



Rapport intermédiaire du 31 octobre 2024

OPTIBAT- Méthodologie d'analyse de choix de scénario de rénovation énergétique OPTImal pour favoriser les appels d'offres groupés de propriétaires de BATiments



Source : [namR](#)



Date : 31.10.2024

Lieu : Berne

Prestataire de subventions :
Office fédéral de l'énergie OFEN
Section Recherche énergétique et cleantech
CH-3003 Berne
www.ofen.admin.ch

Bénéficiaires de la subvention :

HES-SO | HES-SO Valais/Wallis
Rue de Technopôle 1, 3960 Sierre
www.hevs.ch

HES-SO | HEIG-VD / IGT-LESBAT
Avenue des Sports 20, 1401 Yverdon-les-Bains
www.heig-vd.ch

HES-SO | HEIA-FR
Bvd de Pérolles 80, 1700 Fribourg
www.heia-fr.ch

Auteur(s) :
Stéphane Genoud, HEVS stephane.genoud@hevs.ch
Blaise Périsset, HEIG-VD blaise.perisset@heig-vd.ch

Suivi du projet à l'OFEN :
Anne-Kathrin Faust, Anne-Kathrin.Faust@bfe.admin.ch
Nadège Vetterli, nadege.vetterli@anex.ch

Numéro du contrat de l'OFEN : SI/502562-01

Les auteurs sont seuls responsables du contenu et des conclusions du présent rapport.



Résumé

Le projet OPTIBAT vise à développer une méthodologie pour favoriser les démarches groupées de rénovation énergétique afin de mutualiser les coûts d'investissement. Basée sur une approche multicritère, elle permettra également de favoriser à chaque étape de projet de rénovation énergétique la prise de décision rapide afin de combler le manque d'accompagnement et d'aide à la décision pour les propriétaires et de favoriser le développement de modèles de financement innovant.

Summary

The OPTIBAT project aims to develop a methodology to encourage grouped approaches to energy renovation in order to pool investment costs. Based on a mutual criterion approach, it will also promote rapid decision-making at each stage of an energy renovation project in order to fill the gap in support and decision-making assistance for owners and to promote the development of innovative financing models.



Table des matières

Résumé.....	3
Summary	3
Table des matières	4
Liste des abréviations.....	5
Liste des figures et des tableaux.....	6
1 Introduction.....	8
1.1 Contexte	8
1.2 Justification du projet.....	9
1.3 Objectifs du projet.....	10
1.3.1 Lien avec la méthode utilisée dans le cadre du développement de GROUP-IT Rénovation ..	10
2 Activités, méthodes, résultats et discussions	11
2.1 Introduction	11
2.2 Modèles innovants de financement (WP2).....	14
2.2.1 Résultats généraux.....	14
2.2.2 Point de vue personnel :.....	16
2.2.3 Établissement et offres	16
2.2.4 Modèles financiers innovants	18
2.2.5 Conclusions des interviews	24
2.2.6 Modèle innovant de financement de la rénovation : vers une approche hybride et collaborative	25
2.3 Synergie et mutualisation (WP3).....	27
2.3.1 Synergie territoriale (WP3.1)	27
2.3.2 Mutualisation des coûts (WP3.2).....	35
2.4 Facteurs de décisions et d'influence (WP4)	36
2.4.1 Mesures de rénovation (WP4.1).....	36
2.4.2 Facteurs d'aide à la décision territoriale et technique (WP4.2).....	37
2.4.3 Prérequis ou mesures annexes liées (WP4.3)	40
2.5 Méthodologie de standardisation des scénarios de rénovation et d'accompagnement du Maître d'ouvrage (WP5).....	41
2.5.1 Consommation énergétique de l'état existant (WP5.1).....	41
2.5.2 Enjeux de rénovation (WP5.2).....	59
2.5.3 Priorisation ou classement des mesures de rénovation (WP 5.3)	62
2.5.4 Consommation énergétique après rénovation (WP5.4)	67
2.5.5 Standardisation du processus d'accompagnement et d'aide à la décision (WP5.5)	67
3 Évaluation des résultats obtenus	73



4	Suite du projet.....	73
5	Coopération nationale et internationale.....	74
6	Conclusion	75
7	Bibliographie.....	76
8	Annexes.....	79
8.1	Annexe 1 : Questionnaire pour les banquiers	79
8.2	Annexe 2 : Compte-rendu interview Swisspor	88
8.3	Annexe 3 : Compte-rendu discussion avec Suissetec	91

