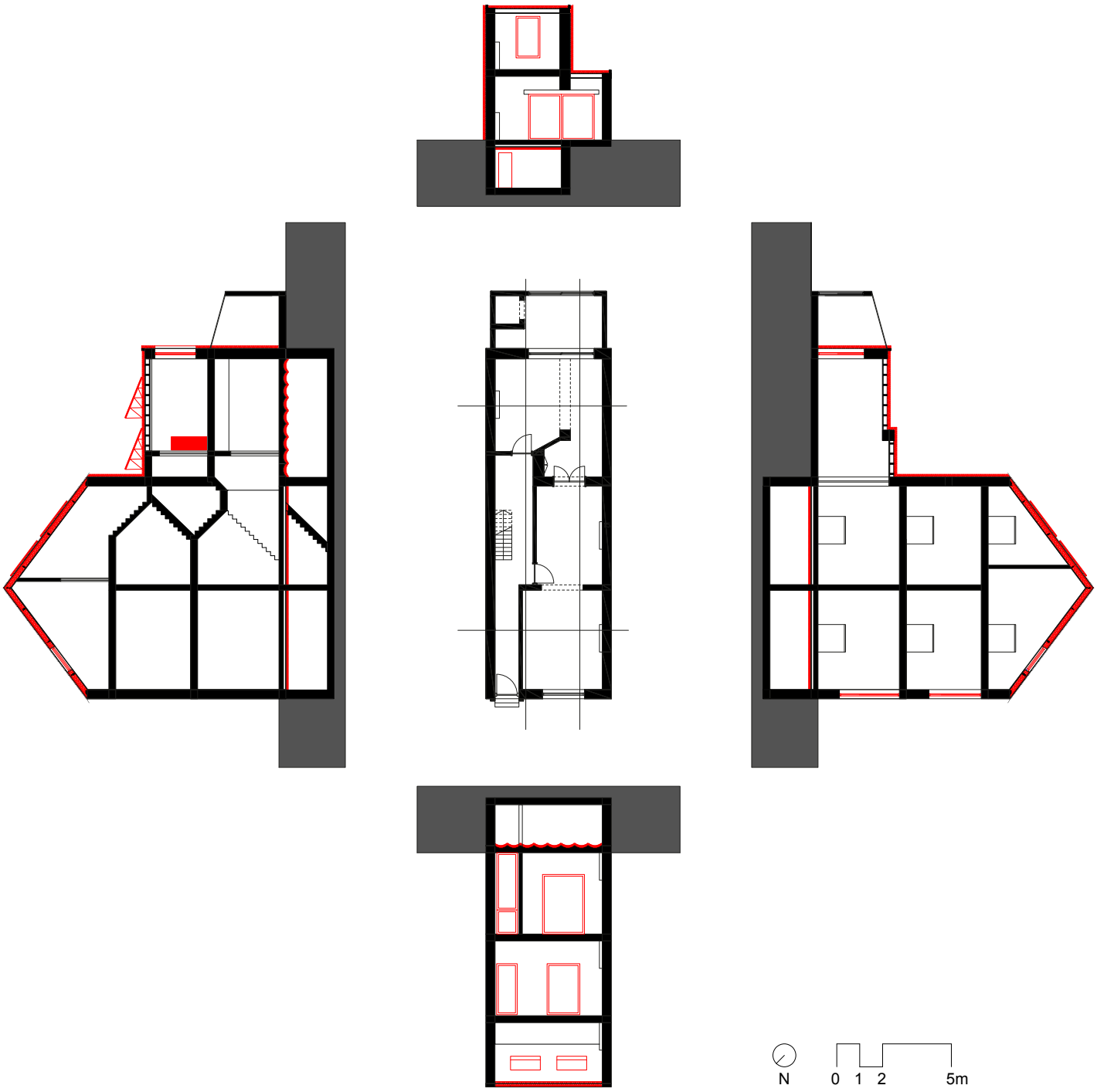


Figure 65 - Scénario 5. - Coupes (Auteure, 2023)

Scénario 6 : Modifications apportées aux annexes

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Modifications permises uniquement sur les annexes.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	5 panneaux photovoltaïques 4m^2 de solaire thermique
Façades salles de bain	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Tableau 24 - Scénario 6. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 172 kWh/m^2.an – Label C.

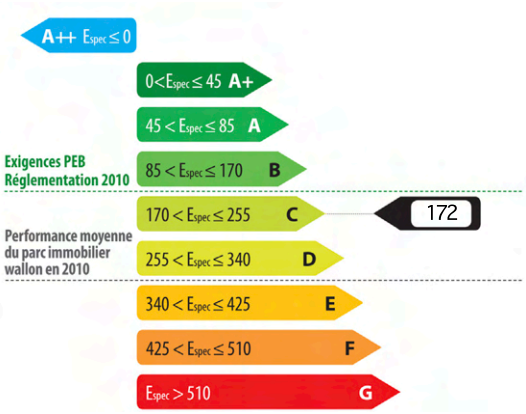


Figure 66 - Scénario 6. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir pour atteindre un label PEB élevé en maintenant intactes, le corps de la maison à savoir, les façades avant et arrière, leurs menuiseries et la toiture à deux pans mais aussi les espaces intérieurs.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu isoler le plancher du volume chauffé et l'ensemble des façades et toitures de l'annexe. Il a également fallu changer les menuiseries de ces annexes et tous les velux – qui ne peuvent pas être des menuiseries d'origine – afin de diminuer les déperditions thermiques par les parois. Ensuite, la transformation des systèmes de production et l'ajout d'installations solaires sur la toiture de salle de bain, permettent d'atteindre l'objectif énergétique. Il ressort donc que pour maintenir le corps de la maison, et malgré la transformation des autres paramètres du logiciel, il n'est pas possible d'atteindre le label PEB A. Cependant, ces bouquets de travaux permettent de réduire considérablement la consommation d'énergie primaire et permet tout de même d'arriver à un label PEB B.

Commentaire :

Ce scénario tente de préserver le corps de logement de la maison ouvrière car il porte des valeurs patrimoniales. En effet, la façade avant jouit de caractéristiques patrimoniales et participe au caractère d'ensemble de la rue. Les façades arrière quant à elles témoignent de la matérialité des murs. Les menuiseries quant à elles sont des éléments authentique et peuvent avoir une valeur esthétique. Dans ce sens, en les préservant l'impact sur le patrimoine est limité.

En isolant complètement les façades et toitures des annexes et en remplaçant leurs châssis, cela permet de préserver le corps principal de la maison. Le changement de système de production de chauffage, dans la cave, et d'eau chaude sanitaire, dans la salle de bain, demande un réaménagement éventuel lors de leur installation. Ceci demande également l'installation d'un dispositif sur une façade, mais ne modifie pas l'intérieur du corps principal du logement puisque les systèmes de distribution sont maintenus. Sont également conservés, la morphologie du logement, le système constructif et l'organisation en plan. Ainsi, la perte patrimoniale identifiée est une modification importante de l'enveloppe des annexes et donc une perte de matérialité.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une performance énergétique acceptable en conservant les façades avant et arrière, leurs menuiseries d'origine, et la toiture à deux pans mais en modifiant considérablement les annexes.

Plans



Figure 67 - Scénario 6. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

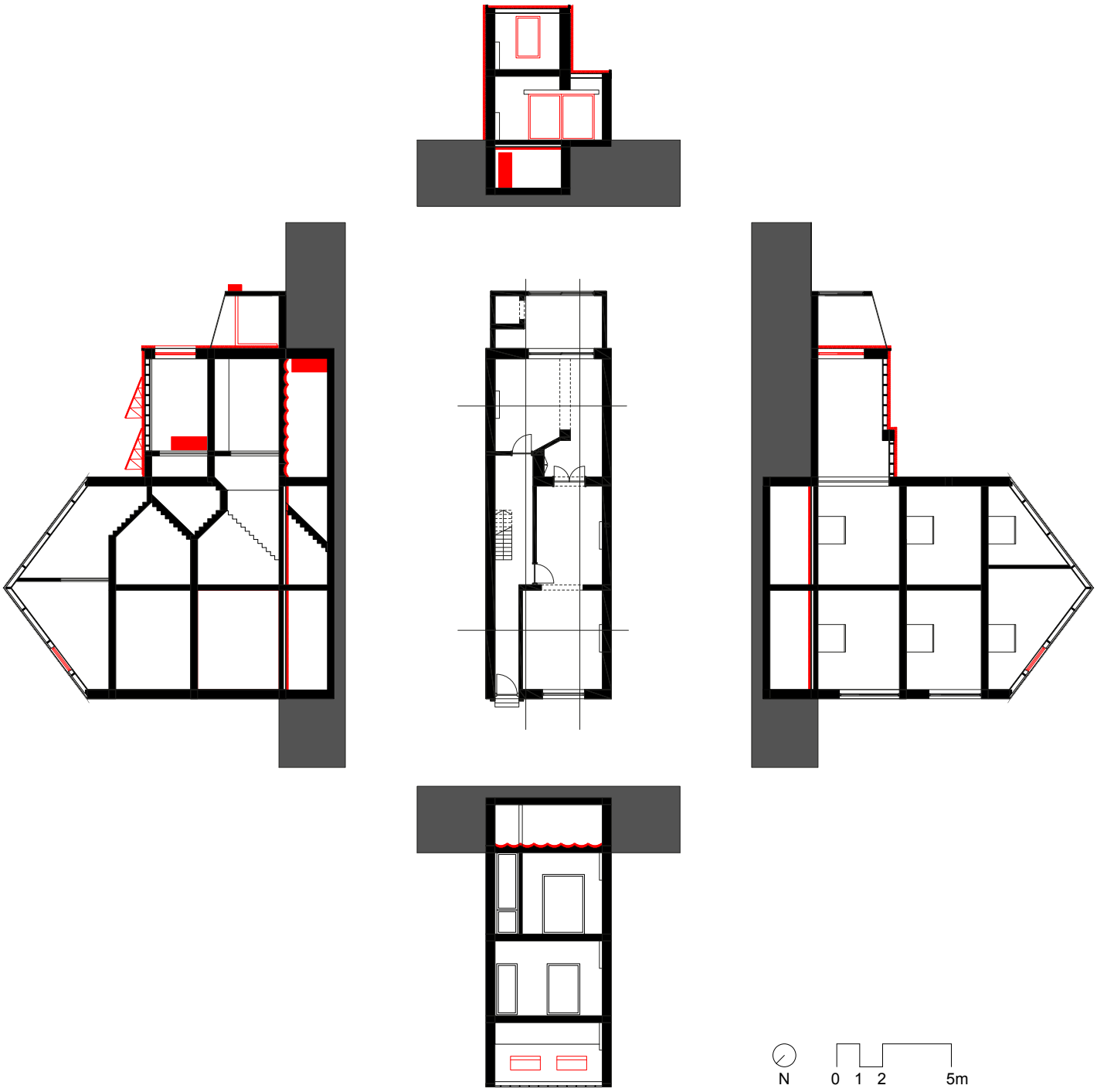


Figure 68 - Scénario 6. - Coupes (Auteure, 2023)

Sous-scénario 6.1.

Objectif :

- Viser une consommation inférieure à 85kWh/m^2.an.
- Modifications permises uniquement sur les annexes.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	7 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	5 panneaux photovoltaïques 4m^2 de solaire thermique
Façades salles de bain	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Tableau 25 - Scénario 6.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 82 kWh/m^2.an – Label A.

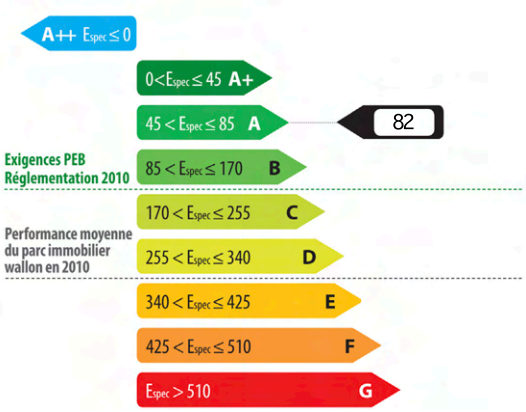


Figure 69 - Scénario 6.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce sous-scénario est de définir sur quels éléments il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en essayant de limiter au maximum les changements sur le corps principal de la maison.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu isoler la toiture à deux pans, par l'intérieur. En ajoutant des panneaux photovoltaïques sur celle-ci, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Commentaire :

Afin d'atteindre de meilleures performances énergétiques et atteindre le label PEB A, il a fallu faire une concession sur la préservation du corps de logement. En isolant par la toiture à deux pans, cela permet de diminuer les déperditions thermiques et en le faisant par l'intérieur, cela préserve les tuiles.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant le corps de logement, mais en remplaçant les systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire et modifiant considérablement l'enveloppe des annexes.

Plans



Figure 70 - Scénario 6.1. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

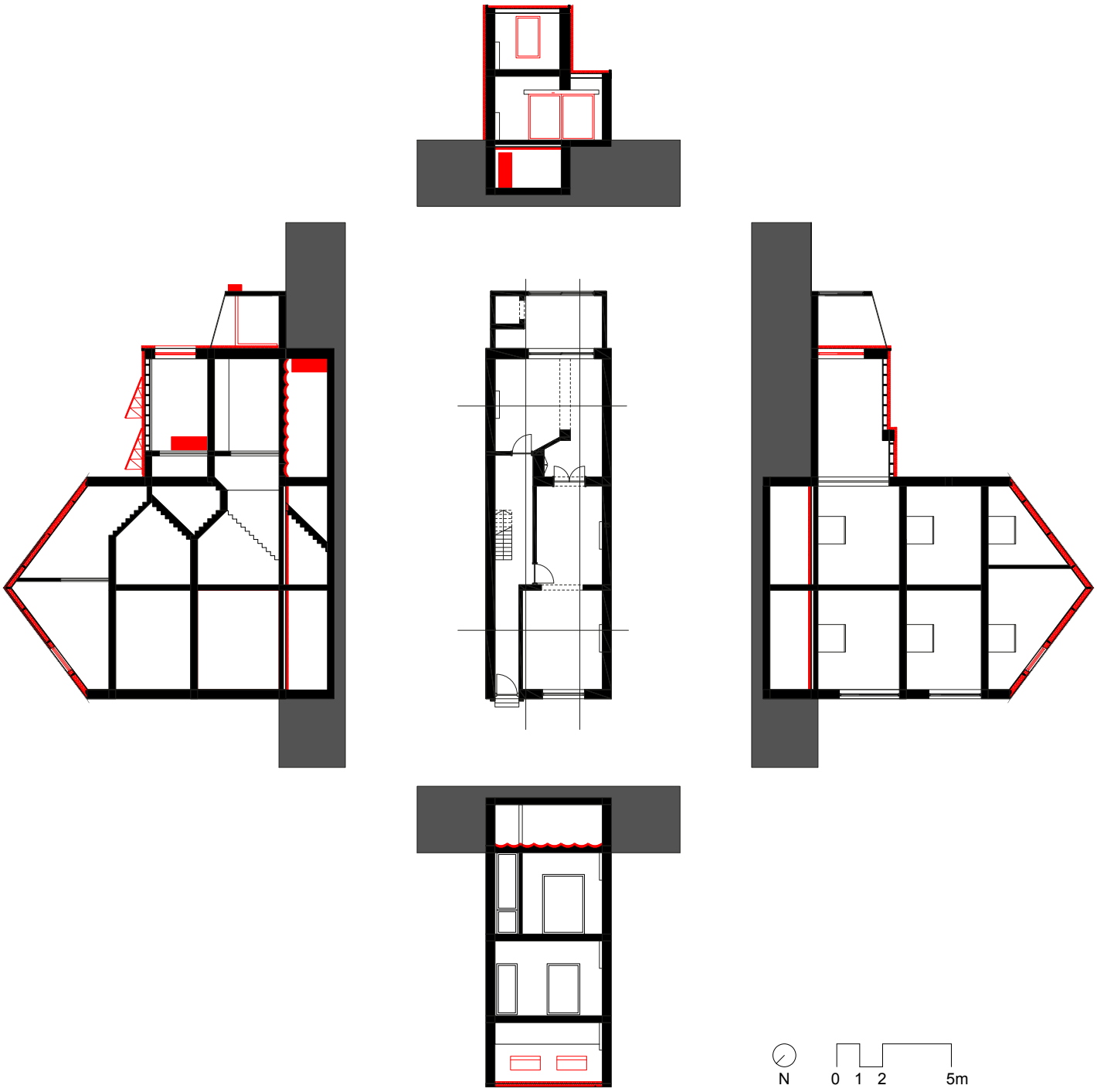


Figure 71 - Scénario 6.1. - Coupes (Auteure, 2023)

Scénario 7 : Modifications apportées aux systèmes internes

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Ne modifier que les systèmes internes.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façades cuisine	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture salle de bain	Pas d'isolation	/	5 panneaux photovoltaïques 4m^2 solaire thermique
Façades salles de bain	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Plancher	Pas d'isolation	/	/

	Ventilation : système D	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Sol/mur/plafond	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 1er	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Salle de bain	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 2ème	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/

Tableau 26 - Scénario 7. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 194 kWh/m^2.an – Label C.

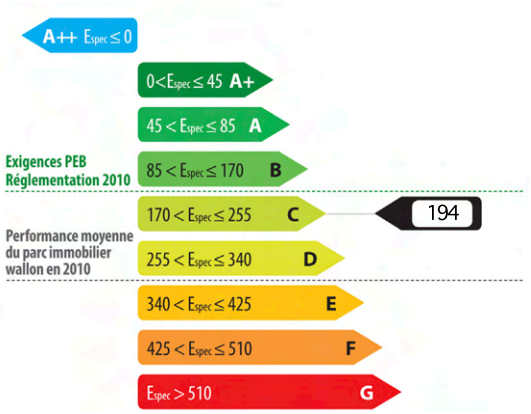


Figure 72 - Scénario 7. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en maintenant intactes, toute l'enveloppe extérieure de la maison.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu intervenir sur le système de ventilation, ajouter une installation solaire, remplacer les systèmes de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire ainsi que sur le système d'émission de chauffage. Il ressort donc qu'en voulant maintenir l'espace extérieur comme tel il n'est pas possible d'atteindre le label PEB A. Cependant, ces bouquets de travaux permettent de réduire considérablement la consommation d'énergie primaire et permettent tout de même d'arriver à un label PEB C.

Commentaire :

Ce scénario tente de préserver les éléments extérieurs de la maison ouvrière car ils sont des valeurs patrimoniales. En effet, la façade avant jouit de caractéristiques patrimoniales et participe au caractère d'ensemble de la rue. Les façades arrière quant à elles témoignent de la matérialité des murs. Les menuiseries quant à elles sont des éléments authentique et peuvent avoir une valeur esthétique. Dans ce sens, en les préservant l'impact sur le patrimoine est limité.

L'installation d'un système D de ventilation demandent un réaménagement intérieur et risque de prendre de la place dans les pièces assez peu volumineuses de la maison ouvrière. Le changement de système de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire demande un réaménagement éventuel lors de leur installation et demande également l'installation d'un dispositif sur une façade. La transformation du système d'émission de chauffage demande, quant à elle, un démontage des murs, plafond et sol afin d'y intégrer les conduites chauffantes, ce qui impacte fortement l'aménagement intérieur. Sont cependant conservés, la morphologie du logement, le système constructif et l'organisation en plan. Ainsi, la grande perte patrimoniale identifiée est une modification importante des espaces intérieurs. En effet, au vu des travaux à effectuer, les éléments d'origine et la volumétrie seront impactés.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une performance énergétique acceptable en conservant les éléments extérieurs, mais en modifiant considérablement les espaces intérieurs.

Plans



Figure 73 - Scénario 7. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

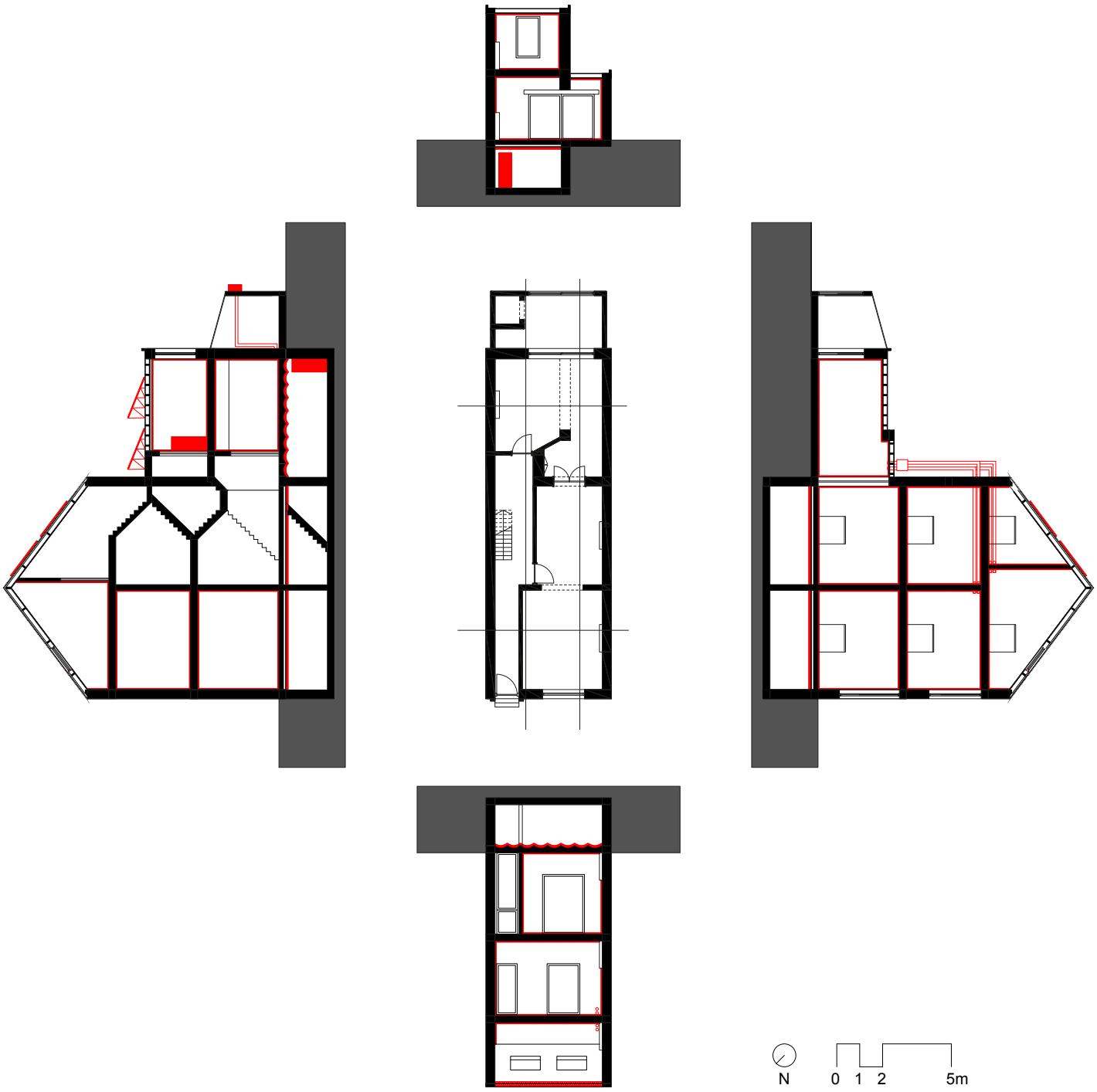


Figure 74 - Scénario 7. - Coupes (Auteure, 2023)

Sous-scénario 7.1.

