

INSA TOULOUSE

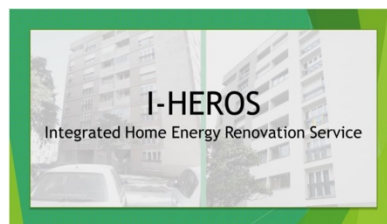
# PROJET I-HEROS

## LIVRABLE D2.2

---

PRESENTATION AND ANALYSIS REPORT  
ON MAIN TOOL FOR ASSISTING  
RENOVATION

---



# INSA

LUCAS ESTAY  
STEPHANE GINESTET  
MARION BONHOMME  
CLAIRE OMS MULTON



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 890598.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 890598.

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>RENOVATION ENERGETIQUE : CARACTERISTIQUES ET ENJEUX</b>	<b>14</b>
2.1	POINT DE VUE ECONOMIQUE	14
2.2	POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL	15
2.3	POINT DE VUE SOCIAL	16
2.4	CONCLUSION	17
<b>3</b>	<b>CARACTERISATION D'UN PROGRAMME DE RENOVATION CLASSIQUE</b>	<b>18</b>
3.1	SEGMENTATION DU PROCESSUS	18
3.1.1	PHASE 1 : DEFINITION DE LA PORTEE ET DES OBJECTIFS DU PROJET	18
3.1.2	PHASE II : DIAGNOSTIC DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DU BATIMENT.	19
3.1.3	PHASE III : GENERATION D'UN PROGRAMME DE TRAVAUX	19
3.1.4	PHASE IV : MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX ET MISE EN SERVICE DU BATIMENT	20
3.1.5	PHASE V: VERIFICATION ET VALIDATION DES OBJECTIFS DU PROJET	20
3.2	FREINS A LA RENOVATION	21
3.2.1	INFORMATION	22
3.2.2	FINANCEMENT ET RETOUR SUR INVESTISSEMENT	24
3.2.3	PROCESS DE RENOVATION	25
3.2.4	REGLEMENTATION	26
3.2.5	CONTEXTE PROFESSIONNEL	27



<b>3.3</b>	<b>IMPACT DES FREINS SUR LE PARCOURS D'ACCOMPAGNEMENT</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b><u>PROCESSUS DE RENOVATION INTEGRE</u></b>	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>DEFINITION</b>	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>ARTICULATION DE L'ACCOMPAGNEMENT INTEGRE EN RENOVATION</b>	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>LES DIFFERENTES APPROCHES D'UN PARCOURS DE RENOVATION INTEGRE</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b><u>GUICHET UNIQUE : UN SYSTEME GENERALISE DE RENOVATION INTEGREE</u></b>	<b>36</b>
<b>5.1</b>	<b>DEFINITION ET CONCEPT</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>LES DIFFERENTS TYPES DE GUICHETS UNIQUES</b>	<b>37</b>
5.2.1	TROIS TYPES DE GUICHET UNIQUE (GU)	37
5.2.2	LES DIFFERENTS SERVICES A DISPOSITION DES PARTICULIERS	38
<b>5.3</b>	<b>ETUDE DE CAS DU GU HAMBOURG ENERGY PILOTS</b>	<b>43</b>
5.3.1	MODELE DU GUICHET UNIQUE DE HAMBOURG: HAMBOURG ENERGY PILOTS	43
5.3.2	APPROCHE	44
5.3.3	LE PARCOURS D'ACCOMPAGNEMENT HEP	45
5.3.4	INFORMATION ET CONSULTATIONS	46
5.3.5	OUTIL ET ANALYSE	48
5.3.6	CONCLUSIONS INTERMEDIAIRES ET RESULTATS	50
<b>5.4</b>	<b>BENCHMARK DE GU FRANÇAIS</b>	<b>52</b>
<b>5.5</b>	<b>IMPACT DES GUICHETS UNIQUES SUR LES FREINS A LA RENOVATION</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b><u>LES OUTILS NUMERIQUES</u></b>	<b>57</b>
<b>6.1</b>	<b>ENJEUX DES COLLECTIVITES LOCALES POUR LE MONTAGE DES PLATEFORMES NUMERIQUES</b>	<b>57</b>
<b>6.2</b>	<b>DIFFERENTS NIVEAUX D' ACTIONS ET INITIATIVES</b>	<b>58</b>



6.2.1	INTEGRATION DE L'OFFRE PROFESSIONELLE	58
6.2.2	TRANSFERT DU SAVOIR-FAIRE	58
6.2.3	PASSEPORT ENERGETIQUE DE RENOVATION	59
6.2.4	OUTILS D'AIDE A LA DECISION ET OPTIMISATION MULTI OBJECTIFS	60
6.2.5	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	61
<b>6.3</b>	<b>ETUDE DE CAS</b>	<b>62</b>
6.3.1		62
6.3.2	MON CARNET EP, IZGLOO	63
6.3.3	CASBA-SITERRE	64
<b>7</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>66</b>

---



## RESUME

Ce document est une synthèse d'étude bibliographique qui détaille le potentiel et les méthodes courantes d'accompagnement en matière de transition énergétique d'un parc immobilier. Elle est applicable aux domaines de l'efficacité énergétique mais aussi aux domaines transversaux : Confort thermique, cycle de vie, qualité de l'air...

Les premières parties s'intéressent au cheminement / aux étapes des différents parcours de rénovations et aux enjeux liés à la réussite d'un projet. C'est ainsi qu'il est possible de comprendre la notion de paradoxe énergétique qui engendre le faible taux de renouvellement du parc immobilier Français.

Dans cette optique la suite du document s'intéresse de manière théorique aux parcours d'accompagnements intégrés et aux guichets uniques. Différentes études de cas et un Benchmark des guichets uniques existants sont comparés en fonction de leurs parcours d'accompagnement, de la façon dont ils s'articulent par rapport à une rénovation classique et par rapport à l'impact qu'ils peuvent avoir sur les différents freins étudiés.

Comme toute méthode alternative, les guichets uniques peuvent engendrer de nouveaux freins. Les outils numériques peuvent permettre d'améliorer la qualité de la rénovation tout en réduisant les temps d'accompagnements. Plusieurs initiatives théoriques sont détaillées (ex, passeport énergétique, outils d'aide à la décision...) puis comparées à des plateformes existantes.



# TABLE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Ancienneté du parc immobilier toulousain</i>	11
<i>Figure 2 : Répartition des consommations de Toulouse Métropole en fonction des secteurs et des types d'énergies</i>	12
<i>Figure 3 : Répartition des logements toulousains par classe énergétiques [6]</i>	12
<i>Figure 4 : Répartition des consommations énergétiques des systèmes CVC de Toulouse Métropole en fonction du type de logement et de la date de construction [6]</i>	13
<i>Figure 5 : Description d'un parcours de rénovation classique</i>	21
<i>Figure 6 : Review des différents freins à la rénovation et leviers pour l'aide à la décision</i>	22
<i>Figure 7 : Impact des freins à la rénovation sur le parcours d'accompagnement d'un service de rénovation</i>	28
<i>Figure 8 : Description du parcours d'accompagnement d'un projet de rénovation intégré</i>	32
<i>Figure 9 : Caractéristiques des différentes dominantes des projets de rénovation intégrée</i>	35
<i>Figure 10 : Schématisation des différents types de guichets uniques</i>	38
<i>Figure 11 : Répartition des services des guichets uniques par étapes de renovations</i>	42
<i>Figure 12 : Articulation du parcours d'accompagnement du guichet unique Hamburg energy pilots</i>	45
<i>Figure 13 : Overview on the customers journey to modernization guided by the Hamburg Energy Pilots. Source: ZEBAU GmbH</i>	46
<i>Figure 14 : Overview of the guidance for modernisation offered via the Hamburg Energy Pilots (Source: ZEBAU GmbH)</i>	47
<i>Figure 15 : Passeport énergétique Hamburg energy pilots</i>	49
<i>Figure 16 : Programme de travaux individualisé Hamburg energy pilots</i>	50
<i>Figure 17 : Review des nouveaux freins à la rénovation des guichets uniques</i>	56
<i>Figure 18 : Enjeux du passeport de rénovation énergétique</i>	60
<i>Figure 19 : Articulation des deux outils Casba-Siterre</i>	65





# TABLE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Les différents services en fonction des différents types de guichets uniques</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 2 : Différents services proposés en fonction du type de guichet unique</i>	<i>39</i>
<i>Tableau 3 : Benchmark des guichets uniques : Fiche d'identité des différents projets</i>	<i>52</i>
<i>Tableau 4 : Benchmark des guichets uniques : Parcours d'accompagnement des différents projets</i>	<i>53</i>



# 1 INTRODUCTION

---

Dans le contexte actuel de réchauffement climatique, la réduction des consommations énergétiques est l'un des axes centraux des problématiques de recherche. Chaque jour une partie de l'énergie est dédiée au Chauffage, à la Climatisation et à la Ventilation (CVC) des bâtiments. Selon les estimations de la commission européenne, les systèmes CVC sont responsables de 40% de la consommation énergétique globale et de 36% des émissions de CO<sub>2</sub>[1] en Europe.

Les bâtiments résidentiels, qui couvrent environ 75% de la surface totale des bâtiments en Europe sont responsables de 68% de la consommation énergétique du parc immobilier, soit 27% de la consommation européenne globale [2]. d'ici à 2050, le ministère de la transition écologique vise la réduction consommation énergétique finale de 50 % en 2050 par rapport à la référence 2012 (155,1 Mtep), en visant un objectif intermédiaire de 20 % en 2030 pour une réduction équivalente de 40 % d'émission de GES .

On estime que les  $\frac{3}{4}$  du parc de logements de 2050 existe déjà [3], et pourtant plus de 35% des logements ont plus de 50 ans [4]. Un facteur clé de l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment est donc la rénovation de l'efficacité énergétique du parc immobilier existant [5].

## Contexte territoire toulousain

L'objectif de cette partie est de définir les caractéristiques du territoire toulousain. Comprendre quels sont les besoins du territoire est le seul moyen pour proposer la solution adéquate pour le montage d'un programme d'accompagnement pour la rénovation. Plusieurs études similaires ont été proposées par Toulouse Métropole : voir l'étude de préfiguration de la plateforme de rénovation énergétique de l'habitat, état des lieux et benchmark [6], [7]. Pour compléter ces propos, l'Agence de l'Urbanisme et de l'Aménagement Toulousaine propose plusieurs documents [8], [9].

En quelques chiffres clés, la métropole de Toulouse comptabilise :

- 37 communes
- 746 900 habitants
- 458 km<sup>2</sup> (Soit 1 630 habitants/km<sup>2</sup>)

Le secteur résidentiel se comporte principalement de maisons individuelles (31,4 %) et d'appartement (67,8 %). Sur les 446 996 logements recensés, 90% sont considérés comme



des résidences principales. La Figure 1 est un diagramme qui représente l'ancienneté du parc d'immobilier toulousain.

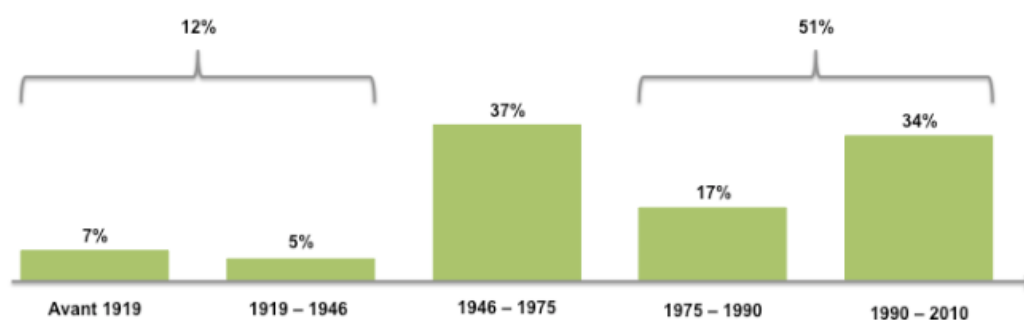


Figure 1 : Ancienneté du parc immobilier toulousain

On distingue trois grandes périodes de construction : les bâtiments construits avant 1945, les bâtiments construits pendant les 30 glorieuses et ceux construits après 1975. Le parc est relativement récent puisque plus de la moitié des logements sont dans cette dernière catégorie.

Malgré ce constat, la répartition des consommations en fonction des secteurs et des types d'énergies fournies par RTE [9] met en avant la prépondérance du résidentiel (voir Figure 2) : 40% de l'énergie de la métropole est consommée dans les logements. Principalement sous la forme d'électricité et de gaz.



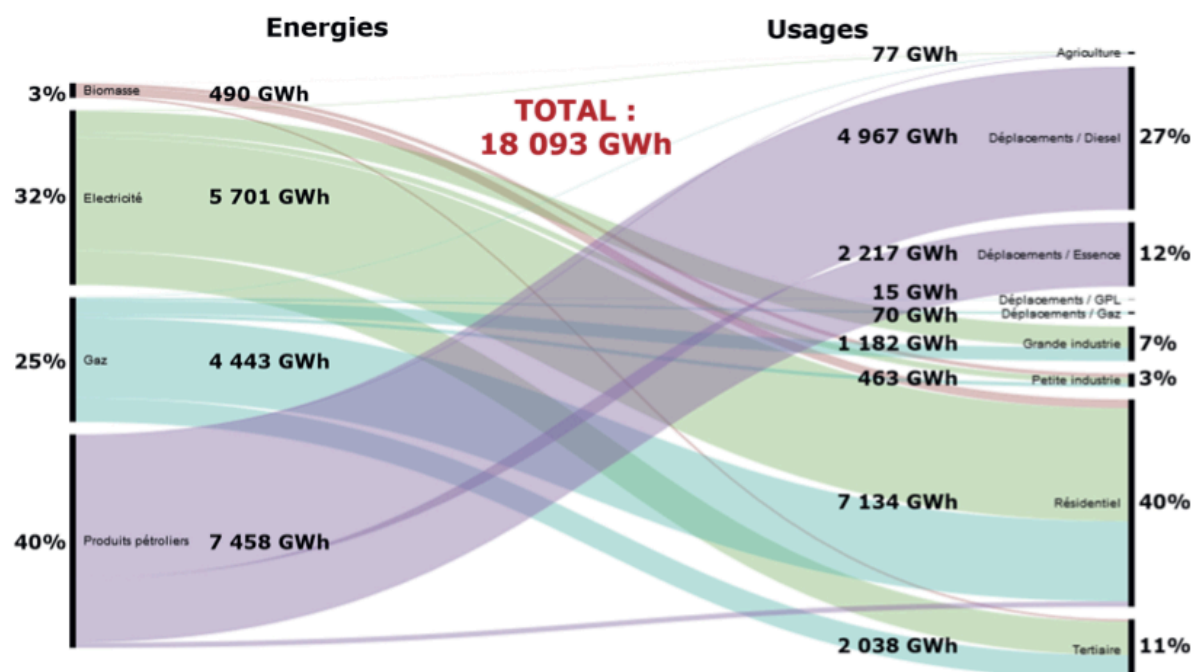


Figure 2 : Répartition des consommations de Toulouse Métropole en fonction des secteurs et des types d'énergies

On constate également sur la Figure 3 que plus de 60% des logements ont une étiquette énergétique inférieure à C selon le référentiel des étiquettes environnementales réglementaires.

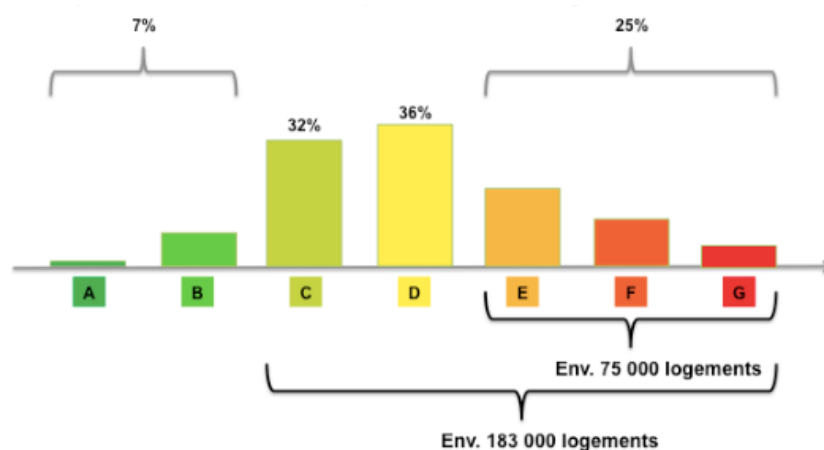


Figure 3 : Répartition des logements toulousains par classe énergétiques [6]

En s'intéressant plus en détail à la répartition énergétique en fonction du type de logement, on se rend compte que, bien que les maisons individuelles soient deux fois moins nombreuses, leur consommation énergétique est presque deux fois plus importante que



celle des appartements (voir Figure 4). Par ailleurs, les appartements étant deux fois plus nombreux, ils représentent une cible privilégiée et ne sont donc pas à négliger.

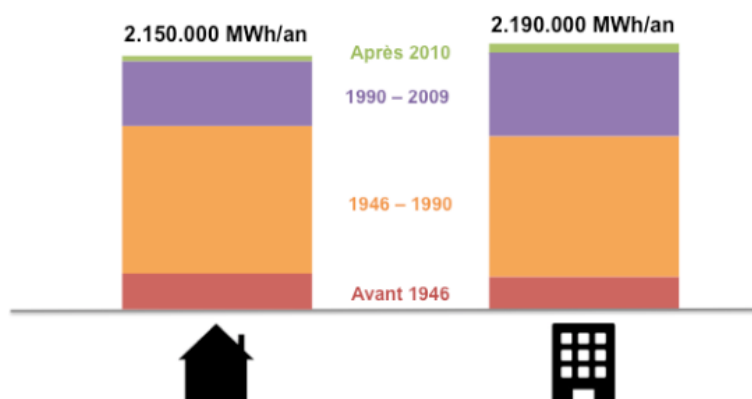


Figure 4 : Répartition des consommations énergétiques des systèmes CVC de Toulouse Métropole en fonction du type de logement et de la date de construction [6]

Enfin, en comparant la part du logement individuel par rapport au logement collectif par villes, on constate que la proportion de maisons individuelles est plus importante à Toulouse que dans d'autres grandes villes françaises. Par exemple la part de logements collectifs est de 77% sur le territoire de Grenoble métropole et de plus de 80% pour Lyon métropole [7], [10]



## 2 RENOVATION ENERGETIQUE : CARACTERISTIQUES ET ENJEUX

---

L'introduction, le contexte et la littérature présentent la rénovation comme une stratégie efficace pour améliorer la durabilité et la maîtrise des installations existantes. En effet, une rénovation peut être définie comme un projet de modification ou de conversion et non comme un remplacement complet du bâtiment. Les problématiques de modernisations des bâtiments n'étant pas récentes, le but de cette partie est de définir ce qu'est la rénovation énergétique/écologique, les domaines qu'elle devrait couvrir et ce qu'elle implique [3],[10].

Le United State Green Building Council (USGBC) a défini la rénovation écologique comme "tout type de modernisation d'un bâtiment existant qui est entièrement ou partiellement occupé pour améliorer les performances énergétiques et environnementales, réduire la consommation d'eau, améliorer le confort et la qualité de l'espace en termes d'éclairage naturel, de qualité de l'air et de bruit, le tout de manière à ce que le propriétaire en tire un avantage financier" [12].

Plusieurs articles évoquent l'idée que la rénovation énergétique devrait se concentrer autour des axes économiques, environnementaux et sociaux [13]–[21].

### 2.1 POINT DE VUE ECONOMIQUE

Du point de vue financier, la rénovation d'un bâtiment est souvent moins coûteuse que sa démolition et sa reconstruction, ou même sa construction initiale. A titre d'exemple, Metin Arıkan propose dans son article les valeurs moyennes suivantes : 218 \$/m<sup>2</sup> pour une démolition et reconstruction contre 1 à 140\$/m<sup>2</sup> en rénovation, en fonction du taux de modernisation [22].

De plus, comme aucune démolition n'est entreprise et que la période de construction est réduite, le coût de financement est réduit. La rénovation des bâtiments a également un fort impact sur la valeur du bien immobilier. Enfin, la modernisation des équipements permet souvent de réduire les coûts d'exploitation et d'entretien des systèmes.[12], [15], [22]

Cependant, dans les cas de bâtiments anciens complexes ou ayant des exigences législatives plus strictes, le coût de modernisation peut dépasser celui d'un bâtiment neuf[22]. La problématique peut être similaire dans le cas des bâtiments très détériorés. C'est pour cette raison qu'il est important de déterminer s'il est économiquement avantageux ou non de prendre des décisions sur la rénovation énergétique.



## 2.2 POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL

Au moment des travaux, les impacts en termes d'utilisation de l'énergie, de pollutions et d'épuisement des ressources sont moins importants en rénovation qu'en construction neuves. Plusieurs raisons expliquent cette différence[23], [24]:

- L'absence de démolition et donc de recyclage de l'intégralité des matériaux de construction
- Moins de transport de matériaux car la plupart sont déjà en place dans le bâtiment.
- La durée des travaux est plus faible qu'une construction initiale.
- L'allongement de la durée de vie du bâtiment permet un plus long amortissement des matériaux de constructions.

