

Travail personnel

Auteur : Wouters, Anne

Promoteur(s) : Monfils, Stéphane

Faculté : Faculté des Sciences

Diplôme : Master de spécialisation en gestion durable de l'énergie

Année académique : 2020-2021

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/12912>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Faculté des Sciences

Département des Sciences et Gestion de l'Environnement

Exploration des tactiques pour industrialiser et massifier la rénovation énergétique profonde des habitations individuelles privées en Région wallonne

Changer de paradigme pour lever les obstacles liés à une organisation linéaire en silo, pour parer aux limites des modes de financement actuels destinés aux maîtres d'ouvrage et pour faire émerger l'économie circulaire

Anne WOUTERS

**Mémoire rédigé en vue de l'obtention du diplôme de
Master de Spécialisation en Gestion Durable de l'Energie**

Promoteur : Stéphane MONFILS

Année académique 2020-2021

**Comité de lecture : Jean-Marie HAUGLUSTAINE,
Axel GAUTIER,
Ophélie BLAUEN.**

Copyright

Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de l'autorité académique* de l'Université de Liège.

*L'autorité académique est représentée par le(s) promoteur(s) membre(s) du personnel enseignant de l'Université de Liège.

Le présent document n'engage que son auteur.

Auteur du présent document : WOUTERS Anne
wouters.anne@gmail.com.

Abstract

The implementation of the European Green Deal with the objective of carbon neutrality by 2050, the essential socio-economic recovery in the wake of the SARS-CoV-2 health crisis, and the reconstruction of houses destroyed by flooding are the enormous challenges of the Walloon Region for the coming years in the energy and construction sectors.

The massive spread of renovations is central to achieve the objectives, operationalized through the Region's strategic renovation plan, to tackle climate change.

Through this study, the objective is to identify the tactics to massify and industrialize the in-depth energy renovations of single-family private dwellings in Wallonia. A three-fold methodology was used to collect the data for this analysis: bibliographic searches, one-to-one partly structured interviews, and the use of confidential documents from private companies.

This work proposes an overview of the current situation and the emerging short-term initiatives. After having highlighted the obstacles, inconsistencies and pains identified during the research, it suggests concrete and pragmatic systemic solutions.

Résumé

La mise en œuvre du Pacte vert pour l'Europe ayant l'objectif de la neutralité carbone d'ici 2050, la relance socio-économique impérieuse à la suite de la crise sanitaire du SARS-CoV-2, et la reconstruction des logements détruits par les inondations sont les défis gigantesques de la Région wallonne pour les prochaines années dans les secteurs de l'énergie et de la construction.

La massification de la rénovation est cruciale pour atteindre les objectifs, concrétisés dans le plan stratégique de rénovation de la Région, pour lutter contre le dérèglement climatique.

Au travers de cette étude, l'objectif est d'identifier les tactiques pour massifier et industrialiser la rénovation énergétique profonde des habitations individuelles unifamiliales privées en Wallonie. Une triple méthodologie a été exploitée pour collecter les données de cette analyse : des recherches bibliographiques, des interviews semi-structurées et l'utilisation de documents confidentiels d'entreprises privées.

Ce travail dresse un tour d'horizon de la situation actuelle et des initiatives qui verront le jour à court-terme. Après avoir mis en évidence les obstacles, les incohérences et les freins identifiés lors des recherches, cette étude propose des pistes de solutions systémiques concrètes et pragmatiques.

Remerciements

Avant de présenter ce travail de fin d'étude, je souhaiterais remercier tous ceux qui y ont contribué, directement ou indirectement.

Tout d'abord, je remercie tout particulièrement mon promoteur Stéphane MONFILS, suppléant à la faculté des sciences de l'ULiège en 2020-2021, pour sa guidance pertinente et efficace, pour le partage de son expérience, pour ses remarques très avisées, pour sa grande disponibilité, pour nos échanges animés autour de débats épineux, pour m'avoir permis d'évoluer à ma manière, quelques fois moins conventionnelle, dans la matière et pour sa bienveillance tout au long de ce travail.

Je remercie également à J.-M. HAUGLUSTAINE, professeur à la faculté des sciences de l'ULiège, de m'avoir consacré du temps, d'avoir partagé sa vision et son avis sur les sujets abordés dans ce travail. Je le remercie aussi tout particulièrement pour son appel téléphonique, en octobre 2019, pour me confirmer la possibilité de m'inscrire à ce cursus. Dans nos trajectoires, il y a des événements qui changent le cours de notre vie.

Je voudrais aussi adresser mes remerciements à Axel GAUTIER, professeur au département d'économie de l'école de commerce HEC de l'ULiège, et à Ophélie BLAUEN pour le partage de leurs expertises, pour leurs conseils et le temps qu'ils m'ont consacré.

Je remercie particulièrement toutes les personnes interviewées dans le cadre de cette recherche pour leur temps malgré un agenda très chargé : Thierry LAUREYS, administrateur-délégué de la société coopérative Corenove, Thierry VAN CAUWENBERG, conseiller politique en charge de la massification des rénovations auprès de Philippe Henry, Ministre wallon du Climat, de l'Energie et de la Mobilité, Arnaud DAWANS, gestionnaire de projets au CSTC, Alain MEESEN, un responsable de l'association des professionnels des études énergétiques des bâtiments. Je remercie également les deux intervenants dont le nom n'a pas été diffusé dans le cadre de ce travail.

Mes remerciements vont à Fabrice pour son soutien moral sans faille, pour l'équilibre qu'il apporte à ma vie et pour sa rigueur dans la précieuse relecture de ce travail.

Un immense merci à ma famille, à mon papa, ma maman, Christian et Brigitte pour nos débats animés, pour leur soutien, leurs conseils, leur bienveillance et les relectures.

Je dédie ce travail à mon Hugo : « Je rêve de te laisser un monde équilibré, équitable, durable, sobre, bienveillant et vertueux où, toi aussi, tu pourras réaliser ton rêve. »

Sommaire

REMERCIEMENTS	4
SOMMAIRE	5
LISTE DES ABRÉVIATIONS	8
LISTE DES FIGURES	8

INTRODUCTION	10
---------------------	-----------

PARTIE I : L'ÉTAT DE L'ART	12
-----------------------------------	-----------

1. LE CONTEXTE DE LA LUTTE CONTRE LE DÉRÈGLEMENT CLIMATIQUE	12
2. LA DESCRIPTION DU BÂTIMENT-RÉFÉRENCE CIBLÉ PAR L'ÉTUDE	14
3. LA STRATÉGIE DE RÉNOVATION DU PARC RESIDENTIEL EN WALLONIE	15
3.1. LA STRATÉGIE DE RÉNOVATION DE LA RÉGION WALLONNE	15
3.2. LA RÉALITÉ SOCIALE DES CITOYENS	16
3.3. EN BREF, L'ÉTAT DU PARC RÉSIDENTIEL WALLON	16
4. LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE	19
4.1. LE PROCESSUS DE RÉNOVATION, LES ACTEURS ET LEURS RÔLES	19
4.2. LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS	20
4.3. LES EXIGENCES DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS LORS DE LA RÉNOVATION	23
4.4. LES INCITANTS À LA RÉNOVATION	27
4.5. LES AVANTAGES DE LA RÉNOVATION	28
4.6. LES MODES D'ACCOMPAGNEMENT DES PROPRIÉTAIRES	30
5. LA MASSIFICATION ET L'INDUSTRIALISATION DE LA RÉNOVATION	33
5.1. LES DÉFINITIONS	33
5.2. LES COROLLAIRES DE LA MASSIFICATION ET DE L'INDUSTRIALISATION	34
6. LA RENTABILITÉ ET LES MODES DE FINANCEMENT DE LA RÉNOVATION	34
6.1. L'APPROCHE PAR TYPOLOGIE	34
6.2. LA RENTABILITÉ D'UNE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE PROFONDE	35
6.3. LES SOURCES DE FINANCEMENT POUR LES MAÎTRES D'OUVRAGE	38
7. L'APPROCHE SYSTÉMIQUE ET L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE	41
7.1. LA DISTINCTION ENTRE UNE APPROCHE LINÉAIRE ET SYSTÉMIQUE	41
7.2. L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE	41
7.3. L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LA RÉNOVATION	44
8. LA QUESTION DE RECHERCHE	46
9. LA METHODOLOGIE DE RECHERCHE	47
9.1. LES RECHERCHES BIBLIOGRAPHIQUES	47
9.2. LES INTERVIEWS SEMI-STRUCTURÉES	47
9.3. DES DOCUMENTS CONFIDENTIELS D'ENTREPRISES PRIVÉES	48

PARTIE II : LES RÉSULTATS DES INTERVIEWS	49
---	-----------

1. LES ACTEURS INTERVIEWÉS	49
1.1. LE DÉPARTEMENT DU BÂTIMENT DURABLE	49
1.2. LE CABINET DU MINISTRE HENRY EN CHARGE DU CLIMAT, DE L'ÉNERGIE, DES INFRASTRUCTURES ET DE LA MOBILITÉ	50

1.3.	LA SOCIÉTÉ CORENOVE SCRL	51
1.4.	LES GROUPES D' ACTIONS LOCAUX (GAL) ET LE PROJET PARIÉNERGIE	51
1.5.	LES AUDITEURS-LOGEMENTS	52
1.6.	LE CSTC – CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION	53
2.	LA DÉFINITION DE LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE PROFONDE	54
2.1.	LA DÉFINITION DE LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE PROFONDE	54
2.2.	LA PERCEPTION DES INITIATIVES GUICHET D'ÉNERGIE ET PLATEFORMES WALLORÉNO DE LA RÉGION	55
2.3.	RÉSUMÉ ET CONSIDÉRATIONS	56
3.	LES FREINS ACTUELS À LA RÉNOVATION, LES INCITANTS ET LA MISE EN PLACE DE MESURES CONTRAIGNANTES	56
3.1.	LES FREINS À LA RÉNOVATION	57
3.2.	LES INCITANTS À LA RÉNOVATION	60
3.3.	LA MISE EN PLACE DE MESURES COERCITIVES	60
3.4.	RÉSUMÉ ET CONSIDÉRATIONS	60
4.	LA MASSIFICATION DE LA RÉNOVATION	61
4.1.	ACCROÎTRE PROGRESSIVEMENT L'OFFRE ET LA DEMANDE TOUT EN ÉQUILIBRE	62
4.2.	LA TEMPORALITÉ DE LA MASSIFICATION	62
4.3.	ZOOM SUR LES INITIATIVES POUR AMORCER LA MASSIFICATION DE LA DEMANDE EN WALLONIE	62
4.4.	L'INDUSTRIALISATION ET LES ÉCONOMIES D'ÉCHELLE	67
4.5.	RÉSUMÉ ET CONSIDÉRATIONS	70
5.	LE FINANCEMENT DES TRAVAUX	70
5.1.	LES SOLUTIONS DE FINANCEMENT ACTUELLES, DESTINÉES AUX PROPRIÉTAIRES	70
5.2.	LES SOLUTIONS DE FINANCEMENT FUTURES, À DESTINATION DES PROPRIÉTAIRES	71
5.3.	LES PROPOSITIONS RÉALISÉES PAR DES ACTEURS DE TERRAIN	75
5.4.	RÉSUMÉ ET CONSIDÉRATIONS	77
6.	LA PLACE DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LA MASSIFICATION	77
6.1.	LES LIMITES ACTUELLES DE LA FILIÈRE	78
6.2.	QUI EST RESPONSABLE DE METTRE LA CIRCULARITÉ AU CŒUR DES PROJETS DE RÉNOVATION DÈS LA CONCEPTION ET JUSQU'À LA DÉCONSTRUCTION ?	78
6.3.	LA MAIN D'ŒUVRE LOCALE	79
6.4.	LES MATÉRIAUX MIS EN ŒUVRE	80
6.5.	LES DÉCHETS COMME MATIÈRE PREMIÈRE	81
6.6.	L'ÉCONOMIE DE LA FONCTIONNALITÉ	81
6.7.	QUELLE PLACE EST RÉSERVÉE À L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE DANS LES FUTURS PROJETS ?	82
6.8.	RÉSUMÉ ET CONSIDÉRATIONS	83

PARTIE III : DES ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES **84**

1.	INTRODUCTION	84
2.	LA TYPOLOGIE DE RÉFÉRENCE	84
2.1.	LA CERTIFICATION PEB DE L'HABITATION DE RÉFÉRENCE	85
2.2.	LES CALCULS DE LA CONSOMMATION TOTALE D'ÉNERGIE PRIMAIRE RECTIFIÉ	87
2.3.	LES CHIFFRES-CLÉS	87
3.	LES ASPECTS FINANCIERS DE LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE PROFONDE	87
3.1.	LA MÉTHODOLOGIE	88
3.2.	LES SIMULATIONS ET LES RÉSULTATS	94
3.3.	CONCLUSION	98
3.4.	LES LIMITATIONS DE L'ÉTUDE	99

4.	LA MISE EN ŒUVRE DE LA CIRCULARITÉ	100
4.1.	INTRODUCTION	100
4.2.	LA MÉTHODOLOGIE	100
4.3.	LES RÉSULTATS	100
4.4.	LES LIMITATIONS DE L'ÉTUDE	109
PARTIE IV : ANALYSE TRANSVERSALE ET ORGANISATION DE LA GOUVERNANCE		110
PARTIE IV : CONCLUSION		115
1.	LA CONCLUSION	115
2.	LES PISTES POUR POURSUIVRE CE TRAVAIL	116
BIBLIOGRAPHIE		117
ANNEXES		122
1.	FORMULAIRE DE CONSENTEMENT POUR LA PARTICIPATION À LA RECHERCHER ET POUR L'UTILISATION DE DONNÉES À CARACTÈRE PERSONNEL ENVOYÉ AUX ACTEURS INTERVIEWÉS	123
2.	TYPLOGIE ET SYSTÈMES DE LA RÉFÉRENCE-CIBLE UTILISÉE DANS LA PARTIE III	128
3.	RÉSULTATS DES CALCULS, UTILISÉES DANS LA PARTIE III SECTION 3	131
3.1.	PARAMÈTRES HABITATION	131
3.2.	TRAVAUX-PRIMES	133
3.3.	CALCULS DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE	134
3.4.	RENTABILITÉ DU PROJET SUR BASE DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE	135
3.5.	DÉTERMINATION DE LA PLUS-VALUE IMMOBILIÈRE EN CAS DE REVENTE	137
3.6.	SIMULATION D'UN PRÊT AVEC UN CAPITAL PROGRESSIF	138
4.	ENCODAGE PACE DE L'HABITATION-RÉFÉRENCE UTILISÉE DANS LA PARTIE III SECTION 3	139
4.1.	CERTIFICAT PEB DE LA RÉGION WALLONNE DE L'HABITATION-RÉFÉRENCE	139

Liste des abréviations

CGA	Coût Global Actualisé
EANC	Espace Adjacent Non Chauffé
ECS	Eau-Chaude Sanitaire
EPC	Performance Energétique des Bâtiments en Flandre
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
HVAC	Chauffage, Ventilation et Climatisation
PAC	Pompe A Chaleur
PEB	Performance Energétique des Bâtiments en Wallonie
SPF	Service Public Finance
SPW	Service Public Wallonie

Liste des figures

Figure 1: Pourcentage de logements construits avant 1945 – Source : Vanneste, Thomas, et Goossens 2007.....	17
Figure 2: Pourcentage des bâtiments résidentiels nécessitant un assainissement ou des travaux importants en fonction de leur âge - chiffre Enquête-Qualité 2007 - DGATLP, MRW.....	18
Figure 3: Echelle du label PEB et répartition des bâtiments résidentiels wallons selon leur performance énergétique. Source : bases de données déclarations PEB et certificats PEB	18
Figure 4: Processus de la rénovation énergétique.....	20
Figure 5: Label PEB Région wallonne vs Belgique - Source:(Vanparys, Niclaes, et Lesage 2012)	22
Figure 6: Indicateurs des divergences entre la PEB et les consommations en fonction de la consommation spécifique d'énergie primaire – Source (Stephane Monfils 2018).....	23
Figure 7: Procédures en fonction de la nature des travaux - Source https://energie.wallonie.be/	24
Figure 8: Exigences de la PEB - Source https://energie.wallonie.be/	26
Figure 9: Exigence de la valeur U _{max} - Source https://energie.wallonie.be/	27
Figure 10: Les avantages de la rénovation	29
Figure 11: Les services proposés par un guichet unique – brochure : « Comment mettre en place un Guichet Unique pour la rénovation énergétique intégrée des logements », Energy Cities, juillet 2020	31
Figure 12: Modèles commerciaux de guichet unique – brochure : « Comment mettre en place un Guichet Unique pour la rénovation énergétique intégrée des logements », Energy Cities, juillet 2020	32
Figure 13: Les cinq maisons individuelles en Wallonie retenues pour cette étude - Source : COZEB 235	
Figure 14: Evaluation de la rentabilité de la rénovation vers un label A pour les typologies de maisons individuelles - Source: COZEB 2	36
Figure 15: Eléments constitutifs du CGA selon la directive PEB - Source : COZEB 2	37
Figure 16: Schéma des outils de financement – Source (Brown, Sorrell, et Kivimaa 2019)	39
Figure 17: L'économie circulaire, 3 domaines, 7 Piliers - Source : ADEME (Agence de la transition écologique, en France), 2021	42
Figure 18: Principe de l'économie circulaire – Source : www.cstc.be (Centre scientifique et technique de la construction, en Belgique).....	45
Figure 19: Matrice du programme de massification de la rénovation en Région wallonne	51
Figure 20: L'accompagnement à la rénovation - Source: (Jossen et Saliez 2021).....	63
Figure 21: TABULA Webtool illustration – Source : https://webtool.building-typology.eu/	84

Figure 22: Source Statbel 2020 - Ventes de biens immobiliers 4 façades en Région wallonne.....	89
Figure 23: Evaluation du coût de la rénovation au label A sur base des résultats COZEB 2	89
Figure 24: Liste des coûts inclus dans la simulation.....	90
Figure 25: Représentation graphique des indicateurs étudiés (exprimés en années) pour un ménage ayant des revenus équivalents de type R2.....	95
Figure 26: Représentation graphique des indicateurs étudiés (exprimés en années) pour un ménage ayant des revenus équivalents de type R4.....	96
Figure 27: Représentation graphique des indicateurs étudiés (exprimés en années) sans prime	96
Figure 28: Explications sur la manière dont les résultats seront répertoriés	110
Figure 29: Synthèse des tactiques pour massifier la rénovation énergétique profonde (légende : vert - en projet ; rouge - n'existe pas en Région wallonne).....	112
Figure 30: Synthèse des modes de financement, utiles pour massifier la rénovation énergétique profonde (légende : vert - en projet ; rouge - n'existe pas en Région wallonne)	114
Figure 31: Tabula Building Data BE.N.SFH.01.Gen.ReEx.0016 – 1	128
Figure 32: Tabula Building Data BE.N.SFH.01.Gen.ReEx.0016 - 2	129
Figure 33: Tabula System Data BE.N.SFH.01.Gen.ReEx.0016 – Heating	129
Figure 34: Tabula System Data BE.N.SFH.01.Gen.ReEx.0016 – ECS	130
Figure 35: Paramètres de l'habitation (1/2)	131
Figure 36: Paramètres de l'habitation (2/2)	132
Figure 37: Coût des travaux et primes/incitants	133
Figure 38: Hypothèses de calcul des économies d'énergie.....	134
Figure 39: Rentabilité d'un projet uniquement basé sur les économies d'énergie	135
Figure 40: Coût actualisé à l'année 1, cumulé année après année	136
Figure 41: Détermination de la plus-value du bien immobilier en cas de revente en fonction de l'année de vente.....	137
Figure 42: Simulation d'un prêt avec un capital progressif (1% + 10% suppl. chaque année).....	138

INTRODUCTION

Juillet 2021, une série d'inondations affectent L'Europe de l'Ouest. Aucun chiffre consolidé n'est disponible actuellement pour la Wallonie, mais les communes de Liège, Verviers, Trooz et Pepinster dénombrent déjà plus de 25.371 personnes à reloger (Roberfroid 2021). Le Gouvernement de Wallonie a décidé de dégager des aides financières pour soutenir les citoyens, indépendants, entreprises et communes sinistrées. 2 milliards d'euros seront investis pour des reconstructions en Wallonie (Service public de Wallonie s. d.). Il ne s'agit plus de reconstruire les habitats à l'identique, il devient essentiel de s'adapter pour anticiper les impacts du dérèglement climatique et de repenser l'aménagement du territoire (Hutin 2021).

Depuis décembre 2019, la pandémie de SARS-CoV-2 a fait plus de 4 millions de morts¹ dans le monde. Notre monde actuel fait face à une crise sanitaire exceptionnelle qui a des impacts socio-économiques majeurs. Pour y faire face, l'Europe développe un plan de relance NextGenerationEU². 2.018 milliards d'euros contribueront à la reconstruction de l'Europe de l'après-COVID-19, une Europe plus verte, plus numérique et plus résiliente. De son côté, la Wallonie met en place un plan de relance socio-économique de 7,64 milliards d'euros (Noulet 2021). Ce montant se répartit selon 5 axes stratégiques dont celui de la soutenabilité environnementale. Cet axe concerne la rénovation des bâtiments, le déploiement des énergies renouvelables, la mobilité et la protection de la biodiversité. Après cette période d'austérité, il est crucial d'envisager des efforts de relance socio-économique pour limiter l'ampleur de la crise économique qui fait suite à la crise sanitaire.

Le 11 décembre 2019, l'Europe présente son pacte vert³. Il définit la marche à suivre pour faire de l'Europe le premier continent climatiquement neutre d'ici à 2050, tout en stimulant l'économie, en améliorant la santé et la qualité de vie des citoyens, en préservant la nature et en ne laissant personne de côté. L'un des axes principaux est la construction et la rénovation économes en énergie et en ressources. Les bâtiments représentent 40 % de la consommation d'énergie, et à ce jour, le taux annuel de rénovation du parc immobilier varie de 0,4 à 1,2 % dans les États membres (European Commission 2019). L'Union européenne et les États-membres s'engagent dans une « renovation wave » des bâtiments publics et privés. De plus, la Commission annonce qu'elle veillera à ce que la conception des bâtiments neufs et rénovés répondent, à chaque étape, aux besoins de l'économie circulaire et débouchent sur une numérisation accrue et une plus grande résilience du parc immobilier au changement climatique (European Commission 2019).

Ces trois événements d'origines, à priori singulièrement différentes, montrent que les secteurs de la construction et de l'énergie sont au cœur des grands défis actuels.

Les sommes d'argent exigées par ce chantier sont titanesques, il n'y aura donc qu'un seul et vaste programme à considérer pour répondre aux trois impératifs suivants : la lutte contre le dérèglement climatique, la relance socio-économique postpandémie, et l'adaptation aux catastrophes climatiques lors de la reconstruction de l'habitat wallon détruit par les inondations.

Ce travail de recherche est une étude holistique et exploratoire des tactiques pour industrialiser et massifier la rénovation énergétique profonde des habitations individuelles unifamiliales privées en Région wallonne. Notre objectif s'inscrit à la fois dans la stratégie wallonne de rénovation et ses objectifs ambitieux, en prenant en considération les autres impératifs précités qui s'imposent dans ce secteur.

¹ https://www.lavenir.net/cnt/dmf20210728_01600942/le-bilan-de-la-pandemie-de-covid-19-a-la-mi-journee, consulté le 31/07/2021

² https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_fr, consulté le 31/07/2021

³ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_19_6691, consulté le 31/07/2021

L'un des points pivot de la mise en place de la stratégie de rénovation de la Région est d'amorcer et de pérenniser l'accélération croissante du rythme des rénovations des logements en Wallonie. Cette phase est particulièrement ardue, car elle doit tenir compte de tous les obstacles à la rénovation. Une fois qu'ils seront levés, des initiatives doivent être mises en place pour massifier, autrement dit, assurer une production de masse et engendrer une participation massive des Wallons aux programmes de rénovation.

Cette étude se focalise spécifiquement sur les rénovations énergétiques profondes des habitations unifamiliales, construites avant 1945, détenues par des propriétaires privés, caractérisées par un label E, F, G dans le référentiel de la performance énergétique du bâtiment wallon. Notre démarche a été complétée par une analyse déclinée en trois axes : les modes d'accompagnement des maîtres d'ouvrage, les solutions de financement des projets de rénovation et la mise en œuvre de l'économie circulaire.

L'ambition de ce travail est de pouvoir faire un état des lieux complet de la situation, de répondre aux questions de recherche et de formuler des propositions d'actions.

Il est composé de trois parties principales : l'état de l'art, les constats des interviews réalisées dans le cadre de cette étude, les résultats d'études approfondies.

Dans l'état de l'art, ce rapport met d'abord en lumière la nécessité de massifier la rénovation énergétique (partie I section 1) des habitations individuelles ciblées par cette étude (partie I section 2) pour souscrire aux objectifs de la stratégie wallonne de rénovation (partie I section 3). Ensuite, il analyse le concept de rénovation énergétique dans son ensemble : le processus (partie I section 4.1), la réglementation (partie I sections 4.2, 4.3), les incitants (partie I section 4.4), les avantages (partie I section 4.5), les modes d'accompagnement (partie I section 4.6) ainsi que les aspects financiers (partie I section 6.2) et de financement (partie I section 6.3). Puis, il définit les concepts de massification et d'industrialisation (partie I section 5). Enfin, il explore les concepts et les formes de l'économie circulaire (partie I section 7).

Dans la seconde partie, cette recherche détaille les résultats obtenus grâce aux interviews. Il présente les acteurs interviewés (partie II section 1) et leurs avis concernant la rénovation énergétique profonde (partie II section 2), les freins/incitants actuels à la rénovation (partie I section 3), la massification (partie II section 4), le financement (partie II section 5) et la place de l'économie circulaire (partie II section 6).

Dans la troisième division, ce rapport va explorer les limites des modes de financement et définir les caractéristiques de solutions plus adaptées (partie III section 3) sur base de l'analyse d'une typologie correspondant à l'habitation ciblée par cette étude (partie III section 2). Et il va envisager des pistes concrètes pour concevoir l'économie circulaire au centre du programme de massification (partie III section 4).

La quatrième partie présente une analyse transversale des résultats en soulignant le concept de gouvernance centralisée et décentralisée (partie IV).

Notre choix et l'objectif de ce travail est d'analyser le problème conjoncturel, de manière holistique et de plancher de préférence avec créativité sur des solutions systémiques.

PARTIE I : L'ETAT DE L'ART

1. LE CONTEXTE DE LA LUTTE CONTRE LE DEREGLEMENT CLIMATIQUE

Depuis des décennies, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) calcule la température moyenne globale de surface sur la base des données de 5 sources internationales différentes (NOAA, NASA GISS, Met Office/UEA, Copernicus Climate Change Service et Japan Meteorological Agency). Les chercheurs ont pu observer une augmentation de la température moyenne mondiale au cours des dernières décennies : les températures moyennes pour les périodes de cinq (2015-2019) et dix ans (2010-2019) ont été les plus élevées jamais enregistrées depuis 1833 ; depuis les années 1980, chaque décennie est plus chaude que la précédente. Cette tendance devrait se poursuivre en raison des niveaux records de gaz à effet de serre qui piègent la chaleur dans l'atmosphère (Service Public Fédéral s. d.).

Les prévisions relatives au réchauffement mondial moyen d'ici 2100 dépendent en bonne partie des scénarios d'émissions considérés. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui assiste les Nations unies dans le domaine scientifique, estime que l'augmentation moyenne de la température de la surface terrestre à l'horizon 2100 par rapport à la période 1986-2005 variera de 0,3 à 1,7°C pour les scénarios les plus ambitieux en matière de réduction des émissions, et de 2,6 à 4,8°C pour les scénarios les moins ambitieux (IPCC 2014).

Si nous voulons limiter le réchauffement mondial autour de 1,5°C, il nous faudra fournir des efforts très conséquents d'ici 2030, des émissions inférieures d'environ 45% à celles de 2010, et plus aucune émission à partir de 2050 (Service Public Fédéral s. d.).

La considération du problème climatique n'est que la partie émergée de l'iceberg liée aux enjeux environnementaux planétaires qui se jouent actuellement. La réalité est plus globale, car l'anthropocène a pour conséquence l'érosion de la biodiversité, l'exploitation et la destruction massive des ressources, etc. L'impact actuel et futur de nos modes de vie sur l'humanité se traduira par une augmentation des crises sanitaires, une croissance des migrations, d'avantage de guerres, des répercussions importantes sur l'agriculture et les ressources en général (Gemenne et Rankovic 2019).

Le rapport de Meadows (1972), résumant les travaux conduits par une équipe du Massachusetts Institute of Technology (MIT) à la demande du Club de Rome⁴, avertissait déjà sur les limites de la croissance économique et démographique de nos sociétés sur-consommatrices, ancrées dans un système socio-économique qui favorise l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables et la dégradation de l'environnement (Meadows et al. 1972) à travers une course effrénée vers la surconsommation, le progrès et l'accumulation de richesse (Viallet 2010).

Le progrès n'a pas réduit l'écart des inégalités, l'intervalle se creuse continuellement. Selon les Nations Unies⁵, 82% des richesses totales créées en 2018 sont allées aux mains des 1% les plus riches et aucune n'a été perçue par la moitié la plus pauvre de l'humanité. La promesse du progrès économique semble être utilisé comme antidote à la contestation sociale (Viallet 2010).

En 1972, à Stockholm se déroulait la première conférence sur l'environnement organisée par les Nations unies. Depuis, des institutions d'une gouvernance mondiale embryonnaire se mettent peu à

⁴ Un groupe de réflexion réunissant des scientifiques, des économistes, des fonctionnaires nationaux et internationaux, ainsi que des industriels de 52 pays, préoccupés des problèmes complexes auxquels doivent faire face toutes les sociétés, tant industrialisées qu'en développement.

⁵ <https://www.un.org/fr/un75/inequality-bridging-divide>, consulté le 7/7/21

peu en place avec la création du Programme des Nations unies pour l'environnement⁶ (PNUE), avec la création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat⁷ (GIEC, IPCC) en 1988, avec l'organisation du Sommet de la Terre⁸ à Rio de Janeiro en 1992 (qui se conclut par la signature de trois conventions internationales sur le climat, la biodiversité et la désertification), avec la mise en place des conférences des Nations unies sur le climat⁹ (COP, Conference of parties) qui donnera notamment naissance au protocole de Kyoto¹⁰ signé en 1997 et à l'Accord de Paris.

L'Accord de Paris est un traité international juridiquement contraignant sur les changements climatiques, adopté lors de la COP 21, le 12 décembre 2015. Il a pour objectif de limiter le réchauffement climatique à un niveau bien inférieur à 2°C par rapport au niveau préindustriel. Pour la mise en œuvre de cet Accord, les Etats doivent réduire leurs émissions de gaz à effet de serre de 80 à 95 % d'ici 2050 par rapport à 1990 (Nations Unies 2015).

La communauté internationale a trouvé des consensus forts pour faire face à ces enjeux à travers des accords internationaux, des protocoles, une organisation mondiale, des pactes, etc. et l'Union européenne, à travers son Green Deal (Pacte Vert), se fixe l'objectif de décarboner tous les secteurs d'ici à 2050.

Dans le dernier projet de rapport du GIEC qui sera officiellement publié en février 2022 après une approbation par consensus des 195 Etats-membres, nous pouvons déjà lire en avant-première : « *La vie sur terre peut se remettre d'un changement climatique majeur en évoluant vers de nouvelles espèces et en créant de nouveaux écosystèmes*, note le résumé technique de 137 pages. *L'humanité ne le peut pas.* » (Agence France-Presse (AFP) 2021)

⁶ Programme des Nations unies pour l'environnement - <https://www.unep.org/fr>, consulté le 2/07/21

⁷ The Intergovernmental Panel on Climate Change - <https://www.ipcc.ch/>, consulté le 2/7/21

⁸ Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement - <https://www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm>, consulté le 2/7/21

⁹ UNFCCC - Conference of Parties - <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>, consulté le 2/7/21

¹⁰ UNFCCC – Protocole de Kyoto - <https://unfccc.int/cop3/resource/docs/cop3/kpfrench.pdf>, consulté le 2/7/21

2. LA DESCRIPTION DU BATIMENT-REFERENCE CIBLE PAR L'ETUDE

Dans le cadre de cette étude exploratoire holistique, et afin de répondre aux conditions de recherche, nous avons considéré nécessaire de nous concentrer sur une cible prédéfinie. Cette limitation concerne principalement les parties I à partir de la section 5, II et III de cette étude.

D'abord, nous avons décidé de nous concentrer sur les habitations individuelles unifamiliales en Wallonie qui sont détenues par des propriétaires privés, qu'ils soient occupants ou non.

En nous focalisant sur cette cible, nous souhaitons aborder une problématique hétéroclite, complexe, multiple pour laquelle il nous semble difficile de concevoir une solution unique, et ce pour les raisons suivantes :

- Chaque habitation étant une entité à part entière, le système « parc résidentiel » à transformer est constitué d'un grand nombre d'éléments distincts ;
- Le processus décisionnel d'engager des travaux est lié à un propriétaire (ou une cellule familiale) pour chacune de ces entités. L'intérêt des différents propriétaires peut être contradictoire ;
- Même quand les propriétaires sont sensibilisés à la problématique environnementale, cet objectif commun n'est pas suffisant pour un passage à l'action au profit du bien collectif (Brisepierre 2016) ;
- Les propriétaires et occupants sont issus de milieux socio-culturels différents, ils ont des habitudes variées, des moyens financiers inégaux et des représentations culturelles différentes et parfois contradictoires (Bravo et al. 2019) ;
- Les besoins physiologiques des propriétaires sont les mêmes en fonction de leurs étapes de vie, néanmoins les autres exigences des parties prenantes peuvent faire l'objet d'un dissensus profond. Les exemples sont la perception de l'esthétique, le besoin de reconnaissance par la possession de biens matériels, la priorité accordée au logement et sa fonction au sein de la vie du propriétaire, etc. (Tjørring et Gausset 2019) ;
- Chacun des bâtiments a une typologie et des caractéristiques techniques différentes, et dès lors, les techniques à mettre en œuvre pour les décarboner sont multiples.

Les logements collectifs et sociaux ne font pas partie de cette étude. Il nous semble plus aisé de développer des processus communs et des techniques industrielles pour des logements ayant une structure et des formes communes répétées en grand nombre. Concernant les logements sociaux, les processus décisionnels sont souvent plus administratifs et rationnels, et ce contrairement aux logements privés dont les propriétaires sont culturellement attachés à des processus décisionnels plus sensibles à la dimension émotionnelle.

De même, les bâtiments tertiaires et publics ne seront pas pris en compte dans cette analyse.

Ensuite, dans le cadre de ce travail, nous faisons trois restrictions complémentaires. Nous ciblons les habitations individuelles unifamiliales construites avant 1945, ayant une structure en mur plein, et dont la performance énergétique est labellisée E, F ou G (termes définis dans la partie I, section 4.2).

Nous étudions les solutions pour la massification de la demande de rénovation uniquement (défini partie I section 5.1).

Et nous nous focaliserons sur les rénovations énergétiques profondes uniquement. Avec cette limitation nous excluons les solutions de rénovation par phase. Elles sont déjà largement étudiées dans la littérature, et elles apparaissent aujourd'hui comme la solution la plus évidente pour répondre aux difficultés avec des solutions structurelles.

3. LA STRATEGIE DE RENOVATION DU PARC RESIDENTIEL EN WALLONIE

3.1. La stratégie de rénovation de la Région wallonne

L'Europe se donne comme objectif d'avoir un parc immobilier rénové pour respecter l'Accord de Paris en 2050. C'est un secteur qui est l'un des trois plus gros consommateurs d'énergie en Europe, il est responsable de plus d'un tiers des émissions de l'UE. Mais seulement 1 % des bâtiments fait l'objet d'une rénovation énergétique chaque année. En terme de chiffres, environ 75 % du parc immobilier est inefficace sur le plan énergétique, et près de 85 à 95 % de ces bâtiments seront encore utilisés en 2050 (Renovation Wave 2021). Dans ce contexte, la rénovation des bâtiments privés est une mesure essentielle comme cela a été mentionné dans le Green Deal européen (European Commission 2019). De plus, la main-d'œuvre et le savoir-faire du secteur sont largement localisée dans les entreprises locales, l'émergence de ce secteur permettra de jouer un rôle crucial dans la reprise à la suite de la pandémie de COVID-19 (Renovation Wave 2021). Pour réaliser ces aspirations, la Commission Européenne a publié le 14 octobre 2020, sa nouvelle stratégie de rénovation : « A renovation wave for Europe » (Renovation Wave 2021).

Sous l'impulsion de l'Europe, la Wallonie s'est défini également des objectifs ambitieux. Elle souhaite être à la hauteur des défis que représentent la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la transition énergétique. Le Département de l'Energie et du Bâtiment durable a fait connaître sa stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020). Elle a été actée par le Gouvernement wallon le 12 novembre 2020.

Dans le cadre de sa stratégie, la Région wallonne s'est défini les objectifs globaux suivants : améliorer le confort et la santé des habitants (avec une attention particulière aux personnes en situation de précarité) ; réduire les impacts environnementaux liés à l'occupation du parc de bâtiments et à son infrastructure ; favoriser le développement économique et diminuer la dépendance énergétique de la Région.

Un des objectifs spécifiques majeurs pour les bâtiments résidentiels est la réduction de la consommation d'énergie moyenne. La performance moyenne des logements devrait tendre vers un label A en 2050 (défini dans la partie I section 4.2), ce qui correspond à une amélioration du parc de 81% et une réduction de 41% de la consommation d'énergie primaire des logements. (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020)

Pour remplir sa mission, les principes clés sont : la connaissance du parc de bâtiments (et de son état) ; la cohérence entre les différentes politiques ; le passeport bâtiment incluant une feuille de route rénovation (définis dans la partie II section 1.1) ; l'accompagnement global des ménages sous forme de guichet unique (défini dans la partie II section 4.3), la qualité de mise en œuvre, notamment via un renforcement du rôle des professionnels et des formules de financement innovantes (défini dans la partie I section 4.4).

Dans sa stratégie, la Région veut accélérer les rythmes de rénovation, prioriser à la fois les travaux à effectuer et la demande de rénovation. Elle table actuellement sur des projets individuels de rénovation en phases ou profonde (définis dans la partie II section 2.1), selon un processus précis et des outils prédéfinis (défini dans la partie I section 4.1), avec des incitants financiers sous forme de primes (définis dans la partie II section 2.2) dépendant du revenu des ménages, sans aucune mesure coercitive (partie II section 3.3) et exempts d'une approche concrète à grande échelle pour activer, accroître et amplifier la massification.

Ces quelques chiffres suggèrent l'ampleur du chantier : 0,7% des logements du parc immobilier doivent être des rénovations énergétiques profondes menant au label A pendant la période 2021-2025. Il s'agit

de 4000 rénovations par an à partir de 2021, pour atteindre 18.000 à 20.000 rénovations par an au label A à partir de 2025. Il est évident que le scénario est très ambitieux et que des actions concrètes doivent être prévues impérativement à très court terme. Pour rester pragmatique, le rythme des rénovations ne sera pas détaillé ici. Ces éléments chiffrés sont détaillés dans la stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020).

3.2. La réalité sociale des citoyens

L'administration, dans la définition de sa stratégie, et dans l'élaboration de ses tactiques, est amenée à traiter les citoyens, leurs associations et les entreprises productrices de biens et de services comme des interlocuteurs actifs, porteurs de savoirs, d'exigences, de projets, de solutions, de contraintes, de fonctionnements propres et à collaborer avec eux en jouant un rôle de conseil, d'organisation, de synchronisation des acteurs, d'accompagnement bien au-delà de sa fonction traditionnelle. Les questions d'énergie ne pourront progresser que grâce à ces collaborations ou des co-constructions quadripartites : citoyens, associations (régionales, nationales et ONG internationales reconnues par l'ONU), entreprises (locales et globalisées) et pouvoirs publics (nationaux et plurinationaux comme l'UE) (Schachter 1995).

Les parties prenantes de la rénovation énergétique des habitations individuelles privées ne sont pas seulement des acteurs économiques, il s'agit aussi de réalités sociales. Elles sont mouvantes, changeantes et porteuses de contradictions. Les contradictions ne rendent pas les problèmes insolubles. Simplement, le temps social, avec ses latences, ses accélérations, ses décélérations et ses bifurcations, joue un rôle, questionne la linéarité des actions et conduit à intégrer les interactions avec des réalités sociales. Elles ne sont pas arbitraires mais obéissent à des logiques qui sont bien moins émotionnelles qu'il n'y paraît généralement, ces logiques répondent aux perceptions collectives d'un ensemble de réalités et aux représentations que s'en font les acteurs et les mouvements sociaux (Latour 2010), (Henderson 1993).

Ce concept crucial n'est pas l'objet de ce travail, néanmoins, il serait intéressant de concevoir un mécanisme de suivi qui ait les moyens d'intégrer les représentations sociales, leurs évolutions et leurs effets sur les questions énergétiques et sur les programmes d'action.

3.3. En bref, l'état du parc résidentiel wallon

En Belgique, les caractéristiques du parc de logements sont fort différentes entre la Flandre, Bruxelles et la Wallonie. L'énergie est une compétence régionale, c'est donc le Gouvernement wallon qui pilote la mise en œuvre de la rénovation énergétique.

Selon (IWEPS s. d.), la part des logements dans la consommation totale d'énergie finale en 2018 en Wallonie était de 26,57%. Et la consommation en valeur absolue augmente d'année en année depuis les années 1990.

Beaucoup de sources étudient le parc immobilier wallon. Un tour d'horizon de ces documents permet de mettre en évidence certaines caractéristiques liées à l'année de construction des bâtiments, leurs états, leurs architectures, leurs propriétaires et leurs localisations.

Le nombre de logements en Wallonie au 1^{er} janvier 2019 est de 1.628.547, dont 83% de maisons unifamiliales (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020):

- Maison unifamiliale séparée (4 façades : 33% des logements),
- Maison unifamiliale jumelée (3 façades : 24% des logements),

- Maison unifamiliale mitoyenne (2 façades : 27% des logements),
- Immeubles d'appartements (17 %).

L'étude des différentes périodes de construction montre que dans un très grand nombre de communes et villes wallonnes, plus de 40% du parc immobilier est constitué de logements construits avant 1945. (Vanneste, Thomas, et Goossens 2007)

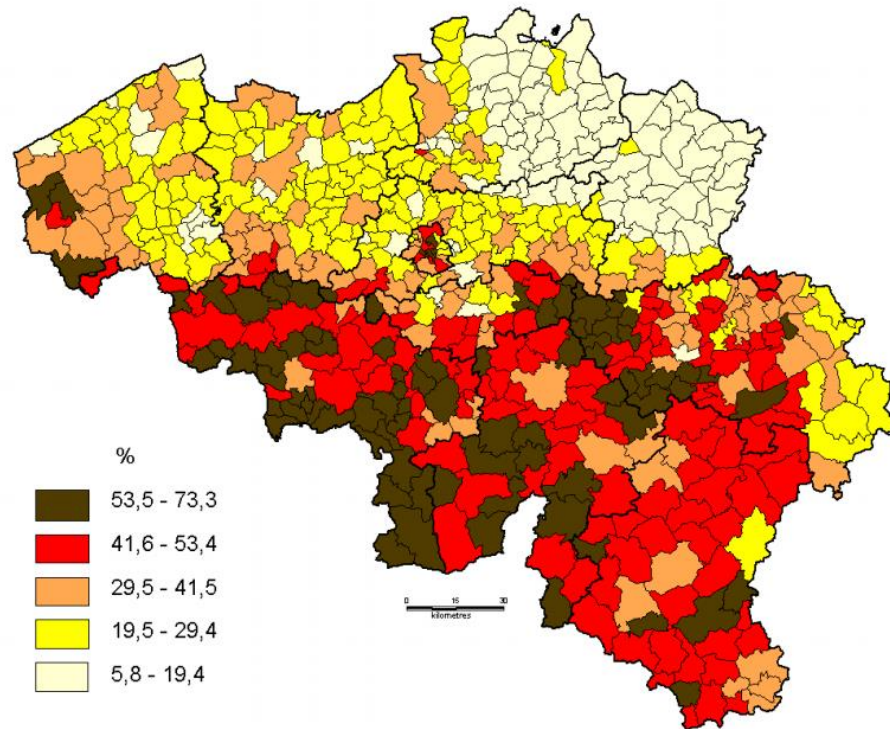


Figure IV.5: Pourcentage de logements construits avant 1945

Source: INS - ESE 2001. Analyse & cartographie: Géographie KULeuven & UCL

Figure 1: Pourcentage de logements construits avant 1945 – Source : Vanneste, Thomas, et Goossens 2007.

La répartition spatiale des logements en fonction de leur époque de construction n'est pas homogène. Elle est liée à l'histoire de l'urbanisation. Avant 1919, l'urbanisme est surtout lié à l'exploitation charbonnière et à l'activité industrielle. Les ouvriers s'installent à proximité de leur lieu de travail, dans des maisons ouvrières construites en grand nombre dans les environs des industries. En zone rurale, c'est l'architecture vernaculaire¹¹ qui est développée. Ces bâtis représentent 27% du parc de logements. Dans l'entre-deux guerres, c'est le modèle des cités-jardins qui se développe, il donnera naissance au lotissement actuel. Cela représente 18% du parc wallon.

En Wallonie, 70% des chefs de ménages sont propriétaires de leur logement (Hauglustaine et Monfils 2013). Cela influe fortement sur leurs moyens financiers, leurs exigences concernant le logement et sur le processus décisionnel de la rénovation.

Les habitations construites avant 1950 sont celles qui nécessitent le plus d'assainissement et des travaux importants (Hauglustaine et Monfils 2013). Et résoudre le problème de la salubrité des logements est un prérequis pour envisager des rénovations énergétiques profondes.

¹¹ L'architecture sans architecte, faisant appel aux matériaux disponibles sur place et mettant en œuvre des techniques traditionnelles. Oliver, P. 1997. Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World. Éditions Cambridge University Press.

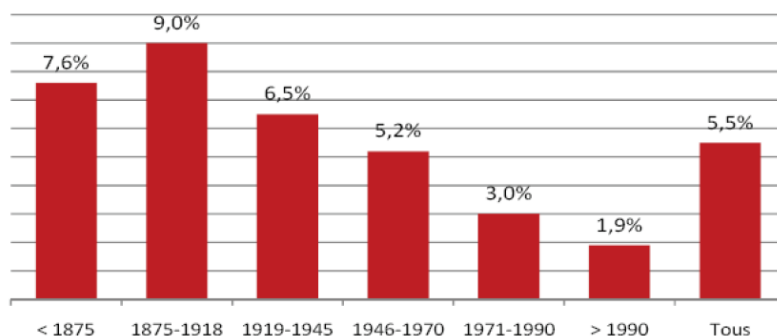


Figure 2: Pourcentage des bâtiments résidentiels nécessitant un assainissement ou des travaux importants en fonction de leur âge - chiffre Enquête-Qualité 2007 - DGATLP, MRW

En analysant les bases de données de la performance énergétique des bâtiments (PEB), il s'avère que la majorité des logements affiche une mauvaise performance énergétique. Pour les maisons unifamiliales, plus de 37 % sont de label G, 17 % de label F et 17 % de label E (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020). La définition du label énergétique est détaillée dans la partie I section 4.2.

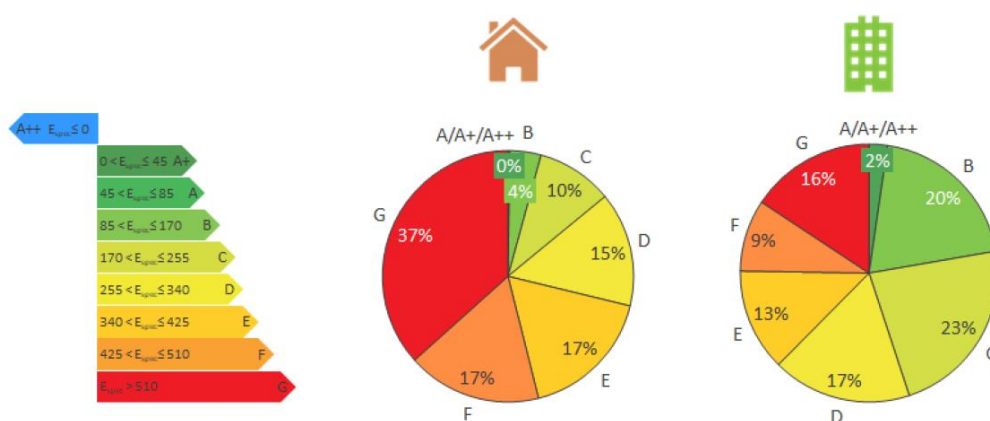


Figure 3: Echelle du label PEB et répartition des bâtiments résidentiels wallons selon leur performance énergétique. Source : bases de données déclarations PEB et certificats PEB

Les logements bâtis avant 1945 sont construits avec des techniques traditionnelles de construction, des murs pleins, en pierre ou briques, pouvant être apparentes ou non. Il existe plusieurs typologies qui caractérisent de manière précise les bâtiments de cette période.

En croisant les données, nous pouvons en déduire que les logements caractérisés par un label E, F ou G, caractérisés par une enveloppe peu ou pas isolée, peu ou pas étanche à l'air, et des systèmes peu performants sont en très grande majorité des maisons unifamiliales construites avant 1945.

En considérant les habitations ciblées par ce travail, et les résultats des études expliqués ci-dessus, nous pouvons en déduire que notre cible identifie entre 383.881 à 540.677 passoires énergétiques à rénover en toute priorité, soit un pourcentage entre 23% et 33% du parc de logements en Région wallonne.

4. LA RENOVATION ENERGETIQUE

4.1. Le processus de rénovation, les acteurs et leurs rôles

Pour comprendre le processus de rénovation énergétique d'une habitation individuelle et la trajectoire du candidat, nous avons pris contact avec le Guichet d'Energie (défini partie II section 2.2) de Namur (le 8/7/21).

Voici la description du processus obtenue auprès du guichet d'énergie :

- ✓ La première étape consiste à faire réaliser un audit-logement (défini partie II section 1).
 - L'auditeur établit un plan d'actions qui tient compte des desideratas des propriétaires et dont il faut respecter la chronologie. Il prend en compte les aspects de sécurité et de salubrité en priorité.
 - Le propriétaire doit respecter scrupuleusement les travaux et l'ordre qui ont été préconisés dans l'audit. Les travaux peuvent être étalés par phase, par bouquet sur une période de 7 ans. Si l'audit n'est pas respecté, le changement doit être réévalué par un auditeur-logement.
 - Les demandes de primes à la Région (définies partie I section 4.4) se font via l'auditeur, à l'exception de la prime audit¹².
- ✓ Le maître d'ouvrage est responsable de faire réaliser les travaux par des professionnels (indépendants ou entreprises privées). Le propriétaire est responsable de la qualité des travaux mis en œuvre.
- ✓ Le maître d'ouvrage est responsable de trouver le financement adéquat pour payer ses travaux.
- ✓ Aucun acteur ne garantit les résultats qui pourraient être escomptés sur l'ensemble des études chiffrées (calcul de déperdition des parois, temps de retour sur investissement, etc.) réalisées par l'auditeur.

Le maître d'ouvrage peut, s'il le désire, et doit dans certain cas, être accompagné par un architecte. Le processus de rénovation présenté par le guichet d'énergie est strict avec une organisation en silo (représentée en Figure 4).

Les éléments suivants ont été remarqués lors de notre interaction avec le guichet d'énergie :

- L'agent du guichet d'énergie nous a mentionné qu'il était « incontournable » de faire réaliser un audit-logement ; il n'a pas abordé les solutions alternatives pour envisager une rénovation énergétique comme l'auto-rénovation. Dès lors, il nous a semblé que le service des guichets d'énergie est un service d'accompagnement (défini partie I section 4.6) qui est « uniquement » destiné aux projets de rénovation pour lesquels les propriétaires veulent bénéficier de primes de la Région wallonne. Nous en concluons que ce service public n'apporte pas d'aide substantielle aux maîtres d'ouvrage qui ne désirent pas s'inscrire dans le processus imposé de la Région.
- L'organisation en silo de la rénovation impose aux maîtres d'ouvrage d'avoir la charge du choix des professionnels qui effectueront les travaux, d'être responsable du suivi de ceux-ci et de la qualité de mise en œuvre. Mais ils n'ont souvent aucune connaissance des techniques de rénovation, et aucune qualification dans le domaine de la performance énergétique. Cela rend le projet de rénovation complexe et risqué pour les maîtres d'ouvrage non-initiés.

¹² Prime octroyée par la Région wallonne pour réaliser un audit.

- Le processus imposé par la Région ne garantit aucun résultat d'économie d'énergie.

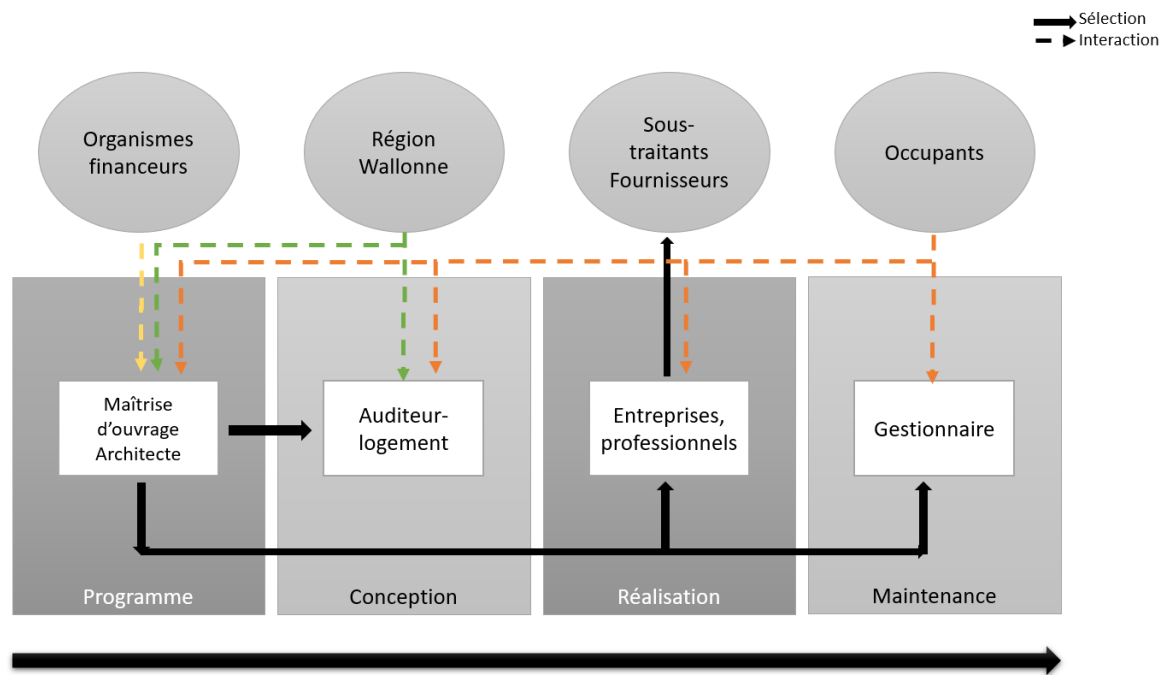


Figure 4: Processus de la rénovation énergétique

4.2. La performance énergétique des bâtiments

4.2.1 Définitions

La performance énergétique¹³ d'un bâtiment représente la consommation annuelle d'énergie intrinsèque calculée pour des conditions normalisées et pour un bâtiment précis. Elle est particulièrement pertinente pour le certificat de la performance énergétique et les réglementations (vérification de la conformité par rapport aux exigences) (ISO 52000-1 :2017).