Objectif :

- Viser une consommation inférieure à 85kWh/m^2.an.
- Ne modifier que les systèmes internes et dans une moindre mesure l'enveloppe extérieure.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	5 panneaux photovoltaïques 4m^2 solaire thermique
Façades salles de bain	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système D	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Sol/mur/plafond	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 1er	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Salle de bain	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 2ème	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/

Tableau 27 - Scénario 7.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 84 kWh/m^2.an – Label A.

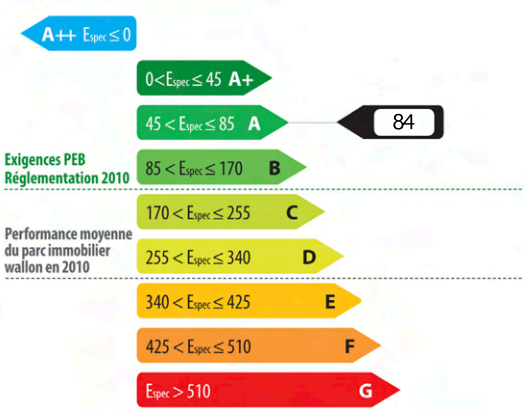


Figure 75 - Scénario 7.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir, en plus des modifications de systèmes internes, pour atteindre le Label PEB A en maintenant intactes, toutes les façades de la maison.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a donc fallu intervenir sur les toitures et les menuiseries. En isolant toutes les toitures ainsi en remplaçant les menuiseries d'origine des annexes et de la façade arrière, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Commentaire :

Afin d'atteindre de meilleures performances énergétiques et d'atteindre le label PEB A, il a fallu faire une concession sur certaines valeurs patrimoniales. En prenant le parti de ne pas modifier les façades, il a fallu remplacer les menuiseries d'origine. Dans ce cas, ce sont les toiture et menuiserie d'annexes que l'on doit isoler ou remplacer. De cette façon, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant toutes les façades ainsi que les menuiseries d'origine de la façade avant, mais en supprimant la plupart des menuiseries d'origine.

Plans



Figure 76 - Scénario 7.1. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

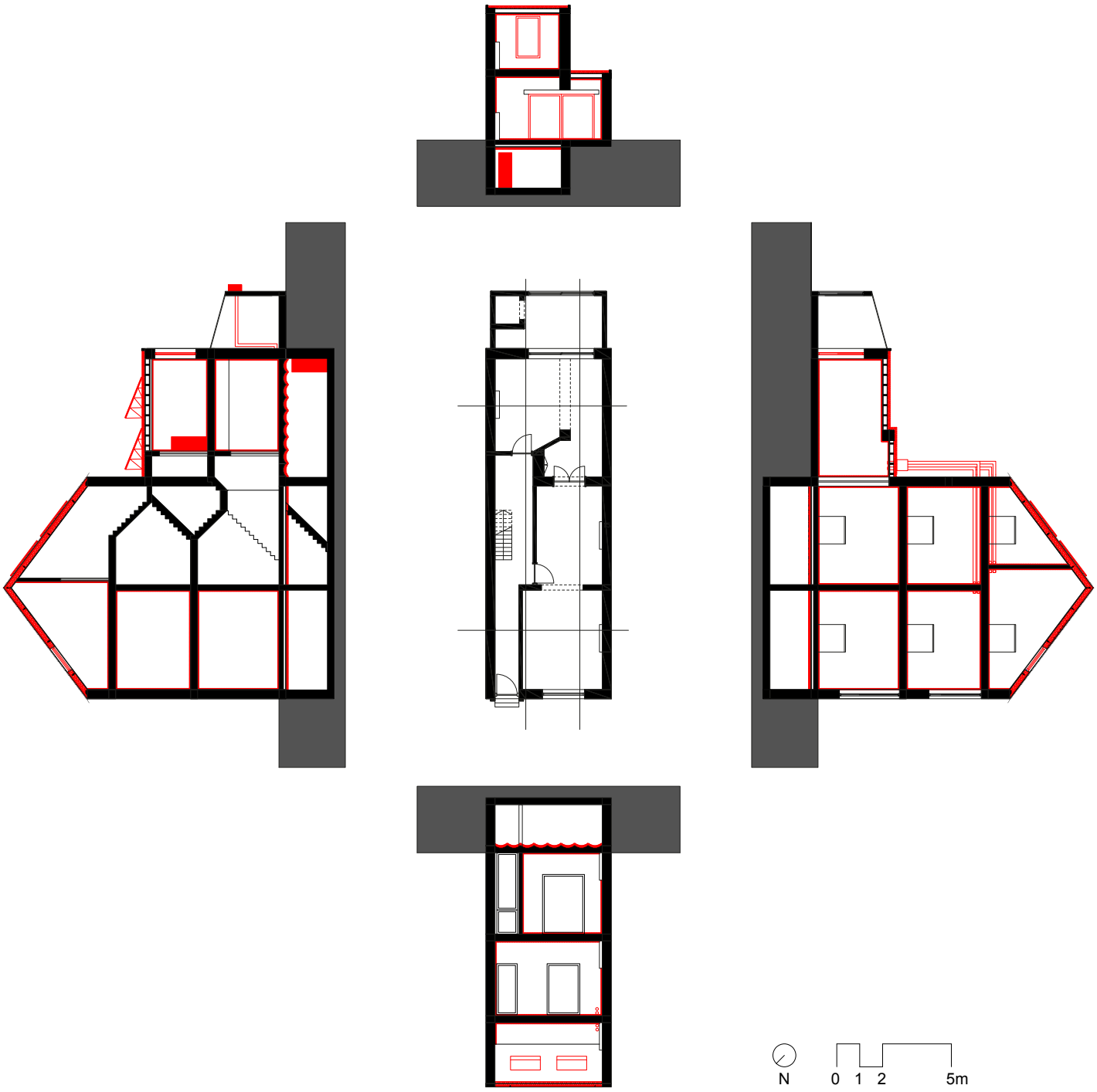


Figure 77 - Scénario 7.1. - Coupes (Auteure, 2023)

Sous-scénario 7.2.

Objectif :

- Viser une consommation inférieure à 85kWh/m^2.an.
- Ne modifier que les systèmes internes et dans une moindre mesure l'enveloppe extérieure.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente.
- Label PEB actuel : 421 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	5 panneaux photovoltaïques 4m^2 solaire thermique
Façades salles de bain	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système D	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Sol/mur/plafond	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 1er	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Salle de bain	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 2ème	Mécanique	Système de distribution : Sol/mur/plafond	/

Tableau 28 - Scénario 7.2. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 74 kWh/m^2.an – Label A.

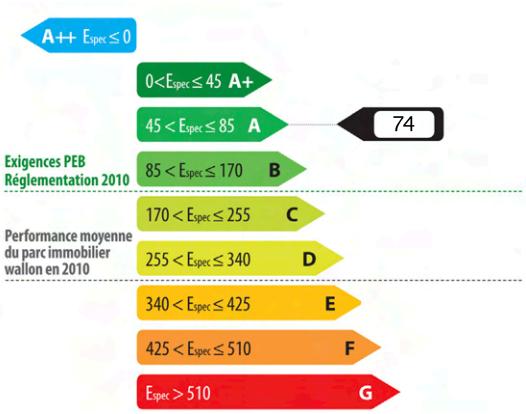


Figure 78 - Scénario 7.2. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultat :

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir, en plus des modifications de systèmes internes, pour atteindre le Label PEB A en maintenant intactes, les façades avant et arrière, menuiserie d'origine comprises, de la maison ainsi que les façades de la salle de bain.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a donc fallu intervenir sur les toitures et les annexes. En isolant toutes les toitures de la maison et les façades de la cuisine ainsi qu'en remplaçant les menuiseries d'origine des annexes, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Commentaire :

Afin d'atteindre de meilleures performances énergétiques et d'atteindre le label PEB A, il a fallu faire une concession sur certaines valeurs patrimoniales. En prenant le parti de ne pas modifier les menuiseries d'origine des façades avant et arrière, il a fallu isoler des façades. Dans ce cas, ce sont les toiture et façades d'annexes que l'on doit isoler. De cette façon, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant les façades avant et arrière ainsi que leurs menuiseries d'origine, mais en modifiant considérablement les annexes.

Plans



Figure 79 - Scénario 7.2. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

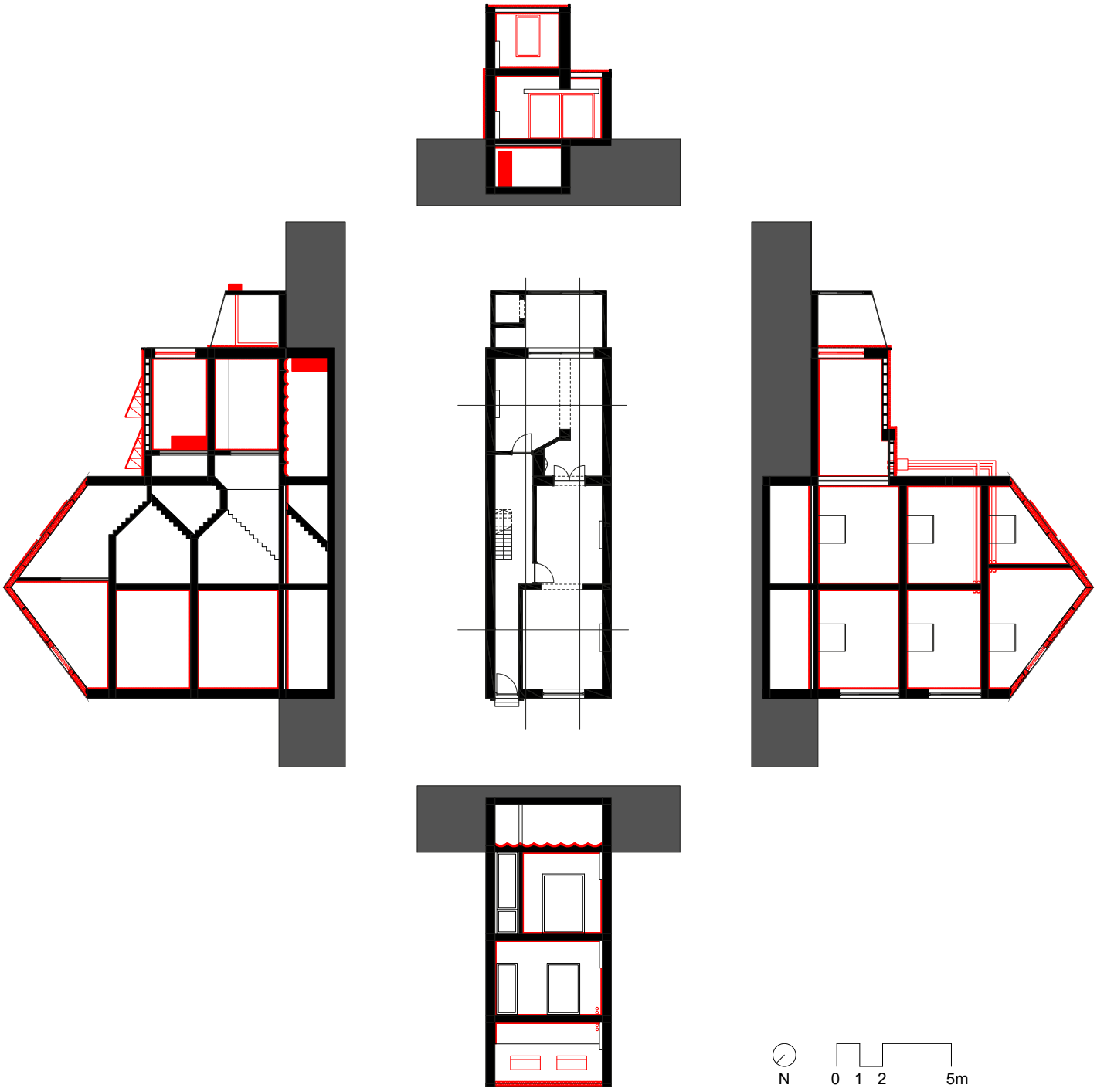


Figure 80 - Scénario 7.2. - Coupes (Auteure, 2023)

Scénario 8 : Modifications apportées à l'enveloppe

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Ne pas modifier les systèmes internes.

Hypothèses :

- Cas d'étude.
- Label PEB actuel : 366 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Isolation par l'extérieur	Porte et châssis haut rendement	/
Façade arrière	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	3 panneaux photovoltaïques
Façades salles de bain	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : chaudière à condensation gaz naturel Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : boucle de circulation sans circulateur
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : Chauffe-eau ou autre appareil uniquement ECS
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Tableau 29 - Scénario 8. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 141 kWh/m^2.an – Label B.

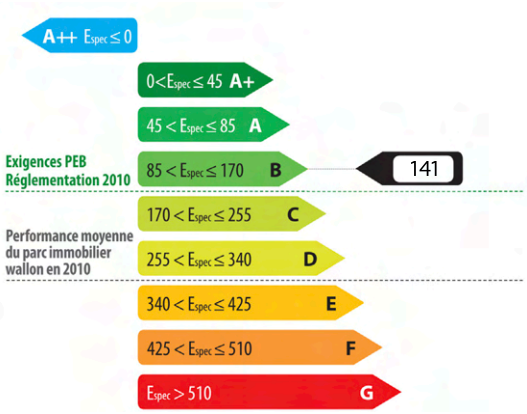


Figure 81 - Scénario 8. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est de définir sur quels paramètres il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en maintenant intactes, tous les systèmes internes de la maison.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu isoler les toitures, façades et le plancher du volume chauffé ainsi que changer les menuiseries afin de diminuer les déperditions thermiques par les parois. Ensuite, l'ajout d'installation solaire permet d'atteindre l'objectif énergétique. Il ressort donc qu'en voulant maintenir l'espace extérieur comme tel il n'est pas possible d'atteindre le label PEB A. Cependant, ces bouquets de travaux permettent de réduire considérablement la consommation d'énergie primaire et permettent tout de même d'arriver à un label PEB B.

Commentaire :

Ce scénario tente de préserver les espaces internes de la maison ouvrière car ils ont des caractéristiques patrimoniales. En effet, la maison ouvrière possède des caractéristiques propres en termes de volumétrie et d'agencement des espaces. Dans ce sens, en les préservant, l'impact sur le patrimoine intérieur est limité.

Cependant, en isolant l'ensemble de l'enveloppe extérieure, la façade avant perd toutes ses caractéristiques et les autres façades perdent leur matérialité. Cette transformation de l'enveloppe impacte également le caractère d'ensemble de la rue. De plus, le remplacement de toutes les portes et châssis ne tient pas compte de s'ils sont d'origine. Sont cependant conservés, la morphologie du logement, le système constructif et l'organisation en plan. Ainsi, la grande perte patrimoniale identifiée et une perte de matérialité et de la valeur d'ensemble.

Afin de limiter l'impact sur la valeur d'ensemble, ce scénario pourrait s'appliquer à l'ensemble des maisons d'une même rue. De cette manière, les enveloppes extérieures resteraient similaires et conserveraient le caractère d'ensemble.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une performance énergétique acceptable en conservant les espaces intérieurs, mais en modifiant considérablement les façades extérieures et les menuiseries d'origine.

Plans



Figure 82 - Scénario 8. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

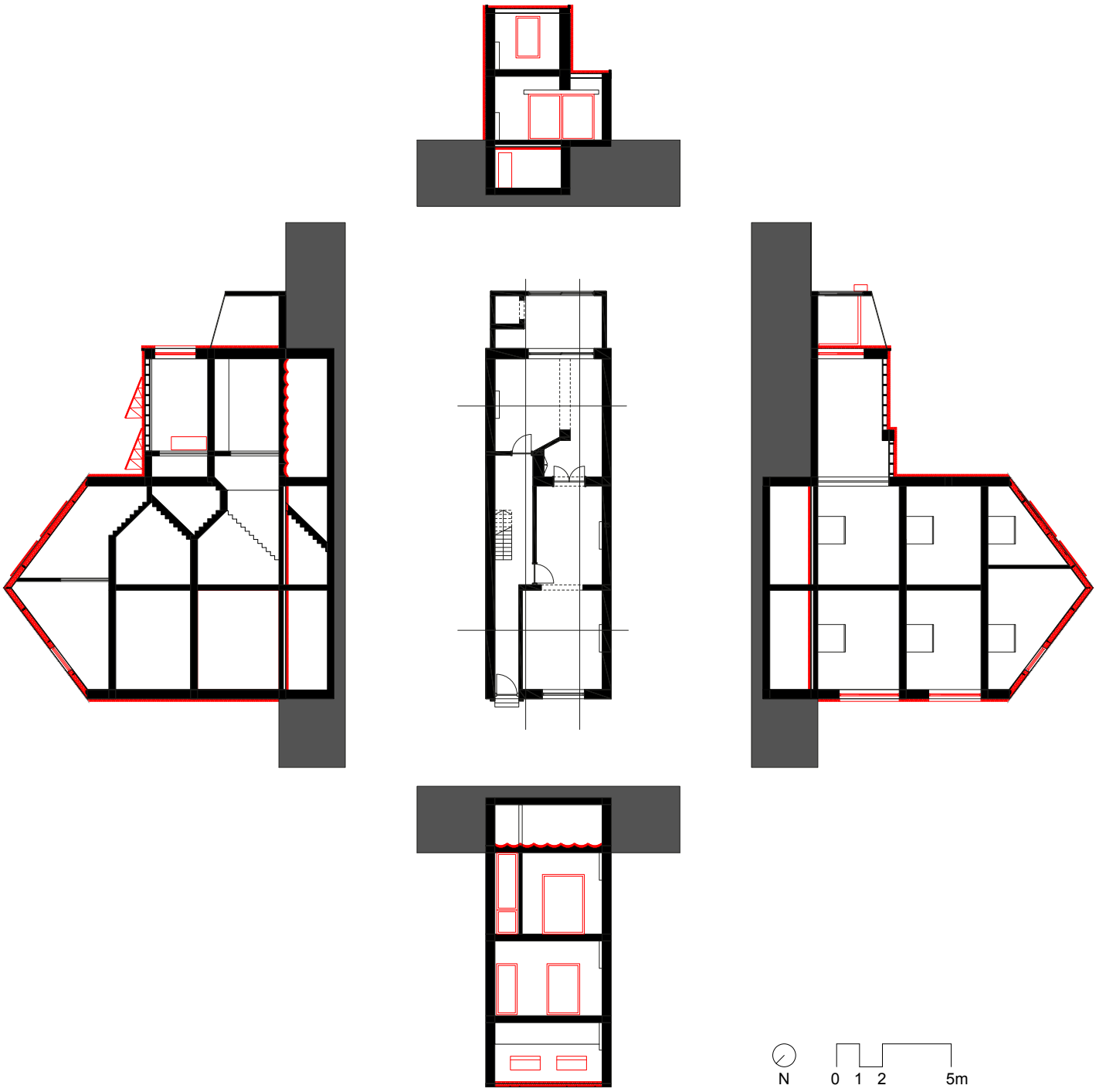


Figure 83 - Scénario 8. - Coupes (Auteure, 2023)

Sous-scénario 8.1.

Objectif :

- Viser une consommation inférieure à 85kWh/m^2.an.
- Modification limitée des systèmes internes.

Hypothèses :

- Cas d'étude.
- Label PEB actuel : 366 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Isolation par l'extérieur	Porte et châssis haut rendement	/
Façade arrière	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	3 panneaux photovoltaïques 4m^2 de solaire thermique
Façades salles de bain	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : Chaudière à condensation gaz naturel Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/

Tableau 30 - Scénario 8.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 82 kWh/m^2.an – Label A.

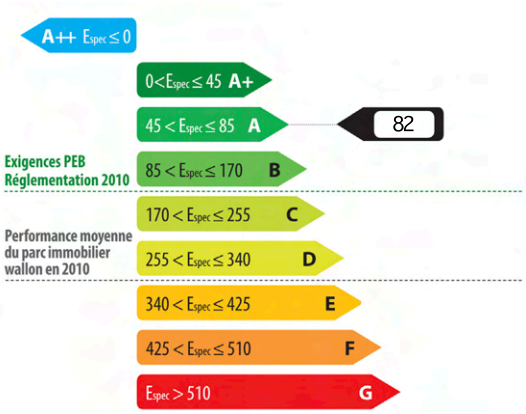


Figure 84 - Scénario 8.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce sous-scénario est de définir sur quels systèmes il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en essayant de limiter au maximum les changements internes.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu remplacer le système d'eau chaude sanitaire. En remplaçant le chauffe-eau par une pompe à chaleur à condensation sans boucle de circulation, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Commentaire :

Afin d'atteindre de meilleures performances énergétiques et atteindre le label PEB A, il a fallu faire une concession sur la préservation des systèmes existants. En modifiant un à un les différents paramètres, il ressort que c'est la modification du système de production d'eau chaude sanitaire qui permet d'atteindre le plus haut gain en termes de consommation d'énergie.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en agissant uniquement sur l'enveloppe extérieure, mais en conservant intacts les espaces intérieurs.