La modernisation du parc de bâtiments est considérée comme le meilleur moyen pour réduire les consommations énergétiques et émission de gaz à effet de serre dans le secteur du bâtiment. En effet, la part de bâtiments neufs construits chaque année ne correspond qu'à 1,5 à 2% du parc immobilier existant. À ce rythme de construction, il faudrait entre 50 et 100 ans pour remplacer le parc immobilier actuel. Par conséquent, la majorité des bâtiments existants seront encore habités pendant des décennies [5], [19], [25], [26].

L'analyse de cycle de vie est un outil d'ingénierie permettant d'évaluer les impacts environnementaux d'un processus sur sa durée de vie, de la construction à sa fin de vie. Ce type d'analyse permet de comparer différentes stratégies sur des approches multi-critères (ex : changement climatique, consommation d'eau, production de déchets, etc.) [27], [28].

Les bâtiments existants correspondent à un investissement énergétique qui a déjà été dépensé au moment de la construction (pour la fabrication, le transport, le processus de construction...). Démolir le bâtiment existant pour le remplacer par un nouveau bâtiment, même écologique, va à l'encontre du concept d'économie globale d'énergie. A titre d'exemple, la revue des Conseils de l'histoire et de l'architecture de Pennsylvanie estime à 65 ans le temps nécessaire pour récupérer les économies d'énergies liés à la destruction d'un bâtiment existant pour le reconstruire [29]. Rénover un bâtiment permet donc de réduire l'empreinte environnementale d'une démolition, tout en limitant l'impact énergétique négatif lié à l'obsolescence technique des installations. Dans ce sens le « réaménagement énergétique » ne vise pas seulement à répondre à la nécessité de rénovation, mais aussi à assurer la durabilité de l'environnement bâti.



Plusieurs articles suggèrent que les avantages environnementaux et sociaux peuvent influencer les décisions de modernisation, même si les coûts économiques sont élevés [14], [15], [27], [30]. De plus, un bâtiment en mauvais état peut également entraîner une altération de la qualité de l'air et de l'eau, augmentant ainsi la propagation des maladies tel que le syndrome du bâtiment malade, par exemple. [31]

Enfin, la rénovation d'un bâtiment doit être pensée au sein du quartier dans lequel il s'intègre : une forte différence de températures entre les zones urbaines et rurales d'une même ville est définie comme un phénomène d'îlot de chaleur urbain ou de microclimat [32], [33]. Cet écart de températures peut entraîner une dégradation du confort thermique des occupants ainsi qu'une hausse des consommations énergétiques, notamment celles concernant la climatisation [33], [34]. Travailler sur une modernisation l'enveloppe du bâtiment et de l'espace public urbain environnant permettrait de gérer ces problématiques [35], [36]. A titre d'exemple, il a été montré que les charges thermiques pouvaient être doublées et les coefficients de performances des systèmes de climatisations réduits de 25% [34].

## 2.3 POINT DE VUE SOCIAL

Dans certaines conditions, la rénovation permet de maintenir voire d'améliorer les atouts sociaux et culturels du patrimoine bâti existant.[37]

Premièrement, la réhabilitation plutôt que la démolition et la reconstruction permet de maintenir les usages d'un bâtiment et de ses espaces extérieurs par les habitants (habitudes dans le quartier, relations de voisinages, associations de quartier, etc.).

Deuxièmement, la réhabilitation peut être l'occasion de faire évoluer la distribution des pièces à l'intérieur du logement, voire même de proposer une extension, pour une meilleure adéquation aux modes de vie des habitants[14].

Troisièmement, dans le cas de réhabilitation en site occupé, la question du relogement des occupants n'est plus un problème. En contrepartie, les désagréments imposés aux occupants pendant les travaux doivent être pris en compte et gérés du mieux possible [38], [39].

Pour finir, la réhabilitation peut permettre de préserver ou de valoriser le patrimoine architectural ou au contraire le dissimuler. Certaines modifications doivent être soumises à l'avis d'un Architecte des Bâtiments de France. Notons que la nécessité de préserver une partie du patrimoine architectural historique peut être perçue comme un frein à la créativité architecturale et à l'innovation technologique[38]–[40].





## 2.4 CONCLUSION

Nous venons de voir que la rénovation des bâtiments permet une diminution de l'utilisation de l'énergie en phase exploitation et en phase travaux ainsi qu'une amélioration de l'état général du bâtiment, de son usage, de son aspect extérieur, de son isolation acoustique et de son confort. La rénovation prolonge le cycle de vie des bâtiments ce qui, réduit les effets négatifs sur l'environnement, augmente la valeur propre du bien et améliore la qualité sanitaire des bâtiments[30]. Par conséquent, la rénovation énergétique peut être considérée comme une opportunité de moderniser un bâtiment, mais aussi d'améliorer ses performances sur tous les aspects.

Cependant, malgré un contexte qui semble favorable à la rénovation énergétique, l'Europe enregistre un taux de rénovation annuel aux alentours de 1%[41]. Pour que les objectifs environnementaux soient atteints, la directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments considère que ce taux doit au moins être supérieur à 3%[42]. Il convient donc de s'intéresser aux différents contextes qui ont conduit à des opérations de rénovation réussies afin de les analyser pour proposer des approches ou des méthodes pertinentes aux différents acteurs de la rénovation.



# 3 CARACTERISATION D'UN PROGRAMME DE RENOVATION CLASSIQUE

---

Le chapitre précédent, axé sur la description et les enjeux du concept de rénovation, se conclut par le constat d'un paradoxe entre le potentiel et la mise en œuvre des travaux. Malgré le fort potentiel de de réhabilitation du parc immobilier, peu de démarches sont engagées par les propriétaires. Ce chapitre a pour objectif de comprendre les causes de ce paradoxe. Il se divise en deux parties : la première évoque le parcours de réalisation d'un projet de rénovation énergétique. La deuxième s'intéresse aux différents freins pouvant expliquer ce décalage.

Il existe des différences cruciales entre les projets de rénovation et les projets de constructions neuves. Certaines de ces différences se transforment en des contraintes qui limitent l'intervention des parties concernées : par exemple les solutions techniques potentiellement appropriées peuvent ne pas être réalisables sur un bâtiment existant [15], [43]. C'est en comprenant comment interagissent ces différentes barrières qu'il est possible de positionner un projet de rénovation au mieux dans ce contexte afin de proposer la solution de parcours la plus adaptée aux caractéristiques du parc immobilier. Notre étude s'intéressera essentiellement au contexte toulousain.

## 3.1 SEGMENTATION DU PROCESSUS

Un projet de rénovation n'est généralement pas abordé comme un processus continu. Il est souvent perçu comme l'enchaînement d'une prestation de différents services. Pourtant, traiter le processus de rénovation comme une seule entité permet d'assurer la continuité du service et de proposer une solution globale.

Comme évoqué ci-dessus, le processus de mise en œuvre d'un projet de rénovation implique idéalement l'exécution successive d'au moins 5 phases.[21], [38], [44]–[46]

### 3.1.1 PHASE 1: DEFINITION DE LA PORTEE ET DES OBJECTIFS DU PROJET

La portée réelle du projet et les possibilités de rénovation dépendent directement des problématiques listées initialement (inconfort, factures énergétiques trop élevées, équipement vétuste, etc.) et des options de financement disponibles. Dans ce sens, il est important de consulter les propriétaires et de prendre en compte leurs attentes sur les points de dysfonctionnement, le confort thermique et l'exploitation du bâtiment.



Il existe des entreprises d'aide à la maîtrise d'ouvrage qui peuvent aider les propriétaires pour la planification, la gestion et la mise en œuvre du projet de rénovation. Ces sociétés sont chargées de recueillir les informations auprès du propriétaire, des occupants, des utilisateurs et des entreprises gestionnaires de l'installation, si elles existent, relatives à la performance énergétique actuelle du bâtiment.

C'est aussi dans cette phase que sont définis les objectifs de résultats du projet. A titre d'exemple, en rénovation, l'objectif de consommation primaire d'énergie primaire ne doit pas excéder 72 kWh/m<sup>2</sup>.an[47].

### **3.1.2 PHASE II : DIAGNOSTIC DE LA PERFORMANCE ENERGETIQUE DU BATIMENT.**

L'audit énergétique du bâtiment permet identifier les raisons des problèmes et insuffisances détectés lors de l'étape précédente ainsi que d'en quantifier les effets. Le processus d'audit est axé sur l'analyse énergétique, l'identification des pics de demande énergétique et la reconnaissance des améliorations possibles de l'efficacité énergétique. Il est également recommandé de travailler sur les aspects de qualité des ambiances.

Dans cette phase, le comportement du bâtiment, les données de consommation et la performance des systèmes énergétiques sont évalués et analysés. À la suite de ce diagnostic, des programmes de rénovation visant à améliorer les caractéristiques thermiques de du bâtiment et à optimiser l'efficacité des équipements ainsi que leurs schémas de contrôle, peuvent être prédéfinis.

L'entreprise d'aide à la maîtrise d'ouvrage ou le gestionnaire du projet est l'entité la plus appropriée pour réaliser ces travaux. Cette entité prend généralement la responsabilité de préparer la documentation préliminaire, avec les exigences techniques établies à partir des résultats du diagnostic du bâtiment, et de lancer l'appel d'offres/les devis pour sélectionner l'entreprise de construction.

### **3.1.3 PHASE III : GENERATION D'UN PROGRAMME DE TRAVAUX**

Les bouquets de solutions de rénovation sont conçus et évalués à partir de différents points de vue. Les solutions techniques de rénovation les plus appropriées, concernant les éléments de l'enveloppe, les systèmes de chauffage, de refroidissement, de ventilation, d'eau chaude et d'éclairage sont proposées. À l'aide de modèles énergétiques, d'outils d'analyse financière et de méthodes d'évaluation, les options proposées peuvent être évaluées financièrement et le paquet final peut être choisi.



Le gestionnaire du projet est en charge d'étudier et de choisir le meilleur bouquet de solution parmi toutes les propositions existantes. Il utilise un large éventail de méthodes de sélection, afin d'identifier parmi les alternatives possibles celles qui maximisent les avantages techniques et économiques, en minimisant tous les types de risques. Plusieurs articles dans la littérature proposent des méthodes de modélisation numériques (par exemple l'utilisation de STD), ou d'algorithmes d'aide à la décision pour cette étape[48]–[52].

### **3.1.4 PHASE IV : MISE EN ŒUVRE DES TRAVAUX ET MISE EN SERVICE DU BATIMENT**

La phase de réalisation des travaux correspond à la mise en œuvre de la solution sélectionnée. Le gestionnaire du projet qui est en charge de la réalisation de l'appel d'offre ou de la consultation des entreprises peut baser le choix des entreprises sur différents critères techniques ou financiers. L'entreprise de construction choisie est responsable de la mise en œuvre du projet sur le site, avec l'aide de tous les techniciens sous-traitants.

La responsabilité de suivi des travaux comprend la gestion des délais, la remise en cause des travaux réalisés en cas de non-conformité et la prise de décision importante en cas de modification du programme de travaux.

### **3.1.5 PHASE V: VERIFICATION ET VALIDATION DES OBJECTIFS DU PROJET**

La dernière étape est la validation et la vérification des critères de performances attendus et définis dans la première étape. Au cours de cette phase, des procédures standards de mesures et de vérifications sont utilisées. Par exemple la vérification de mise en conformité avant réception des travaux. Les résultats doivent être vérifiés, à leur tour, par les propriétaires et les résidents afin d'évaluer l'efficacité des mesures appliquées ainsi que la satisfaction du propriétaire du bâtiment et des utilisateurs finaux.

Enfin le gestionnaire de projet réceptionne l'ouvrage en déclarant qu'il est conforme aux spécifications attendues.

La Figure 5 retrace schématiquement ce parcours de rénovation énergétique.



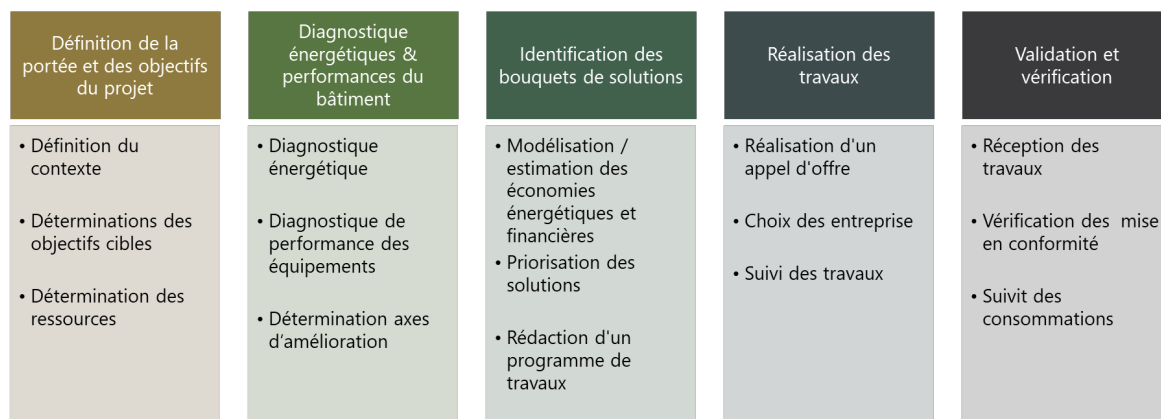


Figure 5 : Description d'un parcours de rénovation classique

### 3.2 FREINS A LA RENOVATION

Plusieurs documents de la littérature scientifique indiquent que des mesures énergétiques rentables ne sont pas toujours mises en œuvre. Ce décalage entre la mise en œuvre optimale et la mise en œuvre réelle est appelé "écart d'efficacité énergétique" ou "paradoxe énergétique" [53], [54].

Ce paradoxe énergétique peut s'expliquer par l'existence d'obstacles à la prise de mesure en faveur de l'efficacité énergétique. Ils sont définis comme étant les mécanismes empêchant les investissements dans les technologies de modernisation [15], [17], [26].

Plusieurs articles suggèrent que ces freins à la rénovation sont spécifiques au contexte de chaque projet. Pourtant il est nécessaire de bien maîtriser la compréhension de ces questions pour définir les bonnes stratégies locales. [46].

Cette partie est donc dédiée à l'étude de ces différents freins et aux différents moyens existants pour les surmonter. Elle est basée sur une synthèse de différents articles de revue de littérature sur le sujet [15], [38], [39], [41], [43], [46], [55].

Les façons de classer ces obstacles sont propres à chaque auteur, nous proposons dans ce document de reprendre celles de Grøn Bjørneboe[55]. Selon cet auteur, tous les freins dépendent d'un contexte lié à l'information (comment la communication et l'éducation peuvent être utilisées pour accroître la sensibilisation de manière à promouvoir la rénovation énergétique), au financement (c'est-à-dire l'économie d'une rénovation, les subventions, etc.) ou au processus proprement dit (y compris le contexte physique et social, la prise de décision et la réglementation).



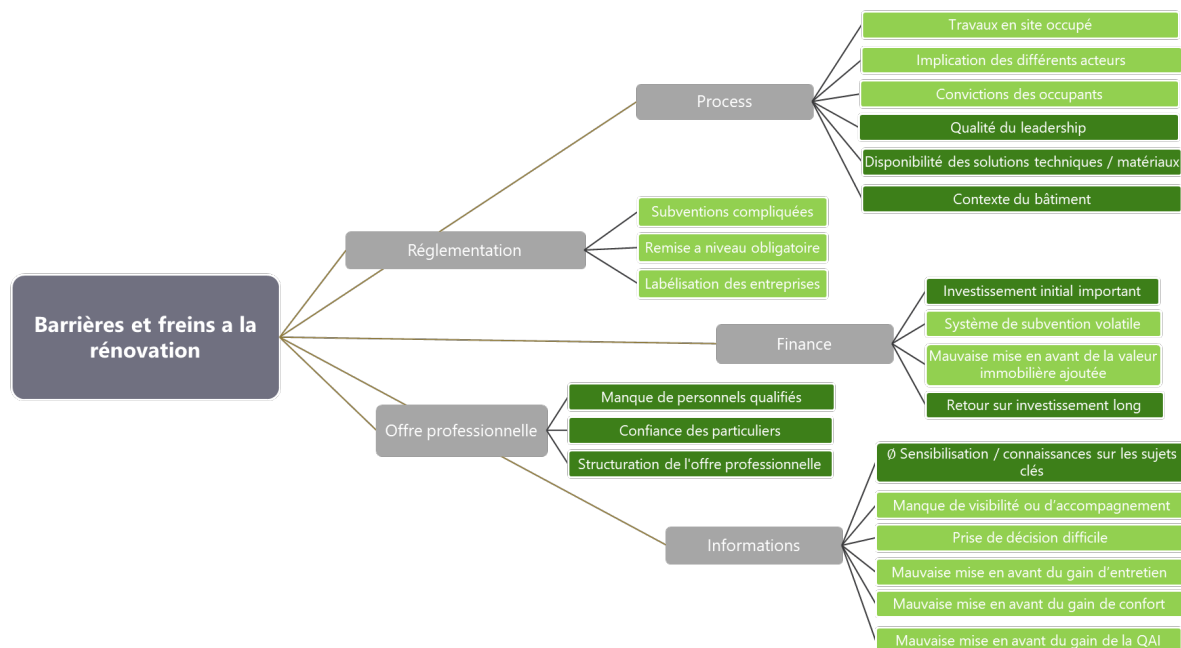


Figure 6 : Review des différents freins à la rénovation et leviers pour l'aide à la décision

### 3.2.1 INFORMATION

Pour cette partie les différents enjeux sont liés au manque de sensibilisation des parties prenantes sur les techniques de rénovations, sur les avantages transversaux apportés par les travaux et au manque de communication sur les solutions disponibles.

Pour commencer, il est important de souligner l'importance du manque de sensibilisation des propriétaires sur les quantités d'énergies consommées, les coûts d'utilisations et les économies énergétiques possibles. L'Agence de la Qualité de la Construction chiffre en 2017, dans son rapport intitulé « analyse détaillée du parc résidentiel existant », le potentiel d'économie énergétique en rénovation existant sur le territoire français [10]. Pourtant tant que les ménages ne connaissent pas la consommation réelle et le potentiel d'économie de leur logement, ils ne peuvent pas considérer la rénovation énergétique comme pertinente.

Le deuxième obstacle, qui découle du premier, est la visibilité et l'accessibilité au parcours d'accompagnement. Pour que le programme de travaux soit le plus réussi possible il est important que le particulier puisse s'appuyer sur une assistance mise à disposition par l'organisme référent.

Les problèmes liés à la mise en œuvre réussie de la modernisation écologique reflètent des obstacles tels que le manque d'information et de communication entre les parties prenantes



à différents niveaux des processus de prise de décision et de mise en œuvre. Notamment dans le cas des copropriétés où les prises de décisions doivent être acceptées de la majorité des propriétaires. Un des moyens pour faire avancer un programme de travaux est de faire en sorte que les différentes parties prenantes aient des objectifs communs.

Une autre motivation importante pour l'amélioration énergétique est l'aspect environnemental et la pérennité du bâtiment sur le long terme. Par ailleurs cet argument nécessite une sensibilisation des occupants aux « bonnes pratiques ». Les raisons courantes de la mauvaise performance des bâtiments sont dues à une mauvaise utilisation des installations du bâtiment par les occupants et/ou les gestionnaires des installations : un mauvais fonctionnement des technologies et des systèmes dans les bâtiments peut se révéler très consommateur d'énergie.

Enfin, le contexte esthétique du bâtiment peut être à la fois un facteur de motivation ou un frein. Du côté positif, la possibilité d'améliorer l'apparence architecturale en modernisant une façade est un moteur puissant : c'est l'aspect le plus visible d'une rénovation. Cependant un changement d'esthétique peut représenter un obstacle dans des situations liées à la préservation du patrimoine historique ou bien lorsque le bâtiment présente des conditions de réalisation difficiles.

Lors d'une rénovation, l'objectif à atteindre ne doit donc pas se limiter à une consommation énergétique ciblée. Au contraire elle doit concilier des notions de durabilité, de confort des ambiances, de cycle de vie... Ces points qui impactent la vie quotidienne des gens peuvent agir comme des éléments de motivation au moment du passage à l'acte. Il est donc intéressant de considérer cela comme un argument essentiel à la promotion de la rénovation énergétique et non pas seulement comme un avantage secondaire.

Dans le cas de la France, plusieurs points bloquants ont été détectés [40]:

- Les professionnels connaissent les dispositifs d'aide mais ne sont pas forcément capables de conseiller correctement les occupants. Il existe donc un manque de qualité en matière de conseil personnalisé ;
- L'étude de l'IFOP de 2014 est un sondage qui démontre le manque d'information auquel sont confrontées les personnes[56]. 73% déclarent ne pas connaître les aides mises en place par la ville/métropole/région. Paradoxalement, 96% déclarent se sentir concernés par les problématiques de transitions énergétiques lié à l'habitat ;
- Contrairement aux autres pays européens, le faible prix de l'énergie électrique en France peut conduire à de retours sur investissements plus longs [57]. C'est pour cette raison que l'angle de l'efficacité énergétique ne suffit pas toujours à convaincre d'engager des travaux. Il est important de valoriser les autres domaines (valorisation du bien, confort thermique, préservation du patrimoine ...)



- La mauvaise structuration des informations face à l'offre du marché rend difficile l'identification du bon interlocuteur par les particuliers.