La performance énergétique des bâtiments est définie dans la Directive européenne sur la Performance Énergétique des Bâtiments (2002/91/CE). Cette Directive a pour objectif de promouvoir l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments dans l'Union, compte tenu des conditions climatiques extérieures et des particularités locales, ainsi que des exigences en matière de climat intérieur et du rapport coût-efficacité.

La Directive fixe des exigences en ce qui concerne le cadre général d'une méthode de calcul de la performance énergétique intégrée des bâtiments, l'application d'exigences minimales en matière de performance énergétique aux bâtiments neufs, l'application d'exigences minimales en matière de performance énergétique aux bâtiments existants de grande taille lorsque ces derniers font l'objet de travaux de rénovation importants et la certification de la performance énergétique des bâtiments. (DIRECTIVE 2002/91/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments 2002)

Comme l'énergie est une compétence régionale, c'est la Wallonie qui a retranscrit la Directive pour l'appliquer sur son territoire. Le parlement wallon a voté des décrets que le Gouvernement traduit en

¹³ <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:52000:-1:ed-1:v1:fr>, consulté le 14/06/2021

arrêtés d'exécution. Les décrets déterminent les définitions, le champ d'application et les normes générales à mettre en œuvre. L'implémentation concrète est détaillée dans les arrêtés d'exécution.

La Directive PEB 2002/91/CE a été transposée, en Région wallonne, par le décret cadre du 19 avril 2007, modifiant le Code Wallon de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine (CWaTUP - CoDT) pour promouvoir la performance énergétique des bâtiments (M.B. du 29/05/2007).

Le Décret-cadre est mis en œuvre par plusieurs arrêtés d'exécution : AGW du 17 avril 2008 déterminant la méthode de calcul et les exigences, les agréments et les sanctions applicables en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments, AGW du 18 juin 2009 relatif aux actes et travaux visés à l'article 84 §2, alinéa 2 du CWaTUPE (CoDT), à la composition des demandes de permis d'urbanisme et à la procédure applicable en matière de performance énergétique des bâtiments, AGW du 3 décembre 2009 relatif à la certification des bâtiments résidentiels existants.

La transposition de la directive PEB 2010/91/CE a été faite dans le Décret du 28 novembre 2013 relatif à la Performance Énergétique des Bâtiments. L'Arrêté du Gouvernement wallon du 15 mai 2014 porte sur l'exécution de ce décret (Service public de Wallonie DGO4 2015). Ce décret a récemment été modifié par le décret du 17 décembre 2020.

Concrètement, la performance énergétique des bâtiments est déterminée sur base de la méthode de calcul définie par le Gouvernement. Elle est exprimée par un ou plusieurs indicateurs numériques. Les calculs tiennent compte, notamment : des caractéristiques techniques de l'isolation thermique et des installations ; de la conception et de l'implantation ; et d'autres facteurs, y compris le climat intérieur de l'habitation, qui influencent la demande d'énergie.

L'un des principaux indicateurs numériques de la déclaration et du certificat PEB est la consommation spécifique d'énergie primaire¹⁴ du logement (E_{spec}). C'est la consommation totale d'énergie primaire du bâtiment calculée à l'aide de l'approche standardisée de la PEB, ramenée au mètre carré de plancher chauffé. La surface de plancher est la somme des surfaces des planchers de chaque niveau du bâtiment situés dans le volume protégé, mesurées entre les faces externes des murs extérieurs et ayant une hauteur sous plafond minimale d'1m50.

Le label de la performance énergétique se résume par une lettre (A, B, ... G) qui définit l'intervalle dans lequel se situe l'indicateur de la consommation spécifique d'énergie primaire du logement. Ce label permet de standardiser l'approche pour certifier un bâtiment, il ne tient absolument pas compte de son utilisation.

4.2.2 Définitions et informations sur les termes suivants utilisés par la Région wallonne « l'objectif est de tendre vers le label A décarboné en moyenne »

« La stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment, actée par le Gouvernement wallon le 12 novembre 2020, mentionne que les objectifs de la stratégie de rénovation énergétique du parc de bâtiments wallon, en lien avec les propositions formulées dans la Déclaration de Politique Régionale 2019-2024, sont pour le résidentiel, de tendre en 2050 vers le label PEB A décarboné en moyenne pour l'ensemble du parc de logements et de viser en priorité la rénovation profonde des logements les moins performants, tout en assurant que tout projet de rénovation s'inscrive dans une réflexion globale et cohérente avec les objectifs de la région, structurée dans l'échéancier d'implémentation de la stratégie de rénovation. »
(SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020)

¹⁴ L'énergie primaire est la première forme d'énergie directement disponible dans la nature avant toute transformation, cela permet de mettre les différentes sources d'énergie sur le même pied d'égalité. Les facteurs de conversion sont les suivants : les combustibles fossiles : $F_p = 1$, l'électricité : $F_p = 2,5$, la biomasse : $F_p = 1$. <https://energie.wallonie.be/>, consulté le 14/06/2021

Par définition, le label A wallon définit une unité PEB qui a une consommation spécifique d'énergie primaire, calculé par la méthode PEB, comprise dans l'intervalle de 45 à 85 kWh/a.m². Dans le dictionnaire Larousse¹⁵, décarboner signifie limiter ou réduire les émissions de CO₂ d'un appareil, d'un processus de production, etc. Mentionner qu'une rénovation vers un label A doit être décarbonée constitue donc un pléonasme.

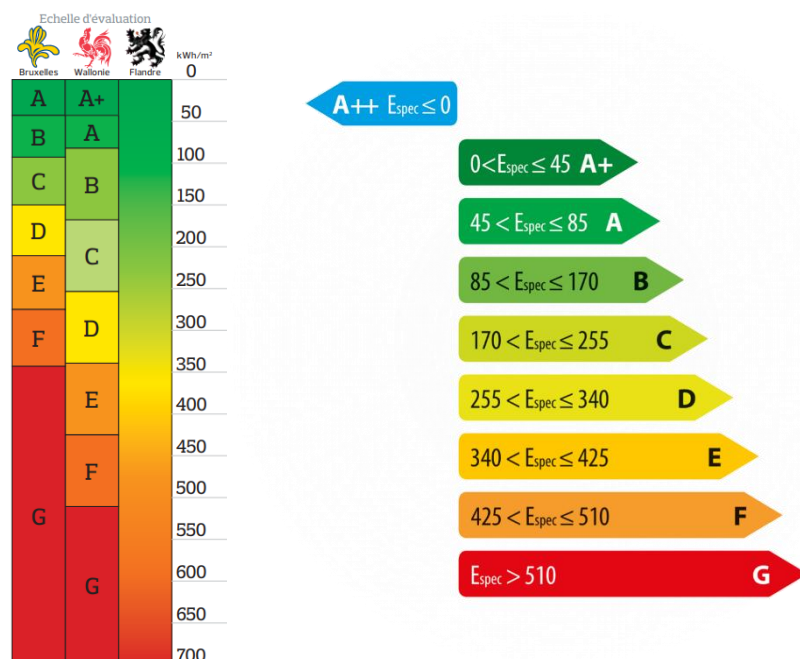


Figure 5: Label PEB Région wallonne vs Belgique - Source: (Vanparys, Niclaes, et Lesage 2012)

Durant l'une de nos interviews, nous avons pu constater que du point de vue juridique, les origines et les définitions de la performance énergétique des bâtiments semblent claires. Néanmoins, les méthodes de calculs, les équations utilisées et les coefficients semblent l'être beaucoup moins pour les ressources-clefs du terrain, les auditeurs-logements, qui l'appliquent au quotidien. Il a été important pour nous d'objectiver cette situation, et de valider la pertinence des indicateurs utilisés pour mesurer les résultats requis par les objectifs de la Région wallonne.

Dans le cadre de son interview présentée dans la partie II section 1, Alain MEESEN nous a expliqué sa vision des dérives de la méthode PEB :

« Les dérives de la méthode PEB sont apparues relativement clairement au moment où nous avons commencé à faire des audits. On a constaté un décalage énorme entre des consommations réelles et les consommations théoriques données par la méthode PEB. Car finalement, la certification et les audits sont basés sur la méthode PEB (...). Enfin bref, il y a beaucoup de similitudes et on a vu apparaître un décalage qui allait parfois du simple au double. »

(Source Interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

La thèse de Stéphane Monfils (Stephane Monfils 2018) nous a permis de mieux comprendre la situation. Elle montre qu'il y a un biais entre la consommation spécifique d'énergie primaire calculée par la méthode réglementaire et standardisée de la PEB et la consommation réelle des logements. La

¹⁵ <https://www.larousse.fr/>, consulté le 15/06/2021

Figure 6 montre que le biais observé est d'autant plus important que le logement est énergivore. Elle démontre également que la méthode de calcul de la PEB devient plus précise lorsqu'il s'agit d'évaluer l'efficacité des logements performants. Les résultats du graphique ci-dessous sont obtenus sur base des cas étudiés dans cette étude.

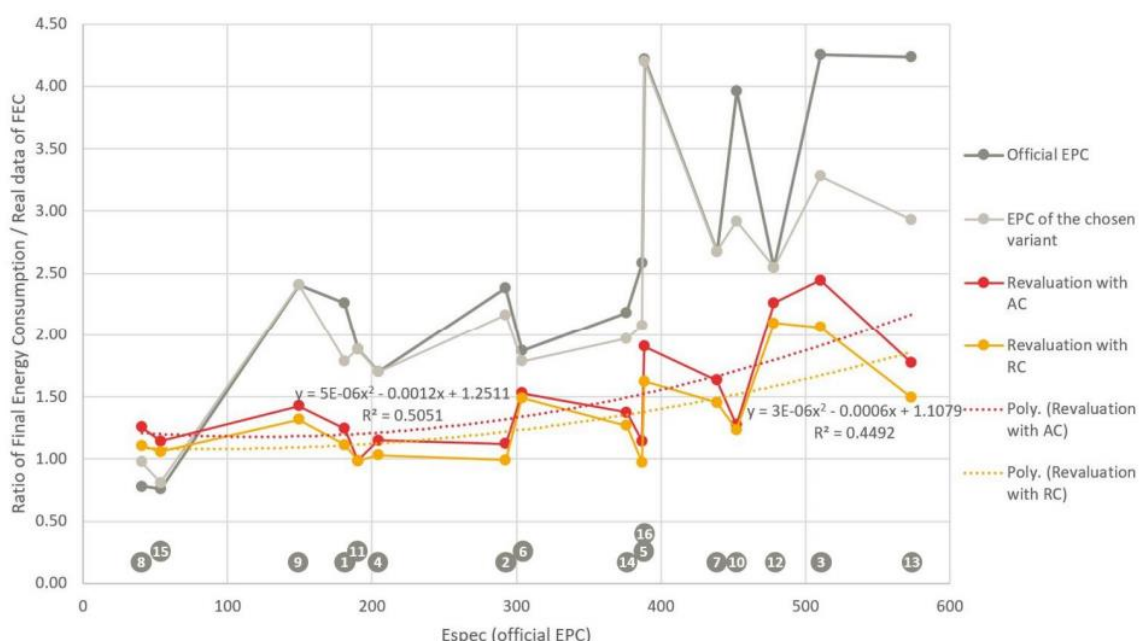


Fig. 6.1.8. Curves of the I_{eval}/obs indicator (= calculated results of total final energy consumption / real data of observed consumption), ranked according to the official $Espece$ result in $[kWh/m^2 \cdot year]$ of primary energy consumption

Figure 6: Indicateurs des divergences entre la PEB et les consommations en fonction de la consommation spécifique d'énergie primaire – Source (Stephane Monfils 2018)

Sur base de cette analyse, nous avons conclu qu'il semble ad hoc d'utiliser la méthode de calcul standardisée de la PEB pour évaluer l'énergie réellement consommée d'un logement au label A. L'objectif de la Région wallonne « la performance moyenne des logements devrait tendre vers un label A en 2050 » est approprié, puisque la méthode reflétera correctement la consommation énergétique réelle du parc immobilier wallon en 2050 lorsqu'il sera au label A.

4.3. Les exigences de la performance énergétique des bâtiments lors de la rénovation

Lorsqu'un maître d'ouvrage rénove son habitation totalement ou partiellement, la Région wallonne lui impose un niveau d'isolation thermique des parois soumises à exigence, neuves ou rénovées. Ce niveau d'exigence est défini dans la réglementation PEB. Cette réglementation évolue dans le temps. Nous présentons ci-dessous la réglementation PEB¹⁶ valable depuis le 1^{er} janvier 2021.

Il n'existe à l'heure actuelle aucune obligation de réaliser des rénovations énergétiques. Toutefois, lorsque le propriétaire s'y engage, il y a des mesures coercitives qui s'appliquent, et ce, uniquement sur les parois rénovées.

Tout d'abord, il y a des exigences sur la procédure. Elles dépendent de l'importance des travaux. Pour distinguer la nature des travaux, il faut se référer aux définitions suivantes, données par la réglementation PEB (SPW Energie 2016):

¹⁶ <https://energie.wallonie.be>, consulté le 7/7/21

- Bâtiment assimilé à du neuf : « Actes et travaux de reconstruction partielle et d'extension d'un bâtiment ou d'une unité qui consistent soit à :
 - créer un volume protégé supérieur à 800 m³ ;
 - ou doubler, au moins, le volume protégé existant ;
 - ou remplacer les installations visées par la méthode de calcul et au moins 75 % de l'enveloppe. ».
- Rénovation importante : « Travaux de rénovation, d'extension ou de démolition de l'enveloppe d'un bâtiment qui portent sur une surface dont l'ampleur est supérieure à 25 % de l'enveloppe existante » (SPW Energie, 2016).
- Rénovation simple : « Il s'agit de bâtiment faisant l'objet d'actes ou de travaux de transformation (autres que des travaux de rénovation importants) de nature à influencer la PEB » (SPW Energie, 2016).

Pour les constructions, les bâtiments assimilés à du neuf ou de rénovation importante, il faudra envisager une procédure avec un responsable PEB. Pour les autres rénovations, il s'agit d'une procédure simplifiée sans responsable PEB.

Tableaux des procédures en fonction de la nature des travaux :

NATURE DES ACTES ET TRAVAUX SOUMIS À PERMIS	BÂTIMENT NEUF OU ASSIMILÉ	Procédure AVEC responsable PEB : • Déclaration PEB initiale • Etude de faisabilité • Déclaration PEB finale • Certificat PEB • Transmis au format papier + enregistrement sur la BDD*
	RÉNOVATION IMPORTANTE (1)	
	RÉNOVATION SIMPLE y compris CHANGEMENT DE DESTINATION CHAUFFÉ => CHAUFFÉ (1)	Procédure SANS responsable PEB : Déclaration PEB simplifiée Dépôt au format papier – formulaire spécifique
	CHANGEMENT DE DESTINATION NON CHAUFFÉ => CHAUFFÉ (1)	Procédure SANS responsable PEB : Déclaration PEB simplifiée Dépôt au format papier – formulaire spécifique

* BDD = base de données de l'administration

(1) Cas particuliers (concerne les bâtiments industriels).

Figure 7: Procédures en fonction de la nature des travaux - Source <https://energie.wallonie.be/>

Pour la procédure sans responsable PEB, il y a des exigences en matière de performance énergétique sur la ventilation et sur le coefficient de transmission thermique $U_{\max}$ des parois rénovées. En cas de changement d'affectation d'un bâtiment, passant de non-chauffé à chauffé, il y a également des exigences sur le niveau global d'isolation K.

La procédure avec un responsable PEB nécessite d'établir une déclaration initiale et une déclaration finale.

Dans le cas de rénovations importantes, il y a des exigences sur le coefficient de transmission thermique $U_{\max}$ et la ventilation. Il y a également des contraintes sur le niveau global d'isolation K, en cas de changement d'affectation d'un bâtiment, passant de non-chauffé à chauffé.

Dans le cas de rénovations assimilées à du neuf, il y a des exigences sur le coefficient de transmission thermique $U_{\max}$ et sur les autres indicateurs qui concernent l'entière du bâtiment : le niveau de performance énergétique globale du bâtiment E_w , le niveau global d'isolation K, la consommation spécifique annuelle d'énergie primaire E_{spec} , la ventilation et la surchauffe.

Tableaux des exigences en fonction de la nature des travaux							Définitions
NATURE DES TRAVAUX SOUMIS À PERMIS							Le niveau K représente le <i>niveau global d'isolation</i> . Le niveau K est calculé via le logiciel sur base : de l'isolation thermique des différentes parois, de leur superficie et du volume protégé.
							Le niveau Ew représente le <i>niveau de performance énergétique global du bâtiment</i> . Il résulte du rapport entre le E du bâtiment et une valeur E de référence. Plus le Ew est faible, plus le bâtiment est performant!
Procédure AVEC responsable PEB							Le niveau Espec représente le <i>niveau de consommation spécifique annuelle d'énergie primaire</i> nécessaire pour le chauffage, le refroidissement, l'eau chaude sanitaire (pour les bâtiments résidentiels uniquement), les auxiliaires, la ventilation et l'éclairage (pour les bâtiments non résidentiels uniquement) déduction faite de l'énergie apportée par la cogénération ou le photovoltaïque. Elle s'exprime en kWh/m ² .an et est le rapport entre la consommation annuelle d'énergie primaire et la surface de plancher chauffé. Plus le Espec est faible, plus le bâtiment est performant!
Bâtiment neuf ou assimilé	PER	Maisons unifamiliales Appartements	45	85 kWh/m ² a n	Annexe C2	< 6.500 Kh	
	PEN	Bureaux Services Enseignement Hôpitaux HORECA Commerces Hébergements collectifs ...	90/45 (2)		Annexe C3		
		I	Industriel				
			≤ K35 + nœuds constructifs				
			≤ U _{max} (1)				
			≤ K55 + nœuds constructifs				
			uniquement éléments modifiés		(3)		
		Rénovation importante (4)					
Procédure SA/Ns responsable PEB							(1) Exigences renforcées pour certaines parois - cf. tableau des valeurs U ci-dessous
							(2) La performance de l'unité PEN est calculée au prorata des exigences (90/45) propres à chacune des parties fonctionnelles
Procédure SA/Ns responsable PEB simplifiée							(3) Selon l'annexe C2 ou C3, les exigences doivent être respectées pour les amenées et les extractions d'air dans les nouveaux locaux, et uniquement les amenées d'air dans les locaux existants lorsque les châssis de porte ou fenêtres sont remplacés.

Figure 8: Exigences de la PEB - Source <https://energie.wallonie.be/>

La figure, ci-dessous, indique la valeur maximale admise pour le coefficient de transmission thermique d'une paroi (U) par élément de construction.

Tableaux des exigences de valeurs U max

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		1.50
- Vitrage uniquement		1.10
Murs-rideaux :		
- Ensemble châssis et vitrage		2.00
- Vitrage uniquement		1.10
Parois transparentes/translucides autres que le verre :		
- Ensemble châssis et partie transparente		2.00
- Partie transparente uniquement (ex : coupole de toit en polycarbonate,...)		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

Définitions

U_{max}

Le coefficient de transmission thermique U des différents éléments de construction ne peut pas dépasser la valeur maximale fixée. Plus la valeur U est faible, plus la paroi est isolée.

Figure 9: Exigence de la valeur U_{max} - Source <https://energie.wallonie.be/>

Notre étude cible les rénovations énergétiques profondes d'habitation individuelle (type PER). Ce seront donc en général des rénovations importantes qui nécessitent un responsable PEB.

Depuis mars 2021, il y a aussi des exigences d'électromobilité pour les bâtiments à construire, ou à rénover en profondeur, qui ont plus de 10 emplacements de stationnement. Ce cas ne fait pas partie des références-cibles de cette étude.

4.4. Les incitants à la rénovation

Cette section donne un aperçu non détaillé des incitants et primes à la rénovation mis à disposition des propriétaires. Ils sont uniquement financiers.

- Il ne reste plus qu'un incitant fiscal pour la rénovation, il est uniquement destiné à la Région wallonne. Cette réduction d'impôt a été supprimée en Région Bruxelles-Capitale et Région

Flamande depuis peu. Il concerne les travaux d'isolation du toit. Pour l'exercice d'imposition 2020 (dépenses de l'année 2019), cette réduction s'élève à maximum 3.260 euros par habitation (en Région wallonne) (Service Public Fédéral Finances s. d.).

- La Société wallonne de Crédit social et le Fonds du Logement des Familles nombreuses de Wallonie proposent des prêts à taux zéro pour un montant de 1.000€ à 60.000€ remboursable sur 30 ans conditionnés par un niveau de revenu maximum et des capacités financières suffisantes pour le remboursement (SWCS 2020), (FLW 2020).
- Les primes habitations de la Région wallonne sont soumises à la visite préalable d'un auditeur. Le montant de ces primes, dépendant du type de travaux, est multiplié par un facteur de 1 à 6 en fonction des revenus du propriétaire et de la composition de son ménage avec un maximum de 70% du montant de la facture (SPW Energie s. d.). Elles concernent de nombreux postes comme l'isolation de l'enveloppe, la mise en place de systèmes HVAC efficaces, l'assainissement du logement, le remplacement de la toiture, l'appropriation de l'installation électrique ou de gaz, etc.

4.5. Les avantages de la rénovation

Afin de cibler de manière adéquate les solutions de massification, et de mieux comprendre les éléments constitutifs qui servent à la décision d'un demandeur, il nous semble essentiel de prendre conscience des multiples avantages qu'offre une rénovation énergétique.

Cet aspect est largement étudié dans la littérature, et le résumé ci-dessous a été réalisé sur base des études suivantes : (Stephane Monfils 2018), (Hauglustaine, Baltus, et Dupont 2008), (Brisepierre 2016), (Tjørring et Gausset 2019) et (Pouleur et al. 2012), le tableau des avantages de la rénovation a été établi en Figure 10: Les avantages de la rénovation.

Les avantages sont divisés en grands ensembles :

- Certains bénéfiques comme l'augmentation du confort, les avantages financiers, l'adaptabilité au cycle de vie des habitants, la revalorisation de la valeur sociale de l'habitation, des réparations par nécessité ou pour l'assainissement. Ces avantages sont au profit des individus.
- Certains autres sont au profit de la collectivité comme la contribution à l'indépendance énergétique, et la réduction de l'impact de l'habitat sur le climat et l'environnement.
- D'autres avantages plus conséquents (non repris dans cette figure), sont au bénéfice du secteur de la construction et de la Région. L'augmentation de la rénovation va permettre de créer des emplois et de la croissance (Brown, Sorrell, et Kivimaa 2019). Et ce en alignement avec le plan de relance de la Commission Européenne, NextGenerationEU¹⁷ dont l'objectif est de reconstruire l'Europe de l'après pandémie COVID-19.

Afin de considérer la vision holistique, nous parlerons du triple avantage de la rénovation : profitable pour le confort du particulier, pour la collectivité avec un plan de relance socio-économique, et pour l'environnement, la biodiversité et le climat.

¹⁷ Cet instrument temporaire est destiné à stimuler la reprise avec une enveloppe globale de 1.800 milliards d'euros dont 50% sera destiné à la recherche et l'innovation, et le soutien des actions en faveur des transitions climatique et numérique équitables. https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_fr#principaux-lments-de-laccord, consulté le 16/06/2021

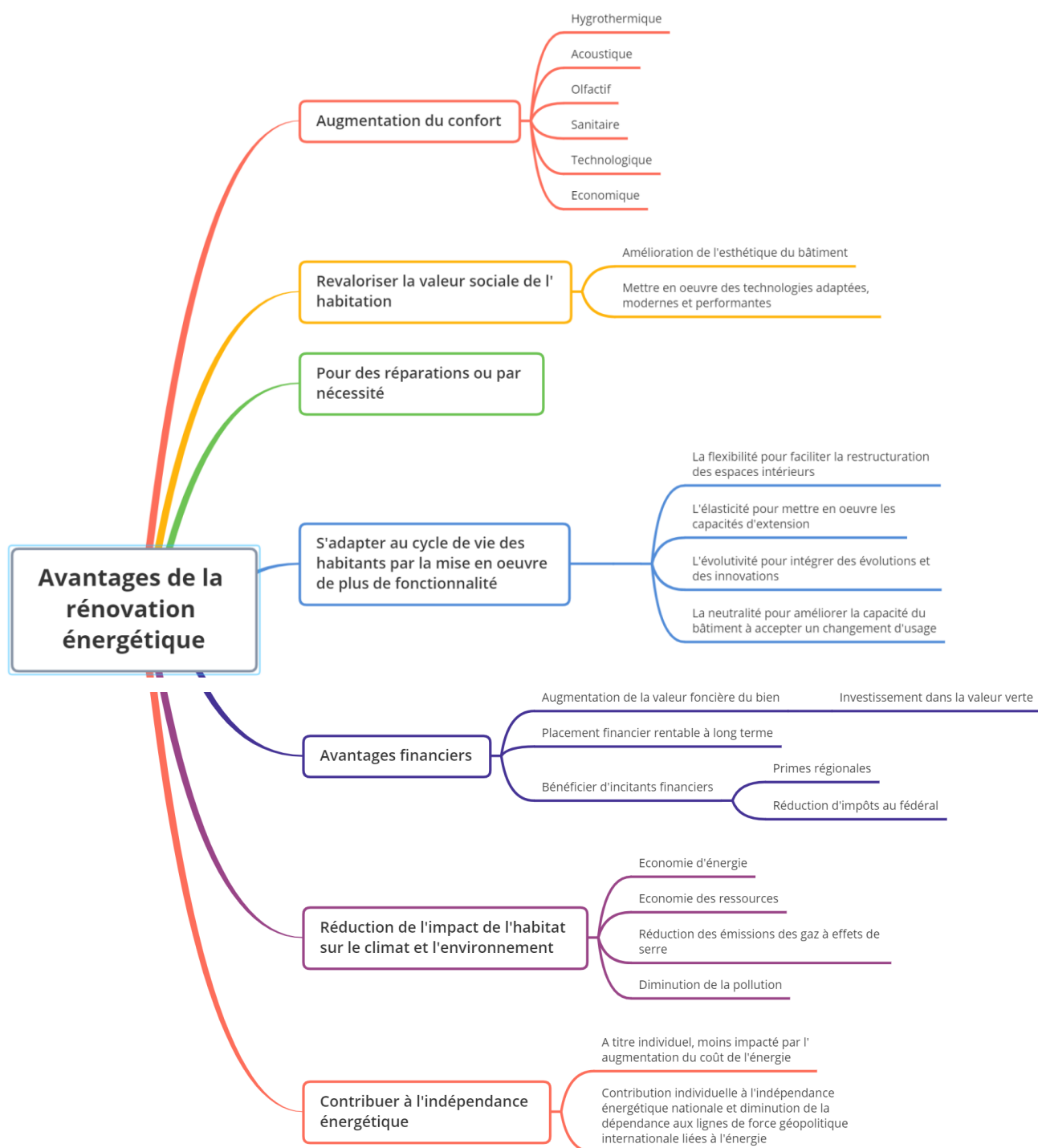


Figure 10: Les avantages de la rénovation

4.5.1 La motivation des demandeurs à réaliser une rénovation énergétique profonde

L'étude anthropologique, réalisée par (Tjørring et Gausset 2019) au Danemark permet de mieux comprendre la motivation des candidats-rénovateurs à mettre en œuvre une rénovation énergétique profonde. Les auteurs ont identifié trois dimensions sociales qui ont joué un rôle crucial dans la décision d'un passage à l'acte vers une rénovation énergétique profonde : le cycle de vie des

propriétaires et les événements personnels liés à leur vie, la définition d'un certain cadre des relations sociales et le marqueur d'un statut social.

Les résultats indiquent que se concentrer sur les aspects technico-économiques n'est pas la méthode la plus stratégique pour convaincre efficacement les candidats à la rénovation, il faut prendre en compte les dimensions sociales. Cette conclusion est confirmée par l'étude de (Brown, Sorrell, et Kivimaa 2019). Ce document décrit comment le mécanisme de financement à lui seul est peu susceptible d'être un moteur de la demande de rénovation de l'ensemble de la maison, et devrait donc être considéré comme un catalyseur nécessaire d'une stratégie beaucoup plus large.

Les maisons ne sont pas seulement des artefacts techniques, mais des lieux affectés par les personnes qui y vivent. Les personnes et les maisons évoluent ensemble à travers des changements de la vie, des événements personnels, des relations sociales et des normes sociales (Tjørring et Gausset 2019).

Sur base de ces éléments, il serait intéressant d'aller plus loin :

- et de comprendre de quelle façon la rénovation énergétique du logement peut entraîner des changements significatifs dans la vie personnelle, et familiale des occupants ?
- et de manière plus globale, dans quelle mesure les Wallons ont-ils une perception des questions énergétiques ?

Cette approche plus complète pourrait valoriser plus significativement l'ensemble des avantages de la rénovation et promouvoir de manière plus adéquate la rénovation énergétique profonde. Cette exploration ne sera pas approfondie car elle s'écarte du cadre défini par cette étude.

4.6. Les modes d'accompagnement des propriétaires

L'étude de (Kangas, Lazarevic, et Kivimaa 2018) met en évidence les principaux obstacles à la rénovation pour les demandeurs : le manque de connaissance technique, l'absence d'informations adaptée à la situation personnelle du requérant et l'absence de conseillers objectifs pour supporter le processus complexe de rénovation.

Sur base de ces conclusions, la mise en place d'une solution d'accompagnement semble être la première étape pour envisager la massification. Après une analyse de la littérature scientifique, le projet le plus adéquat aux contraintes actuelles semble être le concept du guichet unique (One-Stop-Shop). C'est un lieu virtuel ou physique où les propriétaires de logements peuvent trouver toutes les informations et tous les services dont ils ont besoin pour mettre en œuvre leurs projets de rénovation énergétique.

Le projet INNOVATE a publié des recommandations politiques qui indiquent comment stimuler les guichets uniques pour la rénovation énergétique intégrée des logements dans l'UE. Ce projet fait partie du programme Horizon 2020, programme-cadre financé par l'Union européenne. Il est coordonné par Energy Cities et il compte parmi ses partenaires Energies Demain en France et l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement en Belgique.

Les recommandations pour la mise en place d'un guichet unique, dans le cadre du projet INNOVATE, sont d'inclure les services suivants :

- Un ciblage pro-actif des candidats rénovateurs à l'aide des outils marketing adéquats et d'une segmentation du marché.
- Des plans de rénovation énergétique et des plans financiers avec une mise en œuvre par étapes ou en une seule fois en fonction des moyens financiers de chaque propriétaire.

- Une coordination du processus de rénovation au nom du propriétaire.
- Un financement à long terme et abordable pour tous les groupes de personnes.
- Une garantie des résultats et un suivi post-rénovation.
- L'établissement et la mise à jour d'une liste de fournisseurs de confiance.

Ce projet a identifié quatre modèles commerciaux de guichet unique (appelé One-Stop-Shop). La différence principale entre ces modèles réside dans la responsabilité que prend le guichet unique pour le résultat des travaux de rénovation et pour le parcours du client.



Les services proposés par un guichet unique

Figure 11: Les services proposés par un guichet unique – brochure : « Comment mettre en place un Guichet Unique pour la rénovation énergétique intégrée des logements », Energy Cities, juillet 2020

Modèle commercial	Rôles et responsabilités	Exemple pratique de ce que le guichet unique offre aux propriétaires de logements
1 Modèle Facilitation	- Sensibilise aux avantages de la rénovation énergétique - Fournit des informations générales sur les travaux de rénovation optimaux - Donne les premiers conseils en orientant les propriétaires	Ce modèle vous conseille sur la façon de rénover votre maison et peut vous fournir une liste de fournisseurs.
2 Modèle Coordination	- Coordonne les acteurs du marché existants (fournisseurs) - S'assure que tous les services du guichet unique sont offerts aux propriétaires - N'assume pas la responsabilité du résultat des travaux de rénovation (uniquement une supervision de l'ensemble du processus) - N'assume pas la responsabilité pour le trajet client global (seulement la première partie)	Ce modèle vous conseille sur la manière de rénover votre maison et incite les fournisseurs à respecter leurs promesses. Les fournisseurs restent responsables du résultat final.
3 Modèle Tout compris	- Offre aux propriétaires une solution complète en matière de rénovation - Assume la responsabilité du résultat des travaux de rénovation - Assume la responsabilité de l'ensemble du parcours client	Le guichet unique est un entrepreneur qui vous vend l'ensemble des services et qui est votre principal point de contact en cas de problème avec les fournisseurs.
4 Modèle Tiers-financement	- Propose aux propriétaires une solution complète en matière de rénovation, avec des économies d'énergie garanties - Assume la responsabilité du résultat des travaux de rénovation - Assume la responsabilité de l'ensemble du parcours client	Le guichet unique vous vend une solution complète en matière de rénovation et vous garantit des économies d'énergie pendant la durée du contrat. Le guichet unique est payé par les économies d'énergie réalisées.

Figure 12: Modèles commerciaux de guichet unique – brochure : « Comment mettre en place un Guichet Unique pour la rénovation énergétique intégrée des logements », Energy Cities, juillet 2020

5. LA MASSIFICATION ET L'INDUSTRIALISATION DE LA RENOVATION

Dans cette section, les définitions et les principes de massification, d'industrialisation et d'économie d'échelle seront expliqués et interprétés.

5.1. Les définitions

Dans le Larousse¹⁸, la définition de massifier est la suivante : adaptation d'un phénomène à la masse, au grand nombre par suppression des caractères différenciés qu'il présentait. Selon (Whittington 2015), il existe deux sens contingents à la massification. Le premier reflète la récupération des « masses manquantes »¹⁹ de Latour (Latour 2010). Il fait référence à l'augmentation des artefacts matériels qui sont produits en série pour une utilisation courante, et se traduit par une production de masse. Le second sens indique que certains artefacts matériels sont des outils pour permettre une participation de masse, facilitant ainsi l'implication de la masse d'individus.

La massification de la rénovation énergétique profonde, c'est donc l'adaptation d'un phénomène pour donner une dimension de masse, induit par deux principes contingents : la conception d'une production de masse d'une solution standardisée et la mise à disposition des outils pour développer une participation de masse.

La standardisation est définie dans le Larousse²⁰ par le fait de ramener un produit, une production à une norme, à un modèle unique ou à un petit nombre de modèles aux caractéristiques définies. La suppression du caractère différencié, défini par la massification, requiert la standardisation et l'uniformisation du produit, de la production ou du service.

De plus, la massification de la rénovation énergétique nécessite une accélération harmonisée à la fois de la demande et de l'offre. La demande, ce sont l'ensemble des candidats-rénovateurs, propriétaires qui souhaitent réaliser des travaux de rénovation énergétique. L'offre, ce sont toutes les entreprises du secteur de la construction qui sont nécessaires pour mener à bien le projet de rénovation du candidat-rénovateur. Cette accélération doit être synchronisée, et dès lors, régulée pour éviter tout impact déséquilibrant le marché. Un accroissement de la demande induirait par les lois du marché un accroissement des prix et une pénurie de professionnels. La rénovation serait réservée à une élite. En conséquence, cela crée un frein à l'accélération. Il ne s'agit plus de massification par définition. Un accroissement de l'offre permettrait de négocier des prix plus bas mais ne permettrait pas aux entreprises du secteur de se développer sereinement et sainement, et d'offrir des services de qualité tout en maintenant une rémunération convenable des intervenants.

La normalisation et la massification de la rénovation légitimise l'industrialisation. Dans sa thèse (Falcon 2013) définit l'industrialisation de la construction comme le passage d'une organisation artisanale des acteurs (organisation spécifique pour chaque projet, travail manuel avec peu de machines utilisées, pas de répétabilité, séparation des corps de métiers...) à une organisation industrielle (processus commun à tous les projets, mécanisation et automatisation des tâches, méthodes industrielles, coordination des acteurs).

« Quand on parle d'industrialisation, il y a toute une série de formes d'industrialisation. On n'est pas obligé de venir avec des grands éléments pour industrialiser. Une certaine répétitivité est

¹⁸ <https://www.larousse.fr/>, consulté le 25/06

¹⁹ Celles qui aideraient les sociologues à percer l'énigme d'un ordre social qui, malgré une volonté humaine faible, des normes et des principes instables, des libertés que la loi autorise, s'obstine à rester particulièrement robuste. Latour, B, de Vries, G. 2018. Une introduction. La découverte, Paris.

²⁰ <https://www.larousse.fr/>, consulté le 25/06/21

une solution, même si, elle est mise en œuvre de manière traditionnelle, c'est une forme d'industrialisation. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

5.2. Les corollaires de la massification et de l'industrialisation

Les corollaires de la massification peuvent être désastreux ou vertueux, en fonction des choix qui seront faits dans le cadre de la massification, et ce, à plusieurs niveaux.

Tout d'abord au niveau social et économique, une augmentation de l'offre aurait pour conséquence une chute des prix. En moyenne, la part de la rémunération de la main d'œuvre est estimée à 50% sur le prix total d'une rénovation énergétique (ADEME s. d.). La pression sur les prix impacterait directement la situation économique de nombreux artisans et des petites PME qui composent majoritairement ce secteur²¹. A court terme, cette situation précariserait davantage les travailleurs de la construction. En 2020 en Belgique, le secteur de la construction représente 7% de l'emploi global et plus de 10 % des entreprises belges²².

Ensuite, au niveau environnemental et sanitaire, il serait intéressant d'analyser l'impact de l'utilisation massive de ressources non-renouvelables sur le climat, sur la biodiversité et sur la santé humaine. La rénovation massive de toutes les habitations exigerait la production et la logistique d'une grande quantité de matériaux, il est donc important de considérer l'énergie grise²³.

Enfin, certains matériaux constituent des puits de carbone. Ils pourraient donc devenir une solution efficace pour réduire de manière spectaculaire les émissions de carbone dans l'air. Avec la massification et l'industrialisation, les habitations pourraient donc devenir des « banques de carbone » (Churkina et al. 2020), et ce, en plus de devenir des producteurs d'énergie²⁴. Ce point sera détaillé dans la partie I section 4.

6. LA RENTABILITE ET LES MODES DE FINANCEMENT DE LA RENOVATION

6.1. L'approche par typologie

L'approche par typologie est une pratique courante comme l'explique l'étude de (Ruggeri, Gabrielli, et Scarpa 2020). Etant donné que les méthodologies d'ingénierie sont très exigeantes en matière de données et qu'il n'est pas possible d'obtenir une connaissance approfondie de chaque bâtiment du parc immobilier, les types d'approches sont basées sur des stratégies de construction de référence et des catégories de bâtiments.

Un bâtiment de référence peut être défini comme un bâtiment sélectionné parmi le portefeuille de logements de la Région en raison de sa capacité à représenter une catégorie ou une typologie de bâtiment. Le bâtiment de référence est analysé en profondeur, de sorte que certaines actions d'efficacité énergétique peuvent être testées sur lui, comme dans le cas d'un bâtiment unique. Les

²¹ <https://www.leforem.be/Horizonemploi/secteur/21.html>, consulté le 25/06/21

²² <https://economie.fgov.be/fr/themes/entreprises/secteurs-specifiques/construction>, consulté le 25/06/21

²³ Elle définit la quantité d'énergie consommée lors de son cycle de vie (la production l'extraction, la transformation, la fabrication le transport, la mise en œuvre, l'entretien et le recyclage). <https://www.futura-sciences.com/>, consulté le 25/06/21

²⁴ Les bâtiments à énergie positive est un bâtiment qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme pour son fonctionnement. <https://energieplus-lesite.be>, consulté le 25/06/21

résultats obtenus en rénovation énergétique sont étendus à la catégorie des bâtiments grâce à des paramètres partagés.

Les autorités européennes²⁵ ont également promu l'utilisation de bâtiments de référence comme une approche réalisable (Ruggeri, Gabrielli, et Scarpa 2020).

6.2. La rentabilité d'une rénovation énergétique profonde

En Région wallonne, l'étude COZEB 2 (Leveau et al. 2017) distingue 14 typologies représentatives des maisons unifamiliales existantes en Wallonie. 5 de ces 14 sont dans les références-cibles de notre étude (HE1, HE2, HE3, HE4, HE5).

L'analyse COZEB a permis d'étudier les mesures de rénovation les plus appropriées et les plus rentables pour chacune des 14 typologies afin d'atteindre le label A (objectifs fixés par la stratégie wallonne de rénovation) (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020).

	Maison 4 façades	Maison 3 façades	Maison mitoyenne
< 1945 45%	Maison de type vernaculaire (1) 	Maison de type ouvrière, avec passage latéral (2) 	Maison de type ouvrière (3) 
	6%	4%	15%
	Maison villageoise, entre deux guerres (4) 		Maison urbaine moyenne (5) 
	4%		16%

Figure 13: Les cinq maisons individuelles en Wallonie retenues pour cette étude - Source : COZEB 2

Pour les maisons unifamiliales construites avant 1945, la rénovation au label A consiste à :

- Isoler le toit ($U=0,20\text{W/m}^2\text{K}$), les murs ($U=0,15\text{ W/m}^2\text{K}$), le sol ($U=0,15\text{ W/m}^2\text{K}$) ;
- Placer des châssis avec triple vitrage performant ;
- Placer un système de ventilation D avec récupérateur de chaleur (optimum pour HE1, HE3) ou un système de ventilation mécanique contrôlée C+ (optimum pour HE2, HE4, HE5) ;
- Placer un système de chauffage performant et décarboné.

²⁵ European Commission. Commission Delegated Regulation (EU) No 244/2012 of 16 January 2012 Supplementing Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the Energy Performance of Buildings by Establishing a Comparative Methodology Framework for Calculating.
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:081:0018:0036:EN:PDF> (consulté le 1/07/21).

Lorsque l'étude tente d'approcher (via un facteur de correction) les consommations réelles d'un bâtiment, l'optimum économique permettant d'atteindre le label A ne correspond pas à des travaux rentables pour 12 des 14 typologies.

Concentrons-nous sur les 5 typologies qui nous intéressent :

- L'étude préconise de rénover vers un label A les maisons 4 façades d'avant 1945 (HE1 et HE4) car cette opération est rentable ;
- Pour les autres typologies (HE2, HE3, HE5), la prise en compte des consommations théoriques corrigées pour s'approcher des consommations réelles montre qu'il est nécessaire de stimuler l'innovation pour faire tendre la rénovation au label A vers le seuil de rentabilité.

Pour arriver à cette conclusion, l'étude a considéré le Coût Global Actualisé (GCA). Si ce CGA est plus faible que le CGA sans mesures de rénovation, alors les mesures de rénovation sont rentables et la rénovation au label A est intéressante d'un point de vue financier pour le propriétaire.

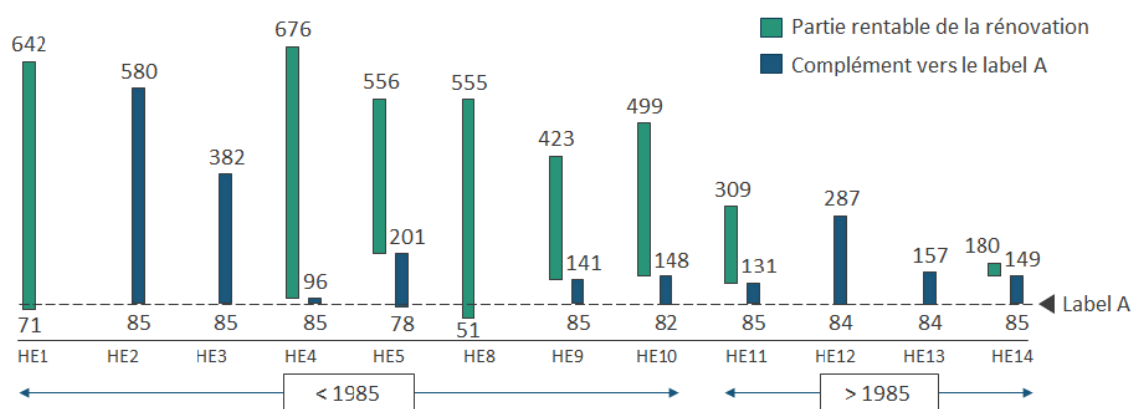


Figure 21. Espec (théoriques, en kWh/m².an) pré- et post-rénovation, pour les typologies de référence des maisons unifamiliales, atteignables via des mesures de rénovation rentables (rentabilité évaluée sur la base des consommations corrigées), et via des rénovations complémentaires pour atteindre le label A (Source : Analyse CLIMACT.)

Figure 14: Evaluation de la rentabilité de la rénovation vers un label A pour les typologies de maisons individuelles - Source: COZEB 2

Le CGA correspond à un calcul financier. Il considère les coûts supportés par l'occupant/propriétaire du bâtiment qui réalise les investissements. Il comprend les taxes, la TVA, les redevances et ne tient pas compte des subventions.

Les calculs tiennent compte de la période, du coût global sur la période, des coûts d'investissements initiaux, des coûts d'exploitation annuelle, de la valeur résiduelle des mesures au terme de la période et du facteur d'actualisation (sur base d'un taux d'actualisation).

L'étude prend en compte les coûts d'une occupation standard. Elle ne considère pas une éventuelle utilisation rationnelle de l'énergie par ses occupants, ou l'utilisation de technologie connexe comme le smart building²⁶. Il est démontré que ces techniques peuvent aussi améliorer l'efficacité énergétique du bâtiment (Deneyer et al. 2018).

²⁶ L'analyse des données de consommation à l'échelle d'un ou de plusieurs bâtiments peut permettre d'affiner le réglage des installations, d'identifier les bonnes et les mauvaises pratiques, et de recommander des mesures d'amélioration.

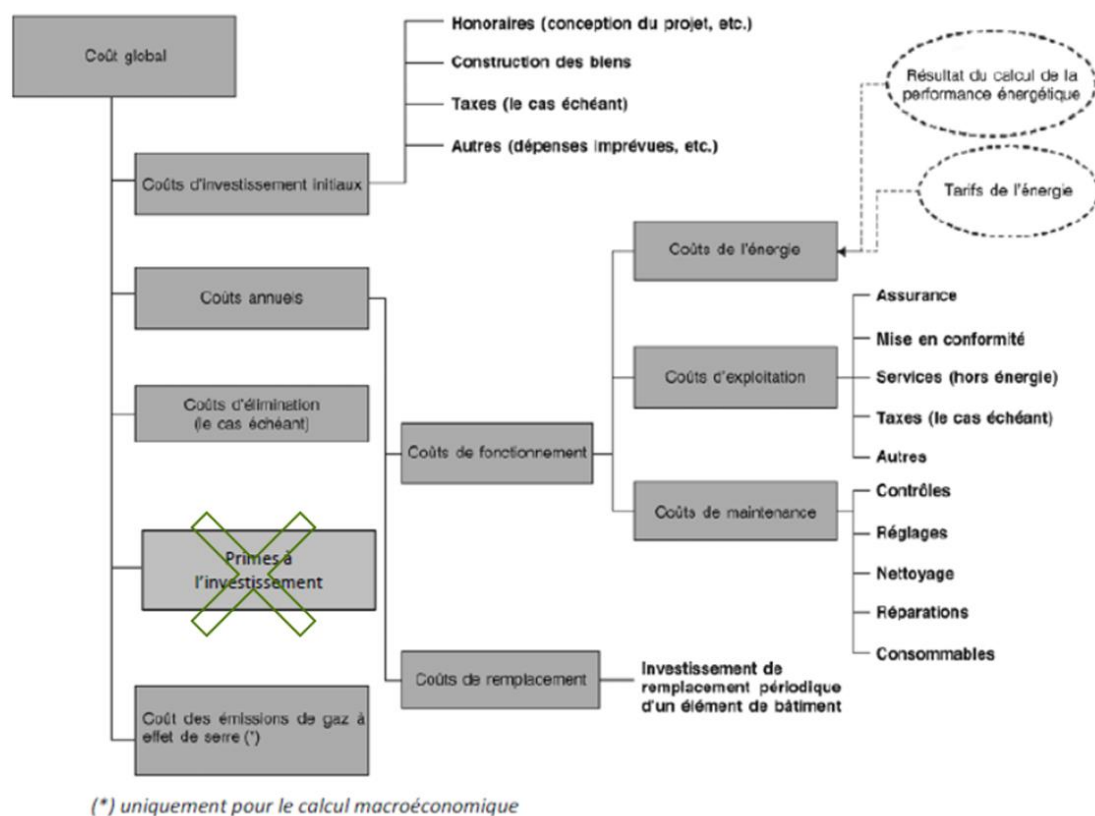


Figure 1: éléments constitutifs du coût global selon la directive PEB. Source : règlement Délégué (UE) n°244/2012

Figure 15: Eléments constitutifs du CGA selon la directive PEB - Source : COZEB 2

Le Règlement Délégué (UE) n° 244/2012 de la CE du 16 janvier 2012 fixe les périodes d'évaluation à utiliser aux fins de l'étude. Pour les bâtiments résidentiels, la période d'évaluation est de 30 ans.

En conclusion, pour la cible-référence, seules 2 des 5 typologies sont rentables après 30 ans, si une rénovation énergétique profonde vers un label A est envisagée par le maître d'ouvrage.

Cette étude nous pose plusieurs interrogations :

- Quelle est la rentabilité de l'investissement si le bien est revendu en deçà de 30 ans ?
- Après combien de temps l'investissement devient effectivement rentable en cas de revente (ou de location) ?
- Quels sont les risques liés à cet investissement ?
- Aujourd'hui, qui investit pour avoir un retour sur investissement à 30 ans ?
- Est-ce que l'investissement est toujours rentable si on inclut le coût du financement (par exemple les intérêts bancaires dus sur l'emprunt) ?
- Est-il possible d'utiliser des outils d'investissement pour créer un effet de levier afin de rendre la rénovation énergétique profonde plus attractive pour les maîtres d'ouvrage ?

Nous allons tenter de répondre à certaines de ces questions dans la partie III section 3.

6.3. Les sources de financement pour les maîtres d'ouvrage

Malgré les nombreux avantages de la rénovation, les propriétaires sous-investissent dans la performance énergétique à cause de multiples barrières (Kangas, Lazarevic, et Kivimaa 2018). Dans une grande majorité des cas, le candidat-rénovateur ne peut pas avancer le capital nécessaire pour couvrir les frais des travaux envisagés. Le financement est donc indispensable. Cet outil, s'il offre une solution adaptée aux besoins du maître d'œuvre, contribue significativement à la décision du passage à l'acte de rénover (Rezessy et Bertoldi 2010).

Il y a sur le marché aujourd'hui une large gamme de solutions de financement dont la disponibilité diffère en fonction du pays ou de la région. Certains outils de financement ne sont pas adaptés ou insuffisamment sécurisés pour le secteur de la construction (Rezessy et Bertoldi 2010). Il y a aussi des cas plus complexes, par exemple : quand les avantages de l'investissement ne reviennent pas entièrement à l'investisseur (problématique propriétaire-locataire) ; quand les propriétaires doivent ou décident de revendre leur logement avant que leur investissement initial n'ait été récupéré (dans le cas où la valeur de l'investissement ne peut pas être capitalisée dans le prix de vente) (Brown, Sorrell, et Kivimaa 2019) ; etc.

Il est donc important de mettre en place une gamme complète de mécanismes de financement, adaptée aux particularités de la réglementation locale pour faciliter la trajectoire du candidat-rénovateur.

L'étude très concrète sur les mécanismes de financement de (Brown, Sorrell, et Kivimaa 2019) permet de conceptualiser l'ensemble des solutions qui pourraient être mise en place. En résumé, elle schématise les outils de financement sur base de 7 attributs définis ci-dessous :

- La **source du capital** : elle est potentiellement multiple, provenant des banques, des institutions, des sociétés privées, du gouvernement ou des citoyens ;
- Les **instruments financiers** : dettes, fonds propres, ou une formule combinée des deux. La dette est principalement caractérisée par un risque, des intérêts, des garanties, un solde et une période. Les fonds propres prennent la forme de l'acquisition d'un part ou d'actions dans une société ou un fonds.
- Les **exigences des performances du projet** : l'évaluation du potentiel, et du retour sur investissement de la rénovation est critique pour les financiers et les clients/emprunteurs. Certains contrats seront établis sur base de contrats de performance énergétique. Cette approche peut requérir la standardisation des lignes directrices de bonnes pratiques pour les demandeurs, et la mise en place de standards de qualité à la charge des fournisseurs. D'autres investisseurs imposeront des exigences moins strictes sur les résultats de la performance énergétique pour autoriser davantage de mesures.
- Le **point de vente** : c'est l'interface à travers laquelle le client/emprunteur accède au financement.
- La **sécurité et la souscription** : plusieurs solutions comme l'hypothèque, les impôts fonciers ou les factures d'énergie sont possibles pour assurer la sécurité du financement. La souscription est le processus par lequel les financiers déterminent la solvabilité sous-jacente de l'actif ou de l'emprunteur.
- Les **canaux de remboursement** : ils déterminent les méthodes de remboursement des fonds aux créiteurs ou aux actionnaires.
- La **trajectoire du client** : c'est la séquence d'événements vécus par le client/emprunteur pour être informé, acheter et interagir avec les produits et les services de financement. Son éligibilité à un mode de financement particulier en fonction de sa solvabilité, de sa capacité

de remboursement, de ses capitaux propres, etc. constitue l'étape initiale qui détermine les trajectoires possibles.



Figure 16: Schéma des outils de financement – Source (Brown, Sorrell, et Kivimaa 2019)

Les combinaisons possibles de ces 7 attributs, en tenant compte de la réglementation nationale et de celle du secteur (Accords de Bâle), déterminent l'ensemble des solutions de financement envisageables, actuelles et innovantes.

Après un tour de marché en Région wallonne, les principaux outils de financement actuellement proposés aux maîtres d'ouvrage sont listés ci-dessous. Ils se divisent en plusieurs formes :

- Les prêts bancaires²⁷ (les prêts à tempérament, les prêts énergie ou rénovation, l'encours d'un prêt hypothécaire) : ils ont tous le même schéma, la source du capital de la banque est souvent la Banque Centrale européenne, l'emprunteur contracte une dette qu'il rembourse de manière périodique en sus des intérêts (fixes ou variables). Pour garantir la dette, la banque prend une hypothèque, des cautions, des biens en gages ou des garanties sur les économies d'énergie. Dans certain cas, la banque pourrait avoir des exigences sur la performance du projet au travers de son label PEB. La durée maximum actuelle de l'emprunt est de 25 ans. L'éligibilité à ce type de financement est stricte.

²⁷ Etude sur BNPParibas Fortis , Triodos, Argenta.