Plans



Figure 85 - Scénario 8.1. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

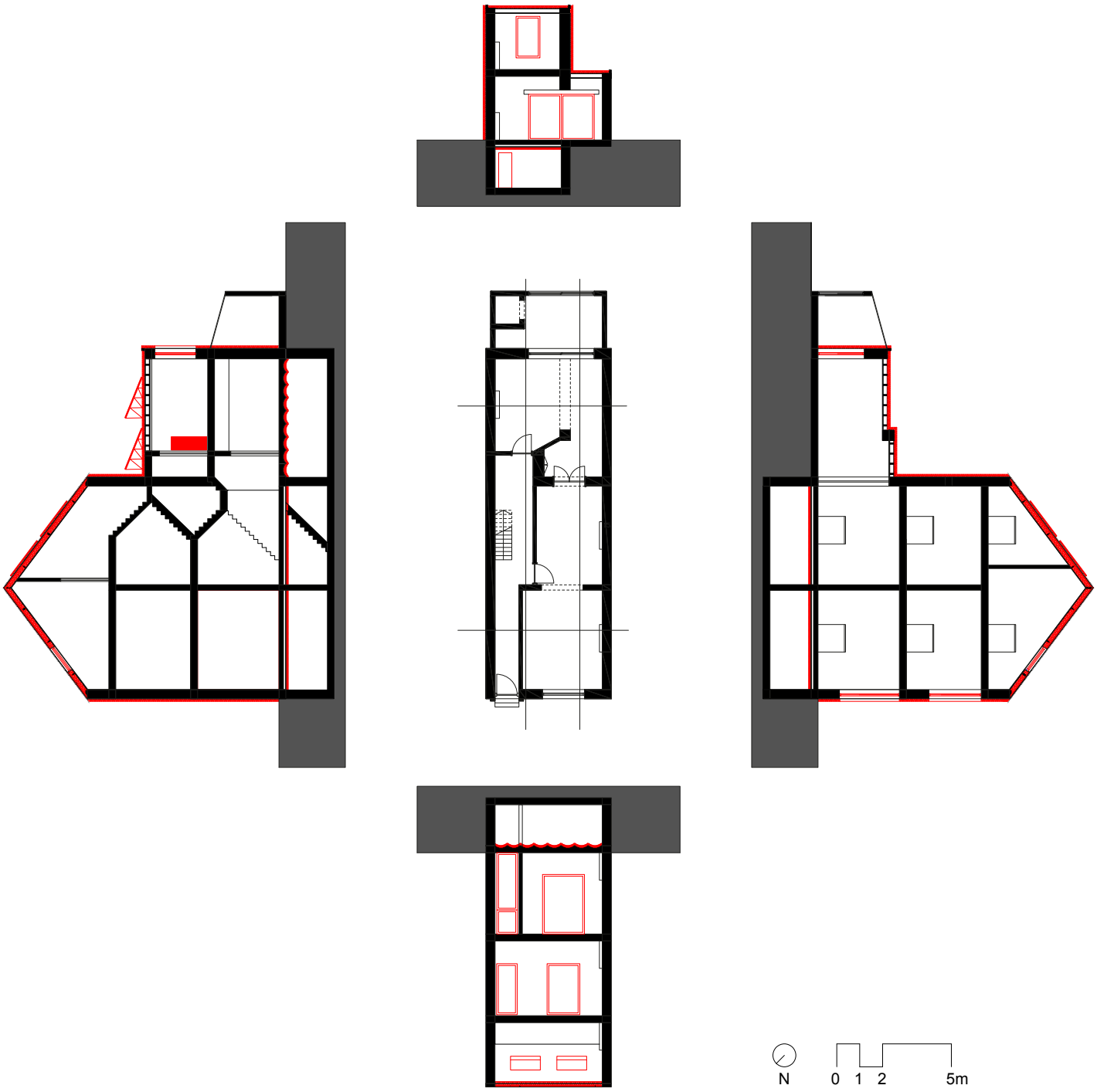


Figure 86 - Scénario 8.1. - Coupes (Auteure, 2023)

Scénario 9 : Ajout d'une annexe passive

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Ajouter une nouvelle annexe performante pour ne pas modifier la maison.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente et annexe passive supplémentaire à l'arrière :
    - Dimension de 3,2m de haut x 5,48m de large x 6m de long ; toiture plate ; baie vitrée de 10m2 donnant sur le jardin ; composition de toutes les parois 24cm d'EPS – 30 cm de béton cellulaire ; 8 panneaux solaires sur la toiture
- Label PEB actuel : 421 kWh/m2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture salle de bain	Pas d'isolation	/	/
Façades salles de bain	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Plancher	Pas d'isolation	/	/
Toiture nouvelle annexe	Isolation par l'extérieur	/	8 panneaux photovoltaïques
Façades nouvelle annexe	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher nouvelle annexe	Isolation par l'intérieur	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : chaudière à condensation gaz naturel Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : boucle de circulation sans circulateur
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : chaudière à condensation gaz naturel
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Nouvelle annexe	Naturelle	Aucun chauffage	/

Tableau 31 - Scénario 9. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 287 kWh/m^2.an – Label D.

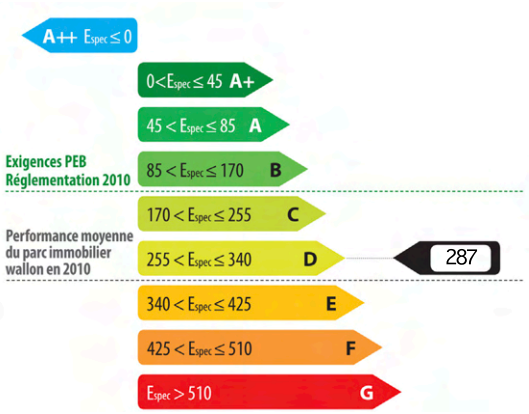


Figure 87 - Scénario 9. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est d'observer si la construction d'une nouvelle annexe ayant des caractéristiques passives, accolée à la maison, permet de diminuer la consommation énergétique. Il a également été décidé de remplacer les velux – qui ne peuvent pas être des menuiseries d'origine – par des menuiseries à haut rendement.

Il ressort que cette annexe permet de diminuer la consommation d'énergie globale de la maison, mais pas de manière significative. En effet, il n'est pas possible d'atteindre le label PEB A. Cependant, ces bouquets de travaux permettent de réduire considérablement la consommation d'énergie primaire et permet quand même d'arriver à un label PEB D.

Commentaire :

Ce scénario tente donc de préserver la totalité de la maison ouvrière et par conséquent la totalité de ses valeurs patrimoniales. Les modifications apportées portent donc sur cette nouvelle annexe. Dans ce sens, en les préservant l'impact sur le patrimoine est limité.

Au vu des dimensions de la maison et des agencements des espaces, cette annexe pourrait accueillir un deuxième salon côté jardin, un bureau ou encore une salle à manger. Elle peut également être un endroit qui accueille les éventuels nouveaux systèmes afin de ne pas empiéter sur l'espace interne du corps de logement principal. Sont donc conservés, le système constructif, l'organisation en plan, la façade avant et ses particularités, la matérialité des autres façades, menuiseries et toitures ainsi que les systèmes internes. De plus, les annexes ajoutées sont des éléments caractéristiques de la maison ouvrière, ceci participe à la conservation de la morphologie du logement. Ainsi, aucune perte patrimoniale majeur n'est identifiée.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une meilleure performance énergétique en ajoutant une annexe performante.

Plans



Figure 88 - Scénario 9. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

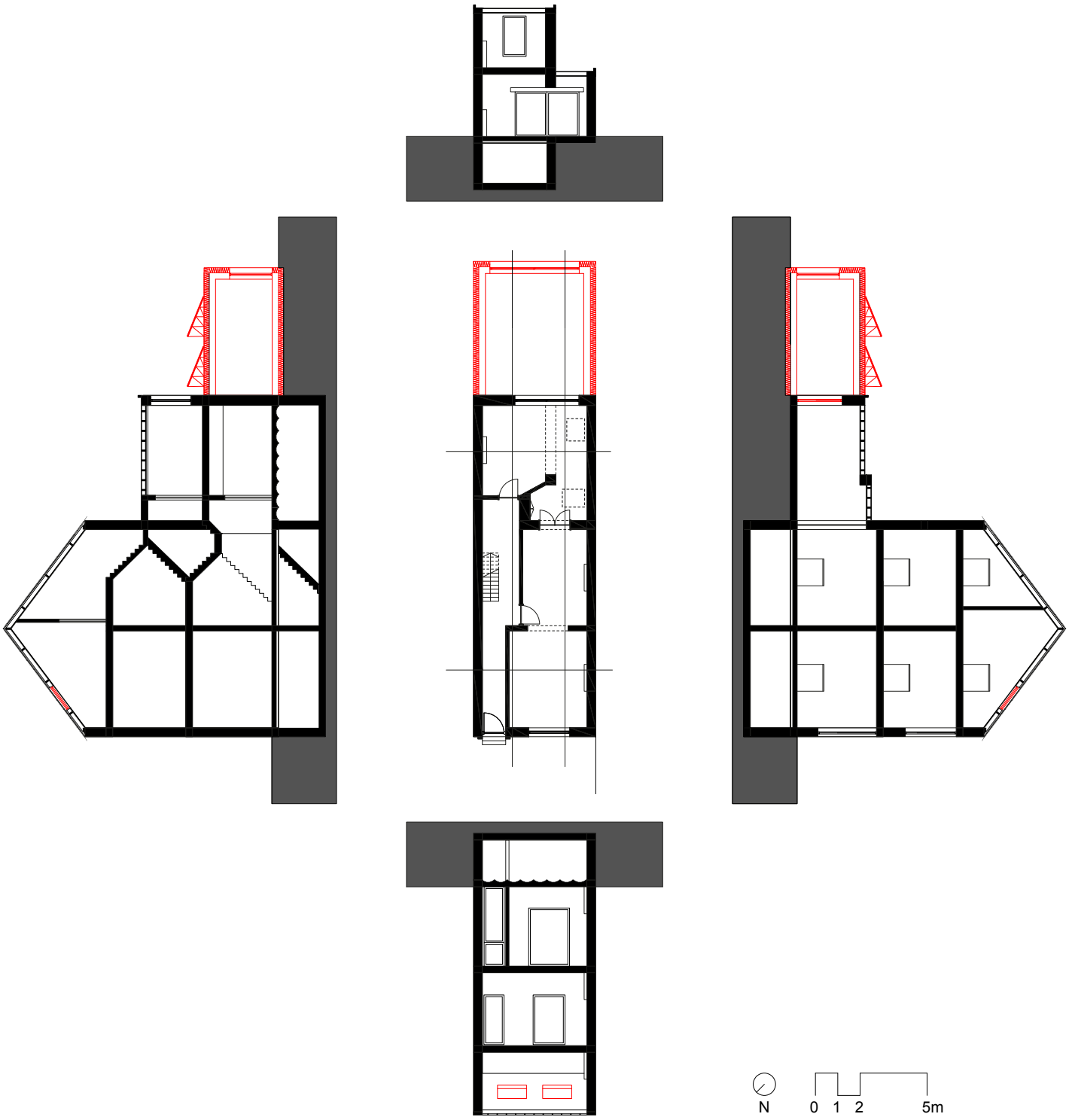


Figure 89 - Scénario 9. - Coupes (Auteure, 2023)

Sous-scénario 9.1.

Objectif :

- Viser une consommation inférieure à 85kWh/m^2.an.
- Ajouter une nouvelle annexe performante et modifier au minimum la maison.

Hypothèses :

- Variante du cas d'étude : menuiseries d'origine (simple vitrage et châssis bois, les velux ne font pas partie de ces menuiseries) et aucune isolation présente et annexe passive supplémentaire à l'arrière :
    - Dimension de 3,2m de haut x 5,48m de large x 6m de long ; toiture plate ; baie vitrée de 10m2 donnant sur le jardin ; composition de toutes les parois 24cm d'EPS – 30 cm de béton cellulaire ; 8 panneaux solaires sur la toiture
- Label PEB actuel : 421 kWh/m2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Pas d'isolation	Châssis haut rendement	6 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Façade arrière	Pas d'isolation	Menuiserie d'origine	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Menuiserie d'origine	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	/
Façades salles de bain	Isolation par l'extérieur	Menuiserie d'origine	/
Plancher	Pas d'isolation	/	/
Toiture nouvelle annexe	Isolation par l'extérieur	/	8 panneaux photovoltaïques
Façades nouvelle annexe	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher nouvelle annexe	Isolation par l'intérieur	/	/

	Ventilation : système A	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de distribution : aucune boucle de circulation
Chambre avant 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 1er	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Salle de bain	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Chambre arrière 2ème	Naturelle	Système de distribution : Radiateurs	/
Nouvelle annexe	Naturelle	Aucun chauffage	/

Tableau 32 - Scénario 9.1. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 77 kWh/m^2.an – Label A.

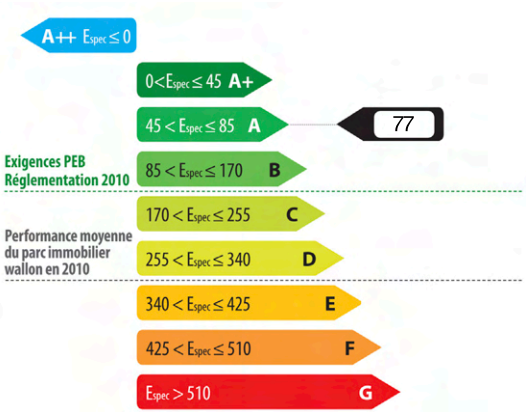


Figure 90 - Scénario 9.1. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce sous-scénario est de définir sur quels éléments il faut intervenir pour atteindre le Label PEB A en acceptant des modifications au sein du corps principal de la maison.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il a fallu isoler les façades et les toitures des annexes déjà existantes et ajouter une installation solaire. Avec ces travaux supplémentaires, il est possible d'atteindre le label PEB A.

Commentaire :

Afin d'atteindre de meilleures performances énergétiques et atteindre le label PEB A, le parti-pris a été de travailler sur les annexes afin de préserver au maximum le corps de logement. En isolant les façades et toitures de celles-ci. Étant donné l'ajout d'une nouvelle annexe complètement isolée, la transformation des annexes existantes afin de leur donner une cohésion d'ensemble, est acceptable.

Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique en conservant le corps de logement, mais en ajoutant et modifiant considérablement l'enveloppe des annexes.

Plans



Figure 91 - Scénario 9.1. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

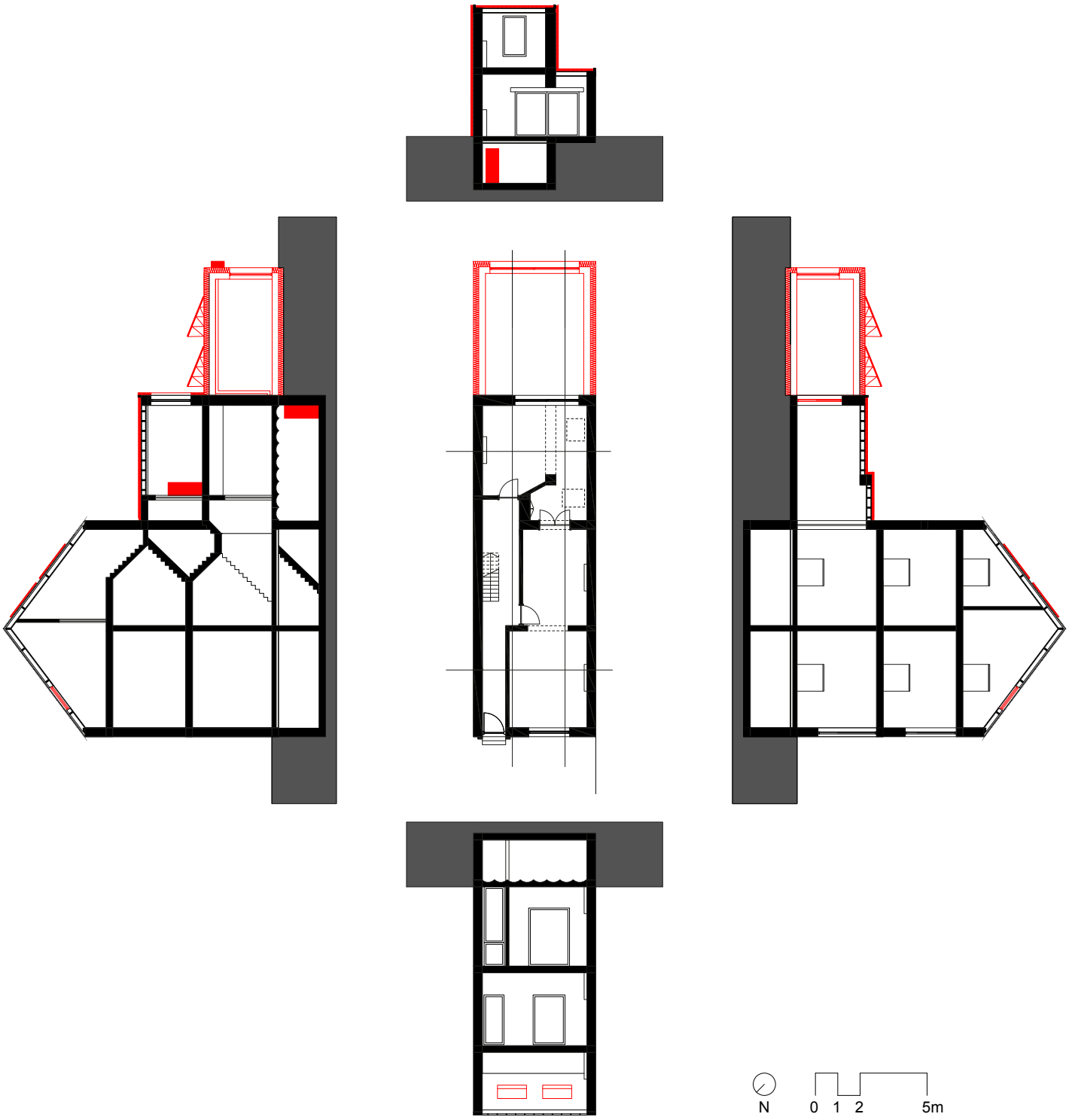


Figure 92 - Scénario 9.1. - Coupes (Auteure, 2023)

Scénario 10 : Aucune considération des valeurs patrimoniales

Objectif :

- Viser la consommation la plus faible possible.
- Aucune contrainte de patrimoine n'intervient.

Hypothèses :

- Cas d'étude.
- Label PEB actuel : 366 kWh/m^2.an – Label E.

Processus :

	Isolation par : l'intérieur/l'extérieur	Châssis	Installation solaire
Toiture à deux pans	Isolation par l'intérieur	Châssis haut rendement	8 panneaux photovoltaïques
Façade avant	Isolation par l'extérieur	Porte et châssis haut rendement	/
Façade arrière	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Façades cuisine	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Toiture salle de bain	Isolation par l'extérieur	/	5 panneaux photovoltaïques 4m^2 de solaire thermique
Façades salles de bain	Isolation par l'extérieur	Châssis haut rendement	/
Plancher	Isolation vers cave	/	/

	Ventilation : système D	Chauffage	ECS
Cave	/	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau Pas de système de distribution	/
Salon/salle à manger	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Cuisine	Naturelle	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de distribution : boucle de circulation sans circulateur
Chambre avant 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 1er	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Salle de bain	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	Système de production : pompe à chaleur Air/Eau
Chambre avant 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/
Chambre arrière 2ème	Mécanique	Système de distribution : sol/mur/plafond	/

Tableau 33 - Scénario 10. - Bouquets de travaux (Auteure, 2023)

Résultats :

- 10 kWh/m^2.an – Label A+.

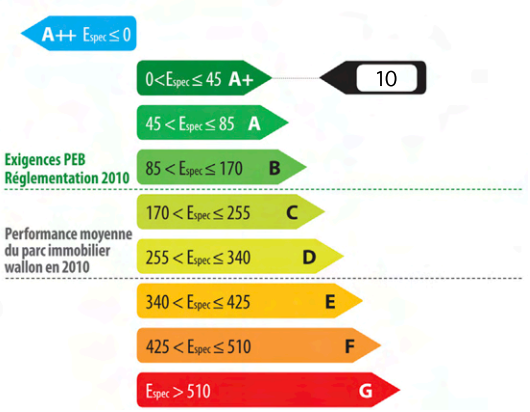


Figure 93 - Scénario 10. - Performance énergétique (Auteure, 2023)

Analyse des résultats :

L'objectif de ce scénario est de modifier toutes les mesures possibles du logiciel pour simuler les interventions qui réduisent au maximum la consommation d'énergie primaire. Ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre un label PEB A+.

Afin d'atteindre ce niveau de performance, il fallut intervenir sur tous les paramètres du logiciel et, par conséquent, proposer de nombreux travaux et changements. La combinaison de l'isolation de l'enveloppe, du changement des systèmes ainsi que l'ajout d'installations solaires, permet de diminuer fortement la consommation d'énergie primaire. Toutes les mesures proposées sont celles qui ont le plus grand impact de réduction sur la consommation.

Commentaire :

Ce scénario ne tient pas compte des caractéristiques patrimoniales de la maison ouvrière mais tente d'atteindre la plus haute performance énergétique possible. Dans ce sens, l'impact sur le patrimoine est majeur.

En effet, l'installation d'un système D de ventilation demande un réaménagement intérieur et risque de prendre de la place dans les pièces assez peu volumineuses de la maison ouvrière. De plus, en isolant l'ensemble de l'enveloppe extérieure, les façades perdent toutes leurs caractéristiques. Le remplacement de toutes les portes et châssis ne tient pas compte de s'ils sont d'origine. Enfin, le remplacement des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire demande un réaménagement éventuel lors de leur installation et demande également l'installation d'un dispositif de ventilation sur une façade. Sont cependant conservés : la morphologie du logement, le système constructif et l'organisation spatiale interne. Ainsi, la grande perte patrimoniale identifiée est une perte de matérialité, de la valeur d'ensemble et une modification importante des espaces intérieurs.

Cependant, ce scénario démontre qu'il est théoriquement possible d'atteindre une haute performance énergétique pour ce type de bâti. De plus, les encodages dans le logiciel permettent de mettre en avant l'influence plus ou moins grande de chacun des éléments dans la consommation d'énergie.