### **3.2.2 FINANCEMENT ET RETOUR SUR INVESTISSEMENT**

Dans le domaine des financements, quatre principaux freins sont identifiés : la disponibilité du capital, le fonctionnement du système de subventions, la plus-value et le remboursement.

Le frein sûrement le plus important à la rénovation énergétique est l'ampleur de l'investissement initial et le manque de capital disponible. Une étude détaillée sur ce point est disponible dans l'article de Shima Ebrahimigharehbaghi [58]. Certains articles évoquent aussi la fluctuation du prix des matériaux et des aides disponibles comme un problème [15], [43].

Les subventions peuvent être un moyen de motiver les propriétaires à lancer leurs travaux de rénovation énergétique. Elles permettent de réduire le coût d'investissement initial. Cependant le nombre, la complexité administrative et la volatilité de ces aides constituent une solution à double tranchant. Un besoin d'accompagnement administratif a été identifié sur ce point [40]. Ce système de financement peut aussi avoir pour effet de modifier l'équilibre d'un marché : les entreprises dont les travaux sont subventionnés peuvent augmenter leurs tarifs sachant que les ménages y auront plus facilement accès.

Des économies sur les coûts d'entretiens et de fonctionnement des systèmes peuvent être réalisées grâce à la rénovation énergétique. C'est un levier qui peut motiver les propriétaires à se lancer dans des modifications de leur logement car les économies à venir peuvent participer à un « retour sur investissement ». De même, une rénovation peut augmenter la valeur générale d'un bien dans une situation de vente future, il s'agit donc d'une forme de plus-value. L'augmentation de la valeur immobilière du bien après les travaux est un point qui peut être mis en avant pour convaincre des propriétaires.

La rénovation énergétique est souvent présentée comme un investissement économique qui devrait être réalisable dans un court laps de temps. Cela signifie que de longues périodes d'amortissement peuvent devenir un obstacle et que les solutions proposées peuvent être rejetées uniquement pour des raisons économiques. C'est pourquoi il est important d'insister sur les effets bénéfiques d'une rénovation sur la qualité du confort, des ambiances et la pérennité du bâtiment.





### 3.2.3 PROCESS DE RENOVATION

Premièrement, un facteur important pour la réussite d'un projet de rénovation est l'implication du porteur du projet. Il est préférable que le syndicat de copropriété ou le particulier se sente impliqué dans la démarche de rénovation plutôt que d'y être contraint par un contexte réglementaire. Une équipe d'aide à la maîtrise d'ouvrage doit donc inclure des missions orientées vers la concertation et l'acceptabilité d'une opération afin de garantir la bonne implication du gestionnaire de projet.

La réalisation des travaux en site occupé peut poser différents problèmes. Une rénovation signifie une perturbation de la vie quotidienne, la peur du bruit, de la poussière, etc. Cet aspect va avoir un impact au moment de la prise de décision.

A l'échelle d'une ville, pour que l'intégralité des travaux de rénovations soient lancés, il est indispensable que des solutions appropriées soient disponibles. Au-delà des solutions et de produits techniques, il faut une mise en œuvre de politiques permettant aux particuliers (ou aux syndicats) d'accéder simplement aux solutions pour une amélioration énergétique. La structuration d'un panel de solutions techniques existantes peut aider au soutien et à l'orientation nécessaires à la prise de décision sur la solution à mettre en œuvre.

Il est également important d'uniformiser et de fiabiliser les méthodes de diagnostics pour prévoir les travaux et estimer les gains au mieux. Dans le cas des copropriétés, l'audit énergétique est obligatoire depuis 2009. Dans le cas des maisons individuelles le document de référence peut s'apparenter au DPE. Cette méthode diagnostic et ses équivalents européens sont fortement contestés en raison de l'écart entre les consommations calculées et réelles [40], [59]. Dans le cadre du PREBAT, des bâtiments exemplaires ont été suivis et évalués, dont 54 opérations de réhabilitation [60]. L'article en question porte sur les écarts entre les économies d'énergie prévues et celles finalement observées, jusqu'à 100% en plus dans certains cas. Ce décalage provient des techniques de poses, de l'utilisation des bâtiments par les occupants, etc.

Le contexte architectural ou historique du bâtiment peut également être un frein à sa réhabilitation. Dans le cadre de bâtiments historiques ou classés au patrimoine, la recherche de solutions techniques peut être très limitée. Dans le cas de bâtiments présentant des spécificités architecturales particulières, il faut parfois recourir à des études ciblées pour garantir la meilleure conception du programme de travaux.

Dans le cas de la France, plusieurs points bloquants ont été détectés [40]:

- Les logiciels de calcul de simulation thermique ne sont pas adaptés au bâti ancien. Souvent les données techniques permettant ces études ne sont pas existantes ou accessibles



- Les travaux sur les bâtiments existants sont plus complexes que ceux sur les bâtiments neufs. Il existe beaucoup plus d'inconnues, en particulier sur les passages des réseaux d'eau, d'électricité, de gaz, etc.

### 3.2.4 REGLEMENTATION

La réglementation est un moyen efficace d'inciter les propriétaires à apporter des améliorations énergétiques à leur logement. Pour que la réglementation soit efficace, elle doit être cohérente et incitative afin de ne pas entraver les progrès. Elle doit aussi être applicable de manière simple afin de conserver tout son impact initial. Il est également important d'être conscient que des objectifs politiques trop élevés peuvent gêner les processus de rénovations.

Les aides financières liées au soutien législatif peuvent également se révéler problématiques. Dans certains cas il est possible de perdre l'incitation financière si la certification visée n'est pas atteinte. Ces mêmes aides financières réglementaires sont souvent compliquées à obtenir, non uniformes ou ont des dates d'expirations trop courtes pour pouvoir être mises en œuvre correctement.

Dans le cas des copropriétés, la réglementation oblige les propriétaires à effectuer des travaux réguliers pour des mises en conformités (plan de prévention des risques, mise aux normes des ascenseurs, rénovation de façades, etc.). Ce type de programme de travaux au compte goutte peut donner une impression de sollicitations constantes. Il est souvent préférable d'entreprendre des programmes de rénovations globaux avec des objectifs ambitieux plutôt que d'effectuer une suite de petits travaux.

Dans le cas de la France, plusieurs points bloquants ont été détectés [40]:

- La procédure d'évaluation et de sécurité des produits ralentissent les initiatives de développement des solutions innovantes
- Malgré le grand nombre d'aides financières existantes, leur efficacité est fortement contestée [61]
- Les aides publiques sont décrites par les utilisateurs comme « compliquées et mal ciblées »
- Le texte de la réglementation thermique RT 2007 ne prévoyait aucune mesure claire pour la rénovation. La RT 2012 est actuellement décrite comme un système peu transparent avec un moteur de calcul opaque. La RE 2020 connaît actuellement une vague de contestations par une partie des professionnels du domaine de la rénovation.



### 3.2.5 CONTEXTE PROFESSIONNEL

Le manque d'experts, de professionnels et d'une certification de bonne réalisation des travaux auprès des particuliers peut contribuer à freiner le choix d'une rénovation énergétique. Il est important de construire un cadre pour structurer l'offre professionnelle et assurer les compétences techniques des différents intervenants.

Afin de rassurer les particuliers, il est important de poursuivre la formation et la qualification des professionnels du bâtiment et de s'assurer que les informations sur les solutions de rénovations soient claires, disponibles et fiables [62]. En effet, des équipes inexpérimentées peuvent manquer de compétences pour mettre en œuvre correctement les technologies vertes ce qui peut nuire à leur efficacité. La même problématique se pose également pour les entrepreneurs et les porteurs de projets. De plus, la formation des professionnels du bâtiment est aujourd'hui centrée sur les interventions dans le neuf. Or, les techniques d'intervention, les matériaux et les enjeux en rénovation sont différents.

Les étapes charnières de la planification d'un projet de rénovation sont le diagnostic et la sélection d'un programme de travaux. Plusieurs documents évoquent le manque de consultants spécialistes de la rénovation pour fournir des informations sur les systèmes et concepts de construction dans ce domaine [15], [39]

Dans le cas de la France, plusieurs points bloquants ont été détectés [40] :

- Dans le cas de la rénovation des copropriétés, les rénovations les professionnels ont tendance à adopter des approches légères et pas assez globales.
- Les certifications qui sont censées garantir le savoir-faire des entreprises ont perdu de leur valeur. Certains artisans préfèrent par exemple ne pas être labélisés RGE

### 3.3 IMPACT DES FREINS SUR LE PARCOURS D'ACCOMPAGNEMENT

La Figure 7 qui reprend l'impact des différents freins sur le parcours d'un projet permet de comprendre sur quelles étapes interviennent les différentes problématiques. Les différents domaines dans lesquels influent les freins sont tous impactant sur plus de la moitié du parcours de rénovation. Les enjeux liés au processus sont présents sur chaque étape du projet.



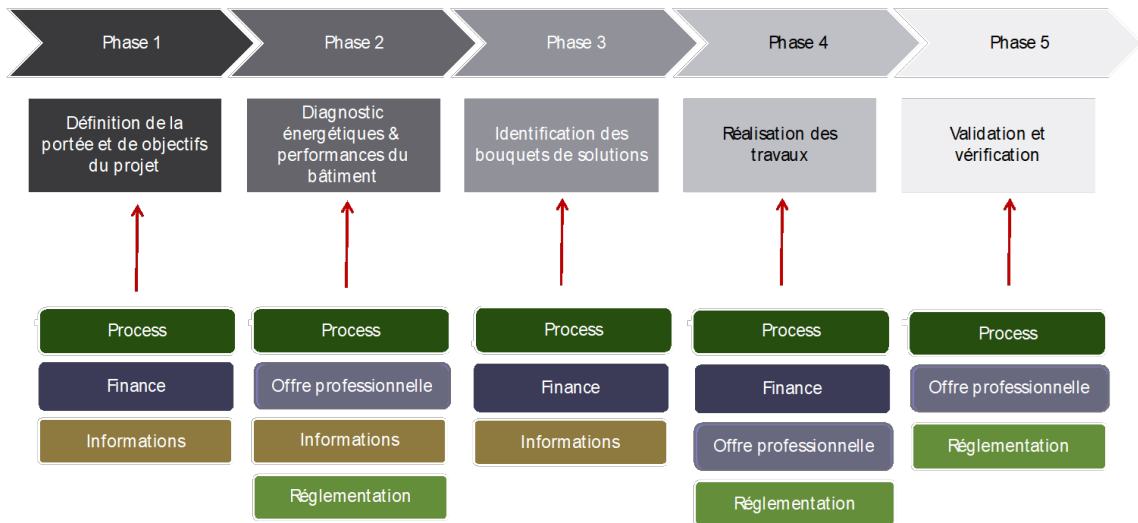


Figure 7 : Impact des freins à la rénovation sur le parcours d’accompagnement d’un service de rénovation

De plus les programmes de rénovation classique se caractérisent par la fragmentation entre les différentes phases de ce processus. Plusieurs articles proposent d’aborder la rénovation de manière plus globale. En intégrant ces problématiques dans un parcours unique il sera selon eux possible de lever la plupart des freins[38], [55].

Le défi du « parcours unique » consiste désormais à atteindre tous les groupes de propriétaires et couvrir les différentes spécificités des bâtiments pour aborder la rénovation énergétique de manière plus globale.



# 4 PROCESSUS DE RENOVATION INTEGRE

---

Lors des précédents chapitres, le potentiel d'économies d'énergie primaire dans le secteur des bâtiments résidentiels a été mis en avant. Nous avons vu que le moyen le plus pertinent d'éviter les dépenses était d'augmenter le rythme et l'ampleur des rénovations. Pour atteindre ces objectifs, il faut convaincre les propriétaires de bâtiments d'investir dans des rénovations durables et performantes. Afin de surmonter les différentes barrières auxquelles se heurtent les particuliers, différentes solutions ont été étudiées [38], [40], [55], [63]–[65]. En parallèle, un nouveau mode de gestion des projets revient régulièrement dans la littérature : le processus de rénovation intégré [63], [66], [67].

Cette partie s'intéresse à ce processus et à la façon dont il permet de surmonter avec succès la plupart des obstacles informationnels à la rénovation. Dans la partie 5, nous étudierons la façon dont les systèmes de rénovation intégrés sont mis en œuvre sur les plateformes de guichets uniques. Un benchmark de ces guichets uniques permettra de comparer les différentes initiatives territoriales.

## 4.1 DEFINITION

Selon la définition donnée par l'American Institute of Architects (AIA), la méthode de réalisation d'un projet correspond à « comment le projet sera conçu et construit ». Une prestation de projet intégrée est une approche d'exécution "qui intègre les différents acteurs (les personnes, les structures commerciales...) et les pratiques dans un processus qui exploite en parallèle les compétences et les idées de tous pour optimiser les résultats du projet, augmenter la valeur pour le propriétaire, réduire les déchets et maximiser l'efficacité à toutes les phases de la conception, de la fabrication et de la construction » [68]. Les principaux avantages que doit apporter un programme de rénovation intégré par rapport à une gestion de projet traditionnelle sont listés ci-dessous :

- Un partage et un transfert de données facilité.
- La facilitation pour la mise en place d'innovations.
- L'implication en amont de tous les participants du projet.
- Des objectifs de réussite définis avant le début du projet.
- Une communication plus ouverte.
- La mise en place de technologie appropriée.
- Une meilleure organisation et leadership impliqué.



## 4.2 ARTICULATION DE L'ACCOMPAGNEMENT INTEGRE EN RENOVATION

L'enjeu d'un tel système est de réussir à attirer l'attention des propriétaires dans un processus de rénovation durable aussi complexe. Contrairement au parcours classique étudié précédemment, la méthodologie d'un parcours intégrée est définie comme un processus d'accompagnement général ou complet. C'est une méthodologie personnalisée par l'utilisateur qui est basée sur des méthodes de prises de décisions multicritères. Lorsqu'elle est appliquée à la rénovation, le processus de rénovation intégrée soutient, informe et accompagne les propriétaires pour les amener vers un projet de rénovation durable de leur maison tout en bénéficiant des avantages associés correspondants. Il permet également d'aider les experts en construction à être plus efficaces dans les analyses du bâtiment et l'élaboration de scénarios de rénovation. En faisant cela, plus de temps peut être consacré à l'optimisation des coûts et à l'analyse qualitative des besoins, des souhaits et des comportements des propriétaires[66], [67]. Il existe donc ici une continuité et une logique d'articulation entre les différentes étapes de l'accompagnement proposé aux propriétaires.

Le processus général est itératif et il peut être segmenté en plusieurs étapes[66], [67], [69]. La liste ci-dessous et la Figure 8 détaillent ce parcours :

- La définition du périmètre de l'étude et fixation des objectifs de résultats généraux. La première étape d'un projet de rénovation intégré est la détermination de ce que devront couvrir les travaux ainsi que des résultats attendus. C'est à partir de ces deux éléments que sont définis les critères de performances attendus.
- Le diagnostic de l'immeuble ou de la maison individuelle et l'analyse des données sur les propriétaires. L'objectif est de collecter les informations nécessaires à la réalisation du projet. Deux solutions sont possibles pour collecter et transmettre des informations : soit les propriétaires sont en mesure de fournir des documentations et informations spécifiques sur le bâtiment et sur eux-mêmes, soit il faut recourir à des bases de données spécifiques (publiques ou gouvernementales) permettant de collecter les informations utiles au diagnostic.
- L'identification et la sélection des critères de performance, en couplant les objectifs de résultats avec le profil du bâtiment. Ces indicateurs de performances permettront de comparer sur des critères quantitatifs la qualité des différents scénarios. Ils peuvent être multiples et dépendre de différents domaines. On peut utiliser, par exemple, un critère de consommation couplé à l'objectif de 80 kWh EP/m<sup>2</sup>/an (associé au label



BBC en rénovation) ou les critères de la NF HQE pour la gestion du confort thermique et de la qualité de l'air.

- Une évaluation multicritère dans les conditions existantes. Ce diagnostic initial permet une évaluation globale de l'ensemble de critères de qualité et de performance et permet ainsi de définir une stratégie pour atteindre les objectifs fixés.
- La génération de scénarios de rénovation et présélection des scénarios à évaluer. Cette étape dépend fortement de la façon dont a été défini le problème. Elle est généralement lancée par les experts de la construction. Le processus est itératif et les premiers scénarios doivent évoluer en fonction des attentes des propriétaires. Les scénarios initialement générés peuvent être des scénarios de rénovation mineure ou majeure. Ces scénarios peuvent également être associés à une approche de rénovation par étapes pour éviter un trop gros investissement initial.
- Évaluation des critères de performances pour les scénarios présélectionnés. La détermination du degré de réussite de chaque scénario est étudiée indépendamment. Ceci permet de comparer dans quelle mesure chacun d'entre eux satisfait les objectifs fixés. Il s'agit de la même structure d'évaluation multi critère que celle utilisée pour l'évaluation du logement dans les conditions existantes.
- Synthèse en une évaluation globale et présentation des résultats. On peut utiliser ici une méthode basée sur des algorithmes de décision multicritères, comme Galiotto et al.[67]. Cette méthode permet de comparer les résultats obtenus en fonction de différents critères ou domaines. Ce domaine est largement couvert dans la littérature scientifique[49], [50], [70]–[73]. Grâce à ce type de méthodes d'évaluation, on obtient une combinaison d'évaluations locales des critères de décision pour produire une synthèse globale. Le résultat de cette étude permet de comparer les différents scénarios de manière objective et qualitative.
- Sélection du scénario le plus favorable et mise en œuvre des mesures de rénovation : La participation active des propriétaires les conduit soit à choisir un scénario de rénovation favorable soit au rejet des alternatives présélectionnés. Dans le premier cas, l'équipe de maîtrise d'ouvrage peut lancer la démarche de mise en œuvre des travaux. Dans le second cas de nouvelles alternatives sont générées et évaluées. Dans les deux cas de figure, l'accompagnement spécifique des propriétaires par des professionnels de la construction est l'objet d'une attention particulière car la réussite du processus itératif doit permettre d'atteindre les objectifs de résultats et de répondre aux attentes des propriétaires.



- La mise en œuvre et la réception du chantier. Ce sont les étapes de mises en œuvre du projet, elles découlent de l'aboutissement du travail préliminaire réalisés jusqu'à cette étape. Les propriétaires peuvent ou non être accompagnés pour les missions de maitrise l'ouvrage. Le projet ne prend fin qu'après la vérification que le projet livré est bien conforme aux objectifs fixés. Dans le cas contraire le projet est souvent repris dans ces étapes antérieures.

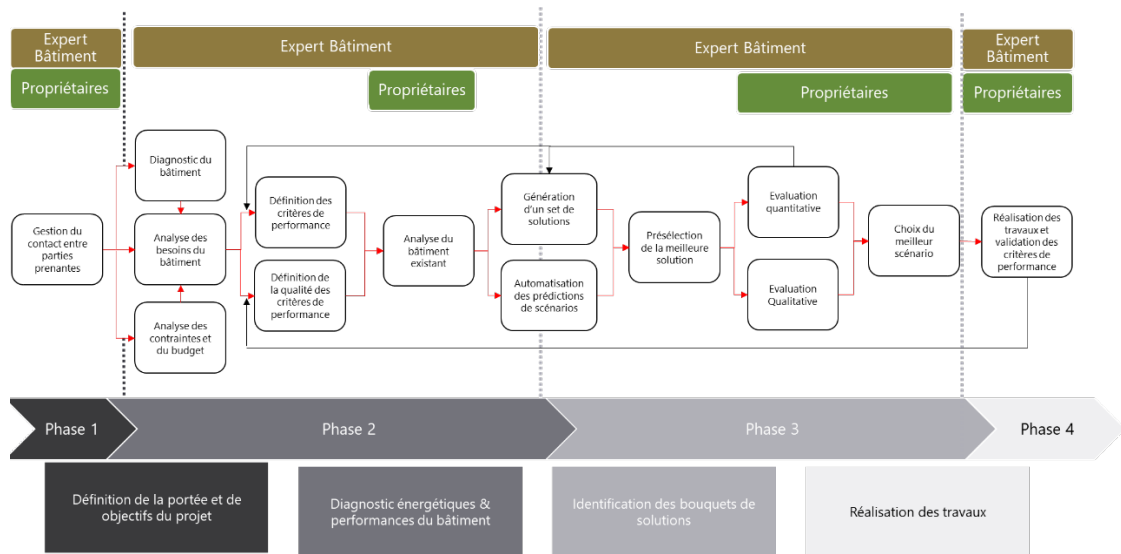


Figure 8 : Description du parcours d'accompagnement d'un projet de rénovation intégré

Nous venons de présenter le concept d'intégration des projets de rénovation. La Figure 8 reprend cette description sous forme de schéma pour visualiser la logique de ce processus itératif. C'est cette notion d'articulation et de cohérence entre les différentes étapes qui permet d'apporter une solution aux différents problèmes évoqués dans la partie **3.2 : Freins à la rénovation**

## 4.3 LES DIFFERENTES APPROCHES D'UN PARCOURS DE RENOVATION INTEGRE

L'étude de la segmentation des différentes étapes permet de comprendre le parcours de ces projets de rénovation intégrés. Cependant, même si la trame d'exécution est similaire aux différents accompagnements, les projets peuvent avoir différentes dominantes ou angles d'approches. : ils peuvent différer sur le mode de gestion, la conception, les méthodologies d'analyse et génération de solutions ou encore la façon de les mettre en





œuvre. Cette partie s'intéresse donc aux différences entre les parcours d'accompagnements intégrés, et plusieurs façons de procéder sont présentées ci-dessous. La Figure 9 récapitule les principales caractéristiques de ces différents types de projets.