Liste des abréviations

CAD	Chauffage à distance
CAT	Climate Action Tracker
CECB	Certificat Energétique Cantonal des Bâtiments
CPE	Contrat Performance Energétique
DUP	Durée d'utilisation de la puissance
EPG	Energy Performance Gap
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GRD	Gestionnaire de réseau de distribution
HEVS	Haute Ecole spécialisé Valais
IEM	Institut Entrepreneuriat et Management
OFS	Office Fédérale de la Statistique
PPE	Propriété Par Etage
SRE	Surface de Référence Energétique



Liste des figures et des tableaux

Figure 1 : Diagramme de vue d'ensemble du projet et des différents WP (HES-SO, 2023)	11
Figure 2 : Processus Modèles Financiers pour la Rénovation Énergétique	13
Figure 3 : Nuage de mots réalisé à la fin des interviews	15
Figure 4 : CPE, Swissesco (Source : Swissesco).....	19
Figure 5 : Modèle économique leasing	20
Figure 6 : Schéma avec une garantie du CCF	22
Figure 7 : Schéma avec une garantie de la Commune.....	23
Figure 8 : Schéma combinant les alternatives	25
Figure 9 : Parc bâtiments	27
Figure 10 : Répartition des maisons individuelles à un ou deux logements sur le territoire du "Grand Fribourg" en fonction de l'époque de construction (source : RenoBAT, HEIA-FR, 2023).	30
Figure 11 : Types constructifs des façades selon les époques de construction (source : eREN, HES-SO, 2017)	30
Figure 12 : Matérialisation et valeur U par époque de construction (source : Rénové le bâti, PPUR, 2012)	30
Figure 13 : Processus d'estimation de la consommation des bâtiments	42
Figure 14 : Distribution des années de construction des bâtiments	44
Figure 15 : Distribution des SRE [m2].....	45
Figure 16 : Part de bâtiments ayant subi une rénovation	46
Figure 17 : Nombres d'éléments rénovés par types de rénovation	46
Figure 18 : Types de chauffage.....	47
Figure 19 : Ancienneté des systèmes de chauffage	47
Figure 20 : Coûts de l'énergie, standard Suisse 2023 selon agent énergétique	48
Figure 21 : Consommation spécifique selon année de construction, source : energie-environnement.ch	49
Figure 22 : Valeur U [W/(m2·K)] selon année de construction du bâtiment et selon norme SIA 380/1	50
Figure 23 : Energy Performance Gap : Source GAPxPLORE	50
Figure 24 : Distribution des DUP	51
Figure 25 : Résultats attendus du sanity check selon cas de figure questionnaire	52
Figure 26 : Actions selon résultats du sanity check	53
Figure 27 : Résultats du sanity check	53
Figure 28 : Scores du sanity check par type de chauffage	54
Figure 29 : Méthodologie Sanity check	56



Figure 30 : Déperditions et apports d'énergie	57
Figure 31 : Consommation spécifique théorique vs réelle selon type de chauffage.....	58
Figure 32 : Stratégies de rénovation et solutions correspondantes (Projet pilote)	60
Figure 33 : Processus de classement des mesures de rénovation	64
Figure 34 : Comparatif des coûts de rénovations des stratégies de rénovations sur 20 ans	65
Figure 35 : Priorité des choix de rénovation thermique	65
Figure 36 : Gains de note CECB indicative et évaluation qualitative selon les stratégies de rénovation	66
Figure 37 : Stratégie de rénovation et état actuel selon vision 2050+	66
Figure 38 : Consommation d'énergie finale des bâtiments, Politique du bâtiment 2050+ (OFEN 2020)	67
Figure 39 : Processus d'accompagnement et d'aide à la décision	68
Figure 40 : Étapes de la réalisation du « Projet pilote Morges »	69
Figure 41 : carte des participants au WP7	75
Tableau 1 : Critères d'homogénéité	28
Tableau 2 : Types de propriétaires et motivations principales de rénovation	32
Tableau 3 : Mesures de rénovation.....	36
Tableau 4 : Résumé des principaux facteurs d'aide à la décision	39
Tableau 5 : Enjeux de rénovation et stratégies correspondantes.....	61
Tableau 6 : Évaluation des enjeux de rénovation	63



1 Introduction

1.1 Contexte

Le sixième rapport de Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) émis en août 2021, confirme les changements climatiques liés aux activités humaines et les émissions de gaz à effet de serre (GES) (IPCC, 2021). Afin de limiter le réchauffement climatique et ses conséquences pour la planète, il est primordial de réduire les émissions de GES.