Plans



Figure 94 - Scénario 10. - Plans (Auteure, 2023)

Coupes

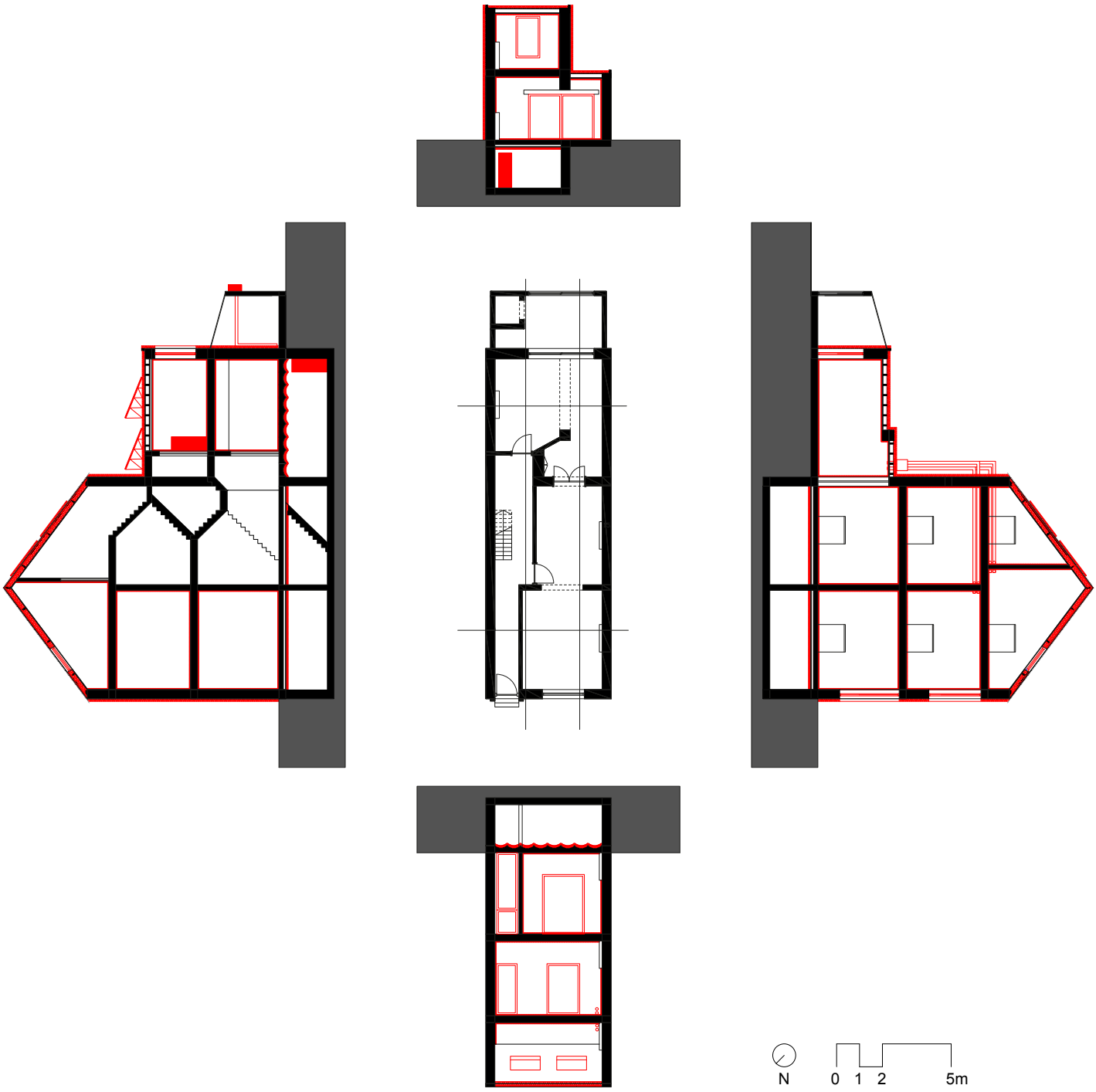


Figure 95 - Scénario 10. - Coupes (Auteure, 2023)

9.4. CRITIQUE DE L'OUTIL PACE

L'outil utilisé pour le scénario est assez restreint par rapport aux interventions qu'il est possible de faire. Le nombre de paramètres et de propositions dans les choix multiples étant limité, les possibilités ne sont pas infinies.

Certaines limites à cet outil peuvent donc être énoncées :

- Dans l'isolation des murs, il n'est pas possible d'indiquer la place de l'isolant. Ceci signifie que l'outil calcule l'isolation par l'intérieur de la même manière que l'isolation par l'extérieur. Cependant, dans la réalité, l'isolation par l'intérieur génère souvent des problèmes de ponts thermiques ou de condensation qui, ici, ne sont pas pris en compte. Or, ces ponts thermiques ont un impact sur les déperditions de parois. De plus, ils peuvent être nocifs pour les matériaux qui risquent de se détériorer avec la condensation.
- Il n'est pas possible de proposer des mesures peu conventionnelles ou originales. Par exemple, afin de garder des châssis d'origine, il pourrait être envisagé de placer un nouveau châssis à l'arrière de celui existant. Le logiciel ne permet pas de modéliser ceci.
- L'outil ne tient pas en compte de l'ombrage éventuel sur les fenêtres ou les panneaux solaires. Ceci a, pourtant, une influence sur l'ensoleillement des fenêtres et le rendement de l'équipement.

10. RÉSULTATS

10.1. ANALYSE DES RÉSULTATS

Chaque scénario est modélisé sur base d'objectifs précis. L'un de ces objectifs porte sur les performances énergétiques, l'autre sur la conservation d'éléments patrimoniaux.

Le constat est qu'il n'est pas possible d'atteindre le label PEB A en maintenant toutes les caractéristiques patrimoniales de la maison ouvrière. Cependant, en ciblant sur le maintien de certaines caractéristiques patrimoniales la maison peut atteindre le niveau de performance exigé par la Wallonie.

Les sous-scénarios, quant à eux, visent le label PEB A en admettant une atteinte aux valeurs patrimoniales. Les résultats démontrent qu'il est possible d'atteindre ce label avec ce type bâti, mais pas sans conséquence sur le patrimoine.

De cette façon, comme il n'est pas possible de satisfaire les deux ambitions simultanément, à savoir, atteindre le label PEB A et conserver toutes les caractéristiques patrimoniales, Il faut faire une concession sur l'un des deux. Ainsi, en optant pour un maintien de l'ensemble des spécificités patrimoniales identifiées, comme testé dans le scénario 1, il est possible d'atteindre le label PEB C. En préférant l'ambition énergétiques, comme dans le scénario 10, il a été démontré qu'il est possible d'atteindre l'excellence, à savoir le label PEB A+, au détriment de la plupart des valeurs patrimoniales. En imaginant des scénarios intermédiaires qui conservent l'une ou l'autre valeur patrimoniale, comme calculé dans les scénarios 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8, il est possible d'atteindre respectivement les labels PEB B, A, A, A, C, C et B. Le scénario 9, plus original a quant à lui montré que l'ajout d'une annexe passive permettait d'augmenter le niveau de performance vers un label légèrement supérieur à celui de départ, à savoir un label D.

Aujourd'hui, il est très rare de trouver une maison ouvrière dans son état d'origine. Au cours du temps, de premières interventions ont très souvent été réalisées. Il est nécessaire d'identifier quelles sont les spécificités et valeurs qui ont disparu. De cette façon, certaines interventions peuvent être acceptables d'un point de vue patrimonial tout en permettant d'améliorer les performances énergétiques. Dans la même idée, il faudrait également identifier quelles caractéristiques patrimoniales sont encore présentes et, ainsi, interdire l'une ou l'autre intervention dans le but de les maintenir.

Il ressort que les deux grandes catégories d'interventions possibles sont d'une part d'améliorer la conductivité thermique de l'enveloppe et de l'autre, de placer des systèmes internes plus performants. Les scénarios 7 et 8 démontrent qu'en ne travaillant que sur l'une de ces deux catégories, il est possible d'améliorer la performance énergétique de la maison. En ne modifiant que les systèmes internes, le label PEB C est atteint et en ne touchant qu'à l'enveloppe, le label PEB B est atteint. Cependant, c'est la combinaison de ces deux interventions qui permet d'atteindre le A, comme démontré dans les scénarios 3, 4 et 5.

10.2. CRITIQUE DES RÉSULTATS

Les paramètres à encoder dans le logiciel étant limités, il ressort que ce sont, globalement, les mêmes interventions qui permettent d'atteindre l'ambition énergétique fixée dans les scénarios.

Ainsi, au niveau des systèmes internes, ce sont les mêmes recommandations qui reviennent. Au vu des résultats obtenus au cours des encodages, il ressort que le logiciel encourage fortement le placement d'un système de ventilation D, le remplacement des systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire par une pompe à chaleur et la pose d'un système d'émission de chauffage par les murs, plafond et sols. L'ajout d'installation solaires permet de gagner également en consommation d'énergie.

Au niveau de l'enveloppe, l'isolation, dans un premier temps, des toitures et du plancher permet de réduire significativement la consommation d'énergie primaire. Dans un second temps, l'isolation des murs peut aider à atteindre les objectifs énergétiques.

En se limitant à l'utilisation de cet outil, les résultats permettant d'atteindre le A sont limités et se ressemblent quelques peu. En effet, il suffit de jouer avec les différents paramètres en parallèle et de proposer davantage d'interventions sur l'un plutôt que sur l'autre afin d'atteindre l'objectif fixé. L'objectif fixé au départ ne fait qu'empêcher la variation d'un paramètre et demande de compenser avec les autres.

10.3. DÉMARCHES DE RÉNOVATIONS

Les scénarios principaux défendent une ambition de protection patrimoniale. Elle peut vouloir protéger toutes les caractéristiques patrimoniales extérieures ou intérieures, certaines d'entre-elles ou aucune.

Les sous-scénarios défendent une ambition énergétique fixe à atteindre. Ils sont une démonstration qu'il est possible d'atteindre le label PEB A au détriment de certaines caractéristiques patrimoniales.

Chaque maison a évolué individuellement et a été modifiée au cours de sa vie. Ainsi, en fonction de ses caractéristiques propres, certains scénarios sont plus adéquats, tandis que d'autres ne s'y prêtent pas. Donc, en fonction de quel élément patrimonial doit être protégé, ces scénarios peuvent être une source d'inspiration sur les travaux à entreprendre et guider l'auditeur, l'architecte ou le propriétaire.

11. CONCLUSION

Un type bâti intéressant dans le cas de rénovations énergétiques est celui des maisons mitoyennes datant d'avant 1919, dont font partie les maisons ouvrières. Elles sont une trace de l'histoire et du patrimoine, sont situées proche des centres urbains, et sont abordables en terme financier étant donné leurs petites dimensions. De plus, elles rencontrent des problèmes de performances énergétiques et/ou de salubrité. Elles semblent donc êtres de bonnes candidates pour des campagnes de rénovations énergétiques.

La littérature relève qu'il est difficile de combiner les ambitions de protection patrimoniale aux ambitions de performances énergétiques. En effet, les outils énergétiques disponibles n'intègrent pas cette question. Or, la préservation du parc bâti ancien non classé est importante car, il porte des valeurs culturelles.

Lorsqu'un édifice est reconnu comme patrimonial et est classé, le patrimoine est protégé au dépend de l'ambition énergétique. Quand un édifice ne l'est pas, il est plus difficile, d'une part d'en reconnaitre la valeur patrimoniale et, d'autre part de défendre qu'il ne réponde pas aux exigences énergétiques.

S'est alors posé la question suivante : Est-il possible d'assurer le respect des éléments patrimoniaux d'une maison ouvrière dans le cas d'une rénovation à haute ambition énergétique ?

Afin d'y répondre, plusieurs objectifs ont été mis en place. Le premier objectif a consisté en l'analyse de la maison ouvrière et l'identification de ses valeurs patrimoniales. L'outil d'évaluation patrimoniale du bâti bruxellois a permis de définir que la morphologie, le système constructif, l'organisation en plan, la façade avant et les matériaux utilisés dans la maison ouvrière constituent des caractéristiques patrimoniales. Le second objectif a été de constater leur éventuelle mise en péril dans les rénovations énergétiques actuelles. Des analyses de projets ont permis de confirmer la problématique en démontrant que la plupart de ces valeurs sont perdues. Enfin, le dernier objectif a été d'établir des scénarios qui considèrent les valeurs patrimoniales en visant une ambition énergétique élevée. Ceux-ci ont été modélisés à l'aide de l'outil PACE (procédure d'avis et de certificat énergétique), utilisé dans la PEB.

Les résultats obtenus dans ce mémoire démontrent qu'en intégrant les questions patrimoniales en amont, il est possible d'obtenir des scénarios de rénovation améliorant la performance énergétique. Le scénario 1 illustre qu'il est possible de trouver des bouquets de travaux qui respectent l'ensemble des valeurs patrimoniales de la maison ouvrière, mais que cela ne permet pas d'atteindre les exigences imposées par la Wallonie. Les scénarios 2 à 9, font ressortir qu'il est faisable d'améliorer la performance énergétique, sur une échelle allant d'un label PEB D à PEB A, avec le calcul PACE, en renonçant à l'une ou l'autre des valeurs. Enfin, le scénario 10, révèle qu'il est réalisable d'atteindre le label le plus élevé, à savoir le PEB A+, mais en perdant l'ensemble des caractéristiques patrimoniales.

En pratique, la piste permettant d'amener la maison dans un label élevé, tout en assurant le respect des valeurs patrimoniales, est de travailler sur ce qui a déjà été modifié entre la

construction et l'état actuel.

Les résultats illustrent qu'il est possible de protéger le patrimoine du parc bâti ancien en améliorant ses performances énergétiques. Cependant, les labels atteint ne remplissent pas les objectifs fixés par la Wallonie, ce qui incite les propriétaires à avoir recours à des mesures qui portent atteinte à ce patrimoine. En réduisant les exigences du point de vue de consommation d'énergie, tout un chacun pourrait alors rénover une maison ouvrière en préservant ses caractéristiques. De cette façon, le patrimoine serait valorisé en acceptant la limitation de travaux destructeurs. En effet, comme l'objectif est d'élever tout le parc bâti vers un label PEB A, avec les interventions réalisées actuellement, le patrimoine wallon est en danger, or il est une trace historique et architecturale qu'il est essentiel de conserver.

En conclusion, ce mémoire a examiné de manière approfondie la question de la considération du patrimoine dans les rénovations énergétiques de maisons ouvrières, et contribue à une démonstration qu'il est possible de combiner, dans une juste mesure, ces deux thématiques. À la lumière de cette étude, il devient évident que de nouvelles perspectives de recherche et d'action s'imposent afin de confirmer les résultats obtenus et d'élargir la recherche à d'autres types bâtis. En effet, ce mémoire n'est qu'une étape de l'étude de la conservation des valeurs patrimoniales dans les rénovations énergétiques. Il reste encore beaucoup à tester et analyser. Le travail espère être approfondi afin d'élargir la compréhension du lien que peuvent avoir le patrimoine et l'énergie.

12. DISCUSSION

12.1. RÉFLEXION

L'intérêt du travail est de sensibiliser à la valeur patrimoniale que porte le patrimoine bâti non classé. La combinaison du patrimoine et de l'énergie est un sujet assez complexe et les défenseurs du patrimoine peuvent s'inquiéter des impacts que peuvent occasionner la rénovation énergétique.

Il est alors nécessaire de conscientiser les propriétaires quant à la valeur de leur bien et les inciter à la préserver et de trouver un moyen de sensibiliser les habitants à l'architecture pour leur faire prendre conscience des spécificités que possèdent leurs biens. De cette façon, lors des travaux de rénovations énergétiques, nécessaires au vu des enjeux climatiques actuels, ils pourront y accorder une plus grande importance.

Les outils devraient être adaptés afin de mettre en évidence les caractéristiques patrimoniales et proposer des pistes d'intervention qui permettent de les conserver. Pour ce faire, un volet supplémentaire portant sur l'identification des spécificités du type bâti pourrait être intégré dans les outils énergétiques. Le fait de définir des éléments qui ont de l'importance pourrait inciter les décideurs à les préserver et proposer des pistes de rénovations alternatives, comme le montrent les scénarios développés dans le travail.

La question de la pertinence de la PEB ainsi que celle des outils n'a pas été remise en cause au cours du travail. Le parti-pris est que, cette donnée étant très présente dans la construction de nos jours, la Belgique ne s'en défera pas tout de suite. Ainsi, l'utilisation d'outil de PEB est cohérente.

Cependant, la PEB n'est pas sans défaut. Les calculs se basent sur des conditions standardisées de consommation d'énergie, ceci dans le but de comparer les bâtiments sur les mêmes critères. Cependant, la standardisation des conditions entraine donc une erreur. En effet, chaque foyer consomme différemment. Avec les crises énergétiques que connait l'Europe, la consommation d'énergie a drastiquement changé. Ainsi, la consommation théorique peut être surévaluée ou totalement déconnectée de ce que le foyer consomme réellement.

Comme l'indique son nom, la PEB concerne l'énergie. Dans le contexte climatique et économique dans lequel se trouve le monde, la prise en compte d'autres paramètres, que celui de la consommation d'énergie primaire, aurait du sens. En effet, des considérations comme la quantité d'énergie grise consommée, l'impact environnemental des matériaux mis en place, le confort de l'occupant sont des notions tout aussi actuelles. En ajoutant ces paramètres au travail, des scénarios auraient éventuellement été exclus et d'autres auraient pu voir le jour. En les intégrant, le choix de matériaux et mesures mis en place aurait pu ouvrir le champ des possibilités et proposer des scénarios plus détaillés. Les scénarios évalués comme « les plus respectueux du patrimoine » n'auraient peut-être alors pas été les scénarios retenus comme les meilleurs.

Les outils PEB pourraient donc intégrer plusieurs enjeux actuels en ajoutant plusieurs volets comme celui du patrimoine, de l'énergie grise ou de l'impact environnemental afin de proposer des pistes de rénovation plus complètes.

12.2. LIMITES DU TRAVAIL

La portée de l'étude s'est limitée à l'analyse d'une seule typologie d'habitation et les scénarios imaginés ont été testés sur un seul cas d'étude. Ce choix a été fait afin d'aller le plus loin possible dans les scénarios. Cependant, afin d'obtenir des résultats généralisés, il serait intéressant de reproduire ces scénarios sur d'autres cas d'étude, avec d'autres caractéristiques de composition, de volumétrie, et d'orientation et de relever lesquels fonctionnent toujours, lesquels pas, et pourquoi.

La maison étudiée a une typologie proche de la maison ouvrière mais diffère quelque peu. Les différences majeures sont : la présence d'un couloir desservant les différents étages et une pièce supplémentaire à l'arrière. Cependant, l'ensemble des valeurs patrimoniales de la maison ouvrière, identifiées dans le travail, se retrouvent dans le cas d'étude. De plus, dans l'outil PACE, les informations encodées touchent aux pièces de vie, donc le couloir ne rentre pas en compte. La pièce supplémentaire est considérée comme une annexe, ce qu'on retrouve dans la maison ouvrière. Il faut cependant analyser les résultats en tenant compte de cela. Il serait donc intéressant de répéter la méthode sur d'autres exemples de maisons ouvrières afin de voir si les résultats obtenus sont semblables.

Aussi, actuellement, la maison est une habitation unifamiliale. Le travail a pris le parti de maintenir cette fonction, limitant de possibles autres interventions. Les critères de confort sont spécifiques à ce type d'occupation. En modifiant la destination du bâtiment, les critères de confort de température pourraient varier et être éventuellement abaissés. En diminuant ceux-ci, les outils de PEB ne seraient plus adaptés, mais cela pourrait éventuellement limiter les interventions néfastes pour le patrimoine et protéger, ainsi, plus de caractéristiques patrimoniales.

La méthodologie utilisée pour répondre à la question a fait le choix d'utiliser certains outils. En ce qui concerne l'évaluation du patrimoine, il n'existe pas beaucoup d'outils permettant d'identifier les valeurs patrimoniales d'un bâtiment. Le travail a sélectionné l'un d'entre-eux, mais d'autres auraient pu être utilisés pour comparer ou combiner les résultats. En ce qui concerne la modélisation des scénarios, l'outil « PACE » a été choisi. Il est le premier outil utilisé en PEB, de par sa simplicité. Cependant, il existe d'autres outils plus précis qui pourraient permettre d'aller plus en détails dans les mesures à mettre en œuvre et de confirmer les résultats obtenus.

Ce travail se limite à une typologie de bâtiment qui est la maison ouvrière. Dans une perspective future, il pourrait s'étendre à l'étude de plusieurs types bâtis. Dans cette optique, une nouvelle évaluation patrimoniale serait à réaliser et des scénarios à tester. Cela permettrait de comparer les résultats entre les différents types bâtis et pourrait permettre de créer des corpus de scénarios d'intervention respectueux du patrimoine, pour plusieurs typologies.

Ce travail se déroulant sur une année, il a dû être limité afin de répondre précisément à la question posée. Il pourrait être intéressant de le poursuivre en dépassant les limites évoquées précédemment.

12.3. REPRODUCTIBILITÉ DE LA MÉTHODE

12.3.1. REPRODUCTIBILITÉ

La méthode de recherche s'est déroulée en deux grandes étapes. La première consistait en la documentation et l'identification des valeurs patrimoniales d'un type bâti. Dans ce travail, le type bâti analysé est celui de la maison ouvrière. C'est à l'aide de la littérature et d'un outil d'évaluation patrimoniale que ces éléments ont pu être relevés. La deuxième étape a été d'imaginer des scénarios de rénovations énergétiques, qui conservent les valeurs patrimoniales, sur un cas d'étude.

Le cas d'étude étant un objet fixe, avec ses propres particularités, il ne peut être représentatif de toutes les maisons ouvrières. C'est pourquoi d'autres cas d'étude ont été considérés afin de balayer un panel plus large de maisons et observer les différences éventuelles. Ainsi, dans certains scénarios, plusieurs modifications ont été apportées au cas d'étude, s'inspirant de ces autres exemples, afin qu'un maximum d'autres maisons puisse s'y référer.

L'une des modifications apportées, a été de supprimer toute l'isolation présente dans le cas de référence. Ainsi, dans le cas où une maison ne posséderait pas d'isolation, les résultats obtenus peuvent être plus représentatifs. Une autre modification apportée a été de remplacer les menuiseries existantes par des châssis en bois et simple vitrage, afin de considérer qu'ils sont des menuiseries d'origine. Ce changement a été réalisé pour que des maisons possédant encore ce genre de fenêtres puissent s'y référer.

Les scénarios détaillent toutes les modifications apportées au cas d'étude de base ou au cas d'étude modifié. Ainsi, si une maison doit être rénovée, et qu'elle possède déjà des châssis performants, une l'une ou l'autre façade isolée, ou un système particulier, il est possible de se référer à l'un ou l'autre scénario et de mettre en place les autres mesures afin d'obtenir un résultat semblable.

Le cas d'étude se situe dans une rue de rangées de maisons semblables. Ci-dessous, les plans respectifs des maisons n°59 et n°60.