- Les prêts à 0 % (défini partie I section 4.4) de la Société wallonne du Crédit social²⁸ ou du Fonds du Logement des Familles nombreuses de Wallonie : cette solution est soutenue par la Wallonie, l'emprunteur contracte un emprunt à un taux d'intérêt nul pour une durée de 30 ans avec un montant plafonné à 60.000€. L'éligibilité à ce type de financement est stricte.
- Les plateformes de crowdfunding ou crowdlending²⁹ : l'emprunteur contracte un emprunt via une plateforme digitale, les fonds sont issus de capitaux privés (citoyens ou entreprises). Le remboursement est périodique en sus des intérêts. Les garanties sont solides, souvent l'hypothèque du bien. L'éligibilité à ce type de financement est très stricte.
- Les contrats de tiers-investissement³⁰ : en principe, le tiers-investisseur réalise le projet de rénovation à la place du gestionnaire, et il se fait rembourser via les économies d'énergie générées. Après une durée contractuelle, l'investissement est remboursé et les nouvelles économies sont au bénéfice du gestionnaire. Le tiers-investisseur peut exiger des résultats sur la performance énergétique et des lignes directrices de bonnes pratiques auprès des professionnels qu'il utilise. Il peut également imposer des pratiques d'utilisation rationnelle de l'énergie aux occupants. Ce système permet également de couvrir la problématique du besoin en fonds de roulement qui doit être couvert par le maître d'ouvrage au moment de démarrer les travaux, lorsqu'il attend de percevoir les primes (défini partie II section 5.1).
- Les contrats de performance énergétique et les Energy Service Company (ESCO)³¹ : sont un accord contractuel entre le bénéficiaire et le fournisseur d'une mesure visant à améliorer l'efficacité énergétique. Cette mesure sera vérifiée et surveillée pendant toute la durée du contrat. A son terme, les investissements (travaux, fournitures ou services) engendrés par la mise en place de cette mesure sont rémunérés par les économies financières réalisées en fonction d'un niveau d'amélioration de l'efficacité énergétique contractuellement défini. Ces solutions sont souvent destinées aux entreprises ou à des applications précises comme les panneaux photovoltaïques, le chauffage d'une piscine, etc. Elles sont offertes par des entreprises privées³².
- Le prêt « rénovation » attaché aux bâtiments (défini partie II section 5.2) : cette solution n'existe pas encore, elle a été mentionnée dans la stratégie de rénovation de la Région et lors des interviews dans le cadre de ce travail.

L'utilisation de ces modes de financement sera analysée dans la partie II de ce travail.

²⁸ <https://www.swcs.be/renover/que-proposons-nous/>, consulté le 8/7/2021

²⁹ Par exemple : Mozzeno, <https://www.mozzeno.com/fr/>, consulté le 8/7/2021

³⁰ <https://energieplus-lesite.be/evaluer/financement2/envisager-le-financement-par-un-tiers-investisseur/>, consulté le 8/7/2021

³¹ <https://energie.wallonie.be/fr/les-services-energetiques.html?IDC=9148>, consulté le 8/7/2021

³² TotalEnergie, Luminus, EngieCofely,...

7. L'APPROCHE SYSTEMIQUE ET L'ECONOMIE CIRCULAIRE

Dans cette section, les principaux concepts de l'économie circulaire seront énoncés brièvement. Les interviews réalisés dans le cadre de ce travail nous permettront de comprendre comment les intervenants perçoivent et mettent en œuvre les notions d'économie circulaire. Enfin, des propositions concrètes seront détaillées dans la partie III section 4.

7.1. La distinction entre une approche linéaire et systémique

La science occidentale, en général, préconise l'approche linéaire, héritée d'Aristote et rendue "opérationnelle" par Descartes au 17^e siècle. Dans son travail (Partoune 2010) en résume les principes: séparer le plus possible, dénombrer, pour pouvoir aller du simple au complexe ; rechercher une solution simple et immédiate à une cause antécédente précise.

Les limites de l'approche linéaire, les conséquences négatives de la généralisation, et surtout de la domination exclusive du mode de pensée linéaire sont souvent évoquées (Lapointe 1993) :

- la fragmentation du savoir en autant de domaines qu'il y a de phénomènes à étudier, entraînant la surspécialisation, d'où une difficulté de communication grandissante entre les spécialistes et un isolement des disciplines scientifiques ;
- l'exigence de définir, de façon étroite, les problèmes que nous affrontons ;
- la tendance à n'envisager qu'une seule chose à la fois et à en déduire des attributs appartenant à l'ensemble étudié ;
- l'efficacité "douteuse" face à la résolution de problèmes qualifiés de complexes.

Selon (de Rosnay 1975), l'approche systémique doit être vue comme "une nouvelle méthodologie permettant de rassembler et d'organiser les connaissances en vue d'une plus grande efficacité dans l'action" (p. 83). Elle favorise l'étude des problèmes dans leur totalité (approche holistique), leur complexité et leur propre dynamique.

Une approche systémique ou circulaire exige d'explorer un contexte pour identifier et décrire les différents éléments du système, les relations entre ces éléments, les boucles de rétroaction et les mécanismes de régulation. La solution est complexe et va dépendre de plusieurs facteurs. Cette vision se démarque par le fait de mettre clairement l'accent sur la place dynamique des acteurs et de la dynamique du système dans le temps (Partoune 2010).

7.2. L'économie circulaire

Selon (ADEME s. d.), l'économie circulaire peut se définir comme « un système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien être des individus ». L'économie circulaire vise à **changer de paradigme** par rapport à l'économie dite linéaire. Elle cible la gestion sobre et efficace des ressources. L'avenir va donc conduire à une mutation profonde des organisations (tant locales que mondiales) et des modes de vie (ADEME s. d.).



Figure 17: L'économie circulaire, 3 domaines, 7 Piliers - Source : ADEME (Agence de la transition écologique, en France), 2021

De manière plus précise, (Collard 2020) définit l'économie circulaire comme un modèle économique et industriel qui vise à maintenir les produits, leurs composants et leurs matériaux en circulation le plus longtemps possible, tout en veillant à garantir la qualité de leur utilisation. Trois principes sous-tendent cette économie :

- **Limiter au maximum l'utilisation des ressources naturelles** et restaurer ces ressources autant que possible si leur usage est incontournable, choisir en priorité des technologies et des processus qui fonctionnent grâce à des ressources renouvelables ou de la manière la plus efficace possible ;
- **Prolonger la durée de vie des produits**, aussi bien en veillant à cette dimension lors de la conception des produits qu'en ayant recours aux « boucles de réutilisation » : réparation, rénovation, revente, mise à jour technologique, retour en usine et, en dernier recours, le recyclage des matériaux et composants (plus la boucle est courte, plus le procédé utilisé est efficace, les circuits-courts sont donc privilégiés) ;
- **Accroître l'efficacité du système économique** dans son ensemble et gérer les externalités négatives.

(Collard 2020) caractérise la mise en pratique de l'économie circulaire, celle-ci peut prendre différentes formes.

La première est la conception du produit :

- **L'économie de la fonctionnalité** se traduit par le fait de vendre l'usage d'un produit et non la propriété de celui-ci. Ainsi le producteur est incité à maximiser la longueur de vie de ce produit, en rendant celui-ci facilement réparable et en assurant sa maintenance.
- **L'écoconception** s'appuie sur l'idée de tendre vers un mode de conception et de développement de produits le plus respectueux possible de l'environnement, ce qui implique l'utilisation privilégiée de ressources renouvelables ainsi que la prise en compte, dès la réflexion relative à la conception d'un nouveau produit, de l'étape de sa gestion finale, lorsqu'il

deviendra un déchet, ce qui induit idéalement d'anticiper les possibilités de réutilisation, de réparation et de recyclage de celui-ci.

- **L'approche « du berceau au berceau »** (cradle to cradle) est devenue un label attribué à des produits (ou services) conçus de telle façon qu'une fois arrivés en fin de vie, les matières utilisées pour les concevoir sont facilement séparées les unes des autres pour réintégrer le cycle de fabrication d'un autre produit (avec une garantie du maintien de la qualité des matières).

Une autre forme de mise en pratique est liée au cycle dans lequel les matériaux, les composants et les produits sont réutilisés, réparés et maintenus, reconditionnés, remanufacturés ou encore recyclés. Il s'agit du **cycle technique**.

Les logiques qui s'intègrent dans ce concept sont :

- la consommation collective (ou économie de partage) ;
- le bien qui fait l'objet d'une **réutilisation** par une même personne ou une personne différente via un don, un échange ou une contrepartie monétaire ;
- la **maintenance** qui permet de le maintenir dans un état de fonctionner le plus longtemps possible ;
- la **réparation** qui permet de résoudre un problème en particulier pour prolonger la durée de vie du produit ;
- le **reconditionnement** qui est un procédé destiné à redonner une certaine esthétique à un bien ou à un composant ou qui implique une remise en état de marche, qui permette de le considérer quasiment comme neuf ;
- la **refabrication** qui est un processus industriel qui vise à récupérer les composants d'un produit en fin de vie afin de les utiliser dans la conception d'un nouveau produit présentant un niveau de performance et de qualité identique ou supérieur à celui d'un produit équivalent neuf ;
- le **recyclage** qui est le procédé de traitement des déchets pour extraire les matériaux qui les composent afin de pouvoir les réintroduire dans un nouveau cycle de vie ;
- la **valorisation énergétique** qui permet de récupérer l'énergie, totalement ou en partie, pouvant être tirée des matières traitées.

Une troisième forme de mise en pratique est le concept de **cycle biologique**. Dans ce cas, ce sont les déchets organiques, qui par un procédé ou un autre, acquièrent une nouvelle vie jusqu'à retourner à la terre.

La quatrième, et dernière forme, est la **symbiose industrielle**. Elle repose sur un réseau de synergies industrielles qui s'implante sur un territoire donné. Elle prend la forme de partenariats entre des entreprises ou des secteurs qui partagent entre eux des produits dérivés de leurs activités, ce qui leur permet, à travers le bouclage de ces flux de matières et d'énergie, de réduire conjointement leur impact sur l'environnement.

7.2.1 Statut de la réglementation européenne en la matière

En 2008, l'Union européenne adopte la **Directive 2008/98/CE** relative aux déchets. Elle amorce le chemin à suivre mais s'appuie sur des objectifs encore modestes, cherchant surtout à apporter une solution aux déséquilibres observés au sein de l'Europe en termes de collecte et de recyclage des déchets. Les travaux qui ont suivi se focalisent principalement sur la gestion des déchets dans cinq secteurs en particulier, dont celui de la construction, car 25% à 30% des déchets générés le sont dans ce secteur. L'Union européenne a donc fixé un objectif contraignant : la réutilisation, le recyclage ou

une autre forme de valorisation de 70% des déchets non dangereux de construction et de démolition d'ici 2020 (Collard 2020).

L'Union européenne a depuis adopté, le 27 janvier 2021, le plan d'actions³³ en faveur d'une économie circulaire pour une Europe plus propre et plus compétitive. Ces recommandations sont : la mise en place d'objectifs contraignants d'ici 2030 pour l'utilisation des matières premières et l'empreinte de consommation ; la directive sur l'écoconception qui inclut les produits non liés à l'énergie ; et la nécessité de mettre en œuvre un modèle d'économie circulaire pour atteindre ces objectifs.

La réglementation et la conceptualisation de l'économie circulaire n'est qu'à ses débuts, de nombreuses initiatives viennent quotidiennement nourrir ce secteur qui est encore mal maîtrisé par les acteurs économiques comme nous pourrions l'illustrer dans la partie II section 6 de ce travail.

7.3. L'économie circulaire dans la rénovation

Concrètement, le CSTC (Romnée et al. 2018) et notre entretien avec des experts³⁴ nous indiquent comment l'économie circulaire peut être mise en œuvre dans le secteur de la rénovation. Les principes se traduisent en trois thématiques :

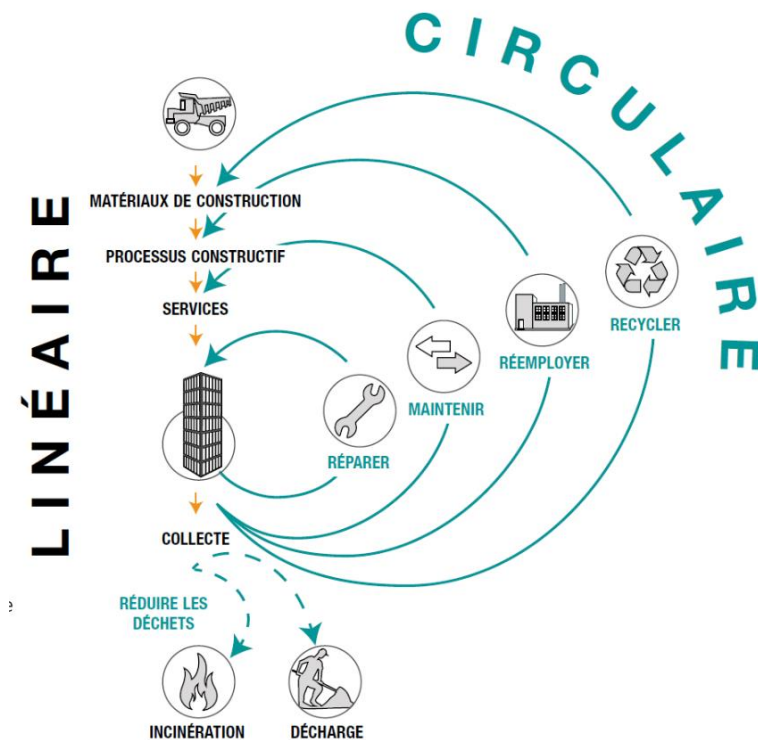
- **Concevoir et construire des structures dont les matériaux peuvent être récupérés en fin de vie :**
 - prévoir l'adaptabilité des bâtiments en s'assurant qu'ils puissent être convertis à d'autres usages ou fonctions ainsi qu'à l'évolution des besoins de leurs usagers ;
 - prévoir aussi des cloisons et des menuiseries intérieures permettant une flexibilité dans le logement ;
 - minimiser les espaces de circulation et les espaces superflus (considérés comme des déchets systémiques) ;
 - comme les éléments constituant les couches bâties (structure, enveloppe, aménagement spatial, systèmes) ont des durées de vie différentes, préférer construire en couches indépendantes les unes des autres, ce qui permettra d'intervenir sur certains éléments sans toucher à d'autres ;
 - sélectionner des matériaux encourageant l'usage des matières recyclées ou pouvant être recyclés ou réutilisés en fin de vie ;
 - adopter des moyens d'assemblage accessibles et réversibles, tels que des vis ou des clips, qui permettent de récupérer les éléments et matériaux assemblés sans les endommager ;
 - concevoir des bâtiments qui peuvent être déconstruits et qui lors de la déconstruction engendrent le minimum d'impact sur le terrain ;
 - utiliser l'énergie renouvelable pour chauffer ;
 - se servir de matériaux qui favorise une bonne qualité de l'air ;
 - favoriser les solutions low-tech³⁵ pour améliorer la qualité de l'air et la ventilation.

³³ <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20210204IPR97114/des-regles-renforcees-en-matiere-de-consommation-et-de-recyclage>, consulté le 13/07/2021

³⁴ Entretien avec un ingénieur civil architecte et un architecte, le 12 juillet 2021.

³⁵ C'est un ensemble de technologies et de logiques visant la sobriété énergétique et matérielle, la durabilité forte et la résilience collective. <https://fr.wikipedia.org/wiki/Low-tech>, consulté le 13/07/2021

- **Extraire et valoriser les ressources matérielles disponibles dans les bâtiments existants** : la déconstruction sélective permet le réemploi des éléments et la création de flux plus homogènes plus facilement recyclable.
- **Développer de nouveaux modèles économiques** visant à créer de la valeur ajoutée pendant tout le cycle de vie des bâtiments et des matériaux.



Principe de l'économie circulaire dans la chaîne de valeur de la construction (adapté d'un graphique publié par le World Economic Forum (*)).

Figure 18: Principe de l'économie circulaire – Source : www.cstc.be (Centre scientifique et technique de la construction, en Belgique)

Dans la partie III section 4, nous verrons plus en détail l'application de certains de ces concepts dans la rénovation énergétique des habitations.

8. LA QUESTION DE RECHERCHE

Ce travail de recherche est exploratoire. L'objectif a été de déterminer des patterns³⁶ permettant d'accélérer la massification de la rénovation énergétique profonde applicable en Région wallonne pour la référence-cible.

Très intuitivement, les points de départ ont été les suivants, toutes les typologies des bâtiments n'ont pas les mêmes caractéristiques et elles ne requièrent pas les mêmes travaux. Certaines sont beaucoup plus énergivores que d'autres, et certaines plus que d'autres permettraient de mettre en œuvre des travaux ayant un niveau de standardisation élevée. La rénovation d'une minorité des logements très énergivores contribueraient à économiser une grande part de l'énergie dépensée pour les habitations. De plus, une standardisation élevée permettrait une industrialisation induisant donc potentiellement des économies d'échelle importantes à envisager avec la massification.

La rénovation est souvent présentée par la presse, le marketing et les non-initiés comme une problématique technico-économique. En conséquence l'obstacle lié aux coûts des travaux semble être le plus rédhibitoire actuellement pour les candidats-rénovateurs. Si les économies d'échelle permettent de réduire les coûts des travaux, si des solutions de financement adaptées sont mises à disposition des propriétaires, si les obstacles liés à l'administration et à l'offre sont levés successivement, alors il serait envisageable de mettre en œuvre des mécanismes pro-actifs pour massifier la rénovation.

Et si cela fonctionne, l'utilisation massive de ressources non-renouvelables, l'augmentation de la quantité de déchets liée aux travaux pourraient, potentiellement et intuitivement, avoir un impact majeur sur l'environnement. Il devient donc important de considérer les avantages de l'économie circulaire, et d'envisager la mise en place des solutions systémiques dans le cadre de la massification.

Aujourd'hui, un changement de paradigme s'impose à nous concernant notre manière de consommer, de vivre, de voyager, d'interagir avec les autres et la nature, et de percevoir les biens individuels comme ayant plus de valeur que les biens communs. Et devant la crise sanitaire et ce qu'elle a révélé sur le fonctionnement de nos sociétés, il est peut-être temps également de proposer des alternatives à l'actuel paradigme qui lie mécaniquement les politiques sociales à des contraintes budgétaires.

Dans le cadre de ce travail de fin d'études, nous avons décidé de réaliser une recherche sur la question de la massification des rénovations énergétiques profondes.

1. Existe-t-il un pattern et une approche globale, simple, pragmatique, standardisée, reproductible qui permettra d'envisager la massification des rénovations ? La massification et l'industrialisation de certains procédés permettraient-elles de faire des économies d'échelle ?
2. Comment accompagner les maîtres d'ouvrage, depuis l'étude jusqu'à la mise en œuvre des travaux de rénovation énergétique en évitant les obstacles ?
3. Quels sont les modes de financement actuels et leurs limites ? Existe-t-il existe des modes de financement destinés aux maîtres d'ouvrage, qui permettraient de faire de la rénovation un investissement envisageable, acceptable, voir rentable ?
4. Quelles sont les pistes pour mettre l'économie circulaire au centre de la massification de la rénovation énergétique profonde ? Comment limiter l'impact environnemental des vagues massives et successives de rénovation ?

³⁶ Modèle spécifique représentant d'une façon schématique la structure d'un comportement individuel ou collectif.
<https://www.larousse.fr/> consulté le 6/7/21

9. LA METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Cette section reprend une description de l'approche méthodologique qui a permis d'élaborer ce travail. Elle a consisté à effectuer une recherche bibliographique approfondie sur les différents thèmes abordés, des interviews des acteurs du secteur et l'analyse des approches méthodologique développées au sein d'entreprises privées.

9.1. Les recherches bibliographiques

La bibliographie utilisée dans ce travail se compose d'articles scientifiques, de la littérature grise³⁷ et des documents publics rédigés par l'administration publique wallonne ou la Communauté européenne.

Les recherches ont été réalisées sur internet, et principalement, sur les plateformes orbi (Université de Liège), google scholar, Elsevier et researchgate.

Les recherches ont été réalisées sur les thèmes suivants : performance énergétique, industrialisation de la rénovation, business modèle pour accompagner les maîtres d'ouvrage, impact environnemental de la rénovation, enjeu de la massification de la rénovation énergétique, EnergieSprong, économie de la fonctionnalité, valeur verte, cozeb, innovate, matériaux rénovation, financement rénovation, rénovation puits de carbone, typologies rénovation, etc.

9.2. Les interviews semi-structurées

Les sessions d'interviews ont été préalablement préparées à l'aide d'un canevas de questions. Les questions ont été ajustées en fonction du rôle et de la fonction de l'interlocuteur, en veillant néanmoins à ce que, de manière systématique, les mêmes thèmes soient abordés. Les questions, dans leur ensemble étaient ouvertes, ce qui a permis à chaque interlocuteur de les traiter à sa manière avec beaucoup de latitude. Les entretiens ont chacun duré une heure et ils ont été réalisés par vidéoconférence.

Le questionnaire canevas n'a porté que sur les bâtiments de référence ciblés. Les questions et les sous-questions ont été établies par catégorie et chacune se rapporte à une des sections de la recherche.

- Au préalable, présentation des interlocuteurs et rôles au sein de la société : présentation de la structure représentée, fonctionnement et interactions de celle-ci avec les autres acteurs.
- Section qui concerne la rénovation et les obstacles actuels.
 - Obstacles à la rénovation : description des freins et incitants à la rénovation.
 - Mesures de la Région wallonne : avis et retour d'expérience sur le plan Walloréno et les guichets d'énergie.
 - Vision Long-terme : description de la vision ; explication sur la mise en place de mesures coercitives éventuelles.
- Section qui concerne les patterns de massification, l'industrialisation et les économies d'échelle.
 - Stratégie de massification : déterminer la stratégie pour renforcer la massification ; déterminer les stakeholders, les décideurs, les approches et leviers (aspects

³⁷ La littérature grise regroupe tous les documents, papier ou électroniques, qui ne sont pas contrôlés par des maisons d'édition, c'est-à-dire l'information produite par les gouvernements, les instances d'enseignement et de recherche, du commerce et de l'industrie. <https://bib.umontreal.ca/>, consulté le 6/7/21.

techniques, organisationnels, financiers, législatifs et communicationnels) ; décrire les projets pilotes innovants éventuels.

- Projets collectifs : exemple de rénovation collective ; description des entreprises spécialisées dans ce secteur ; explication de la méthodologie, de la structure et du mode de financement ; le retour d'expérience et les résultats obtenus.
 - Economie d'échelle : concepts mis en œuvre et résultats (une diminution des coûts éventuels, acteurs profiteurs, organisation nécessaire et difficultés rencontrées).
 - Catégorisation par typologie : est-ce déjà envisagé ou envisageable ? Si oui, explication sur l'organisation, le retour d'expérience, les économies d'échelle potentiellement générées, la mise en pratique de la circularité et les modes de financement envisagés.
- Section concernant les solutions de financement pour la rénovation : explication sur les mécanismes utilisés ou envisagés pour soutenir les maîtres d'ouvrage ; détail sur la mise en place de solution de financement innovante envisagée ; description des financements européens disponibles pour soutenir les projets du secteur et leurs éventuelles mises en œuvre.
- Section concernant la mise en place de la circularité dans la rénovation et la massification : éclaircissement sur les concepts mis en œuvre ; description de l'organisation nécessaire pour ce faire, les obstacles, les limites et les freins.

Les interviews ont été menées avec des interlocuteurs ayant les responsabilités suivantes : une chargée de projets au département de l'Energie et du Bâtiment durable du SPW, un administrateur-délégué de la société coopérative Corenove, un conseiller politique en charge de la massification des rénovations auprès du Ministre Henry, un gestionnaire de projets au CSTC, un chargé de projet dans un groupe d'actions local (GAL), un responsable de l'association des professionnels des études énergétiques des bâtiments.

L'entièreté de ces interviews a été enregistrée et elles sont tous retranscrites. Chacun des intervenants a signé un formulaire de consentement à la participation à la recherche et à l'utilisation des données à caractère personnel autorisées dans le cadre de cette étude. Ce document a été établi dans les règles strictes du Règlement Général de Protection des Données (Regulation 2016/679 – Directive 95/46/EC). Le questionnaire complet est annexé (1) à ce travail.

9.3. Des documents confidentiels d'entreprises privées

Après la signature d'une clause de confidentialité et de non-utilisation, certaines entreprises ont accepté de partager des documents protégés par une propriété intellectuelle, où ils décrivent des approches du marché, des méthodologies de travail et des tableaux financiers sur des scénarios de rénovation.

PARTIE II : LES RESULTATS DES INTERVIEWS

Dans cette partie, nous présentons d'abord les acteurs questionnés dans le cadre de cette étude, ensuite nous exposons leurs avis sur les quatre axes suivants : les freins et les incitants actuels à la rénovation, la massification de la rénovation, les solutions de financement et la place de l'économie circulaire dans la massification.

1. LES ACTEURS INTERVIEWES

Cette section décrit les acteurs interviewés, leurs rôles, leurs implications, leurs approches et leurs visions.

1.1. Le département du Bâtiment durable

Le département du Bâtiment durable³⁸ est l'une des divisions du SPW Territoire, Logement, Patrimoine, Énergie qui s'occupe de la mise en œuvre de diverses actions et de politiques sectorielles ayant un impact sur le territoire. Il fait partie du Service public de Wallonie³⁹ dont la mission est de mettre en œuvre la politique décidée par le Gouvernement wallon.

Le département du Bâtiment durable travaille sur la stratégie de rénovation (définie en partie I section 3.1) qui décrit la vision globale, et sur divers projets en amont qui facilitent la mise en œuvre des rénovations et le monitoring de l'état du parc immobilier existant.

« Notre rôle est d'activer différentes politiques, d'actionner et de mettre en place différents instruments comme les bonnes pratiques, les formations ou tout ce qui est réglementation, aides, primes, subsides pour la rénovation énergétique des bâtiments publics ou privés. »

(Source Interview : chargée de projet direction du Bâtiment durable)

Plusieurs projets occupent actuellement ce département.

- En collaboration avec la Direction du Développement Durable⁴⁰, il travaille sur l'intégration de l'outil TOTEM⁴¹ et le logiciel PEB⁴².
- Un projet de référentiel est à l'étude : le GRO⁴³. Il s'agit d'un projet de labélisation des bâtiments actuellement utilisé en Flandre et pour lequel le département envisage son utilisation en Région wallonne. Si c'est le cas, cet outil sera mis à disposition des porteurs de projet ce qui leurs permettra d'intégrer de manière plus large les aspects durables.
- Les grands chantiers digitaux en cours sont :

³⁸ <https://www.wallonie.be/fr/acteurs-et-institutions/wallonie/spw-territoire-logement-patrimoine-energie/departement-de-lenergie-et-du-batiment-durable>, consulté le 5/7/21

³⁹ <https://www.wallonie.be/fr/acteurs-et-institutions/wallonie/service-public-de-wallonie>, consulté le 5/7/21

⁴⁰ Cette direction coordonne, notamment, la mise en place de l'économie circulaire pour la Région wallonne dans laquelle la thématique construction est prise en compte. Le plan déchets est géré au département de l'Environnement.

⁴¹ Tool to Optimise the Total Environmental impact of Materials est un outil d'évaluation de l'impact des matériaux grâce à l'analyse du cycle de vie des bâtiments. <https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/renover-et-construire/infos-et-outils-techniques/infos-et-outils-p-0>, consulté le 5/7/21

⁴² Logiciel pour vérifier la conformité aux exigences PEB d'un projet <https://energie.wallonie.be/fr/logiciel-peb.html?IDC=9596>, consulté le 5/7/21

⁴³ <https://do.vlaanderen.be/gro-op-weg-naar-toekomstgerichte-bouwprojecten>, consulté en 05/2021

- Le quick-scan⁴⁴ : cet outil est disponible à tous les citoyens, il aide à évaluer la performance énergétique d'une habitation privée, et il suggère des actions pour améliorer le confort et réduire les consommations.
 - La feuille de route : cet outil sera utilisé dans le cadre de l'audit-logement. Il permettra de visualiser la trajectoire et le séquençage d'un chantier de rénovation afin d'éclairer le demandeur et l'inciter à faire évoluer son bâtiment en évitant les mesures « lock-in »⁴⁵.
 - Le passeport bâtiment : cette plateforme sera mise à disposition des propriétaires en 2023. L'objectif de ce projet est de centraliser et d'avoir un point d'entrée unique avec toute l'information qui concerne le logement. Elle aura diverses fonctionnalités : inciter à la réalisation de travaux en facilitant la demande des primes ; aider les citoyens à rassembler et à stocker les documents utiles concernant leurs logements ; etc. Cette solution sera évolutive et interopérable. Pour le moment, elle se focalise sur l'aspect « utilisation de l'énergie », et à terme, elle pourra être interconnectée avec d'autres outils existants plus complets.
- Les bâtiments patrimoniaux, les bâtiments avec un intérêt architectural et les bâtiments classés sont actuellement étudiés grâce au projet « P-Renowall ». L'objectif est de les rénover tout en gardant les façades extérieures. C'est une étude de faisabilité et une évaluation technico-financière avec une recherche par typologie. Les résultats de l'étude ne sont pas encore disponibles.

Ce département ne chapeaute pas de projets de rénovation directement. Par le passé, le département a néanmoins dirigé des projets pilotes comme les actions Construire avec l'énergie⁴⁶ (CALE) ou Bâtiments exemplaires Wallonie⁴⁷ (BATEX) qui incluaient des projets de rénovation énergétique.

1.2. Le cabinet du Ministre Henry en charge du Climat, de l'Energie, des Infrastructures et de la Mobilité

Au sein du Gouvernement wallon pour la période 2019-2024, c'est le Ministre Philippe Henry qui est, notamment, compétent pour⁴⁸ l'énergie telle que visée à l'article 6, § 1er, VII, de la loi, en ce compris la valorisation des terroirs, le climat, etc.

Son équipe est composée de différentes cellules, et l'une d'entre elles concerne le climat et l'énergie. Le conseiller en charge de la massification des rénovations des bâtiments publics, privés et tertiaires est Thierry VAN CAUWENBERG, nous avons eu la chance de le rencontrer dans le cadre de cette recherche.

« La question est assez large, pourquoi faire de la massification ? Pour différentes raisons, pour diminuer les prix, pour une organisation plus fluide, ... Il y a approximativement 1 million d'habitations à rénover en Région wallonne, il y a donc énormément de travail, le chantier est immense (...). »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

⁴⁴ <https://www.monquickscan.be>, consulté en 05/2021

⁴⁵ C'est une situation de rénovation dans laquelle certaines interventions entravent la mise en œuvre des travaux ultérieurs et impliquent des coûts supplémentaires pour la réalisation de ceux-ci. <https://grand-angle.lavenir.net/wallorene/bien-isoler-votre-habitation/>, consulté le 26/7/21

⁴⁶ <https://energie.wallonie.be/fr/construire-avec-l-energie.html?IDC=6143>, consulté le 5/7/21

⁴⁷ <https://energie.wallonie.be/fr/batiments-exemplaires-wallonie.html?IDC=8614>, consulté le 4/7/21

⁴⁸ <https://gouvernement.wallonie.be/home.html>, consulté en 05/21

Son programme pour la mise en œuvre de la massification se divise en plusieurs sections. Il inclut, d'un côté : les logements privés, les copropriétés, les bâtiments publics, les bâtiments tertiaires privés (bureaux, magasins), et de l'autre côté, les demandes, les offres et les aspects de réglementations. Son objectif est d'identifier les obstacles et les freins de la demande pour pouvoir les lever afin de faciliter la trajectoire de rénovation pour les demandeurs.

Dans le cadre de cette étude, seule une partie de ce vaste programme est abordée, il s'agit d'une case de la matrice correspondant à la jonction entre les propriétaires privés et la demande.

	Logements privés	Copropriétés	Bâtiments publics	Bâtiments tertiaires privés (bureaux, magasins)
Demande				
Offre				
Aspects de réglementations				

Figure 19: Matrice du programme de massification de la rénovation en Région wallonne

1.3. La société Corenove SCRL

Corenove est une société coopérative qui propose des solutions aux citoyens, aux communes et aux entreprises.

- Elle informe et accompagne les citoyens qui souhaitent rénover leurs habitations ;
- Elle propose une méthodologie complète et un service de communication aux communes pour les aider à mobiliser les citoyens en masse ;
- Et elle se positionne comme un partenaire professionnel au service des entreprises locales.

Assez polyvalente et dynamique, cette équipe a une vue très pratique des particularités et des difficultés du terrain. Chez Corenove, c'est l'administrateur-délégué Thierry LAUREYS qui a partagé avec nous son point de vue dans cette interview.

« Chez Corenove, nous espérons intégrer toutes les innovations en matière d'isolation, de ventilation, ... réfléchies par des ingénieurs, des architectes dans la réalité sociale. C'est notre idéal. »

(Source Interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

1.4. Les Groupes d'Actions Locaux (GAL) et le projet PariEnergie

Le projet PariEnergie est une collaboration entre 4 GAL⁴⁹, le GAL entre-Sambre-et-Meuse (Florennes, Gerpinnes, Mettet et Walcourt), le GAL Meuse (Andenne, Fernelmont et Wasseiges), le GAL plaine de l'Escaut (Antoing, Beloeil, Bernissart, Brunehaut, Péruwelz et Rumes) et le GAL Romana (Marche-en-Famenne, Rochefort, Nassogne). Ce projet a été initié pour répondre à un constat simple, il y a peu de rénovation énergétique dans le milieu rural.

⁴⁹ Il s'agit du concept du « porte-drapeau local » important au sein de LEADER, programme de développement rural à l'échelon national. Un Groupe d'Action Locale (GAL) est créé et géré par un groupe de personnes possédant la crédibilité, la capacité et un large soutien du public au niveau local. Leur rôle, défini par les États, est la mise en œuvre des tâches liées à la stratégie de développement local. https://enrd.ec.europa.eu/leader-clld/leader-toolkit/implementing-lags-and-local-strategies-1_fr, consulté le 5/7/21

Le projet qui a démarré en 2020 se définit selon quatre axes principaux :

- **Informier** : et au sens large promouvoir, motiver, sensibiliser et développer des outils d'information pour les citoyens de proximité (les communes visées par le projet n'ont pas de guichet d'énergie, et certaines n'ont pas de conseillers en énergie).
- **Favoriser et assister les projets d'auto-rénovation** : les gestionnaires du projet sont partis du constat que la région a mis en œuvre des guichets d'énergie qui dirigent les candidats-rénovateurs vers des entreprises pour sous-traiter les travaux, mais qu'en revanche, il n'existe rien pour accompagner l'auto-rénovation. L'objectif de ce projet est de mettre à disposition des citoyens, des outils et des procédures pour ce type de rénovation. Après avoir établi un état des lieux énergétique du bâtiment, ils accompagnent les candidats-rénovateurs pour réaliser des économies d'énergie et ils les forment aux techniques de mise en place. Ils ont déjà organisé une série de formations, par exemple sur l'isolation.
- **Coordonner des chantiers participatifs** : dans le cadre de gros travaux de rénovation ou de reconstruction partielle, le projet coordonne la mise en place d'une série de chantiers participatifs. Ces chantiers sont filmés et des tutoriels sont réalisés. L'objectif des gestionnaires du projet est de créer une émulation autour de ces travaux.

« Notre but, c'est de créer une plateforme où on va essayer de motiver les gens à se lancer dans la rénovation, et essayer que les gens qu'on accompagne deviennent à leur tour, un peu les témoins de ce qui peut être fait. »

(Source Interview : chargé de projet PariEnergie)

- **Promouvoir les produits bio-sourcés locaux** : leur objectif est de faire vivre le local pour favoriser l'écologie et l'éconologie⁵⁰. C'est un peu le créneau de tous les GALs. Ils collaborent avec des entreprises locales pour la fourniture de matériaux comme Gramitherm, fabriquant d'isolant à base d'herbes, et Isoproc, fabricant d'isolant à base de cellulose de papier.

Le projet est planifié pour une durée de deux ans et il va peut-être se prolonger jusqu'en 2023. Pour cette étude, c'est un chargé de projet PariEnergie qui a accepté de répondre à nos questions.

1.5. Les auditeurs-logements

Les auditeurs sont des ressources-clefs pour la mise en place des procédures et des outils définis dans la stratégie wallonne de rénovation (définis partie I section 4.1). Ce sont des techniciens-scientifiques formés par la Région wallonne, ayant un diplôme reconnu au niveau national (architecte, Ingénieur civil, industriel, bio-ingénieur, master en science et gestion de l'environnement), qui ont une vue de terrain sur les difficultés rencontrées par les maîtres d'ouvrage et qui sont parties-prenantes des projets de rénovation.

L'audit-logement, entré en vigueur le 1er juin 2019, remplaçant la procédure d'audit PAE2, consiste à analyser les différents postes des logements. Cette procédure permet d'émettre un avis relatif à la

⁵⁰ L'éconologie ou économie écologique est le néologisme issu de la contraction des termes écologie et économie et désigne un ensemble d'activités à la fois rentables économiquement et soucieuses de l'environnement. <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89conologie>, consulté le 5/7/21

qualité énergétique d'un logement existant, et relatif à certains critères de salubrité, de santé ou de sécurité.

En réalité, l'auditeur-logement a un double rôle, il sert à la fois de guide pour les candidats-rénovateurs, et également, d'acteur de terrain pour l'administration.

Pour les candidats-rénovateur, l'audit⁵¹ permet :

- d'analyser les différents critères liés à l'étude lors d'une visite du logement (parois, système de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de ventilation, défaut de stabilité, d'humidité, etc...) ;
- de prendre en compte des projets d'aménagement d'espaces non chauffés ;
- de déterminer les travaux d'amélioration cohérents et adaptés au logement en les regroupant sous forme de bouquets de travaux dans un scénario chiffré (investissement initial, primes et aides, temps retour sur investissement, économie d'énergie) ;
- d'expliquer simplement la réalisation de toutes les recommandations proposées à l'aide de photos, de schémas repris dans la brochure explicative accompagnant chaque rapport d'audit ;
- de recevoir les conseils d'un professionnel énergétique compétent, agréé et objectif.

Pour l'administration, il permet également (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020) :

- de mettre à jour la feuille de route qui trace la trajectoire de rénovation permettant d'atteindre le label A et le suivi des investissements chiffrés ;
- d'avoir des ressources-clés pour amplifier les contrôles et pour gérer les demandes d'incitants prévus pour l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments ;
- d'avoir des outils de monitoring de la situation du parc immobilier à jour ;
- d'assurer la guidance sur les travaux à réaliser à court, moyen et long terme, et éventuellement d'accompagner les candidats-rénovateurs dans la comparaison des offres et la recherche de financement, et cela en cohérence avec la stratégie, les procédures et les objectifs de l'administration.

Pour avoir leur avis, nous avons rencontré l'association des Professionnels des Etudes Energétiques des Bâtiments (asbl PEEB), représentée par Alain MEESEN, vice-président, qui a accepté de répondre à nos questions.

« L'asbl PEEB a été fondée par un groupement d'Auditeurs énergétiques Auditeurs logement, Responsables PEB et Certificateurs PEB, citoyens engagés et spécialistes des aspects énergétiques et environnementaux des constructions. Celle-ci vise à favoriser la réalisation des objectifs européens, belges et wallons de performance énergétique des bâtiments. Elle se veut être le conseiller et le collaborateur des citoyens et des organes publics et privés dans le cadre de la performance énergétique des bâtiments, en même temps que d'être représentative d'une branche spécifique de Professionnels du bâtiment, les Professionnels des Etudes Energétiques des Bâtiments. » - PEEB asbl⁵²

1.6. Le CSTC – Centre Scientifique et Technique de la Construction

Fondé en 1960, le CSTC⁵³ est le centre collectif de recherche de la construction. Ses membres ressortissants sont les 25.000 entreprises du secteur en Wallonie : entrepreneurs généraux,

⁵¹ <https://energie.wallonie.be/fr/l-audit-logement-le-bon-choix-avant-de-renover-son-habitation.html?IDC=6024&IDD=12051>, consulté en 05/2021

⁵² <https://www.peeb.be/>, consulté en 05/2021

⁵³ <https://www.cstc.be/homepage/index.cfm>, consulté en 05/2021

menuisiers, vitriers, plombiers, couvreurs, parqueteurs, plafonneurs, peintres, ... dont la plupart sont des PME.

Le CSTC poursuit trois grandes missions :

- mener des recherches scientifiques et techniques au profit de ses membres ;
- fournir des informations, une assistance et des conseils techniques à ses membres ;
- contribuer en général à l'innovation et au développement, en particulier en effectuant des recherches sous contrat, à la demande du secteur et des pouvoirs publics.

Ses principales thématiques de recherche sont alignées sur les défis actuels du secteur et notamment l'énergie, l'environnement, le confort et la santé dans les bâtiments. Leur objectif est d'augmenter la compétitivité des entreprises. Ces recherches permettent également l'intégration d'innovations issues de domaines comme les technologies de l'information et de la communication (ICT), la chimie, la biotechnologie, etc. afin de développer des applications nouvelles à grande échelle (« CSTC » s. d.).

Au CSTC, c'est Arnaud DAWANS, gestionnaire de projets, chargé du développement d'un projet très concret en faveur de la massification qui a accepté de répondre à nos questions. Le projet Rénoplus va se focaliser sur la Wallonie, et l'objectif est de travailler sur deux axes en particulier : la demande et l'offre.

« Pour le moment, il faut constater que la demande n'est visiblement pas satisfaite de l'offre actuelle puisque le taux de rénovation est très faible. Nous sommes à 0,7 % annuel en Wallonie. Et pour atteindre les objectifs 2050, il faudrait multiplier entre 3 et 5 fois ce taux de rénovation. L'enjeu est extrêmement important. »

(Source Interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

2. LA DEFINITION DE LA RENOVATION ENERGETIQUE PROFONDE

D'abord, il nous semble intéressant de distinguer « la rénovation simple » de « la rénovation énergétique profonde », car comme expliqué dans la section ci-dessous, elles n'induisent pas le même processus décisionnel, ni les mêmes motivations.

2.1. La définition de la rénovation énergétique profonde

La rénovation énergétique profonde est considérée comme l'ensemble des travaux basés sur une prise en compte globale du bâtiment et une approche intégrée mettant en œuvre les solutions techniques les plus adaptées et les plus performantes pour réduire significativement (de 75 % à 100 %) la consommation d'énergie. Cette réflexion globale intègre à la fois des objectifs d'amélioration du confort pour les occupants et des objectifs de réduction de consommation d'énergie, en veillant à optimiser l'ensemble des impacts environnementaux du cycle de vie du bâtiment. (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020)

Sur le terrain et sur base de nos interviews, il semble que la volonté principale des rénovateurs ne soit ni d'avoir un label A, ni de réaliser une rénovation énergétique profonde. Leurs objectifs sont, en fonction de la situation, d'assainir, de réhabiliter le logement, de faire des économies d'énergie ou d'améliorer le confort.

Cette constatation démontre que les candidats-rénovateurs réalisent des rénovations partielles simples (pas forcément énergétiques). Ils n'abordent pas leur projet de rénovation de manière à s'inscrire dans une continuité et une stratégie globale dont l'objectif à long-terme serait d'avoir un

bâtiment neutre en carbone. Leurs motivations semblent être propres à l'état du bien, à leur désir de confort à court-terme et à leurs moyens personnels.

Les interviews indiquent que les propriétaires n'ont pas les moyens financiers pour réaliser les travaux. Sur cette base, il nous est difficile d'évaluer si c'est principalement un problème de moyens financiers, de financement, ou pour certains, de priorité car la rénovation énergétique profonde, comme projet technico-économique, ne semble pas être évaluée comme avantageuse pour tous (Tjørring et Gausset 2019).

« (...) car les gens qui vont faire de l'auto-rénovation ne vont pas partir dans le principe d'une maison label A, ils veulent simplement faire des économies d'énergie. »

(Source interview : chargé de projets PariEnergie)

« Nous aimerions pouvoir faire des rénovations énergétiques profondes. Et dans le cadre de notre fiche projet qui dure 2 ans, nous n'avons pas jugé possible de pouvoir le faire. »

(Source interview : chargé de projets PariEnergie)

« Il n'y en a pas des masses, car les gens n'ont pas de sous. (...) Je n'ai pas ce type de demande. »

(Source interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

« Nous, nous sommes à 600 rénovations, mais nous n'arrivons pas à faire des rénovations globales profondes, c'est très rare. Alors on fait des rénovations partielles. C'est la réalité de la demande. »

(Source interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

2.2. La perception des initiatives guichet d'énergie et plateformes Walloréno de la Région

Des initiatives et des mesures d'accompagnement pour les projets de rénovation sont déjà mises en place par la Région. Il s'agit des guichets d'énergie (inclus dans le processus de la Région défini partie I section 4.1) et des plateformes Walloréno. Nous avons voulu avoir l'avis des interviewés sur ces initiatives.

2.2.1 Les guichets d'énergie et les plateformes de rénovation Walloréno

Les Guichets Énergie Wallonie, ce sont 16 espaces répartis dans toute la Région qui accueillent et guident le citoyen dans les domaines touchant à l'énergie au sein de son habitat. Le citoyen bénéficie de conseils techniques personnalisés, neutres et entièrement gratuits prodigués par des spécialistes au service de la Wallonie. Il obtient aussi des informations claires sur la réglementation et sur les aides en matière d'énergie en vigueur en Wallonie. (« SPW Energie - les guichets d'énergie » s. d.)

« C'est là l'innovation pour moi. Pendant des années, la Région wallonne a cru qu'il suffirait d'informer les citoyens (...). Ils ont une excellente formation. Et nous les appelons pour avoir des renseignements sur des aspects législatifs. Ils sont des référents pour nous. Cela reste une dynamique bureaucratique. Nous, ce qu'on désire enclencher, c'est une dynamique de marché. Et en créant cette dynamique, nous aurons toujours besoin d'un ministère avec des guichets pour informer le citoyen en toute indépendance. C'est complémentaire. »

(Source Interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

Les plateformes Walloréno sont des projets-pilotes de la région ayant une durée de 3 ans, elles doivent promouvoir la rénovation énergétique et initier des projets en utilisant les outils de la Région, d'abord le quick-scan, ensuite des audits-logements, et finalement, concrétiser ces rénovations.

« Les plateformes de rénovation Walloréno ont reçu 1 million € de subventions (...) Ils doivent utiliser le quick-scan de la Région Wallonne. Selon moi, le quick scan, ne permet pas d'avoir une

liste claire des travaux, de savoir combien cela coûte et comment le financer. Et sans une approche financière, cela ne sert à rien. Dans le cadre de leurs projets, ils doivent réaliser 100 quicks-scans, et puis, ils vont offrir 30 audits gratuits et grâce à cela, ils vont pouvoir définir les travaux qui sont envisageables. Ils doivent faire chacun 10 rénovations globales profondes sur 3 ans. Cela fait au total 50 rénovations sur 3 ans en Région wallonne. »

(Source Interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

Ces plateformes rendent la rénovation accessible à des groupes plus petits et très locaux. Elles servent également de vecteur pour partager l'information et les bonnes pratiques.

« Il y a un nouvel appel qui va être lancé sous peu pour de nouvelles plateformes de rénovation. Deux par province, cela nous semble raisonnable (...). Il ne faut pas que tout le monde commence en même temps. Ces plateformes pourraient commencer pour la fin de l'année. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Lors de nos interviews, nous avons constaté que ces initiatives sont bien perçues par les interlocuteurs de terrain qui y reconnaissent une certaine complémentarité.

« Nous n'avons pas de guichet d'énergie sur la commune. Sur la commune d'Andenne, il y a également un projet Walloréno et nous guidons les gens vers l'une ou l'autre solution. C'est une collaboration tacite et une offre de service complémentaire. »

(Source interview : chargé de projets PariEnergie)

2.3. Résumé et considérations

Pour conclure cette section, nous retiendrons que les interviewés sur le terrain ne réalisent pas de rénovation énergétique profonde, l'objectif principal des candidats-rénovateurs est d'assainir, de réhabiliter le logement, de faire des économies d'énergie ou d'améliorer le confort. Ils n'ont généralement pas les moyens financiers, ou l'ambition, de réaliser des travaux plus conséquents.

Nous remarquons que la rénovation énergétique profonde n'est pas une solution envisagée par les candidats-rénovateurs à cause de nombreux freins, et que le label A reste un référentiel théorique de la performance énergétique qui n'est pas un objectif pour le propriétaire.

Les initiatives mises en place par la Région comme les guichets d'énergie et les plateformes Walloréno sont bien perçues par les interviewés du terrain, et elles offrent même une complémentarité importante à leurs offres de services.

Nous constatons également que les résultats attendus pour les plateformes Walloréno semblent loin d'atteindre les objectifs de la stratégie wallonne de rénovation (définis en partie I section 3.1), et que les guichets d'énergie n'accompagnent les candidats-rénovateurs que pour des projets qui s'inscrivent dans la procédure définie par la Région. L'infrastructure existante ne laisse donc pas de place à d'autres initiatives, et ne permet pas d'envisager d'autres procédures ou d'autres manières de rénover.

3. LES FREINS ACTUELS A LA RENOVATION, LES INCITANTS ET LA MISE EN PLACE DE MESURES CONTRAIGNANTES

La recherche a permis d'identifier une liste non-exhaustive des obstacles à la rénovation. Elle met également en évidence les incitants. Et elle pose la question de savoir si des mesures coercitives complémentaires seront mises en place dans un avenir proche.

3.1. Les freins à la rénovation

Les obstacles à la rénovation identifiés peuvent être classés en 4 catégories :

- Le manque d'accès à une communication claire, transparente et structurée ;
- Les solutions de financement inexistantes ou inadaptées ;
- Les obstacles administratifs, législatifs et liés à la procédure ;
- Le manque d'offres de qualité et de confiance.

Ces obstacles sont repris dans la section suivante sans détails et de manière non-exhaustive.

3.1.1 *Le manque d'accès à une communication claire, transparente et structurée*

Il existe beaucoup d'informations et chaque acteur communique pour son profit personnel à court terme, sans prendre en considération les enjeux climatiques globaux. Les messages adressés aux propriétaires sont commerciaux et contradictoires.

« Le manque d'information claire, car il existe beaucoup d'informations, mais tout le monde fait sa petite information dans son coin, il n'y a pas d'information structurée. Les gens voient tout et le contraire dans les médias, sur Internet (...). C'est ça, le vrai problème, et le côté lobbying de certains secteurs que ce soit le chauffage ou l'électricité, etc. Tout le monde essaie de tirer la couverture de son côté, et on voit des situations illogiques poussant les gens à changer leur châssis, remplacer leur chaudière avant l'isolation de leur toit. »

(Source interview : chargé de projets PariEnergie).

« Pour le moment, les grandes sociétés font du harcèlement par téléphone (...). Même si votre maison est une passoire, il y a une pression pour installer des panneaux photovoltaïques. Face à ce type de démarche, nous sommes mal pris, car nous voulons isoler totalement les maisons. »

(Source interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

3.1.2 *Les obstacles administratifs, législatifs et liés aux procédures*

Les travaux de rénovation nécessitent des procédures administratives longues, complexes, onéreuses et quelques fois inadaptées.

Les demandes de permis simplifiées nécessitent l'intervention d'un professionnel-expert, et coûtent cher, proportionnellement aux travaux.

« Je prends le cas d'une façade : vous voulez isoler la façade avant, même la façade arrière. Il faudra introduire une annexe 9, simplifiée soi-disant. Les gens auront besoin d'aide pour ce faire, et une partie de leur prime va partir pour payer l'architecte »

(Source interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

Certaines procédures de demande de permis peuvent être beaucoup trop longues dans certaines communes. Ce n'est pas en adéquation avec le besoin d'accélération de la rénovation.

« Aujourd'hui, les procédures de demande de permis peuvent être très longues et particulièrement dans certaines communes où il y a une surcharge de travail. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Avant même de démarrer les travaux, la procédure de la Région impose de réaliser un audit du logement par un auditeur agréé. Ce service est payant. Le propriétaire doit payer entre 800€ et 1000€ avant même d'avoir une liste des rénovations à effectuer et une estimation des coûts de son projet. De plus, la feuille de route est entièrement déterminée par l'expert. En conséquence, les demandeurs ne se sentent pas impliqués dans leur projet de rénovation.

« Pour en revenir aux freins, les gens sont méfiants par rapport aux systèmes. Le premier contact qu'ont les gens dans le cadre des mesures mises en place par la Région dans leur

démarche de rénovation, ce sont les auditeurs. Et ce, avant même d'entamer les travaux. (...). Il n'y a pas de prise en charge personnalisée (...). On leur impose un auditeur qui vient faire un audit de leur habitation et qui décide quels travaux vont devoir être faits, à quel moment, et dans quel ordre. Les gens ont l'impression d'être exclus de la prise de décision sur la rénovation de leur propre maison. »

(Source interview : chargé de projets PariEnergie)

Le rôle de l'auditeur est central dans la trajectoire de rénovation et dans le processus décisionnel des demandeurs. Dans le secteur, certains dénoncent des pratiques inadéquates de la part de ces experts. Certains demandent plus de contrôle, de formation et de restreindre d'avantage l'accès à la profession.

« Samedi, une personne m'a contacté à la suite d'un audit. L'auditeur a pratiquement imposé les entreprises avec lesquelles travailler. (...) Car l'auditeur est vraiment arrivé, il a fait le tour de la maison et il a dressé la liste des travaux à faire. Il a indiqué qu'il fallait réaliser les travaux comme ça, il a pratiquement imposé les matériaux à utiliser, le moment et les entreprises. Il a également indiqué que si la propriétaire voulait faire une modification, c'est possible, mais c'est 250 € à chaque fois pour une contre-visite. (...) ce n'est pas encourageant, cela ne donne pas envie de se lancer. »

(Source interview : chargé de projets PariEnergie)

« (Il y a des firmes), qui font des audits et des certificats à la pelle, pour faire du pognon simplement. Ils baissent les prix des gens qui travaillent pour eux et ont une marge bénéficiaire qui leur suffit amplement. (...) Cela veut dire que ces gens-là rentrent les audits sans accompagnement. Les gens reçoivent leur audit sans pouvoir le modifier (...). Et bien voilà, encore un obstacle de plus pour la continuité du projet. »

(Source interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

Une fois la feuille de route établie par l'auditeur, le maître d'ouvrage se retrouve seul vis-à-vis des entreprises du secteur de la construction pour la suite de son projet. Il doit faire les demandes de devis aux fournisseurs, choisir entre les devis, commander, suivre, vérifier et réceptionner les travaux. Il doit se débrouiller par lui-même.

Dans la pratique, certains professionnels ne semblent pas prendre en compte les spécificités de la PEB, et personne ne sera mandaté pour les contrôler. Les factures seront émises avec les annexes adéquates, le dossier sera complet avec un rapport de suivi mais en réalité, le résultat ne sera pas celui escompté.