Le Climate Action Tracker (CAT), suit l'action climatique des gouvernements, quantifie et évalue les objectifs, les politiques et les actions d'atténuation du changement climatique par rapport à l'objectif convenu lors de l'Accord de Paris. En consultant les données disponibles, aucun pays n'atteint une note globale compatible avec l'accord de Paris (CAT, 2021). La Suisse s'engage, elle aussi, à réduire ses émissions de GES d'au moins 50 % d'ici 2030 par rapport au niveau de 1990 et d'atteindre le net zéro à 2050, notamment dans le cadre de la contribution déterminée au niveau national¹ (Conseil Fédéral et al., 2022). Malgré cela, la note Globale CAT de la Suisse reste insuffisante (CAT, 2021). Il est important de noter que la Suisse n'a pas atteint son objectif de réduction de 20% des émissions de CO2 pour 2020 et qu'elle n'est pas non plus en voie d'atteindre son objectif de réduction de 50% pour 2030 (BAFU, 2023).

Le secteur immobilier affiche l'une des empreintes carbone les plus élevées tous secteurs confondus. Il contribue actuellement à 37 % des émissions annuelles mondiales de gaz à effet de serre (GES) et consomme environ 35 % de l'énergie mondiale (United Nations, 2022).

Une étude de l'Union européenne montre que l'apport de la rénovation énergétique du parc immobilier est crucial pour l'économie, la maîtrise et la réduction de la consommation d'énergie, l'impact social concernant la précarité énergétique et finalement le besoin d'innovation dans les solutions (European Commission, 2015).

Par exemple, en Angleterre, le concept « net-zero » implique non seulement la construction de nouvelles maisons plus écologiques, mais aussi la rénovation de quelques 26 millions de logements pour améliorer leur efficacité énergétique (Robins et al., 2020). L'enjeu principal, en Belgique, est la rénovation et l'amélioration de la performance des bâtiments existants. Il s'agit de leur premier pas vers la conservation de l'énergie en termes de quantité et de facilité (Ruellan, 2016). La rénovation énergétique des bâtiments fait partie des politiques climatiques des pays, car le parc immobilier peut contribuer et contribuera, plus que tout autre secteur, à la réalisation des objectifs énergétiques de 2050. Les raisons de ce constat sont, d'une part, l'importance du secteur en termes de demande d'énergie et d'émissions de CO2 et, d'autre part, le potentiel technico-économique des nouvelles solutions. En effet, il est possible d'économiser jusqu'à 60 % des coûts de chauffage et donc de diminuer son impact CO2 avec une meilleure isolation thermique et des fenêtres plus étanches (SuisseEnergie, 2022). Tous les experts sont unanimes, les solutions sont connues et techniquement matures, c'est leur déploiement qui est très compliqués.

Pour la Suisse, le constat n'est pas très différent. Les bâtiments représentent 40 % de la consommation d'énergie totale, dont 49 % en énergie fossile et un tiers des émissions de CO2 néfastes pour le climat (OFEN & OFEV, 2020, p. 202). Le taux de rénovation des bâtiments en suisse est inférieur à 1 % par année (Thalmann, 2016). Pour atteindre les objectifs fixés, ce taux devrait au minimum être doublé,

¹ La "contribution déterminée au niveau national" (CDN) est un terme utilisé dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat. Chaque pays signataire de l'Accord de Paris soumet une CDN, qui est essentiellement son plan pour réduire les émissions de GES et lutter contre le changement climatique.



sinon un siècle sera nécessaire avant que les bâtiments n'atteignent un standard conforme aux exigences (Jorio, 2020), alors que la Suisse s'est engagé vers un objectif de zéro net dans 25 ans.

Réduire fortement la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ des bâtiments déjà construits est un grand défi qui nécessite d'optimiser toutes les mesures possibles sur le bâtiment (Maus et al., 2016). En Suisse le programme de rénovation énergétique des bâtiments est l'une des premières mesures de la Stratégie énergétique 2050 (OFEN, 2020). Plus de la moitié (57 %) de la construction en Suisse est constituée de maisons individuelles, une stratégie de rénovation axée sur celles-ci est donc pertinente.

Il est évident qu'en théorie, le bâtiment le plus durable est celui qui n'est pas construit. Les données démontrent que le fait de se concentrer sur l'efficacité du parc immobilier existant aura un impact bien plus important que ne pourrait avoir la construction de nouveaux bâtiments net zéro carbone (Walker, 2021).