La maison voisine possède globalement la même morphologie que le cas d'étude du travail. Les différences majeures touchent à la forme et taille des annexes ainsi qu'à l'agencement des pièces. Les différences qui se posent porteront sur la taille du volume et de la surface de planchers chauffés. Si cette maison devait subir une rénovation énergétique, les scénarios imaginés dans le travail devraient donner des résultats semblables.



Rue Marie Danse n°59, Charleroi

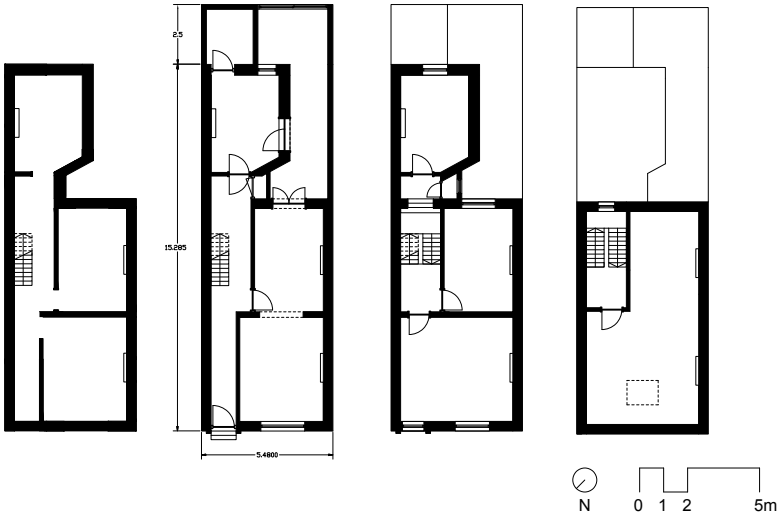


Figure 96 - Photo de la façade et plans de la maison n°59, rue Marie Danse, Charleroi (Auteure, 2023)

La morphologie de la maison d'en face possède un plan différent. Cependant, se retrouve un corps de logement principal avec une annexe. Dans ce cas-ci, la façade arrière et l'annexe ont été isolées avec un crépi sur isolant. Si cette maison devait subir une rénovation énergétique, les grandes lignes des scénarios pourraient être reproduites, puisqu'ils touchent à l'ensemble des parois et menuiseries extérieures. Les variations éventuelles porteront sur le volume et la surface chauffés et la disposition des systèmes internes.



Rue Marie Danse n°60, Charleroi

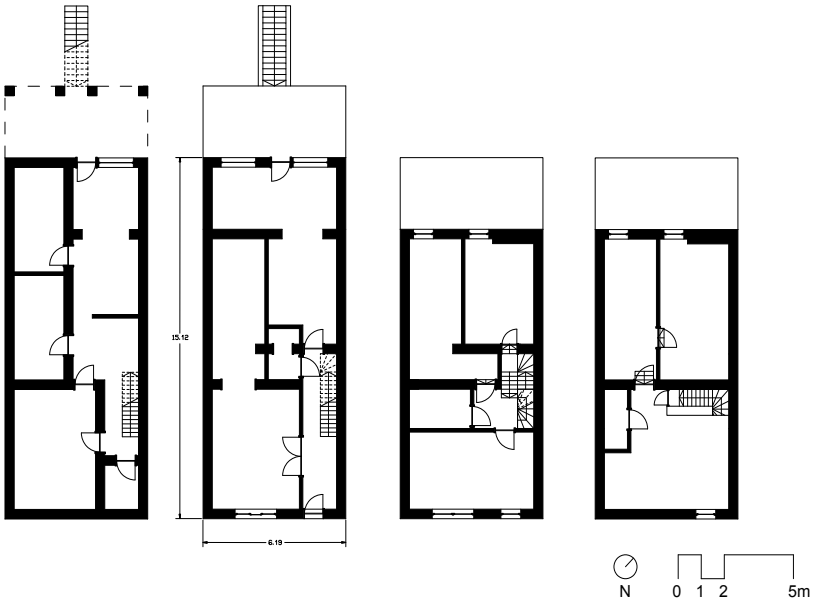


Figure 98 - Photo de la façade et plans de la maison n°60, rue Marie Danse, Charleroi (Auteure, 2023)

12.3.2. LIMITE DE LA REPRODUCTIBILITÉ

La maison utilisée comme cas d'étude est une maison dont la typologie est plus proche de celle des maisons d'employé. La typologie varie légèrement de la maison ouvrière typique de par la présence d'une pièce supplémentaire et d'un couloir. Puisque le couloir n'est pas pris en compte comme une pièce à part entier dans la PEB et que la cuisine se situe à l'arrière, tout comme les annexes des maisons ouvrières, l'hypothèse prise est que les résultats obtenus seront similaires.

Cependant, chaque maison est différente et unique. Ainsi, les scénarios applicables au cas d'étude ne donneront pas exactement les mêmes valeurs pour une autre maison. C'est en testant ces scénarios sur un grand échantillon de cas d'étude que les résultats pourraient être généralisés. Dans le temps imparti du travail, il n'a été possible de se concentrer que sur l'une d'entre elle.

Les différences auxquelles il est important de faire attention sont la taille et le volume du logement, la composition des parois, les menuiseries et les systèmes.

12.3.3. AUTRE TYPE BÂTI

Ce mémoire s'est concentré sur le type bâti de la maison ouvrière. Cependant, la méthode utilisée pourrait s'étendre à d'autres typologies de maisons. En effet, en analysant et identifiant les caractéristiques et valeurs patrimoniales d'un nouveau type bâti puis en imaginant des scénarios de rénovations énergétiques sur celui-ci, il serait possible d'obtenir une nouvelle analyse.

Cela permettrait de mettre en parallèle des scénarios respectueux du patrimoine pour un grand ensemble de typologie de maison. Ainsi, peu importe sa morphologie, chaque maison pourrait trouver une manière d'être rénovée tout en protégeant son patrimoine.

En mettant en parallèle plusieurs analyses de plusieurs types bâtis, les résultats pourraient être généralisés et offrir un panel de scénario d'intervention applicable à un grand nombre d'habitations. De cette façon, le corpus de scénarios offrirait un large choix de mise en œuvre aux décideurs et les induirait à privilégier l'une ou l'autre rénovation afin de protéger certaines valeurs patrimoniales.

13. BIBLIOGRAPHIE

Actualité Parlement européen. (2022). Pacte vert : la voie vers une UE durable et climatiquement neutre. Retrieved from https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20200618ST081513/le-pacte-vert-pour-une-ue-durable-et-climatiquement-neutre

Ashrafi, B., Kloos, M., & Neugebauer, C. (2021). Heritage Impact Assessment, beyond an Assessment Tool: A comparative analysis of urban development impact on visual integrity in four UNESCO World Heritage Properties. Journal of Cultural Heritage, 47, 199-207. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.08.002

Bioul, A.-C. (2007). Vivre aujourd'hui dans un intérieur d'autrefois à Charleroi. Charleroi: Espace Environnement.

Bos, M., Claeys, D., Stiernon, D., & Vandenbroucke, D. (2023). Vers une dynamique d'objectivation de l'évaluation patrimoniale. Lieuxdit , 23, 32-44. Retrieved from https://ojs.uclouvain.be/index.php/lieuxdits/article/view/76853/68123

Bos, M., Stiernon, D., & Van Moeseke, G. (2022). Accompagnement à l'évaluation patrimoniale du bâti résidentiel bruxellois Retrieved from https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal%3A264722/datastream/PDF_01/view

Buda, A., de Place Hansen, E. J., Rieser, A., Giancola, E., Pracchi, V. N., Mauri, S., . . . Herrera-Avellanosa, D. (2021). Conservation-Compatible Retrofit Solutions in Historic Buildings: An Integrated Approach. Sustainability 13. Retrieved from https://doi.org/10.3390/su13052927

Chaffanjon, C., Héberlé, E., & Lejeune, A. (2019). Maison ouvrière/minière en bande. Retrieved from https://www.grand-est.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/3-fiche-lorraine-web.pdf

Comas-Arts, B., & Lemoine, K. (2020). La Révolution Industrielle - Dossier pédagogique Retrieved from https://www.lafonderie.be/wp-content/uploads/2020/05/La-r%C3%A9volution-industrielle-Dossier_pedagogique_complet.pdf

Commission Européenne. (2020). In focus : Energy efficiency in buildings. Retrieved from https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_en

Commission Européenne. (2021). Communiqué de presse « Pacte vert pour l'Europe : la Commision propose de stimuler la rénovation et la décarbonation des bâtiments. ». Retrieved from https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_21_6683

Conseil d'architecture d'urbanisme et de l'environnement du nord. (2015). Maison d'employé. Retrieved from https://www.caue-nord.com/en/portail/41/observatoire/4398/maison-d-employe.html

Conseil européen. (2023). Infographie - D'où provient le gaz de l'UE ? Retrieved from https://www.consilium.europa.eu/fr/infographics/eu-gas-supply/

Département Certification PEB. (2021). Rapport statistique pour l'année 2020 - La certification PEB des habitations individuelles. Retrieved from https://document.environnement.brussels/

opac_css/elecfile/Rapport_statistique_2020_certificationPEB.pdf

Dias Pereira, L., Tavares, V., & Soares, N. (2021). Up-To-Date Challenges for the Conservation, Rehabilitation and Energy Retrofitting of Higher Education Cultural Heritage Buildings. Sustainability, 13. Retrieved from https://doi.org/10.3390/su13042061

Euradif. (2022). Le coefficient Ud. Retrieved from https://www.euradif.fr/conseils/quel-coefficient-thermique-pour-ma-porte-dentree/

Fondation Roi Baudouin. (2022). Baromètre de la précarité énergétique et hydrique. Retrieved from https://media.kbs-frb.be/fr/media/9593/PUB2022_3860_BarometrePrecariteEnergetique_FR#:~:text=Les%20locataires%20sont%20plus%20vuln%C3%A9rables,en%20pr%C3%A9carit%C3%A9%20hydrique%20sont%20locataires.

Fouseki, K., & Cassar, M. (2014). Energy Efficiency in Heritage Buildings - Future Challenges and Research Needs. The Historic Environment : Policy & Practice, 5(2), 95-100. Retrieved from https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/1756750514Z.00000000058

Fouseki, K., Newton, D., Murillo Camacho, K. S., Nandi, S., & Koukou, T. (2020). Energy Efficiency, Thermal Comfort, and Heritage Conservation in Residential Historic Buildings as Dynamic and Systemic Socio-Cultural Practices. Atmosphere 11. Retrieved from doi:10.3390/atmos11060604

GIEC. (2022). 2022 - Atténuation des changements climatiques. . Retrieved from https://climat.be/changements-climatiques/changements-observes/rapports-du-giec/2022-attenuation-des-changements-climatiques

GIEC. (2023). Climate change 2023 - Synthesisi Report - Summary for Policymakers. Retrieved from https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf

Gouvernement Wallon. (2023). Plan Air Climat Energie 2030 de la Wallonie. Retrieved from https://awac.be/wp-content/uploads/2023/03/PACE-2030_adopte-GW-21-mars-2023.pdf

Interational Energy Agency. (2022). Crise Énergétique Mondiale. Retrieved from https://www.iea.org/topics/global-energy-crisis?language=fr

Jonas, S. (1993). Les villages ouvriers et Mulhouse. Villages ouvriers, Utopie ou réalités ?

Leroy Merlin. (2020). Comment choisir ses fenêtres ? Retrieved from https://www.leroymerlin.fr/comment-choisir/comment-choisir-ses-fenetres.html

Lidelow, S., Orn, T., Luciani, A., & Rizzo, A. (2019). Energy-efficiency measures for heritage buildings: A literature review. Sustainable Cities and Society, 45, 231-242. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.09.029

Nair, G., Verde, L., & Olofsson, T. (2022). A Review on Technical Challenges and Possibilities on Energy Efficient Retrofit Measures in Heritage Buildings. Energies, 15. Retrieved from https://doi.org/10.3390/en15207472

OOreka maison. Panneau solaire thermique : dimension et rendement. Retrieved from https://panneau-solaire.ooreka.fr/comprendre/dimensions-rendement-panneau-solaire-thermique

Opdebeeck, M., & De Herde, A. (2016a). Guide de la rénovation énergétique et durable des logements en Wallonie. Retrieved from https://energie.wallonie.be/fr/guide-de-la-renovation-

energetique-et-durable-des-logements-en-wallonie.html?IDC=8661&IDD=114342

Opdebeeck, M., & De Herde, A. (2016b). Guide de la rénovation énergétique et durable des logements en Wallonie - Chapitre 4 : analyse du bâti. Retrieved from https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/guide-de-la-renovation-energetique-et-durable-des-logements-en-wallonie-chapitre-4-analyse-du-bati.pdf?ID=42042

Parlement européen. (2023). Amendments adopted by the European Parliament on 14 March 2023 on the proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (recast). Retrieved from https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0068_EN.html

Patart, C., Quinet, G., Stanus, B., & Tamigniau, D. (2018). La maison ouvrière Retrieved from http://etudedumilieu.be/index_html_files/707-Maison_ouvriere.pdf

Pracchi, V. (2014). Historic Buildings and Energy Efficiency The Historic Environment : Policy & Practice, 5(2), 210-225. Retrieved from https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/175675051 4Z.00000000052?scroll=top&needAccess=true&role=tab&aria-labelledby=full-article

Rauwel, T. (2009). Mieux connaître pour protéger - Les maisons ouvrières Retrieved from http://www.caue80.fr/doc2014/117_CAUE80%20guide%20maison%20ouvriere.pdf

Roberti, F., Filippi Oberegger, U., Lucchi, E., & Troi, A. (2017). Energy retrofit and conservation of a historic building using multi-objective optimization and a analytic hierarchy process. Energy and Buildings, 138, 1-10. Retrieved from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778816318382

Service Public de Wallonie. (2016). Vente, location, publicité : les bâtiments affichent leur consommation d'énergie. Retrieved from https://energie.wallonie.be/fr/certificat-peb-quoi-quand-comment.html?IDC=8777

Stanojevic, A. D., Milosevic, M. R., Miliosevic, D. M., & Turnsek, B. A. (2021). Developing multi-criteria model for the proctection of built heritage from the aspect of energy retrofiting. Energy & Building, 250. Retrieved from https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111285

Stiernon, D., & Trachte, S. (2020). Quel avenir pour les logements d'avant-guerre à valeur patrimoniale en Wallonie ? Lieuxdit , 18, 15-20. Retrieved from https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/266451/1/lieuxdits18_03_Quel%20avenir%20pour%20les%20logements%20d%E2%80%99avant-guerre%20a%CC%80%20valeur%20patrimoniale%20en%20Wallonie%20.pdf

Stiernon, D., & Trachte, S. (2021). Fiche descriptive de la maison ouvrière [Mission dans le cadre du projet P-Renewal - RENovation Energétique du bâti Wallon d'avant guerre à valeur patrimoniale]. Retrieved from Louvain-la-Neuve:

Thiffault, M.-A. (2021). Vers une nouvelle définition du patrimoine : l'intégration du développement durable dans l'évaluation patrimoniale. (Grade de M.Sc.A en aménagement option Conservation de l'environnement bâti). Université de Montréal Retrieved from https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/7010/Thiffault_Marie-Andree_2011_memoire.pdf?sequence=6&isAllowed=y

Trachte, S., Galan, A., Evrard, A., & Athanassiadis, A. (2015a). B³-RetroTool: Development of a multi-scale and multi-criteria pre-assessment tool for the sustainable retrofit of Brussels Capital Region : Maison modeste d'avant-guerres - Fiche explicative (type 4a). Retrieved from Louvain-la-Neuve: https://sites.uclouvain.be/b3retrotool/site_outil_b3_retrotool/docs/4a_maison_

modeste_d_avant_guerres.pdf

Trachte, S., Galan, A., Evrard, A., & Athanassiadis, A. (2015b). B³-RetroTool: Development of a multi-scale and multi-criteria pre-assessment tool for the sustainable retrofit of Brussels Capital Region : Maison modeste de l'entre-deux guerres - Fiche explicative. Retrieved from Louvain-la-Neuve: https://www.brusselsretrofitxl.be/wp-content/uploads/2016/07/4b_maison_modeste_entre2guerres.pdf

Wallonie énergie SPW. (2016a). 05.09 Surface de plancher chauffée - Ach. Retrieved from https://energie.wallonie.be/fr/05-09-surface-de-plancher-chauffee-ach.html?IDC_PEB=9491&IDD=113616&IDC=9092

Wallonie énergie SPW. (2016b). Guide PEB - 04.03 Valeur U. Retrieved from https://energie.wallonie.be/fr/04-03-valeur-u.html?IDC_PEB=9491&IDD=113531&IDC=9091#:~:text=La%20valeur%20U%20%E2%80%93%20appel%C3%A9e%20coefficient,'int%C3%A9rieur%20et%20l'ext%C3%A9rieur.

Wallonie énergie SPW. (2019). Guide PEB - 10. Ventilation : 10.04 ventilation hygiénique / Types de systèmes de ventilation - PER. Retrieved from https://energie.wallonie.be/fr/10-04-ventilation-hygienique-types-de-systemes-de-ventilation-per.html?IDC_PEB=9652&IDD=136688&IDC=9809

Wallonie énergie SPW. (2021). Les exigences PEB et d'électromobilité. Retrieved from https://energie.wallonie.be/fr/exigences-peb-electromobilite.html?IDC=9136

Wallonie Service Public. (2020). Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment. Retrieved from https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/gw-201112-strategie-renovation-2020-rapport-complet-final.pdf?ID=60498

Yarrow, T. (2016). Negotiating Heritage and Energy Conservation : An Ethnography of Domestic Renovation. The Historic Environment : Policy & Practice, 7(4), 340-351. Retrieved from https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17567505.2016.1253149?scroll=top&needAccess=true&role=tab&aria-labelledby=full-article

14. ANNEXES

Annexe 1 : Paramètres d'encodage de l'outil PACE. 173
Annexe 2 : Encodage du cas d'étude dans PACE.. 176
Annexe 3: Analyse comparative de l'état avant et après rénovation 180
Annexe 4 : Encodage des scénarios dans PACE. 213

Annexe 1 : Paramètres d'encodage de l'outil PACE.

Nouveau certificat	Dossier (informations sur le certificat) Bâtiment (adresse, photo et description sommaire) Demandeur (coordonnées) Certificateur (coordonnées)		
Preuves acceptables	Isolation thermique Étanchéité à l'air Ventilation Chauffage Eau chaude sanitaire Solaire thermique Solaire photovoltaïque		
Types de parois et autres éléments	Type de toitures	Environnement extérieur	Extérieur Espace non chauffé Sol Espace chauffé
		Surface nette	
		Type de base	Plate Inclinée Inconnue
		Composition de base	Standard Béton cellulaire
		Lame d'air fortement ventilée	Oui Non
		Lame d'air peu ou pas fortement ventilée	Oui Non
		Isolant	Oui : $R_{isolant}$ – épaisseur - type Non
	Type de murs	Environnement extérieur	Extérieur Espace non chauffé Cave avec ouverture vers l'extérieur Cave sans ouverture vers l'extérieur Sol Espace chauffé
		Surface nette	
		Type de base	Mur plein Mur creux Inconnu
		Composition de base	Inconnue Inconnue mais pas pierre naturelle Pierre naturelle dans un mur ayant une épaisseur totale < 40cm …
		Épaisseur	
		Lame d'air fortement ventilée	Oui Non
		Lame d'air peu ou pas fortement ventilée	Oui Non
		Isolant	Oui : $R_{isolant}$ – épaisseur - type Non
	Type de planchers	Environnement extérieur	Extérieur Espace non chauffé Cave avec ouverture vers l'extérieur Cave sans ouverture vers l'extérieur Sol Espace chauffé
		Surface nette	
		Composition de base	Standard Béton cellulaire
		Lame d'air fortement ventilée	Oui Non
		Lame d'air peu ou pas fortement ventilée	Oui Non
		Isolant	Oui : $R_{isolant}$ – épaisseur - type Non
	Type de d'ouvertures	Environnement extérieur	Extérieur Espace non chauffé

			Cave avec ouverture vers l'extérieur Cave sans ouverture vers l'extérieur Sol Espace chauffé
		Surface nette	
		Type de base	Fenêtre Porte Porte de garage
		Valeur U	Vitrage (% de surface) Châssis (% de surface)
Enveloppe	Ouvertures	Orientation Inclinaison	
Ventilation	Locaux à ventiler	Dispositif de ventilation	Oui : mécanique/naturelle Non
	Présence d'un système	*Calcul du logiciel :* *Système A* *Système B* *Système C* *Système D*	Système B, C ou D : Type de ventilateur Système D : Récupérateur de chaleur
Installation solaire thermique	Orientation Inclinaison Surface nette		
	Installation desservie	Chauffage ECS	Oui Non
Installation de cogénération	Type de moteur Puissance thermique Volume du réservoir de stockage		
	Installation desservie	Chauffage ECS	Oui Non
Système d'émission de chauffage	Chauffage central	$\%V_{per}$	
		Vannes	Sans vannes Manuelles Thermostatiques
		Type de régulation	Inconnu Température glissante Autre type
		Système d'émission	Radiateurs/convecteurs Par le sol/mur/plafond Par circulation d'air chaud
	Chauffage local	$\%V_{per}$	
Installation de chauffage	Système de distribution	Conduites à l'extérieur Longueur non isolée à l'extérieur Conduites dans EANC Longueur non isolée dans EANC	
	Système de stockage	Oui Non	
	Système de production	Nombre de générateur différent Type de générateur	
Installation d'ECS	Système de distribution	Boucle de circulation Type de boucle Contribution solaire thermique	
	Système de production	Nombre de générateur différent Type de générateur	
Auxiliaires	Ventilation	Installation de chauffage à air pulsé	Oui : type de régulation Non
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s) ? - Électronique associée aux appareil(s) producteur(s) ?	Oui Non
		Circulateur(s) : - Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ? - avec régulation ?	Oui Non
		Autres circulateurs : - pour le réservoir de stockage éventuel ? - entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ? - pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?	Oui Non

	Veilleuses	Nombre de veilleuse Vecteur énergétique
Solaire photovoltaïque	Orientation Inclinaison Puissance de l'installation	

Résultats	*Calcul du logiciel* *Energie primaire (kWh)* *Quantité de CO_2 (kg)*

Annexe 2 : Encodage du cas d'étude dans PACE.