« L'auditeur n'est pas architecte, il n'a pas le contrôle des travaux et de la qualité de travaux (...) Ils (les propriétaires) se retrouvent tout seul vis-à-vis de l'entreprise. Donc moi, je regrette, mais en tant qu'expert, j'ai vu (...) des travaux "durables" pendant 6 mois et puis c'est terminé, on a jeté l'argent par les fenêtres (...). L'auditeur n'est pas responsable de la réception car elle ne peut pas se faire sans le suivi des travaux. On se rend compte que les principes de la PEB sont très peu connus par les entreprises. (...) Ils font des travaux n'importe comment et personne ne sera là pour vérifier qu'ils seront bien faits. Ils remettront une facture, ils rempliront les annexes, il y aura un dossier, un rapport de suivi et tout cela. Et on ne saura pas ce qu'il y a derrière les panneaux, on ne saura pas vérifier. »

(Source interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

À la suite des interviews, nous avons également noté les éléments suivants : il semble y avoir un manque de communication entre l'administration et les professionnels du secteur ; les outils mis à disposition des professionnels par l'administration ont des bugs, et il n'y a pas de suivi transparent sur la correction de ceux-ci ; certains paramètres des outils informatiques ne sont plus à jour depuis 2009. Il n'est évidemment pas question de mettre en doute le processus d'amélioration continu des services

proposés par l'administration dans le cadre de ce travail, et ce d'autant plus que son impact sur la demande de rénovation est probablement très faible.

3.1.3 Les solutions de financement inexistantes ou inadaptées

Les incitants de la Région sont uniquement destinés à couvrir les frais des travaux réalisés par des entreprises, l'auto-rénovation n'est pas considérée pour le calcul des primes de la Région. De plus, l'achat des matériaux est soumis à une TVA de 21% alors que seulement 6% seront appliqués sur les travaux de rénovation réalisés par une entreprise.

« Clairement, l'idée de dire qu'on va faire du « tout entreprise », ce n'est peut-être pas la meilleure solution, surtout si on veut rejoindre les objectifs de 2050. Ils sont en train de commencer à se rendre compte que l'auto-rénovation sera quand même aussi un des axes nécessaires pour atteindre ces objectifs. »

(Source interview : chargé de projets PariEnergie)

Au moment où les travaux de rénovation démarrent, le propriétaire n'a aucune garantie de recevoir les primes de la Région ou les réductions fiscales fédérales. Le maître d'ouvrage doit pouvoir avancer les montants des incitants car il doit déjà payer les premières factures de l'entreprise exécutant les travaux. De plus, les fonds sont souvent versés en dehors des délais prescrits par l'administration.

« Il y a le problème de la durée d'attente des primes. Et là, c'est compliqué, car la Région leur a promis un délai de 2,5 mois (dans la législation) plus éventuellement 1 mois, passe encore. Mais en réalité, cela prend 6 mois ou plus. (...) Les gens attendent sans savoir s'ils vont bénéficier des primes. (...) L'entrepreneur présente sa facture (...) et il attend qu'on le paye dans un délai court. Et en plus, il a éventuellement déjà demandé un acompte et une première facture d'avance. Les paiements des travaux sont en cours et puis finalement, ils se clôturent. A ce moment-là, la personne n'a que la trésorerie qu'elle a perçu de son prêt ou sa part personnelle, et rien d'autre. »

(Source interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

De manière unanime, les solutions de financement d'un prêt à 0% du Fonds du Logement Wallon et de la Société Wallonne du Crédit Social sont très procédurales, et très difficilement accessibles pour le public auquel elles sont destinées.

« (...) le Fonds du Logement Wallon et la Société Wallonne du Crédit Social sont deux caisses qui subsidient les prêts à 0 %. Eux, comme ils vérifient tout (si la personne est solvable, etc.), ce sont des difficultés supplémentaires. Il faut monter un dossier, et puis, ils viennent chipoter dans le dossier de l'audit parce que cela ne va pas... L'auditeur est obligé de modifier son audit sur les instructions de la caisse. (...) Un bête truc de code de mesurage peut déjà faire capoter un dossier pendant 3 semaines. »

(Source interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

« Et puis, il y a des prêts à 0%, et là, c'est la galère, car la procédure administrative pour avoir accès à ces prêts est très lourde. Il y a des inspecteurs, des contrôleurs qui vérifient, etc... Tout le monde contrôle tout et cela prend un temps fou, plus de deux ans sur certain de nos dossiers. En plus, les 2 organismes qui font du prêt à 0% n'admettent pas les économies d'énergie comme garanties pour le remboursement. »

(Source interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

3.1.4 Le manque d'offres de qualité et de confiance

De nombreuses difficultés semblent être liées à l'offre. Dans le cadre de ce travail, ce sujet ne sera pas traité. Néanmoins il nous a semblé important de le mentionner car il s'agit d'un pan entier des obstacles à la rénovation.

3.2. Les incitants à la rénovation

Les interviews montrent que les incitants sont uniquement financiers, ils sont décrits en partie I section 4.4.

3.3. La mise en place de mesures coercitives

A court-terme, les interviews nous informent qu'il n'est pas prévu de mettre en place des mesures coercitives complémentaires pour massifier les rénovations. L'objectif est déjà de mettre en place un cadre normatif, légal, administratif clair et stable pour les différents acteurs afin qu'ils puissent se projeter dans les années qui viennent et pouvoir investir dans des travaux suffisamment efficaces. Ce cadre sera mis en place progressivement car il doit susciter, avant tout, l'adhésion des propriétaires et du secteur.

Néanmoins, à moyen-terme, des mesures coercitives seront envisagées sans quoi les objectifs très ambitieux de la Région ne pourront pas être atteints selon les échéances déterminées par l'Europe. De son côté, l'Europe peut également imposer aux Etats-membres de nouvelles Directives plus strictes, et il semblerait que des mesures coercitives complémentaires pourraient être exigées.

« Maintenant, au vu des ambitions de la Région, sans aspect réglementaire, on n'y arrivera pas. C'est comme la mise en place de la PEB, il y a 10 ans. Je ne pense pas qu'on aurait pu progresser si rapidement. On a fameusement augmenté la performance énergétique et cela n'aurait pas été possible sans ça. »

Et au niveau Européen, nous n'aurons pas le choix non plus. Il y a eu une nouvelle directive au niveau de la PEB en 2018 et il semblerait que cet aspect-là « exigences à fixer pour la rénovation » fera partie d'une prochaine directive. Si ce n'est pas cette année, ce sera l'année prochaine. »

(Source Interview : chargée de projet direction du bâtiment durable)

« Maintenant, si vous voulez le fond de ma pensée, nous aurons assez de travail avec les gens qui veulent bien rénover, et à un moment ou à un autre (...) nous devons entrer dans le noyau dur des gens qui ne se laisse pas convaincre. Et là, il va falloir trouver d'autres façons de mettre en œuvre les politiques de ce moment-là, cela dépendra de la situation de ce moment-là. Pour un début, cela ne sera pas nécessaire. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Dans le cadre des Directives européennes, il y a le principe de subsidiarité, dès lors chaque Etat membre reste libre, dans un cadre préalablement établi par l'Europe, de fixer son niveau d'exigences, et le champ d'application des mesures.

« Je ne sais pas jusqu'où ira l'Europe pour imposer ces exigences aux Etats membres. »

(Source Interview : chargée de projet direction du bâtiment durable)

3.4. Résumé et considérations

En conclusion de cette section, nous retiendrons qu'il y a actuellement de nombreux obstacles aux projets de rénovation comme : le manque d'accès à une communication claire, transparente, structurée et structurante ; des solutions de financement inexistantes ou inadaptées ; des obstacles administratifs, législatifs et liés à la procédure ; le manque d'offres de qualité et de confiance. Il existe des incitants qui sont principalement financiers, et qui ne s'adressent qu'à une partie des

propriétaires. Il n'y a, actuellement, pas de mesures coercitives prévues pour contraindre les propriétaires à la performance énergétique de leur habitation.

Selon nous, l'organisation en silo du processus de rénovation démultiplie les intervenants, les contraintes et donc les obstacles à la rénovation. De plus, la complexité de la technique et des concepts de la performance énergétique rend difficile l'autonomisation, et l'implication des maîtres d'ouvrage dans leur projet de rénovation. Finalement, les montants nécessaires pour réaliser des rénovations énergétiques profondes rendent très compliqués la mise en place de mesures coercitives, alors que celles-ci pourraient permettre de contribuer significativement à l'accélération du rythme des rénovations pour les logements les plus précaires et énergivores.

4. LA MASSIFICATION DE LA RENOVATION

L'approche de la massification de la demande de la Région wallonne a été expliquée lors des interviews. L'objectif de l'administration est d'abord d'identifier les obstacles et les freins à la rénovation et aux rénovations énergétiques profondes, et d'ensuite de les lever. En facilitant la trajectoire de rénovation des demandeurs, la Région wallonne espère amorcer le processus de massification de la demande.

La Région est en train de formaliser le cadre normatif. Ensuite, une série d'actions concrète pour amorcer l'accélération et la massification sera initiée. Elles répondront aux exigences et aux attentes de la demande tout en respectant certaines règles du marché.

« Nous allons essayer d'identifier les freins à la massification de la demande, ensuite nous essayerons de les lever pour ouvrir le chemin. Et à un moment donné, il faudra que le propriétaire s'engage, le politique ne pourra pas aller plus loin. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Le CSTC co-développe un projet avec la Région pour activer la phase d'accélération et de massification. Son objectif est de définir le customer journey⁵⁴, comprendre ce que le client veut, quels sont ses freins, ses motivations à rénover pour convertir plus efficacement les envies de rénovation en réalité. Une fois le parcours identifié, ils proposent d'industrialiser le processus de rénovation avec une série de solutions concrètes numériques et une approche marketing forte. Ce projet sera détaillé dans la partie II, section 4.3.

« L'enjeu est extrêmement important. On va s'intéresser à cette demande en essayant de vraiment comprendre ce que le client veut (...) pour essayer de convertir plus efficacement les envies de rénovation en rénovation réelle du logement. Pour faire ça, on va vraiment avoir une approche marketing très forte, on aura un partenaire vraiment spécialisé en marketing, on va créer un customer journey. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Chez Corenove, la massification de la demande sera réelle quand un système de financement, adapté à la réalité sociale, sera disponible pour les candidats-rénovateurs. Sa proposition de prêt longue durée lié au bâtiment sera détaillé dans la partie II section 5.

Chez PariEnergie, la massification de la demande se fera à travers la diversification des moyens de mise en œuvre, et la mise à disposition d'une information structurée de qualité. Fervent défenseur de

⁵⁴ Concept marketing pour définir, l'ensemble du parcours ou "périple" que suit un client dans le cadre de son processus d'achat d'un bien ou service. <https://www.definitions-marketing.com/definition/customer-journey/>, consulté le 18/06/2021

l'auto-rénovation, ils espèrent pouvoir convaincre les autorités publiques de reconnaître leur approche et de la valoriser, au même titre, qu'une rénovation entièrement réalisée par des entreprises, et de pouvoir bénéficier des avantages et incitants équivalents.

4.1. Accroître progressivement l'offre et la demande tout en équilibre

Chaque intervenant rencontré a conscience du lien entre la demande et l'offre, et de la tension qui pourrait être introduite dans le système en cas d'accélération non synchronisée et non régulée (détaillé partie I section 5).

« Ce chantier doit se réguler. D'une part, il faut convaincre les propriétaires de se lancer, et en même temps, nous ne voulons pas qu'ils soient convaincus tous au même moment. Cela créerait une pénurie de professionnels et il y aurait des temps d'attente sur les agendas de quelques mois/années. Il faut à la fois massifier, c'est-à-dire mettre ensemble des demandes éparses, et aussi, permettre, contrôler la montée en intensité. L'explosion non synchronisée de la demande ou de l'offre générerait énormément de problèmes. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

4.2. La temporalité de la massification

Le chantier ambitieux de la massification de la Région s'étale sur les 30 prochaines années puisque l'objectif est de décarboner le parc résidentiel pour 2050. Il est aujourd'hui impossible de prévoir l'évolution de la société, des techniques de construction, des comportements des citoyens et des choix politiques des décideurs sur les 30 prochaines années. Il nous paraît donc important de mentionner que les solutions qui sont préconisées aujourd'hui, pourraient être obsolètes dans moins de 5 ans.

4.3. Zoom sur les initiatives pour amorcer la massification de la demande en Wallonie

Les interviews ont pu mettre en évidence les projets très concrets qui sont actuellement à l'étude en Région wallonne. Tout d'abord, il y a la mise en place d'un accompagnement à plusieurs niveaux, ensuite il y a un projet de rénovation par quartier, et enfin, il y a une initiative ambitieuse et innovante, les trains de rénovation.

4.3.1 Mise en place d'un accompagnement

La Région wallonne va ouvrir un nouveau service d'accompagnement, ce sont des guichets uniques (one-stop-shop), un seul point de contact qui pourra informer et aiguiller les demandeurs vers les diverses solutions en fonction de leur projet. Ils proposeront trois niveaux de prises en charge :

- ➔ Le propriétaire se pose des questions : il pourra les poser au guichet unique qui y répondra ; il se charge de demander des devis aux entrepreneurs ; il fait ses choix et met en œuvre les travaux par lui-même.
- ➔ Le propriétaire se pose des questions et il a besoin d'une guidance : certains aspects de la rénovation peuvent être complexes comme la comparaison de devis, car les professionnels du secteur n'offrent pas toujours le même service et les mêmes solutions techniques. Dans ce cas, le guichet va renvoyer vers un service de coach-rénovation.
- ➔ Le propriétaire veut déléguer la maîtrise d'ouvrage des travaux et dans ce cas tout est pris en charge pour lui. C'est donc une partie-tierce qui agit en tant que maître d'ouvrage, il s'agit du

gestionnaire de rénovation. Ce responsable assure que les travaux seront réalisés dans les délais, avec le budget, en suivant l'état de l'art et en garantissant les économies d'énergie.

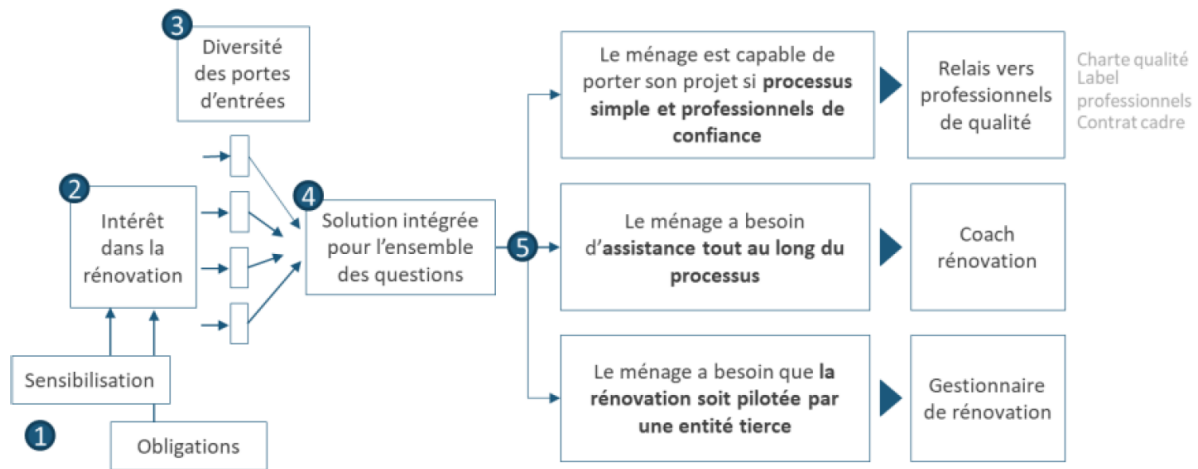


Figure 20: L'accompagnement à la rénovation - Source: (Jossen et Saliez 2021)

« Il n'y a pas qu'une solution qui conviendra à tout le monde, il faut donc pouvoir proposer des solutions qui conviendront en restant le plus large possible. D'abord, tout le monde a besoin d'informations. Ensuite, il y a 3 niveaux de prises en charge. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Nous n'avons pas eu d'information concernant l'éventuelle tarification de ces services, ni de la date de démarrage de ce projet.

4.3.2 La rénovation par quartier

Dans la série d'initiatives qui vont être mises en place au sein de la Région, la première a démarré, il s'agit de la rénovation par quartier. L'ensemble des modalités politiques et administratives a été finalisé, et la Région est en train de démarrer la partie pratique. Le quartier est souvent composé de bâtiments publics, tertiaires, privés et de copropriétés. L'idée de la rénovation par quartier, c'est d'avoir une approche globale, de considérer la rénovation dans son ensemble, et d'intégrer les aspects de mobilité, d'infrastructures, de divertissements...

Il y a des projets pilotes qui démarrent dans les 9 plus grandes villes de Wallonie et aussi dans certaines zones rurales.

« Il s'agit de la rénovation par quartier. Cela va être holistique, un quartier pourrait être composé d'une école, une maison communale, une copropriété, des magasins, et nous allons considérer la rénovation dans un ensemble. Les travaux concernent la rénovation énergétique mais également des pistes cyclables, un parc pour permettre aux enfants de jouer, le remplacement de l'éclairage public par du LED, ... **L'idée est de démarrer dans des quartiers ou il y aura un impact important. Il faut montrer des exemples.** »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

La Région veut créer des exemples, et ce concept rejoint l'article de (Mahapatra et al. 2013). Il indique que certains éléments peuvent contribuer de manière significative à accroître la demande pour la mise en œuvre des rénovations ambitieuses ; il s'agit de créer et montrer des exemples.

La rénovation par quartier, c'est également un moyen d'initier une dynamique globale qui implique les acteurs publics et privés afin qu'ils collaborent de concert pour favoriser la rénovation énergétique, la réhabilitation de l'espace commun et l'aménagement du territoire pour créer des quartiers durables.

Ce type d'initiative ne permet pas seulement d'améliorer la performance énergétique des bâtiments, mais également, de réorganiser les quartiers pour favoriser la mobilité douce, d'encourager la mixité fonctionnelle, de gérer des aménagements adéquats pour répondre aux besoins des habitants, etc. (SPW Aménagement du Territoire (DGO4) 2014)

4.3.3 Le projet RénoPlus et les trains de rénovation

Une autre initiative est actuellement à l'étude, elle est particulièrement intéressante car elle s'inscrit de manière significative dans notre recherche. Il s'agit d'un projet qui a pour objectif d'accélérer et de massifier la rénovation en industrialisant le processus de rénovation.

Ce programme est actuellement en phase de conception, il s'agit d'une co-construction entre le Cabinet du Ministre Henry et le CSTC associée au pôle de compétitivité Greenwind et la Confédération de la Construction wallonne.

« Ça a été une co-construction et cela fait déjà un petit temps que nous avons des contacts très réguliers avec l'administration, le cabinet et en particulier Thierry (VAN CAUWENBERG). C'est clairement une initiative sectorielle, les trois partenaires du projet qui se sont alliés pour proposer cette initiative sectorielle sur base des objectifs à long terme de la région et aussi le besoin de la « renovation wave » (...). Cela a été une co-construction avec l'administration et la DGO4. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Le programme consiste à mettre en place des trains de rénovation pour les habitations privées. Un peu à l'instar des rénovations réalisées dans les copropriétés des tours d'appartements. Le point de démarrage, c'est l'assemblée générale des copropriétaires lors de laquelle il y aura des séances d'informations et le démarrage d'un processus de discussions et de négociations. Ensuite, ces débats permettront vraisemblablement d'aboutir à un accord, cela prend en général quelques années. Une fois décidé, ils prendront la décision de réaliser les travaux, l'ensemble des propriétaires délèguera la maîtrise d'ouvrage au syndicat de l'immeuble. C'est lui qui orchestrera l'ensemble des travaux, il sera chargé de contacter les professionnels, de demander des devis, de souscrire aux assurances, de contracter un crédit, etc.

« Considérons une copropriété, une tour d'appartements. Ils désirent faire des rénovations. Ils vont démarrer en réalisant une assemblée générale des copropriétaires, ensuite il y aura de l'information, des discussions et il faudra 2 à 3 ans pour trouver un accord. Ensuite, ils prendront la décision de réaliser les travaux. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Ce projet sera traduit et adapté pour les habitations individuelles privées. Idéalement, il sera initié dans un quartier avec une centaine de propriétaires de maisons indépendantes différentes qui souhaitent réaliser des travaux de rénovation énergétique.

Et le principe sera le suivant : le train arrive en gare avec un budget total de travaux, défini préalablement, de, par exemple, 10 millions d'euros. Puis, il ouvre ses portes, à ce moment-là, des campagnes massives permettent d'expliquer aux citoyens ce qui s'organise et les avantages. Cela se fera via des réunions locales d'informations et des sessions de réponses aux questions. Tous les citoyens qui souhaitent y participer reçoivent la visite d'un expert qui va lister les travaux à prévoir et l'ordre dans lesquels ceux-ci doivent être réalisés. Ensuite, à partir du moment où la somme des travaux, de tous les citoyens ayant souscrit, fait 10 millions d'euros, le train ferme ses portes et aucun

autre dossier ne sera pris en compte. L'ensemble des activités sera géré par un ensemblier, ayant une structure de société robuste et polyvalente qui s'occupera de coordonner tous les travaux. Il contractera la main d'œuvre nécessaire et planifiera les travaux dans la centaine de maisons.

« Les trains de travaux, c'est un outil de massification qui est de combiner plusieurs logements entre eux pour faire des plus gros chantiers dans le but de réaliser majoritairement des économies d'échelle et de diminuer les coûts de gestion. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Les trains de rénovation seront constitués sur des critères géographique pour éviter au maximum l'étalement des travaux, pour diminuer les transports et faciliter la logistique.

« Ces trains de rénovation, ce sera vraiment un des cœurs de métier de l'initiative RenoPlus. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Ce fonctionnement sera attrayant pour les entreprises du secteur, car évidemment au lieu d'avoir un seul chantier, ils en auront quelques dizaines, voire quelques centaines. Ce fonctionnement permettra aux professionnels de planifier leurs activités sur une plus longue période. L'idée du projet est de permettre aux entreprises du secteur de se concentrer sur leurs cœurs de métier, la réalisation des travaux et d'éviter de perdre du temps dans l'administratif ou la gestion.

« Pour le moment, l'entrepreneur doit se battre pour avoir un chantier car chaque fois il est remis en concurrence »

« Par exemple, un train de 50 logements dans lequel il faut changer les chaudières, c'est donc un chauffagiste qui sait qu'il va avoir ces 50 changements à réaliser dans les 6 mois ou l'année à venir. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Dans le cadre des deux interviews, il n'a pas été précisé si les propriétaires pouvaient choisir eux-mêmes les professionnels qui effectueront les travaux dans leurs propres habitations, et si l'ensemblier prendrait en charge le suivi du chantier, la réception, la vérification des travaux et certaines garanties sur des économies d'énergie.

4.3.4 Le projet RenoPlus et l'approche marketing

L'interview avec Arnaud DAWANS du CSTC nous a permis d'en savoir plus sur le programme et surtout sur l'approche de commercialisation. Leur idée est d'avoir une approche marketing forte avec l'aide d'un partenaire spécialisé. Ils veulent définir et créer le customer journey⁵⁵ (ou trajectoire du consommateur), ce processus sera concrétisé sur une plateforme numérique qui sera un point d'entrée unique pour la rénovation énergétique. L'objectif est de simplifier le processus, et de devenir le contact privilégié des propriétaires qui souhaitent rénover leur logement.

L'objectif du projet est ambitieux, c'est de tenir des promesses sur la simplicité, l'accessibilité, un coût juste et des garanties de qualité.

« Avec une promesse client très forte de rénover son logement facilement, au coût juste et avec une garantie d'atteinte de qualité irréprochable. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Il y a également un travail important qui sera réalisé au niveau de l'offre, le secteur est aujourd'hui en sous-capacité par rapport aux objectifs de 2050.

⁵⁵ Concept marketing pour définir, l'ensemble du parcours ou "périples" que suit un client dans le cadre de son processus d'achat d'un bien ou service. <https://www.definitions-marketing.com/definition/customer-journey/>, consulté le 18/06/2021

Lors des interviews, Arnaud DAWANS nous a expliqué qu'il faudrait jouer sur différents outils pour arriver à accélérer la massification de la demande et le déploiement de l'offre. Les approches sont diverses, et il y a notamment un grand volet digitalisation, avec la création d'outils digitaux pour :

- suivre la trajectoire du client : cela va permettre aux clients de suivre pas à pas leurs trajets de rénovation, de simplifier certaines de leurs démarches et de définir leurs besoins.
- supporter toutes les parties prenantes du projet de rénovation dans les processus quotidiens : optimiser la remise des offres, réaliser le suivi du chantier, contrôler les aspects financiers du projet, et pouvoir communiquer avec les autres parties prenantes.

« Si on multiplie encore par 3 à 5 ce taux de rénovation, les capacités du secteur ne sont pas suffisantes »

« C'est toute une série d'outils qui vont pouvoir simplifier, organiser et accélérer les aspects où il y a moins de valeur ajoutée pour l'entrepreneur ou pour les entreprises qui s'occupent de rénovation. On le sait très bien aujourd'hui qu'une entreprise qui fait 10 devis, va peut-être en réaliser un. Et, on aimerait que ce taux change. Pour cela, il faut accélérer et simplifier la remise d'offre. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Il n'a pas été indiqué si les plateformes digitales développées permettront de privilégier l'échange pour le réemploi (concept défini partie III section 4) des matériaux entre entreprises et/ou particuliers. Si ce n'est pas le cas, nous préconisons la mise en place d'une plateforme interopérable qui faciliterait clairement l'interfaçage avec d'autres systèmes ou plateformes préexistantes qui gèrent ce type de services.

L'autre volet important concerne les techniques constructives. Le CSTC souhaite aller vers des solutions industrialisées, ou en tout cas majoritairement industrialisées, qui permettent une certaine reproductibilité de masse.

« On sait qu'on ne pourra pas répondre à tous les cas, mais l'objectif de ce projet est d'accélérer et massifier. Les cas particuliers, on ne saura pas les couvrir, et l'important est de pouvoir s'adresser au plus grand nombre. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Le cadre de ce travail ne nous a pas permis de définir plus précisément la notion de solution industrialisée mentionnée par le CSTC.

L'étude marketing va également permettre de créer des personas⁵⁶ et de les lier à des typologies de bâtiments dans le but de se focaliser dans un premier temps sur les candidats-rénovateurs les plus enclins à passer à l'acte. Le but est de convertir le cœur afin d'amorcer avec ardeur le concept dès le début, afin de convaincre le plus grand nombre.

« C'est la règle des 80/20. On sait qu'avec très peu de solutions, on pourra répondre à 80 % des problématiques. Quant aux 20 %, on laisse à plus tard dans la mesure où c'est un travail de longue haleine puisqu'on est parti pour les 30 prochaines années. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Au niveau des techniques constructives, le CSTC va se limiter dans le nombre de techniques de construction et favorisera dans un premier temps des techniques relativement éprouvées. A terme, le CSTC et ses partenaires laisseront une belle place à l'innovation pour pouvoir rajouter des techniques qui peuvent servir l'objectif.

⁵⁶ Un persona marketing est une représentation semi-réelle de votre client idéal. Cela consiste à dresser en quelque sorte le portrait-robot de votre clientèle type en vous basant sur des recherches et des interviews.
<https://www.ideagency.fr/persona-marketing>, consulté le 18/06/2021

4.3.5 Nos considérations sur cette tactique et sur la stratégie de rénovation de la Région concernant les aspects suivants : « contrôler, réguler, dans le cadre d'un processus linéaire existant »

Ce projet de trains de rénovation permet à la fois de contrôler et de réguler le système, tout en s'inscrivant dans le processus linéaire existant.

Dans le cadre de cette massification, la Région indique assez clairement dans sa stratégie de rénovation que « toute initiative est la bienvenue pour autant qu'elle soit cohérente avec ce qui est mis en place par ailleurs » (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020). Il est donc indispensable, à tous les acteurs du secteur, et pour toutes les initiatives, de se conformer au cadre de fonctionnement, à l'utilisation des outils développés (ou en développement) et au processus imposé par la Région.

Les trains de rénovation s'inscrivent dans cette continuité de contrôle car le processus est imposé aux demandeurs, c'est celui de la Région décrit dans la partie I section 4.1.

En exigeant le contrôle du processus de rénovation sur les nombreuses initiatives du secteur, la Région accroît la difficulté d'atteindre ses objectifs car la barrière est double puisqu'il faut à la fois massifier, et à la fois le faire selon ses propres procédures.

Il faut aussi « réguler » pour assurer une synchronisation de l'offre et de la demande. Limiter ou activer les trains de rénovation permettra de lancer des vagues successives de rénovation de manière telle que le système puisse absorber la demande.

« Cela va nous permettre d'éviter l'échauffement du système de massification car à partir du moment où il n'y a plus assez de main d'œuvre ou plus assez d'approvisionnement en matières premières, nous allons ralentir le nombre de nouveaux trains. Cela va nous permettre de monter en puissance, réguler et cela, sans exploser le système (...). »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Par cette action de régulation, la Région se substitue aux marchés pour éviter les dysfonctionnements, en palliant leurs défaillances et en corrigeant leurs inefficacités. Elle prend en charge la mise à disposition de services en raison des externalités positives qu'ils génèrent pour la collectivité. Les interviews n'ont pas permis de déterminer, dans quelles mesures ce projet sera mis en place avec un partenariat public-privé, quelles seraient les modalités d'accès aux marchés (publics) et quelles seraient les conditions d'attribution pour les sociétés privées.

Thierry VAN CAUWENBERG nous a expliqué que les objectifs du Cabinet du Ministre est de ne pas réinventer quelque chose qui existe déjà. Le Cabinet a privilégié des approches et des processus qui ont fait leurs preuves pour pouvoir les déployer à très grande échelle rapidement.

« Nous essayons d'utiliser des choses qui existent, elles sont maîtrisées, cela n'a juste pas été mis en œuvre de cette manière-là, nous réorganisons le puzzle. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

4.4. L'industrialisation et les économies d'échelle

L'objet de ce paragraphe est de résumer l'avis des interlocuteurs interviewés en ce qui concerne l'industrialisation et les économies d'échelle générées au sein de leurs projets respectifs.

La société Corenove travaille à mettre en pratique une forme d'industrialisation. Mais la réalité sur le terrain est toujours très différente et limite ce qui est possible pour le moment.

« C'est aussi la grande idée du CSTC, il faut qu'on standardise, qu'on industrialise l'approche rénovation énergétique. Je vous dirais par rapport à notre pratique, nous sommes intéressés... mais à chaque fois qu'on va dans une maison, c'est différent, que ce soit l'assainissement ou la

manière d'utiliser la maison. Il est probable qu'on y arrivera un jour, mais pour le moment, ce n'est pas le cas. Et puis, il y a des propriétaires qui ne sont pas d'accord. C'est une excellente question, mais pour le moment, on n'y est pas. Mais je reconnais que c'est très pertinent sur papier, mais dans la réalité, c'est plus compliqué. »

« D'autre part, nous essayons de regrouper les demandes de devis pour les entreprises lorsque les travaux sont à proximité. Pour les travaux en eux-mêmes, nous n'avons rien mis en place. Nous travaillons avec toutes des entreprises qui sont très indépendantes et autonomes. Nous trouverons peut-être des moyens pour créer des synergies entre-elles à moyen terme. »

(Source interview : Thierry LAUREYS)

Sans industrialiser, la société tire quand même parti d'économies d'échelle grâce à son business model. Elle s'associe avec les communes pour lancer des grandes campagnes de mobilisation. Ensemble, elles prennent donc à bras-le-corps la communication, et la promotion en faveur de la rénovation énergétique. Cette sensibilisation fonctionne en général mieux qu'avec des entités privées. Cela permet à Corenove de faire des économies d'échelle sur la prospection, et cela permet à la commune de justifier la réalisation d'actions dans le cadre de leur PAEDC⁵⁷. Le résidentiel y est souvent identifié comme un axe majeur pour la réduction des émissions de gaz à effets de serre.

Chez les auditeurs-logements, l'industrialisation reste inapplicable car les demandes sont éparses et très différentes. Il n'y a que lors de rénovation collective de logements sociaux qu'une certaine standardisation peut se mettre en place.

« Au niveau de l'auditeur indépendant qui a des audits plic-ploc, c'est difficile. Je sais bien, des coopératives communales font cela aussi. Mais à nouveau, chaque audit est extrêmement différent d'un autre, c'est ça la difficulté. Rien ne dit qu'on va devoir changer tous les châssis de fenêtre de tous les audits que nous aurons pendant la même période. »

« Par exemple, il pourrait y avoir cette approche sur les maisons sociales, il y a un créneau, ou une série de maisons qui ont été faites de la même façon etc., là oui, il y a des choses à faire. Quand nous nous sommes occupés de la rénovation du quartier X, il y avait plus de 200 logements, il y avait une certaine routine. »

(Source interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

Le projet PariEnergie s'organise pour faire des achats groupés, cela génère des économies d'échelle, mais leur masse n'est pas suffisamment critique pour en tirer une vraie plus-value.

« Nous essayons de mettre en place des achats groupés, et il n'est pas simple au niveau local de pouvoir avoir une masse critique suffisante pour pouvoir négocier des prix au niveau des fabricants. »

(Source interview : chargé de projets PariEnergie)

Au niveau de l'administration, ce sont les logements sociaux collectifs qui sont montrés en exemple quand on parle d'industrialisation. Et les chiffres sont vraiment intéressants, la standardisation et l'industrialisation de la rénovation énergétique a permis de diviser par deux les coûts des travaux dans les logements sociaux collectifs par rapport au coût moyen d'une rénovation énergétique profonde en Région wallonne (tous types d'habitation confondus).

« Le coût d'une rénovation est d'en moyenne 80.000€. Bien entendu, c'est une vérité pour personne, c'est une moyenne entre l'appartement et la villa 4 façades. Ce prix est probablement surestimé, car pour le moment, on ne massifie pas. Il y a actuellement une rénovation des logements sociaux en cours (projets sous la tutelle du Ministre Collignon), il compte une

⁵⁷ Plan d'action en faveur de l'énergie durable communal, synthèse et rapport demandé par la Convention des Maires - <http://lampspw.wallonie.be/dgo4/conventiondesmaires/outils-planifier>, consulté le 18/06/2021

moyenne de 40.000€ pour la rénovation énergétique profonde par habitation. Les logements sociaux sont plus calibrés, plus petits et ils ont tous la même forme. La rénovation se fait sur le premier et puis c'est l'habitation suivante, ... »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Au CSTC, l'industrialisation est un axe étudié à la fois sur les aspects des procédures mais également sur les aspects techniques.

L'industrialisation du processus permet de créer un pattern simple, standard dans lequel tout le monde se retrouve et qui permet de lever une grande partie des obstacles fréquemment rencontrés. C'est ce qui sera mis en œuvre dans le cadre du projet RenoPlus.

L'industrialisation technique, ce sont des solutions qui ne sont applicables que dans une petite majorité des cas, selon le CSTC, parce que cela requiert d'avoir des bâtiments relativement identiques en rangée ou de l'habitat collectif. A terme, ce type de solutions sera sans doute intégré dans le catalogue du CSTC. Le secteur de la construction y travaille depuis quelques années, mais ces solutions ne sont pas encore très matures et restent trop peu répandues. Ces initiatives sont ce qu'on appelle de l'industrialisation, mais elles ne sont pas encore intégrées dans des processus industriels forts, car trop peu déployées. Ces solutions d'industrialisation technique seront définies dans la partie III section 4.

« Il y a des initiatives sur le domaine, ce sont des solutions qui restent encore assez jeunes parce qu'elles ne sont pas encore développées à grande échelle, et il n'y a pas énormément d'acteurs sur le marché qui proposent ce type de solutions. »

(Source interview : Arnaud DAWANS)

En industrialisant le processus dans le projet des trains de rénovation, le CSTC prévoit de faire des économies d'échelle. Arnaud DAWANS est assez clair, et il nous confie qu'espérer une diminution significative des coûts des travaux serait irréaliste, quelle que soit la solution utilisée.

*« Au niveau des coûts, effectivement, nous pouvons arriver à des diminutions de coûts. **Sur base de mon expérience, j'ai travaillé 10 ans chez un entrepreneur avant et des diminutions de 20 à 30% me semblent un peu illusoire, même avec des techniques d'industrialisation très forte.** C'est toujours un peu le serpent qui se mord la queue même si dans les systèmes type CIMEDE, Face-cadre etc, leur coût de production potentiel est relativement faible, la demande n'est pas suffisante pour arriver à des coûts réellement très faibles. Finalement, l'un dans l'autre, leur système est souvent un tout petit peu plus cher à l'achat que le traditionnel mais ils vont gagner sur le temps de mise en œuvre qui va permettre de réduire la durée du chantier. Et donc l'un dans l'autre, ça s'équilibre. Il n'y a pas de gains extrêmes, on parle de quelques pourcents. C'est rare de voir des diminutions importantes. »*

(Source interview : Arnaud DAWANS)

L'industrialisation des processus dans le cadre du projet RénoPlus permettrait d'atteindre une diminution globale des coûts de 10 à 15%. Et par ailleurs, le CSTC prévoit une augmentation des frais puisqu'il faut rémunérer le service d'accompagnement et amortir la nouvelle plateforme digitale. Le CSTC espère pouvoir proposer un prix équivalent avec l'avantage de la mise en œuvre d'un processus extrêmement simplifié.

« Nous espérons dans l'absolu, un coût pour le propriétaire final constant en tout cas, la mise en œuvre d'un processus extrêmement simplifié. Et que ce soit un plaisir de rénover alors qu'aujourd'hui c'est un parcours du combattant. »

(Source interview : Arnaud DAWANS)

Pour le secteur de la construction, il y a également des avantages importants car ce projet leur permettra de remplir leur carnet de commandes, de se concentrer sur leur cœur de métier et d'améliorer leur rentabilité.

4.5. Résumé et considérations

En conclusion de cette section, nous retiendrons que chaque interviewé à sa propre vision de la massification et les pistes proposées sont nombreuses. Il nous semble intéressant de les considérer toutes simultanément, car pour le moment, aucune ne permet de satisfaire aux ambitions de la stratégie wallonne de rénovation.

Nous retiendrons également que pour accélérer le rythme des rénovations, il est indispensable de tenir compte de la temporalité car le projet s'étend sur 30 ans. Il faut aussi considérer un accroissement progressif synchronisé de l'offre et de la demande pour éviter de déstabiliser le secteur composé de nombreuses PME.

Nous apprenons que la Région développe plusieurs initiatives avec ses partenaires : la mise en place d'un accompagnement à destination des propriétaires au travers de guichets uniques ; le développement de la rénovation par quartier ; le projet Rénoplus et les trains de rénovation.

Nous comprenons également que dans ce secteur, l'industrialisation des procédures, des matériaux ou des techniques ne permettra pas forcément d'envisager des économies d'échelle majeures. Néanmoins, Corenove, par son modèle d'entreprise, démontre que certaines synergies peuvent être vertueuses.

Selon nous, de nombreuses initiatives très intéressantes sont développées au sein de la Région avec des partenaires robustes et bien implantés dans le secteur.

Néanmoins, nos appréhensions sont les suivantes : quel est le temps nécessaire pour mettre en œuvre des projets aussi ambitieux par une organisation administrativement et procéduralement moins flexible et moins agile que le secteur privé ? Quel impact aura le calendrier politique rythmé par des élections tous les 5 ans sur la stabilité de la gestion du projet ? Comment vont évoluer les priorités du financement qui changent au rythme des pandémies, des catastrophes naturelles et d'éléments extérieurs imprévisibles ?

D'autres part, nous trouvons aussi intéressant d'approfondir l'idée qu'il est probablement possible de mettre en place davantage de synergies systémiques pour développer ce secteur.

5. LE FINANCEMENT DES TRAVAUX

Les interviews nous ont permis de comprendre comment les outils de financement étaient utilisés. Les intervenants expliquent également les obstacles rencontrés lors de leurs expériences sur le terrain.

A travers les résultats obtenus, nous pouvons mettre en évidence deux éléments critiques : d'abord le financement est une problématique récurrente dans tous les projets de rénovation, ensuite il semble y avoir pour le moment une inadéquation structurelle entre l'offre et la demande.

Pour mieux comprendre ce sujet, une analyse complémentaire est détaillée dans la partie III section 3.

5.1. Les solutions de financement actuelles, destinées aux propriétaires

Les solutions de financement dépendent principalement du profil des emprunteurs, de leurs capitaux propres et de leurs projets. La solution couramment rencontrée est hybride. Les acteurs de terrains résument les solutions de financement par de l'auto-financement, l'encours d'un prêt hypothécaire, le prêt à tempérament sur 10 ans, les prêts rénovations sur 25 ans et les prêts à 0% sur 30 ans.

« La première solution est l'épargne. (...) La deuxième solution, un encours d'un prêt hypothécaire, réemprunter le capital qui a déjà été remboursé ce qui n'engendre pas de frais de dossier supplémentaire. (...) La troisième solution est un prêt à tempérament sur 10 ans, les taux sont très bas, c'est très intéressant, (...) Et puis, il y a des prêts à 0% (...).

Dans le cas des jeunes couples, nous envisageons une rénovation totale profonde, (...) nous proposons le prêt à taux 0. Un autre cas de figure, ce sont les vieilles personnes qui n'ont pas du tout d'épargne (...). Ils peuvent emprunter à 0% jusqu'à 84 ou 85 ans ! »

(Source Interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

Nous avons également demandé aux interviewés s'il y avait une différence de politique entre les différentes banques. Et la réponse est claire, il ne semble pas y avoir de diversité.

« Non, je n'ai pas d'études sur la différence entre une banque durable type Triodos et une banque classique. Nous attendons avec grand intérêt New B, une banque qui casse les règles et qui entraîne les autres. »

(Source Interview : Thierry LAUREYS, Corenove).

« Concernant New B, la Région a participé à sa capitalisation, nous serions tout à fait favorables à collaborer avec eux. Ils sont très confidentiels aussi. Si vous voulez lever un million pour des rénovations, New B peut jouer un rôle, mais ils ne vont pas être la Solution qui va convenir à tout le monde non plus. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Des solutions alternatives n'ont pas été mentionnées. Leur fonctionnement semble être peu connu, et dès lors, peu répandu et peu populaire.

Par exemple, les contrats de performance énergétique dans les habitations individuelles semblent être compliqués à établir car il n'y a pas de contrôle sur les paramètres qui garantissent la performance énergétique comme la régulation de la température intérieure, l'occupation du logement, un possible effet rebond, ...

*« Il y a tout ce qui est contrat de performance énergétique qu'on étudie depuis plusieurs années mais le problème c'est que de toutes les personnes que nous avons pu rencontrer dans le domaine, le logement individuel reste relativement problématique pour des contrats de performance énergétique parce que les conditions d'usage sont très compliquées à modéliser et il est compliqué de jouer à la police. Ce qui est plus facile à faire dans des bâtiments de bureau, il y a une gestion centralisée, c'est 20°C +1, -1 et un taux d'occupation qui est connu à l'avance. Mais dans un logement privé, la famille peut s'agrandir, la personne s'était dit oui, 20°C c'est suffisant mais finalement, elle vit avec 23°C. **Les conditions sont trop changeantes pour arriver à une contractualisation sur une longue période.** »*

(Source Interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Les interviews démontrent que peu de solutions de financement alternatives sont actuellement mises à disposition des propriétaires, et ce, surtout en comparaison avec la diversité des outils étudiés dans l'état de l'art (définis en partie I section 6.3).

5.2. Les solutions de financement futures, à destination des propriétaires

Des solutions complémentaires sont actuellement en phase de conception à la Région wallonne. Elle envisage de mettre en place un projet pilote de crowdlending prochainement, de souscrire à des obligations de projets pour financer les trains de rénovation, d'étudier les solutions d'ESCO et de tiers-investissement, et de créer des prêts pour la rénovation énergétique liés aux bâtiments.

Lors de l'interview avec la Région, nous n'avons eu aucune information sur les conditions d'accès ou d'octroi, les montants envisagés, les garanties éventuelles, les intérêts et la durée de remboursement.

5.2.1 La plateforme de crowdlending

La plateforme de crowdlending permettra aux particuliers de prêter à d'autres particuliers pour un montant maximum de 50.000€. Toutes les transactions se feront de manière digitale ainsi que la constitution du dossier qui sera simplifiée. Sur base des renseignements encodés, la procédure

d'acceptation sera automatisée, avec s'il le faut une intervention humaine pour la décision liée au crédit.

« C'est confidentiel, il y a une initiative qui devrait voir le jour dans les deux semaines, c'est une plateforme de crowdlending. C'est un projet-pilote (...). C'est une plateforme qui a été développée avec l'aide de la Région, il y a déjà quelques années. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG - 11 Mai 2021)

Une plateforme équivalente a vu le jour, il y a quelques mois, sur le marché. Il s'agit d'une société privée, Mozzeno⁵⁸. A titre indicatif, nous avons fait une simulation sur ce site pour un emprunt rénovation de 50.000€, ils nous proposent des taux variants entre 2,69% et 6,05% TAEG⁵⁹ pour une durée de 24 à 60 mois. Nous n'avons pas d'information sur les conditions d'accès et d'octroi, ni sur les garanties exigées. Ce type de solution nécessite de rémunérer les investisseurs à un taux attractif, en limitant les risques, exigeant des garanties importantes et minimisant les durées de remboursements.

Lors de notre interview, Thierry LAUREYS, administrateur-délégué de Corenove nous a fait part de l'incompatibilité de ce type d'approche de financement dans le cadre de rénovation énergétique.

Nous pouvons illustrer ce propos par un exemple, et le cas d'une maison standard énergivore qui subit une rénovation énergétique profonde de 80.000€ (source interviews T. LAUREYS, T. VAN CAUWENBERG). Dans le cas d'un remboursement à court terme et d'un plafonnement de l'emprunt à 50.000€, cela induit de devoir payer 30.000€ sur les fonds propres. Et en plus, les économies d'énergie en moyenne couvriraient tout au plus 24 %⁶⁰ du montant à rembourser de l'emprunt durant 60 mois.

Cet exemple démontre que la durée du remboursement est un facteur critique pour rendre la rénovation énergétique accessible au plus grand nombre, comme l'a mentionné l'administrateur de Corenove lors de notre interview.

5.2.2 Un fonds public/privé composé d'obligations projet-bond

La deuxième initiative de la Région sera de mettre en place un fonds public-privé où l'argent public sera mélangé avec de l'argent privé. En effet, le besoin d'investissements total de la stratégie de rénovation, par la Région et les propriétaires, sur la période 2020-2050 est estimé à 120 milliards pour le résidentiel (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020). L'épargne privée des Belges est estimée à 280 milliards d'euros⁶¹. La Région veut développer un (ou plusieurs) fonds d'investissement en faveur de la rénovation énergétique pour capter une partie de cette épargne afin de créer un effet de levier significatif. En parallèle, la Région souhaite mettre en place des programmes pour bénéficier également de fonds européens (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020).

L'interview avec Thierry VAN CAUWENBERG nous éclaire sur l'utilisation de ce fonds. Il sera utilisé dans le cadre du projet RénoPlus et des trains de rénovation. La totalité des travaux du train de rénovation sera financé en une seule fois à l'aide d'un fonds public-privés composés d'obligations projet.

« (...). Il ne sera pas possible d'envoyer tous les propriétaires dans leur propre banque pour demander un crédit. C'est trop de risque pour l'organisation du train. L'idée est de suivre l'exemple de la copropriété. Nous allons financer la totalité des travaux en une seule fois. Nous

⁵⁸ <https://www.mozzeno.com/>, consulté le 16/06/2021

⁵⁹ Taux Annuel Effectif Global est exprimé en pourcentage annuel du montant total du crédit. C'est le taux annuel effectif global.

⁶⁰ Avec un TAEG de 6,05%, les annuités sont de 6.627,72€.

⁶¹ Encours des comptes d'épargne réglementés des particuliers - Décembre 2019- Statistiques publiées par la Banque nationale de Belgique (<https://stat.nbb.be>)

allons utiliser un fonds public-privé. L'argent public va être mélangé avec de l'argent privé parce que les sommes à mettre en jeu sont très importantes. L'argent public seul ne peut pas suffire. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Les project-bonds ou « obligations de projet » sont issus d'une démarche conjointe de la Commission européenne et de la BEI. L'objectif est de stimuler le financement sur les marchés des capitaux de grands projets d'infrastructure dans les domaines des réseaux transeuropéens de transport et d'énergie, ainsi que des technologies de l'information et de la communication. Cette initiative vise à aider les promoteurs de projets d'infrastructure admissibles, généralement des partenariats public-privé, à mobiliser des financements privés supplémentaires auprès d'investisseurs institutionnels. (BEI s. d.)

Le promoteur bénéficiera d'un rehaussement de crédit, et verra sa dette divisée de fait en deux tranches, l'une de « premier rang », l'autre « subordonnée ». La tranche subordonnée (correspondant à l'instrument de rehaussement du crédit des obligations de projet), fournie par la BEI avec le soutien de la Commission européenne, prendra la forme d'un prêt. L'instrument de rehaussement du crédit des obligations de projet sous-tend la dette de premier rang et améliore, par conséquent, sa qualité de crédit, apportant ainsi une tranquillité d'esprit aux investisseurs institutionnels. Les obligations proprement dites ne seront pas émises par la BEI ou les États membres, mais par des promoteurs. Les projets bénéficieront ainsi d'un appui pendant leur durée de vie, y compris leur phase de réalisation. (BEI s. d.)

« Ces obligations sont déconsolidées par rapport à la dette, l'Etat et les acheteurs privés peuvent investir en achetant un certain nombre de ces obligations. Les risques se situent au début du projet, savoir si un permis de bâtir est nécessaire pour les travaux envisagés (...), une fois le permis obtenu, les risques diminuent nettement. Lorsque l'Etat a gardé ces obligations pendant un an, ou un an et demi, et il a investi au moment où le risque est le plus haut, à ce moment-là, il peut désinvestir pour investir ailleurs.

C'est une obligation, la rémunération est donc garantie dès le départ. Le taux serait de 2 ou 3% à définir. Pour le moment les taux sont assez bas mais cela pourrait changer. Nous définissons ici quelque chose qui ira jusqu'en 2030, 2040 ou 2050 et nous ne savons pas prévoir à l'avance. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Les montants dus par les propriétaires seront calculés sur base du coût total de leurs travaux duquel on retranchera les primes actuelles qui sont établies en fonction de leurs revenus équivalents. Ils rembourseront les montants empruntés via une ligne de charge qui pourrait être une facture d'électricité. Et une assurance, souscrite dans le cadre du train, couvrira les risques de non-paiements de certains propriétaires.

« Comment est-ce que les propriétaires vont rembourser les montants empruntés ? Leur situation socio-économique va déterminer le montant de la prime à laquelle ils ont droit en fonction des travaux. Elle sera calculée telle que les primes actuellement (...). Ce montant de prime sera déduit du prix des travaux à prévoir. Le montant qu'il reste à rembourser pourra se faire sur une ligne de charge comme cela se fait dans les copropriétés. Cela pourrait être inclus sur la facture d'électricité (...). Les différentes parties prenantes n'ont pas encore été sondées à propos de ce projet (...).

Il se pourrait qu'il y ait un souci de remboursements et que certains ne puissent pas rembourser. Pour éviter que cela n'impacte le projet, nous allons le couvrir par une assurance (...). »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Les économies d'énergie couvriront partiellement les remboursements des frais engagés. Evidemment, cette affirmation est influencée par l'évolution du prix de l'énergie qui n'est pas un élément prévisible à l'heure d'aujourd'hui.

L'ensemble des remboursements d'un même train se fera et se clôturera à la même période. Ce sera plus simple pour la gestion, et la responsabilité des professionnels engagés. La durée de remboursement devra être la plus courte possible.

« La diminution des consommations d'énergie va aider à rembourser les montants engagés mais cela ne pourra pas les couvrir. Il faut être clair avec les gens. Le prix de l'électricité va probablement augmenter ou diminuer, cela aura un impact. Certains travaux doivent être réalisés, un point c'est tout, même si cela coûte plus cher et même si vous n'êtes pas à l'équilibre. L'idée est de diminuer la durée des remboursements le plus possible, et idéalement, de finir l'ensemble des remboursements d'un même train en même temps. Pour des raisons pratiques, pour la responsabilité des professionnels, ce sera plus simple que l'entière de travaux se termine également en même temps. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Nous notons à nouveau que la problématique de la durée de financement, qui influe directement sur les annuités de remboursement, reste un obstacle.

5.2.3 Le tiers-investissement et les sociétés de services énergétiques (ESCO)

La troisième solution qui est analysée par la Région est le tiers-financement et les ESCO. Nous n'avons pas eu beaucoup d'information car le projet est actuellement toujours à l'étude.

*« Par exemple, les trains utiliseront une solution de tiers-financement. Nous parlons également des ESCO, c'est une autre définition. **Pour l'instant nous n'avons pas approfondi ce système.** Cela ne veut pas dire qu'ils sont écartés ou pas intéressants. C'est une priorisation. »*

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Pour certains, cette solution n'est pas envisageable car la rémunération des tiers-investisseurs exigerait des taux d'intérêt élevés en comparaison aux taux proposés par les institutions bancaires actuellement pour des projets en faveur de la transition énergétique et climatique.

*« Nous avons analysé toutes les solutions, je sais que les écolos continuent à croire aux tiers investisseurs, et c'est incroyable ! **Mais les tiers investisseurs, il faut les rémunérer. Pour le moment, les prêts sont extrêmement bas et les banques ont des subventions de la Banque Européenne d'Investissement pour la transition énergétique.** »*

(Source Interview Thierry LAUREYS, Corenove).

Pour d'autres, cette solution permettrait peut-être de répondre à une autre problématique, celle du besoin en fonds de roulement nécessaire pour couvrir la période entre l'audit et la réception des incitants divers. Cela permettrait au propriétaire de ne pas devoir avancer les fonds requis pour payer les factures des professionnels du secteur avant d'avoir reçu l'ensemble des primes.

*« Une solution qui pourrait répondre aux besoins des propriétaires, ce serait que la caisse de prêt débourse les factures, et avec une histoire de tiers-payant (...). **Et la rotation des paiements est probablement l'un des obstacles de la rénovation.** »*

(Source interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

5.2.4 Le prêts rénovation énergétique attachés aux bâtiments

La quatrième initiative, c'est le prêt rénovation énergétique attaché aux bâtiments. Ce prêt est lié au logement, et plus à une personne. Ce prêt est aussi appelé prêt à la pierre. Ce concept est mentionné

dans la stratégie de rénovation de la Région wallonne et il a été mentionné à plusieurs reprises dans les interviews.