1.2 Justification du projet

Dans le cadre de la transition énergétique, l'augmentation de la production ne suffit malheureusement pas. La rationalisation de notre consommation est également l'un des éléments centraux de la transition. La rénovation des bâtiments permettrait de réduire par deux, dans le cas d'une rénovation complète, les besoins en chaleur du parc immobilier suisse (SuisseEnergie, 2022).

Dans ce sens, le projet OPTIBAT a été soumis à l'Office fédérale de l'énergie (OFEN) afin d'obtenir un financement pour l'élaboration d'une méthodologie d'analyse de choix de scénario de rénovation énergétique.

En effet, une étude réalisée au Danemark (Bjørneboe et al., 2018) relève que les barrières à la rénovation énergétique sont réparties en trois catégories principales ; (a) **l'information** : comment la communication et l'éducation peuvent-elles être utilisées pour accroître la sensibilisation de manière à promouvoir la rénovation énergétique ; (b) **le financement** : c'est-à-dire l'aspect économique d'une rénovation, les subventions, etc. ; et (c) **le processus** : y compris le contexte technique et social, la prise de décision et la réglementation.

Dans cet esprit, Le projet OPTIBAT vise à simplifier le processus de rénovation en proposant des alternatives de **financement** et dans la proposition d'un **processus** qui encourage les démarches groupées pour mutualiser les coûts d'investissement et cherche à faciliter la prise de décision rapide à chaque étape du projet de rénovation, ceci pour accompagner efficacement le propriétaire.

Ainsi, le projet développe une méthodologie qui permettrait d'accélérer les rénovations énergétiques et de contribuer à atteindre les objectifs fixés par la Confédération (OFEN, 2023). De plus, la barrière du financement est un défi majeur que le projet OPTIBAT cherche à surmonter. Les établissements financiers sont à la recherche d'investissements dans le domaine de la transition énergétique, mais ils sont confrontés à des difficultés pour évaluer les données de rénovation pour les bâtiments de petites dimensions, tels que les maisons individuelles (rencontres HES-SO et établissements financiers, WP 2.1). Cette difficulté entrave leur capacité à proposer des offres de financement originales, autres que l'hypothèque, compromettant ainsi la facilité d'accès aux ressources nécessaires pour ces projets de rénovation énergétique.

Le projet OPTIBAT est pluridisciplinaire et développé entre plusieurs HES de Suisse Romande. Il regroupe des compétences en ingénierie, en architecture et en économie en lien avec le domaine du bâtiment. Cette approche multidisciplinaire favorise une stratégie de rénovation globale et intégrée dans une démarche d'un développement durable.



1.3 Objectifs du projet

Le projet OPTIBAT propose une approche complète pour soutenir la rénovation énergétique d'un ensemble de bâtiments situés dans la même zone communale par le biais d'un appel d'offres groupé. Il cible spécifiquement les propriétaires de logements individuels ou de petits immeubles collectifs (surface de plancher inférieure à 500 m²).

Les principaux objectifs du projet OPTIBAT, définis dans le dépôt du projet, sont les suivants :

- Identifier des synergies au niveau de la commune, des bâtiments et des mesures de rénovation qui facilitent le regroupement des projets de rénovation, permettant ainsi de mutualiser les coûts et de promouvoir des modèles de financement innovants.
- Proposer une liste de critères techniques et économiques pour rapidement déterminer les mesures de rénovation applicables répondant aux besoins des propriétaires.
- Développer une standardisation du processus décisionnel et de l'accompagnement des propriétaires en groupe afin de surmonter les principaux obstacles, tels que le manque de soutien et d'aide à la prise de décision.

Pour atteindre ces objectifs, le projet se penche sur des questions clés définies lors du dépôt :

- Identification des paramètres importants au niveau communal (règlements, stratégies, géographie, etc.) ou des mesures de rénovation qui facilitent la mutualisation des coûts et favorise des modèles de financement innovants.
- Uniformisation et standardisation des approches de rénovation, et le cas échéant, définition des paramètres essentiels à considérer pour orienter ces stratégies en fonction de la localisation, de l'orientation, de la typologie des bâtiments et de l'influence des utilisateurs (paramètres définis lors du dépôt).