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 20 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~

	M6 – Cuisine droite	Environnement : espace non chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 2 cm de frigolite
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 2 cm de frigolite
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Panneau non isolé métallique (75% de la surface) et double vitrage sans autre information (25% de la surface) et châssis PVC (U_w = 4,80) Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis PVC (U_w = 3,06) Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis PVC (U_w = 3,06) Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis PVC (U_w = 3,06) Pente de 90°

		Orientation ONO
	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis bois (U_w = 3,10) Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis bois (U_w = 3,10) Pente de 30° Orientation ONO
	F7 – Velux toiture arrière	Environnement extérieur 0,69 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis PVC (U_w = 3,06) Pente de 30° Orientation ESE
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis PVC (U_w = 3,06) Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis PVC (U_w = 3,06) Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis PVC (U_w = 3,06) Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis PVC (U_w = 3,06) Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis bois (U_w = 3,10) Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Simple vitrage et châssis PVC (U_w = 4,96) Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Simple vitrage et châssis PVC (U_w = 4,96) Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Salle de bain	Dispositif de ventilation naturelle
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	A complet
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Radiateurs/convecteurs (8) Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Chaudière à condensation gaz naturel Autre type de régulation
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m

Installation d'ECS	Système de distribution	Boucle de circulation sans circulateur (fonctionnement en thermosiphon) Boucle non isolée à l'intérieur Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Chauffe-eau au gaz Chauffe-eau instantané, postérieur à l'année 2016
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - Électronique associée aux appareil(s) producteur(s) Circulateur(s) : - Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ? - avec régulation ? Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	Aucune installation	
Solaire thermique	Aucune installation	

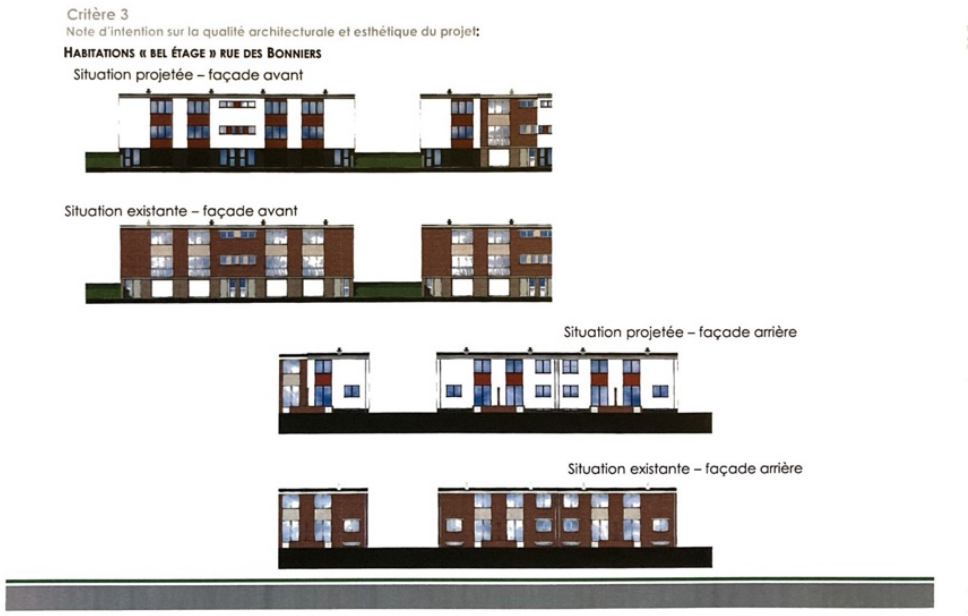
Résultat	366 kWh/m2.an – Label E E_p : 70 410,67 kWh CO_2 : 13 350,77 kg

Annexe 3 : Analyse comparative de l'état avant et après rénovation.

Annexe 3.1. : Erquelinnes, Rue des Bonniers n°29, 31, 33, 35, 37, 41, 43, 49, 53, 55, 57, 59, 61, 63 et 65







			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Minéralisation du sol à l'avant
	Murets / mitoyenneté/ haies		Mur(s) mitoyen(s) et haies mitoyennes dans les jardins + un muret de soutènement pour les maisons latérales	Conservé
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui	Elles n'ont pas toutes été modifiée donc hétérogénéité
		Matériaux	Brique brune RDC, linteau entre RDC et premier étage en béton et brique	Rez : paroi existante + isolation PUR + pare-pluie + lattage + panneaux

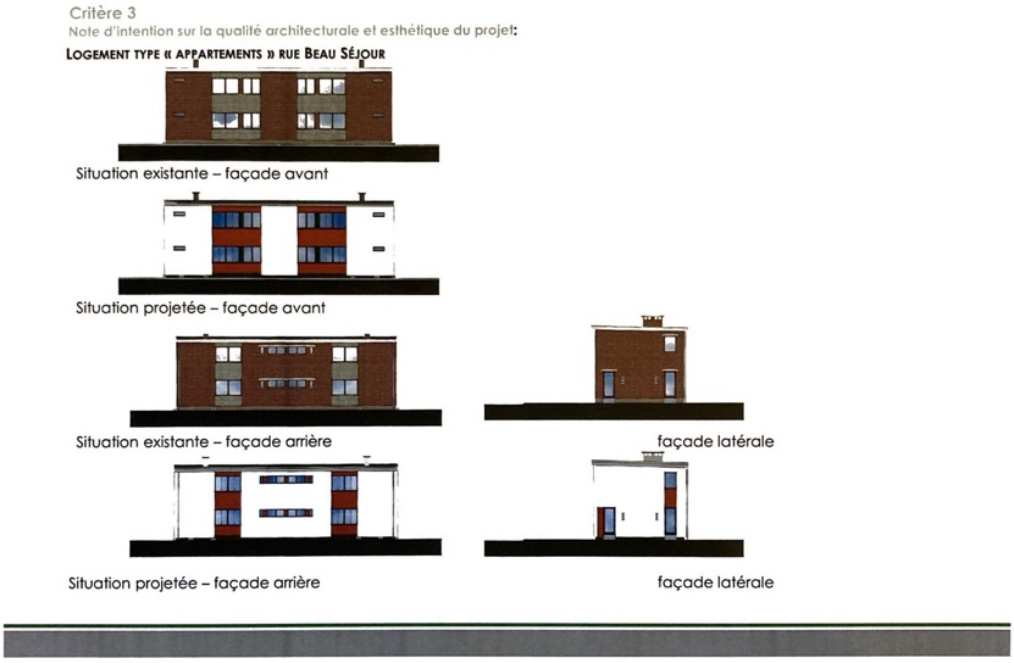
			rouge et bloc de béton pierre sous fenêtre	fibres-ciment par l'extérieur Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur Fermeture baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment ton rouge Rez+2 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Bloc de béton pierre sous fenêtre Deux briques différentes entre RDC et R+1 Linteau entre RDC et R+1	Remplacé par un panneau de ciment rouge Crépi blanc et noir Disparition du linteau
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Verticalement : alignement des fenêtres et portes de garage Horizontalement : fenêtres alignées sur le haut	Conservée
	Façade arrière	Matériaux	Brique rouge et bloc de béton pierre sous fenêtre	Rez : paroi existante + isolation EPS + crépi de soubassement Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc Rez+2 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Bloc de béton pierre sous fenêtre	Remplacé par un panneau de ciment rouge
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Verticalement : alignement des fenêtres et portes de garage Horizontalement : fenêtres alignées sur le haut	Conservée
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Brique rouge recouverte de tuiles	Rez : paroi existante + isolation EPS + crépi de soubassement Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc Rez+2 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc
	Toiture principale	Pentue/plate	Plate	Conservée
		Matériaux	Aucune information	Isolation + étanchéité toiture plate (membrane asphaltique)
	Façades annexe	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Châssis, PVC blanc	Nouvelle menuiserie PVC DV Nouvelle porte de garage métallique basculante
	Châssis : divisions, matériaux...		Châssis, PVC blanc	Nouvelles menuiseries extérieures PVC noir avec seuil en alu (double vitrage)
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Bloc de béton pierre et appuis de fenêtre pierre	Appuis de fenêtre en aluminium
		Seuil de porte	Seuil en pierre bleue	Seuil en pierre bleue à remplacer en seuil en alu

		Linteaux	Linteau en béton	Recouvert d'isolant EPS + crépi
		Encadrement vertical	Briques	Recouvert d'isolant EPS + crépi
	Volets		Présents	Disparition et rideau à la place
	Soupiraux		Aucun soupirail	Aucun soupirail
	Soubassement		Présent uniquement sur la façade avant	Maintien d'un soubassement
	Matériaux		Brique brune	Crépi de soubassement sur isolant (sur un étage)
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Élément dissocié de la façade et semblable à toutes les maisons	Remplacement par une boite au lettre sur la façade
	Corniches		Corniches en PVC	Isolation + profil de rive en alu
	Descentes d'eau		Gouttière zinc	Nouvelles gouttières + DEP aluminium
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Murs de maçonnerie porteurs avec gites de planchers porteurs	Murs de maçonnerie porteurs avec gites de planchers porteurs
		Charpente de toiture	Aucune charpente	Aucune charpente
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Aucune cheminée	Aucune cheminée
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservé
	Ventilation		Système incomplet	Système C
	Bouches		Grilles de ventilation dans les châssis des locaux secs et extracteurs mécaniques indépendant dans les locaux humides	Ouverture d'alimentation réglable ou mécanique dans le séjour et les 3 chambres Ouverture d'évacuation réglable ou mécanique dans les toilettes, la SDB et la cuisine
	Sanitaires		Chaudière avec stockage intégré, gaz naturel	Conservée
	Chauffage		Chauffage central : atmosphérique sans ventilateur gaz naturel	Chaudière gaz naturel à condensation
	Radiateurs		Aucune information	Radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs avec vannes manuelles

Annexe 3.2. : Erquelinnes, Rue du beau séjour n°1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15







Appartement du rez-de-chaussée.

			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Murs mitoyens	Conservés
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui	Elles n'ont pas toutes été modifiée donc hétérogénéité
		Matériaux	Brique rouge et parpaings recouverts de tôle sous fenêtre	Rez : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur Sous baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment ton rouge

				Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune animation	Conservé
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Verticalement : alignement des fenêtres et portes de garage Horizontalement : fenêtres alignées sur le haut	Conservée
	Façade arrière	Matériaux	Brique rouge et parpaing/tôle sous fenêtre	Rez : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur Sous baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune animation	Conservé
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Verticalement : alignement des fenêtres et portes de garage Horizontalement : fenêtres alignées sur le haut	Conservée
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Brique rouge	Rez : paroi existante + isolation EPS + crépi de soubassement Sous baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment ton rouge Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc
	Toiture principale	Pentue/plate	Plate	Plate
		Matériaux	Aucune information	Isolation + étanchéité toiture plate (membrane asphaltique)
	Façade annexe	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Bois	Nouvelle menuiserie PVC DV
	Châssis : divisions, matériaux...		Bois	Nouvelles menuiseries extérieures PVC noir avec seuil en alu (double vitrage)
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Appuis de fenêtre en pierre	Appuis de fenêtre en aluminium
		Seuil de porte	Seuil en pierre bleue	Seuil en pierre bleue à remplacer en seuil en alu
		Linteaux	Linteaux en pierre	Recouvert d'isolant EPS + crépi
		Encadrement vertical	Briques rouges	Recouvert d'isolant EPS + crépi (Trumeau en brique démoli)
	Volets		Aucun volet	Conservé
	Soupiraux		Présence d'une fenêtre de ventilation	Supprimée
	Soubassement		Aucun soubassement	Ajout d'un soubassement
	Matériaux		Aucun soubassement	Crépi de soubassement sur isolant (sur une cinquantaine de cm)

	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Sur la façade	Nouvelle boite au lettre sur la façade
	Corniches		Corniches en PVC	Isolation + profil de rive en alu
	Descentes d'eau		Gouttière zinc	Nouvelles gouttières + DEP aluminium
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Murs de maçonnerie porteurs avec gites de planchers porteurs	Murs de maçonnerie porteurs avec gites de planchers porteurs
		Charpente de toiture	Aucune charpente	Aucune charpente
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Aucune cheminée	Aucune cheminée
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservé
	Ventilation		Système incomplet	Système C - Nouvelle alimentation électrique par compteur
	Bouches		Grilles de ventilation présentes dans les châssis des locaux secs et extracteurs mécaniques indépendants présents dans les locaux humides	Ouverture d'alimentation réglable dans le séjour et la chambre Ouverture d'évacuation réglable dans les toilettes, la SDB et la cuisine
	Sanitaires		Chauffe-eau ou autres appareils uniquement ECS, gaz naturel	Chaudière gaz naturel
	Chauffage		Chauffage local : poêle gaz naturel	Chaudière gaz naturel à condensation
	Radiateurs		Aucun radiateur	Radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs avec vannes thermostatique

Appartement du premier étage.

			AVANT	**APRÈS**
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Murs mitoyens	Conservés
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui	Elles n'ont pas toutes été modifiée donc hétérogénéité
		Matériaux	Brique rouge et parpaings recouverts tôle sous fenêtre	Rez : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur Sous baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment ton rouge Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune animation	Conservé
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Verticalement : alignement des fenêtres et portes de garage	Conservée

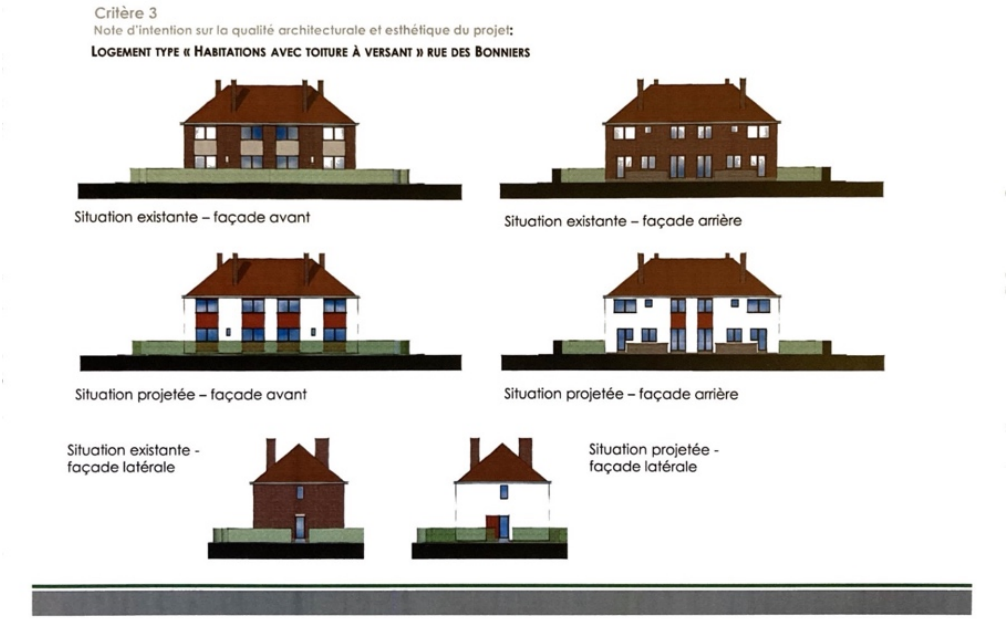
			Horizontalement : fenêtres alignées sur le haut	
	Façade arrière	Matériaux	Brique rouge et parpaing/tôle sous fenêtre	Rez : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur Sous baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	/	/
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Verticalement : alignement des fenêtres et portes de garage Horizontalement : fenêtres alignées sur le haut	Conservée
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Brique rouge	Rez : paroi existante + isolation EPS + crépi de soubassement Sous baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment ton rouge Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc
	Toiture principale	Pentue/plate	Plate	Plate
		Matériaux		Isolation + étanchéité toiture plate (membrane asphaltique)
	Façade annexe	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Bois	Nouvelles menuiseries extérieures PVC noir avec seuil en alu (double vitrage)
	Châssis : divisions, matériaux…		Bois	Nouvelle menuiserie PVC DV
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Appuis de fenêtre en pierre	Appuis de fenêtre en aluminium
		Seuil de porte	Seuil en pierre bleue	Seuil en pierre bleue à remplacer en seuil en alu
		Linteaux	Linteau en pierre	Recouvert d'isolant EPS + crépi
		Encadrement vertical	Briques rouges	Recouvert d'isolant EPS + crépi (Trumeau en brique démoli)
	Volets		Aucun volet	Conservé
	Soupiraux		Présence d'une fenêtre de ventilation	Supprimée
	Soubassement		Aucun soubassement	Ajout d'un soubassement
	Matériaux		Aucun soubassement	Crépi de soubassement sur isolant (sur une cinquantaine de cm)
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Sur la façade	Nouvelle boite au lettre sur la façade
	Corniches		Corniche en PVC	Isolation + profil de rive en alu
	Descentes d'eau		Gouttière zinc	Nouvelles gouttières + DEP aluminium

Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Murs de maçonnerie porteurs avec gites de planchers porteurs	Murs de maçonnerie porteurs avec gites de planchers porteurs
		Charpente de toiture	Aucune charpente	Aucune charpente
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Aucune cheminée	Aucune cheminée
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservé
	Ventilation		Système incomplet	Système C - Nouvelle alimentation électrique par compteur
	Bouches		Grilles de ventilation présentes dans les châssis des locaux secs et extracteurs mécaniques indépendants présents dans les locaux humides	Ouverture d'alimentation réglable dans le séjour et les deux chambres Ouverture d'évacuation réglable dans les toilettes, la SDB et la cuisine
	Sanitaires		Chauffe-eau ou autres appareils uniquement ECS, gaz naturel	Chaudière gaz naturel
	Chauffage		Chauffage local : poêle gaz naturel	Chaudière gaz naturel à condensation
	Radiateurs		Aucun radiateur	Radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs avec vannes thermostatique

Annexe 3.3. : Erquelinnes, Rue des Bonniers n°25 et 27







			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Non modifié
	Murets / mitoyenneté/ haies		Murs mitoyens	Murs mitoyens conservés
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui	Elles n'ont pas toutes été modifiée donc hétérogénéité
		Matériaux	Brique rouge et bloc de béton pierre sous fenêtre	Rez : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur Sous baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment ton rouge Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur (Rez+2 : sous toiture)

		Façade animée (jeu de briques, peinture, …)	Bloc de béton pierre sous fenêtre	Remplacé par un panneau de ciment rouge
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical et horizontal des fenêtres et ouvertures	Conservée
	Façade arrière	Matériaux	Brique rouge et bloc de béton pierre sous fenêtre	Rez : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur Sous baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment ton rouge Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur (Rez+2 : sous toiture)
		Façade animée (jeu de briques, peinture, …)	Bloc de béton pierre sous fenêtre	Remplacé par un panneau de ciment rouge
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical et horizontal des fenêtres et ouvertures	Conservée
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Brique rouge	Rez : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur Sous baie : caisson ossature + panneaux OSB + pare-pluie + lattage + panneaux fibres-ciment ton rouge Rez+1 : paroi existante + Isolation EPS Graphité + crépi blanc par l'extérieur (Rez+2 : sous toiture)
	Toiture principale	Pentue/plate	4 pans	4 pans
		Matériaux	Tuiles – sous toiture – charpente	Conservée
	Façade annexe	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		PVC blanc	Nouvelle menuiserie PVC DV
	Châssis : divisions, matériaux…		PVC blanc	Nouvelles menuiseries extérieures PVC noir avec seuil en alu (double vitrage)
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Bloc de béton pierre appuis de fenêtre pierre	Appuis de fenêtre en aluminium
		Seuil de porte	Seuil en pierre bleue	Seuil en pierre bleue à remplacer en seuil en alu
		Linteaux	Linteau en béton	Recouvert d'isolant EPS + crépi Un linteau à remplacer
		Encadrement vertical	Briques rouges	Recouvert d'isolant EPS + crépi
	Volets		Oui	Rideaux
	Soupiraux		Présence d'une fenêtre de ventilation	Supprimée
	Soubassement		Oui	Oui
	Matériaux		Pierre	Crépi de soubassement sur isolant (sur une cinquantaine de cm)
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Sur la façade	Élément déconnecté de la façade
	Corniches		/	Isolation + profil de rive en alu

	Descentes d'eau		Gouttière zinc	Nouvelles gouttières + DEP zinc
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Murs de maçonnerie porteurs avec gites de planchers porteurs	Murs de maçonnerie porteurs avec gites de planchers porteurs
		Charpente de toiture	Bois	Conservée
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Aucune cheminée	Aucune cheminée
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservée
	Ventilation		Aucun système	Système C
	Bouches		Grilles de ventilation présentes dans les châssis des locaux secs et extracteurs mécaniques indépendants présents dans les locaux humides	Ouverture d'alimentation réglable dans le séjour et les cinq chambres Ouverture d'évacuation réglable dans les toilettes, la SDB et la cuisine
	Sanitaires		Chaudière, avec stockage intégré, gaz naturel	Chaudière gaz naturel
	Chauffage		Chauffage central : chaudière non à condensation, gaz naturel	Chaudière gaz naturel à condensation
	Radiateurs		Aucune information	Radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs avec vannes thermostatique

Annexe 3.4. : Pont-à-Celles, Rue de l'église, n°74



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Cour présente à l'arrière	Conservé
	Espaces verts		Jardin à l'arrière	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Mur droit mitoyen Mur gauche donnant sur un passage du voisin	Conservé
	Annexes		Deux annexes à l'arrière avec cuisine/ salle à manger + salle de bain	Conservées
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Organisation en façade semblable mais matériaux de façade différents	Organisation en façade semblable mais matériaux de façade différents
		Matériaux	Briques pleines – Mortier de ciment	Crépi + EPS graphité sur les briques pleines
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Joints formant des motifs Joints dans le mortier de ciment pour encadrer les ouvertures et le long de la façade	Uniformisation de la façade avec le crépi + crépi de soubassement
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical et horizontal de la porte et des 3 fenêtres	Conservée