Le principe consiste à entreprendre les travaux nécessaires, et à en rembourser le crédit par le biais de la facture d'énergie. En effet, un numéro de compteur correspond à un logement spécifique, il y a donc un lien direct entre le compteur, et le logement bénéficiant des travaux financés. Il y a deux avantages à cette procédure : le premier est que le crédit n'empiète pas sur le calcul des capacités de remboursement des emprunteurs ; le deuxième avantage est qu'à la vente du bâtiment ou au changement du locataire, l'occupant suivant continue à payer le crédit initial par le truchement des factures d'énergie. Le coût pour l'occupant correspond dès lors à la durée de son occupation des lieux. (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020)

*« (...) la première (est) de ne plus lier les travaux avec une personne mais c'est de lier les travaux à l'habitat, c'est le prêt à la pierre. Le financement serait lié au bâtiment et plus à la personne. Il y a encore de la réflexion à mener de ce côté-là par rapport à l'applicabilité de ces méthodes de financement. Le prêt à la pierre apparaît dans la stratégie à long terme, **c'est un mécanisme intéressant et qui permet effectivement d'amortir des temps de retour sur un bâtiment et non plus sur une personne ce qui est beaucoup plus sain par rapport à la propriété d'un bien qui a une longue durée de vie.** »*

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

5.3. Les propositions réalisées par des acteurs de terrain

Les acteurs de terrain viennent avec des propositions concrètes : le prêt à très longue durée et un taux de TVA à 6% pour les rénovations réalisées en auto-construction.

L'analyse de la faisabilité de ces solutions ne fait pas partie de ce travail. Néanmoins, les propositions très concrètes réalisées par les acteurs de terrain semblent répondre à beaucoup d'obstacles actuels de la rénovation et méritent d'être étudiées plus en détail.

5.3.1 Les prêts à très longue durée

Thierry LAUREYS, administrateur-délégué de Corenove propose de mettre en place des prêts énergétiques liés aux bâtiments sur une durée long-terme qui idéalement s'approche de 50 ou 60 ans.

« Mais un gros frein, c'est le financier. L'institut Négawatt France arrive aux mêmes conclusions que nous, il faut faire des prêts de très longue durée liés aux bâtiments, c'est-à-dire que lorsque le propriétaire vend le bâtiment, le prêt est vendu avec. L'idéal serait d'avoir des prêts de 60 ans. »

(Source Interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

Thierry LAUREYS a entamé des démarches auprès des banques Belfius, la Banque Nationale, le Conseil Fédérale du Développement durable, qui lui ont indiqué qu'il faudrait introduire une nouvelle loi fédérale. L'administrateur-délégué démontre que cela permettrait d'avoir une croissance faible et stable sur des économies d'énergie. Ces prêts longues durées existent en Europe, notamment en Autriche et en Suisse.

« La demande va exploser si c'est faisable. »

(Source Interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

L'équipe de Corenove est convaincue que ce type de solution pourrait faire changer le marché de la rénovation. L'objectif de l'administrateur-délégué est de réaligner la durée de vie des rénovations et leurs amortissements sur une durée équivalente. Certains travaux sont réalisés pour environ 60 ans, d'autres comme la ventilation, les capteurs, les onduleurs sur des durées qui sont plus courtes.

« Si nous permettons d'amortir ces travaux sur 60 ans, et que le crédit est lié au bâtiment, cela veut dire que les vieilles personnes pourront l'envisager et que les mensualités de remboursement du crédit seront tellement faibles par rapport aux économies d'énergie que tout le monde pourra l'envisager (...). »

(Source Interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

Cette solution est également sociale, car avec les primes actuelles sur les travaux de rénovation, cela permettrait d'après les calculs réalisés, pour chaque ménage à très bas revenus, de bénéficier de 2000€ d'économie en moyenne par an, et tout cela dans le cadre de la lutte contre le dérèglement du climat (Source : document confidentiel de Corenove).

Il reste la question des cas particuliers évoquée dans l'état de l'art : les propriétaires investissent des avantages qui reviennent au locataire. Thierry LAUREYS vient, à nouveau, avec une solution pour ce cas-là. Pour les locataires et les bailleurs, il propose de faire comme en France et d'avoir une convention-cadre entre le bailleur et le locataire. Le locataire rembourserait une partie des gains liés aux économies d'énergie à travers un contrat, cela permettrait de rembourser le prêt longue durée contractée par le propriétaire.

« Par exemple, si le locataire fait 600 € d'économie par an, le locataire bénéficie de 400€ de réduction et rétribue 200€ au propriétaire. Ce qui permet de rembourser le prêt très longue durée. Si les bailleurs ne peuvent pas avoir accès au prêt très longue durée, ils vont attendre que le locataire s'en aille pour réaliser des travaux et le louer plus cher. Dans ce cas, nous sommes dans une société d'exclusion. Il faut mettre en place un partenariat : propriétaire-bailleur. »

(Source Interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

A l'écoute des propositions de l'administrateur-délégué de Corenove, nous avons profité des interviews pour poser la question à Thierry VAN CAUWENBERG, conseiller du Ministre Philippe Henry, de la faisabilité du projet défendu par la coopérative. Il reste sceptique quant à la mise en œuvre à cause de la réglementation très stricte du secteur bancaire (qui vise à soutenir l'intégrité des établissements de crédit).

« Le crédit longue durée, à 30 ans, commence à se généraliser et nous ne sommes pas à la manœuvre pour cela. Les règles prudentielles doivent être respectées, il y a Bâle II, Bâle III. C'est la politique interne des banques. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

5.3.2 La TVA à 6% pour les auto-constructeurs

Lors de nos interviews, nous avons eu une autre proposition très concrète. L'idée est de mettre à disposition des auto-constructeurs des cartes de membres pour leur permettre d'avoir certains avantages et notamment la TVA à 6% sur les matériaux.

Si l'objectif de la Région wallonne est d'augmenter l'efficacité énergétique des logements, il semble donc adéquat de supporter toutes les solutions qui permettent, d'une manière ou d'une autre, d'atteindre cet objectif. Et de mettre en place les procédures pour objectiver de manière concrète l'amélioration des performances énergétiques obtenues au travers de ces solutions alternatives.

« La carte de membre rénovateur, c'est un projet qui est en cours de réflexion. On essaie de pouvoir créer une plate-forme locale d'émulation. (...) J'en ai discuté avec beaucoup de gens autour de moi, et la plupart râlent, quand ils font l'auto-construction, de payer la TVA à 21 %.»

(Source interview : chargé de projet PariEnergie)

5.4. Résumé et considérations

En conclusion, nous retiendrons que la problématique du financement est récurrente dans tous les projets de rénovation. Les solutions de financement actuelles en Région wallonne sont peu nombreuses : les prêts bancaires (prêts à tempérament, prêts énergie ou rénovation, un encours d'un prêt hypothécaire) ou des prêts à 0% par des fonds publics. Il existe peu de solutions de financement alternatives actuellement mises à disposition pour les maîtres d'ouvrage.

La Région envisage de développer des nouveaux modes de financement : une plateforme de crowdlending, un fonds public/privé composé d'obligations de projet, des solutions de tiers-investissement et des sociétés de services énergétiques (ESCO), des prêts rénovations énergétiques attachés aux bâtiments.

Et lors de nos interviews, une proposition a été suggérée par Corenove : le prêt de très longue durée (40 voire 50 ans).

Selon nous, la Région table beaucoup sur les investissements privés (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020) mais malgré l'apparence d'une épargne importante en Belgique, il s'agit probablement principalement d'une épargne de précaution et très inégalement répartie. Alors comment allons-nous convaincre les investisseurs de consacrer une partie de cette épargne-là à la rénovation énergétique pour eux-mêmes et pour des tiers ?

Il reste également des inconnues concernant les solutions de tiers-investisseurs ou les sociétés de services énergétiques : n'entraîneraient-elles pas une déresponsabilisation du consommateur face à sa consommation ?

Le prêt rénovation énergétique attaché au bâtiment semble être intéressant pour lever certains obstacles. Mais quelles sont les durées de remboursement prévues ? Comment évaluer et couvrir les risques qui seront encourus par le prêteur ? Quels types de garanties seront exigés ? Quelle sera la lourdeur administrative pour changer la réglementation qui permettra sa mise en œuvre ?

Dans ce contexte, nous supportons la proposition d'un prêt à remboursement progressif, qui suit la capacité de remboursement des emprunteurs. Cette solution simple, adaptable rapidement et utilisable individuellement pourrait être mise en place par les banques à court-terme. Elle est expliquée dans la partie III de cette recherche.

6. LA PLACE DE L'ECONOMIE CIRCULAIRE DANS LA MASSIFICATION

Les interviewés ont connaissance de certains concepts de l'économie circulaire, et ils reconnaissent l'importance de la mise en place de ce changement de paradigme. Mais nous avons pu constater qu'il n'y a pas de réels projets concrets pour le mettre en œuvre de manière massive. Il se fait actuellement à l'opportunité.

Les concepts les plus souvent abordés par les intervenants sont l'utilisation des matériaux biosourcés et la main d'œuvre locale. En comparaison avec les nombreuses formes que peut prendre la mise en œuvre de l'économie circulaire, cette vision n'est que très partielle.

De plus, aucun des intervenants n'a actuellement étudié l'impact sur l'environnement de la massification de la rénovation.

À la suite de ces interactions, une question est restée ouverte. Comment mettre en valeur cette filière vertueuse, et en faire un élément indispensable dans la rénovation énergétique ? Nous tentons d'y répondre dans la partie III section 4.

6.1. Les limites actuelles de la filière

La Région wallonne, sous l'impulsion des réglementations européennes, se focalise principalement sur les aspects énergétiques et la diminution des gaz à effets de serre, liée à la consommation d'énergie. L'aspect des choix des matériaux et de l'énergie grise⁶² n'est pas encore pris en compte. Plusieurs raisons, établies sur base des interviews, peuvent expliquer cela : premièrement, l'impact de la réduction de la consommation d'énergie est probablement bien plus important comparé à l'énergie globale du cycle de vie des matériaux mis en œuvre ; deuxièmement, le manque de maturité du marché des matériaux écologiques pourrait freiner les ambitions de la rénovation énergétique ; troisièmement, les filières de matériaux biosourcés sont peut-être encore inadaptées pour être produits de manière industrielle.

*« Pour le moment dans le cadre de la stratégie à long terme, ce sont essentiellement les aspects énergétiques et la diminution des gaz à effets de serre liés à la consommation d'énergie qui sont étudiés et comptabilisés dans le cadre du Plan Wallon Energie-Climat et dans le cadre de la directive PEB. **L'aspect du choix des matériaux, de l'énergie grise, ... ne sont pas encore directement pris en compte.** Cela va venir (...). Il faut évaluer comment cet aspect pourra être intégré au niveau des priorités. Ce sera probablement réalisé après 2025. Cela ne veut pas dire que nous n'en tenons pas compte dans les instruments, ni qu'il n'y aura pas d'incitants pour le faire, ni que les appels à projets ne prendront pas en compte cette dimension-là. **Ce sera implémenté de manière plus intuitive, comme les surprimes actuelles pour la mise en œuvre des matériaux biosourcés (...).** En ce qui concerne la mesure et le suivi, nous n'avons pas encore d'outils équivalents aux solutions existantes utilisées pour les aspects énergétiques. »*

(Source Interview : chargée de projet direction du bâtiment durable)

6.2. Qui est responsable de mettre la circularité au cœur des projets de rénovation dès la conception et jusqu'à la déconstruction ?

A cette question, les auditeurs-logements, qui ne sont pas auteurs de projets, renvoient la responsabilité aux entrepreneurs. Le maître d'ouvrage qui n'a pas d'expertise dans le secteur va probablement renvoyer la responsabilité à l'entrepreneur, et aux professionnels conseillés du secteur. Et si, comme nous l'avons établi dans l'état de l'art (partie I section 7.3), la circularité des matériaux doit être prise en compte dès la conception, l'entrepreneur risque de renvoyer la responsabilité aux professionnels-conseillés ou aux propriétaires. C'est donc un élément qu'il faudrait clarifier au sein de la procédure, et de la trajectoire du rénovateur.

*« **Le problème, c'est que l'auditeur est relativement limité dans son action à ce niveau-là. Il n'est pas auteur de projet, il est conseiller.** C'est déjà compliqué de faire des travaux, alors si on fait des travaux circulaires, cela va rajouter des difficultés. Maintenant, c'est plutôt du côté des entrepreneurs qu'il faudra aller voir. »*

(Source Interview : Alain MEESEN, PEEB asbl)

⁶² C'est la quantité d'énergie consommée lors du cycle de vie d'un matériau.

https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_grise#:~:text=L'%C3%A9nergie%20grise%2C%20ou%20%C3%A9nergie,excepton%20notable%20de%20l'utilisation, consulté le 5/7/21

« *Finalement, démonter, recycler, cela nous échappe un peu. Ce n'est pas notre rôle. »*

(Source interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

« (L'économie circulaire) *Oui, dans la promotion des produits régionaux. **Néanmoins, cela n'a pas été prévu dans ce projet.** Je pense que cela nécessiterait un projet en lui-même. J'espère pouvoir le proposer dans une prochaine programmation. »*

(Source interview : chargé de projet PariEnergie)

Nous avons un peu le même souci au niveau des instances régionales, l'économie circulaire est sous la tutelle d'un Ministre qui n'a pas dans ses attributions l'énergie. Et le Ministre en charge de l'énergie n'a pas la responsabilité de la mise en place de la circularité. Lors des interviews, il nous a été indiqué qu'il y avait une collaboration entre les équipes correspondantes. Mais est-ce que cela sera suffisant pour mettre l'économie circulaire au cœur du programme de la massification de la rénovation ?

« ***Alors l'économie circulaire, c'est le Ministre Borsus qui s'en occupe.** (...) Cela va au-delà de tout ce qui est construction et rénovation. »*

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

« ***Concernant l'économie circulaire, c'est géré au sein d'un autre département, la direction du Développement Durable.** Il coordonne la stratégie de mise en place de l'économie circulaire pour la Région wallonne dans laquelle la thématique construction est prise en compte également. Il est évident que le lien avec la stratégie de rénovation existe et il est indispensable. Mais, si vous désirez cibler cette thématique au niveau de la construction et au niveau de la gestion des déchets, il faut contacter ce département. »*

(Source Interview : chargée de projet direction du bâtiment durable)

6.3. La main d'œuvre locale

La Région wallonne met en avant l'importance de rapatrier des compétences, et certaines unités de production pour diminuer sa dépendance socio-économique avec l'international, et sa dépendance à une offre insuffisamment diversifiée, et quasi monopolistique. La Région a néanmoins conscience des limites de la relocalisation de la production.

« ***Oui, il faudra industrialiser, et il faudra rapatrier en Europe des usines de production de matériaux.** Le chantier européen des dix à vingt prochaines années sera la rénovation des bâtiments et il ne faudrait pas que toutes les ressources viennent d'en dehors de l'Europe. Par exemple, il y a une usine d'isolants qui a brûlé⁶³, et subitement, le prix de l'isolant a été multiplié par deux. Comment se fait-il que nous soyons si dépendants ? Il y a quelque chose qui ne va pas. Il faut y réfléchir et rapatrier en Europe ce dont nous aurons besoin pour les vingt prochaines années au moins. A l'inverse, il n'est pas utile que toutes les usines aient des lignes de production de tous les matériaux non plus. Ce ne serait pas efficace. »*

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

⁶³ Référence à la crise du polyuréthane en juin 2017. Une invraisemblable série d'accidents restreint la production du méthylène diphenyl diisocyanate composant du polyuréthane. Ce marché est concentré entre les mains de cinq producteurs mondiaux : les Allemands Covestro (Bayer) et BASF, les Américains Dow Chemical et Huntsman, et le leader chinois Wanhua Chemical. Le 20 septembre, 2017, une explosion paralyse une usine de Wanhua en Chine. L'usine tourne depuis au ralenti. Celle d'Huntsman, aux Pays-Bas, subit un arrêt de maintenance depuis la fin 2016. Le 25 avril, une explosion bloque la fabrication dans une unité allemande de Covestro. Le même jour, Borsodchem (appartenant à Wanhua) a des problèmes de production dans son usine hongroise. Résultat, le volume disponible chute, les délais de livraison s'allongent et le prix s'envole. <https://www.lemoniteur.fr/article/isolants-polyurethane-autopsie-d-une-crise.736634>, consulté le 29/7/2021.

6.4. Les matériaux mis en œuvre

Les matériaux biosourcés sont les premiers éléments qui viennent en tête des interviewés lorsqu'on pose des questions sur l'économie circulaire. En majorité, ils n'ont pas considéré d'autres formes de mise en œuvre de l'économie circulaire comme le cycle technique par exemple.

Cette problématique aborde plusieurs aspects intéressants identifiés lors des interviews :

➔ **Quelle est la réputation de ce type de matériaux auprès des propriétaires et des professionnels du secteur ? Quel est le niveau de connaissance des propriétaires et des professionnels du secteur concernant ce type de matériaux ?**

Le point de départ de l'émergence de l'utilisation de ces matériaux, c'est la formation des professionnels du secteur et la sensibilisation des candidats-rénovateurs. Il semble que beaucoup de candidats-rénovateurs s'intéressent à ce type d'approche mais qu'il y a encore trop d'obstacles à l'adoption.

« Nous avons collaboré avec l'ASBL Rêves pour les webinaires sur l'isolation pour définir les limites et les difficultés rencontrées à l'utilisation de produits locaux et biosourcés. »

(Source interview : chargé de projet PariEnergie)

*« Il y a un manque d'information, les gens ne connaissent pas encore assez ces produits. Et j'ai une forte demande, 4 personnes sur 5 s'intéressent au projet. Et malheureusement, le gros frein est souvent le prix. **Tout le monde a envie de faire de l'isolation avec du liège, mais quand on se rend compte que le prix est 3 fois plus élevé qu'un autre produit, ... Dans le cas de l'isolation avec la cellulose de bois, il faut 10 cm en plus par rapport à un autre isolant de type polyuréthane, ça fait reculer. Il faut essayer quelque part oui, la limite elle est pratique et technique.** »*

(Source interview : chargé de projet PariEnergie)

➔ **Quel segment de clients sera le plus facile à convaincre ?**

Selon les interviews, l'âge semble être un critère important pour définir la cible de clients potentiels des produits biosourcés. Les plus âgés semblent plus formatés et s'orientent plus facilement vers des techniques matures qui ont fait leurs preuves. Les plus jeunes sont plus enclins à expérimenter et plus sensibilisés.

*« **Ce sont les utilisateurs et les futurs utilisateurs qui facilitent la mise en œuvre de ces matériaux, c'est une démarche personnelle.** Et le plus gros facilitateur, c'est l'âge. Il est clair que les gens qui ont entre 50 et 60 ans ont comme premier réflexe d'utiliser de la laine de roche, de la laine de verre ou du polyuréthane. Et quand on va leur dire pourquoi pas de la laine de mouton ou du carton ou de la cellulose journal, ils répondent : « mais si je mets cela dans mon mur, cela va prendre feu, cela va se mouiller ». Il est clair que l'ouverture d'esprit de l'utilisateur est le premier déclencheur. »*

(Source interview : chargé de projet PariEnergie)

➔ **Comment ces matériaux peuvent-ils devenir compétitif par rapport aux ressources non-renouvelables ?**

Les intervenants ont expliqué que les matériaux biosourcés ne sont actuellement pas encore très compétitifs car : les professionnels du secteur les utilisent peu ; les prix ne sont pas attractifs ; ils n'offrent pas de capacités techniques supérieures aux ressources non-renouvelables en matière de performance énergétique ; ils sont souvent plus complexes à mettre en œuvre et le marché de l'offre reste limité.

Pour les rendre plus compétitif, plusieurs pistes ont été énoncées lors de interviews : taxer les matériaux non-écologiques, structurer l'offre pour industrialiser la production, promouvoir ces

matériaux auprès des propriétaires, former les professionnels du secteur, mettre en place des mesures coercitives, etc.

*« Pour le moment, le prix de l'isolant classique (polyuréthane) est en train de grimper, ce qui nous arrange très bien. Pour nous, il ne faut pas donner des surprimes pour les éco-matériaux, **taxons les matériaux non-écologiques pour aider la structuration des filières.** »*

(Source interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

➔ **Comment va se comporter le secteur des biomatériaux face à la massification ?**

A ce jour et selon les interviews, les filières des biomatériaux ne sont pas suffisamment robustes pour couvrir l'augmentation de la demande liée à la massification des rénovations. Ces filières sont des marchés de niche encore fort artisanaux et peu industrialisés. Elles ont un rayonnement très local et ne s'exportent pas à grande échelle.

*« **Il faut savoir que les filières de fabrication de ces matériaux ne sauront pas suivre si nous massifions. Il faut structurer ces filières en amont.** »*

(Source interview : Thierry LAUREYS, Corenove)

6.5. Les déchets comme matière première

A la Région wallonne, des projets d'études sont en cours pour récupérer les déchets de construction liés à la rénovation afin de concevoir des nouveaux matériaux utilisables pour le même secteur comme nouvelle source de matière première.

*« Ici, nous travaillons sur tout ce qui est la récupération des déchets axée sur la rénovation, l'utilisation des déchets de construction. Par exemple : lorsque vous avez des parpaings détruits qui peuvent être broyés et réutilisés dans la nouvelle construction. Nous ne manquons pas d'y réfléchir car ce sont des volumes qui sont conséquents. Ce serait aussi une opportunité d'avoir en interne (au niveau européen ou wallon), une source de matière première dans laquelle nous pourrions puiser, pas pour l'entière des matières premières mais pour une partie. **Si nous recyclons 10 ou 20%, c'est déjà gagné par rapport à ce qu'il est fait pour l'instant.** »*

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

6.6. L'économie de la fonctionnalité

L'économie de la fonctionnalité n'est pas une solution actuellement à l'étude, pour les intervenants interviewés, dans le cadre de la massification de la rénovation. Elle nécessite un changement de paradigme qui n'est pas encore envisageable par les propriétaires en Belgique selon le CSTC.

« Pour revenir sur la partie, « as-a-service », évidemment oui, on étudie ces mécanismes d'économie de la fonctionnalité, ce sont des approches qui nous parlent beaucoup et qui nous intéressent (...). Maintenant sur les aspects « as a service » particulier où la propriété n'est plus visée, c'est-à-dire l'éclairage (lighting) ou autre, c'est une tout autre conception d'achat pour les clients mais c'est vers quoi le marché va tourner dans les 10 à 20 prochaines années, on pense. Il y a un changement de paradigme assez important pour les propriétaires et pas évident à faire, comme changement intellectuel (...). Je m'occupe de l'accompagnement des entreprises de l'innovation à Bruxelles et il y a une entreprise de menuiserie qui voulait se diriger vers une économie de la fonctionnalité, et donc proposer des menuiseries qui pourraient évoluer avec le temps. Dans ce cas, l'entreprise garantit une performance, et la menuiserie n'appartient plus au propriétaire du bâtiment. Techniquement, il y a encore du travail à faire, il faut convaincre le client que ses châssis ne lui

appartiennent plus, c'est une partie de son logement dont il a l'impression d'être dépossédé. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Néanmoins les acteurs du secteur reconnaissent que ce type de solutions va émerger dans les 10 à 20 prochaines années, et qu'à court terme certaines solutions plus légères, comme la gestion de l'éclairage, pourraient voir le jour. En parallèle, la massification de la rénovation est un chantier dont la durée est prévue pour 30 ans. Cela indique qu'au moment où l'économie de la fonctionnalité va devenir populaire, nous serons probablement à mi-parcours dans le programme de la massification des rénovations. De plus l'économie de la fonctionnalité permettrait de mettre en œuvre les notions d'économie circulaire, d'économies d'échelle et de résoudre les problématiques de financement. Ce concept nous paraît donc une solution concrète qui pourrait être mise en œuvre pour la massification. Ce point sera détaillé dans la partie III section 4.

6.7. Quelle place est réservée à l'économie circulaire dans les futurs projets ?

Nous avons posé la question de savoir quelle serait la place de l'économie circulaire dans les initiatives en faveur de la massification de la Région wallonne.

Dans les trains de rénovation, c'est la main d'œuvre locale qui sera privilégiée. Cela n'est pas évident car le secteur est composé d'une multitude de petits artisans et de petites PME. La Région veut éviter de voir arriver des sociétés multinationales qui prennent ce marché.

Dans la pratique, nous n'avons pas eu d'informations plus détaillées qui expliqueraient comment les acteurs locaux pourraient être favorisés quand on sait que l'Union européenne⁶⁴ est l'un des principaux promoteurs des accords de libre-échange⁶⁵. De plus, étant donné l'ampleur des projets, il nous est difficile de supposer que ces contrats ne seront pas gagnés par de gros acteurs, ce qui renforcerait leur position sur le marché au détriment des petites entreprises du secteur.

« Oui, la main-d'œuvre locale, c'est aussi considéré comme économie circulaire. C'est aussi le but des trains (de rénovation). Lorsqu'on va ouvrir un train à un endroit, on va s'attendre à ce que le plombier, l'électricien, l'entrepreneur du coin y participe. Pour la coordination, il va falloir des ensembliers qui ont une surface très large (...). Et quand on va mobiliser les forces, cela va être le plus local possible et pas du tout des grosses sociétés internationales qui arrivent avec leurs ressources, les logent dans des containers et puis repartent une fois que le boulot est fait. Ce n'est pas l'esprit. »

(Source interview : Thierry VAN CAUWENBERG)

Dans le projet RénoPlus, les fournitures seront, elles, de sources mixtes car si on multiplie les rénovations par 4, il faut que l'offre puisse y répondre avec toutes les solutions disponibles sur le marché. Dès lors, l'idée n'est pas de se focaliser uniquement sur des matériaux à impact neutre car, selon le CSTC, ce marché de niche ne permettra pas de couvrir la demande.

Comme le mentionne le CSTC, le corollaire de ce constat, c'est que s'il risque de ne pas y avoir assez de fournitures, le secteur va donc essayer de récupérer et de recycler au maximum.

Néanmoins même si des projets de recherche sont en cours, la circularité ne pourra pas être au cœur du projet pour la première phase.

⁶⁴ <https://www.robert-schuman.eu/fr/questions-d-europe/0554-l-union-europeenne-et-son-modele-de-regulation-des-relations-commerciales-internationales>, consulté le 14/06/2021

⁶⁵ Libre-échange : système économique dans lequel aucun obstacle douanier, fiscal ou réglementaire ne vient freiner les échanges commerciaux entre États, par opposition au protectionnisme. <https://www.larousse.fr/>, consulté le 17/06/2021

« Il y a eu pas mal de projets de recherche comme le projet BAM à Bruxelles qui définit l'Urban Mining dans la construction et très clairement, il y aura une réflexion. Ce ne sera pas le cœur du projet pour la première phase car on a beaucoup de pain sur la planche en 18 mois pour arriver à mettre en place tout ce cadre mais c'est très clairement une priorité pour nous aussi. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

Le CSTC et ses partenaires, le pôle GreenWind, sont très impliqués dans les démarches en faveur de l'économie circulaire. Greenwind est un des acteurs majeurs du programme Circular Wallonia. Et l'économie circulaire est aussi un objectif de développement identifié par le CSTC pour les 5 prochaines années. Sur cette base, le CSTC nous garantit que ce volet sera intégré à court terme.

« Ce sera intégré, on a tout un volet qui s'y intéresse dans le projet mais aujourd'hui on va plutôt utiliser des initiatives existantes que de venir en rupture avec ce qui existe déjà ou les recherches actives. »

(Source interview : Arnaud DAWANS, CSTC)

6.8. Résumé et considérations

Pour conclure cette section, nous retiendrons que le concept d'économie circulaire est très récent ; qu'il y a peu de réglementations ; que les premiers projets sont pionniers et innovants ; qu'il y a une volonté de développer des formes de ce concept ; que les responsabilités sont partagées (ou sous-évaluées) ; et que les intervenants se sont principalement focalisés sur les solutions liées au cycle biologique (avec des matériaux biosourcés), à l'éco-conception et sur la main d'œuvre locale (favorisant des boucles de rétroactions courtes).

Selon nous, il y a encore un manque de connaissance des différentes formes de mise en œuvre de l'économie circulaire. Nos questions lors de interviews étaient très ouvertes : Une attention particulière a-t-elle été faite sur l'économie circulaire ? Quels sont les concepts mis en œuvre ? Quelle organisation a été nécessaire pour les mettre en œuvre ? Quelles limites et quelles difficultés avez-vous rencontrées ? Qu'est-ce qui a facilité la mise en œuvre de ces concepts ? Et les autres formes de mise en œuvre comme le cycle technique ou les symbioses industrielles n'ont pas été abordées. Par exemple, les matériaux fossiles-sourcés ne doivent pas nécessairement être exclus. Il faut envisager leur capacité à être démontés, réutilisés, réparés, recyclés, etc. avant de pouvoir les exclure d'une rénovation durable et circulaire.

Le deuxième constat, c'est « l'absence de responsable » pour assurer la mise en œuvre du concept de l'économie circulaire au cœur du processus de rénovation énergétique des habitations individuelles.

Sur base de ces constats, nous avons souhaité étudier des pistes concrètes pour mettre l'économie circulaire au centre de la massification de la rénovation énergétique. Cette étude complémentaire est dans la partie III section 4.

PARTIE III : DES ETUDES COMPLEMENTAIRES

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de cette étude, nous avons fait le choix d’approfondir deux axes qui nous semblaient fondamentaux pour envisager une massification de la rénovation énergétique profonde.

D’une part, il s’agit de mieux comprendre les aspects financiers de la rénovation, spécifiquement le financement.

Et, d’autre part, il s’agit de mieux cerner les concepts de l’économie circulaire qui pourraient être envisageables pour industrialiser et massifier la rénovation énergétique.

2. LA TYPOLOGIE DE REFERENCE

La première étape de la démarche pour répondre aux questions de recherche sera consacrée à la modélisation d’un cas générique concret. Ce modèle sera issu de la base de données de TABULA « Typology Approach for Building Stock Energy Assessment » (Loga, Stein, et Diefenbach 2016).

Le bâtiment choisi est référencé BE.N.SFH.01.Gen.ReEx.0016. Elle correspond à la typologie HE1, la maison de type vernaculaire dans le référentiel COZEB 2 (Leveau et al. 2017).

Country	Region	Construction Year Class	Additional Classification	SFH Single Family House
	national (Belgie)	... 1945	generic	 BE.N.SFH.01.Gen

Figure 21: TABULA Webtool illustration – Source : <https://webtool.building-typology.eu/>

Voici la description de l’enveloppe du bâtiment :

- La toiture principale est constituée :
 - de pans de toit de 116,3 m² donnant sur un environnement extérieur et
 - d’un plancher de grenier qui délimite le volume protégé, il est considéré comme un pan de toit de 41,1 m² donnant sur un espace adjacent non chauffé.
- Il n’y a ni panneaux photovoltaïques sur la toiture inclinée, ni isolation thermique sur le plancher du grenier.
- Les parois sont composées d’un mur plein en briques. Il n’y a pas d’isolant dans les parois. 228,8 m² de cette paroi donnent sur un environnement extérieur et 26,9 m² donnent sur un espace adjacent non chauffé.
- La surface au sol est de 87,3 m² et la surface sur cave est de 47,0 m². Le sol est en pierre naturelle.
- Il y a 41 m² de fenêtres composées de simple vitrage avec un châssis en bois et 9 m² de portes. Les fenêtres sont orientées comme suit : à l’Est 9,30 m², au Sud 12,2 m², à l’Ouest 8,9 m², au Nord 10,8 m².

Afin de compléter l’enveloppe, les systèmes ci-dessous ont été considérés :

- Le système de chauffage est central et individuel.

Il a les caractéristiques suivantes :

- La production est réalisée par une chaudière à mazout dont l'année de fabrication est comprise entre 1976 et 1985.
 - La fraction de la production de chauffage est de 100%.
 - Le rendement de la production est de 76,33%.
- La distribution se fait via des canalisations partiellement isolées (25 à 75%) situées dans des espaces adjacents non chauffés ou dans le sol.
 - Les pertes spécifiques sont de 11,1 kWh/(m².a).
- La consommation des auxiliaires est de 2,635 kWh/(m².a).
- Il n'y a pas de système de stockage pour le chauffage.
- La régulation est en température variable.
- Le système d'eau chaude sanitaire a les caractéristiques suivantes :
 - La production d'eau chaude est couplée à la chaudière qui sert pour le chauffage.
 - La régulation est en température variable.
 - Le rendement du système de régulation est de 74,07%.
 - Il y a un ballon d'eau chaude pour le stockage, isolé avec une enveloppe thermique intérieure datant de 1989.
 - La distribution se fait via des canalisations à l'intérieur du volume protégé, la longueur des tuyaux est de moyenne à grande (> 5m) et il n'y a pas de circulateur.
 - Il n'y a pas de boucle de circulation.
 - La consommation des auxiliaires est de 0,31 kWh/(m².a).
- Aucun système de ventilation n'est installé, ni considéré.
- Il n'y a pas de système complémentaire pour l'énergie renouvelable.

2.1. La certification PEB de l'habitation de référence

L'habitation-référence avant travaux, selon TABULA, est en théorie de 424,81 kWh/m²a. (Cyx et al. 2012) indiquent que TABULA utilise le cadre réglementaire et les méthodes de calculs appliquées en Région flamande. L'énergie est une compétence régionale, et dans l'état de l'art, il est démontré que les référentiels entre les Régions ne sont pas les mêmes (voir Figure 5: Label PEB Région wallonne vs Belgique - Source:(Vanparys, Niclaes, et Lesage 2012)). Il est donc nécessaire de transposer l'habitation-référence dans le référentiel de la Région wallonne.

Pour ce faire, nous avons réalisé la certification de l'habitation modèle selon les règles de la certification énergétique des unités d'habitations existantes en Région wallonne. L'ensemble des données, collectées à partir du modèle générique TABULA, ont été encodées dans la solution PACE en respectant le protocole de certification en vigueur. Lorsqu'il manque une information, le logiciel a recours aux valeurs par défaut imposées dans la procédure de calcul. Le logiciel va générer automatiquement les différents résultats liés à la performance énergétique du modèle étudié.

La description du modèle TABULA n'étant pas complète, certaines hypothèses ont dû être posées. L'objectif est d'avoir des rendements qui soient le plus en adéquation possible avec les données du modèle générique.

Les hypothèses complémentaires sont les suivantes :

Composition de l'enveloppe :

- Toiture inclinée, composition de base standard, donnant sur l'extérieur avec la présence d'une lame d'air fortement ventilée et la présence d'une lame d'air peu ou pas ventilée, sans isolant. $U = 2,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sur $116,30 \text{ m}^2$.
- Toiture inclinée, composition de base standard, donnant sur un espace adjacent non chauffé (EANC) avec la présence d'une lame d'air fortement ventilée et la présence d'une lame d'air peu ou pas ventilée, sans isolant. $U = 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sur $41,09 \text{ m}^2$.
- Mur plein composé de briques apparentes d'une épaisseur de 40cm, sans isolation, sans lame d'air, donnant sur l'extérieur. $U = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sur $228,90 \text{ m}^2$.
- Mur plein composé de briques apparentes d'une épaisseur de 40cm, sans isolation, sans lame d'air, donnant sur un EANC. $U = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sur $26,90 \text{ m}^2$.
- Sol de composition standard, sans lame d'air, sans isolant, donnant sur le sol. $U = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sur $87,30 \text{ m}^2$.
- Sol de composition standard, sans lame d'air, sans isolant, donnant sur une cave sans ouverture vers l'extérieur. $U = 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sur $47,00 \text{ m}^2$.
- Simple vitrage, châssis bois, donnant sur l'extérieur. $U = 5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sur $41,20 \text{ m}^2$.
- Panneau non isolé non métallique, sans vitrage, sans châssis. $U = 4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ sur $9,50 \text{ m}^2$.
- L'étanchéité est par défaut de $12 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$.

Composition des systèmes :

- L'émission du système de chauffage est réalisée par des radiateurs dotés de vannes thermostatiques. Il existe un thermostat d'ambiance. La régulation est variable. Il n'y a pas de radiateurs devant les fenêtres ou la porte.
- Il y a un seul système de production pour le chauffage constitué d'une chaudière non à condensation, à mazout, sans label connu, ayant une date de fabrication entre 1980 et 1984, positionnée en dehors du volume protégé et régulée en température variable. Il n'y a pas de conduites de distribution en dehors du volume protégé.
- Pour le chauffage, le système d'émission a un rendement de 87%, le système de distribution a un rendement de 100%, le système de production a un rendement de 76%.
- La production d'ECS est couplée au chauffage, il y a un boiler séparé, il n'y a pas de label EcoDesign, la régulation est en température variable. Il y a deux points de puisage principaux, un évier dans la cuisine et une baignoire dans la salle de bain. Les longueurs de conduites sont respectivement de $> 15 \text{ m}$ et $> 5 \text{ m}$. Il n'y a pas de boucle de circulation.
- La consommation finale d'ECS est calculée sur base des éléments suivants : les besoins nets sont de $1664,40 \text{ kWh/an}$, le rendement des conduites est de 73%, le rendement du producteur est de 65%, la consommation finale est de $3.531,4 \text{ kWh/an}$ soit $14,92 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$. Cette consommation inclut les auxiliaires pour l'ECS.

Les auxiliaires de chauffage sont composés d'un ventilateur intégré à l'appareil producteur (sans électronique associée) et un circulateur pour la distribution de chauffage sans régulation. L'énergie utilisée par les auxiliaires est estimée à $2,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$.

Tous les détails liés à l'encodage sont repris en annexe 4 de ce travail.

Le certificat PEB du bâtiment indique une consommation théorique totale d'énergie primaire de $121.717,95 \text{ kWh}$ soit $514 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$. La classe de l'unité résidentielle est G.

2.2. Les calculs de la consommation totale d'énergie primaire rectifié

L'analyse de (S Monfils et Hauglustaine 2019) montrent qu'il existe une différence entre la performance énergétique théorique calculée par la méthode PEB selon la méthode de calcul de la Région wallonne, et la consommation réelle. Cette analyse se réfère à l'étude (Service Public de Wallonie et Département du Développement durable 2010) qui prouve que pour un certificat PEB de niveau G, il y a un ratio consommation réelle sur consommation théorique de 42.5%.

Nous pouvons donc en conclure que la consommation réelle totale d'énergie primaire de l'habitation-cible est de 218,45 kWh/(m².a).

2.3. Les chiffres-clés

En conclusion, voici les chiffres-clés de la performance énergétique du bâtiment :

- La surface de plancher chauffée : $A_{ch} = 236,7 \text{ m}^2$.
- Le volume protégé : $V_p = 591,75 \text{ m}^3$.
- La surface de déperdition : $A_T = 598,1 \text{ m}^2$.
- Le coefficient de transfert thermique total : $H_T = 1140 \text{ W/K}$.
- Le coefficient de transfert de chaleur moyen : $U_m = 1,91 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Le niveau K : K191
- La consommation spécifique en énergie primaire théorique : $E_{spec} = 514 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- La consommation spécifique en énergie primaire réelle (rectifiée) : $E = 218,45 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Le label de la performance énergétique est G.

3. LES ASPECTS FINANCIERS DE LA RENOVATION ENERGETIQUE PROFONDE

Dans le cadre des habitations-cibles étudiées, les travaux exigés pour une rénovation énergétique profonde coûtent en moyenne 80.000€ (Sources : Interviews de T. VAN CAUWENBERG et T. LAUREYS). L'office belge des statistiques indiquent que le prix d'achat médian d'une habitation 4 façades est de 254.000 € en Région wallonne (Statbel 2020). Le montant des travaux de rénovation énergétique correspond donc à, au moins, 31% du prix de l'habitation.

Même si la rénovation apporte des avantages bien plus importants que les aspects technico-financiers, il est également important de rester transparent sur la réalité financière de ce projet (Mahapatra et al. 2013). De plus, il a été mentionné plusieurs fois dans les interviews qu'il est primordial d'avoir une offre de qualité et, une transparence sur la mise en œuvre et le prix demandé par les entrepreneurs (Sources : T. LAUREYS, PariEnergie, ...).

L'objectif de cette section est de prendre conscience du coût d'un projet de rénovation énergétique profonde, et d'évaluer les modes de financement mis à disposition des maîtres d'ouvrage.

Pour ce faire, nous avons décidé de répondre à deux questions simples à destination des maîtres d'ouvrage :

- Combien de temps faut-il pour que les investissements réalisés dans le cadre d'une rénovation soient remboursés par les économies d'énergie ?
- Après combien de temps le bien immobilier rénové peut-il être vendu pour réaliser une plus-value par rapport au bien immobilier non rénové ?

Cette étude complémentaire consistera à analyser les réponses à ces questions sur base de scénarios faisant varier les paramètres suivants : la valeur verte de l'habitation, l'évolution du coût de l'énergie, le taux d'actualisation, le type de crédit, le revenu équivalent du ménage et le montant du capital personnel investi.

Les réponses à ces questions sont différentes en fonction de la typologie du bâti, et de la performance énergétique initiale de l'habitation. Les résultats sont uniquement disponibles pour l'habitation-référence décrite dans la section 2 de la partie III.

3.1. La méthodologie

L'objectif de notre démarche est de répondre aux questions reprises dans l'*introduction*, et de définir des indicateurs financiers qui caractériseront l'investissement suivant : rénovation d'une habitation unifamiliale de référence, financé par un propriétaire privé.

Sur l'habitation de référence, nous envisageons d'effectuer des travaux de rénovation qui permettent d'atteindre un label A. Ces travaux concernent l'enveloppe et les systèmes, et ils sont décrits dans la partie *Travaux effectués*.

La typologie du bien immobilier détermine son prix actuel et l'évolution de son prix dans le temps.

Pour répondre à ces questions, des outils ont été développés sur une feuille de calcul. Elle se divise en 5 sections :

- **Les paramètres de l'habitation** : ils caractérisent la simulation et sont détaillés dans la partie *Hypothèses, paramètres et définitions*. Ils ont été choisis sur base d'études bibliographiques (Statbel 2020), (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020), (Mouton et Feldheim 2013).
- **Les travaux et primes** : la liste des travaux a été établie, un prix indicatif y a été associé (ADEME et al. 2018), (Source : documents confidentiel Corenove) et les primes de la Région wallonne (SPW Énergie s. d.) et les incitants fiscaux (Service Public Fédéral Finances s. d.) ont également été calculés sur base du revenu équivalent renseigné dans les paramètres.
- **Les économies d'énergie** : la consommation d'énergie primaire du logement a été calculée pour l'habitation avant et après rénovation sur base des paramètres de l'enveloppe et des systèmes de l'habitation (APERÉ s. d.), (Synergrid s. d.), (Stephane Monfils 2018).
- **La rentabilité des économies d'énergie** : simulation des économies d'énergie, leur évolution dans le temps et estimation des flux financiers déterminés sur base des montants des travaux, des primes, de l'emprunt bancaire et des économies d'énergie. Il y a un retour sur investissement lorsque le taux de rentabilité interne est égal au taux d'actualisation. Ces simulations ont été établies sur base des raisonnements repris dans la partie *Calculs*.
- **La plus-value immobilière** : simulation de la plus-value réalisée sur le bien immobilier sans travaux et de la plus-value du bien avec travaux lors de la vente. Cette analyse est réalisée chaque année pour déterminer l'année où la valeur actualisée de la plus-value du bien immobilier rénové deviendra supérieure à la valeur actualisée de la plus-value du bien sans travaux. Ces simulations sont détaillées dans la partie *Calculs*.

Les résultats obtenus seront discutés dans la section *Résultats et discussions*.

3.1.1 Hypothèses, paramètres et définitions

a) LES INFORMATIONS SUR LE BIEN IMMOBILIER ET L'ÉVOLUTION DES PRIX

Un seul type d'habitation a été étudié, ce sont les logements 4 façades construits avant 1945 en Région wallonne. L'évolution des prix médians de ces habitations est reprise sur le site de l'office belge des statistiques. (Statbel 2020)

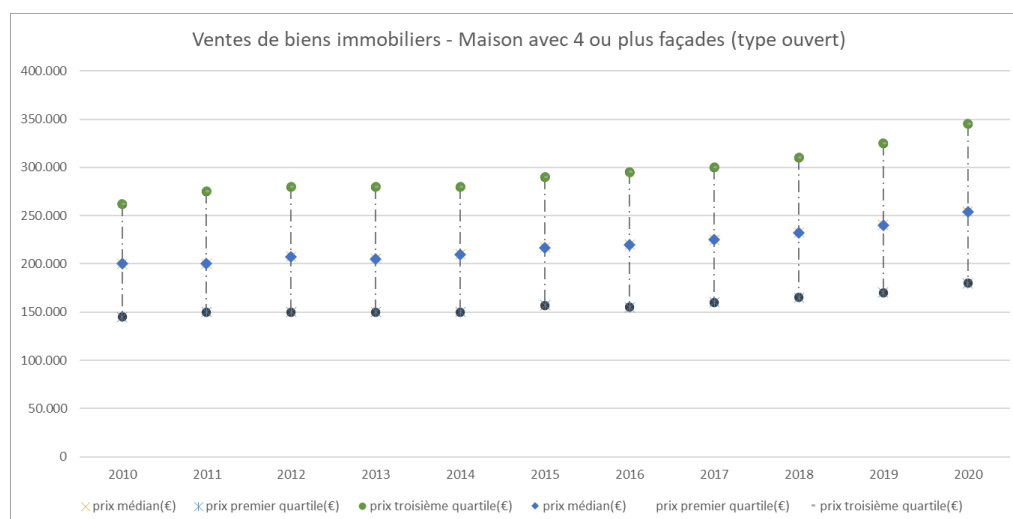


Figure 22: Source Statbel 2020 - Ventes de biens immobiliers 4 façades en Région wallonne

Afin de déterminer l'augmentation de la valeur des biens immobiliers, une extrapolation linéaire est réalisée sur base des chiffres obtenus ces 10 dernières années. Cette hypothèse indique que pour la typologie étudiée, la croissance annuelle de la valeur du bien est de 2,7%.

b) LE COUT MOYEN DE LA RENOVATION AU LABEL A

Les résultats ci-dessous, obtenus par niveau PEB des maisons unifamiliales, sont extrapolés à partir des résultats COZEB 2 et de la base de données certificats. (SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie 2020)

	m ² /logement	€/m ²
B	202	232
C	205	340
D	187	447
E	185	510
F	162	517
G	154	526

Figure 23: Evaluation du coût de la rénovation au label A sur base des résultats COZEB 2

Dans notre analyse, nous avons décidé de travailler avec des coûts réels basés sur différentes sources (Document Corenove, étude ADEME⁶⁶). Ces coûts incluent les coûts d'investissements initiaux, les coûts de fonctionnement annuel (coûts de l'énergie) et les subventions régionales et fédérales.

⁶⁶ ADEME (2019) Rénovation énergétique des logements : étude des prix - Les enseignements d'une évaluation statistique de grande ampleur".

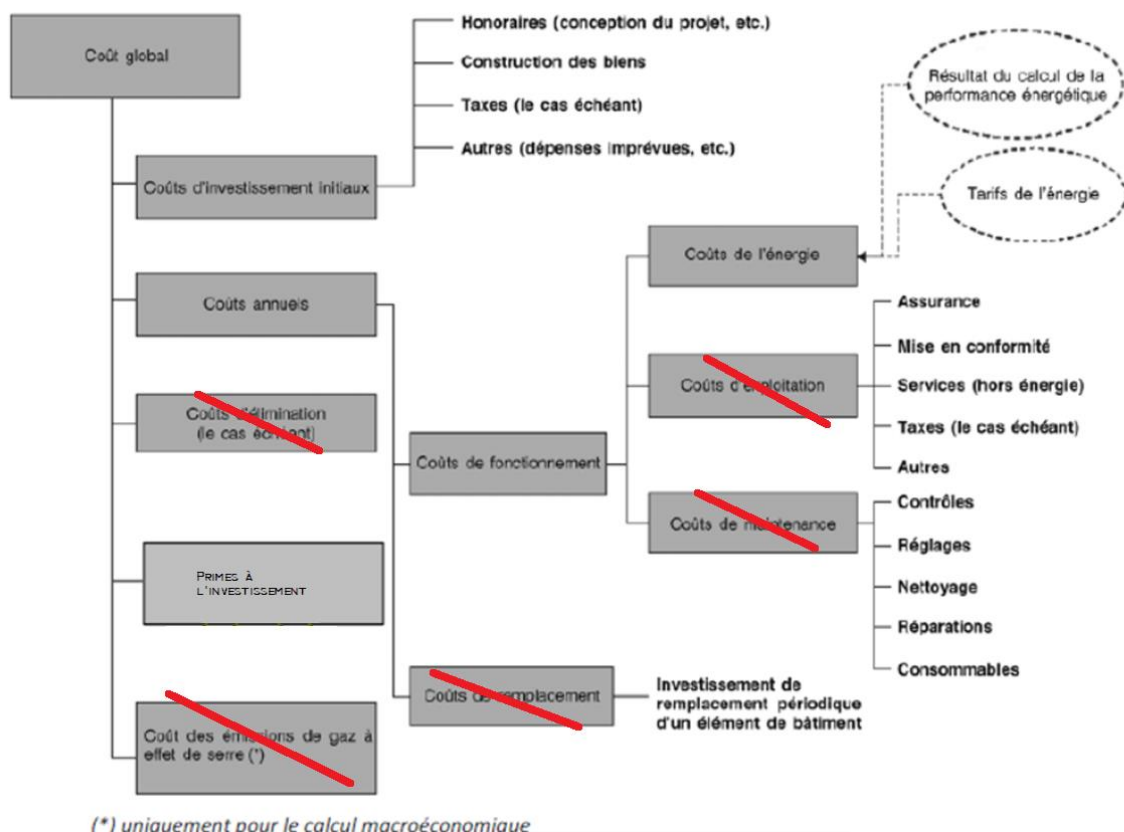


Figure 24: Liste des coûts inclus dans la simulation

Avec notre méthode, le coût moyen de l'investissement initial est de 492,63 €/m² (les calculs sont détaillés dans l'annexe 3), soit un montant légèrement inférieur au coût moyen de COZEB2 (Leveau et al. 2017) de 526 €/m² pour un logement PEB G. Cela peut s'expliquer par le fait que les coûts d'exploitation, de maintenance et d'élimination n'ont pas été considérés dans cette analyse.

c) LES TRAVAUX EFFECTUES

Afin d'atteindre le label A, les travaux suivants ont été envisagés :

- La rénovation du toit : l'appropriation de la charpente, remplacement du dispositif de collecte et d'évacuation des eaux pluviales, remplacement de la couverture.
- L'isolation thermique des murs, du sol ($U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$) et de la toiture ($U=0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- Le remplacement des menuiseries extérieures : fenêtres avec un triple vitrage ($U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) et une porte ($U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- La mise en place de ventilation C+ (VMC simple flux).
- Le remplacement des systèmes de chauffage et d'ECS par un système performant, une pompe à chaleur type air/eau avec un rendement (de production, régulation, distribution et émission) de 89% sur le Pouvoir Calorifique Inférieur - (PAC air/eau sur électricité. Chauffage central, régulation glissante, radiateurs avec vannes thermostatiques. Conduites dans le volume protégé). Le système d'ECS est doté d'un ballon de stockage neuf.

Concernant l'enveloppe, l'ensemble des exigences déterminées partie I section 4.3 a été respecté. Après la rénovation, le certificat PEB du bâtiment, obtenu par PACE, indique une consommation théorique totale d'énergie primaire de 18.326,46 kWh soit 77 kWh/(m².a). La classe de l'unité résidentielle est A.

d) LES ECONOMIES D'ENERGIE

La consommation spécifique en énergie primaire réelle de l'habitation-référence avant travaux est de 218,45 kWh/m²a et après travaux de 77 kWh/m²a. L'énergie primaire économisée grâce aux travaux est de 141,45 kWh/m²a, soit 2.133,41 €/an pour la première année.

Le montant des économies d'énergie a été calculée sur base des paramètres suivants : le prix du mazout⁶⁷ 6,76 c€/kWh et le prix de l'électricité⁶⁸ 7,47 c€/kWh.

e) L'EVOLUTION DU COUT DE L'ENERGIE

Deux scénarios seront repris pour l'évolution du coût de l'énergie. Premièrement une augmentation de 1,75% par an (Leveau et al. 2017). Et deuxièmement, nous avons pris l'initiative de considérer une augmentation de 5% par an vu les choix politiques actuels (régionaux et européens) et leurs impacts sur le coût de l'énergie.

Nous avons fait le choix de ne pas utiliser le scénario de l'évolution du coût de l'énergie à 3,5 % par an car les valeurs intermédiaires étant aisément extrapolables, nous avons privilégié les extrêmes.

f) LES PRIMES HABITATION ET INCITANTS EN REGION WALLONNE

Les subventions de la Région pour ce type de travaux sont non négligeables et nous les intégrons dans les calculs.

Les primes et incitants sont décrits dans la partie I section 4.4.

Afin de déterminer le montant des primes, nous avons choisi de réaliser les simulations selon 3 types de revenus (SPW Energie s. d.) :

- R2 – supérieur à 23.000 € et inférieur ou égal à 33.700 € => facteur multiplicatif 4
- R4 – supérieur à 43.200 € et inférieur ou égal à 97.700 € => facteur multiplicatif 2
- R0 – sans prime

Le montant des primes de la référence-cible est constitué des éléments suivants (sans facteur multiplicatif) :

Travaux	Montant de base	Montant maximum
Incitant fédéral		
Déduction fiscale isolation toiture	3.260 €	3.260 €
Primes régionales		
Réalisation d'un audit logement	110 €	660 €
Toiture - Remplacement de la couverture	6 € / m ²	36 € / m ²
Toiture – Appropriation de la charpente	250 €	1500 €
Toiture – Remplacement du dispositif de collecte et d'évacuation des eaux pluviales	100 €	600 €
Toiture – Isolation thermique du toit ou des combles	0,15 €/kWh économisé	0,90 €/kWh économisé
Isolation thermique des murs	0,15 €/kWh économisé	0,90 €/kWh économisé
Isolation thermique des sols	0,15 €/kWh économisé	0,90 €/kWh économisé
Remplacement des menuiseries/vitrages extérieur(e)s	0,15 €/kWh économisé	0,90 €/kWh économisé

⁶⁷ Prix de l'énergie : <http://apere.org/observatoire-prix>, <https://informazout.be/fr/mazout/prix>, consulté le 8/7/21

⁶⁸ Prix de l'électricité : <https://www.monenergie.be/>, consulté le 6/8/21

Pompe à chaleur pour le chauffage ou combinée	1000 €	6000 €
Système de Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux	500 €	3000 €
Augmentation des rendements de production, de distribution, de stockage, d'émission et de régulation des installations de chauffage	0,15 €/kWh économisé	0,90 €/kWh économisé
Augmentation des rendements de production, de distribution, de stockage et de régulation d'eau chaude sanitaire	0,15 €/kWh économisé	0,90 €/kWh économisé
Total	19.318,52 € (81,62 €/m²)	72.150,21 € (304,82 €/m²)

Les primes ont été calculées sur base des consommations théoriques évaluées pour la situation initiale, soit avant travaux $E_{\text{spec}} = 514 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ et après travaux $E_{\text{spec}} = 77 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Le montant de ces primes est octroyé avec un maximum de 70% du montant de la facture.

Nous avons posé l'hypothèse que la déduction fiscale est équivalent pour toutes les simulations.