#### Conception multi variante et analyse multicritère

C'est une méthodologie basée sur l'utilisation d'un algorithme d'analyse des critères de conception et d'évaluation. Pour cela, les critères sont exprimés au moyen d'un système d'indicateurs associés à des pondérations afin de gérer un très large éventail d'alternatives. Par exemple Kaklauskas [74] propose dans son article un modèle capable de traiter plus de 100 000 solutions. Les solutions peuvent être discriminées en fonction des besoins parmi les plus techniques, les plus appropriées, les plus pratiques, les plus rentables...

Les critères exprimés sous une forme quantitative sont liés aux aspects mesurables de la rénovation, tels que l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment, les exigences de confort, la demande de puissance des systèmes, les coûts d'investissement, etc. Les critères qualitatifs peuvent également être pris en compte et portent généralement sur l'appréciation du confort, les aspects esthétiques, l'impact social, le niveau d'innovation des solutions appliquées, etc.

Sachant que les systèmes énergétiques, les composants qui participent à la performance énergétique et les occupants du bâtiment sont en interaction directe et continue les uns avec les autres, l'analyse multicritère peut aboutir à des algorithmes très complexes. De plus, il n'existe pas de solution parfaite. En effet, les différents domaines d'interactions sont souvent contradictoires et les propriétaires doivent faire des choix en fonction de leurs attentes comme, par exemple, réduire les consommations énergétiques sans dégrader le confort thermique ou la qualité de l'air intérieur. Dans le cadre de la rénovation énergétique plusieurs études couvrent le sujet [71], [75], [76].

#### Couplage multi objectifs et modèles d'optimisation

Les modèles d'optimisation multi-objectifs sont fréquents dans le secteur de la rénovation énergétique des bâtiments. Ils consistent à coupler les objectifs de performances énergétiques avec d'autres objectifs croisés. Grâce à ces modèles, de multiples alternatives techniques et financières, basées sur des exigences spécifiques, sont générées et évaluées afin de répondre à un double ou un triple objectif. Les domaines connexes les plus fréquents sont l'analyse de cycle de vie, le confort thermique ou encore la qualité de l'air [52], [66]



Il est fréquent d'utiliser des logiciels de simulation numérique pour modéliser les différentes solutions et vérifier de manière quantitative que les objectifs fixés soient réalisés [50], [52].

L'une des difficultés de ce type d'approche réside dans la définition des objectifs au démarrage des projets de rénovations. Nous avons vu précédemment que c'est un point clé qui conditionne grandement la réussite du projet voir **4.2 Articulation de l'accompagnement intégré en rénovation.**

### Projets de rénovation intégrant une plus grande échelle

Récemment, de nombreuses villes européennes ont mis en place des plans globaux de rénovation de leurs parc immobilier pour atteindre leurs objectifs environnementaux [77].

Cette échelle donne une nouvelle dimension au concept de projets de rénovation. Travailler à l'échelle d'un quartier ou d'une ville peut permettre de mieux intégrer un projet dans son environnement. Häkkinen propose dans son article une review des principes et des avantages de la rénovation énergétique à l'échelle d'un quartier plutôt qu'à l'échelle du bâtiment [78]. Il met notamment en avant :

- La possibilité de gérer la consommation énergétique en manière globale tout en travaillant simultanément sur la gestion de l'approvisionnement, la gestion de la demande et la gestion de la consommation énergétique. Cela peut conduire, par exemple, à rénover les systèmes de production énergétiques d'un quartier, tout en améliorant les caractéristiques des enveloppes des bâtiments et en construisant des scénarii de consommation pour réduire les appels de puissances.
- La possibilité de travailler sur des critères d'amélioration du confort thermique et de la qualité de vie des occupants du quartier.

Différents articles mettent également en avant le gain de confort thermique possible sur les ambiances intérieures en travaillant à l'échelle du quartier. En effet, une rénovation à grande échelle peut modifier le microclimat à l'échelle du quartier.[33], [36], [79]

### Les approches basées sur indicateurs clés de performance.

Les indicateurs clés de performance sont l'un des concepts les plus couramment utilisés pour la gestion des projets de rénovation. Ils permettent de quantifier avec plus ou moins de précision le succès de la mise en œuvre du projet. Bien que le domaine d'application, les critères, la structure ou le format de l'outil soient variables, le processus d'évaluation est commun : les performances du bâtiment évalué sont comparées à un ou plusieurs indicateurs de performance quantitatifs [21]. Au cours des deux dernières décennies, le



nombre d'outils d'évaluation des performances des bâtiments se sont multipliés et leur utilisation s'est étendue à tous les types d'analyse multicritères ou de modèles d'optimisation multi-objectifs. Par exemple : LEED, BREEAM, CASBEE, HKBEAM, GBTool , Green, Star, NABERS, etc.

Devant la variété et le panel de domaines couverts par ces labels, la bonne définition d'un ensemble de critères conditionne directement la réussite d'un projet. Dans cet objectif, plusieurs articles de la littérature scientifique proposent des review ou des comparatifs de ces critères de résultats[80]–[82].

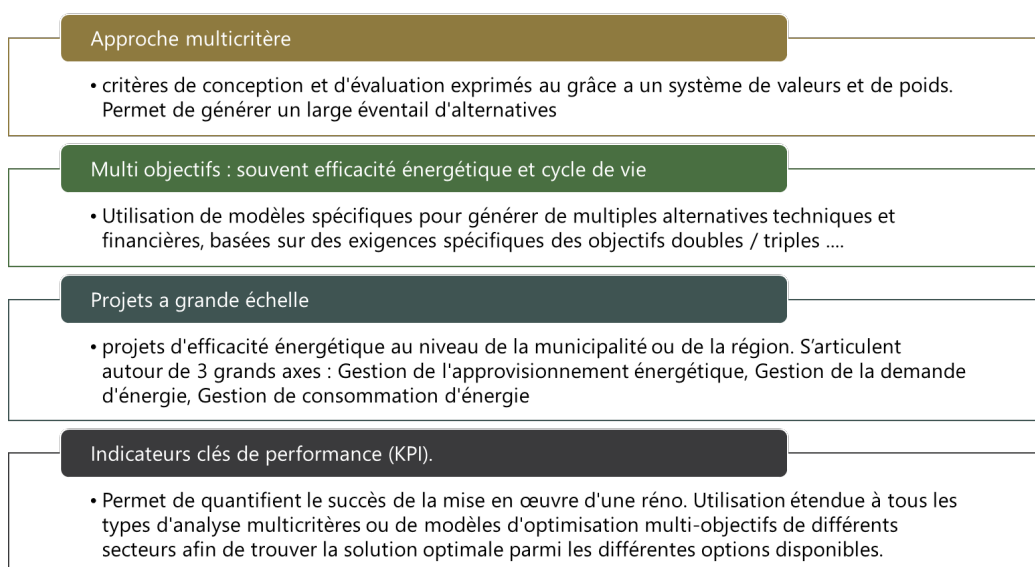


Figure 9 : Caractéristiques des différentes dominantes des projets de rénovation intégrée



# 5 GUICHET UNIQUE : UN SYSTEME GENERALISE DE RENOVATION INTEGREE

---

Nous avons vu dans la partie précédente ce qui définit un programme de rénovation intégré, en quoi son fonctionnement diffère d'une approche de rénovation classique et quelles peuvent être ses principales dominantes. L'objectif de cette nouvelle partie est d'étudier comment ce concept peut être appliqué à la massification de travaux de rénovation énergétique.

Nous étudierons le concept du guichet unique et ses différentes caractéristiques. Pour étendre ce travail, une partie sera consacrée à une étude de cas sur un projet européen. Une attention particulière sera portée sur une synthèse comparative de différents projets de guichets unique aux différentes échelles administratives. Ce chapitre est basé sur la littérature scientifique, les documents de montage de plusieurs programmes de services intégrés et des documents de benchmark d'initiatives existantes [7], [45], [69], [83]–[85].

## 5.1 DEFINITION ET CONCEPT

Un guichet unique peut être défini comme un lieu virtuel et/ou physique où les propriétaires peuvent avoir accès à toutes les informations ainsi qu'à tous les services dont ils ont besoin pour réaliser leur projet de rénovation énergétique. Ainsi, ils peuvent bénéficier d'un bouquet de services pour les aider à gérer toutes les étapes utiles à un projet de rénovation. Quelle que soit la structure administrative sous-jacente, ce point d'accès unique représente l'interface entre le bénéficiaire et le fournisseur du service. [84]–[88].

Les guichets uniques réduisent donc la fréquence des interactions entre les différents intervenants tout améliorant l'accès aux services proposés [89]. Le niveau d'intégration et le degré d'exécution du processus de rénovation peut varier d'une structure à l'autre [90]. Le critère de réussite du montage d'un guichet unique consiste à trouver les bons ensembles de services afin d'adapter la structure aux besoins du territoire. C'est pour cette raison que certaines initiatives sont plus proches du contexte réglementaire ou de situations commerciales [88].

La gestion des guichets uniques peut être portée par différents acteurs. Les enjeux et l'offre proposée aux particuliers sont alors différents. Selon les études comparatives de la commission européenne et du projet européen Turnkey Retrofit, les projets de guichets uniques peuvent être portés par différents acteurs [45], [84] :



- Des acteurs d'origine industrielle : Il s'agit d'industriels ayants développés une solution technique de rénovation. Le guichet unique est alors orienté pour promouvoir une solution spécifique du marché.
- Des consultants en énergie : ils étendent ainsi leurs activités de base pour gagner en visibilité et couvrir une clientèle plus large.
- Des entreprises de services énergétiques : Il s'agit de fournisseurs ou d'installateurs qui visent à étendre leur clientèle ou à améliorer le service à la clientèle
- Des instances gouvernementales locales : Leurs programmes sont principalement motivés par des considérations climatiques et/ou énergétiques, parfois par des objectifs sociaux et/ou économiques (par exemple : développer une économie locale).
- Des acteurs de type coopératif : ils visent principalement les bénéfices sociétaux, sans nécessairement se focaliser sur les économies d'énergie/économies de coûts

Le type de projets étudiés dans notre cas se restreint aux projets portés par des agences gouvernementales locales. C'est en effet ce type de guichet unique que doit fournir le projet I-HEROS. L'intérêt pour ce type de solution s'est accru ces dernières années et on observe de plus en plus d'initiatives des différents acteurs territoriaux. En 2016, l'ADEME déclare soutenir le portage de plus d'une centaine de plateformes nationales de conseils régionaux qui développent des outils et des partenariats innovants en faveur de la rénovation énergétique.[83]

## 5.2 LES DIFFERENTS TYPES DE GUICHETS UNIQUES

Le guichet unique se présente comme une plateforme physique ou numérique qui permet de faire la jonction entre les propriétaires et les intervenants d'un service de rénovation. Les guichets uniques servent différents enjeux, en fonction des acteurs qui portent le projet. On constate également que, même pour les initiatives mises en place par les instances gouvernantes, les parcours d'accompagnements et les niveaux d'intégrations peuvent différer.

### 5.2.1 TROIS TYPES DE GUICHET UNIQUE (GU)

Dans le document expliquant comment monter un guichet unique, l'association européenne des villes en transition énergétique (« The European association of cities in energy transition ») recense trois types de guichet unique [91].

Ces modèles théoriques sont détaillés et schématisés en Figure 10 et Tableau 1. En fonction du type de prestation proposé, le guichet unique peut s'orienter vers un genre : par exemple la coordination ou la facilitation. Le détail des prestations et les services associés à chaque modèle sont disponibles dans la suite du document.



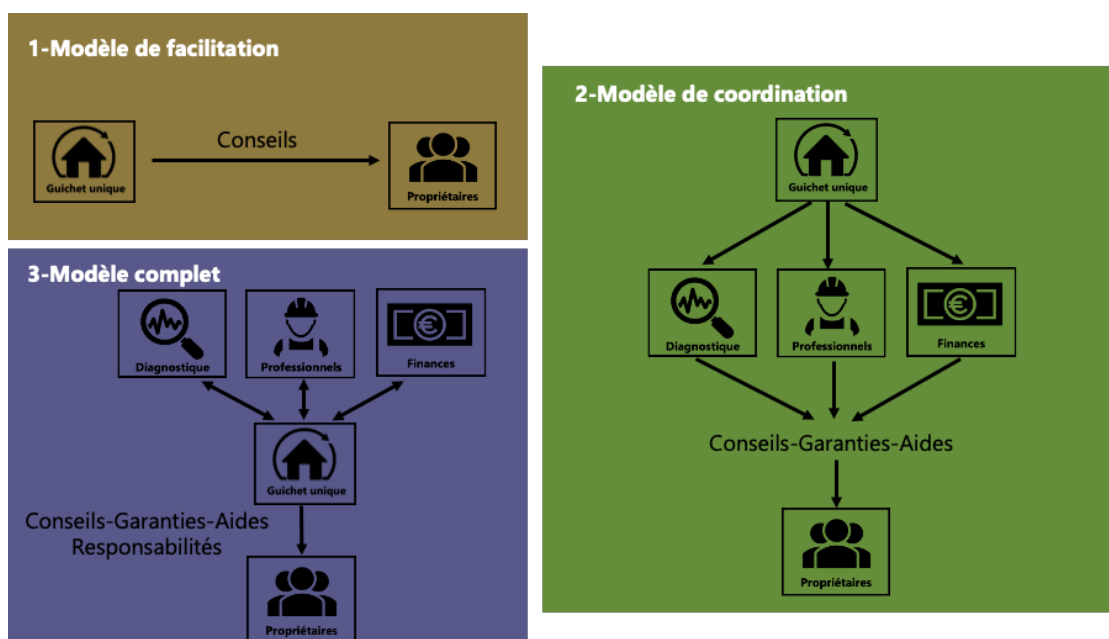


Figure 10 : Schématisation des différents types de guichets uniques

Type de GU	Services et prestations proposés	Exemple de service proposé aux propriétaires
<b>Modèle de facilitation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sensibilisation aux avantages de la rénovation</li> <li>➤ Fourniture des informations générales sur les travaux de rénovation</li> <li>➤ Premier conseil au stade de l'orientation</li> </ul>	Conseils sur la manière de rénover une habitation. Possibilité de fournir la liste des fournisseurs.
<b>Modèle de coordination</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Coordonner les acteurs du marché existants (fournisseurs)</li> <li>➤ Veiller à ce que tous les services du guichet unique soient offerts aux propriétaires</li> <li>➤ Aucune responsabilité quant au résultat des travaux de rénovation (seulement en ce qui concerne l'ensemble du processus)</li> <li>➤ Aucune responsabilité pour le trajet global du client (seulement la première partie)</li> </ul>	Conseils sur la manière de rénover une habitation. Possibilité de fournir la liste des fournisseurs. Peut pousser les fournisseurs à respecter leurs engagements même si légalement le GU n'est pas responsable du parfait achèvement des travaux.
<b>Modèle complet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Offrir un programme complet de rénovation aux propriétaires</li> <li>➤ Assumer la responsabilité du résultat des travaux de rénovation</li> <li>➤ Assumer la responsabilité du trajet global du client</li> </ul>	Le guichet unique est un entrepreneur qui vend l'ensemble des services et qui est le principal point de contact en cas de problème avec les fournisseurs.

Tableau 1 : Les différents services en fonction des différents types de guichets uniques

## 5.2.2 LES DIFFERENTS SERVICES A DISPOSITION DES PARTICULIERS

Nous venons de voir trois types des guichets uniques en fonction du type de service qu'ils proposent.



Le Tableau 2 détaille le contenu des services ou prestations proposés par type de guichet unique (GU1 : type « facilitation » ; GU2 : type « coordination » ; GU3 : type « complet »).

La Figure 11 permet de visualiser l'offre de services proposés au fil des grandes étapes que nous avons identifiées au paragraphe 3.1 « Segmentation du processus » à savoir :

- Phase 1 : définition des objectifs ;
- Phase 2 : diagnostic ;
- Phase 3 : programmation des travaux ;
- Phase 4 : réalisation des travaux ;
- Phase 5 : vérification et validation.

Tableau 2 : Différents services proposés en fonction du type de guichet unique

Différents services proposés par les guichets uniques	GU 1	GU 2	GU 3
<b>Marketing et Communication</b>			
Sensibilisation et conseils aux bénéficiaires de la rénovation	X	X	X
Communication sur les différents intervenants au cours de l'avancement de la rénovation.	X	X	X
Promotions des services proposés par les différentes entreprises	X	X	
Promotion du GU via un lieu physique ou numérique		X	X
Création d'un service d'accompagnement spécifique en fonction du territoire ou du public ciblé (ex, précarité énergétique, climat spécifique...)		X	X
<b>Développement d'une gamme de solutions techniques adaptées aux besoins des ménages concernés</b>			
Mise en place de solutions personnalisées pour la rénovation du logement		X	X



Solutions standardisées prêtes à l'emploi pour un type spécifique de parc immobilier			X
<b>Accompagne technique spécifique</b>			
Conseils de mesures d'économie d'énergie, de technologies et de méthodes pertinentes	X		
Audit énergétique/diagnostic du bâtiment		X	X
Élaboration d'un bouquet de solutions énergétiques personnalisées en fonction des résultats du diagnostic.		X	X
Sélection des prestataires : liste des fournisseurs certifiés par le guichet unique. Vérification des devis et aide à la sélection des fournisseurs.		X	X
<b>Conseil financier sur mesure</b>			
Conseils généraux sur les possibilités de financement existantes auxquelles le propriétaire peut prétendre (subventions, crédits d'impôt, certificats d'efficacité énergétique, etc).	X		
Assistance pour l'élaboration d'un plan de financement sur mesure et préparation des dossiers d'aides.		X	X





Coordination des travaux de rénovation			
Assistance à la maîtrise d'ouvrage pour la coordination des entreprises et des travaux de rénovation		X	
Coordination des travaux de rénovation et des entreprises pour le compte du propriétaire			X
Résultats garantis et suivi post-travail			
Développement d'un système de certification pour les entreprises : création d'un label / d'une charte		X	X
Formation des fournisseurs locaux et leur permettant de coordonner collectivement les travaux de rénovation		X	X
Responsabilité de la qualité des travaux et de la réalisation des économies d'énergie estimées			X
Suivi des consommations post travaux		X	X



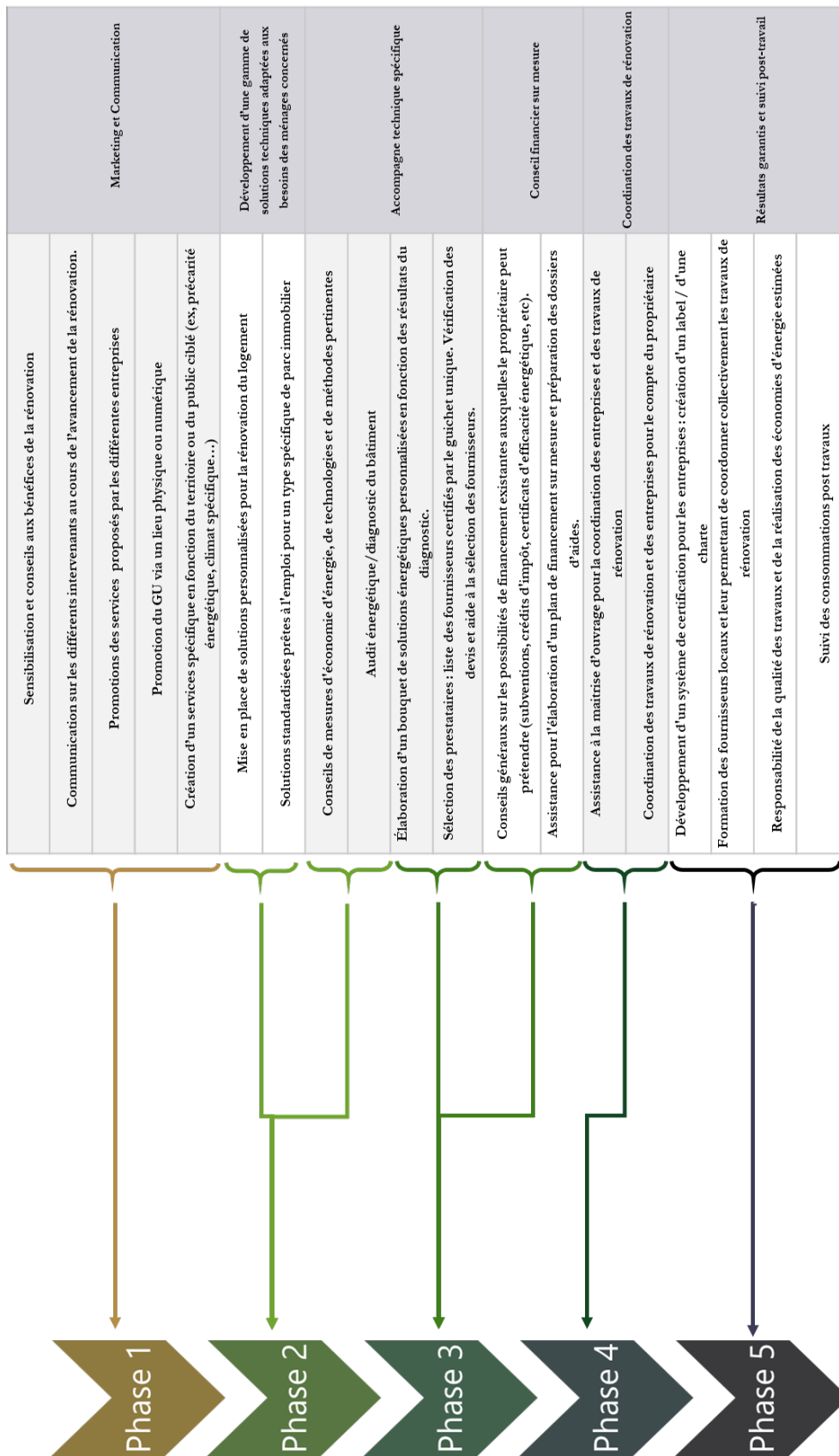


Figure 11 : Répartition des services des guichets uniques par étapes de renovations



## 5.3 ETUDE DE CAS DU GU HAMBOURG ENERGY PILOTS

Après avoir défini le concept de guichet unique (GU) et avoir rapidement présenté les trois principaux types de guichets uniques avec les services associés, nous allons étudier différentes initiatives existantes.