Le projet OPTIBAT prévoit de mettre au point une méthode et un outil pour accompagner les propriétaires dans une démarche collective, visant ainsi à mutualiser les coûts de rénovation (investissements, études, etc.). Cette approche multicritère intégrera des aspects techniques et économiques pour faciliter la prise de décision à chaque étape du projet de rénovation énergétique.

1.3.1 Lien avec la méthode utilisée dans le cadre du développement de GROUP-IT Rénovation

Le projet OPTIBAT s'intégrera au projet GROUP-IT Rénovation (GROUP-IT RE), actuellement en cours de développement par l'institut Entrepreneuriat et Management (IEM) de la HEVS. GROUP-IT RE est un processus d'accompagnement des propriétaires de maisons individuelles et de petites PPE (Propriétés par étages) dans leurs démarches de rénovation, incluant la mise en place d'un appel d'offres groupé. Dans le cadre de ce développement, un projet pilote est en cours dans la région de Morges (appelé « projet pilote Morges » dans ce rapport). **Les principales étapes prévues et faisant partie du « projet pilote Morges »**, correspondants à celles imaginées dans le développement de GROUP-IT Rénovation, sont décrites brièvement dans le chapitre 2.5.5.



2 Activités, méthodes, résultats et discussions

2.1 Introduction

Le projet OPTIBAT se décline en deux axes principaux :

- **L'axe économique**, principalement traité dans les WP2 et WP3.2, vise à optimiser les aspects financiers du processus de rénovation : modèles de financements pour les particuliers et mutualisation des coûts dans un processus de rénovation groupé.
- **L'axe technique** (WP3, WP4, et WP5) se concentre sur les aspects processus et opérationnels de la rénovation.

Le diagramme ci-dessous présente une vue d'ensemble des différents WP.

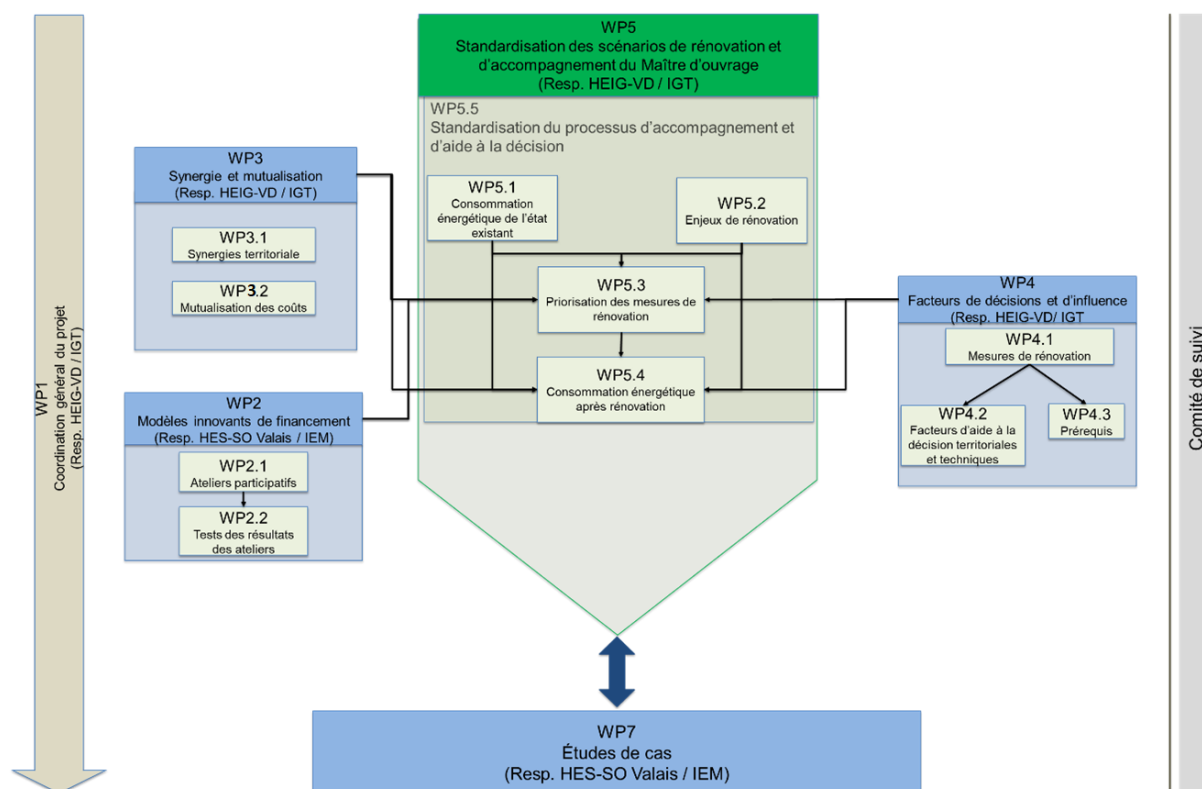


Figure 1 : Diagramme de vue d'ensemble du projet et des différents WP (HES-SO, 2023)

Axe économique

La première partie de l'axe économique traitée dans ce rapport concerne le développement de modèles de financement innovants. La méthode est brièvement décrite ci-dessous.