Les calculs sont détaillés dans l'annexe 3.

g) LE TAUX D'ACTUALISATION

Deux scénarios de taux d'actualisation seront choisis : 2% et 3% (Leveau et al. 2017).

h) LA PERIODE CONSIDEREE

Aucune période fixe n'a été déterminée, il n'y a donc pas de calcul de la valeur résiduelle de l'investissement. Néanmoins, si le temps de retour sur investissement dépasse 30 ans, il n'est plus considéré comme acceptable et n'est pas repris dans les résultats.

i) LA DUREE DE VIE DES ELEMENTS

La durée de vie est un concept qui définit le temps de vie fonctionnel et technique d'un composant, éventuellement d'un composant générique. Cette durée de vie détermine la garantie de la performance technique et énergétique du composant concerné. A la fin de cette durée, les éléments de l'enveloppe et des systèmes ne se désintègre pas, ils peuvent être exploités à d'autres fins.

Dans le référentiel TOTEM⁶⁹, la totalité de l'immeuble va se voir attribuer une durée de vie de 60 ans. Voici quelques exemples utiles pour une rénovation énergétique :

Composants	Durée de vie (TOTEM)
Isolant de façade placé dans la coulisse ou entre l'ossature	≥ 60 ans
Isolation extérieure de la façade avec un enduit	40 ans
Isolation du toit ou du plancher	≥ 60 ans
Les menuiseries, vitrages et portes	≥ 30 ans
Les systèmes HVAC	Majoritairement entre 15 et 20 ans

Il est également important de mentionner que ces durées de vie génériques peuvent dépendre du référentiel. Certains fabricants peuvent eux-mêmes réaliser une Déclaration Environnementale de

⁶⁹ FAQ - Utilisation de l'outil TOTEM - TOTEM tool <https://www.totem-building.be>, mis à jour le 15/10/2020, consulté le 6/8/2021.

Produit (EPD) qui spécifiera, entre autres, la durée de vie du composant. Une paroi peut être constituée de composants ayant des durées de vie différentes, dans ce cas, certains peuvent être remplacés sans que cela ne nécessite la démolition de l'ensemble de la paroi.

Il nous semble important de considérer cette notion pour évaluer la durée d'un financement.

3.1.2 La valeur verte

Ce concept a été défini en France par l'ADEME et l'association de notaires DINAMIC. Il se définit par : « *La valeur verte correspond à l'augmentation de valeur engendrée par la meilleure performance énergétique et environnementale d'un bien immobilier par rapport à un autre bien immobilier toutes les autres caractéristiques étant égales par ailleurs* » (DINAMIC 2015).

En compilant la majorité des études internationales, l'ADEME et le certificateur CERQUAL font état de résultats très variables. Ils en concluent que la part de « valeur verte » compte pour 2 à 7% du prix en moyenne dans le monde : 2.5% aux Pays-Bas, 4 à 6% en Allemagne, 5% aux Etats-Unis, 3.5 et 7% en Suisse respectivement pour les logements collectifs et individuels. La valeur verte en France pour les rénovations oscille entre 5 et 30% (Chotard et al. 2011).

La question de la recherche de savoir si l'efficacité énergétique et les labels énergétiques influencent les prix des logements a été largement étudié dans la littérature : Pays-Bas (Brounen et Kok 2011), Allemagne (Caijas et Piazzolo 2013), Irlande (Hyland, Lyons, et Lyons 2013), Californie (Kahn et Kok 2014), Angleterre (Fuerst et al. 2015), Pays de Galles (Fuerst et al. 2016), Helsinki (Fuerst, Oikarinen, et Harjunen 2016), Tokyo (Fuerst et Shimizu 2016) et Singapour (Deng, Li, et Quigley 2012). Toutes ces études trouvent un effet positif de l'efficacité énergétique ou des labels énergétiques sur les prix des logements.

En Flandre, une étude de la KULeuven démontre l'effet de l'indice EPC. Les résultats montrent que le score EPC a un impact substantiel sur le prix de vente des logements. Les maisons vendues avec un score EPC inférieur de 100 points sont en moyenne vendues à un prix supérieur de 2,3% à celui des maisons comparables. De plus, les maisons dont le score EPC est compris entre 100 et 199 (label B) valent en moyenne 10,9% de plus que les maisons dont le score EPC est compris entre 400 et 499 (label E). (Damen 2019)

Aucune étude n'a été élaborée en Région wallonne pour définir la valeur verte des biens immobiliers rénovés. Pour la simulation, nous ferons l'hypothèse que la valeur verte est équivalente à celle de la KULeuven. La certification PEB passe d'un label G vers un label A, soit une augmentation de valeur au moins égale à $10,9\% + 2,3\% = 13,20\%$.

Afin de comprendre l'influence de ce paramètre sur les résultats, nous effectuerons également les simulations avec une valeur verte de 25%.

3.1.3 Les solutions de financement

Cinq scénarios de financement sont analysés :

- S1 - Un prêt à 0% avec un montant maximum de 60.000€ sur 30 ans.
- S2 - Un prêt bancaire rénovation énergie à 1,55% et une durée de 25 ans⁷⁰.
- S3 - Un prêt à 3% sur une durée de 40 ans.
- S4 - Un prêt à 0% sur 30 ans sans plafonnement.
- SE - Pas de financement.

⁷⁰ Offre de la banque Triodos réalisée en 5/2021 par une simulation en ligne.

Ces types de financement sont représentatifs du marché, excepté le prêt à 40 ans et le prêt à 0% sans plafonnement ; ils sont soumis à des conditions strictes et leur éligibilité est astreignante. Ces critères ne seront pas pris en compte dans le cadre de ce travail, néanmoins il serait essentiel d'en tenir compte pour considérer la réalité sociale de cette simulation.

L'effort propre (le capital) investi initialement sera le montant minimum pour chacun des scénarios. Le tableau ci-dessous récapitule les conditions de simulation.

	Type de financement	Coût des travaux	Primes	Effort propre	Montant à emprunter	Annuité de remboursement	Durée (ans)	Taux
R2	S1	116.605,00 €	54.723,00 €	1.882,00 €	60.000,00 €	2.000,00 €	30	0%
	S2	116.605,00 €	54.723,00 €	81,00 €	61.801,00 €	3.001,00 €	25	1,55%
	S3	116.605,00 €	54.723,00 €	81,00 €	61.801,00 €	2.674,00 €	40	3%
	S4	116.605,00 €	54.723,00 €	81,00 €	61.801,00 €	2.060,00 €	30	0%
	SE	116.605,00 €	54.723,00 €	61.882,00 €	- €	- €	0	0%
R4	S1	116.605,00 €	33.138,00 €	23.467,00 €	60.000,00 €	2.000,00 €	30	0%
	S2	116.605,00 €	33.138,00 €	677,00 €	82.790,00 €	4.020,00 €	25	1,55%
	S3	116.605,00 €	33.138,00 €	677,00 €	82.790,00 €	3.582,00 €	40	3%
	S4	116.605,00 €	33.138,00 €	677,00 €	82.790,00 €	2.760,00 €	30	0%
	SE	116.605,00 €	33.138,00 €	83.467,00 €	- €	- €	0	0%
R0	S1	116.605,00 €	2.250,00 €	54.355,00 €	60.000,00 €	2.000,00 €	30	0%
	S2	116.605,00 €	2.250,00 €	82,00 €	114.273,00 €	5.548,00 €	25	1,55%
	S3	116.605,00 €	2.250,00 €	82,00 €	114.273,00 €	4.944,00 €	40	3%
	S4	116.605,00 €	2.250,00 €	82,00 €	114.273,00 €	3.809,00 €	30	0%
	SE	116.605,00 €	2.250,00 €	114.355,00 €	- €	- €	0	0%

a) UNE PROPOSITION COMPLEMENTAIRE : LE PRET REMBOURSEMENT PROGRESSIF

Une solution de financement complémentaire aurait pu être ajoutée à notre analyse, il s'agit du prêt à remboursement progressif. Ce crédit peut être mis en place par les banques sans modification de la législation actuelle. Il consiste à faire évoluer le montant du capital à rembourser au cours du temps. Le taux d'intérêt peut être fixe, la période peut être envisagée sur 25 ans. Cette solution semble être adéquate car elle considère l'évolution des capacités de remboursement des emprunteurs. La charge du remboursement de l'emprunt paraît plus abordable pour l'emprunteur grâce à l'inflation, à l'augmentation progressive de son salaire, aux économies d'énergie et leurs évolutions. L'annexe 3.6 nous donne un exemple concret de ce qui pourrait être envisagé. Pour compléter cette proposition, il faudrait au moins l'approfondir en étudiant les risques et en évaluant la rentabilité réelle actualisée pour l'organisme prêteur.

3.2. Les simulations et les résultats

Les résultats obtenus lors des différentes simulations sont représentés sur les graphiques ci-dessous.

Les résultats calculés avec un taux d'actualisation à 2%, sont les mêmes que ceux obtenus à 3%, si l'indicateur, calculant le temps nécessaire pour que les investissements soient remboursés par les économies d'énergie, est inférieur à 15 ans. Au-delà, une variation de maximum 2 ans a été observée sur l'indicateur en question. Il n'y a pas de différence suffisamment significative ayant entraîné la modification du nombre d'année du deuxième indicateur. Dès lors, pour la simplification et l'interprétation des résultats, il nous a semblé pertinent de sélectionner un taux d'actualisation de 2%, cela correspond au scénario le plus favorable.

Les graphiques représentent les résultats de chacun des indicateurs obtenus grâce aux simulations :

- le premier correspond aux calculs pour un ménage ayant un niveau de revenu équivalent R2 (supérieur à 23.000€ et inférieur ou égale à 33.700€), soit un facteur multiplicatif de 4 fois le montant de base des primes ;
- le second correspond à un revenu équivalent R4 (supérieur à 43.200€ et inférieur ou égale à 97.700€) ;
- et le troisième correspond à un ménage qui ne bénéficie pas de primes mais bien de la déduction fiscale fédérale. Tous les propriétaires ne peuvent pas prétendre aux primes, l'octroi est conditionné⁷¹.

Les graphiques répondent aux deux questions de la recherche de cette section. Sur l'axe des abscisses, la réponse à la question, « Combien de temps faut-il pour que les investissements réalisés dans le cadre d'une rénovation soient remboursés par les économies d'énergie ? », est représentée en année. Sur l'axe des ordonnées, la réponse à la question, « Après combien de temps le bien immobilier rénové peut-il être vendu pour réaliser une plus-value par rapport au bien immobilier non rénové ? », est représentée en année.

Pour interpréter les résultats, nous avons d'abord fait une évaluation de l'impact des variations de la valeur verte et de l'évolution du coût de l'énergie par scénario de financement (par couleur sur le graphique). Ensuite, nous avons réalisé une comparaison entre les scénarios de financement.

Quand les résultats sont supérieurs à 30 ans, ils ne sont pas représentés sur les graphiques ci-dessous. Il ne nous semble pas acceptable d'envisager des retours sur investissement pour une période supérieure à 30 ans.

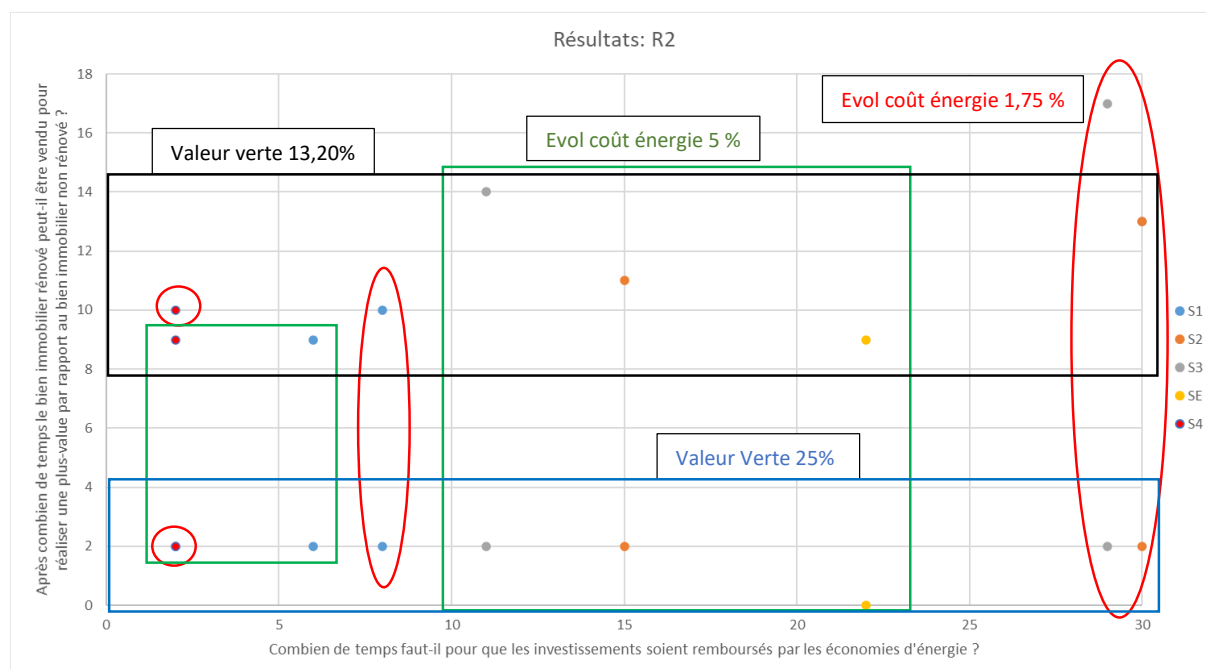


Figure 25: Représentation graphique des indicateurs étudiés (exprimés en années) pour un ménage ayant des revenus équivalents de type R2

⁷¹ <https://energie.wallonie.be/fr/primas-habitation-a-partir-du-1er-juin-2019.html?IDC=9792>, consulté le 8/8/21

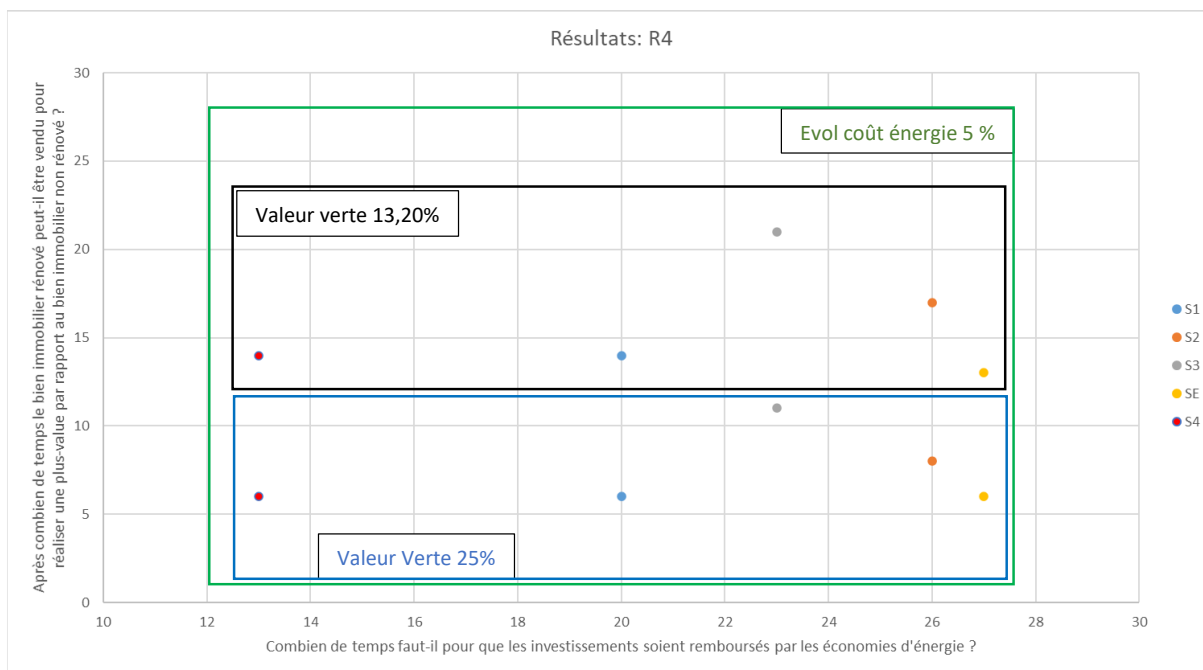


Figure 26: Représentation graphique des indicateurs étudiés (exprimés en années) pour un ménage ayant des revenus équivalents de type R4

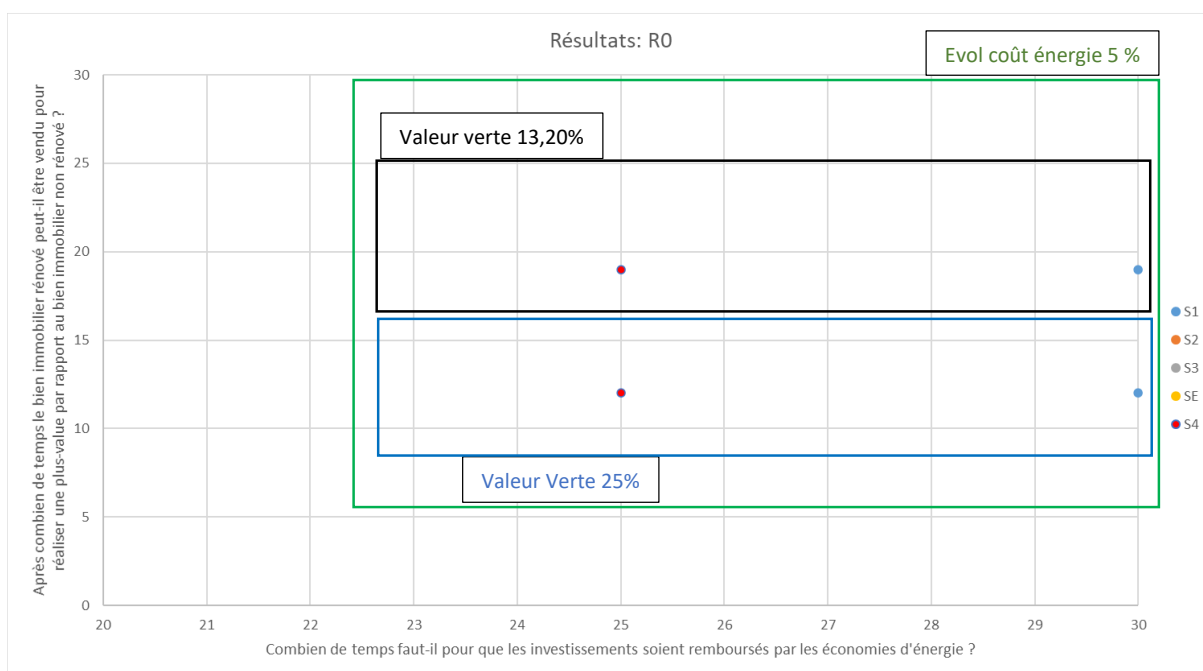


Figure 27: Représentation graphique des indicateurs étudiés (exprimés en années) sans prime

L'analyse des résultats des simulations nous permet de déduire les éléments suivants :

- L'augmentation de la valeur verte à un impact significatif sur l'évolution de la valeur du bien après rénovation. Elle permet de diminuer le temps minimum nécessaire pour faire une plus-value équivalente, pour les scénarios avec et sans travaux, en cas de vente du bien immobilier. Les mesures permettant de promouvoir la performance énergétique des biens immobiliers, et la valorisation de celle-ci lors de la vente/location, permettront de limiter les risques liés à l'investissement du maître d'ouvrage.

- Une évolution du coût de l'énergie supérieure au taux d'actualisation permet de réduire significativement les deux indicateurs étudiés. Une augmentation du coût de l'énergie importante inciterait fortement les citoyens à entreprendre une rénovation énergétique de leurs habitations. Et pour le citoyen, la notion d'évolution du coût de l'énergie est bien plus concrète et perceptible que celle de la valeur verte.
- Pour les scénarios prévoyant une évolution du coût de l'énergie équivalente à 1,75% par an, nous obtenons des résultats seulement pour un revenu équivalent R2.

Les solutions de financement sont analysées uniquement pour les scénarios avec une évolution du coût de l'énergie de 5% par an et pour une valeur verte de 13,20%. Nous rappelons que ce scénario d'évolution du coût de l'énergie n'est pas pris en compte dans l'étude COZEB II (Leveau et al. 2017). L'étude COZEB plafonne l'évolution du coût de l'énergie à 3,5%.

En complément, l'analyse montre que :

- L'auto-financement ne semble pas être avantageux par rapport aux autres solutions. Il n'offre pas d'effet de levier⁷². Il aurait été intéressant de calculer l'évolution du rendement de ce placement, car compte tenu de la rémunération actuelle très faible des comptes épargne, il est vraisemblable qu'il se justifie.
- Trois solutions de financement semblent être plus intéressantes que les autres pour bénéficier des économies d'énergie rapidement : le prêt à 0% sans plafonnement, le prêt à 3% sur 40 ans (excepté pour R0) et le prêt à 0% plafonné à 60.000€ sur 30 ans. Sur ces trois solutions, deux n'existent pas en Belgique actuellement.
- Le prêt à taux 0% (plafonné ou non) et l'auto-financement sont les plus favorables si l'objectif du propriétaire est de revendre son bien immobilier à moyen terme (≤ 10 ans pour R2, ≤ 15 ans pour R4, ≤ 20 ans pour R0). Notons que ces prêts nécessitent un apport de fonds propres initial important pour réaliser une rénovation énergétique profonde (pour le prêt à 0% plafonné : 1882 € pour R2, 23.467€ pour R4, 54.355€ pour R0 ; et pour l'auto-financement : 61.882 € pour R2, 83.467€ pour R4, 114.355€ pour R0).
- Pour le prêt à 3% sur 40 ans, solution inexistante en Belgique, les résultats obtenus sont attrayants si le propriétaire ne souhaite pas revendre son logement à moyen-terme. Lorsque la durée du prêt augmente, il devient important de tenir compte de la durée de vie estimée des matériaux utilisés.
Ce cas révèle l'importance et l'impact de la durée de l'emprunt. Plus elle est longue, plus elle est accessible aux maîtres d'ouvrage pour des taux qui restent attractifs et rémunérateurs pour le prêteur.
- La durée du prêt est également un élément limitatif pour certaines catégories de personnes, il ne sera pas possible pour des propriétaires plus âgés d'investir pour des durées de 20 ou 30 ans (actuellement l'emprunt est lié à une personne). Il reste important de pouvoir offrir des solutions applicables pour toutes les classes d'âge.

Dans le cas des habitations très énergivores et pour les ménages plus précarisés, il semble opportun de considérer le montant des primes pour calculer la rentabilité d'un projet de rénovation énergétique profonde.

⁷² C'est un terme général pour désigner n'importe quelle technique destinée à multiplier les profits et les pertes. Les techniques courantes de levier sont l'endettement, l'achat d'actifs à long terme. https://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_de_levier, consulté le 9/7/21.

Cette simulation est purement théorique et chiffrée. Elle ne nous permet pas d'apprécier la manière dont les ménages réagissent face à ces temps de retour sur investissement, ni de quantifier le taux d'adoption pour ce type de projet. Une analyse bibliographique, nous a permis d'approfondir cet aspect.

L'étude de (De Groote et Verboven 2019) mesure la façon dont les ménages escomptent les avantages futurs d'un investissement, et particulièrement dans l'achat et l'installation de panneaux photovoltaïques pour leur habitation personnelle. Les auteurs étudient le facteur d'actualisation mensuel qui mesure l'évaluation des bénéfices futurs par rapport au prix de l'investissement. Et pour être informatif, ce facteur a été converti en un taux d'intérêt implicite réel. Les résultats montrent que les ménages utilisent un taux d'intérêt implicite réel de 15% quand ils évaluent les futurs bénéfices de leurs investissements dans des technologies vertes. Ces estimations sont bien supérieures aux taux du marché des investissements sans risque ou à risque modéré qui étaient de l'ordre de 3,6% à 5,3% au cours de la période étudiée 2006-2012.

Cette étude renforce l'idée qu'il n'est pas seulement nécessaire de trouver des solutions techniques et financières adéquates, il est indispensable de prendre en compte la réalité sociale et la perception des investisseurs pour espérer avoir un taux d'adoption élevé à des mesures au profit du bien commun.

3.3. Conclusion

Par cette simulation, nous avons pu illustrer les sept résultats décrits ci-dessous.

La rentabilité n'est pas le seul obstacle à la rénovation, la sécurité de la souscription⁷³, et dès lors, l'accès au crédit semblent être également un frein important. Il est souvent limité pour les personnes en situation de précarité ou pour les personnes plus âgées. Dans ce cas, le prêt « rénovation » lié au bâtiment pourrait être une solution adéquate. Ce prêt est lié au logement et non plus à une personne physique. Dès lors en cas de vente ou de succession, le crédit est transféré automatiquement aux nouveaux propriétaires. Il serait intéressant d'analyser l'ensemble des tenants et aboutissants de cette proposition.

Un autre frein important est le capital qui doit être investi initialement, et le flux de trésorerie nécessaire au ménage pour couvrir la période pendant laquelle les économies d'énergie sont inférieures aux annuités du prêt. Il faut également tenir compte de la trésorerie nécessaire pour payer les factures des travaux avant de recevoir le montant des primes et incitants.

Le troisième problème est la durée du remboursement, il nous semble que ce concept est contradictoire car plus elle est longue, moins elle a d'impacts sur le ménage au quotidien, mais plus elle est perçue comme contraignante pour de futurs projets ce qui limiterait son adoption à grande échelle (De Groote et Verboven 2019). Dans une étude complémentaire, il serait intéressant d'approfondir et quantifier ces déductions.

Le quatrième obstacle est lié au fait que les ménages sous-évaluent considérablement les bénéfices futurs liés à une production d'électricité ou à des économies d'énergie (De Groote et Verboven 2019).

En cinquième lieu, nous avons pu démontrer qu'un coût du capital⁷⁴ faible est essentiel à la viabilité économique du projet de rénovation énergétique profonde. Cette conclusion est confirmée par l'étude

⁷³ Le processus par lequel les financiers déterminent la solvabilité sous-jacente de l'emprunteur (défini partie I section 6.3).

⁷⁴ Dans ce cas, le coût du capital est composé du taux d'intérêt attachés à l'emprunt bancaire et du rendement attendu par les investisseurs (propriétaires/maîtres d'ouvrage).

de (Brown, Sorrell, et Kivimaa 2019). Elle montre également que les mécanismes qui réduisent la complexité en simplifiant le parcours du client sont susceptibles d'atteindre des niveaux d'adoption plus élevés.

Sixièmement, une mode de financement qui considère l'amélioration des capacités de remboursement des ménages au cours du temps permettrait aussi de lever certains obstacles. Le prêt avec un remboursement progressif du capital au cours du temps, un taux et une durée fixe, satisferait à ces conditions.

Et septièmement, ces simulations montrent aussi les limites des solutions de financement si nous nous cantonnons à envisager la massification de la rénovation uniquement dans le paradigme existant avec une organisation de la rénovation en silo pour des habitations individuelles, et des solutions uniques et sur mesure pour chaque logement. Ce modèle ne permet peut-être plus la résilience et l'agilité, requises par nos modes de vie actuels, acceptées pour maintenir le pouvoir d'achat des ménages, exigées par les nouvelles générations plus mobiles et nécessaire pour s'adapter au dérèglement climatique.

Pour aller plus loin, en changeant de paradigme nous pourrions contourner les limites des solutions de financement actuelles. Nous pourrions également modifier notre conception de l'habitat ou de nos modes de vie, et notre perception émotionnelle de la propriété. Les solutions d'économie circulaire répondent aux problèmes de financement de manière systémique. Elles proposent par exemple : l'utilisation de modules standards, préfabriqués en atelier, composés de matériaux biosourcés ; l'adoption de l'économie de la fonctionnalité à une plus grande échelle ; le déploiement de solutions partagées, centralisées pour le logement ou la production d'énergie ; le développement des plateformes pour permettre le réemploi, etc. Ces solutions sont détaillées dans la partie suivante.

Rappelons qu'il n'existe pas de solution unique, il est important de privilégier la diversification et l'innovation au profit d'un objectif commun.

3.4. Les limitations de l'étude

Les résultats étant obtenus sur des simulations d'une seule habitation, l'échantillon est trop limité. La référence-cible est non représentative du marché car il s'agit d'une maison quatre façades relativement grande.

Nous avons fait l'hypothèse d'une extrapolation linéaire de l'évolution de la valeur du bien immobilier dans le temps, ce qui nous semble probablement trop simpliste et non réaliste. De manière générale, nous n'avons pas tenu compte des variations temporelles des différents paramètres comme l'évolution de la valeur verte, l'augmentation croissante du coût de l'énergie, les fluctuations du taux d'actualisation, etc.

Finalement, les indicateurs étudiés sont probablement insuffisants pour percevoir la totalité des contraintes de ce type de projets.

Pour confirmer les résultats, il faudrait compléter la méthodologie avec d'autres références et approfondir les résultats avec d'autres indicateurs.

4. LA MISE EN ŒUVRE DE LA CIRCULARITE

4.1. Introduction

L'objectif de cette section est d'analyser des pistes concrètes pour mettre l'économie circulaire au centre de la massification de la rénovation énergétique.

L'objectif de ce travail est d'avoir une vue holistique et systémique de la problématique. Nous nous focalisons sur l'étude de concepts généraux et procéduraux qui peuvent être envisagés dans une approche globale, industrielle ou massive de la rénovation énergétique.

De plus, il n'est pas réaliste de faire de l'économie circulaire sur tout, l'important est de se concentrer sur les composants qui génèrent un impact majeur sur l'environnement.

La mise en œuvre de la circularité peut être envisagée à divers niveaux : sur les aspects techniques de l'enveloppe et des systèmes HVAC, sur les aspects organisationnels, sur les modèles d'affaires, etc.

Nous n'aborderons pas en détail les concepts suivants : l'utilisation de produits sans polluants (COV, etc.), l'utilisation de type de peinture biodégradable, l'utilisation de techniques de fixation mécanique, le fait que les matériaux doivent être démontables, réutilisables, réparables, recyclables, etc., et de manière plus générale, l'ensemble des concepts mis en œuvre pour l'aménagement intérieur qui ne soient pas en lien avec l'énergie.

Nous n'aborderons pas non plus les solutions conceptuelles d'aménagement de l'espace comme : la planification polyvalente des espaces, l'étude de la luminosité des espaces, l'adaptabilité à l'évolution future et à l'occupation, l'utilisation fonctionnelle des espaces, la création de nouveaux espaces, etc. qui sont des concepts étudiés par des architectes lors d'une rénovation.

4.2. La méthodologie

La méthode utilisée pour élaborer cette section est la même que celle qui a été choisie et décrite dans la méthodologie décrite partie I section 9. Les propositions de solutions sont principalement issues des recherches bibliographiques réalisées dans la littérature scientifique.

Le domaine de l'étude est assez large et il a été nécessaire de le restreindre aux quelques solutions que nous jugions les plus pertinentes dans le contexte de la Région wallonne.

Les interviews nous ont permis de comprendre la situation actuelle et d'élaborer une liste non-exhaustive des obstacles à la mise en place de manière plus systématique de la rénovation circulaire.

4.3. Les résultats

Les solutions globales proposées dans le cadre de ce travail sont divisées en grandes catégories :

- **Lever les obstacles actuels**, notamment ceux identifiés lors des interviews : imposer une gouvernance avec des objectifs et des responsables ; déterminer les limites de l'offre de la filière des matériaux biosourcés ; promouvoir le concept et cibler les clients adéquats pour les sensibiliser ; rendre la filière plus compétitive, la privilégiant grâce à des tarifs avantageux, grâce aux développements de ses qualités techniques ou grâce à un autre avantage ; etc.
- **Favoriser l'installation de systèmes efficaces producteurs d'énergie renouvelable** (panneaux photovoltaïques, de pompe à chaleur, de cogénération, de réseau de chaleur, etc.), **et faciliter**

l'autoconsommation (point de chargement pour la voiture électrique, stockage via les ballons d'ECS, ...).

- **Imposer une approche « by default and by design »** (expliqué dans cette section § a) notamment : avec l'intégration de l'économie circulaire dans le processus actuel de rénovation énergétique en intégrant ces spécificités dans les protocoles utilisés pour réaliser un audit-logement (§ b) ; avec la mise en place d'un guide de bonnes pratiques, très concret, à destination des auditeurs/architectes.
- **Valoriser les ressources matérielles lors de la déconstruction** : avec le réemploi des matériaux (§ g), avec le concept des déchets comme matière première (Cradle to cradle) (§ f), et avec la réduction des déchets.
- **Développer de nouveaux modèles économiques** : le partage des ressources (§ i), et l'économie de la fonctionnalité (§ h).
- **Industrialiser et massifier la rénovation circulaire avec des systèmes modulaires et des modèles business systémiques** : par exemple, la démarche des modules de façades préfabriqués (§ e).
- **Envisager la massification de la rénovation comme puits de carbone** : par exemple avec le choix des matériaux mis en œuvre (§ c).
- **Privilégier les circuits-courts** : en mettant en œuvre une réglementation qui favorise l'utilisation de la main d'œuvre locale.

Cette liste de propositions est non-exhaustive, et pourra être complétée lors d'une étude plus approfondie.

a) CIRCULAR ECONOMY BY DESIGN AND BY DEFAULT

A l'instar de ce qui est exigé par le Règlement Général sur la Protection des Données⁷⁵ (RGPD – Directive 2016/679, 27 avril 2016), le principe du « by default, by design » pourrait être une disposition imposée dans le cadre de l'économie circulaire.

Le principe de «data protection by default and by design»⁷⁶ se définit comme suit dans le cadre de la protection des données à caractère personnel : « les organismes doivent impérativement mettre en œuvre des mesures techniques et organisationnelles dès les premières étapes de la conception des opérations de traitement, de manière à préserver dès le départ la vie privée et les principes en matière de protection des données ; les organismes doivent s'assurer que les données à caractère personnel soient traitées selon le niveau le plus élevé de protection de la vie privée afin que, par défaut, les données à caractère personnel ne soient pas rendues accessibles à un nombre indéterminé de personnes ».

Et nous pourrions la traduire de la façon suivante : « les maîtres d'ouvrage doivent impérativement mettre en œuvre des mesures techniques et organisationnelles dès les premières étapes de la conception des projets de rénovation ou de construction des bâtiments, de manière à garantir dès le départ une utilisation sobre et efficace des ressources et les principes en matière d'économie circulaire ; les maîtres d'ouvrage doivent s'assurer que les travaux soient gérés dans les exigences strictes des principes de l'économie circulaire afin que, par défaut, l'impact des travaux sur l'environnement et sur les émissions de gaz à effet de serre soit minimisé. »

⁷⁵ Le 25 mai 2018, l'ensemble des dispositions du Règlement Général sur la Protection des Données entrait en vigueur pour toutes les entreprises, associations, institutions ou organismes ciblés par la réglementation, qui géraient des données à caractère personnel.

⁷⁶ https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/reform/rules-business-and-organisations/obligations/what-does-data-protection-design-and-default-mean_fr, consulté le 13/07/2021.

Les principes de l'économie circulaire ont divers visages lors de sa mise en pratique (Collard 2020). Et à l'instar du principe du « by default, by design » du RGPD, il faudrait pouvoir définir de manière précise les lignes directrices qui permettent sa mise en œuvre concrète. En 2019, l'European Data Protection Board⁷⁷ publiait les lignes directrices pour la mise en œuvre systématique de ce concept : Guidelines 4/2019 on Article 25 Data Protection by Design and by Default.

L'Union européenne a imposé un changement de paradigme sur un terrain complexe et hétérogène au profit du bien commun et de la protection de la vie privée. Alors pourquoi cela ne pourrait-il pas être envisagé dans le domaine de l'efficacité énergétique et de l'économie circulaire pour la rénovation?

Comme abordé dans l'état de l'art, l'Europe a adopté en 2008 sa Directive 2008/98/CE relative aux déchets, mais il n'y a actuellement aucune Directive ou aucune réglementation pour imposer de manière plus stricte les autres formes de l'économie circulaire, avec la mise en place de mesures coercitives et des pénalités qui pourraient donner un coup d'accélérateur à l'émergence de l'économie circulaire et la décarbonisation lors de la massification de la rénovation.

b) L'INTEGRATION DE L'ECONOMIE CIRCULAIRE DANS LE PROCESSUS DE RENOVATION DE LA REGION

Afin de mettre l'économie circulaire au centre de la rénovation énergétique, il faut avant tout l'intégrer dans le cœur du processus de rénovation en Région wallonne.

Sur base des échanges avec Ophélie BLAUEN, ingénieur civil architecte, spécialisée dans l'économie circulaire et auditeur-logement, il nous semble opportun et adéquat d'attribuer la responsabilité de la mise en œuvre de la circularité lors de la rénovation dans la mission des auditeurs-logement. L'auditeur aurait la responsabilité de conseiller le maître d'ouvrage sur les opportunités de mise en œuvre de l'économie circulaire dès la conception du projet, et même, d'inciter à certaines mesures. Les outils qui peuvent être utilisés pour l'adoption plus massive de cette mesure sont la sensibilisation, la formation et la persuasion des acteurs, la mise en place d'une réglementation et la mise en œuvre d'instruments du marché tels que des incitants complémentaires (Jurion 2019).

Comme expliqué (partie II section 1.5), les auditeurs sont au cœur de la conception du processus de rénovation, ils ont une expertise technique, organisationnelle et réglementaire. Ils sont formés selon les exigences de la Région. Ils pourraient donc bénéficier d'une formation complémentaire sur la mise en œuvre de l'économie circulaire, et un guide de bonne pratique pourrait être annexé au protocole de l'audit-logement.

L'exemple de myenergy au Luxembourg

Au Luxembourg, le programme MYENERGY⁷⁸ offre plusieurs types de services très pratiques.

Tout d'abord, il y a la mise à disposition d'un conseiller qui accompagne les candidats dans leurs projets d'efficacité énergétique et d'économie circulaire pour leur habitation. Il a fallu moins de trois heures pour être contacté par l'un des conseillers après l'enregistrement d'une demande de rendez-vous⁷⁹. Son rôle est d'aider à la transition énergétique, les conseils sont neutres et gratuits.

Ensuite, le programme a mis en ligne une plateforme numérique conviviale qui permet de réaliser un diagnostic énergétique, d'établir une check-list rénovation, de faire des simulations précises des

⁷⁷ Le Comité Européen de la Protection des Données est un organe européen indépendant dont les objectifs sont de garantir l'application cohérente du Règlement Général sur la Protection des Données et de promouvoir la coopération entre les autorités de protection des données de l'Union européenne. https://edpb.europa.eu/edpb_en, consulté le 14/07/2021

⁷⁸ <https://www.myenergy.lu/fr/particuliers/logement-existant-renovation>, consulté le 28/07/2021

⁷⁹ Entretiens avec un conseiller myenergy le 29/07/2021

primes en fonction des différents matériaux ainsi que le type de mise en œuvre (démontable, fixé mécaniquement ou non-démontable, collé), et d'accéder à l'application myrenovation.

Cette application permet de simuler le montant des aides étatiques et communales ainsi que les aides des fournisseurs d'énergie et du fonds nova naturstroum⁸⁰ qui sera octroyé dans le cadre du projet de rénovation du demandeur. L'outil reprend également l'ensemble des démarches à réaliser pour bénéficier de ces aides et pour le préfinancement du projet.

Les informations présentées sur la plateforme sont claires, accompagnées d'images illustratives, didactiques et accessibles pour des non-initiés. Le demandeur peut lui-même concevoir son projet de rénovation et avoir une information transparente sur les primes qui lui seront octroyées, et ce, avant d'engager des professionnels ou des auditeurs.

Lorsque le candidats-demandeurs fait le choix de démarrer le processus de rénovation, il fera la demande d'un conseil-énergie auprès d'un auditeur agréé par le Gouvernement. Cet auditeur aura également la charge de conseiller sur la circularité, particulièrement sur les matériaux et sur les types de mise en œuvre.

c) LA RENOVATION COMME PUIITS DE CARBONE ET L'IMPORTANCE DES MATERIAUX MIS EN ŒUVRE

Nous avons fait une recherche bibliographique pour mieux percevoir et comprendre l'importance du choix des matériaux, des impacts indirects de leurs mises en œuvre, et de répondre à la question : « La massification de la rénovation énergétique comme puits de carbone, est-ce un mythe ? ».

Le résumé des études

L'équipe de (Pittau et al. 2019) a fait une étude ACV dynamique, en conformité avec la norme EN 15804:2012, sur le potentiel de la rénovation comme puits de carbone. Elle considère le stock de bâtiments en Europe, en se référant à la base de donnée de Tabula (Loga, Stein, et Diefenbach 2016). Les logements ont été divisés par typologie et par zones géographiques. Cinq solutions alternatives ont été examinées pour la rénovation des murs extérieurs. Elles sont composées par les matériaux suivants : une structure avec paille pressée, des châssis préassemblés en béton de chanvre, une ossature bois, des blocs de chanvre et du polystyrène expansé (EPS).

Tout d'abord, le résultat montre que les matériaux biosourcés à croissance rapide ont un potentiel plus élevé pour agir en tant que puits de carbone par rapport au bois. Les autres résultats de l'étude sont définis en fonction du forçage radiatif du système climatique⁸¹.

Les auteurs démontrent que si de la paille est utilisée comme matériau d'isolation pour rénover les façades existantes, un effet de forçage radiatif cumulé négatif net se produit après seulement trois ans. Cela indique que 3 % du total des gaz à effet de serre émis annuellement par tous les secteurs en 2015 pourraient être éliminés en 2050 grâce à cette solution. En comparaison, les résultats obtenus avec l'EPS, le matériau isolant le plus utilisé pour les rénovations en Europe, ne montrent aucune absorption de carbone biogénique et ne contribuent pas à un impact positif immédiat sur le forçage climatique.

En résumé, (Pittau et al. 2019) prouve que les systèmes d'isolation, basés sur une biomasse à croissance rapide, permettent une élimination nette du carbone de l'atmosphère. Par conséquent, ils

⁸⁰ <https://media.enovosgroup.eu/enovos/brochures/enovos/fnn/2020/fr/3/>, consulté le 28/07/2021

⁸¹ Définition du forçage radiatif : Ce terme se définit par la différence entre l'énergie radiative reçue et l'énergie radiative émise par le système Terre-atmosphère (s'il est positif, il tend à réchauffer le système, et s'il est négatif, il tend vers un refroidissement). Il constitue un indice des incidences moyennes relatives à l'échelle du globe des changements imputables à diverses causes naturelles et anthropiques sur le système Terre. https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/forçage_radiatif.php4, consulté le 01/07/2021

peuvent être considérés comme un instrument efficace pour décarboner. Cette conclusion est confirmée par les études de (Churkina et al. 2020).

L'étude (Arehart et al. 2021) compare 180 articles avec un processus de recherche systématique et de vérification de la pertinence. Tous quantifient et comparent les effets de la séquestration et du stockage du carbone dans les bâtiments en réalisant une analyse par cycle de vie. Ils restent prudents car une caractérisation du stockage actuel et futur du carbone dans le parc immobilier mondial est encore nécessaire, et un travail substantiel reste à faire pour valider la théorie des bâtiments en tant que puits de carbone pour atténuer les effets du changement climatique. Leurs résultats rejoignent ceux de (Pittau et al. 2019), les progrès doivent se poursuivre et se concentrer sur la réduction des émissions du cycle de vie des bâtiments. L'accent devrait être mis sur l'adoption de matériaux biosourcés à croissance rapide, utilisés comme systèmes structurels et enveloppes de bâtiments. Ces matériaux de construction ne sont pas répandus actuellement, et ils devraient être davantage évalués.

En conclusion, cette analyse démontre également que la poursuite de l'adoption de matériaux de construction biosourcés peut, au mieux, apporter une contribution substantielle à l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Il semble justifié d'examiner le projet de la massification de la rénovation énergétique du parc immobilier comme un potentiel puits de carbone, et dans ce cas, le choix des matériaux est donc un élément critique.

La synthèse, un exemple sur le marché belge et les pistes pour poursuivre la recherche

Finalement, les résultats de ces études nous démontrent que ce n'est pas un mythe, elles prouvent que la massification de la rénovation pourrait servir de puits de carbone. Néanmoins, des constats ayant été établis sur des cas individuels, l'étude ne considère pas l'ensemble des effets de bord⁸² de l'utilisation massive de ce type de ressource à moyen terme sur l'utilisation des sols et sur les conséquences de la production de la biomasse à croissance rapide. Il serait donc intéressant de poursuivre cette prospection.

En Belgique, nous avons des matériaux fabriqués localement qui offrent des solutions d'isolation avec l'utilisation de matériaux biosourcés à croissance rapide comme Gramitherm⁸³ à Auvélais (Province de Namur). Elle produit des panneaux d'isolation à base d'herbes. D'après les informations récoltées auprès des dirigeants de l'entreprise, la production tiendrait largement le coup pour couvrir les besoins de la demande du marché belge, et la société exporte déjà vers la France (Martin 2021).

Pour continuer cette recherche, il serait judicieux :

- d'inventorier l'ensemble des sociétés locales qui produisent des solutions biosourcés à croissance rapide ;
- d'analyser dans quelle mesure ces matériaux permettront de couvrir la massification de la demande ;
- de déterminer les typologies de bâtiments pour lesquelles il serait judicieux de les mettre en œuvre ;
- de cibler les segments de clients intéressés ;
- de mettre en place des mesures politiques pour faciliter l'accès à la ressource pour les demandeurs et le déploiement des activités pour les fournisseurs ;
- et d'étudier l'impact de la production massive de ces ressources sur l'utilisation des sols.

⁸² Effet indésirable d'un système ou non prévu par un modèle, dont la cause est liée aux bords ou limites du système ou du modèle. https://fr.wiktionary.org/wiki/effet_de_bord, consulté le 14/07/2021.

⁸³ <http://gramitherm.ch/>, consulté le 6/7/21.

d) LES SYSTEMES MODULAIRES ET LES MODULES DE FAÇADE PREFABRIQUES

Un concept se développe rapidement en Europe (particulièrement au Pays-Bas et en France), c'est celui de l'industrialisation et de la massification de la rénovation circulaire avec des systèmes modulaires. Pour illustrer ce cas, nous avons trouvé opportun de présenter la démarche des modules de façades préfabriqués, les définitions sous-jacentes, les applications, les changements de modèles business et de paradigmes imposés pour la mise en œuvre de ces techniques.

Les définitions de façade et de modules

Selon la norme ISO 6707-1 :2017, la façade est définie comme la surface extérieure d'un mur entourant un bâtiment, généralement non porteur, qui peut inclure un mur-rideau, un revêtement ou une autre finition extérieure (I.S.O 2017).

Un module est une unité fonctionnelle essentielle et autonome par rapport au produit dont il fait partie. Il dispose d'interfaces et de couplages standardisés qui permettent la composition de produits par combinaison. La modularité est un des attributs d'un système lié à la structure et à la fonctionnalité (Miller et Elgard 1998). Il fait souvent référence au degré de flexibilité selon lequel les composants d'un système peuvent être séparés et recombinaison. La modularisation est l'activité dans laquelle s'effectue la structuration en modules (Miller 1997).

Les avantages de la modularité sont les suivants : standardisation, simplicité, flexibilité et personnalisation. La standardisation permet de réduire significativement les coûts, de produire massivement, de simplifier la formation, de faciliter le support et la résolution de problème (Miller et Elgard 1998). Cette technologie admet également de travailler en unités indépendantes et parallèles sur différents composants, ce qui accélère sa production et son installation. Les parts interchangeables des composants modulaires et leur adaptabilité en taille et en forme offrent des possibilités de solutions personnalisées (Du, Huang, et Jones 2019).

Une application pour la rénovation

Dans le cas de la rénovation, nous prendrons l'exemple de la rénovation de façade modulaire (Modular Facade Retrofit). Ce concept se réfère aux processus de renforcement, de mise à niveau ou d'installation d'équipements supplémentaires à l'extérieur du bâtiment existant à l'aide de modules ayant des fonctions différentes et provenant éventuellement de fournisseurs différents (Du, Huang, et Jones 2019).

L'un des avantages importants de la fabrication modulaire hors site est sa précision. Cependant, cela devient une faiblesse lorsqu'il s'agit de rénovation de bâtiments existants, en particulier les bâtiments ciblés par cette étude. Ils ont fréquemment une surface de façade inégale, un sol et un toit non horizontaux qui pourraient être difficiles à gérer si la tolérance sur site n'était pas prise en compte au stade de la conception. Des technologies de balayage laser en 3D pourrait aider à identifier ces caractéristiques ce qui impliquerait des coûts de conception plus élevés et des travaux préparatoires sur la façade existante (Du, Huang, et Jones 2019).

Des exemples sur le marché en Belgique

En Belgique, les Ateliers de l'avenir, situé à Grâce-Hollogne, propose la solution CIMEDE⁸⁴ destinée à la construction des bâtiments évolutifs en ossature bois à haute performance. Ils proposent également des caissons préfabriqués pour la rénovation de l'enveloppe thermique des façades pour des logements sociaux, en grand nombre, ayant des typologies et des dimensions similaires.

⁸⁴ Construction Industrielle de Maisons Evolutives, Durables et Economique, <http://www.atelier-de-lavenir.be/01116/fr/Cimede>, consulté le 1/07/2021

Le système de modul'R⁸⁵, projet issu d'un partenariat vertueux public-privé avec la société Stabilame, située à Couvin, est un système constructif modulaire. Il est conçu par des unités en carré de 8 mètres sur 8, et il est modulable à souhait. Les constructions sont performantes au niveau énergétique, produites avec des matériaux durables et locaux, adaptables, confortables acoustiquement. Cette solution est utilisée pour la construction de nouveau bâtiment, elle n'est pas utilisée pour la rénovation de façade. Elle n'est pas, actuellement, accessible pour la rénovation.

e) L'INITIATIVE ENERGIESPRONG AU PAYS-BAS

L'initiative néerlandaise "EnergieSprong" met en avant la conception et le développement des méthodes de rénovation durables systématiques pour une typologie donnée. Cette approche permet de mettre en place une logique d'industrialisation de la rénovation (Pellegrinot et Lab'Urba, université de Paris-Est Marne-la-Vallée. 2019). Elle a déjà permis de rénover plus de 5.000 logements sociaux aux Pays-Bas grâce à des modules de façade et de toiture préfabriqués en atelier. Ces procédés se basent sur la préfabrication et l'assemblage de solutions et de composants standardisés, de haute qualité, qui seront ensuite accrochés sur l'existant.

L'homogénéité du stock bâti néerlandais facilite cette logique d'industrialisation. L'assemblage sur site dure en général de 1 à 7 jours. La mise en place d'un ensemble d'innovations (contractuelles, organisationnelles, techniques, financières mais également réglementaires) a permis aux principaux bailleurs de lancer un plan de rénovation sur le long-terme et à une large échelle (Pellegrinot et Lab'Urba, université de Paris-Est Marne-la-Vallée. 2019).

Un changement de paradigme nécessaire pour déployer un business model innovant

Le processus de la mise en œuvre de ce type de solution requiert un changement de paradigme. Actuellement le processus de rénovation est linéaire. Il démarre par une étude préalable par le maître d'ouvrage, la conception par l'architecte, la réalisation par l'entreprise générale et l'exploitation par le gestionnaire. Une approche de type « EnergieSprong » requiert la mise en œuvre d'un processus systémique où la conception, la réalisation, l'exploitation et la maintenance sont mises en œuvre par une coopération active impliquant l'architecte, l'entreprise générale, l'industriel et de l'exploitant (Pellegrinot et Lab'Urba, université de Paris-Est Marne-la-Vallée. 2019). Ce type d'approche dépasse la logique de travail « en silo » et promeut une vision intégrée de la rénovation et une nouvelle organisation des acteurs (Falcon 2013). Elle nécessite donc des innovations contractuelles, organisationnelles, techniques, financières et réglementaires (Falcon 2013).

Pour répondre à ce défi, l'équipe (Brown, Kivimaa, et Sorrell 2019) propose un business model radicalement innovant et trois propositions connexes. Ce modèle proposé n'est adapté qu'à des rénovations énergétiques profondes car le modèle économique traditionnel du marché atomisé est mal adapté à la rénovation de l'ensemble et constitue un faible moteur de la demande pour les raisons suivantes : une proposition de valeur centrée sur une offre restreinte d'économies d'énergie estimées ; une chaîne d'approvisionnement fragmentée - offrant des mesures uniques ; des interfaces clients multiples et donc complexes ; un modèle financier reposant sur des subventions intermittentes ; et un mode de gouvernance basé sur le marché nécessitant une gestion de projet complexe pour le ménage.

D'abord, (Brown, Kivimaa, et Sorrell 2019) définissent une proposition de valeur axée sur l'amélioration de l'immobilier, la santé, le bien-être et le confort avec une consommation d'énergie nette zéro garantie ; une chaîne d'approvisionnement intégrée avec des solutions rapides, industrialisées et fabriquées hors site ; un interface client simple via un interlocuteur unique ; un

⁸⁵ Lemaire, P., « Pour vite bâtir des classes, voici le Modul'R » in l'Avenir région Entre-Sambre-et-Meuse, le 11 juin 2021.

modèle financier basé sur des économies d'énergie et de maintenance réalisées, et une gouvernance intégrée via un fournisseur de solutions unique.

Ensuite, ils expliquent comment une série d'obstacles à l'innovation de ce modèle d'entreprise peuvent être surmontés grâce à un nouvel acteur : l'intermédiaire. Cet intermédiaire doit jouer un rôle instrumental et catalyseur, facilitant la collaboration des parties prenantes, configurant la conception du modèle commercial et négociant les changements de politique, les ressources financières et les volumes d'approvisionnement nécessaires pour que le modèle commercial soit viable.

Enfin, ils indiquent que l'adoption de ce nouveau modèle commercial nécessite un changement innovant au niveau du système global, à la fois politique, institutionnel et réglementaire. Ceux-ci doivent être définis avec une équipe spécialisée de développement du marché en collaboration avec les décideurs politiques et des experts.

f) LES DECHETS COMME MATIERE PREMIERE

Pour valoriser les ressources matérielles lors de la déconstruction, le concept « du berceau au berceau » est bien connu et largement étudié dans la littérature scientifique. Elle regorge d'exemples de réintégration de déchets pour produire des matériaux à forte valeur ajoutée comme l'illustre une étude récente de (Fraga-De Cal et al. 2021). Elle démontre qu'il est possible de produire des matériaux innovants qui peuvent être aussi compétitifs qu'un produit similaire sur le marché, s'il est financé par les pouvoirs publics. Elle fait sa démonstration en étudiant la performance énergétique de panneaux de revêtement de façade en géopolymère préfabriqués produits à partir de grandes fractions de matériaux issus de la déconstruction et de la construction.

Cette analyse (Fraga-De Cal et al. 2021) mentionne également que la réutilisation des matériaux requiert avant tout que les décideurs politiques et les acteurs publics soutiennent l'utilisation de ces nouveaux matériaux avec des incitants et des réglementations adéquates.