Pour cela, dans un premier temps, une étude approfondie du guichet unique de Hambourg viendra illustrer les parties précédentes. Puis, dans une seconde partie, une étude comparative permettra de recenser les principaux projets Français et Allemands

### 5.3.1 MODELE DU GUICHET UNIQUE DE HAMBOURG: HAMBOURG ENERGY PILOTS

Hambourg s'efforce de devenir une "ville climatique" d'ici 2050 comme la plupart des villes modernes. La protection du climat et l'adaptation au climat sont donc des composantes



élémentaires pour l'interaction sociale. Dans le but d'atteindre un impact climatique presque neutre sur le parc immobilier d'ici 2050, l'objectif est d'élaborer une stratégie efficace tant pour le secteur du neuf que pour le parc existant. Afin d'atteindre ces objectifs en rénovation, les services de Hambourg pour l'environnement, le climat, l'énergie et l'agriculture ont lancé un appel d'offres pour la mise en œuvre et la consolidation de conseils en énergie propres aux bâtiments de Hambourg en 2019.

À la suite de cette procédure d'appel d'offres, les guichets uniques "Hamburger Energielotsen" (i.e. pilotes énergétiques de Hambourg) ont été créés. Depuis l'été 2019, le Centre des consommateurs de Hambourg, la Chambre des métiers de Hambourg, le centre de réseau indépendant et semi-public d'Allemagne du Nord pour les propriétaires de bâtiments, les autorités locales ainsi que ZEBAU GmbH, sont rassemblés pour promouvoir un conseil énergétique commun en tant que partenaires de coopération de la marque « Hamburg Energy Pilots ». Les Hamburg Energy Pilots sont le service indépendant de conseil en énergie de Hambourg. Ils sont à la disposition de tous : propriétaires de bâtiments, propriétaires de maisons, locataires et aussi les commerçants sur différents sites géographiques.

Les Hamburg Energy Pilots travaillent pour le compte de l'Autorité de Hambourg et sont en partie financés par les fonds de protection du climat de Hambourg. Les conseils en



matière d'énergie fournis par les guichets uniques sont également financés par le ministère fédéral de l'économie et de l'énergie.

En comparaison aux modèles précédents, « Hamburg Energy Pilots » peut être considéré comme un "modèle de facilitation" dans le cadre des modèles commerciaux des guichets uniques. Les services couverts par le modèle de facilitation dans le cas de Hambourg sont expliqués en détail dans les sections suivantes.

### **5.3.2 APPROCHE**

De 2019 à 2022 (éventuellement jusqu'en 2024), les pilotes énergétiques de Hambourg rempliront un mandat de consultation publique pour la rénovation énergétique des bâtiments, pour la ville de Hambourg. L'objectif est de supprimer les points bloquants spécifiquement identifiés pour cette ville et qui empêchent le passage à l'acte des travaux : le manque de connaissances sur la variété des solutions possibles, sur l'assistance disponible, la clarté des solutions technologiques, la complexité d'une modernisation de bâtiment et, en fin de compte, également une motivation et une décision personnelles pour la mettre en œuvre. Pour y parvenir, l'offre de Hambourg repose sur trois principaux piliers : des offres de base, une approche de conseil intégrée et des offres complémentaires pour les bâtiments ayant un objectif de respect du climat.

#### **Offres de base**

- Informations initiales par téléphone et sur le site web
- Consultation initiale gratuite, indépendante, neutre du point de vue du produit et du fabricant, en personne et/ou via un zoom
- Exposition gratuite avec des modèles démonstrateurs de bâtiments respectueux du climat
- Événements d'information gratuits pour les propriétaires ; événements spécialisés pour les architectes, les ingénieurs et les consultants en énergie afin de les former à la construction durable

#### **Approche intégrée du conseil**

- Conseil pour la rénovation, mais aussi pour les nouveaux bâtiments efficaces sur le plan énergétique et respectueux du climat (par exemple les constructions en bois ou les bâtiments avec des toits ou des façades végétalisés)

#### **Offres complémentaires pour les bâtiments respectueux du climat**

- Consultation et audit pour l'adaptation au changement climatique



- Promotion de l'utilisation des énergies renouvelables

### 5.3.3 LE PARCOURS D'ACCOMPAGNEMENT HEP

L'approche spéciale de conseil est mise en œuvre par le biais d'une gamme variée de services, qui sont expliqués ci-dessous. Le cheminement global vers la modernisation du client comporte quatre étapes :



Figure 12 : Articulation du parcours d'accompagnement du guichet unique Hamburg energy pilots

Le guichet unique est principalement impliqué au début du processus d'accompagnement et d'aide aux particuliers, dans les premières étapes du projet vers un mode de vie économe en énergie : définition des besoins, des méthodes à mettre en place et diagnostic du bâtiment. Une aide sur l'analyse financière est aussi disponible.

En début de projet, la consultation initiale n'est pas payante. Elle a lieu dans l'un des cinq centres de conseil répartis dans la ville de Hamburg. Le particulier y reçoit des informations de base ainsi que des conseils sur le parcours du guichet unique. La consultation est donc indépendante et neutre du point de vue du produit et du fabricant. Un point d'attention est porté aux propriétés résidentielles privées et aux projets commerciaux. De plus, les architectes et les ingénieurs seront conseillés dans le cadre de leurs projets. Pour la consultation des demandes de renseignements plus spécifiques, les Hamburg Energy Pilots coopèrent avec d'autres institutions : entre autres, la Chambre de commerce de Hamburg ([www.hk24.de](http://www.hk24.de)), Caritasverband Hamburg e. V. ([www.stromspar-check.de/standorte/details/stromspar-check-hamburg.de](http://www.stromspar-check.de/standorte/details/stromspar-check-hamburg.de)).

La consultation initiale gratuite conduit souvent le particulier à choisir un conseiller en énergie « permanent », qui vérifie et estime l'état du bâtiment à l'aide d'un outil d'analyse. La définition des besoins énergétiques et des choix techniques se fait dans un deuxième temps.

La troisième étape concerne le financement du projet. Les subventions permettent de réduire le capital d'investissement initial. Les programmes de subventions en Allemagne exigent toujours un contrôle de qualité après travaux, réalisé par un expert indépendant. Cela garantit le succès du programme de travaux. L'assurance qualité permet d'éviter les



erreurs de chantier. C'est un mode de fonctionnement soutenu par les programmes de financement.

La Figure 13 présente le parcours d'accompagnement les différences entre le soutien offert par l'État et la ville (dont Hamburg energy pilots) (en haut) et les services supplémentaires décidés par le propriétaire (en bas.)

Dans les deux sections suivantes, le rôle des pilotes énergétiques de Hambourg dans les deux premières étapes de (1) Information & Consultation et (2) Outils & Analyse sera discuté plus en détail.



Figure 13 : Overview on the customers journey to modernization guided by the Hamburg Energy Pilots. Source: ZEBAU GmbH

### 5.3.4 INFORMATION ET CONSULTATIONS

Le conseil en énergie de Hambourg s'articule par étapes. Le service de conseil gratuit comprend un premier conseil par téléphone ou en personne, une visite du site qui inclue un conseil personnalisé, des manifestations d'information (actuellement uniquement en ligne en raison de la pandémie de Covid19) et des informations générales sur les technologies, les subventions, le cadre réglementaire, les personnes de contact, etc.) via la page d'accueil [www.hamburg.de/energielotsen](http://www.hamburg.de/energielotsen).



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 890598.

Les services de conseil proposés par les Hamburg Energy Pilots couvrent donc un total de cinq domaines, qui sont tous fournis gratuitement. La Figure 14 détaille le parcours d'accompagnement que propose le guichet unique. Les offres spécifiques sont détaillées ci-après.



Figure 14 : Overview of the guidance for modernisation offered via the Hamburg Energy Pilots (Source: ZEBAU GmbH)

**La consultation téléphonique.** C'est le point de service central qui accepte toutes les demandes de renseignements et les transfère à l'équipe d'experts, composée de conseillers en énergie. En plus du conseil initial, la consultation téléphonique comprend une « fonction pilote ». Les occupants ayant besoins de conseils spécifiques peuvent demander les conseils d'entreprises spécialisées.

La **consultation initiale** est une offre clé du guichet unique de facilitation. Dans la première phase de la consultation, le propriétaire est informé des options de rénovations : identification du besoin, classification des mesures et estimation approximative des dépenses, programmes de subventions, conseils techniques, etc. Le conseiller en énergie doit pour cela comprendre les besoins de l'occupant afin de l'inciter à l'efficacité énergétique.

Par exemple, un propriétaire peut avoir un intérêt pour un système de chauffage, les conseils qu'il reçoit peuvent également l'inciter au remplacement des fenêtres qui sont importants pour rénover efficacement sa maison. La recommandation de fournir au client une assistance professionnelle dans les phases suivantes est une caractéristique importante pour la réussite de la modernisation énergétique d'une propriété résidentielle privée. Cette première consultation est également nécessaire pour préparer la personne qui sollicite un



conseil aux démarches ultérieures auprès des banques ou pour établir le contact avec les entreprises artisanales (offres de mesures individuelles). Des brochures d'information indépendantes seront également distribuées lors des consultations, où il sera fait référence à d'autres sources d'information reconnues. Il est possible pour le client de revenir deux fois à la consultation initiale sur l'énergie, s'il a d'autres questions ou problèmes en cours de route.

Afin de rendre plus évidente la démarche de construction durable, un site d'exposition a été créé. Cette exposition permanente d'environ 185 m<sup>2</sup> présente des modèles de panneaux solaires, des systèmes de stockage d'énergie, de chauffage et de ventilation, des échantillons d'isolation, des fenêtres et des panneaux avec des explications complémentaires. Le conseil en énergie peut être couplé avec une présentation des solutions techniques dans l'espace de démonstration.

Avec un total de 17 événements (présentations, ateliers) par an, les propriétaires reçoivent des informations supplémentaires sur les technologies, les produits, les processus de construction, les questions juridiques ou les programmes de soutien. Des événements spécialisés sont également organisés pour les architectes, les ingénieurs et les consultants en énergie afin de promouvoir la construction durable.

Un diagnostic du bâtiment est proposé aux propriétaires de maison grâce à un financement fédéral spécifique. Ces consultations sur place, d'environ 90 minutes, sont documentées avec des rapports. Les rapports ont pour objectifs de consigner les faits les plus importants concernant l'état du bâtiment. Une autre possibilité est proposée pour des audits du bâtiment, en vue de l'adaptation au changement climatique, effectués sur place également. Ces audits durent 2 heures et sont gratuits pour les propriétaires privés ou commerciaux. Ils ne sont pas financés par l'État, mais seulement par la ville de Hambourg. Les Hamburg Energy Pilots proposent en tout 50 audits d'adaptation au changement climatique par an.

### **5.3.5 OUTIL ET ANALYSE**

La gamme d'outils et de services de conseil en Allemagne est très diversifiée. Grâce à la coopération avec le centre de conseil aux utilisateurs de Hambourg, des diagnostics gratuits plus étendus des bâtiments sont effectués, ce qui donne au propriétaire une image concrète de la situation énergétique de son bâtiment.

Ces diagnostics sont suivis d'autres mesures de conseil que le propriétaire peut décider de mettre en œuvre par lui-même. Les deux principales offres pour l'élaboration de plans de rénovation sont : le "Hamburger Energiepass" (passeport énergétique de Hambourg) et le "Individueller Sanierungsfahrplan (iSFP)" (programme de rénovation individualisé).





## Hambourg Energy passeport

Le passeport énergétique de Hambourg est produit par des experts (certifiés) pour calculer les besoins énergétiques des bâtiments. L'objectif de cette offre est de fournir aux propriétaires une bonne base pour prendre des décisions adaptées sur les travaux de rénovation. Afin de pouvoir représenter le plus précisément possible l'état réel du bâtiment, un inventaire structurel et énergétique du bâtiment est réalisé sur site. Les possibilités de transformation des différents éléments du bâtiment, par exemple les fenêtres, le toit ou la façade extérieure, peuvent être comparées à l'état initial. Enfin, le propriétaire reçoit un rapport avec une proposition de travaux complète. Les économies d'énergie sont calculées et visualisées comme sur la Figure 15 et permet de voir ce qui peut être attendu si les exigences structurelles et techniques des directives de financement actuelles sont respectées.

Cette offre n'est disponible qu'à Hambourg et coûte entre 1 000 et 1 500 euros. La banque de développement de Hambourg (Hamburgische Investitions- und Förderbank, IFB) couvre jusqu'à 80 % des coûts de cette offre.

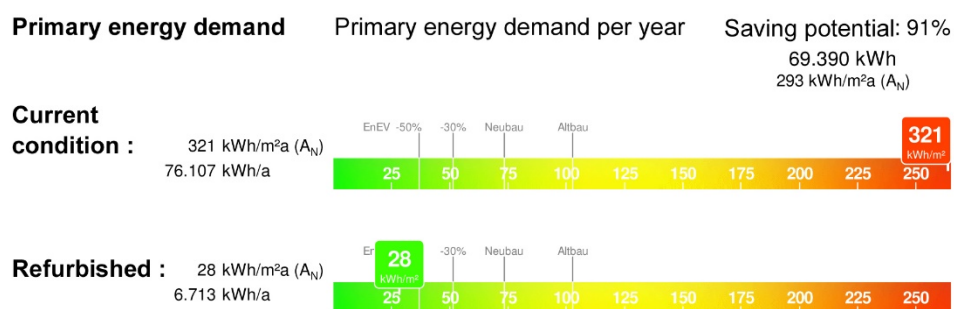


Figure 15 : Passeport énergétique Hambourg energy pilots

## Programme de rénovation individualisé

Les propositions de travaux pour la rénovation individuelle ont été introduites en Allemagne depuis 2018 et sont mises en place par une approche de coordination des mesures particulières. La division par paquets de mesures individuelles permet de prendre en compte les souhaits des utilisateurs. L'objectif est de pouvoir les présenter clairement et de façon compréhensible aux propriétaires.

Lors de la publication de la feuille de route de travaux, qui est similaire au passeport énergétique de Hambourg, un diagnostic est réalisé. Le conseiller effectue un inventaire détaillé et communique l'état du logement grâce à un graphique. L'influence de l'utilisateur sur son logement joue un rôle particulier. L'occupant est donc sensibilisé aux bonnes



pratiques. Par exemple, une température intérieure plus élevée d'un degré signifie une augmentation de 6 % de la consommation de chauffage finale. Une des spécificités du parcours est que l'occupant peut prendre en compte ses propres hypothèses. Par exemple, l'aménagement de combles ou la location d'une partie de la surface.

Enfin, le client reçoit également une suggestion quant à l'aspect financier d'une rénovation progressive dans les 10 à 15 prochaines années. L'état réel du bâtiment est indiqué en différentes couleurs afin que le propriétaire puisse voir directement quels éléments de construction doivent être modernisés. Les paquets de rénovation, sont échelonnés sur un calendrier : le propriétaire peut gérer son parcours de rénovation étapes par étapes.

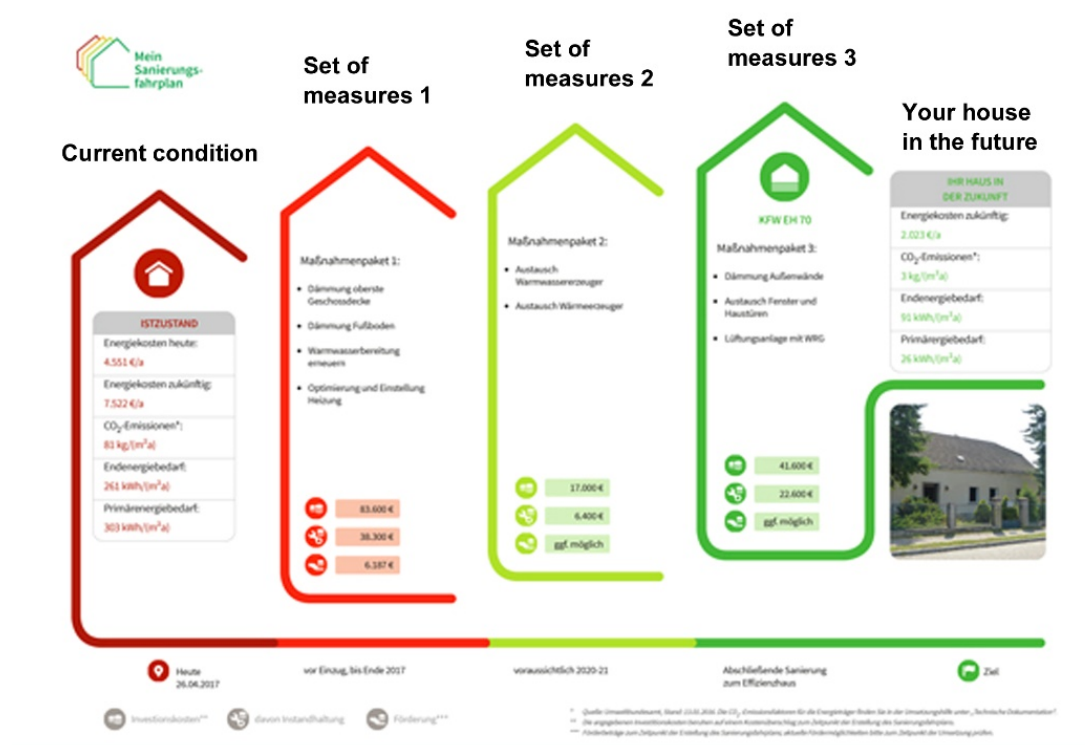


Figure 16 : Programme de travaux individualisé Hamburg energy pilots

### 5.3.6 CONCLUSIONS INTERMEDIAIRES ET RESULTATS

Un an et demi après le lancement du guichet unique, les premières conclusions et retour d'expériences sont décrit ci-dessous.

Tout d'abord, il est apparu clairement que les réseaux existants des partenaires du consortium étaient utiles pour atteindre les groupes cibles (propriétaires de bâtiments et architectes/ingénieurs) afin de diffuser les offres en peu de temps.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 890598.

La plupart du temps, il faut avoir plus d'un contact avec les propriétaires de bâtiments avant qu'ils n'aient une idée précise de leurs projets de rénovation. Après le premier contact, les propriétaires doivent être enregistrés dans le processus et être soutenus tout au long de la rénovation. Il est possible de les recontacter après un certain temps pour vérifier l'avancement ou les aider à résoudre des problèmes. En tant que "modèle de facilitation", les Hamburg Energy Pilots n'offrent pas encore ce soutien complet et sont surtout actifs au début du projet afin de lui donner la bonne direction à prendre. Néanmoins, il est possible pour les propriétaires de revenir à tout moment aux Energy Pilots pour poser leurs questions ou pour avoir un soutien plus approfondi.

Les résultats sur l'utilisation des services offerts par les pilotes énergétiques de Hambourg montrent qu'il existe une forte demande de conseils en matière de modernisation (voir tableau ci-dessous). Les Hamburg Energy Pilots ont dépassé l'objectif de plus de 3 500 consultations énergétiques par an et ont réalisé près de deux fois plus de diagnostics énergétiques des bâtiments à Hambourg en 2020. Les manifestations de sensibilisations destinées aux propriétaires qui ont été transférées sur plateformes en raison de la pandémie de Covid19, ont permis d'augmenter le nombre de participants.

Offer	Target figure 2020	Achieved figure 2020	Difference
<b>Telephone &amp; Online Consultations</b>	3.500	5.255	<b>+1.755</b>
<b>Personal Consultations</b>	1.000	1.337	<b>+337</b>
<b>Building Checks</b>	500	929	<b>+429</b>
<b>Events</b>	17	17	0
<b>Participants at events</b>	1.000 - 1.200 total (30 - 100 each)	1047	<b>+47</b>



## 5.4 BENCHMARK DE GU FRANÇAIS

Les Tableau 3 et Tableau 4 représentent les tableaux de synthèses des projets de montage de guichets unique en France. Ces initiatives territoriales sont déployées à plusieurs échelles, allant de la communauté de commune à l'échelle régionale.