	Façade arrière	Matériaux	Briques pleines	Crépi + EPS graphité sur les briques pleines
		Façade animée (jeu de briques, peinture, …)	Peinture blanche	Uniformisation de la façade avec le crépi + crépi de soubassement
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical et horizontal des fenêtres	Conservé
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Briques pleines	Crépi + EPS graphité
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Conservée
		Matériaux	Ardoises – sous-toiture – charpente	Ardoises – sous-toiture – charpente - PU – pare-vapeur – finition
	Façades annexes	Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Façade gauche : Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire – PU intérieur Façade droite : Crépi – EPS graphité – briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
	Toiture annexe	Pentue/plate	Plate	Plate
		Matériaux	Pas d'information	Conservé
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		- Châssis bois, simple vitrage (porte d'entrée) - Châssis PVC, simple vitrage (portes arrières)	- Double vitrage haut rendement
	Châssis : divisions, matériaux…		- Châssis bois, double vitrage (façade avant et arrière) - Châssis bois, simple vitrage (grenier) - Châssis PVC, double vitrage (fenêtre annexes)	- Double vitrage haut rendement
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Appui en aluminium
		Seuil de porte	Pierre	Conservée
		Linteaux	Pierre au-dessus de la porte d'entrée	Crépi + Isolant
		Encadrement vertical	Pierre aux côtés de la porte d'entrée	Crépi + Isolant
	Volets		Aucune information	Aucune information
	Soupiraux		Présent	Conservé
	Soubassement		Présent	Non conservé
	Matériaux		Pierre	Crépi de soubassement sur isolant (sur une cinquantaine de cm)
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Dans la porte d'un passage latéral	Conservée
	Corniches		Bois	Conservée
	Descentes d'eau		Gouttière en PVC	Pas d'information
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Planchers de bois	Conservé
		Charpente de toiture	Bois massif	Recouvert de PU
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Une cheminée dans le salon	Conservée
	Menuiseries intérieures		Bois	Conservées
	Portes intérieures		Bois	Conservées
	Revêtements de sol		Carrelage	Conservés
	Escaliers		Bois	Conservés
	Cuisinière		Présente dans l'annexe	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservée
	Ventilation		Aucun système	Système C
	Bouches		Aucune	Ouvertures d'alimentation réglables dans les fenêtres ou murs des locaux secs Ouvertures de transfert ou fentes sous les portes

			Ouverture d'évacuation mécanique dans les locaux humides
	Sanitaires	Chauffe-eau instantané, gaz naturel	Pompe à chaleur, électicité
	Chauffage	Chaudière, gaz naturel, sans condensation	Pompe à chaleur électricité, fabriquée après 2016 et production instantanée
	Radiateurs	7 radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs avec vannes thermostatique	7 radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs Vannes thermostatiques

Annexe 3.5. : Roselies, Rue François Dimanche n°5, n°7, n°15



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Deux murs mitoyens pour les maisons centrales Un mur mitoyen pour les maisons d'extrémité	Conservé
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui, façades très similaires	Non, 3 maisons sur 7 seront recouvertes de crépi donc hétérogénéité
		Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Colonnes de briques en saillie, briques en saillie sous corniche, briques verticales au-dessus des fenêtres	Uniformisation de la façade avec le crépi + crépi de soubassement
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement horizontal des ouvertures	Conservé
	Façade arrière	Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune information	Aucune information
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Aucune information	Aucune information
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Conservée

		Matériaux	Tuiles – sous-toiture – charpente	Remplacement de la couverture
	Façades annexes	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Châssis PVC, double vitrage (porte d'entrée et arrière)	Double vitrage haut rendement
	Châssis : divisions, matériaux…		Châssis PVC, double vitrage	Double vitrage haut rendement
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Appuis en aluminium
		Seuil de porte	Pierre	Conservé
		Linteaux	Béton en saillie	Conservé
		Encadrement vertical	Brique	Crépi + Isolant
	Volets		Aucun	Aucun
	Soupiraux		Présent	Conservé
	Soubassement		Présent	Non conservé
	Matériaux		Pierre	Crépi de soubassement sur isolant (sur une cinquantaine de cm)
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Placée sur la façade de brique	Aucune information
	Corniches		Corniche en PVC	Aucune information
	Descentes d'eau		Aucune information	Aucune information
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Planchers préfabriqués	Conservé
		Charpente de toiture	Bois massif	Conservée
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Aucune information	Aucune information
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservée
	Ventilation		Système C partiel	Système C
	Bouches		Aucune	Ouvertures d'alimentation réglables dans les fenêtres ou murs des locaux secs Ouvertures de transfert ou fentes sous les portes Ouverture d'évacuation mécanique dans les locaux humides
	Sanitaires		Chaudière gaz naturel	Conservée
	Chauffage		Chaudière, gaz naturel, sans condensation	Amélioration de la régulation
	Radiateurs		7 radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs Vannes thermostatiques	7 radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs Vannes thermostatiques avec écrans réfléchissants isolants à l'arrière des radiateurs convecteurs

Annexe 3.6. : Pont-le-Loup, Rue Auguste Scohy, n°85 et 87



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Deux murs mitoyens pour les maisons centrales Un mur mitoyen pour les maisons d'extrémité	Conservé
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui, façades très similaires	Non, 2 maisons sur 4 seront recouvertes de crépi donc hétérogénéité
		Matériaux	Murs : briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire Murs composite : pierre naturelle – lame d'air – bloc de béton ordinaire Au-dessus des portes : béton – blocs de béton ordinaire	Murs : crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire Murs composite : crépi – EPS graphité – pierre naturelle – lame d'air – bloc de béton ordinaire Au-dessus des portes : crépi – EPS graphité – béton – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Changement de matériaux sur la façade et briques verticales au-dessus des fenêtres	Uniformisation de la façade avec le crépi + crépi de soubassement
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement horizontal des ouvertures	Conservé
	Façade arrière	Matériaux	briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune information	Aucune information
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Aucune information	Aucune information

	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Pentue
		Matériaux	Tuiles – sous-toiture – charpente	Tuiles – sous-toiture – charpente
	Façades annexes	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		- Châssis PVC (porte d'entrée) - Châssis PVC, double vitrage (porte arrière)	- Double vitrage haut rendement
	Châssis : divisions, matériaux…		Châssis PVC, double vitrage	Double vitrage haut rendement
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Appuis en aluminium
		Seuil de porte	Pierre	Conservé
		Linteaux	Bloc de béton au-dessus des portes Briques verticales au-dessus des fenêtres	Crépi + Isolant
		Encadrement vertical	Pierre pour les portes Briques pour les fenêtres	Crépi + Isolant
	Volets		Aucun	Aucun
	Soupiraux		Présent	Conservé
	Soubassement		Présent	Non conservé
	Matériaux		Pierre	Crépi de soubassement sur isolant (sur une cinquantaine de cm)
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Aucune information	Aucune information
	Corniches		Corniche en PVC	Aucune information
	Descentes d'eau		Gouttières en aluminium	Aucune information
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Planchers préfabriqués	Conservés
		Charpente de toiture	Bois	Conservé
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Aucune information	Aucune information
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservé
	Ventilation		Système C très partiel	Système C
	Bouches		Aucune	Ouvertures d'alimentation réglables dans les fenêtres ou murs des locaux secs Ouvertures de transfert ou fentes sous les portes Ouverture d'évacuation mécanique dans les locaux humides
	Sanitaires		Chaudière, gaz naturel	Conservée
	Chauffage		Chaudière, gaz naturel, à condensation	Amélioration de la régulation
	Radiateurs		2 radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs Vannes thermostatiques	2 radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs Vannes thermostatiques avec écrans réfléchissants isolants à l'arrière des radiateurs convecteurs

Annexe 3.7. : Farciennes, Rue de la cité Brouckère, n°6 et 8



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Deux murs mitoyens pour les maisons centrales Un mur mitoyen pour les maisons d'extrémité	Conservé
	Annexes		Annexe pour la cuisine	Annexe pour la cuisine
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui, façades très similaires	Non, 2 maisons sur 4 seront recouvertes de crépi donc hétérogénéité
		Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Linteaux en béton	Uniformisation de la façade avec le crépi + crépi de soubassement
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement horizontal des ouvertures Alignement vertical des fenêtres à 3 battants	Conservé
	Façade arrière	Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune information	Aucune information
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Aucune information	Aucune information
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Murs bardé : ardoise – lame d'air – briques – lame d'air – bloc de béton ordinaire Murs vers garage : briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Murs bardé : crépi – EPS graphité – briques – lame d'air – bloc de béton ordinaire Murs vers garage : PU – briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Conservé
		Matériaux	Tuiles – sous-toiture – charpente	Conservé

	Façades annexes	Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
	Toiture annexe	Pentue/plate	Plate	Conservée
		Matériaux	Zinc – lame d'air – plaque de plâtre	Zinc – lame d'air – plaque de plâtre – PU
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		- Châssis PVC, double vitrage (porte d'entrée)	- Double vitrage, haut rendement
	Châssis : divisions, matériaux…		Châssis PVC, double vitrage	Double vitrage, haut rendement
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Appuis en aluminium
		Seuil de porte	Pierre	Conservé
		Linteaux	Béton	Crépi + Isolant
		Encadrement vertical	Briques	Crépi + Isolant
	Volets		Aucun	Aucun
	Soupiraux		Présent	Conservé
	Soubassement		Présent	Non conservé
	Matériaux		Pierre	Crépi de soubassement sur isolant (sur une cinquantaine de cm)
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres			
	Corniches		Corniche en PVC	Aucune information
	Descentes d'eau		Gouttière en aluminium	Aucune information
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Planchers préfabriqués en béton	Conservés
		Charpente de toiture	Bois	Conservée
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Aucune information	Aucune information
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservée
	Ventilation		Système C très partiel	Système C
	Bouches		Aucune	Ouvertures d'alimentation réglables dans les fenêtres ou murs des locaux secs Ouvertures de transfert ou fentes sous les portes Ouverture d'évacuation mécanique dans les locaux humides
	Sanitaires		Résistance électrique, production avec réservoir de stockage	Chaudière gaz naturel
	Chauffage		Poêle au charbon	Chaudière au gaz naturel à condensation
	Radiateurs		Aucun	Radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs avec vannes thermostatiques

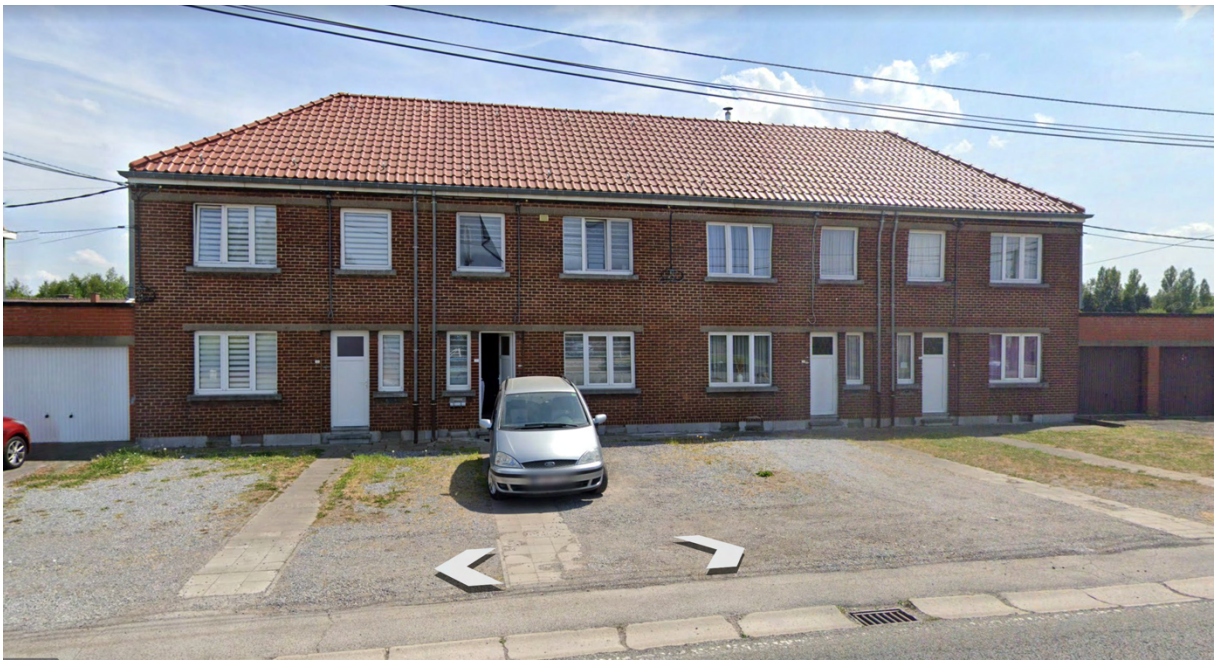
Annexe 3.8. : Farciennes, Rue de la cité Brouckère, n°54 et 56



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Deux murs mitoyens pour les maisons centrales Un mur mitoyen pour les maisons d'extrémité	Conservé
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui, façades très similaires	Non, 2 maisons sur 4 seront recouvertes de crépi donc hétérogénéité
		Matériaux	Mur : Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Mur : crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Linteaux en béton	Uniformisation de la façade avec le crépi + crépi de soubassement
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement horizontal des ouvertures	Conservé
	Façade arrière	Matériaux	Mur : Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Mur : crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune information	Aucune information
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Aucune information	Aucune information
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Mur : Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Mur : crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Conservée
		Matériaux	Tuiles – sous-toiture – charpente	Conservé
	Façades annexes	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Châssis PVC	Conservées
	Châssis : divisions, matériaux...		Châssis PVC, double vitrage	Conservés
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Appuis en aluminium
		Seuil de porte	Pierre	Conservé
		Linteaux	Béton	Crépi + Isolant
		Encadrement vertical	Briques	Crépi + Isolant
	Volets		Aucun	Aucun
	Soupiraux		Aucun	Aucun

	Soubassement		Présent	Non conservé
	Matériaux		Pierre	Crépi de soubassement sur isolant (sur une cinquantaine de cm)
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres			
	Corniches		Corniches en PVC	Aucune d'information
	Descentes d'eau		Gouttières en aluminium	Aucune d'information
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Planchers soutenus par du bois massif	Conservés
		Charpente de toiture	Bois	Conservée
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Aucune information	Aucune information
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservée
	Ventilation		Système A très partiel	Système C
	Bouches		Ouvertures d'alimentation réglables dans les fenêtres ou murs (séjour et chambre avant droite) Ouvertures de transfert ou fentes sous les portes Ouverture d'évacuation mécanique (sdb)	Ouvertures d'alimentation réglables dans les fenêtres ou murs des locaux secs Ouvertures de transfert ou fentes sous les portes Ouverture d'évacuation mécanique dans les locaux humides
	Sanitaires		Résistance électrique, production avec réservoir de stockage	Chaudière gaz naturel
	Chauffage		Chauffage poêle	Chaudière gaz naturel à condensation
	Radiateurs		Aucun	Radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs avec vannes thermostatiques

Annexe 3.9. : Farciennes, Rue de Lambusart, n°122 et 148



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Deux murs mitoyens pour les maisons centrales Un mur mitoyen pour les maisons d'extrémité	Conservé
	Annexes		Annexe pour la cuisine	Annexe pour la cuisine
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui, façades très similaires	Non, 1 maisons sur 4 sera recouverte de crépi donc hétérogénéité
		Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Linteaux en béton	Uniformisation de la façade avec le crépi + crépi de soubassement
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical et horizontal des ouvertures	Conservé
	Façade arrière	Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune information	Aucune information
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Aucune information	Aucune information
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Murs bardé : ardoise – lame d'air – briques – lame d'air – bloc de béton ordinaire Murs vers garage : briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Murs bardé : crépi – EPS graphité – briques – lame d'air – bloc de béton ordinaire Murs vers garage : PU – briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Conservée
		Matériaux	Tuiles – sous-toiture – charpente	Conservé
	Façades annexes	Matériaux	Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire	Crépi – EPS graphité – Briques – lame d'air – blocs de béton ordinaire

	Toiture annexe	Pentue/plate	Plate	Conservée
		Matériaux	Zinc – lame d'air – plâtre	Zinc – lame d'air – plaque de plâtre – PU
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Châssis PVC, double vitrage (porte d'entrée et arrière)	Double vitrage, haut rendement
	Châssis : divisions, matériaux…		Châssis PVC, double vitrage	Double vitrage, haut rendement
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Appuis en aluminium
		Seuil de porte	Pierre	Conservé
		Linteaux	Béton	Crépi + Isolant
		Encadrement vertical	Briques	Crépi + Isolant
	Volets		Aucun	Aucun
	Soupiraux		Présent	Conservé
	Soubassement		Présent	Non conservé
	Matériaux		Pierre	Crépi de soubassement sur isolant (sur une cinquantaine de cm)
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres			
	Corniches		Corniche en PVC	Aucune information
	Descentes d'eau		Gouttière en aluminium	Aucune information
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Planchers préfabriqués en béton	Conservés
		Charpente de toiture	Bois	Conservé
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Aucune information	Aucune information
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Conservée
Système	**Électricité**		Aucune information	Conservée
	Ventilation		Système très partiel	Système C
	Bouches		Ouverture d'évacuation mécanique dans la salle de bain	Ouvertures d'alimentation réglables dans les fenêtres ou murs des locaux secs Ouvertures de transfert ou fentes sous les portes Ouverture d'évacuation mécanique dans les locaux humides
	Sanitaires		Résistance électrique, production avec réservoir de stockage	Chaudière gaz naturel
	Chauffage		Poêle, granulés de bois	Chaudière gaz naturel à condensation
	Radiateurs		Aucun	Radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs avec vannes thermostatiques

Annexe 3.10. : Monceau-sur-Sambre, Ruelle de l'église, n°1 (gauche)



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Un mur mitoyen et un muret mitoyen dans le jardin	Conservé
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui	Conservé
		Matériaux	Briques de terre cuites	Conservées
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Jeu de briques pivotées sous la corniche	Conservé
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical des fenêtres	Conservé
	Façade arrière	Matériaux	Briques de terre cuites	Conservées
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune information	Aucune information
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical des fenêtres	Conservé
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Briques de terre cuites	Ragréage des pointes des pignons
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Conservée
		Matériaux	Tuiles – sous-toiture – charpente	Remplacement de toiture : nouvelle charpente + nouvelle sous toiture + nouvelle toiture (charpente, couverture, étanchéité, zinguerie et solins) + Ceinture de béton au pied de toiture
	Façades annexes	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Châssis PVC blanc	Remplacement par une nouvelle porte en PVC

	Châssis : divisions, matériaux…		Châssis PVC blanc	Remplacement des châssis par du PVC
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Conservé
		Seuil de porte	Pierre	Conservé
		Linteaux	RDC : pas de linteau R+1 : Bois	RDC : remplacement par des linteaux en béton
		Encadrement vertical	Brique	Conservée
	Volets		Aucun volet	Aucun volet
	Soupiraux		Présents	Conservés
	Soubassement		Présent	Conservé
	Matériaux		Peinture blanche sur briques	Conservé
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Dans les portes	Nouvelle boite aux lettres
	Corniches		Bois	Conservée
	Descentes d'eau		Gouttière en PVC	Nouvelles gouttières
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Bois	Pose de poutrains et clavaux (plancher sur le cave) Dalle de béton sur sol (isolée)
		Charpente de toiture	Bois	Nouvelle charpente
	Murs		Aucune information	Conservé
	Cheminées		Oui	Démontage du manteau de cheminée
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Escalier en bois	Remplacement car échappée inférieure à 1m80 par un nouvel escalier en bois
	Cuisinière		Aucune information	Aucune information
Système	**Électricité**		Aucune information	Travaux d'électricité
	Ventilation			Installation d'un système de ventilation d'air
	Bouches			
	Sanitaires			
	Chauffage			Installation de radiateurs + nouvelle chaudière murale à condensation
	Radiateurs			

Annexe 3.11. : Monceau-sur-Sambre, Ruelle de l'église, n°3 (centrale)



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Deux murs mitoyens et deux murets mitoyens dans le jardin	Conservés
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui	Conservé
		Matériaux	Briques de terre cuites	Conservées
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Jeu de briques pivotées sous la corniche	Conservé
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical des fenêtres	Conservé
	Façade arrière	Matériaux	Briques de terre cuites	Conservées
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune information	Aucune information
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical des fenêtres	Conservé
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	/	/
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Conservée
		Matériaux	Tuiles – sous-toiture – charpente	Nouvelle charpente + couvertures de faces + isolation par l'intérieur (charpente, couverture, étanchéité, zingueries et solins)
	Façades annexes	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Châssis bois	Nouvelles menuiseries en PVC
	Châssis : divisions, matériaux...		Châssis PVC, double vitrage	Nouvelles menuiseries en PVC
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Conservé
		Seuil de porte	Pierre	Conservé

		Linteaux	RDC : pas de linteau R+1 : Bois	RDC : remplacement par des linteaux en béton
		Encadrement vertical	Brique	Conservée
	Volets		Aucun volet	Aucun volet
	Soupiraux		Présents	Conservés
	Soubassement		Présent	Conservé
	Matériaux		Peinture blanche sur briques	Conservé
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Dans les portes	Nouvelle boite aux lettres
	Corniches		Bois	Conservée
	Descentes d'eau		Gouttière en PVC	Nouvelles gouttières
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs		Nouveaux poutrains claveaux et chape au rez Démontage des voussettes du plancher du rez
		Charpente de toiture		
	Murs		Aucune information	Conservés
	Cheminées		Oui	Démontage du manteau de cheminée
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Escalier en bois	Remplacement car échappée inférieure à 1m80 par un nouvel escalier en bois
	Cuisinière		Aucune information	Aucune information
Système	**Électricité**		Aucune information	Placement des câbles
	Ventilation			Placement de conduites + nouveau système complet d'évacuation
	Bouches			
	Sanitaires			
	Chauffage			Placement de conduites + chaudière murale à condensation et radiateurs
	Radiateurs			

Annexe 3.12. : Monceau-sur-Sambre, Ruelle de l'église, n°5 (droite)



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Aucune cour	Aucune cour
	Espaces verts		Jardin à l'arrière et environnement vert à l'avant	Conservé
	Murets / mitoyenneté/ haies		Un mur mitoyen et un muret mitoyen dans le jardin	Conservé
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Oui	Conservé
		Matériaux	Briques de terre cuites	Conservées
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Jeu de briques pivotées sous la corniche	Conservé
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical des fenêtres	Conservé
	Façade arrière	Matériaux	Briques de terre cuites	Conservées
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune information	Aucune information
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical des fenêtres	Conservé
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	Briques de terre cuites	Ragréage des maçonneries de pignon
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Pentue
		Matériaux	Tuiles – sous-toiture – charpente	Nouvelle charpente + couvertures de faces + isolation par l'intérieur (charpente, couverture, étanchéité, zingueries et solins)
	Façades annexes	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Châssis PVC + porte de garage en PVC	Nouvelles menuiseries en PVC
	Châssis : divisions, matériaux...		Châssis PVC	Nouvelles menuiseries en PVC