Cette étude démontre qu'il est techniquement faisable de créer des matériaux innovants, performants à partir de déchets, et qu'il est nécessaire de privilégier cette filière d'une manière ou d'une autre pour qu'elle puisse être compétitive sur le marché.

g) LE REEMPLOI DES MATERIAUX

Une filière de réemploi⁸⁶ se définit par « un système qui reprend l'ensemble des acteurs, outils et infrastructures permettant la valorisation d'une ressource ou d'un flux de matériaux de réemploi, de son démontage dans un bâtiment existant, en passant par sa préparation (nettoyage, vérification, etc.) et jusqu'à sa remise en œuvre dans un nouveau projet de construction ou de rénovation (avec ou sans commercialisation). »

Pour s'inscrire dans cette filière, il est nécessaire de réaliser dans l'ordre les opérations suivantes : identifier les flux de matériaux et de produits mis en œuvre par le secteur de la construction ; étudier le potentiel du marché du réemploi et des matériaux qui s'y intègrent ; mettre en lien l'offre et la demande ; développer des outils et des accompagnements destinés aux professionnels ; et stimuler l'exploitation de cette filière.

L'engrenage fondamental dans ce processus est la mise en lien entre l'offre et la demande, elle permet de s'inscrire dans une logique de marché, et d'amorcer le développement, la diversification et l'exploitation de cette filière. A l'aide du numérique, ce canal peut rapidement émerger en toute

⁸⁶ <https://www.circulareconomy.brussels/>, consulté le 28/07/21

agilité. Les solutions peuvent être des plateformes numériques pour le réemploi des matériaux comme looping.immo⁸⁷ ou Cycle Up⁸⁸, deux initiatives en France, ou Opalis⁸⁹ en Belgique.

h) L'ÉCONOMIE DE LA FONCTIONNALITÉ

L'économie de la fonctionnalité (Stahel 1997) est la substitution de la vente de services à la vente de produits, à des fins à la fois économiques et environnementales. L'idée est de découpler les activités économiques et les impacts environnementaux relatifs aux flux de matières et d'énergie.

Ce concept est souvent illustré par la location de l'éclairage dans des infrastructures publiques ou des grandes sociétés privées (Beu, Ciugudeanu, et Buzdugan 2018). Le fournisseur, l'entreprise prend en charge l'achat du produit, l'installation, la maintenance et le remplacement de celui-ci. Le client quant à lui, n'a pas la propriété du produit, il paie un service qui correspond à l'éclairage des locaux contractualisés.

Et ce service offre de nombreux avantages : il permettrait de résoudre les problèmes de financement avec une location plutôt qu'un achat nécessitant un crédit souvent établi sur une longue durée ; il répond aux soucis liés à la désinformation ou au manque de compétence technique des occupants puisque l'ensemble du service et de la maintenance est pris en charge par des professionnels du secteur ; il garantit, par défaut, les résultats escomptés sur les économies d'énergie car ils sont anticipativement contractualisés avec le fournisseur avant les travaux ; il offre une meilleure rentabilité aux fournisseurs car le paiement de la location est étalé sur la durée de vie réelle du produit, et avec une offre groupée, il permet des économies d'échelle significatives ; et il va également faciliter le développement et l'accélération de la domotique en faveur de l'utilisation rationnelle de l'énergie par les occupants.

Cette approche nécessite un changement de paradigme important, à la fois dans la manière dont le propriétaire conçoit la propriété physique de son habitation, à la fois dans la manière dont les autres parties-prenantes (organismes financiers et politiques) perçoivent et réglementent la rénovation énergétique, et à la fois dans la manière dont les entreprises privées rentabilisent leurs activités à travers une offre de services.

Ce changement innovant nécessite une modification au niveau du système global, à la fois politique, institutionnel et réglementaire.

i) LE PARTAGE DES RESSOURCES, DES ESPACES (CO-LIVING) ET LES SYMBIOSES VERTUEUSES

Le co-living (Corfe 2019) fait référence à un système de logement dans lequel les individus ont accès à une série d'installations communes et partagées, comme une salle de gymnastique, une piscine, des buanderies, un bar, une salle de cinéma, des jardins et terrasses, des espaces de coworking, des installations de covoiturage, des salles à manger communes, des espaces de salons communs.

Les coûts associés à la fourniture de ces installations sont payés par les résidents par le biais de frais de service courants. Le partage des installations et des espaces permet aux particuliers de louer ou d'acheter des logements plus petits et plus abordables (Corfe 2019).

Cette solution n'entre pas dans le cadre de cette étude, car ce concept est déployé dans un modèle de logements collectifs.

Nous avons inclus ce paragraphe dans nos recommandations, car ce concept « de partage des ressources » pourrait être étendu de manière plus large à d'autres initiatives. Elles aussi permettraient

⁸⁷ <https://www.looping.immo/>, consulté le 28/07/21

⁸⁸ <https://www.cycle-up.fr/>, consulté le 28/07/21

⁸⁹ <https://opalis.eu/>, consulté le 28/07/21

indirectement de décarboner le secteur de l'immobilier, comme la mise en place de communautés d'énergie renouvelable⁹⁰ ou de réseaux de chaleur⁹¹. Et dans ce dernier cas, ce réseau peut également résulter d'une symbiose industrie-privé. Par exemple, le Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses (appartenant au Centre National de la Recherche Scientifique en France) qui valorise sa chaleur fatale industrielle pour l'injecter sur le réseau de chaleur voisin qui dessert la presqu'île grenobloise (Fitó et al. 2020).

4.4. Les limitations de l'étude

La liste proposée est non-exhaustive, il s'agit d'une série de propositions. Une étude approfondie de la faisabilité de mise en place de ces solutions permettrait d'évaluer leurs impacts de manière pragmatique avec des indicateurs chiffrés, de définir les budgets de mise en œuvre et les plans d'actions.

⁹⁰ La communauté d'énergie renouvelable est une entité juridique autonome qui repose sur une participation ouverte et volontaire. Elle rassemble des actionnaires et/ou des membres qui ont une proximité géographique avec les projets d'énergies renouvelables auxquels elle a souscrit et qu'elle a élaborés. Son objectif premier est de fournir des avantages environnementaux, économiques ou sociaux à ses actionnaires ou à ses membres ou aux territoires locaux où elle exerce ses activités, plutôt que de rechercher le profit. <https://www.actu-environnement.com/>, consulté le 14/07/21.

⁹¹ Le réseau de chaleur permet de relier les bâtiments d'un quartier qui seront chauffés par une même source de chaleur comme une chaudière collective. L'eau qui circule dans les conduits est chauffée à 60-70° et passe par un échangeur situé sous chaque bâtiment, transférant ainsi sa chaleur au circuit d'eau du bâtiment et ses radiateurs. <https://www.renouvelle.be/>, consulté le 14/07/21.

PARTIE IV : ANALYSE TRANSVERSALE ET ORGANISATION DE LA GOUVERNANCE

Cette section résume succinctement certains résultats obtenus avec le but d'effectuer une analyse transversale qui mettra en évidence certaines idées ou propositions.

Pour la représentation de celles-ci, nous avons établi une matrice qui se divise en deux axes principaux perpendiculaires. Le premier définit la configuration de la gouvernance, soit centralisée, soit décentralisée. Le second caractérise le paradigme. Soit le paradigme actuel reste identique et ce sont des solutions linéaires qui sont envisagées, soit il y a un changement de paradigme vers une économie circulaire qui nécessite des approches systémiques (notions définies partie I section 7).

La gouvernance centralisée se définit par une gouvernance environnementale autoritaire, un Etat central relativement autonome qui domine le processus politique en accordant peu de rôle aux acteurs sociaux. Il impose une limitation des libertés individuelles aux citoyens (Bauwens, Hekkert, et Kirchherr 2020).

La gouvernance décentralisée est obtenue quand les décisionnaires économiques sont distribués parmi un nombre varié d'agents, de communautés autonomes ou de « biorégions » définies par des frontières naturelles. Ils ne sont plus concentrés dans une autorité centrale, il y a un transfert de pouvoirs et de responsabilités en dehors d'un organe politique et administratif national (Bauwens, Hekkert, et Kirchherr 2020).

La figure ci-dessous énonce les principaux attributs de chacune des cases de la matrice. La matrice est utilisée uniquement comme un outil d'analyse. Dès lors, différentes tactiques ou initiatives au profit d'un objectif identique pourraient être envisagées dans des multiples cases.

	Le paradigme actuel reste identique Solution linéaire envisagée	Il y a un changement de paradigme vers une économie circulaire Nécessitant des changements systémiques
Gouvernance Centralisée	* Le gouvernement impose les objectifs et les procédures de manière à commander et contrôler la mise en œuvre. * Le gouvernement met en place des mesures coercitives fortes et une réglementation adéquate. * Les citoyens sont contraints de s'y conformer au détriment de leur liberté. * Les citoyens changent leurs comportements et leur style de vie sans engagement affectif et cognitif.	* La transition est dirigée par des politiques et quelques larges entreprises. * Le rôle du gouvernement est de mettre en place des standards et des réglementations, de définir les secteurs prioritaires et d'investir massivement dans la recherche et le développement. * Le changement de paradigme est imposé par le Gouvernement aux entreprises, et le citoyen peut accepter ou refuser ces innovations.
Gouvernance Décentralisée	* Les citoyens ne changent pas significativement leur mode de consommation, et les entreprises leur mode de production. * Les citoyens développent éventuellement des petites communautés auto-gérées, voir auto-suffisantes pour la fonction. * Il y a une absence d'objectif commun, d'indicateur de performance et de suivi centralisé.	* Les citoyens utilisent des services qui leur permet d'accéder temporairement à des ressources sur demande à la place de les posséder (usage vs. propriété). * Les citoyens sont directement impliqués comme acteur du marché et producteur de valeur. * Les entreprises développent des plateformes collaboratives de services, ce qui induit une décentralisation de l'activité économique. * Les entreprises locales développent des services et des techniques innovantes pour répondre aux besoins du marché. * Des solutions locales sont privilégiées en terme d'énergie (production, stockage).

Figure 28: Explications sur la manière dont les résultats seront répertoriés

Nous allons reprendre les principaux résultats de notre recherche dans ce canevas transversal.

La première question étudiée s'intéresse à l'existence d'une approche globale simple, pragmatique, standardisée, reproductible qui permettra d'envisager la massification des rénovations. Et pour l'analyse transversale, nous la combinons avec la dernière question qui cherche les pistes pour mettre l'économie circulaire au centre de la massification de la rénovation énergétique profonde afin de limiter l'impact environnemental des vagues massives et successives de rénovation.

Notre étude a illustré la diversité des initiatives en faveur de la rénovation et de la massification.

D'abord, plusieurs initiatives très attrayantes sont développées en co-construction par la Région, il s'agit des projets des trains de rénovation et des projets de rénovation par quartier (partie II section 4.3). Depuis 2002, la Région wallonne a mis en place une série de programmes pour faire reconnaître la notion de performance énergétique, l'organiser, la normaliser, la procéduraliser, la réglementer et l'imposer dans une série de cas. Ce cheminement a été progressif et il est en constante amélioration.

Ensuite, d'autres acteurs, souvent plus locaux, développent actuellement leurs solutions pertinentes comme un support à l'auto-rénovation (partie II), ou l'accompagnement des propriétaires pour effectuer des travaux de rénovation avec des partenaires de confiance, préalablement sélectionnés, ce processus s'inscrit dans le cadre d'une action coorganisée et promue par les communes (partie II), etc.

La massification est une étape pivot cruciale pour espérer atteindre les objectifs ambitieux du plan stratégique en faveur de la rénovation de la Région. Pour réussir, elle a besoin de la collaboration et l'implication de tous les agents économiques : citoyens, associations et entreprises.

Pour déployer les installations productrices d'énergie renouvelable, la Région a mis en place un mécanisme de soutien qui prévoit l'octroi de certificats verts⁹² en fonction de la production et du type de filière développé. Par cette action de régulation, la Région favorise la transition énergétique et les externalités positives générées pour la collectivité. Ce dispositif assure la rentabilité des projets (Prässler et Schaechtele 2012). Par conséquent, les sociétés privées investissent massivement ce marché en proposant des projets avec un temp de retour sur investissement réduit, un taux de rentabilité interne sur la durée de vie du projet attractif et une réduction des risques. Cet exemple montre que la mise en place de mécanismes adaptés aux exigences du marché induit une massification de l'offre, de la demande ou des deux.

Au travers ce travail, nous souhaitons démontrer que le changement de paradigme vers une économie circulaire permettrait d'ouvrir davantage le cône des possibles. Cette opportunité autoriserait d'envisager d'autres options, d'autres mécanismes, qui faciliteraient le déploiement du marché.

Des exemples existent dans les pays limitrophes, comme le modèle de réussite d'EnergieSprong. Un programme qui propose la mise en place de solutions techniques modulaires préfabriquées pour isoler l'enveloppe, qui utilise un processus de gestion des travaux centralisé et qui offre des modes de financement adaptés aux contraintes du propriétaire (partie III section 4.3 § d), e)).

Il est également possible de mettre en place des mesures d'efficacité énergétique grâce à l'intelligence artificielle, les technologies de l'Internet-of-Things (IoT), et le smart building.

La valorisation des ressources matérielles lors de la déconstruction offre également des opportunités soutenables, si le secteur est appuyé : les plateformes de réemploi, l'utilisation des déchets comme matière première (partie III section 4.3 § g), f)), etc.

Le changement de notre perception de la propriété, en favorisant une approche axée sur la performance ou l'usage plutôt que l'acquisition, est aussi un élément clé. Il légitimise la mise en place

⁹² <https://energie.wallonie.be/fr/certificats-verts.html?IDC=8609>, consulté le 5/8/21

de solutions efficaces comme le partage des ressources, l'économie de la fonctionnalité ainsi que les communautés d'énergie (partie III section 4.3 § h), i)).

De plus, il nous semble que le fait de décentraliser la gouvernance, « dans une certaine mesure », permet de multiplier des initiatives locales, de favoriser l'innovation, de créer des nouveaux modèles ou la performance énergétique est rentable pour les acteurs locaux, et ainsi de créer une émulation citoyenne et une adhésion plus forte aux objectifs communs.

Finalement, pour aller encore plus loin et dans une vision globale, la massification de la rénovation énergétique pourrait également être imaginée et conçue pour servir de puits de carbone (partie III section 4.3 § c)), de source de production d'énergie renouvelable, et même, avec l'électromobilité, un moyen de réguler le réseau électrique (en écrêtant les pics).

Ces solutions, et d'autres qui nous semblaient pertinentes, ont été expliquées dans cette étude.

Solutions pour massifier la rénovation énergétique des habitations individuelles		
	Le paradigme actuel reste identique Solution linéaire envisagée	Il y a un changement de paradigme vers une économie circulaire Nécessitant des changements systémiques
Gouvernance Centralisée	* Les guichets d'énergie et les plateformes Walloréno. * Le processus de rénovation de la Région (organisé en silo). * Les trains de rénovation.	* La rénovation par quartier. * L'accompagnement avec un guichet unique organisé par la Région.
Gouvernance Décentralisée	* La sensibilisation à l'utilisation rationnelle de l'énergie.	* L'auto-rénovation. * Le développement d'initiatives locales multiples. * L'utilisation de la main d'oeuvre locale. * La conception de la rénovation comme puits de carbone : favorisée grâce aux choix des matériaux. * Les plateformes de réemploi. * L'exploitation des déchets comme matière première. * Les modèles d'entreprises sur base de processus centralisés proposant notamment des solutions techniques modulaires et préfabriquées. * Les communautés d'énergie. * Le smart building et l'intelligence artificielle. * ...

Figure 29: Synthèse des tactiques pour massifier la rénovation énergétique profonde (légende : vert - en projet ; rouge - n'existe pas en Région wallonne)

Selon nous, le rôle majeur de la Région n'est pas seulement de lever les obstacles de la trajectoire du client, ni de mettre en œuvre des projets pour initier la massification de la demande, c'est également de créer des mécanismes de marché simple et robuste pour permettre aux agents économiques (entreprises, associations, ...) d'investir ce marché de la massification circulaire et décentralisé. C'est le cas pour la demande, et également pour l'offre (non-traitée dans le cadre de cette étude).

Il serait intéressant d'approfondir et d'étudier les différents mécanismes de marché qu'il serait envisageable de mettre en œuvre et leurs retombées potentielles.

La deuxième question étudiée concerne la mise en œuvre de modes d'accompagnement des maîtres d'ouvrage, depuis l'étude jusqu'à la mise en œuvre des travaux de rénovation énergétique en évitant les obstacles.

Ici à nouveau, la Région est force de proposition avec la mise en place d'un service d'accompagnement via un guichet unique (partie II section 4.3), et avec sa volonté de simplifier les procédures administratives liées aux rénovations énergétiques courantes.

Dans le processus actuel de la Région, l'auditeur-logement est le professionnel qui conçoit le projet de rénovation énergétique avec chaque propriétaire. Il est donc facilement envisageable, qu'à l'instar d'un architecte pour une nouvelle construction, ces auditeurs puissent devenir les coachs (selon la définition de la Région), les accompagnants et les facilitateurs des projets de rénovation énergétique. Ils ont également les compétences pour suivre les travaux et garantir leurs bonnes exécutions par des professionnels engagés sur le chantier. Ils pourraient en outre jouer le rôle de l'interlocuteur le plus approprié pour assurer la circularité des travaux, et ce, dès la conception du projet (partie III section 4.3 § a), b)).

De plus, la procédure de la rénovation actuelle est organisée en silo (partie I section 4.1). Cette situation entraîne une multiplication des intervenants et des obstacles pour le candidat-demandeur. Un acteur central intermédiaire expert dans le domaine contribuerait à faciliter et à simplifier la trajectoire du client en ce qui concerne les aspects administratifs, financiers, organisationnels, techniques, communicationnels, etc.

En troisième lieu, l'étude scrute les modes de financement actuels et leurs limites. Elle prospecte pour comprendre s'il existe des modes de financement destinés aux maîtres d'ouvrage qui permettrait de faire de la rénovation énergétique profonde un investissement rentable avec un temps de retour sur investissement et un taux de rentabilité interne acceptable.

Tout d'abord, l'étude montre que ne considérer la rénovation énergétique que comme un projet technico-économique revient à faire fi d'une large majorité des avantages qu'elle offre (partie I section 4.5).

Ensuite, nous avons pu constater qu'il existe actuellement très peu de solutions de financement sur le marché wallon (partie II section 5). En sus, notre étude complémentaire illustre la difficulté des propriétaires à concevoir leur projet de rénovation énergétique comme rentable avec un temps de retour sur investissement acceptable (partie III section 3). Elle détaille dans ses conclusions et aux travers de ces sept résultats, les caractéristiques à envisager pour constituer un mode de financement accessible pour une majorité des maîtres d'ouvrage.

Pour les aspects de financement, un changement de paradigme permet de proposer davantage de solutions efficaces pour la massification comme les prêts « rénovation » attachés à la pierre (envisagés par la Région), le crowdlending (envisagé par la Région), le partage des ressources, l'économie de la fonctionnalité, etc.

Ces solutions, et d'autres qui nous semblaient pertinentes, ont été exposées dans cette analyse.

	Solution linéaire envisagée	Nécessitant des changements systémiques
Gouvernance Centralisée	* Les prêts bancaires. * Les prêts à 0%. * Les prêts financés par un fonds public-privé et des obligations de projet. * Les prêts avec un remboursement progressif du capital	* Les prêts "rénovation" attachés à la pierre.
Gouvernance Décentralisée		* Le partage des ressources. * L'économie de la fonctionnalité. * Le crowdlending, le crowdfunding. * Les contrats tiers-investissement, les Energy Service Company (ESCO) et les contrats de performance énergétique.

Figure 30: Synthèse des modes de financement, utiles pour massifier la rénovation énergétique profonde (légende : vert - en projet ; rouge - n'existe pas en Région wallonne)

PARTIE IV : CONCLUSION

1. LA CONCLUSION

La rénovation énergétique profonde des habitations individuelles et unifamiliales en Région wallonne est au cœur des grands défis actuels. Le chantier est titanesque et il doit répondre aux impératifs de la lutte contre le dérèglement climatique, de la relance socio-économique postpandémie, et de l'adaptation de nos habitats aux catastrophes climatiques, particulièrement pour la reconstruction des logements détruits par les inondations.

Après une mise en contexte, et la définition de l'habitat de référence, cette recherche identifie les tactiques pour massifier la demande de rénovation énergétique profonde avec une préoccupation particulière concernant la question des modes de financement et la mise en œuvre des concepts de l'économie circulaire.

Le cheminement des questions de cette étude a été établi comme suit. La massification va induire une forme d'industrialisation qui permettrait de réaliser des économies d'échelle. La diminution des coûts ainsi obtenue pourrait réduire la facture du maître d'ouvrage. De plus, en la combinant avec un financement approprié, la rénovation énergétique profonde deviendrait abordable ou même rentable. La mise en œuvre de l'économie circulaire à travers ses nombreuses formes permettrait de réduire l'impact sur l'environnement de ces vagues de massification.

Pour répondre aux questions de la recherche, trois méthodologies ont été utilisées : des recherches bibliographiques, des interviews semi-structurées et l'utilisation de documents confidentiels d'entreprises privées.

Les résultats révèlent : que la massification de la demande est impérative pour atteindre les objectifs stratégiques de la Région ; qu'actuellement le rythme des rénovations énergétiques profondes est trop faible à cause d'une série d'obstacles ; que les avantages de la rénovation, les économies d'énergie et les incitants sont sous-estimés par les maîtres d'ouvrage ; qu'il n'existe pas encore de programmes concrets qui donnent lieu à penser que les chiffres ambitieux du plan stratégique soient atteignables.

Des initiatives émergent dans le secteur privé, associatif ou public. Elles sont diverses, prometteuses, mais elles se heurtent à une série d'obstacles qui freinent fortement l'accélération de la demande de rénovation.

La Région développe des projets pour répondre aux problématiques de l'accompagnement, du financement et de la massification à travers l'industrialisation du processus de rénovation facilité et supporté par une plateforme digitale. En général, ces projets séduisants et bien conçus répondent de manière linéaire à une problématique systémique. Il nous semble que cela risque d'entraîner l'apparition d'autres écueils et d'augmenter le temps de mise en œuvre.

Dans les projets étudiés, l'emploi de l'économie circulaire reste singulier et envisagé au cas par cas. Pourtant, à travers ses nombreuses formes, elle est un vivier d'opportunité pour accélérer la massification de la rénovation et pour trouver des modes de financement innovants.

Supporter le développement de l'économie circulaire à l'aide de mécanismes de marché pertinents et décentraliser la gouvernance permettraient de stimuler l'innovation de l'offre et d'accroître la demande au profit de la massification. Cela contribuerait aussi à favoriser la relance socio-économique.

A travers ce travail de recherche, nous avons dressé un tour d’horizon de la situation actuelle et des changements plausibles à court-terme. Après avoir mis en évidence les obstacles, les incohérences et les freins identifiés, nous proposons des pistes de solutions systémiques concrètes et pragmatiques.

Ce 15 juillet 2021 juste après les inondations qui ont frappé la Wallonie, Jean-Pascal van Ypersele⁹³, docteur en sciences physiques et ancien vice-président du GIEC, explique sur la Première (RTBF)⁹⁴ que l’humanité est interdépendante avec notre planète et la biodiversité. Il nous rappelle qu’en 1990, le GIEC expliquait que : « L’effet de serre accentuera les deux extrêmes du cycle hydrologique, c’est-à-dire qu’il y aura plus d’épisodes de pluies extrêmement abondantes et plus de sécheresses prononcées » p.5-1 (Intergovernmental Panel on Climate Change 1990). Avec une grande émotion, il nous indique que nous sommes en train de scier la seule branche sur laquelle l’humanité est assise, et de rendre progressivement inhabitable la seule planète du système solaire.

Nous écrivons ces dernières lignes, les pieds dans l’eau, un masque chirurgical devant nos voies respiratoires, dans la même pièce depuis deux ans à suivre notre cursus universitaire devant notre écran d’ordinateur. Cette situation était inimaginable, impensable, complètement surréaliste lorsque nous avons démarré ce master de spécialisation en octobre 2019. Et après avoir réalisé ce travail, une dernière question nous taraude. Avons-nous encore le temps de mettre en place des programmes qui permettront de réduire drastiquement nos émissions de gaz à effet de serre pour pouvoir anticiper les manifestations du dérèglement climatique ? Avons-nous encore le temps d’être pro-actif avec des projets en faveur de la massification des rénovations, ou est-ce que notre seule option est de subir, de s’adapter et de reconstruire des habitats durables cette fois ?

2. LES PISTES POUR POURSUIVRE CE TRAVAIL

Ce travail exploratoire global nécessite d’être approfondi : sur toutes les questions particulières énoncées dans ce document, sur la question des modes de financement les plus appropriés, sur la question des types de mécanismes de marché soutenables pour favoriser le déploiement de l’économie circulaire, sur l’importance de l’aménagement du territoire et de la répartition de la population dans les projets de rénovation, sur un pan entier qui concerne la massification de l’offre...

⁹³ https://fr.wikipedia.org/wiki/Jean-Pascal_van_Ypersele_de_Strihou, consulté le 6/8/2021.

⁹⁴ <https://www.facebook.com/watch/?v=1462864720744107>, consulté le 6/8/2021.

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME. s. d. « Economie circulaire ». Consulté le 8 juillet 2021a. <https://www.ademe.fr/expertises/economie-circulaire>.
- . s. d. « Rénovation Thermique Performante - Les clés pour réussir son projet de rénovation ». Consulté le 26 juin 2021b. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/les_cles_pour_reussir_son_projet_de_renovation.pdf.
- ADEME, Pierre-Edouard Vouillamoz, Clément Leblanc, Julien Paulou, Jézabel Goineau, Sophie Huiban, Care & Consult, EP, et EMENDA. 2018. « Rénovation énergétique des logements : étude des prix ».
- Agence France-Presse (AFP). 2021. « Dérèglement climatique : l'humanité à l'aube de retombées cataclysmiques, alerte un projet de rapport du GIEC ». *Le Monde*, 23 juin 2021. https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/06/23/dereglement-climatique-l-humanite-a-l-aube-de-retombees-cataclysmiques-alerte-le-giec_6085284_3244.html.
- APERÉ. s. d. « Evolution des prix ». Consulté le 15 mai 2021. <http://apere.org/observatoire-prix>.
- Arehart, Jay H., Jim Hart, Francesco Pomponi, et Bernardino D'Amico. 2021. « Carbon Sequestration and Storage in the Built Environment ». *Sustainable Production and Consumption* 27 (juillet): 1047-63. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.028>.
- Bauwens, Thomas, Marko Hekkert, et Julian Kirchherr. 2020. « Circular Futures: What Will They Look Like? » *Ecological Economics* 175 (septembre): 106703. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106703>.
- BEI. s. d. « L'initiative « obligations de projet » : un instrument innovant de financement des infrastructures ». Consulté le 9 juin 2021. <https://www.eib.org/fr/products/mandates-partnerships/project-bonds/index.htm>.
- Beu, Dorin, Calin Ciugudeanu, et Mircea Buzdugan. 2018. « Circular Economy Aspects Regarding LED Lighting Retrofit—from Case Studies to Vision ». *Sustainability* 10 (10): 3674. <https://doi.org/10.3390/su10103674>.
- Bravo, Giangiacomo, Georgios Pardalis, Krushna Mahapatra, et Brijesh Mainali. 2019. « Physical vs. Aesthetic Renovations: Learning from Swedish House Owners ». *Buildings* 9 (1): 12. <https://doi.org/10.3390/buildings9010012>.
- Brisepierre, Gaëtan. 2016. « Les dynamiques sociales de la « rénovation énergétique » dans l'habitat privé ». *Nouvelles dynamiques de rénovation des logements*, 11.
- Brounen, D., et N. Kok. 2011. « On the economics of energy labels in the housing market. » *Journal of Environmental Economics and Management*, 62(2), , 166-79.
- Brown, Donal, Paula Kivimaa, et Steven Sorrell. 2019. « An Energy Leap? Business Model Innovation and Intermediation in the 'Energiesprong' Retrofit Initiative ». *Energy Research & Social Science* 58 (décembre): 101253. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101253>.
- Brown, Donal, Steve Sorrell, et Paula Kivimaa. 2019. « Worth the Risk? An Evaluation of Alternative Finance Mechanisms for Residential Retrofit ». *Energy Policy* 128 (mai): 418-30. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.033>.
- Caijas, M., et D. Piazzolo. 2013. « Green performs better: energy efficiency and financial return on buildings. » *Journal of Corporate Real Estate*, 2013, 15(1) édition.
- Chotard, D, M Midori, C Berthon, S Laurenceau, et Louis-Gaëtan Giraudet. 2011. « Analyse préliminaire de la valeur verte pour les logements », 262.
- Churkina, Galina, Alan Organschi, Christopher P. O. Reyer, Andrew Ruff, Kira Vinke, Zhu Liu, Barbara K. Reck, T. E. Graedel, et Hans Joachim Schellnhuber. 2020. « Buildings as a Global Carbon Sink ». *Nature Sustainability* 3 (4): 269-76. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0462-4>.
- Collard, Fabienne. 2020. *L'économie circulaire*. Bruxelles: CRISP.
- Corfe, Scott. 2019. « Co-Living: A solution to the Housing Crisis? » Social Market foundation, London.
- « CSTC ». s. d. Consulté le 8 juin 2021. <https://www.cstc.be/homepage/index.cfm>.

- Cyx, W, M. Renders, M. Van Holm, et S. Verbeke. 2012. « IEE TABULA - Typology Approach for Building Stock Energy Assessment ». Institut Wohnen und Umwelt.
- Damen, Sven. 2019. « Het effect van het EPC en energetische kenmerken op de verkoopprijs van woningen in Vlaanderen ». *KU Leuven - Faculteit economie en bedrijfswetenschappen*, 40.
- De Groote, Olivier, et Frank Verboven. 2019. « Subsidies and Time Discounting in New Technology Adoption: Evidence from Solar Photovoltaic Systems ». *American Economic Review* 109 (6): 2137-72. <https://doi.org/10.1257/aer.20161343>.
- Deneyer, Arnaud, Xavier Loncour, Clarisse Mees, Bertrand Deroisy, Ruben Delvaeye, et CSTC. 2018. « Smart Building for Smart Cities - Vous avez dit smart ? » Centre scientifique et technique de la construction. https://www.cstc.be/homepage/download.cfm?lang=fr&dtype=publ&doc=SMART_BUILDINGS_FOR_SMART_CITIES_FR.pdf.
- Deng, Y., Z. Li, et J.M. Quigley. 2012. « Economic returns to energy-efficient investments in the housing market: Evidence from Singapore. » *Regional Science and Urban Economics* 42(3): 506-15.
- DINAMIC. 2015. « La valeur verte des logements d'après les bases Notariales BIEN et PERVAL ».
- DIRECTIVE 2002/91/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments. 2002. Journal officiel des Communautés européennes. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&from=FI>.
- Du, Hu, Puxi Huang, et Phillip Jones. 2019. « Modular Facade Retrofit with Renewable Energy Technologies: The Definition and Current Status in Europe ». *Energy and Buildings* 205 (décembre): 109543. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.109543>.
- European Commission. 2019. « The European Green Deal ». COM (2019) 640 final.
- Falcon, Marie. 2013. « Proposition d'un processus et d'outils pour industrialiser la rénovation énergétique des bâtiments ». *Université de Toulouse*, septembre, 186.
- Fitó, Jaume, Sacha Hodencq, Julien Ramousse, Frédéric Wurtz, Benoit Stutz, François Debray, et Benjamin Vincent. 2020. « Optimisations énergétique et exergétique de la conception d'un système de valorisation de chaleur fatale industrielle basse température sur réseau de chaleur ». <https://doi.org/10.25855/SFT2020-098>.
- FLW. 2020. « Le crédit logement des familles nombreuses ». 2020. <https://www.flw.be/>.
- Fraga-De Cal, Beatriz, Antonio Garrido-Marijuan, Olaia Eguiarte, Beñat Arregi, Ander Romero-Amorrortu, Giulia Mezzasalma, Giovanni Ferrarini, et Adriana Bernardi. 2021. « Energy Performance Assessment of Innovative Building Solutions Coming from Construction and Demolition Waste Materials ». *Materials* 14 (5): 1226. <https://doi.org/10.3390/ma14051226>.
- Fuerst, F., P. McAllister, A. Nanda, et P. Wyatt. 2015. « Does energy efficiency matter to home-buyers? An investigation of EPC ratings and transaction prices in England. » *Energy Economics*, 145-56.
- . 2016. « Energy performance ratings and house prices in Wales: An empirical study. », *Energy Policy*, 92: 20-33.
- Fuerst, F., E. Oikarinen, et O Harjunen. 2016. « Green signalling effects in the market for energy-efficient residential buildings. », n° 180: 560-71.
- Fuerst, F., et C. Shimizu. 2016. « Green luxury goods? The economics of eco-labels in the Japanese housing market. » *Journal of the Japanese and International Economies* 39: 108-22.
- Gemenne, François, et Aleksandar Rankovic. 2019. *Atlas de l'anthropocène*. Sciences Po Les presses.
- Hauglustaine, Jean-Marie, Catherine Baltus, et Geraldine Dupont. 2008. *Rénovons et construisons durable*. Éditions de l'Université de Liège.
- Hauglustaine, Jean-Marie, et Stéphane Monfils. 2013. « Réno2020 Etude énergétique et typologique du parc résidentiel wallon en vue d'en dégager des pistes de rénovation prioritaires ». *Energy & Sustainable Development*.
- Henderson, Hazel. 1993. « Social Innovation and Citizen Movements ». *Futures* 25 (3): 322-38. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(93\)90140-O](https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90140-O).
- Hutin, Charlotte. 2021. « François Gemenne sur les inondations: «L'enjeu est de repenser la distribution géographique de la population» », 18 juillet 2021, Le soir édition.

- Hyland, M., R.C. Lyons, et S. Lyons. 2013. « The value of domestic building energy efficiency — evidence from Ireland ». *Energy Economics*, 40, , 943-52.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 1990. « Climate Change - The IPCC Impacts Assessment ». WJ. McG. Tegart, G.W. Sheldon and D.C. Griffiths. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_II_full_report.pdf.
- IPCC. 2014. « Climate Change 2014 - Synthesis Report ». https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_fr.pdf.
- I.S.O. 2017. « Vol.ISO.6707-1:2017 ».
- IWEPS. s. d. « Consommation d'énergie par secteur ». Consulté le 9 juin 2021. <https://www.iweps.be/indicateur-statistique/consommation-denergie-secteur-vecteur/>.
- Jossen, Quentin, et Jean-Yves Saliez. 2021. « WAlloReno - En route vers le label A Stratégie wallonne à long-terme de rénovation énergétique des bâtiments », janvier, 64.
- Jurion, Bernard. 2019. « Outils et objectifs de la politique environnementale ».
- Kahn, M.E., et N Kok. 2014. « capitalization of green labels in the California housing market. » *Regional Science and Urban Economics*, 47, , 25-34.
- Kangas, Hanna-Liisa, David Lazarevic, et Paula Kivimaa. 2018. « Technical Skills, Disinterest and Non-Functional Regulation: Barriers to Building Energy Efficiency in Finland Viewed by Energy Service Companies ». *Energy Policy* 114 (mars): 63-76. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.060>.
- Lapointe, J. 1993. « L'approche systémique et la technologie de l'éducation, in Les fondements de la technologie éducative ». *Educatechnologies*, 1993, Université Laval n°1 édition.
- Latour, B. 2010. *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Édité par Wiebe E. Bijker et John Law. Nachdr. Inside Technology. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Leveau, Cynthia, Mélanie Cherdon, Marco Vismara, Bernard Huberlant, EnergySuD, ULiège, HEMMIS, Michel Heukmes, et 3E. 2017. « Détermination du niveau de performance énergétique optimal des bâtiments en fonction des coûts - Etude Cost optimum PER-PEN 2017 », 383.
- Loga, Tobias, Britta Stein, et Nikolaus Diefenbach. 2016. « TABULA Building Typologies in 20 European Countries—Making Energy-Related Features of Residential Building Stocks Comparable ». *Energy and Buildings* 132 (novembre): 4-12. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.094>.
- Mahapatra, Krushna, Leif Gustavsson, Trond Haavik, Synnøve Aabrekk, Svend Svendsen, Lies Vanhoutteghem, Satu Paiho, et Mia Ala-Juusela. 2013. « Business Models for Full Service Energy Renovation of Single-Family Houses in Nordic Countries ». *Applied Energy* 112 (décembre): 1558-65. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.01.010>.
- Martin, Loïc. 2021. « Un projet de décret pour rendre l'isolation naturelle incontournable ». *La nouvelle Gazette*, 9 mars 2021. <https://lanouvellegazette-sambre-meuse.sudinfo.be/760942/article/2021-03-09/sambreville-un-projet-de-decret-pour-rendre-isolation-naturelle-incontournable>.
- Meadows, D., D. Meadows, J. Randers, et William W. Behrens III. 1972. *The limits to Growth*. Rapport du Club de Rome.
- Miller, T.D. 1997. « Modular engineering ». Proceedings of the 12th IPS Research Seminar, Fuglsoe.
- Miller, T.D., et P. Elgard. 1998. « Defining modules, modularity and modularization. » Proceedings of the 13th IPS Research Seminar, Fuglsoe.
- Monfils, S, et J-M Hauglustaine. 2019. « Study of the Uncertainties Influencing the Energy Performance Assessments of Two Very Different Urban Houses in Wallonia ». *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 329 (octobre): 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/329/1/012029>.
- Monfils, Stephane. 2018. « The human factor in the energy performance assessments for renovation strategies of existing urban houses in Wallonia ». Liège: Université de Liège.
- Mouton, Caroline, et Véronique Feldheim. 2013. « CoZeb Rapport final du projet ».
- Nations Unies. 2015. « Accord de Paris ».

- Noulet, Jean-François. 2021. « 7,64 milliards d’euros pour relancer la Wallonie : les grands axes du plan et les mesures ». 21 mai 2021. https://www.rtb.be/info/belgique/detail_7-64-milliards-d-euros-pour-relancer-la-wallonie-les-grands-axes-du-plan-et-les-mesures?id=10766789.
- Partoune, Christine. 2010. « Approche systémique et complexe ». In *Tableau de bord « Participation et espaces publics » - Pour un développement et une gestion concertée des espaces publics*. Liège. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/107784>.
- Pellegrinot, Margot, et Lab’Urba, université de Paris-Est Marne-la-Vallée. 2019. « Les acteurs du bâtiment face au défi de la massification de la rénovation énergétique très performante : le cas de la démarche Energiesprong aux Pays-Bas et en France ». *Riurba*, n° 8: 32.
- Pittau, Francesco, Gabriele Lumia, Niko Heeren, Giuliana Iannaccone, et Guillaume Habert. 2019. « Retrofit as a Carbon Sink: The Carbon Storage Potentials of the EU Housing Stock ». *Journal of Cleaner Production* 214 (mars): 365-76. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.304>.
- Pouleur, J-A., S. Vigneron, N. Zaroni, et R. CACCIATORE. 2012. « Enquête sur la motivation des Wallons à rénover ou isoler leur logement, résumé non technique », 2012, Espace Environnement, édition.
- Prässler, Thomas, et Jan Schaechtele. 2012. « Comparison of the Financial Attractiveness among Prospective Offshore Wind Parks in Selected European Countries ». *Energy Policy* 45 (juin): 86-101. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.062>.
- « Renovation Wave ». s. d. Consulté le 9 juin 2021. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en.
- Rezessy, S., et P. Bertoldi. 2010. « Financing energy efficiency: forging the link between financing and project implementation ». *Environ. Plan.*, 1072-89.
- Roberfroid, Anthony. 2021. « Intempéries : seulement 400 logements publics disponibles en Wallonie pour les sinistrés ». 23 juillet 2021. https://www.rtb.be/info/belgique/detail_intemperies-seulement-400-logements-publics-disponibles-en-wallonie-pour-les-sinistres?id=10809648.
- Romnée, Ambroise, Jeroen Vrijders, CSTC, CCB-C, et INNOVIRIS. 2018. « Vers une économie circulaire dans la construction. Introduction aux principes de l’économie circulaire dans le secteur de la construction ». *Guidance technologique Ecoconstruction et développement durable en Région de Bruxelles-Capitale*, septembre, 123.
- Rosnay, Joël de. 1975. « Le microscope : vers une vision globale ». *Seuil*, 1975.
- Ruggeri, Aurora Greta, Laura Gabrielli, et Massimiliano Scarpa. 2020. « Energy Retrofit in European Building Portfolios: A Review of Five Key Aspects ». *Sustainability* 12 (18): 7465. <https://doi.org/10.3390/su12187465>.
- Schachter, H. L. 1995. « Reinventing Government or Reinventing Ourselves: Two Models for Improving Government Performance ». *Public Administration Review*, 1995.
- Service public de Wallonie. s. d. « La Wallonie dégage des aides financières d’urgence ». Consulté le 31 juillet 2021. <https://www.wallonie.be/fr/actualites/inondations-la-wallonie-degage-une-aide-financiere-durgence-aux-communes>.
- Service Public de Wallonie, et Département du Développement durable. 2010. « Proposition de modalités opérationnelles et affectation des moyens budgétaires aux mesures envisagées par le groupe de travail financement ». *Alliance Emploi Environnement*, 2010.
- Service public de Wallonie DGO4. 2015. « Formation à la certification énergétique des unités PEB résidentielles (existantes) - Les notions juridiques ».
- Service Public Fédéral. s. d. « Le site fédéral belge pour une information fiable sur les changements climatiques ». Consulté le 7 juillet 2021. <https://climat.be/changements-climatiques/changements-observees/rechauffement-planetaire>.
- Service Public Fédéral Finances. s. d. « Avantage fiscal ». Consulté le 19 mai 2021a. https://finances.belgium.be/fr/particuliers/habitation/reduction_impot/economies_energie/isolation_du_toit/avantage_fiscal#q1.
- . s. d. « Avantages fiscaux - Rénovation toit ». Consulté le 15 mai 2021b. https://finances.belgium.be/fr/particuliers/avantages_fiscaux/fiscalite_verte/economie_energie/isolation_toit/avantage_fiscal/#q1.

- SPW Aménagement du Territoire (DGO4). 2014. « Référentiel Quartiers Durables ». SPW Editions - Guides Méthodologique.
- SPW Energie. 2016. « Guide PEB 2015 ». 2016. <https://energie.wallonie.be/fr/02-02-nature-destravaux.html?IDD=113482&IDC=9089>.
- « SPW Energie - les guichets d'énergie ». s. d. Consulté le 9 juin 2021. <https://energie.wallonie.be/fr/guichets-energie-wallonie.html?IDC=6946>.
- SPW Energie, Région wallonne. s. d. « Primes Habitation ». Consulté le 19 mai 2021. <https://energie.wallonie.be/fr/primes-habitation-a-partir-du-1er-juin-2019.html?IDC=9792>.
- SPW Territoire Logement Patrimoine Énergie. 2020. « Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment ».
- Stahel, W. R. 1997. « The functional economy: Cultural and organisational change. The industrial Green game: Implication for Environmental Design and Management ». *Press Washington D.C.*, 91-100.
- Statbel. 2020. « Prix de l'immobilier ». 2020. <https://statbel.fgov.be/fr/themes/construction-logement/prix-de-limmobilier#panel-13>.
- SWCS. 2020. « Société wallonne du crédit social (SWCS) ». 2020. <https://www.wallonie.be/fr/acteurs-et-institutions/wallonie/autres-acteurs-publics-de-la-region-wallonnie/societe-wallonnie-du-credit-social-swcs>.
- Synergrid. s. d. « Degrés-jours ». Consulté le 15 mai 2021. http://www.synergrid.be/index.cfm?PageID=17601&language_code=FRA.
- Tjørring, Lise, et Quentin Gausset. 2019. « Drivers for Retrofit: A Sociocultural Approach to Houses and Inhabitants ». *Building Research & Information* 47 (4): 394-403. <https://doi.org/10.1080/09613218.2018.1423722>.
- Vanneste, Dominique, Isabelle Thomas, et Luc Goossens. 2007. « Enquête socio-économique 2001 Monographie - Le logement en Belgique ». SPF Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie. https://statbel.fgov.be/sites/default/files/Over_Statbel_FR/Enquete%20SocEco%202001%20-%20Monographie%202%20Le%20logement%20en%20Belgique.pdf.
- Vanparys, N., E. Niclaes, et O. Lesage. 2012. « Certificat énergie, la base d'un véritable audit ?, ». *magazine TestAchats n°562*, 2012.
- Viallet, Jean-Robert. 2010. *L'homme a mangé la terre*. Arte.
- Whittington, Richard. 2015. « The Massification of Strategy: The Massification of Strategy ». *British Journal of Management* 26 (janvier): S13-16. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12078>.

ANNEXES

1. Formulaire de consentement pour la participation à la recherche et pour l'utilisation de données à caractère personnel envoyé aux acteurs interviewés

Formulaire de consentement pour l'utilisation de données à caractère personnel dans le cadre d'un travail de fin d'étude

Recherche de solutions pour massifier la rénovation énergétique des habitations individuelles construites avant 1945 en région wallonne avec un focus sur la mise en œuvre de l'économie circulaire et les solutions de financement
--

L'objet et les motivations de la présente étude :

Le monde actuel fait face à des défis majeurs qu'ils soient sanitaires, environnementaux, sociaux, économiques, budgétaires, ... Entamer une nouvelle période d'austérité après une pandémie dévastatrice serait un vrai risque politique et social. La situation actuelle est une opportunité pour changer de direction, relancer notre système avec des objectifs durables et une sobriété économique.

L'énergie est une ressource omniprésente, elle est utilisée et nécessaire dans tous les aspects de notre vie et de notre organisation sociétale. Selon l'IWEPS, elle est principalement utilisée dans les secteurs suivants en région wallonne : l'industrie, le transport et le logement.

Selon la même source, la part des logements dans la consommation totale d'énergie finale en 2018 en Wallonie était de 26,57%. Et la consommation en valeur absolue augmente d'année en année depuis les années 1990.

Pour répondre aux défis actuels, la région wallonne s'est donnée comme objectifs majeurs de réduire la quantité d'énergie consommée, de réduire les émissions des gaz à effets de serre, de lutter contre la précarité énergétique et de répondre aux problèmes du bâti vieillissant. Elle le fait sous l'impulsion de la « renovation wave » européenne et au travers de sa stratégie wallonne de rénovation.

Cette stratégie montre qu'il faut mettre en place un rythme de rénovation de 3%/an pour espérer atteindre la neutralité carbone en 2050. Il est actuellement de 1%/an.

Cette recherche consiste en l'étude de solutions pour massifier la rénovation énergétique des habitations individuelles construites avant 1945 (correspondant à plus de 35% du bâti wallon) détenues par des propriétaires privés. Elles sont souvent caractérisées par un label E, F, G dans l'axe de référence du PEB wallon quand le label A doit devenir une norme.

Trois axes seront abordés pour y répondre :

- *Trouver une approche holistique simple, pragmatique, standardisée, reproductible qui permettra d'envisager des rénovations collectives et ainsi accompagner les maîtres d'ouvrage, depuis l'étude jusqu'à la mise en œuvre des travaux de rénovation énergétique en faisant des économies d'échelle.*
- *Explorer et proposer des modes de financement innovants destinés aux maîtres d'ouvrage.*
- *S'assurer que la vague massive de rénovation prévue ne soit pas un désastre environnemental avec l'utilisation massive de ressources non-renouvelables, et étudier comment et dans quelle mesure l'économie circulaire pourra répondre à ce défi.*

Ce document a pour but de vous fournir toutes les informations nécessaires afin que vous puissiez donner votre accord de participation à cette étude en toute connaissance de cause.

Pour participer à ce projet de recherche, vous devrez signer le consentement à la fin de ce document et nous vous en remettrons une copie signée et datée. Vous serez totalement libre, après avoir donné votre consentement, de vous retirer de l'étude.

Responsable(s) du projet de recherche

Le promoteur de ce travail de fin d'étude est : Stéphane Monfils stephane.monfils@uliege.be

L'étudiant réalisant ce travail de fin d'étude est : Anne Wouters anne.wouters@student.uliege.be

Description de l'étude

Cette étude a pour but de **réaliser un travail de fin d'étude dans le cadre d'un master de spécialisation**. Elle sera menée, sauf prolongation, jusqu'à la fin de l'année académique 2020-2021.

Protection des données à caractère personnel

Le ou les responsables du projet prendront toutes les mesures nécessaires pour protéger la confidentialité et la sécurité de vos données à caractère personnel, conformément au *Règlement général sur la protection des données* (RGPD – UE 2016/679) et à la loi du 30 juillet 2018 relative à la protection des personnes physiques à l'égard des traitements de données à caractère personnel

Qui est le responsable du traitement ?

Le Responsable du Traitement est l'Université de Liège, dont le siège est établi Place du 20-Août, 7, B- 4000 Liège, Belgique.

Conditions de participation à la recherche et à l'interview

En signant ce formulaire, vous acceptez de participer à cette étude (c'est-à-dire à l'interview) aux conditions suivantes :

- L'interview est volontaire, et vous pouvez arrêter de participer à l'interview à tout moment.
- L'interview sera enregistrée ; l'enregistrement sera utilisé par l'étudiant uniquement, pour réécouter et retranscrire l'interview.
- L'enregistrement peut être arrêté à tout moment, à votre demande.
- Jusqu'au moment de la publication du mémoire, vous pouvez toujours suspendre votre participation à la recherche sans donner de raison, en prévenant l'étudiant ou le promoteur par e-mail.

Détermination du niveau d'anonymat souhaité par la personne concernée

Dans le paragraphe ci-dessous merci de nous indiquer le niveau d'anonymat souhaité et de cocher la mention qui s'applique à vous :

- ☐ Niveau 1 : Je suis d'accord que mon nom complet et affiliation soient utilisés
- ☐ Niveau 2 : Je suis d'accord que mon nom de famille et affiliation soient utilisés dans des publications
- ☐ Niveau 3 : Je donne mon accord à la mention du nom de l'organisation à laquelle j'appartiens, et à celle de mon rôle / ma fonction au sein de cette organisation

☐ Niveau 4 : Je donne mon accord à la seule mention de ma fonction

☐ Niveau 5 : Je n'accepte qu'un anonymat complet

Les paragraphes de 3 à 12 ne s'appliquent que pour les niveaux d'anonymat 1, 2 et 3.

Quelles seront les données collectées ?

Les données récoltées sont : des données d'identification, des données concernant l'emploi et la profession.

À quelle(s) fin(s) ces données seront-elles récoltées ?

Les données à caractère personnel récoltées dans le cadre de cette étude serviront à la réalisation du travail de fin d'étude présenté ci-dessus. Elles pourraient, éventuellement, aussi servir à la publication de ce travail de fin d'étude ou d'articles issus de cette recherche, à la présentation de conférences ou de cours en lien avec cette recherche, et à la réalisation de toute activité permettant la diffusion des résultats scientifique de cette recherche. Le niveau d'anonymat auquel vous consentez au paragraphe 3 sera garanti dans les résultats et lors de toute activité de diffusion de ceux-ci.

Combien de temps et par qui ces données seront-elles conservées ?

Les données à caractère personnel récoltées seront conservées jusqu'à la réalisation et la validation par le jury du travail de fin d'étude présenté ci-dessus. Le cas échéant, la conservation de ces données pourrait être allongée de quelques mois afin de permettre les autres finalités exposées au point 3.

Ces données seront exclusivement conservées par l'étudiant réalisant ce travail de fin d'étude, sous la direction de son promoteur.

Comment les données seront-elles collectées et protégées durant l'étude ?

- Étape 1 : récolte des données et/ou enregistrement audio lors d'entretiens individuels. Les données de contact et les réponses aux questions sont placées dans deux fichiers distincts. Les réponses seront reliées aux données de contact via un code. La conservation des fichiers sera réalisée uniquement sur un disque dur chiffré avec BitLocker.
- Étape 2 : traitement des réponses : si les données de contacts ne sont plus nécessaires, suppression du fichier contenant ces données de contact. Les réponses deviennent donc purement anonymes.
Si les données de contacts sont référées dans le travail de fin d'étude, la retranscription de votre interview peut, à votre demande et avant le 28 mai 2021, vous être envoyée pour vérification de la bonne retranscription de l'interview.

Ces données seront-elles rendues anonymes ou pseudo-anonymes ?

Le niveau d'anonymat déterminé au paragraphe 3 sera garanti dans les résultats et lors de toute activité de diffusion de ceux-ci.

Qui pourra consulter et utiliser ces données ?

Seuls l'étudiant réalisant le travail de fin d'étude présenté plus haut, son promoteur et éventuellement les membres du jury de mémoire (pour validation de la démarche scientifique) auront accès à ces données à caractère personnel.

Ces données seront-elles transférées hors de l'Université ?

Non, ces données ne feront l'objet d'aucun transfert vers ni traitement par des tiers.

Sur quelle base légale ces données seront-elles récoltées et traitées ?

La collecte et l'utilisation de vos données à caractère personnel reposent sur votre consentement écrit. En consentant à participer à l'étude, vous acceptez que les données personnelles exposées au point 2 puissent être recueillies et traitées aux fins de recherche exposées au point 3.

Quels sont les droits dont dispose la personne dont les données sont utilisées ?

Comme le prévoit le RGPD (Art. 15 à 23), chaque personne concernée par le traitement de données peut, en justifiant de son identité, exercer une série de droits :

obtenir, sans frais, une copie des données à caractère personnel la concernant faisant l'objet d'un traitement dans le cadre de la présente étude et, le cas échéant, toute information disponible sur leur finalité, leur origine et leur destination ;

obtenir, sans frais, la rectification de toute donnée à caractère personnel inexacte la concernant ainsi que d'obtenir que les données incomplètes soient complétées ;

obtenir, sous réserve des conditions prévues par la réglementation et sans frais, l'effacement de données à caractère personnel la concernant ;

obtenir, sous réserve des conditions prévues par la réglementation et sans frais, la limitation du traitement de données à caractère personnel la concernant ;

obtenir, sans frais, la portabilité des données à caractère personnel la concernant et qu'elle a fournies à l'Université, c'est - à - dire de recevoir, sans frais, les données dans un format structuré couramment utilisé, à la condition que le traitement soit fondé sur le consentement ou sur un contrat et qu'il soit effectué à l'aide de procédés automatisés ;

retirer, sans qu'aucune justification ne soit nécessaire, son consentement. Ce retrait entraîne automatiquement la destruction, par le chercheur, des données à caractère personnel collectées ;

introduire une réclamation auprès de l'Autorité de protection des données (<https://www.autoriteprotectiondonnees.be>, contact@apd-gba.be).

Comment exercer ces droits ?

Pour exercer ces droits, vous pouvez vous adresser au Délégué à la protection des données de l'Université, soit par courrier électronique (dpo@uliege.be), soit par lettre datée et signée à l'adresse suivante :

Université de Liège
M. le Délégué à la protection des données,
Bât. B9 Cellule "GDPR",
Quartier Village 3,
Boulevard de Colonster 2,
4000 Liège, Belgique.

Coûts, rémunération et dédommagements

Aucun frais direct lié à votre participation à l'étude ne peut vous être imputé. De même, aucune rémunération ou compensation financière, sous quelle que forme que ce soit, ne vous sera octroyée en échange de votre participation à cette étude.