Le Tableau 3 permet de comparer les « fiches d'identité » de différents projets (et dont certains sont désormais achevés). On pourra ainsi apprécier les types de bâtiments visés (maison individuelles/copropriétés), le nombre de personnes salariées impliquées dans le guichet unique, les budgets alloués, le nombre de rénovations réalisées, le vivier de logements visés ainsi que les modes de financements.

Le Tableau 4 récapitule les différents outils proposés par les parcours : audit ou diagnostic thermique, thermographie infra-rouge « vue du ciel », aide à la rédaction des cahiers de charges, aide à la consultation des entreprises ou à l'analyse des devis, assistance au suivi de chantier, aide au montage financier, etc.

Tableau 3 : Benchmark des guichets uniques : Fiche d'identité des différents projets

NOM PROJET	DATE	CIBLE	SALARIÉS	BUDGET M€/an	NOMBRE RÉNO	NOMBRE CONCERNÉS	SITE INTERNET	FINANCEMENT
Mur mur 2	2016 / 2020	Copro + MI	2	2	5 000	130 000	Oui	Subventions + CEE
Reflexenergie	2015 / 2020	MI	5,5	0,9	6125	61 890	Oui	Subventions
Savecom	2016 / 2018	MI	7	0,2	100	110 000	Non	Fonds publics / privées + Banques
Tinergie	2012 / 2020	Copro + MI	2,5	0,53	1800	80 000	Oui	Subventions + CEE
Vallée de kaysersberg	2014 / 2016	MI	1	0,53	60	7 130	Oui	Subventions Banques
Pays voironnais	2013 / 2017	Copro	1	0,35	1000	5 000	Oui	Subventions Banques
Biovallée	2014 / 2018	MI	2,25	0,23	1 311	35 000	Oui	Subventions + Autofinancement
Mon projet rehab	2015 / 2017	MI	2,5	0,28	400	33 000	Oui	Subventions + Autofinancement
Vir' volt	2013 / 2016	MI	2	0,85	2 600	50 000	Oui	Subventions + CEE + Banques
Pass'réno habitat 93	2015 / 2017	MI	4	0,35	3400	200 000	Oui	Fonds publics Banques
Oktave	2015 / 2017	MI	4,5	1,3	2 000	382 000	Oui	Subventions + CEE + Banques
Île-de-france energies	2013	Copro	11	<b>5,320</b>	2 000/an	3 330 000	Oui	Subventions + CEE + Banques
Ma rénov	2016	MI + Copro	3,5	<b>1</b>	2 000/an	770 000	Oui	Subventions + CEE + Banques
Ecorenov	2015 / 2020	Copro	11,2	6	6500	1 300 000	Oui	Subventions + CEE
Renoval	2015	MI + Copro	3	<b>0,066</b>	4 00/an	73 800	Oui	
Mon projet renov	2020 / 2027	Copro	-	7	700/an	656 000	Oui	



Tableau 4 : Benchmark des guichets uniques : Parcours d'accompagnement des différents projets

NOM PROJET	Thermo IR	Audit Diag	Outil auto diagnostic	Rédaction programme ou CdC	Consultation entreprise ou devis	Montage dossier subvention	Aide suivi chantier	Suivi conso après réception	Type de GU
Mur mur 2	Non	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Type 1
Reflexenergie	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Type 2
Savecom	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Type 2
Tinergie	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Type 1
Vallée de kaysersberg	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Type 1
Pays voironnais	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Type 2
Biovallée	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Type 1
Mon projet rehab	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Type 2
Vir' volt	Non	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Type 1
Pass'réno habitat 93	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Type 1
Oktave	Non	Non	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Type 1
Île-de-france energies	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Type 1
Ma rénov	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Type 2
Ecorenov	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Type 2
Renoval	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Type 2
Mon projet renov	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Type 2



## 5.5 IMPACT DES GUICHETS UNIQUES SUR LES FREINS A LA RENOVATION

En conclusion des parties précédentes de ce Chapitre 5 : **Guichet unique : un système généralisé de Rénovation Intégrée**, on notera que ce type d'accompagnement permet, dans la plupart des cas, de :

- Coordonner le processus de rénovation et les différentes actions autour du propriétaire.
- Structurer et organiser les groupements d'entreprises pour apporter une réponse pertinente au besoin des propriétaires.
- Elaborer des offres de solutions globales et packagées, même pour des petits projets.
- Développer des solutions industrialisées de rénovation adaptées au territoire.
- Proposer une assistance pour les demandes d'aide au financement afin d'aider les propriétaires à se lancer dans les travaux.
- Mettre en avant une approche multi objectifs et la valorisation du bien pour valoriser les travaux de rénovation.
- Impliquer de nouveaux acteurs : notaires, régies, syndics de copropriété... qui sont des acteurs de terrain privilégiés.
- Assurer la vérification des résultats et les contrôles après travaux (qualité des travaux et économies d'énergies).

C'est au travers de ces différents points que les guichets uniques permettent de dépasser une partie des freins évoqués précédemment (voir **3.2 Freins à la rénovation**). Certains articles détaillent ce phénomène [45], [63] :

**Fragmentation des métiers du bâtiment, multiplicité des professionnels impliqués dans chaque étape** : le guichet unique est une entrée unique, c'est une plateforme de liaison entre le propriétaire et les différents intervenants.

**Manque d'informations et de crédibilité** : le travail réalisé sur les bouquets de rénovation globalisés, les solutions et les avantages apportés permet de mieux promouvoir l'efficacité énergétique. Le recours à des systèmes de contrôle et d'assurances qualité ou l'exigence faite aux partenaires de passer une certification/formation est l'une des méthodes qui permet aux guichets uniques gagner en crédibilité.



**Manque de capacité de mise en œuvre des travaux** : la structuration de l'offre des professionnels permet d'assurer une coordination équilibrée et coordonnée. Le guichet unique peut alors agir en tant que gestionnaire principal du projet de rénovation

**Difficulté à la prise de décision des propriétaires pour engager les travaux** : le guichet unique peut garantir la viabilité technique et financière du projet. De plus en développant un système de labélisation ou d'assurance qualité, les propriétaires peuvent se reposer davantage sur le savoir-faire des entreprises.

**Découragement face aux différentes procédures administratives** : le guichet unique est souvent un lieu de conseil et d'aide au montage administratif des projets. Les propriétaires ne sont donc pas livrés à eux-mêmes sur cet aspect. Certains guichets uniques proposent de monter le dossier de demande de subvention pour les particuliers.

**Contraintes budgétaires décourageantes** : le guichet unique permet d'identifier l'ensemble des solutions et de sélectionner les plus appropriées financièrement. L'appui gouvernemental du porteur permet dans certains cas d'obtenir d'un prêt ou d'une subvention pour soutenir le projet de rénovation.

**Rendements financiers peu attrayants** : dans le cas de projets multi-objectifs, il est possible de mettre en avant d'autres aspects afin de valoriser le projet de rénovation (confort thermique, analyse de cycle de vie, énergie). Une plateforme numérique dédiée à la simulation peut permettre de tester différentes combinaisons de rénovations pour trouver la plus rentable financièrement.

Toutes ces connaissances, stratégies et programmes sont aujourd'hui entrés dans la pratique urbaine avec des améliorations continues. C'est l'évolution de ces différents projets qui a permis de lever une grande partie de ces freins à la rénovation. Plusieurs documents de projets européens récents illustrent ce propos [92]–[94]. Malgré tout, l'utilisation de ces pratiques engendre l'apparition de nouvelles problématiques (voir Figure 17) [44], [93], [94] :

- Le manque de ressources humaines et financières pour les actions complexes nécessitant des équipes multidisciplinaires.
- Le manque de coordination verticale et horizontale dans les projets de rénovation urbaine.
- Le manque de planification sur les domaines transverses au début du projet. Par exemple peu de projets intègrent des aspects sociaux dès le départ.
- Le manque d'outils de diagnostics performants ou d'instruments de planification. Ce point est défini comme plus gros frein à la planification.



- Le manque de connaissances sur l'utilisation d'un grand nombre d'indicateurs différents.
- Le manque de données relatives au diagnostic énergétique fiables et disponibles en open source à ce jour. Par exemple les bases de données des logements ou celles des DPE

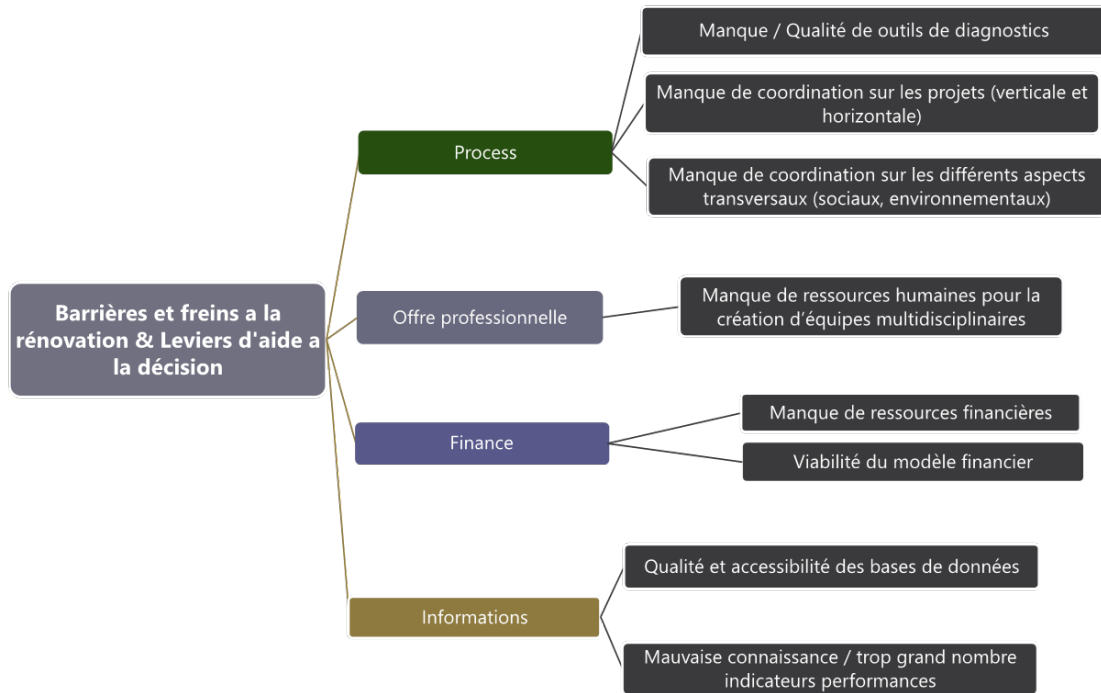


Figure 17 : Review des nouveaux freins à la rénovation des guichets uniques





## 6 LES OUTILS NUMERIQUES

---

Nous avons vu dans les chapitres précédents que le processus de rénovation pouvait être complexe et qu'il était bénéfique d'appréhender les différentes étapes dans un processus d'intégration globale. Par la suite, nous avons défini les guichets uniques comme des lieux (administratifs ou commerciaux, physiques ou numériques) qui ont pour vocation de rassembler la totalité des services proposés aux particuliers pour assurer la continuité du processus de rénovation. Cette partie s'intéresse à l'impact de la plateforme et de ses outils numériques sur la réussite d'un guichet unique.

### 6.1 ENJEUX DES COLLECTIVITES LOCALES POUR LE MONTAGE DES PLATEFORMES NUMERIQUES

La réussite de la mise en œuvre d'un programme d'accompagnement de rénovation dépend de la qualité de la rénovation et de la capacité d'accompagnement du programme : réduire les temps de planification, conception, construction, exploitation et maintenance permet de prendre en charge un plus grand nombre de projets. Il est également indispensable de garantir que les objectifs de coûts/bénéfices soient atteignables.

Dans le cas des guichets uniques, l'outil numérique permet de guider les propriétaires ainsi que les concepteurs dans la planification des travaux. Il peut être défini comme un lieu de rencontre et de partage des informations privilégié. L'outil sert généralement de guide pour optimiser l'application du processus global de rénovation. Il peut par exemple permettre de recueillir toutes les informations relatives à l'état initial du bâtiment à rénover ainsi que les préférences, besoins et souhaits du propriétaire du bâtiment. La plateforme peut aussi servir de support à un logiciel de simulation ou à un algorithme d'aide à la décision pour traiter les informations. Ainsi, son principal avantage est la possibilité de gérer l'ensemble du processus de manière globale. L'utilisation de l'outil numérique est alors un moyen de déployer les instruments nécessaires à la réussite du guichet unique [72], [73], [95].

La quasi-totalité des plateformes numériques repose sur la création de méthodes, la description des besoins du processus de rénovation, l'utilisation de base de données et d'outils de calculs [71], [49], [73]. Il est donc nécessaire d'effectuer des mises à jour régulières en fonction du rythme d'évolution du guichet unique. Il est également important de pouvoir créer des informations de départ fiables sur le parc immobilier et de fournir un modèle initial solide. En effet, pour évaluer de manière fiable le potentiel d'un programme de travaux, les acteurs impliqués doivent pouvoir accéder de façon simple à des outils fiables. C'est sur ce point que la qualité des informations initiales aura le plus d'impact [96].



## **6.2 DIFFERENTS NIVEAUX D' ACTIONS ET INITIATIVES**

### **6.2.1 INTEGRATION DE L'OFFRE PROFESSIONNELLE**

Cre et al, concluent à la suite de plusieurs sondages que les entreprises considèrent un site web comme un outil important pour le transfert de connaissances. Un site web doit également servir de portail pour générer de la demande et mettre les clients en contact avec l'offre et les connaissances fournies par les entreprises.[63]

Pour aller au-delà d'un simple site qui intègre l'offre et la demande en matière de rénovation énergétique, Mlecnik insiste sur le fait qu'un site de projet d'aide à la rénovation intégré doit se développer jusqu'à devenir le guichet unique à part entière. [64]

La présentation de projets de démonstration permet par exemple de rassembler l'expertise des entreprises qui effectuent des rénovations éco énergétiques. Cela apporte également une valeur ajoutée aux entreprises concernées.

### **6.2.2 TRANSFERT DU SAVOIR-FAIRE**

Mlecnik montre dans l'un de ses articles que les connaissances et méthodes innovantes en matière de rénovation ne sont pas assez diffusées auprès des différentes communautés en relation avec la rénovation [64]. Bien qu'il existe des entreprises qui proposent des services de réflexion très efficace sur le plan énergétique, elles n'atteignent qu'une petite part du marché.

Pour optimiser le processus de rénovation au-delà de cette fragmentation, il est important de faciliter le transfert de connaissances entre les PME. Dans le cadre des projets de guichet unique, ce travail peut être réalisé en réalisant une cartographie des principaux points d'attention. Lorsque des situations plus complexes se présentent et que les modalités d'exécution nécessitent une approche experte, alors une approche matricielle de résolution peut être envisagée, selon Vrijders et al. [65].

Un autre aspect important est le développement ou la mise en œuvre de solutions nouvelles et innovantes. Les concepteurs et fabricants de produits européens proposent de nouvelles solutions afin d'améliorer les pratiques actuelles en matière de construction et de rénovation. Les projets de guichet uniques peuvent donner lieu à une compilation des innovations disponibles. Ces « solutions intégrées » ont l'avantage d'être faciles à comprendre pour les entreprises et d'avoir un aspect pédagogique pour les particuliers [65].



### 6.2.3 PASSEPORT ENERGETIQUE DE RENOVATION

Le passeport énergétique est un document unique qui permet de recenser les caractéristiques d'un bâtiment. Cette fiche d'identité sert de document de référence tout au long du parcours d'accompagnement. Il est également utilisé pour la collecte de données concernant les caractéristiques des bâtiments, l'efficacité énergétique et les niveaux de confort. L'objectif du passeport est de pallier au manque de données et de partage d'informations [96]–[98].

Les données relatives à la construction des bâtiments peuvent se trouver dans les plans et dossiers de tout ce qui a été construit. Lorsque ces données sont manquantes, on peut avoir recours à des bases de données qui contiennent des informations sur les matériaux constitutifs des logements français (MAJIC, BD TOPO, FILOCOM, MAPUCE, ERISCOPE etc.) [42], [98], [101], [102]. Toutes ces données sont constamment enrichies grâce à l'apport de nouvelles pratiques et bases de données. Toutefois, il n'existe pas de méthode normalisée pour archiver, utiliser ou partager les données relatives à la composition des bâtiments, ce qui entraîne une perte de l'information de manière générale. Il est important que ces données soient codifiées, stockées et traitées afin de pouvoir être transformées en informations et affinées en connaissances.

La directive européenne 2018/844 [102], qui vise à accélérer le rythme de rénovation des bâtiments et à améliorer la performance des bâtiment neufs, introduit un document facultatif appelé le passeport de rénovation des bâtiments. Selon cette directive, le passeport permet de fournir une feuille de route de rénovation à long terme, étape par étape, pour un bâtiment spécifique, basée sur des critères de qualité, à la suite d'un audit énergétique, et décrivant les mesures et les rénovations pertinentes qui pourraient améliorer la performance énergétique. La Figure 18 synthétise les enjeux liés à l'utilisation de ce passeport. L'institut de la performance des bâtiments européens propose également un document consacré à ce sujet avec une méthode d'utilisation du passeport de rénovation [103].



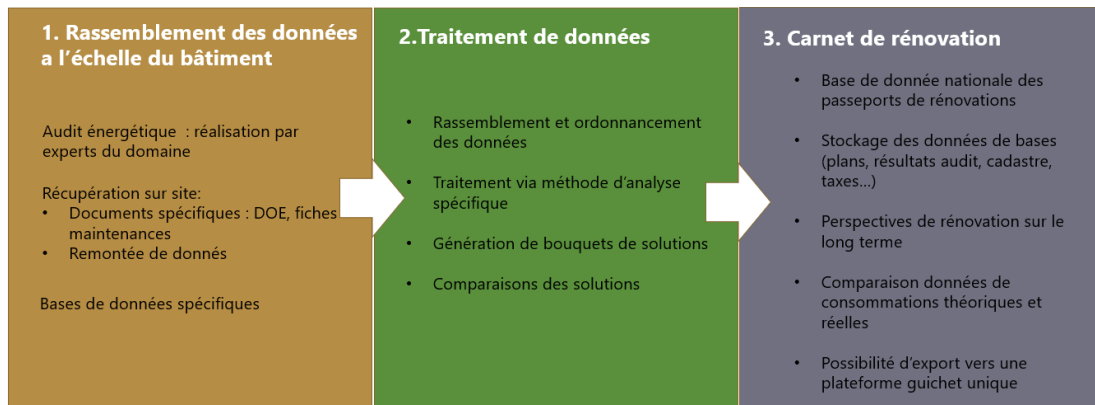


Figure 18 : Enjeux du passeport de rénovation énergétique

## 6.2.4 OUTILS D'AIDE A LA DECISION ET OPTIMISATION MULTI OBJECTIFS

L'un des éléments sensibles du processus de rénovation est la démarche itérative de la prise de décision et d'évaluation des scénarios de travaux pour trouver la solution optimale (voir **Chapitre 4 Processus de rénovation intégré**). Cependant l'absence de compétences techniques ou le choix de critères de comparaison objectifs ne doit pas devenir un frein au projet.

C'est dans ce contexte que l'on peut avoir recours à des outils d'aide à la décision basés sur des algorithmes permettant le classement des différentes solutions [49], [73], [104], [70]. La méthode d'étude la plus commune est la comparaison des critères par une analyse de valeur et de pondération associées à chaque critère [49].

Nous avons également évoqué dans les chapitres précédents que la réussite d'un programme de rénovation ne se limite pas à la réduction de la consommation énergétique après réception des travaux (voir **Chapitre 2 Rénovation Énergétique : caractéristiques et enjeux**).

En effet, une évaluation peut être difficile à entreprendre. Un bâtiment et son environnement sont des systèmes complexes qui s'étendent sur plusieurs niveaux (techniques, technologiques, environnementaux et sociaux). Les propriétaires peuvent donc avoir des attentes multiples concernant, par exemple, le confort, l'éclairage, la qualité de l'air ...

L'analyse multicritères peut être considérée comme un processus d'aide à la décision qui doit concilier des objectifs multiples et souvent contradictoires. L'analyse se base sur des algorithmes pour trouver le meilleur compromis possible en fonction des interactions de différents domaines [48], [49], [105]. Il existe dans la littérature scientifique un très grand nombre de méthode de décisions multi objectifs et de modèles mathématiques associés.



Nielsen propose dans sa review, une comparaison et un classement de 43 modèles en fonction de leur utilisation [49].

On peut alors imaginer une automatisation de la génération des scénarios de rénovations, en fonction des typologies de bâtiment, comme autant des « solutions préconstruites » pour mettre en avant différents domaines en fonction des travaux envisagés [105], [106].

### **6.2.5 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)**

Le building information modeling (BIM) ou « modélisation des informations des bâtiments » est une nouvelle approche de la conception, de la construction et de la gestion des installations, dans laquelle la représentation numérique est au centre du processus de construction. Ceci permet de faciliter la modélisation, l'échange et la gestion des informations au format numérique. Le BIM Handbook définit le BIM comme une technologie de modélisation et un ensemble de processus associés qui permet de produire, communiquer et analyser des modèles de bâtiments. Ces mêmes modèles sont des objets numériques associés à des graphes, des tables de calculs, des règles paramétriques et des attributs de données [107].