	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Conservé
		Seuil de porte	Pierre	Conservé
		Linteaux	RDC : pas de linteau R+1 : Bois	RDC : remplacement par des linteaux en béton
		Encadrement vertical	Brique	Conservée
	Volets		Aucun volet	Aucun volet
	Soupiraux		Présents	Conservés
	Soubassement		Non présent	Non présent
	Matériaux		/	/
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Dans les portes	Nouvelle boite aux lettres
	Corniches		Bois	Conservée
	Descentes d'eau		Gouttière en PVC	Nouvelles gouttières
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs		
		Charpente de toiture		
	Murs		Aucune information	Conservés
	Cheminées		Oui	Démontage du manteau de cheminée
	Menuiseries intérieures		Aucune information	Conservées
	Portes intérieures		Aucune information	Conservées
	Revêtements de sol		Aucune information	Conservés
	Escaliers		Aucune information	Conservés
	Cuisinière		Aucune information	Aucune information
Système	**Électricité**		Aucune information	Placement des câbles
	Ventilation		Aucune information	Placement de conduites + nouveau système complet d'évacuation
	Bouches		Aucune information	
	Sanitaires			
	Chauffage			Placement de conduites + chaudière murale à condensation et radiateurs
	Radiateurs			

Annexe 3.13. : Monceau-sur-Sambre, Rue Desy, n°94



			AVANT	APRÈS
Environnement direct	*Cour*		Cour à l'arrière	Conservée
	Espaces verts		Aucun jardin	Aucun jardin
	Murets / mitoyenneté/ haies		2 murs mitoyens	Démontage et évacuation de la partie supérieure des pointes et reconstruction
	Annexes		Aucune annexe	Aucune annexe
Enveloppe	**Façade avant**	Caractère d'ensemble avec les façades voisines	Non	Non
		Matériaux	Briques recouvertes de crépi bleu	Démolition et reconstruction de la totalité de la maçonnerie du mur RDC + étages + Crépi sur isolant
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Crépi bleu, empreintes de pierres sur les côtes de la façades, autour des fenêtres et porte et	Homogénéisation avec le nouveau crépi

			autour d'une fenêtre pleine.	
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Alignement vertical et horizontal des ouvertures	Conservés
	Façade arrière	Matériaux	Briques recouvertes de crépi	Nettoyage + décapage crépi existant + crépi sur isolant
		Façade animée (jeu de briques, peinture, ...)	Aucune information	Homogénéisation avec le nouveau crépi
		Position des ouvertures et/ou alignement en travées	Aucune information	Conservés
	Façade(s) latérales (éventuelles)	Matériaux	/	/
	Toiture principale	Pentue/plate	Pentue	Conservée
		Matériaux	Tuiles – sous-toiture – charpente	Démolition des éléments de toiture + nouvelle structure de toiture en bois + zinguerie + nouvelle couverture Nouvelles tuiles
	Façades annexes	Matériaux	/	/
	Toiture annexe	Pentue/plate	/	/
		Matériaux	/	/
	Menuiseries extérieures			
	Portes d'accès		Bois peint en blanc	PVC blanc
	Châssis : divisions, matériaux...		Bois peint en blanc	PVC blanc
	Encadrements	Appuis de fenêtres	Pierre	Appuis en aluminium
		Seuil de porte	Pierre	Nouvelle pierre bleue + marches
		Linteaux	Pierre	Crépi + Isolant
		Encadrement vertical	Pierre	Crépi + Isolant
	Volets		Aucun volet	Aucun volet
	Soupiraux		Présent	Adaptation du soupiral
	Soubassement		Pas présent	Présent
	Matériaux		Non	Crépi sur isolant plus foncé sur une cinquantaine de cm
	Éléments décoratifs			
	Boîte aux lettres		Intégrée à la porte	Collée sur la façade
	Corniches		Bois	Remplacée par un nouveau raccord de toiture + revêtement d'étanchéité
	Descentes d'eau		Gouttière en PVC	Rive de toiture et nouvelle gouttière pendantes en zinc + tuyau de descente en zinc
Intérieur	**Structure**	Planchers porteurs	Gitage en bois	Remplacement du gitage du premier et deuxième étage
		Charpente de toiture	Charpente en bois avec chevronnage	Remplacement de 5 vernes, du chevronnage, des sablières et renforcement des fermettes Ajout d'une poutre en béton en tête de mur façade avant sous la sablière Nouvelle sous-toiture, contre-latte, linteaux et tuiles
	Murs		Aucune information	Démolition parachèvement intérieur + décapage du plafonnage Tablettes de fenêtres en marbre et carrelage mural

	Cheminées	Oui	Souche de cheminée
	Menuiseries intérieures	Aucune information	
	Portes intérieures	Aucune information	Portes en bois
	Revêtements de sol	Aucune information	Revêtement en carreaux, en bois et souple + plinthes
	Escaliers	Aucune information	Nouvel escalier en béton avec marches en pierre bleue et contre marche en carrelage avec garde-corps en bois
	Cuisinière	Aucune information	Nouveau mobilier de cuisine
Système	**Électricité**	Aucune information	Nouveau système, nouvelles conduites, tableau de distribution, boite de tirage et de connexion, raccordement et mise à terre
	Ventilation	Aucune information	Système de ventilation D + gaines et bouches de ventilation dans la cheminée
	Bouches	Aucune information	Nouvelles bouches de ventilation + hotte
	Sanitaires	Aucune information	Boiler électrique + conduites d'évacuation + tuyau de ventilation Nouvelle installation sanitaire (WC, lavabos, douche, éviers, robinets)
	Chauffage	Aucune information	Chaudière murale au gaz + radiateurs à panneaux + boiler électrique
	Radiateurs	Aucune information	Pose d'un convecteur à ventouse

Annexe 4 : Encodage des scénarios dans PACE.

Annexe 4.1. Scénario 1

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~

		~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M6 – Cuisine droite	Environnement : espace non chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 10 cm de polyuréthane PUR/PIR
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Panneau non isolé non métallique et châssis bois (U_w = 3,64) Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5)

		Pente de 90° Orientation ONO
	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	~~F7 – Velux toiture arrière~~	
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Salle de bain	Dispositif de ventilation naturelle
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	A complet
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Radiateurs/convecteurs Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Chaudière à condensation gaz naturel
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Boucle de circulation sans circulateur Boucle non isolée à l'intérieur

		Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Chauffe-eau ou autres appareils uniquement ECS
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - Électronique associée aux appareil(s) producteur(s) Circulateur(s) : - Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ? - avec régulation ? Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	8 panneaux photovoltaïques sur toiture en pente Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 3,6 kWc 5 panneaux photovoltaïques sur toiture de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Puissance de 2,25 kWc	
Solaire thermique	Aucun	

Résultat	240 kWh/m2.an – Label C E_p : 46 624,76 kWh CO_2 : 7 634,68 kg

Annexe 4.2. – Scénario 2

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~

	M6 – Cuisine droite	Environnement : extérieur 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 2 cm de frigolite
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 2 cm de frigolite
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 10 cm de polyuréthane PUR/PIR
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Panneau non isolé non métallique et châssis bois (U_w = 3,64) Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO

	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	~~F7 – Velux toiture arrière~~	
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation mécanique
	Salle de bain	Dispositif de ventilation mécanique
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	D Incomplet : récupérateur de chaleur centralisé et complet, échangeur à flux croisé, ventilation sur courant alternatif
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Par le sol/mur/plafond Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Pompe à chaleur Air/Eau, sur électricité
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Aucune boucle de circulation Boucle non isolée à l'intérieur Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche

		Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Pompe à chaleur sur électricité, production avec stockage Production postérieure à 2016
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - Électronique associée aux appareil(s) producteur(s) Circulateur(s) : - Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ? - avec régulation ? Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	8 panneaux photovoltaïques sur toiture en pente Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 3,6 kWc 5 panneaux photovoltaïques sur toiture de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Puissance de 2,25 kWc	
Solaire thermique	4 m^2 sur toiture plate de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Contribution solaire thermique au système d'ECS	

Résultat	99 kWh/m2.an – Label B E_p : 19 291,25 kWh CO_2 : 5 500,32 kg

Annexe 4.3. – Scénario 3

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi

	M6 – Cuisine droite	Environnement : espace non chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 10 cm de polyuréthane PUR/PIR
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Panneau non isolé non métallique et châssis bois (U_w = 3,64) Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO

	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F7 – Velux toiture arrière	Environnement extérieur 0,69 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ESE
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Salle de bain	Dispositif de ventilation naturelle
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	A complet
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Radiateurs/convecteurs Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Pompe à chaleur Air/Eau, sur électricité
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Aucune boucle de circulation Boucle non isolée à l'intérieur

		Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Pompe à chaleur sur électricité, production avec stockage Production postérieure à 2016
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - Électronique associée aux appareil(s) producteur(s) Circulateur(s) : - Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ? - avec régulation ? Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	8 panneaux photovoltaïques sur toiture en pente Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 3,6 kWc	
Solaire thermique	Aucun	

Résultat	81 kWh/m2.an – Label A E_p : 15 717,72 kWh CO_2 : 3 202,36 kg

Annexe 4.4. – Scénario 4

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~

	M6 – Cuisine droite	Environnement : espace non chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 2 cm de frigolite
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 2 cm de frigolite
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 10 cm de polyuréthane PUR/PIR
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Porte avec U_d = 1,4 Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO

	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	~~F7 – Velux toiture arrière~~	
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation mécanique
	Salle de bain	Dispositif de ventilation mécanique
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	D Incomplet : récupérateur de chaleur centralisé et complet, échangeur à flux croisé, ventilation sur courant alternatif
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Par le sol/mur/plafond Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Pompe à chaleur Air/Eau, sur électricité
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Aucune boucle de circulation Boucle non isolée à l'intérieur Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche

		Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Pompe à chaleur sur électricité, production avec stockage Production postérieure à 2016
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - ~~Électronique associée aux appareil(s) producteur(s)~~ Circulateur(s) : ~~- Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ?~~ ~~- avec régulation ?~~ Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	8 panneaux photovoltaïques sur toiture en pente Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 3,6 kWc	
Solaire thermique	4 m^2 sur toiture plate de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Contribution solaire thermique au système d'ECS	

Résultat	85 kWh/m2.an – Label A E_p : 16 492,28 kWh CO_2 : 4 702,28 kg

Annexe 4.5. – Scénario 5

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi

	M6 – Cuisine droite	Environnement : extérieur 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 10 cm de polyuréthane PUR/PIR
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Porte avec U_d = 1,4 Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO

	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	~~F7 – Velux toiture arrière~~	
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Salle de bain	Dispositif de ventilation mécanique
	Cuisine	Dispositif de ventilation mécanique
	Évaluation du système	C complet
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Radiateurs/convecteurs Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Pompe à chaleur Air/Eau, gaz naturel
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Aucune boucle de circulation Boucle non isolée à l'intérieur Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche

		Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Pompe à chaleur sur électricité, production avec stockage Production postérieure à 2016
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - Électronique associée aux appareil(s) producteur(s) Circulateur(s) : - Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ? - avec régulation ? Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	8 panneaux photovoltaïques sur toiture en pente Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 3,6 kWc 5 panneaux photovoltaïques sur toiture de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Puissance de 2,25 kWc	
Solaire thermique	Aucun	

Résultat	64 kWh/m2.an – Label A E_p : 12 507,13 kWh CO_2 : 3 566,03 kg

Annexe 4.6. – Scénario 6

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 20 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M6 – Cuisine droite	Environnement : extérieur

		19,07 m² Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m² Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m² Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m² Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m² Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m² Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 10 cm de polyuréthane PUR/PIR
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m² Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m² Panneau non isolé non métallique et châssis bois (U_w = 3,64) Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m² Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m² Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m² Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO

	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F7 – Velux toiture arrière	Environnement extérieur 0,69 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ESE
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Salle de bain	Dispositif de ventilation naturelle
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	A complet
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Radiateurs/convecteurs Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Pompe à chaleur Air/Eau, gaz naturel
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Aucune boucle de circulation Boucle non isolée à l'intérieur Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine

	Système de production	Pompe à chaleur sur électricité, production avec stockage Production postérieure à 2016
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - ~~Électronique associée aux appareil(s) producteur(s)~~ Circulateur(s) : ~~- Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ?~~ ~~- avec régulation ?~~ Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	5 panneaux photovoltaïques sur toiture de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 2,25 kWc	
Solaire thermique	4 m^2 sur toiture plate de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Contribution solaire thermique au système d'ECS	

Résultat	172 kWh/m2.an – Label C E_p : 33 395,94 kWh CO_2 : 9 521,85 kg

Annexe 4.7. – Scénario 7

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée ~~Isolant~~
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée ~~Isolant~~
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~

	M6 – Cuisine droite	Environnement : extérieur 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Panneau non isolé non métallique et châssis bois (U_w = 3,64) Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO

	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis bois (U_w = 3,10) Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis bois (U_w = 3,10) Pente de 30° Orientation ONO
	F7 – Velux toiture arrière	Environnement extérieur 0,69 m^2 Double vitrage sans autre information et châssis PVC (U_w = 3,06) Pente de 30° Orientation ESE
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Simple vitrage et châssis PVC (U_w = 4,96) Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Simple vitrage et châssis PVC (U_w = 4,96) Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation mécanique
	Salle de bain	Dispositif de ventilation mécanique
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	D incomplet
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Par sol/mur/plafond Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Pompe à chaleur Air/Eau, gaz naturel
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Aucune boucle de circulation Boucle non isolée à l'intérieur

		Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Pompe à chaleur sur électricité, production avec stockage Production postérieure à 2016
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - ~~Électronique associée aux appareil(s) producteur(s)~~ Circulateur(s) : ~~- Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ?~~ ~~- avec régulation ?~~ Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	8 panneaux photovoltaïques sur toiture en pente Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 3,6 kWc 5 panneaux photovoltaïques sur toiture de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Puissance de 2,25 kWc	
Solaire thermique	4 m^2 sur toiture plate de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Contribution solaire thermique au système d'ECS et de chauffage	

Résultat	194 kWh/m2.an – Label C E_p : 37 725,20 kWh CO_2 : 10 756,21 kg

Annexe 4.8. – Scénario 8

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi

	M6 – Cuisine droite	Environnement : extérieur 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 10 cm de polyuréthane PUR/PIR
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Porte avec U_d = 1,4 Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO

	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	~~F7 – Velux toiture arrière~~	
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Salle de bain	Dispositif de ventilation naturelle
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	A complet
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Radiateurs/convecteurs (8) Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Chaudière à condensation gaz naturel
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Boucle de circulation sans circulateur (fonctionnement en thermosiphon) Boucle non isolée à l'intérieur Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche

		Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Chauffe-eau ou autre appareil uniquement ECS
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - Électronique associée aux appareil(s) producteur(s) Circulateur(s) : - Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ? - avec régulation ? Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	8 panneaux photovoltaïques sur toiture en pente Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 3,6 kWc 3 panneaux photovoltaïques sur toiture de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 1,35 kWc	
Solaire thermique	Aucun	

Résultat	141 kWh/m2.an – Label B E_p : 27 413,12 kWh CO_2 : 4 770,74 kg

Annexe 4.9. – Scénario 9

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 20 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée ~~Isolant~~
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée ~~Isolant~~
	T5 – Toiture nouvelle annexe	Environnement : extérieur 32,88 m^2 Toiture plate Composition de base standard Lame d'air fortement ventilée Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 24 cm de polystyrène expansé
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~

	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : espace non chauffé 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M6 – Cuisine droite	Environnement : espace non chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M11 – Façade arrière nouvelle annexe	Environnement : extérieur 8,63 m^2 Mur creux Composition de blocs de béton cellulaire Épaisseur 30 cm Lame d'air fortement ventilée Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 24 cm de polystyrène expansé
	M12 – Façade droite nouvelle annexe	Environnement : extérieur 20,4 m^2 Mur creux Composition de blocs de béton cellulaire Épaisseur 30 cm Lame d'air fortement ventilée Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 24 cm de polystyrène expansé
	M13 – Façade gauche nouvelle annexe	Environnement : extérieur 20,4 m^2 Mur creux Composition de blocs de béton cellulaire Épaisseur 30 cm Lame d'air fortement ventilée Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 24 cm de polystyrène expansé

Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	P3 – Sol nouvelle annexe	Environnement : sol 32,88 m^2 Composition de blocs de béton cellulaire ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 24 cm de polystyrène expansé
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Panneau non isolé non métallique et châssis bois (U_w = 3,64) Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ONO
	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F7 – Velux toiture arrière	Environnement extérieur 0,69 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ESE
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90°

		Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Simple vitrage et châssis bois (U_w = 5) Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F15 – Fenêtre nouvelle annexe	Environnement extérieur 10 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Salle de bain	Dispositif de ventilation naturelle
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	A complet
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Radiateurs/convecteurs Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Chaudière à condensation gaz naturel
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Boucle de circulation présente sans circulateur Boucle non isolée à l'intérieur Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Chauffe-eau ou autre appareils uniquement ECS, gaz naturel
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - Électronique associée aux appareil(s) producteur(s) Circulateur(s) : - Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ? - avec régulation ? Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	8 panneaux photovoltaïques sur toiture de la nouvelle annexe Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 3,6 kWc	
Solaire thermique	Aucun	

Résultat	287 kWh/m2.an – Label D E_p : 16 281,63 kWh CO_2 : 2 746,06 kg

Annexe 4.10. – Scénario 10

Toitures	T1 – Toiture en pente non isolée	Environnement : extérieur 34,23 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T2 – Toiture en pente isolée	Environnement : extérieur 23,73 m^2 Toiture inclinée Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ Lame d'air peu ou pas ventilée Isolant : 6 cm + 18 cm de laine de roche
	T3 – Toiture salle de bain	Environnement : extérieur 19,34 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
	T4 – Toiture Cuisine	Environnement : extérieur 9,81 m^2 Toiture plate Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polyuréthane PUR/PIR
Murs	M1 – Façade avant	Environnement : extérieur 32,43 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M2 – Façade arrière	Environnement : extérieur 17,37 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M3 – Façade mitoyenne droite	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M4 – Façade mitoyenne gauche	Environnement : espace chauffé 95,32 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M5 – Façade arrière cuisine	Environnement : extérieur 12,91 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi

	M6 – Cuisine droite	Environnement : extérieur 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M7 – Cuisine gauche	Environnement : espace chauffé 19,07 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 40 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
	M8 – Façade sdb droite	Environnement : extérieur 16,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M9 – Façade sdb gauche	Environnement : extérieur 15,71 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
	M10 – Façade sdb arrière	Environnement : extérieur 8,5 m^2 Mur plein Composition de briques lourdes apparentes Épaisseur 30 cm ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 12 cm de polystyrène expansé + 1cm de crépi
Planchers	P1 – Plancher sur cave	Environnement : cave sans ouverture vers l'extérieur 72,38 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ Isolant : 10 cm de polyuréthane PUR/PIR
	P2 – Plancher sur sol	Environnement : sol 11,4 m^2 Composition de base standard ~~Lame d'air fortement ventilée~~ ~~Lame d'air peu ou pas ventilée~~ ~~Isolant~~
Ouvertures	F1 – Porte d'entrée	Environnement extérieur 3,06 m^2 Porte avec U_d = 1,4 Pente de 90° Orientation ONO
	F2 – Fenêtre avant RDC	Environnement extérieur 4,76 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO
	F3 – Fenêtre avant 1er (gauche)	Environnement extérieur 2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO
	F4 – Fenêtre avant 1er (droite)	Environnement extérieur 4,06 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ONO

	F5 – Velux toiture avant (gauche)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	F6 – Velux toiture avant (droite)	Environnement extérieur 1,3 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 30° Orientation ONO
	~~F7 – Velux toiture arrière~~	
	F8 – Fenêtre façade arrière (gauche)	Environnement extérieur 2,73 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F9 – Fenêtre façade arrière (droite)	Environnement extérieur 0,46 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F10 – Fenêtre sdb	Environnement extérieur 1,83 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F11 – Fenêtre entre sol	Environnement extérieur 1,2 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation SSO
	F12 – Fenêtre cuisine	Environnement extérieur 5,72 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 90° Orientation ESE
	F13 – Velux cuisine (avant)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
	F14 – Velux cuisine (après)	Environnement extérieur 0,8 m^2 Vitrage avec U_w = 1,2 Pente de 0° Orientation ESE
Ventilation	Salon et salle à manger	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 1er (avant)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 1er (arrière)	Dispositif de ventilation mécanique
	Chambre 2ème (avant)	Dispositif de ventilation naturelle
	Chambre 2ème (arrière)	Dispositif de ventilation naturelle
	Salle de bain	Dispositif de ventilation mécanique
	Cuisine	Dispositif de ventilation naturelle
	Évaluation du système	D incomplet
Installation de chauffage	Système d'émission	Volume chauffé : 681 m^3 Par le sol/mur/plafond Vannes thermostatiques Température glissante
	Système de production	Pompe à chaleur Air/Eau, sur électricité
	Système de distribution	Conduites dans un espace adjacent non chauffé (cave) et longueur non isolée comprise entre 2 et 20m
Installation d'ECS	Système de distribution	Boucle de circulation sans circulateur (fonctionnement en thermosiphon) Boucle non isolée à l'intérieur Longueur de conduite comprise entre 1 et 5m pour alimenter le bain/la douche

		Longueur de conduite comprise entre 5 et 15m pour alimenter l'évier de cuisine
	Système de production	Pompe à chaleur sur électricité, production avec stockage Production postérieure à 2016
Auxiliaires	Ventilateurs	Aucun
	Auxiliaires de chauffage	Chaudière / générateur : - ~~Ventilateur intégré aux appareil(s) producteur(s)~~ - ~~Électronique associée aux appareil(s) producteur(s)~~ Circulateur(s) : ~~- Circulateur(s) pour la distribution de chauffage ?~~ ~~- avec régulation ?~~ Autres circulateurs : ~~- pour le réservoir de stockage éventuel ?~~ ~~- entre chaudière et collecteurs/conduites de distribution ?~~ ~~- pour échangeur de chaleur dans caisson traitement d'air ?~~
	Veilleuse	Aucune
Solaire photovoltaïque	8 panneaux photovoltaïques sur toiture en pente Orientés ESE, inclinés de 30° Puissance de 3,6 kWc 5 panneaux photovoltaïques sur toiture de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Puissance de 2,25 kWc	
Solaire thermique	4 m^2 sur toiture plate de la salle de bain Orientés ESE, inclinés de 15° Contribution solaire thermique au système d'ECS et de chauffage	

Résultat	10 kWh/m2.an – Label A+ E_p : 1 902,27 kWh CO_2 : 542,38 kg

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN
Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme
Rue du Levant, 1 bte L5.05.02, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique | **www.uclouvain.be/loci**