Retrait du consentement

Si vous souhaitez mettre un terme à votre participation à ce projet de recherche, veuillez en informer l'étudiant réalisant le travail de fin d'étude, dont les coordonnées sont reprises ci-dessus. Ce retrait peut se faire à tout moment, sans qu'une justification ne doive être fournie. Sachez néanmoins que les traitements déjà réalisés sur la base de vos données personnelles ne seront pas remis en cause. Par ailleurs, les données déjà collectées ne seront pas effacées si cette suppression rendait impossible ou entravait sérieusement la réalisation du projet de recherche. Vous en seriez alors averti.

Questions sur le projet de recherche

Toutes les questions relatives à cette recherche peuvent être adressées à l'étudiant réalisant le travail de fin d'étude, dont les coordonnées sont reprises ci-dessus.

Je déclare avoir lu et compris les 151 pages de ce présent formulaire et j'en ai reçu un exemplaire signé par les personnes responsables du projet. Je comprends la nature et le motif de ma participation au projet et ai eu l'occasion de poser des questions auxquelles j'ai reçu une réponse satisfaisante. Par la présente, j'accepte librement de participer au projet.

Nom et prénom :

Date :

Signature :

Nous déclarons être responsables du déroulement du présent projet de recherche. Nous nous engageons à respecter les obligations énoncées dans ce document et également à vous informer de tout élément qui serait susceptible de modifier la nature de votre consentement.

Nom et prénom du Promoteur : Stéphane Monfils

Date : 6/05/2021

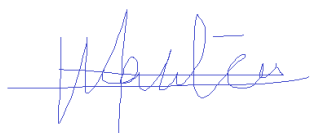
Signature :



Nom et prénom de l'étudiant réalisant le travail de fin d'étude : Anne Wouters

Date : 6/05/2021

Signature :



2. Typologie et systèmes de la référence-cible utilisée dans la partie III

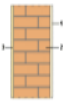
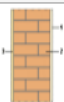
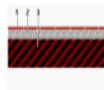
		Existing state
Roof 1	surface area	116.3m ²
	type of construction / refurbishment measure	tilted roof without roof boarding, no insulation in attic floor
	picture	
	U-value	1.70 W/(m ² K)
Roof 2	surface area	41.1m ²
	type of construction / refurbishment measure	tilted roof without roof boarding, no insulation in attic floor
	picture	
	U-value	1.13 W/(m ² K)
Wall 1	surface area	228.8m ²
	type of construction / refurbishment measure	massive brickwork
	picture	
	U-value	2.20 W/(m ² K)
Wall 2	surface area	26.9m ²
	type of construction / refurbishment measure	massive brickwork
	picture	
	U-value	1.33 W/(m ² K)
Floor 1	surface area	87.3m ²
	type of construction / refurbishment measure	natural or ceramic stone floor
	picture	
	U-value	0.85 W/(m ² K)
Floor 2	surface area	47.0m ²
	type of construction / refurbishment measure	natural or ceramic stone floor
	picture	
	U-value	0.68 W/(m ² K)

Figure 31: Tabula Building Data BE.N.SFH.01.Gen.ReEx.0016 – 1

Window 1	surface area	41.2m ²
	type of construction refurbishment measure	wooden window with single glazing
	picture	
	U-value	5.00 W/(m ² K)
Door 1	surface area	9.5m ²
	type of construction refurbishment measure	door type1
	picture	
	U-value	4.00 W/(m ² K)

Figure 32: Tabula Building Data BE.N.SFH.01.Gen.ReEx.0016 - 2

general	Existing state	
	Supply system type	individual, central heating on oil / 1976 - 1985+individual fossil fuel boiler with storage vessel, applied in sfh with medium to large pipe lengths (>5m/point) - system coupled to space heating /<1990+no ventilation system
space heating system	System code	BE.Oil.B_NC.SUH.01
	picture	
	Heat generator 1	fossil fuel boiler-Non Condensing-Variable temperature / 1976-1985 ketel op fossiele brandstof - niet-condenserend op variabele temperatuur/ 1976-1985
	energy carrier	heating oil
	energy expenditure coefficient	1.31
	energy expenditure coefficient	0.00
	electricity generation	
	fraction of heat production	100 %
	Heat generator 2	
	energy carrier	
	energy expenditure coefficient	
	energy expenditure coefficient	
	electricity generation	
	fraction of heat production	0 %
	Heat generator 3	
	energy carrier	
	energy expenditure coefficient	
	energy expenditure coefficient	
	electricity generation	
	fraction of heat production	0 %
	Storage type	
	floor-area related heat losses [kWh/(m ² a)]	
	Distribution type	central distribution, partly insulated pipes (25-75%) in unheated rooms (e.g. cellar) or in the soil individuele CV, gedeeltelijk ongeïsoleerd leidingen in onverwarmde ruimtes
	specific heat losses [kWh/(m ² a)]	11.1
	auxiliary electricity type	central heating - oil & biomass boiler centrale verwarming - vloeibare en vast brandstoffen
	floor-area related auxiliary	
	electricity consumption [kWh/(m ² a)]	2.635

Figure 33: Tabula System Data BE.N.SFH.01.Gen.ReEx.0016 – Heating

domestic hot water system	System code	BE.Oil_B_NC.SUH.00
	picture	
	Heat Generator 1	individual fossil fuel boiler (combi & non combi) - variable temperature - coupling with Space heating - <1990 individuele ketel op fossiele brandstoffen (combi en niet-combi) - op variabele temperatuur - gekoppeld aan ruimteverwarming - voor 1990
	energy carrier	heating oil
	energy expenditure coefficient	1.35
	energy expenditure coefficient	
	electricity generation	0.00
	fraction of heat production	100 %
	Heat Generator 2	
	energy carrier	
	energy expenditure coefficient	
	energy expenditure coefficient	
	electricity generation	
	fraction of heat production	0 %
	Heat Generator 3	
	energy carrier	
	energy expenditure coefficient	
	energy expenditure coefficient	
	electricity generation	
	fraction of heat production	0 %
ventilation system	Storage type	central hot water storage (with insulation), inside thermal envelope / until 1989
	floor-area related heat losses [kWh/(m ² a)]	3.5
	Distribution type	individual, central or decentral, distribution in sfh without circulation - pipe lengths ≥5m
	specific heat losses losses [kWh/(m ² a)]	1.3
	auxiliary electricity type	dhw system coupled to space heating (but no circulation pipe)
	floor-area related auxiliary electricity consumption [kWh/(m ² a)]	0.310762331838565
ventilation system	System code	BE.-Gen.01
	picture	
	fraction of ventilation heat losses recovered	0 %
	floor-area related auxiliary electricity consumption [kWh/(m ² a)]	0.00
PV system	System code	
	type of the assessment	
	method for produced electricity	
	picture	
	photovoltaic panel type	
	peak power coefficient	
	system performance factor	
PV system	frame factor: relation of net module area to total area covered by the PV system	

Figure 34: Tabula System Data BE.N.SFH.01.Gen.ReEx.0016 – ECS

3. Résultats des calculs, utilisées dans la partie III section 3

3.1. Paramètres habitation

Paramètres			
Information bien immobilier			
Information bien immobilier			
Description	Montant	Unité	
Valeur du bien immobilier	254.000,00	€	
Typologie	Maison 4 façades		Prix médian des maisons 2/3 façades = 155.000 €, évolution suivant une régression linéaire de 2010 à 2020 : 2,7%
Estimation de l'évolution de la valeur du bien immobilier	2,70%	%	Prix médian des maisons 4 façades = 254.000 €, évolution suivant une régression linéaire de 2010 à 2020 : 2,7%
Information énergie			
Label énergétique	G		
Surface de plancher chauffé moyenne pour ce label	154	m ²	Coûts de la rénovation au label A en fonction du niveau PEB des maisons unifamiliales, extrapolés à partir des résultats COZEB 2 et de la base de données certificats. (Analyse CLIMACT)
Prix moyen rénovation	526	€/m ²	
Coûts moyens des travaux indicatifs	81.004,00	€	
Valeur verte			
Valeur verte	13,20%	%	« La valeur verte correspond à l'augmentation de valeur engendrée par la meilleure performance énergétique et environnementale d'un bien immobilier par rapport à un autre bien immobilier toutes les autres caractéristiques étant égales par ailleurs » En compilant la majorité des études internationales, l'Ademe et le certificateur CERQUAL ont état de résultats très variables. Ils en concluent que la part de « valeur verte » compte pour entre 2 et 7% du prix en moyenne dans le monde (Chotard et al. 2011). En Flandre, une étude de la KU Leuven démontre l'effet de l'indice EPC. Les résultats montrent que le score EPC a un impact substantiel sur le prix de vente des logements. Les maisons vendues avec un score EPC inférieur de 100 points sont en moyenne vendues à un prix supérieur de 2,3% à celui des maisons comparables. De plus, les maisons dont le score EPC est compris entre 100 et 199 (label B) valent en moyenne 10,9% de plus que les maisons dont le score EPC est compris entre 400 et 499 (label E). (Damen 2019)
Estimation de l'évolution de la valeur verte	0,00%	%	
Information propriétaire			
Information propriétaire			
Niveau de revenu	R5 - Supérieur à 97.700 €		Plages de revenu équivalent définies par la Région pour définir l'indice multiplicateur de prime: R1 - inférieur ou égal à 23.000 € R2 - supérieur à 23.000 € et inférieur ou égal à 33.700 € R3 - supérieur à 32.700 € et inférieur ou égal à 43.200 € R4 - supérieur à 43.200 € et inférieur ou égal à 97.700 € R5 - Supérieur à 97.700 €
Indice multiplicateur prime	1		
Montant des incitants	19.318,52	€	

Figure 35: Paramètres de l'habitation (1/2)

3.2. Travaux-Primes

Travaux pour rénovation énergétique											
Liste des travaux		Primes et Incitants									
Informations complémentaires	Superficie (m²)	Prix à l'unité (€/m²)	Coûts (€ TVA)	Sources	Pouvoir public	Paramètre multiplicateur	Montant de base (€)	Montant total	Montant maximum (70% de la facture)	Sources	
Audits logement			1.000,00 €		Région	1	110,00 €	110,00 €			
Architecte permis d'urbanisme et coordination			10.000,00 €					- €			
Rénovation du toit	157,4									66€/m² et 250€ et 100€	
Déduction fiscale Isolation toiture		50	7.870,00 €	Corenove	Région	1	1.294,40 €	1.294,40 €			
Appropriation de l'installation électrique		2800		Corenove	Fédéral	1	2.250,00 €	2.250,00 €			
Placement d'une pompe à chaleur combinée chauffage et ECS					Région	1	200,00 €	200,00 €			
Système de Ventilation Mécanique Contrôlée simple flux	1	12668	12.668,00 €	Ademe	Région	1	1.000,00 €	1.000,00 €			
Isolation thermique des murs	255,7			Ademe	Région	1	500,00 €	500,00 €		0,15 €/kWh économisé	
Isolation thermique des sols	134,3		37.843,60 €	Ademe	Région	1	3.878,92 €	3.878,92 €	26.490,52 €	0,15 €/kWh économisé	
Isolation thermique du toit	157,4		7.386,50 €	Ademe	Région	1	1.086,10 €	1.086,10 €	5.170,55 €	0,15 €/kWh économisé	
Remplacement des menuiseries extérieures	50,7		8.657,00 €	Ademe	Région	1	4.654,71 €	4.654,71 €	6.059,90 €	0,15 €/kWh économisé	
Augmentation des rendements de production, de distribution, de stockage, d'émission et de régulation pour le chauffage		615	31.180,50 €	Ademe	Région	1	2.017,04 €	2.017,04 €	21.826,35 €	0,15 €/kWh économisé	
Total			116.605,60 €		Région	1	2327,35775	2.327,35 €	8.167,60 €	0,15 €/kWh économisé	
Prix/m²			492,63 €					81,62 €			
Primes	https://energie.wallonie.be/fr/primas-habitation-a-partir-du-1er-juin-2019.html?IDC=9792										
Incitant fiscal	https://finances.belgium.be/fr/particuliers/avantages_fiscaux/fiscalite_vente/economie_energie/isolation_toit/avantage_fiscal/#q1										
Prix travaux	ADEME (2019) Rénovation énergétique des logements: étude des prix - Les enseignements d'une évaluation statistique de grande ampleur".										

Figure 37: Coût des travaux et primes/incitants

3.3. Calculs des économies d'énergie

Informations et hypothèses			
Données	Valeur	Unité	Sources
Surface de plancher chauffé	236,7	m ²	
Volume protégé	591,75	m ³	
Température ambiante	16,5	°C	Cela permet d'estimer les gains internes et gains solaires
Degré-jours/an	1867	°C.Jours	http://www.synergrid.be/index.cfm?PageID=17601&language_code=FRA
Différence moyenne de température	7,71	K	Sur242jours de chauffe
Prix du mazout	6,76	c€/kWh	https://informazout.be/fr/mazout/prix
Prix de l'électricité	7,47	c€/kWh	https://www.monenergie.be/
Rendement du système de chauffage et ECS avant travaux	66%	PACE Version 2	
Rendement du système de chauffage et ECS après travaux	89%	Pompe à chaleur, air/eau sur électricité. Chauffage central, régulation glissante, radiateur avec vannes thermostatiques. Conduites dans le volume protégé.	
Aucun système d'énergie renouvelable ne sera installé sur ce modèle			
Les pertes via les systèmes d'ECS et des auxiliaires seront considérées équivalentes avant et après rénovation			

Figure 38: Hypothèses de calcul des économies d'énergie

3.4. Rentabilité du projet sur base des économies d'énergie

Résultats liés aux économies d'énergie

Analyse des économies														
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
Economie total	2.133,41	2.240,08	2.352,08	2.469,69	2.593,17	2.722,83	2.858,97	3.001,92	3.152,02	3.309,62	4.224,00	5.391,02	6.880,46	8.781,40
Economie d'énergie	2.133,41	2.133,41	2.240,08	2.352,08	2.469,69	2.593,17	2.722,83	2.858,97	3.001,92	3.152,02	4.022,86	5.134,30	6.552,82	8.363,24
Evolution du coût de l'énergie		106,67	112,00	117,60	123,48	129,66	136,14	142,95	150,10	157,60	201,14	256,72	327,64	418,16
Total														
Revenu total	2.133,41	2.240,08	2.352,08	2.469,69	2.593,17	2.722,83	2.858,97	3.001,92	3.152,02	3.309,62	4.224,00	5.391,02	6.880,46	8.781,40
Profil de l'emprunt														
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
Solde restant dû	96.782,65	93.583,53	90.334,83	87.085,77	83.685,57	80.283,45	76.828,59	73.320,19	69.757,40	66.139,39	47.190,57	26.726,98	4.627,52	-
Remboursé période préc.	0,00	3.199,12	6.447,82	9.746,88	13.097,08	16.499,20	19.954,06	23.462,46	27.025,25	30.643,26	49.592,08	70.055,67	92.155,13	-
Part capital remb.	- 3.199,12	- 3.248,70	- 3.299,06	- 3.350,19	- 3.402,12	- 3.454,86	- 3.508,41	- 3.562,79	- 3.618,01	- 3.674,09	- 3.967,80	- 4.284,98	- 4.627,52	-
Part intérêt remb.	- 1.500,13	- 1.450,54	- 1.400,19	- 1.349,05	- 1.297,13	- 1.244,39	- 1.190,84	- 1.136,46	- 1.081,24	- 1.025,16	- 731,45	- 414,27	- 71,73	-
Paiement annuel	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	-
Analyse opérationnelle du projet														
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
Economie d'énergie	2.133,41	2.240,08	2.352,08	2.469,69	2.593,17	2.722,83	2.858,97	3.001,92	3.152,02	3.309,62	4.224,00	5.391,02	6.880,46	8.781,40
Investissement (Travaux+Primes)	- 99.537,08	2.250,00												
Total	- 97.403,67	4.490,08	2.352,08	2.469,69	2.593,17	2.722,83	2.858,97	3.001,92	3.152,02	3.309,62	4.224,00	5.391,02	6.880,46	8.781,40
Analyse des liquidités														
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30
Investissement (Travaux+Primes)	- 99.537,08	2.250,00												
Emprunt banque	96.782,65													
Economie d'énergie	2.133,41	2.240,08	2.352,08	2.469,69	2.593,17	2.722,83	2.858,97	3.001,92	3.152,02	3.309,62	4.224,00	5.391,02	6.880,46	8.781,40
Remboursement emprunt	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	- 4.699,25	-
Total Cash Flow Net	- 5.320,28	- 209,17	2.347,17	2.229,56	2.106,08	1.976,42	1.840,28	1.697,33	1.547,23	1.389,63	475,25	691,77	2.181,21	8.781,40
Actualisation/ simulation pour chaque année														
Taux de rentabilité interne														
													-6,1%	3,2%

Figure 39: Rentabilité d'un projet uniquement basé sur les économies d'énergie

Résultats actualisé à l'année 1 cumulé année par année	
1	- 5.320,28 €
2	-5.525,34 €
3	-7.781,37 €
4	-9.882,33 €
5	-11.828,02 €
6	-13.618,12 €
7	-15.252,24 €
8	-16.729,86 €
9	-18.050,41 €
10	-19.213,19 €
11	-20.217,42 €
12	-21.062,22 €
13	-21.746,59 €
14	-22.269,46 €
15	-22.629,64 €
16	-22.825,83 €
17	-22.856,63 €
18	-22.720,54 €
19	-22.415,93 €
20	-21.941,08 €
21	-21.294,14 €
22	-20.473,14 €
23	-19.476,02 €
24	-18.300,57 €
25	-16.944,47 €
26	-12.540,92 €
27	-8.007,86 €
28	-3.341,48 €
29	1.462,15 €
30	6.407,07 €

Figure 40: Coût actualisé à l'année 1, cumulé année après année

3.5. Détermination de la plus-value immobilière en cas de revente

Résultats : plus-value réalisée grâce aux travaux de rénovation énergétique sur le bien immobilier															
Valeur du bien immobilier															
Valeur du bien immobilier															
Description	Montant	Unité													
Valeur du bien immobilier avant travaux	254.000,00	€													
Valeur verte	13,20%	%													
Estimation de l'évolution de la valeur verte	0,00%	%													
Valorisation de la rénovation	33.528,00	€													
Valeur de bien rénové	287.528,00	€													
Estimation de l'évolution de la valeur du bien immobilier	2,70%	%													
Estimation de la valeur du bien immobilier sans travaux															
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	
Estimation de la valeur du bien sans rénovation	254.000,00 €	260.858,00 €	267.901,17 €	275.134,50 €	282.563,13 €	290.192,33 €	298.027,53 €	306.074,27 €	314.338,27 €	322.825,41 €	368.824,64 €	421.378,28 €	481.420,26 €	550.017,59 €	
Estimation de la valeur du bien sans rénovation	254.000,00 €	260.858,00 €	267.901,17 €	275.134,50 €	282.563,13 €	290.192,33 €	298.027,53 €	306.074,27 €	314.338,27 €	322.825,41 €	368.824,64 €	421.378,28 €	481.420,26 €	550.017,59 €	
Estimation de la valeur du bien immobilier avec travaux															
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	
Estimation de la valeur du bien avec rénovation	287.528,00 €	295.291,26 €	303.264,12 €	311.452,25 €	319.861,46 €	328.497,72 €	337.367,16 €	346.476,07 €	355.830,93 €	365.438,36 €	417.509,49 €	477.000,21 €	544.967,73 €	622.619,91 €	
Si applicable, évolution de la valeur		- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	- €	
Estimation de la valeur du bien du bien avec rénovation	287.528,00 €	295.291,26 €	303.264,12 €	311.452,25 €	319.861,46 €	328.497,72 €	337.367,16 €	346.476,07 €	355.830,93 €	365.438,36 €	417.509,49 €	477.000,21 €	544.967,73 €	622.619,91 €	
Cumul cash flow net (montant investi, montant remboursé à la banque, économie d'énergie)	- 5.320,28 €	- 5.529,45 €	- 7.876,61 €	- 10.106,17 €	- 12.212,25 €	- 14.188,67 €	- 16.028,94 €	- 17.726,27 €	- 19.273,51 €	- 20.663,14 €	- 24.957,27 €	- 23.946,21 €	- 16.164,24 €	23.755,58 €	
Solde restant dû	- 96.782,65 €	- 93.583,53 €	- 90.334,83 €	- 87.035,77 €	- 83.685,57 €	- 80.283,45 €	- 76.828,59 €	- 73.320,19 €	- 69.757,40 €	- 66.139,39 €	- 47.190,57 €	- 26.726,98 €	- 4.627,52 €	- €	
Montant total payé pour les travaux et économie d'énergie en cas de vente à l'année référence	- 102.102,92 €	- 99.112,97 €	- 98.211,44 €	- 97.141,94 €	- 95.897,82 €	- 94.472,12 €	- 92.857,54 €	- 91.046,46 €	- 89.030,91 €	- 86.802,53 €	- 72.147,84 €	- 50.673,19 €	- 20.791,76 €	23.755,58 €	
Calcul de la plus-value des travaux en cas de vente															
Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	
Plus-value réalisée avec les travaux	- 68.574,92 €	- 64.679,72 €	- 62.848,48 €	- 60.824,18 €	- 58.599,49 €	- 56.166,73 €	- 53.517,90 €	- 50.644,66 €	- 47.538,25 €	- 44.189,57 €	- 23.462,98 €	- 4.948,75 €	- 42.755,72 €	96.357,90 €	
Valeur actualisée nette de la plus-value des travaux de rénovation lors de la vente en fonction de l'année de la vente	- 68.574,92 €	- 65.999,71 €	- 65.439,90 €	- 64.624,63 €	- 63.531,56 €	- 62.136,78 €	- 60.414,70 €	- 58.337,94 €	- 55.877,20 €	- 53.001,13 €	- 31.132,80 €	- 7.264,40 €	- 69.433,39 €	173.113,58 €	

Figure 41: Détermination de la plus-value du bien immobilier en cas de revente en fonction de l'année de vente

3.6. Simulation d'un prêt avec un capital progressif

Paramètres de la simulation : taux à 1,55% sur 25 ans, montant emprunté 100.000€.

- Référence 1 : prêt classique.
- Référence 2 : prêt avec un capital progressif de 1% plus 10% complémentaire chaque année.

Montant emprunté		Taux	Durée (ans)	25										
100.000,00 €		1,550%												
Référence 1: Remboursement d'un emprunt à taux fixe 1,55% sur 25 ans d'un montant de 100.000€														
Référence 2: Remboursement d'un emprunt à taux fixe 1,55% sur 25 ans d'un montant de 100.000€ avec un remboursement du capital variable (1%/an +10% suppl. chaque année)														
Année	Solde restant dû	Remboursé période préc.	Part capital remb.	Part intérêt remb.	Paiement annuel	Solde restant dû	Remboursé période préc.	Pourct. Part du capital remb. Progressif	Part capital remb.	Part intérêt remb.	Paiement annuel	Economie énergie (scénario à 5%)	Différence Référence 1 (Emprunt - économie énergie)	Différence Référence 2 (Emprunt - économie énergie)
1	100.000,00 €	0,00 €	3.305,47 €	1.550,00 €	- 4.855,47 €	100.000,00 €		1,000%	1.000,00 €	1.000,00 €	- 2.000,00 €	2.352,21 €	- 2.509,26 €	- 352,21 €
2	96.694,53 €	3.305,47 €	3.356,70 €	1.498,77 €	- 4.855,47 €	99.000,00 €	1.000,00 €	1,100%	1.100,00 €	1.534,50 €	- 2.634,50 €	2.469,82 €	- 2.385,65 €	- 164,68 €
3	93.337,83 €	6.662,17 €	3.408,73 €	1.446,74 €	- 4.855,47 €	97.900,00 €	1.100,00 €	1,200%	1.200,00 €	1.517,45 €	- 2.727,45 €	2.593,31 €	- 2.262,16 €	- 134,14 €
4	89.929,10 €	10.070,90 €	3.461,57 €	1.393,90 €	- 4.855,47 €	96.690,00 €	1.210,00 €	1,300%	1.300,00 €	1.498,70 €	- 2.829,70 €	2.722,97 €	- 2.132,49 €	- 106,72 €
5	86.467,54 €	13.532,46 €	3.515,22 €	1.340,25 €	- 4.855,47 €	95.359,00 €	1.331,00 €	1,464%	1.464,10 €	1.478,06 €	- 2.942,16 €	2.859,12 €	- 1.996,34 €	- 83,04 €
6	82.952,32 €	17.047,68 €	3.569,71 €	1.285,76 €	- 4.855,47 €	93.894,90 €	1.464,10 €	1,611%	1.610,51 €	1.455,37 €	- 3.065,88 €	3.002,08 €	- 1.853,39 €	- 63,80 €
7	79.382,61 €	20.617,39 €	3.625,04 €	1.230,43 €	- 4.855,47 €	92.284,39 €	1.610,51 €	1,772%	1.771,56 €	1.430,41 €	- 3.201,97 €	3.152,18 €	- 1.703,28 €	- 49,79 €
8	75.757,57 €	24.242,43 €	3.681,22 €	1.174,24 €	- 4.855,47 €	90.512,83 €	1.771,56 €	1,949%	1.948,72 €	1.402,95 €	- 3.351,67 €	3.309,79 €	- 1.545,67 €	- 41,87 €
9	72.076,35 €	27.923,65 €	3.738,28 €	1.117,18 €	- 4.855,47 €	88.564,11 €	1.948,72 €	2,144%	2.143,59 €	1.372,74 €	- 3.516,33 €	3.475,28 €	- 1.380,18 €	- 41,05 €
10	68.338,07 €	31.661,93 €	3.796,23 €	1.059,24 €	- 4.855,47 €	86.420,52 €	2.143,59 €	2,358%	2.357,95 €	1.339,52 €	- 3.697,47 €	3.649,05 €	- 1.206,42 €	- 48,42 €
11	64.541,84 €	35.458,16 €	3.855,07 €	1.000,40 €	- 4.855,47 €	84.062,58 €	2.357,95 €	2,594%	2.593,74 €	1.302,97 €	- 3.896,71 €	3.831,50 €	- 1.023,97 €	- 65,21 €
12	60.686,77 €	39.313,23 €	3.914,82 €	940,64 €	- 4.855,47 €	81.468,83 €	2.593,74 €	2,853%	2.853,12 €	1.262,77 €	- 4.115,88 €	4.023,07 €	- 832,39 €	- 92,81 €
13	56.771,95 €	43.228,05 €	3.975,50 €	879,97 €	- 4.855,47 €	78.615,72 €	2.853,12 €	3,138%	3.138,43 €	1.218,54 €	- 4.356,97 €	4.224,23 €	- 631,24 €	- 132,75 €
14	52.796,45 €	47.203,55 €	4.037,12 €	818,34 €	- 4.855,47 €	75.477,29 €	3.138,43 €	3,452%	3.452,27 €	1.169,90 €	- 4.622,17 €	4.435,44 €	- 420,03 €	- 186,73 €
15	48.759,33 €	51.240,67 €	4.099,70 €	755,77 €	- 4.855,47 €	72.025,02 €	3.452,27 €	3,797%	3.797,50 €	1.116,39 €	- 4.913,89 €	4.657,21 €	- 198,26 €	- 256,68 €
16	44.659,63 €	55.340,37 €	4.163,24 €	692,22 €	- 4.855,47 €	68.227,52 €	3.797,50 €	4,177%	4.177,25 €	1.057,53 €	- 5.234,77 €	4.890,07 €	- 34,60 €	- 344,70 €
17	40.496,39 €	59.503,61 €	4.227,77 €	627,69 €	- 4.855,47 €	64.050,27 €	4.177,25 €	4,595%	4.594,97 €	992,78 €	- 5.587,75 €	5.134,57 €	- 279,11 €	- 453,18 €
18	36.268,61 €	63.731,39 €	4.293,30 €	562,16 €	- 4.855,47 €	59.455,30 €	4.594,97 €	5,054%	5.054,47 €	921,56 €	- 5.976,03 €	5.391,30 €	- 535,84 €	- 584,72 €
19	31.975,31 €	68.024,69 €	4.359,85 €	495,62 €	- 4.855,47 €	54.400,83 €	5.054,47 €	5,560%	5.559,92 €	843,21 €	- 6.403,13 €	5.660,87 €	- 805,40 €	- 742,26 €
20	27.615,46 €	72.384,54 €	4.427,43 €	428,04 €	- 4.855,47 €	48.840,91 €	5.559,92 €	6,116%	6.115,91 €	757,03 €	- 6.872,94 €	5.943,91 €	- 1.088,44 €	- 929,03 €
21	23.188,03 €	76.811,97 €	4.496,05 €	359,41 €	- 4.855,47 €	42.725,00 €	6.115,91 €	6,727%	6.727,50 €	662,24 €	- 7.389,74 €	6.241,11 €	- 1.385,64 €	- 1.148,63 €
22	18.691,98 €	81.308,02 €	4.565,74 €	289,73 €	- 4.855,47 €	35.997,50 €	6.727,50 €	7,400%	7.400,25 €	557,96 €	- 7.958,21 €	6.553,16 €	- 1.697,70 €	- 1.405,05 €
23	14.126,24 €	85.873,76 €	4.636,51 €	218,96 €	- 4.855,47 €	28.597,25 €	7.400,25 €	8,140%	8.140,27 €	443,26 €	- 8.583,53 €	6.880,82 €	- 2.025,35 €	- 1.707,71 €
24	9.489,73 €	90.510,27 €	4.708,38 €	147,09 €	- 4.855,47 €	20.456,98 €	8.140,27 €	8,954%	8.954,30 €	317,08 €	- 9.271,39 €	7.224,86 €	- 2.369,39 €	- 2.046,52 €
25	4.781,36 €	95.218,64 €	4.781,36 €	74,11 €	- 4.855,47 €	11.502,67 €	8.954,30 €	11,503%	11.502,67 €	178,29 €	- 11.680,96 €	7.586,10 €	- 2.730,64 €	- 4.094,86 €
26												7.965,41 €	- 7.965,41 €	
27												8.363,68 €	- 8.363,68 €	
28												8.781,86 €	- 8.781,86 €	
29												9.220,96 €	- 9.220,96 €	
30												9.682,01 €	- 9.682,01 €	
Totaux			-100.000,00 €	-21.386,67 €					-100.000,00 €	-26.831,21 €			34.891,29 €	-29.446,75 €

Figure 42: Simulation d'un prêt avec un capital progressif (1% + 10% suppl. chaque année)

4. Encodage PACE de l'habitation-référence utilisée dans la partie III section 3

4.1. Certificat PEB de la Région wallonne de l'habitation-référence



Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide


Wallonie

Logement certifié

Rue : Rue formation n° :
CP : 0000 Localité : Pace
Certifié comme : **Maison unifamiliale**
Date de construction : Entre 1919 et 1945



Performance énergétique

La consommation théorique totale d'énergie primaire de ce logement est de **121 718 kWh/an**

Surface de plancher chauffé : **237 m²**

Consommation spécifique d'énergie primaire : **514 kWh/m².an**

A++ $E_{spec} \leq 0$
A+ $0 < E_{spec} \leq 45$
A $45 < E_{spec} \leq 85$
B $85 < E_{spec} \leq 170$
C $170 < E_{spec} \leq 255$
D $255 < E_{spec} \leq 340$
E $340 < E_{spec} \leq 425$
F $425 < E_{spec} \leq 510$
G $E_{spec} > 510$

Exigences PEB Réglementation 2010

Performance moyenne du parc immobilier wallon en 2010

514

Indicateurs spécifiques

Besoins en chaleur du logement



excessifs élevés moyens faibles minimales

Performance des installations de chauffage



médiocre insuffisante satisfaisante bonne excellente

Performance des installations d'eau chaude sanitaire



médiocre insuffisante satisfaisante bonne excellente

Système de ventilation



absent très partiel partiel incomplet complet

Utilisation d'énergies renouvelables

sol. therm. sol. photovoltaïque biomasse pompe à chaleur cogénération

Certificateur agréé n°

Nom / Prénom : null null
Adresse :
n° :
CP : Localité :
Pays :

Je déclare que toutes les données reprises dans ce certificat sont conformes au protocole de collecte de données relatif à la certification PEB en vigueur en Wallonie. Version du protocole 16-sept.-2019. Version du logiciel de calcul 3.1.2.
Date : 26/07/2021
Signature :

Le certificat PEB fournit des informations sur la performance énergétique d'une unité PEB et indique les mesures générales d'améliorations qui peuvent y être apportées. Il est établi par un certificateur agréé, sur base des informations et données récoltées lors de la visite du bâtiment.

Ce document est obligatoire en cas de vente & location. Il doit être disponible dès la mise en vente ou en location et, en cas de publicité, certains de ses indicateurs (classe énergétique, consommation théorique totale, consommation spécifique d'énergie primaire) devront y être mentionnés. Le certificat PEB doit être communiqué au candidat acquéreur ou locataire avant signature de la convention, qui mentionnera cette formalité.

Pour de plus amples informations, consultez le Guichet de l'énergie de votre région ou le site portail de l'énergie energie.wallonie.be



Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide



Volume protégé

Le volume protégé d'un logement reprend tous les espaces du logement que l'on souhaite protéger des déperditions thermiques que ce soit vers l'extérieur, vers le sol ou encore des espaces non chauffés (cave, annexe, bâtiment mitoyen...). Il comprend au moins tous les locaux chauffés. Lorsqu'une paroi dispose d'un isolant thermique, elle délimite souvent le volume protégé.

Le volume protégé est déterminé conformément au protocole de collecte des données défini par l'Administration.

Description par le certificateur

$V_{per} = A_{c \text{ ref}} (236.7) * \text{Room height} (2.5m)$

Le volume protégé de ce logement est de **592 m³**

Surface de plancher chauffée

Il s'agit de la somme des surfaces de plancher de chaque niveau du logement situé dans le volume protégé. Les mesures se font en prenant les dimensions extérieures (c'est-à-dire épaisseur des murs comprise). Seules sont comptabilisées les surfaces présentant une hauteur sous plafond de minimum 150 cm. Cette surface est utilisée pour définir la consommation spécifique d'énergie primaire du logement (exprimée en kWh/m².an) et les émissions spécifiques de CO₂ (exprimées en kg/m².an).

La surface de plancher chauffée de ce logement est de **237 m²**



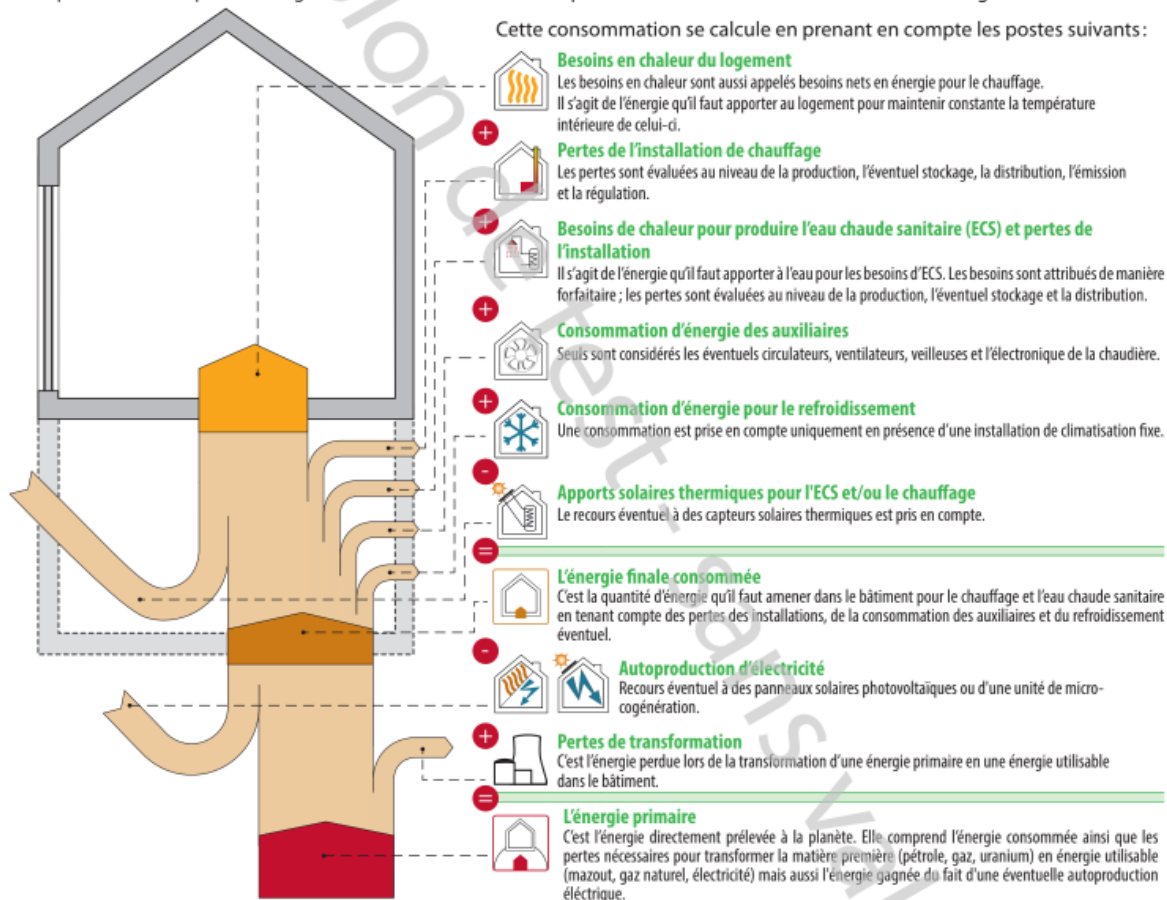
Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro :
Établi le :
Validité maximale : Non valide
Non valide
Non valide



Méthode de calcul de la performance énergétique

Conditions standardisées - La performance énergétique du logement est évaluée à partir de la consommation totale en énergie primaire. Elle est établie pour des conditions standardisées d'utilisation, notamment tout le volume protégé est maintenu à 18° C pendant la période de chauffe, jour et nuit, sur une année climatique type. Ces conditions sont appliquées à tous les logements faisant l'objet d'un certificat PEB. Ainsi, seules les caractéristiques techniques du logement vont influencer sa consommation et non le style de vie des occupants. Il s'agit donc d'une consommation d'énergie théorique en énergie primaire ; elle permet de comparer les logements entre eux. Le résultat peut différer de la consommation réelle du logement.



L'électricité : une énergie qui pèse lourd sur la performance énergétique du logement.

Pour 1 kWh consommé dans un logement, il faut 2,5 kWh d'énergie dans une centrale électrique. Les pertes de transformation sont donc importantes, elles s'élèvent à 1,5 kWh.

EXEMPLE D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

Consommation finale en chauffage	+	10 000 kWh
Pertes de transformation	+	15 000 kWh
Consommation en énergie primaire	=	25 000 kWh

À l'inverse, en cas d'auto-production d'électricité (via panneaux photovoltaïques ou cogénération), la quantité d'énergie gagnée est aussi multipliée par 2,5 ; il s'agit alors de pertes évitées au niveau des centrales électriques.

EXEMPLE D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

Panneaux photovoltaïques	+	- 1 000 kWh
Pertes de transformation évitées	+	- 1 500 kWh
Économie en énergie primaire	=	- 2 500 kWh

Actuellement, les autres énergies (gaz, mazout, bois...) ne sont pas impactées par des pertes de transformation.



Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro :

Non valide

Établi le :

Non valide

Validité maximale :

Non valide



Wallonie

Évaluation de la performance énergétique

La consommation totale d'énergie primaire du logement est la somme de tous les postes repris dans le tableau ci-dessous. En divisant ce total par la surface de plancher chauffée, la consommation spécifique d'énergie primaire, *Espec*, est obtenue. C'est sur cette valeur *Espec* que le label de performance du logement est donné.

			kWh/an
 Besoins en chaleur du logement			77 580
 Pertes de l'installation de chauffage		+	39 126
 Besoins de chaleur pour produire l'eau chaude sanitaire (ECS) et pertes de l'installation		+	3 531
 Consommation d'énergie des auxiliaires		+	592
 Consommation d'énergie pour le refroidissement		+	0
 Apports solaires thermiques pour l'ECS et/ou le chauffage		-	0
		=	
 Consommation finale			120 830
 Autoproduction d'électricité		-	0
 Pertes de transformation des postes ci-dessus consommant de l'électricité		+	888
 Pertes de transformation évitées grâce à l'autoproduction d'électricité			0
		=	
 Consommation annuelle d'énergie primaire du logement Elle est le résultat du cumul des postes ci-dessus			121 718 kWh/an
		/	
Surface de plancher chauffée			237 m ²
		=	
Consommation spécifique d'énergie primaire du logement (<i>Espec</i>) Elle est obtenue en divisant la consommation annuelle par la surface de plancher chauffée. Cette valeur permet une comparaison entre logements indépendamment de leur taille.	 Espec > 510		514 kWh/m ² .an
	Ce logement obtient une classe G		

La consommation spécifique de ce logement est environ 3 fois supérieure à la consommation spécifique maximale autorisée si l'on construisait un logement neuf similaire à celui-ci en respectant au plus juste la réglementation PEB de 2010.



Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide



Preuves acceptables

Le présent certificat est basé sur un grand nombre de caractéristiques du logement, que le certificateur doit relever en toute indépendance et selon les modalités définies par le protocole de collecte des données.

- Certaines données nécessitent un constat visuel ou un test; c'est pourquoi le certificateur doit avoir accès à l'ensemble du logement certifié. Il s'agira essentiellement des caractéristiques géométriques du logement, de certaines données propres à l'isolation et des données liées aux systèmes.
- D'autres données peuvent être obtenues également ou exclusivement grâce à des documents bien précis. Ces documents sont nommés «preuves acceptables» et doivent être communiqués au certificateur par le demandeur; c'est pourquoi le certificateur doit lui fournir un écrit reprenant la liste exhaustive des preuves acceptables, au moins 5 jours avant d'effectuer les relevés dans le bâtiment, pour autant que la date de la commande le permette. Elles concernent, par exemple, les caractéristiques thermiques des isolants, des données techniques relatives à certaines installations telles que le type et la date de fabrication d'une chaudière ou la puissance crête d'une installation photovoltaïque.

À défaut de constat visuel, de test et/ou de preuve acceptable, la procédure de certification des bâtiments résidentiels existants utilise des valeurs par défaut. Celles-ci sont généralement pénalisantes. Dans certains cas, il est donc possible que le poste décrit ne soit pas nécessairement mauvais mais que, tout simplement, il n'a pas été possible de vérifier qu'il était bon!

Postes	Preuves acceptables prises en compte par le certificateur	Références et descriptifs
 Isolation thermique	Pas de preuve	
 Étanchéité à l'air	Pas de preuve	
 Ventilation	Pas de preuve	
 Chauffage	Pas de preuve	
 Eau chaude sanitaire	Pas de preuve	



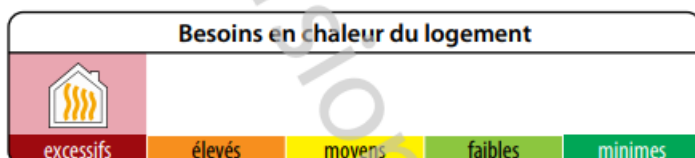
Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide



Descriptions et recommandations -1-

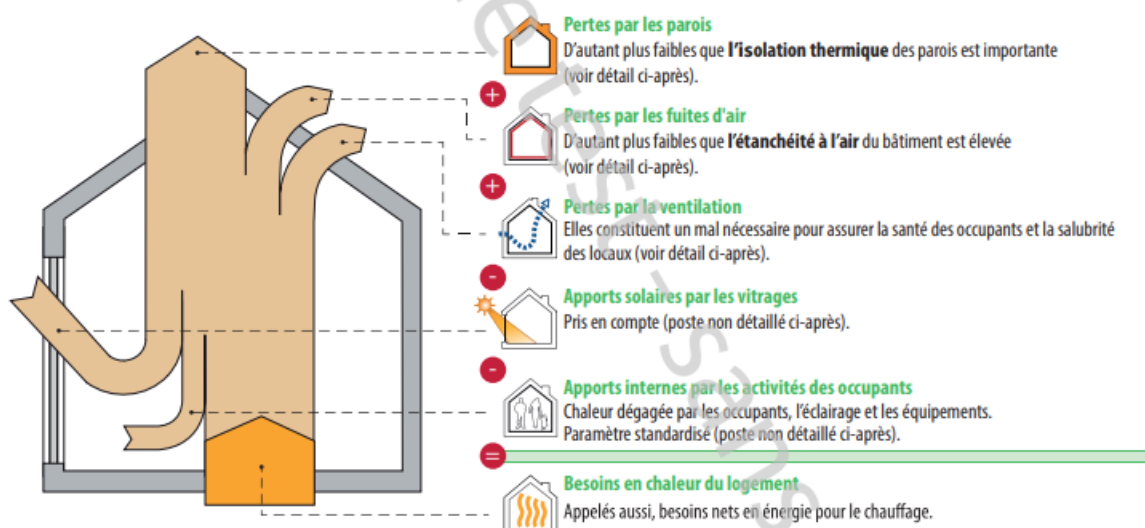
Cette partie présente une description des principaux postes pris en compte dans l'évaluation de la performance énergétique du logement. Sont également présentées les principales recommandations pour améliorer la situation existante.



328
kWh/m².an

Besoins nets en énergie (BNE)
par m² de plancher chauffé et par an

Ces besoins sont les apports de chaleur à fournir par le chauffage pour maintenir constante la température intérieure du logement. Ils dépendent des pertes par les parois selon leur niveau d'isolation thermique, des pertes par manque d'étanchéité à l'air, des pertes par la ventilation mais aussi des apports solaires et des apports internes.



Pertes par les parois

Les surfaces renseignées sont mesurées suivant le protocole de collecte des données défini par l'Administration.

Type	Dénomination	Surface	Justification
①	Parois présentant un très bon niveau d'isolation		
	La performance thermique des parois est comparable aux exigences de la réglementation PEB 2014.		
	AUCUNE		
②	Parois avec un bon niveau d'isolation		
	La performance thermique des parois est comparable aux exigences de la réglementation PEB 2010.		
	AUCUNE		

suite →

6/13



Descriptions et recommandations -2-



Pertes par les parois - suite

Les surfaces renseignées sont mesurées suivant
le protocole de collecte des données défini par l'Administration.

Type	Dénomination	Surface	Justification
③ Parois avec isolation insuffisante ou d'épaisseur inconnue Recommandations : isolation à renforcer (si nécessaire après avoir vérifié le niveau d'isolation existant).			
AUCUNE			
④ Parois sans isolation Recommandations : à isoler.			
	Roo f1	BE.Roof.ReEx.01.01 EXT	116,3 m ²
	Roo f2	BE.Roof.ReEx.01.01 UNH	41,1 m ²
	Wall 1	BE.Wall.ReEx.01.02 EXT	228,9 m ²
	Wall 2	BE.Wall.ReEx.01.02 UNH	26,9 m ²
	Floo r1	BE.Floor.ReEx.01.02 SOI	87,3 m ²
	Floo r2	BE.Floor.ReEx.01.02 CEL	47,0 m ²
	Win d1	BE.Window.ReEx.01.01	41,2 m ² Simple vitrage - ($U_g = 5,7 \text{ W/m}^2.K$) Châssis bois
	Doo r1	BE.Window.ReEx.01.01	9,5 m ² Panneau non isolé non métallique Aucun châssis
⑤ Parois dont la présence d'isolation est inconnue Recommandations : à isoler (si nécessaire après avoir vérifié le niveau d'isolation existant).			
AUCUNE			



Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide



Descriptions et recommandations -3-



Pertes par les fuites d'air

Améliorer l'étanchéité à l'air participe à la performance énergétique du bâtiment, car, d'une part, il ne faut pas réchauffer l'air froid qui s'insinue et, d'autre part, la quantité d'air chaud qui s'enfuit hors du bâtiment est réduite.

Réalisation d'un test d'étanchéité à l'air

- ☒ Non : valeur par défaut : 12 m³/h.m²
☐ Oui

Recommandations : L'étanchéité à l'air doit être assurée en continu sur l'entièreté de la surface du volume protégé et, principalement, au niveau des raccords entre les différentes parois (pourtours de fenêtre, angles, jonctions, percements ...) car c'est là que l'essentiel des fuites d'air se situe.



Pertes par ventilation

Votre logement n'est équipé d'aucun système de ventilation (voir plus loin), et pourtant des pertes par ventilation sont comptabilisées... Pourquoi ?

Pour qu'un logement soit sain, il est nécessaire de remplacer l'air intérieur vicié (odeurs, humidité, etc...) par de l'air extérieur, ce qui inévitablement induit des pertes de chaleur. Un système de ventilation correctement dimensionné et installé permet de réduire ces pertes, en particulier dans le cas d'un système D avec récupération de chaleur. En l'absence d'un système de ventilation, une aération suffisante est nécessaire, par simple ouverture des fenêtres. C'est pourquoi, dans le cadre de la certification, des pertes par ventilation sont toujours comptabilisées, même en l'absence d'un système de ventilation.

Système D avec récupération de chaleur	Ventilation à la demande	Preuves acceptables caractérisant la qualité d'exécution
☒ Non ☐ Oui	☒ Non ☐ Oui	☒ Non ☐ Oui
Diminution globale des pertes de ventilation		0 %



Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide



Descriptions et recommandations -4-

Performance des installations de chauffage



66 %

Rendement global
en énergie
primaire



Installation de chauffage central

Production	Chaudière, mazout, non à condensation, présence de label inconnue (1), date de fabrication : entre 1980 et 1984, réglée en T° variable (thermostat d'ambiance commandant le brûleur)
Distribution	Aucune canalisation non-isolée située dans des espaces non-chauffés ou à l'extérieur
Emission/régulation	Radiateurs, convecteurs ou ventilo-convecteurs, avec vannes thermostatiques Présence d'un thermostat d'ambiance

Justification :

(1) Pas de preuve, pas de constatation visuelle

Recommandations :

La chaudière est ancienne et ne présente donc vraisemblablement plus un niveau de performance satisfaisant. Il est recommandé d'envisager de la remplacer par un générateur de chaleur plus performant.

Le(s) circulateur(s) de l'installation de chauffage central fonctionne(nt) apparemment en permanence. Afin d'éviter toute consommation inutile d'énergie, il est recommandé de demander à un chauffagiste professionnel de vérifier la possibilité d'installer une régulation qui assure la mise à l'arrêt du/des circulateur(s) hors demande de chaleur.



Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide



Descriptions et recommandations -5-

Performance des installations d'eau chaude sanitaire



47 %

Rendement global
en énergie
primaire



Installation d'eau chaude sanitaire

Production	Production avec stockage par chaudière, mazout, couplée au chauffage des locaux, régulée en T° variable (la chaudière n'est pas maintenue constamment en température), fabriquée avant 2016
Distribution	Bain ou douche, plus de 5 m de conduite Evier de cuisine, plus de 15 m de conduite

Recommandations :

Le niveau d'isolation du ballon de stockage n'est pas une donnée nécessaire à la certification. Une isolation équivalente à au moins 10 cm de laine minérale devrait envelopper le réservoir de stockage pour éviter des déperditions de chaleur inutiles. Il est donc recommandé de le vérifier et d'éventuellement renforcer l'isolation.



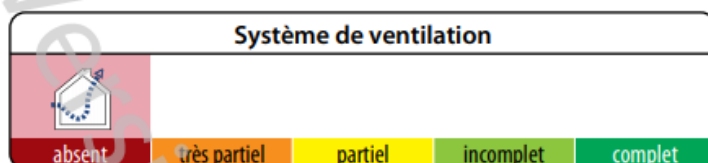
Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide



Descriptions et recommandations -6-

Système de ventilation



Système de ventilation

N'oubliez pas la ventilation !

La ventilation des locaux est essentielle pour la santé des occupants et la salubrité du logement.
Le certificateur a fait le relevé des dispositifs suivants.

Locaux secs	Ouvertures d'alimentation réglables (OAR) ou mécaniques (OAM)	Locaux humides	Ouvertures d'évacuation réglables (OER) ou mécaniques (OEM)
Séjour	aucun	Salle de bain	aucun
Chambre	aucun	Cuisine	aucun

Selon les relevés effectués par le certificateur, aucun dispositif de ventilation n'est présent dans le logement.

Recommandation : La ventilation des locaux est essentielle pour la santé des occupants et la salubrité du logement. Il est vivement conseillé d'installer un système de ventilation complet.
Si des améliorations sont apportées à l'étanchéité à l'air, il faut apporter d'autant plus d'attention à la présence d'un tel système. De plus, en cas de remplacement des fenêtres et portes extérieures, la réglementation exige que les locaux secs soient équipés d'ouvertures d'alimentation (naturelles ou mécaniques).



Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide



Wallonie

Descriptions et recommandations -7-

Utilisation d'énergies renouvelables

sol. therm. | sol. photovolt. | biomasse | pompe à chaleur | cogénération



Installation solaire thermique

NÉANT



Installation solaire photovoltaïque

NÉANT



Biomasse

NÉANT



PAC

Pompe à chaleur

NÉANT



Unité de cogénération

NÉANT



Certificat de Performance Énergétique (PEB)
Bâtiment résidentiel existant

Numéro : Non valide
Établi le : Non valide
Validité maximale : Non valide



Impact sur l'environnement

Le CO₂ est le principal gaz à effet de serre, responsable des changements climatiques. Améliorer la performance énergétique d'un logement et opter pour des énergies renouvelables permettent de réduire ces émissions de CO₂.

Émission annuelle de CO ₂ du logement	30 125 kg CO ₂ /an
Surface de plancher chauffée	237 m ²
Émissions spécifiques de CO ₂	127 kg CO ₂ /m ² .an

1000 kg de CO₂ équivalent à rouler 8400 km en diesel (4,5 l aux 100 km) ou essence (5 l aux 100 km) ou encore à un aller-retour Bruxelles-Lisbonne en avion (par passager).

Pour aller plus loin

Si vous désirez améliorer la performance énergétique de ce logement, la meilleure démarche consiste à réaliser un **audit logement** mis en place en Wallonie. Cet audit vous donnera des conseils personnalisés, ce qui vous permettra de définir les recommandations prioritaires à mettre en œuvre avec leur impact énergétique et financier. L'audit logement permet d'activer les primes habitation (voir ci-dessous). Le certificat PEB peut servir de base à un audit logement.



Conseils et primes

La brochure explicative du certificat PEB est une aide précieuse pour mieux comprendre les contenus présentés.

Elle peut être obtenue via :
- un certificateur PEB
- les guichets de l'énergie
- le site portail <http://energie.wallonie.be>

Sur ce portail vous trouverez également d'autres informations utiles notamment :

- la liste des certificateurs agréés;
- les primes et avantages fiscaux pour les travaux d'amélioration énergétique d'un logement;
- des brochures de conseils à télécharger ou à commander gratuitement;
- la liste des guichets de l'énergie qui sont là pour vous conseiller gratuitement.

Données complémentaires

Permis de bâtir / d'urbanisme / unique obtenu le : NÉANT
Référence du permis : NÉANT

Prix du certificat : 0 € TVA comprise