Plusieurs articles de la littérature suggèrent d'utiliser cette technologie dans le domaine de la rénovation pour améliorer le processus de conception des travaux [108]–[111]. Elle permet notamment une meilleure gestion des mesures de rénovation et une approche plus globale pour évaluer les différentes options possibles. Par exemple, les simulations thermiques et énergétiques sont rarement prises en compte lors des projets de rénovation. Les outils basés sur la BIM offrent cette possibilité et ce, dès les premières phases des projets de rénovation.

Ilter explique dans son article que le BIM peut être utilisé en rénovation de trois manières différentes [111] :

- Pour déterminer quel niveau de certification qui peut être atteint en utilisant la simulation (Par exemple, le label LEED),
- Pour effectuer des analyses liées à la forme du bâtiment : l'orientation, la masse, l'enveloppe l'éclairage naturel ...
- Pour effectuer des analyses sur les usages du bâtiment : utilisation de l'énergie, de l'eau, la ventilation...

La collecte d'informations pour la simulation des performances énergétiques du parc existant est un point sensible par rapport aux bâtiments neufs. En effet, les hypothèses de calcul utilisées pour les projets de rénovation sont mieux connues et mieux définies que pour les nouvelles constructions [108]. En revanche, sur un bâtiment existant, la



connaissance des matériaux employés, des méthodes de construction, des rénovations partielles est très variable selon les projets.

Enfin, le prototypage du projet dans une modélisation 3D peut permettre de se projeter dans un programme de rénovation. C'est un élément qui peut être utilisé comme un déclencheur pour aider les propriétaires dans leur choix. [109]

Dans son article, Farzad propose d'intégrer une démarche d'algorithme d'optimisation multi objectif avec l'utilisation du BIM pour mettre en avant une approche de la construction centrée sur l'Analyse de Cycle de Vie [52]. Il devient alors possible d'étudier différents aspects du bâtiment et travailler sur des aspects transversaux et environnementaux du projet tout en facilitant la prise de décision.

## 6.3 ETUDE DE CAS

### 6.3.1

Un exemple de ce type de montage est le guichet unique BetterHome au Danemark. Depuis le lancement du modèle en 2014, il comptabilise un rythme de rénovation de 200 projets par an et devrait poursuivre sa croissance. Le parcours de rénovation, qui est centré sur le propriétaire se base sur deux mécanismes principaux : structurer le processus pour les installateurs et sensibiliser les propriétaires de bâtiments.

Si les aspects essentiels du processus de guichet unique sont reproductibles sur la plupart des places européennes, le modèle doit être adapté au contexte local. Selon le consortium, différents aspects sont à prendre en compte pour le montage d'un outil numérique [92], [112] :

**Utiliser des solutions numériques pour apporter une valeur ajoutée aux utilisateurs finaux :** BetterHome montre que les solutions numériques peuvent aider le secteur de la construction à se centrer davantage sur le consommateur et à s'orienter vers les services. Grâce à l'utilisation d'outils numériques innovants, les professionnels du bâtiment peuvent offrir un processus plus fluide, pour eux-mêmes et pour le propriétaire. L'alignement sur les acteurs existants du marché, y compris les banques et les fournisseurs, crée une situation constructive où tout le monde est gagnant.

**Structurer l'offre :** Le succès du modèle de guichet unique centré sur le propriétaire peut s'expliquer par le rôle avancé que jouent les entreprises, un rôle axé sur les services. BetterHome forme et guide les installateurs sur la manière d'approcher le propriétaire, du premier contact à la finalisation du processus. La plateforme numérique simplifie et structure le processus de rénovation pour l'installateur. Ce sont ces mêmes outils



numériques innovants qui permettant une meilleure évolution dans le projet pour tous les acteurs.

**Sensibiliser les utilisateurs finaux :** Former les utilisateurs et les installateurs afin de leur faire prendre conscience de l'ensemble des avantages transversaux (Confort thermique, cadre sanitaire, émissions gaz GES). L'installateur ne se contente pas de remplacer les anciens éléments de construction, mais crée un meilleur cadre de vie pour les usagers.

**Sauvegarder la bonne réputation :** Au Danemark, les quatre entreprises qui sont à l'origine de BetterHome sont très respectées et associées à la qualité. Grâce à la coopération au sein de BetterHome, les entreprises ont travaillé ensemble pour gagner en renommée.

### 6.3.2 MON CARNET EP, IZGLOO

« Mon carnet » (anciennement Izigloo) est un service numérique destiné aux propriétaires de maisons individuelles qui offre un large éventail de services allant au-delà de la performance énergétique. La plateforme peut gérer des estimations de coûts pour environ 45 types de travaux différents dans une maison. Il offre aux propriétaires un service global permettant de gérer et d'améliorer leur logement de manière simple et rentable.

Exploitée par la start-up Energie Perspective (EP), sans subvention publique, elle a déjà soutenu la rénovation de plus de 3750 maisons, impliquant 55M€ d'investissement. Initialement lancé dans les régions Loire-Atlantique et Rhône, « Mon carnet » est maintenant disponible au niveau national en France. L'objectif d'EP est d'étendre ce service au niveau européen.

Le parcours d'accompagnement se déroule en différentes étapes :

- 10 à 20 questions simples sont posées au propriétaire. Collecter ces données permet de faire un diagnostic simple basé sur un indicateur de performance énergétique
- Différentes mesures d'économie d'énergie sont proposées au propriétaire. Cette offre comprend un chiffrage et les aides financières disponibles.
- Le site propose de contacter un service d'aide à la maîtrise d'ouvrage pour la réalisation des travaux. Les professionnels peuvent alors contacter le particulier en fonction du bouquet de travaux choisi. L'utilisation d'un passeport énergétique permet de faciliter cette démarche.
- Le site propose un large éventail de services qui vont au-delà des améliorations énergétiques : l'automatisation, l'amélioration et l'aménagement du logement (par



exemple, l'installation d'une nouvelle cuisine), l'aide au déménagement, au changement de fournisseur d'énergie, etc.

- Le plan de financement de l'outil fonctionne sur les redevances générées pour chaque lien établi entre les acteurs du marché local et pour la coordination globale des travaux lorsque le client décide d'opter pour une assistance/support complet pour son projet de rénovation.

### 6.3.3 CASBA-SITERRE

La suite numérique Casbah-Sierre comprend deux outils complémentaires ayants pour objectifs de faciliter l'accompagnement et la qualité des rénovations. Energies Demain et l'ARTEE décrivent ces plateformes dans leur document : « Appel à manifestation d'intérêt Casbâ pour la région nouvelle-aquitaine » [113].

Selon leur description :

- Siterre, est un système d'information cartographique issue d'un rassemblement de base de données. Il permet de faire un suivi territorial des besoins et des avancés des projets de rénovations. Les bâtiments sont caractérisés en fonction de leur typologie et de leurs méthodes de constructions pour déduire des modèles de consommation énergétiques, des étiquettes DPE. L'ensemble des estimations à l'échelle du bâtiment qui permet l'étude d'un territoire.
- Casba, est un logiciel métier permettant la mise en œuvre et les suivit des travaux de rénovation par conseiller du territoire. Un volet de simulation permet de d'estimer l'impact des scénarios travaux sur les plans énergétiques et environnementaux.

Les deux outils sont communicants, ainsi Sierre alimente Casba pour fournir les données d'entrées du bâtiment. Après avoir utilisé Casba, les données enrichies sont remontées sur Siterre pour améliorer la précision de la base de données. La Figure 19 illustre l'interaction entre ces deux outils. Contrairement aux autres outils numériques, Énergie demain propose ici une suite permettant un diagnostic automatique des bâtiments et l'ouverture d'un carnet de santé complet adaptable à la plupart des projets.





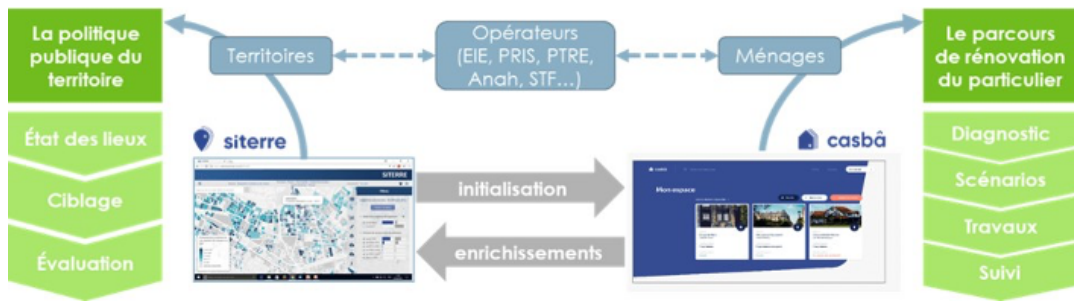


Figure 19 : Articulation des deux outils Casba-Siterre



## 7 CONCLUSION

---

Cette synthèse bibliographique a permis de mettre avant le potentiel et les méthodes courantes d'accompagnement dans le domaine de l'énergétique d'un parc immobilier. Elle est applicable aux domaines de l'efficacité énergétique mais aussi aux domaines transversaux : Confort thermique, cycle de vie, qualité de l'air...

Compte tenu de l'âge et de la part des consommations imputable aux bâtiments sur mix énergétique global, améliorer l'efficacité énergétique des logements pourrait permettre d'atteindre les objectifs environnementaux européens.

Dans cet objectif, la première partie de ce document définit et détaille le parcours d'un projet de rénovation énergétique. Apparaît alors un paradoxe : malgré le potentiel et les nombreux avantages connexes que peuvent apporter un programme de travaux, le taux de rénovation annuel est inférieur à 1% en France.

La suite du document introduit donc les principaux freins qui sont responsables de ce paradoxe. Ces problématiques sont classées et mises en perspectives avec les différentes étapes d'un parcours de rénovation.

La troisième partie traite d'une nouvelle méthode de gestion de projets évoquée dans nombreux articles littérature scientifique : la rénovation intégrée est un processus itératif abordant les différentes phases comme une seule et même entité. Ce concept est défini, différencié d'un accompagnement classique et classé en fonction de ses différentes dominantes.

Appliqué à des initiatives d'accompagnement multiples, les parcours de rénovations intégrées sont souvent utilisés dans les guichets uniques. Grâce à ce mode de gestion, ces lieux physiques ou numériques réussissent à proposer en un seul point la totalité des services nécessaires à la bonne mise en œuvre d'un projet. Les guichets uniques sont ici étudiés de manière théorique avec la littérature scientifique et de manière empirique avec les retours d'expériences de différents projets existants. Les différents types de guichets uniques sont détaillés en fonction de leurs parcours d'accompagnement, de la façon dont ils s'articulent par rapport à une rénovation classique et à l'impact qu'ils peuvent avoir sur les différents freins étudiés.

Comme toute méthode alternative, les guichets uniques peuvent engendrer de nouveaux freins. Les outils numériques peuvent permettre d'améliorer la qualité de la rénovation tout en réduisant les temps d'accompagnements. Plusieurs initiatives théoriques sont détaillées (ex, passeport énergétique, outils d'aide à la décision...) puis comparés à des plateformes existantes.



# BIBLIOGRAPHIE

- [1] European Commission, « Energy topics », *Energy efficient buildings*. [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/2030-energy-%20strategy\\_en?redir=1](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/2030-energy-%20strategy_en?redir=1) (consulté le mars 25, 2020).
- [2] Marina Economidou, « EUROPE'S BUILDINGS UNDER THE MICROSCOPE : country-by-country review of the energy performance of building », *BIPE*, 2011, [En ligne]. Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/271200847\\_Europe's\\_buildings\\_under\\_the\\_microscope\\_A\\_country-by-country\\_review\\_of\\_the\\_energy\\_performance\\_of\\_buildings](https://www.researchgate.net/publication/271200847_Europe's_buildings_under_the_microscope_A_country-by-country_review_of_the_energy_performance_of_buildings)
- [3] Paul soto, « Cities of Tomorrow – action Today. Capitalisation. Key messages », *URBACT, EUROPEAN UNION*, 2013, [En ligne]. Disponible sur: [https://urbact.eu/sites/default/files/import/general\\_library/19765\\_Urbact\\_Crosscutting\\_low\\_FINAL.pdf](https://urbact.eu/sites/default/files/import/general_library/19765_Urbact_Crosscutting_low_FINAL.pdf)
- [4] G. Desogus, L. Di Pilla, S. Mura, G. L. Pisano, et R. Ricciu, « Economic efficiency of social housing thermal upgrade in Mediterranean climate », *Energy and Buildings*, vol. 57, p. 354-360, févr. 2013, doi: 10.1016/j.enbuild.2012.11.016.
- [5] N. Kohler et U. Hassler, « The building stock as a research object », *Building Research & Information*, vol. 30, n° 4, p. 226-236, juill. 2002, doi: 10.1080/09613210110102238.
- [6] Toulouse Métropole, « Étude de préfiguration d'une plate-forme locale de rénovation énergétique de l'habitat, Rapport d'état des lieux ». Mission Plan CLimat, 2017.
- [7] Toulouse Métropole, « ETUDE DE PREFIGURATION DE LA PLATEFORME DE RENOVATION ENERGETIQUE DE L'HABITAT, ETAPE 2: SYNTHESE DU BENCHMARK Comparaison de 4 plateformes existantes ». 2017.
- [8] MÉTROSCOPE, « 50 indicateurs clés pour les métropoles françaises ». 2017. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.aua-toulouse.org/wp-content/uploads/2017/07/pdf\\_metroscope-60-pages-juin-2017-bd-light.pdf](https://www.aua-toulouse.org/wp-content/uploads/2017/07/pdf_metroscope-60-pages-juin-2017-bd-light.pdf)
- [9] Agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire métropolitaine, « Portrait énergétique de la grande agglomération toulousaine ». Perspectives villes, Observatoire environnement, 2019.
- [10] PROGRAMME D'ACTION POUR LA QUALITÉ DE LA CONSTRUCTION ET DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, « ANALYSE DÉTAILLÉE DU PARC RÉSIDENTIEL EXISTANT ». Agence de la Qualité de la Construction, 2017. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.programmepacte.fr>



- [11] P. Love et P. Arthur Bullen, « Toward the sustainable adaptation of existing facilities », *Facilities*, vol. 27, n° 9/10, p. 357-367, août 2009, doi: 10.1108/02632770910969603.
- [12] USGBC, « The costs and financial benefits of green buildings: a report to california's sustainable building task force ». San Francisco, CA, 2003. [En ligne]. Disponible sur: [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)
- [13] I. Weber et A. Wolff, « Energy efficiency retrofits in the residential sector – analysing tenants' cost burden in a German field study », *Energy Policy*, vol. 122, p. 680-688, nov. 2018, doi: 10.1016/j.enpol.2018.08.007.
- [14] R. Jagarajan, M. N. Abdullah Mohd Asmoni, A. H. Mohammed, M. N. Jaafar, J. Lee Yim Mei, et M. Baba, « Green retrofitting – A review of current status, implementations and challenges », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 67, p. 1360-1368, janv. 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.09.091.
- [15] A. Darko et A. P. C. Chan, « Review of Barriers to Green Building Adoption: Review of Barriers to Green Building Adoption », *Sust. Dev.*, vol. 25, n° 3, p. 167-179, mai 2017, doi: 10.1002/sd.1651.
- [16] A. Darko et A. P. C. Chan, « Review of Barriers to Green Building Adoption: Review of Barriers to Green Building Adoption », *Sust. Dev.*, vol. 25, n° 3, p. 167-179, mai 2017, doi: 10.1002/sd.1651.
- [17] Martin Jakob, « The drivers of and barriers to energy efficiency in renovation decisions of single-family home-owners », *Center for Energy Policy and Economics CEPE, Department of Management, Technology and Economics*, 2007.
- [18] K. Maltceva et S. Pridvishkin, « Technological, economic and legislative opportunities and barriers for panel apartment buildings energy efficient reconstruction in Russia », *MATEC Web Conf.*, vol. 279, p. 03003, 2019, doi: 10.1051/mateconf/201927903003.
- [19] S. J. Wilkinson, K. James, et R. Reed, « Using building adaptation to deliver sustainability in Australia », *Structural Survey*, vol. 27, n° 1, p. 46-61, avr. 2009, doi: 10.1108/02630800910941683.
- [20] « Adaptive Reuse-Preserving our past, building our future », 2004, [En ligne]. Disponible sur: <https://www.environment.gov.au/system/files/resources/3845f27a-ad2c-4d40-8827-18c643c7adcd/files/adaptive-reuse.pdf>
- [21] Z. Ma, P. Cooper, D. Daly, et L. Ledo, « Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art », *Energy and Buildings*, vol. 55, p. 889-902, déc. 2012, doi: 10.1016/j.enbuild.2012.08.018.
- [22] M. Arikan, H. Sucuoglu, et G. Macit, « ECONOMIC ASSESSMENT OF THE SEISMIC RETROFITTING OF LOW-COST APARTMENT BUILDINGS »,



*Journal of Earthquake Engineering*, vol. 9, n° 4, p. 577-584, juill. 2005, doi: 10.1080/13632460509350556.

- [23] ADEME, «La rénovation énergétique et environnementale des bâtiments tertiaires.» ENSEIGNEMENTS ET RETOURS D'EXPÉRIENCE EN AUVERGNE-RHÔNE-ALPE, 2020.
- [24] La Revue du CGDD., «La rénovation thermique des logements: quels enjeux, quelles solutions ? » 2015. [En ligne]. Disponible sur: <https://docplayer.fr/13230299-La-revue-du-cgdd-la-renovation-thermique-des-logements-quels-enjeux-quelles-solutions.html>
- [25] C. Langston, «Green Adaptive Reuse: Issues and Strategies for the Built Environment », in *Modeling Risk Management in Sustainable Construction*, D. D. Wu, Éd. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, p. 199-209. doi: 10.1007/978-3-642-15243-6\_23.
- [26] H.-L. Kangas, D. Lazarevic, et P. Kivimaa, « Technical skills, disinterest and non-functional regulation: Barriers to building energy efficiency in Finland viewed by energy service companies », *Energy Policy*, vol. 114, p. 63-76, mars 2018, doi: 10.1016/j.enpol.2017.11.060.
- [27] Bruno Peuportier, « L'analyse de cycle de vie dans la construction ». Rencontres AUGC-IBPSA , Chambéry, France., juin 2012. Consulté le: janv. 12, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-01463190>
- [28] D. B. Lee, « Fundamentals of Life-Cycle Cost Analysis », *Transportation Research Record*, vol. 1812, n° 1, p. 203-210, janv. 2002, doi: 10.3141/1812-25.
- [29] Historic preservation and sustainability. Pennsylvania: CHRS Inc., of North Wales,; « Township's Boards of Historical and Architecture Review ». 2008. [En ligne]. Disponible sur: <http://chrsinc.com/wp-content/themes/chrs/pdfs/chel2008-sustainability-brochure-laidout.pdf>
- [30] A. Mickaitytė, E. K. Zavadskas, A. Kaklauskas, et L. Tupėnaitė, « THE CONCEPT MODEL OF SUSTAINABLE BUILDINGS REFURBISHMENT », *International Journal of Strategic Property Management*, vol. 12, n° 1, p. 53-68, mars 2008, doi: 10.3846/1648-715X.2008.12.53-68.
- [31] J. Rostron, « Sick building syndrome: A review of causes, consequences and remedies », *J Retail Leisure Property*, vol. 7, n° 4, p. 291-303, nov. 2008, doi: 10.1057/rlp.2008.20.
- [32] M. Lepore, « Urban microclimate parameters for buildings energy strategies », *VITRUVIO*, vol. 1, n° 2, p. 1, déc. 2016, doi: 10.4995/vitruvio-ijats.2016.6944.
- [33] Emmanuel Bozonnet, Francis Allard, Marjorie Musy, et Martine Chazelas, « URBAT : Approche méthodologique de la construction durable en milieu urbain : le microclimat urbain et son impact environnemental sur les constructions ». 2006.



- Consulté le: janv. 12, 2021. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/281331283\\_URBAT\\_Approche\\_méthodologique\\_de\\_la\\_construction\\_durable\\_en\\_milieu\\_urbain\\_le\\_microclimat\\_urbain\\_et\\_son\\_impact\\_environmental\\_sur\\_les\\_constructions](https://www.researchgate.net/publication/281331283_URBAT_Approche_méthodologique_de_la_construction_durable_en_milieu_urbain_le_microclimat_urbain_et_son_impact_environmental_sur_les_constructions)
- [34] M. Santamouris *et al.*, « On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings », *Solar Energy*, vol. 70, n° 3, p. 201-216, 2001, doi: 10.1016/S0038-092X(00)00095-5.
- [35] Bisam Ehessan Abdulkader AL-HAFIZ, « Contribution to the Study of the Impact of Building Materials on the Urban Heat Island and the Energy Demand of Buildings ». Doctoral Thesis Ecole nationale supérieure d'architecture de Nantes, 2017. Consulté le: janv. 12, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01617403/file/AL-HAFIZ%20Bisam.pdf>
- [36] I. Tumini, E. Higuera García, et S. Baereswyl Rada, « Urban microclimate and thermal comfort modelling: strategies for urban renovation », *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, vol. 7, n° 1, p. 22-37, janv. 2016, doi: 10.1080/2093761X.2016.1152204.
- [37] R. D. F. Bromley, A. R. Tallon, et C. J. Thomas, « City Centre Regeneration through Residential Development: Contributing to Sustainability », *Urban Studies*, vol. 42, n° 13, p. 2407-2429, déc. 2005, doi: 10.1080/00420980500379537.
- [38] A. G. Ruggeri, L. Gabrielli, et M. Scarpa, « Energy Retrofit in European Building Portfolios: A Review of Five Key Aspects », *Sustainability*, vol. 12, n° 18, p. 7465, sept. 2020, doi: 10.3390/su12187465.
- [39] R. Jagarajan, M. N. Abdullah Mohd Asmoni, A. H. Mohammed, M. N. Jaafar, J. Lee Yim Mei, et M. Baba, « Green retrofitting – A review of current status, implementations and challenges », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 67, p. 1360-1368, janv. 2017, doi: 10.1016/j.rser.2016.09.091.
- [40] ARDI rhone alpes - Entreprise innovation et Croissance durable, « Les freins à la rénovation énergétique des bâtiments ». 2015.
- [41] Anne Esser, Allison Dunne, Tim Meeusen, Simon Quaschnig, Denis Wegge, « Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU-Final report ». European Commission, Comprehensive study of building energy renovation activities and the uptake of nearly zero-energy buildings in the EU, 2019. Consulté le: janv. 13, 2021. [En ligne]. Disponible sur: [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1.final\\_report.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/1.final_report.pdf)
- [42] Journal de l'Union Européenne, « Directive (ue) 2018/844 du parlement européen et du conseil du 30 mai 2018 ». 156/7, 2018. Consulté le: janv. 13, 2013. [En ligne]. Disponible sur: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=EN>



- [43] J. Palm et K. Reindl, « Understanding barriers to energy-efficiency renovations of multifamily dwellings », *Energy Efficiency*, vol. 11, n° 1, p. 53-65, janv. 2018, doi: 10.1007/s12053-017-9549-9.
- [44] Simon Stendorf Sørensen (PLAN), Per Alex Sørensen (PLAN) & Anders Lou Bendtsen (PLAN), « Deliverable 2.1: Review of regulatory gaps and recommendations to facilitate city transformation processes WP2, Task 2.2 Policy & Regulation ». Projet SmartEnCity: Towards Smart Zero CO2 Cities across Europe, 2016.
- [45] Jonathan Volt, Sheikh Zuhaib & Sibyl Steuwer, « Benchmarking of promising experiences of integrated renovation services in Europe ». TURNKEY solution for home RETROFITting, 2019.
- [46] D. van Doren, M. Giezen, P. P. J. Driessen, et H. A. C. Runhaar, « Scaling-up energy conservation initiatives: Barriers and local strategies », *Sustainable Cities and Society*, vol. 26, p. 227-239, oct. 2016, doi: 10.1016/j.scs.2016.06.009.
- [47] MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER, EN CHARGE DES TECHNOLOGIES VERTES ET DES NÉGOCIATIONS SUR LE CLIMAT, *Arrêté du 29 septembre 2009 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label "haute performance énergétique rénovation"*. JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE, p. 2009. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.effinergie.org/images/stories/fichiers/label/20090929ArreteBBCrenovationFacSimile.pdf>
- [48] A. Kamari, S. R. Jensen, R. Corrao, et P. H. Kirkegaard, « A holistic multi-methodology for sustainable renovation », *International Journal of Strategic Property Management*, vol. 23, n° 1, p. 50-64, nov. 2018, doi: 10.3846/ijspm.2019.6375.
- [49] A. N. Nielsen, R. L. Jensen, T. S. Larsen, et S. B. Nissen, « Early stage decision support for sustainable building renovation – A review », *Building and Environment*, vol. 103, p. 165-181, juill. 2016, doi: 10.1016/j.buildenv.2016.04.009.
- [50] Yannis MERLET, Simon ROUCHIER, Arnaud JAY, Monika WOLOSZYN, « Couplage de l'optimisation multi-objectif avec la simulation thermique dynamique pour la rénovation de parcs de bâtiments », *Conférence IBPSA France – Bordeaux*.
- [51] A. Kamari, S. Jensen, M. Christensen, S. Petersen, et P. Kirkegaard, « A hybrid Decision Support System for Generation of Holistic Renovation Scenarios—Cases of Energy Consumption, Investment Cost, and Thermal Indoor Comfort », *Sustainability*, vol. 10, n° 4, p. 1255, avr. 2018, doi: 10.3390/su10041255.
- [52] Farzad Jalaei, Ahmad Jrade, et Mahtab Nassir, « Integrating Decision Support System (DSS) and Building Information Modeling (BIM) to Optimize the Selection of Sustainable Building Components », *ITcon*, vol. 20, p. 399-420, 2015.



- [53] D. Charlier, « Efficacité énergétique dans le bâtiment et paradoxe énergétique : quelles conséquences pour la transition énergétique ? », *rei*, n° 148, p. 229-262, déc. 2014, doi: 10.4000/rei.5985.
- [54] A. B. Jaffe et R. N. Stavins, « The energy-efficiency gap What does it mean? », *Energy Policy*, vol. 22, n° 10, p. 804-810, oct. 1994, doi: 10.1016/0301-4215(94)90138-4.
- [55] M. G. Bjørneboe, S. Svendsen, et A. Heller, « Initiatives for the energy renovation of single-family houses in Denmark evaluated on the basis of barriers and motivators », *Energy and Buildings*, vol. 167, p. 347-358, mai 2018, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.11.065.
- [56] IFOP, « Les Français, la transition énergétique et les économies d'énergie - Sondage Ifop pour Energie Perspective ». Energies Perspectives.
- [57] Annual Report of the Market Observatory for Energy et European Commission, « Europe's energy position-markets and supply ». 2010.
- [58] S. Ebrahimigharehbaghi, Q. K. Qian, F. M. Meijer, et H. J. Visscher, « Transaction costs as a barrier in the renovation decision-making process: A study of homeowners in the Netherlands », *Energy and Buildings*, vol. 215, p. 109849, mai 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.109849.
- [59] P. de Wilde, « The gap between predicted and measured energy performance of buildings: A framework for investigation », *Automation in Construction*, vol. 41, p. 40-49, mai 2014, doi: 10.1016/j.autcon.2014.02.009.
- [60] Myriam Humbert, Constance Lancelle, Jean-Alain Bouchet, Bassam Moujalle, « Bâtiments démonstrateurs PREBAT : retour d'expérience et premiers enseignements sur la performance réelle et sur les écarts calcul/mesure ». Conférence IBSA Bordeaux 2011.
- [61] D. Charlier, « Energy efficiency investments in the context of split incentives among French households », *Energy Policy*, vol. 87, p. 465-479, déc. 2015, doi: 10.1016/j.enpol.2015.09.005.
- [62] D. Krysiński, P. Nowakowski, et P. Dana, « Social Acceptance for Energy Efficient Solutions in Renovation Processes », *Proceedings*, vol. 1, n° 7, p. 689, nov. 2017, doi: 10.3390/proceedings1070689.
- [63] Johan Cré, Erwin Mlecnik, Irena Kondratenko, Pieter Degraeve, Joerie Aleksander Van der Have, Jeroen Vrijders, Johan Van Dessel, Trond Haavik, Synnöve Aabrekk, Satu Paiho, Olli Stenlund, Svend Svendsen, Lies Vanhoutteghem, Sanne Hansen, « Developing an integrated offer for Sustainable Renovations », 2012.
- [64] Mlecnik, et Erwin, « ADOPTION OF HIGHLY ENERGY-EFFICIENT RENOVATION CONCEPTS. », *Open House International*, vol. 35, n° 2, p. 39-48, 2010.





- [65] EROEN VRIJDERS, SANDRINE HERINCKX, ERWIN MLECNIK, IRENA KONDRATENKO, JOHAN CRE, « Execution of very low energy renovation through an integrated approach and application of new technology », *Conference: Passive House*, vol. Belgium, 2011.
- [66] Galiotto, N., Heiselberg, P., & Knudstrup, M-A, « The Integrated Renovation Process: case studies detailed report », *Department of Civil Engineering, Aalborg University*, n° 16, 2014, [En ligne]. Disponible sur: [https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/195916685/The\\_Integrated\\_Renovation\\_Process\\_case\\_studies\\_detailed\\_report.pdf](https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/195916685/The_Integrated_Renovation_Process_case_studies_detailed_report.pdf)
- [67] N. Galiotto, P. Heiselberg, et M.-A. Knudstrup, « The Integrated Renovation Process: application to family homes », *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability*, vol. 168, n° 6, p. 245-257, déc. 2015, doi: 10.1680/ensu.14.00020.
- [68] The American Institute of Architects et California Council, « Integrated Project Delivery: A Guide », 2007. Consulté le: nov. 25, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://help.aiacontracts.org/public/wp-content/uploads/2020/03/IPD\\_Guide.pdf](https://help.aiacontracts.org/public/wp-content/uploads/2020/03/IPD_Guide.pdf)
- [69] L. Teso, T. Dalla Mora, P. Romagnoni, et F. Peron, « European projects on district energy-renovations and Italian best practices », *E3S Web Conf.*, vol. 111, p. 03004, 2019, doi: 10.1051/e3sconf/201911103004.
- [70] P. A. Jensen et E. Maslesa, « Value based building renovation – A tool for decision-making and evaluation », *Building and Environment*, vol. 92, p. 1-9, oct. 2015, doi: 10.1016/j.buildenv.2015.04.008.
- [71] Université du Québec à Rimouski et Bruno Urli, « Méthode Omnicritère - méthode d'aide à la concertation, à la décision, et à la gestion de projet ». 2013. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1169003.pdf>
- [72] A. R. Campos, M. Marques, et R. Neves-Silva, « A decision support system for energy-efficiency investments on building renovations », in *2010 IEEE International Energy Conference*, Manama, Bahrain, déc. 2010, p. 102-107. doi: 10.1109/ENERGYCON.2010.5771656.
- [73] Hang Yin, « Decision support for building renovation strategies », *Snapshots of Doctoral Research at University College Cork*, 2011.
- [74] A. Kaklauskas, E. K. Zavadskas, et S. Raslanas, « Multivariant design and multiple criteria analysis of building refurbishments », *Energy and Buildings*, vol. 37, n° 4, p. 361-372, avr. 2005, doi: 10.1016/j.enbuild.2004.07.005.
- [75] Mathieu RIVALLAIN, *Etude de l'aide à la décision par optimisation multicritère des programmes de réhabilitation énergétique séquentielle des bâtiments existants*. 2013. Consulté le: janv. 18, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00861172/document>



- [76] Théo HENRIEL, *Réalisation d'un outil d'aide à la décision à destination d'un facilitateur de la rénovation énergétique de logement*. 2019.
- [77] A. Kylili et P. A. Fokaides, « European smart cities: The role of zero energy buildings », *Sustainable Cities and Society*, vol. 15, p. 86-95, juill. 2015, doi: 10.1016/j.scs.2014.12.003.
- [78] T. Häkkinen, M. Ala-Juusela, T. Mäkeläinen, et N. Jung, « Drivers and benefits for district-scale energy refurbishment », *Cities*, vol. 94, p. 80-95, nov. 2019, doi: 10.1016/j.cities.2019.05.019.
- [79] L. Pastore, R. Corrao, et P. K. Heiselberg, « The effects of vegetation on indoor thermal comfort: The application of a multi-scale simulation methodology on a residential neighborhood renovation case study », *Energy and Buildings*, vol. 146, p. 1-11, juill. 2017, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.04.022.
- [80] R. F. M. Ameen, M. Mourshed, et H. Li, « A critical review of environmental assessment tools for sustainable urban design », *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 55, p. 110-125, nov. 2015, doi: 10.1016/j.eiar.2015.07.006.
- [81] Binh K. Nguyena, Hasim Altan, « Comparative review of five sustainable rating systems », *2011 International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities*, 2011.
- [82] Richard G. Reed, Sara J. Wilkinson, Karl-Werner Schulte, et Anita Bilos, « International comparison of sustainable rating tools », *JOSRE*, vol. 1, n° 1, 2019, doi: 10.1515/9781400827688.1.
- [83] Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (France), *Rénovation énergétique de l'habitat: 15 initiatives de territoires*. Angers: ADEME, 2016.
- [84] Benigna Boza-Kiss et Paolo Bertoldi, « One-stop-shops for energy renovations of buildings Case studies ». European Commission, 2018. Consulté le: nov. 30, 2020. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/329362745\\_One-stop-shops\\_for\\_energy\\_renovations\\_of\\_buildings\\_Case\\_studies](https://www.researchgate.net/publication/329362745_One-stop-shops_for_energy_renovations_of_buildings_Case_studies)
- [85] Orlaith McGin Paul Moran, Jamie Goggins, « Key considerations in the design of a One-Stop-Shop retrofit model ». [En ligne]. Disponible sur: [https://www.turnkey-retrofit.eu/wp-content/uploads/CERI\\_2020-paper-McGinley-14th-August-Photo-Ready-Version-1.pdf](https://www.turnkey-retrofit.eu/wp-content/uploads/CERI_2020-paper-McGinley-14th-August-Photo-Ready-Version-1.pdf)
- [86] Julia Kircher, « Characterization of Services for One-Stop Shop and No-Stop-Shop in German e-government », 2019, [En ligne]. Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/338422957\\_Characterization\\_of\\_Services\\_for\\_One-Stop-Shop\\_and\\_No-Stop-Shop\\_in\\_German\\_e-government](https://www.researchgate.net/publication/338422957_Characterization_of_Services_for_One-Stop-Shop_and_No-Stop-Shop_in_German_e-government)
- [87] Golden, W., Hughes, M., & Scott, M., « The Role of Process Evolution in Achieving Citizen Centered E-Government. » Conference: 9th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2003, Tampa, FL, USA, 2003. [En ligne]. Disponible sur:



[https://www.researchgate.net/publication/220893611\\_The\\_Role\\_of\\_Process\\_Evolution\\_in\\_Achieving\\_Citizen\\_Centered\\_E-Government](https://www.researchgate.net/publication/220893611_The_Role_of_Process_Evolution_in_Achieving_Citizen_Centered_E-Government)

- [88] M. A. Wimmer, « Integrated Service Modelling for Online One-stop Government », *Electronic Markets*, vol. 12, n° 3, p. 149-156, sept. 2002, doi: 10.1080/101967802320245910.
- [89] T. Schuppan et S. Koehl, « One Stop Government: Stalled Vision or a Matter of Design? - Empirical Findings from Social Services in Germany », présenté à Hawaii International Conference on System Sciences, 2017. doi: 10.24251/HICSS.2017.296.
- [90] M. Kunstelj et M. Vintar, « Evaluating the progress of e-government development: A critical analysis », *IP*, vol. 9, n° 3,4, p. 131-148, mai 2005, doi: 10.3233/IP-2004-0055.
- [91] The European association of cities in energy transition - Inovates, « How to set-up a One-Stop-Shop for home energy renovation? » 2020.
- [92] renovation hub, « BetterHome : Business Model Fact Sheet ». One Stop Shop Model – ICT tool based. [En ligne]. Disponible sur: <https://renovation-hub.eu/>
- [93] Patricia Molina- Tecnalía Olatz Nicolas- Tecnalía Francisco Rodríguez- Tecnalía Josu Urriolabeitia – Surbisa Juan Luis Carmona - Surbisa Cristina Llamas - VISESA Patxi Hernandez – VISESA Sagrario Eneriz – EVE *et al.*, « D 2.1 – EE in Urban regeneration framework Report ». Projet FosterREG, 2015.
- [94] Kari Thunshelle (SINTEF) Karine Denizou (SINTEF) Åshild Hauge (SINTEF) Judith Thomsen (SINTEF), « D3.5 WP3 Protocol for participative deep renovation design and user motivation ». Projet Robust and Reliable technology concepts and business models for triggering deep Renovation and residential Buildings in EU (4RinEU), 2018.
- [95] N. Gohardani, T. Af Klintberg, et F. Björk, « Turning building renovation measures into energy saving opportunities », *Structural Survey*, vol. 33, n° 2, p. 133-149, mai 2015, doi: 10.1108/SS-09-2013-0034.
- [96] M. M. Sesana, M. Rivallain, et G. Salvalai, « Overview of the Available Knowledge for the Data Model Definition of a Building Renovation Passport for Non-Residential Buildings: The ALDREN Project Experience », *Sustainability*, vol. 12, n° 2, p. 642, janv. 2020, doi: 10.3390/su12020642.
- [97] Mariangiola Fabbri, « Understanding building renovation passports: customised solutions to boost deep renovation and increase comfort in a decarbonised Europe ». BPIE – Building Performance Institute Europe. [En ligne]. Disponible sur: [https://www.eceee.org/library/conference\\_proceedings/eceee\\_Summer\\_Studies/2017/6-buildings-policies-directives-and-programmes/understanding-building-renovation-passports-customised-solutions-to-boost-deep-renovation-and-increase-comfort-in-a-decarbonised-europe/](https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Summer_Studies/2017/6-buildings-policies-directives-and-programmes/understanding-building-renovation-passports-customised-solutions-to-boost-deep-renovation-and-increase-comfort-in-a-decarbonised-europe/)



- [98] M. M. Sesana et G. Salvalai, « A review on Building Renovation Passport: Potentialities and barriers on current initiatives », *Energy and Buildings*, vol. 173, p. 195-205, août 2018, doi: 10.1016/j.enbuild.2018.05.027.
- [99] Tobias Loga *et al.*, « Typology Approach for Building Stock Energy Assessment (TABULA) ». Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2012. Consulté le: janv. 13, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects>
- [100] Erwan Bocher Gwendall Petit Nicolas Fortin Sylvain Palominos, « H2GIS a spatial database to feed urban climate issues ». 9th International Conference on Urban Climate (ICUC9), Météo-France, 2015. Consulté le: janv. 19, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01179756>
- [101] data gouv, « Fichiers Fonciers Standards (MAJIC) - Millésime 2019 », *Jeux de données géographiques gouvernementales*, 2019. <https://geo.data.gouv.fr/fr/datasets/ce8ebd1986b06df851fdefcacf9e407b888beb5c5> (consulté le janv. 19, 2021).
- [102] *Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency*. 2018, p. 75-91. [En ligne]. Disponible sur: <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj>
- [103] Mariangiola Fabbri, Maarten De Groot, Oliver Rapf, « Building Renovation Passport Customized Roadmaps towards Deep Renovation and Better Home », [En ligne]. Disponible sur: [https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2017/01/Building-Passport-Report\\_2nd-edition.pdf](https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2017/01/Building-Passport-Report_2nd-edition.pdf)
- [104] K. Cho, J. Kim, et T. Kim, « Decision support method for estimating monetary value of post-renovation office buildings », *Can. J. Civ. Eng.*, vol. 46, n° 12, p. 1103-1113, déc. 2019, doi: 10.1139/cjce-2017-0692.
- [105] D. Anastaselos, S. Oxizidis, et A. M. Papadopoulos, « Energy, environmental and economic optimization of thermal insulation solutions by means of an integrated decision support system », *Energy and Buildings*, vol. 43, n° 2-3, p. 686-694, févr. 2011, doi: 10.1016/j.enbuild.2010.11.013.
- [106] Y.-K. Juan, J. H. Kim, K. Roper, et D. Castro-Lacouture, « GA-based decision support system for housing condition assessment and refurbishment strategies », *Automation in Construction*, vol. 18, n° 4, p. 394-401, juill. 2009, doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.006.
- [107] Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston, *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, Wiley. 2011.
- [108] L. Sanhudo *et al.*, « Building information modeling for energy retrofitting – A review », *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 89, p. 249-260, juin 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.03.064.



- [109] ELAHEH GHOLAMI, STEPHEN SHARPLES and SEPEHR ABRISHAMI, TUBA KOCATURK, « Exploiting BIM in Energy Efficient Refurbishment: A paradigm of future opportunities ». 29th Conference, Sustainable Architecture for a Renewable Future, Munich, Germany, 2013. Consulté le: janv. 19, 2021. [En ligne]. Disponible sur:  
[https://researchportal.port.ac.uk/portal/files/2564792/Exploiting\\_BIM\\_in\\_energy\\_efficient\\_refurbishment\\_A\\_paradigm\\_of\\_future\\_opportunities.pdf](https://researchportal.port.ac.uk/portal/files/2564792/Exploiting_BIM_in_energy_efficient_refurbishment_A_paradigm_of_future_opportunities.pdf)
- [110] M. Khaddaj et I. Srour, « Using BIM to Retrofit Existing Buildings », *Procedia Engineering*, vol. 145, p. 1526-1533, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.04.192.
- [111] D. Ilter et E. Ergen, « BIM for building refurbishment and maintenance: current status and research directions », *Structural Survey*, vol. 33, n° 3, p. 228-256, juill. 2015, doi: 10.1108/SS-02-2015-0008.
- [112] « BetterHome :Guichet unique de modèle industriel, Danemark, 2014 ». <https://www.betterhome.today/>
- [113] Artée et Energies Demain, « Appel à manifestation d'intérêt casbâ (carnet de santé numérique du bâtiment) pour la région nouvelle-aquitaine ».