Nous avons effectué une analyse de la littérature existante. Forts de cette compréhension approfondie, nous avons élaboré un questionnaire ciblé destiné aux acteurs financiers (disponible en annexe 8.1). L'objectif était de valider certains aspects et d'explorer de nouvelles pistes de réflexion pour des modèles financiers novateurs. Les entretiens ont été menés avec les parties prenantes financières



concernées. Ces échanges ont permis de soumettre à l'épreuve les différentes hypothèses financières émergentes, enrichissant ainsi notre compréhension du contexte financier et contribuant à la création de solutions pertinentes. Voici les 3 hypothèses émergentes :

- **Hypothèse 1 : Modèles économiques alternatifs à l'hypothèque standard pour la rénovation énergétique des petits et moyens bâtiments**

Il existe d'autres modèles économiques, en plus de l'hypothèque standard, qui pourraient être adaptés à la rénovation énergétique des petits et moyens bâtiments (SRE < 500 m²). Cependant, ces modèles ne sont pas encore appliqués en raison de critères spécifiques à remplir, tels que la rentabilité à court terme, la gestion du risque et la complexité administrative. Le développement de nouveaux critères d'évaluation, notamment des structures de coûts réduits et des mécanismes de garantie, pourrait permettre leur application.

- **Hypothèse 2 : Impact des appels d'offres groupés sur l'adoption de modèles de financement alternatifs**

L'augmentation des coûts d'investissement liée à l'application d'appels d'offres groupés pourrait stimuler l'adoption de modèles de financement alternatifs, en particulier pour des projets de rénovation énergétique. En mutualisant les ressources et en augmentant l'échelle des projets, ces appels d'offres pourraient améliorer l'attractivité pour les financeurs en réduisant les coûts par unité et en répartissant les risques.

- **Hypothèse 3 : Intégration des économies d'énergie comme critère de choix des modèles de financement**

Les économies d'énergie réalisées par la rénovation énergétique peuvent être intégrées comme un critère central dans le choix du modèle de financement. Des financements basés sur les performances énergétiques pourraient encourager les établissements financiers à offrir des conditions avantageuses, en reliant le remboursement ou la structuration du prêt aux gains réalisés grâce aux économies d'énergie.

Les parties prenantes interrogées provenaient de 12 différents types d'établissements financiers, incluant des banques, des caisses de pension, des financeurs spécialisés dans le leasing et des gestionnaires de fonds. Parmi les banques, l'échantillon représentait divers types d'établissements, allant des banques cantonales aux banques privées, en passant par des coopératives bancaires et des institutions internationales. Bien que les entretiens aient été réalisés avec des représentants basés en Suisse romande, plusieurs des banques ont un rayonnement international. Par respect pour la demande d'anonymat des établissements et des interlocuteurs, les noms spécifiques ne sont pas mentionnés.

Les établissements financiers ont été contactés par mail ou téléphone, et les rencontres se sont déroulées soit en physique, soit en ligne (avec vidéo lorsque possible). Les discussions étaient guidées par un guide d'entretien détaillé, également disponible en annexe 8.1. Les fonctions des 16 personnes interrogées variaient entre directeur ou membre de direction, conseiller à la clientèle, responsable du département crédit, et responsable produits. Ces personnes occupaient des positions hiérarchiques variées, impliquant des degrés de responsabilité stratégique différents selon leurs rôles.

Le questionnaire était structuré en trois sections : la première explorait les opinions personnelles des interviewés concernant la rénovation dans des contextes privés et professionnels ; la deuxième recueillait des données sur l'établissement et les produits offerts ; tandis que la troisième testait les hypothèses liées à de nouvelles solutions financières. Les résultats des interviews ont permis d'éliminer certains modèles de financement tout en identifiant de nouveaux acteurs financiers prêts à proposer des solutions innovantes.



Le schéma ci-après illustre le processus réalisé pour répondre au WP 2.1

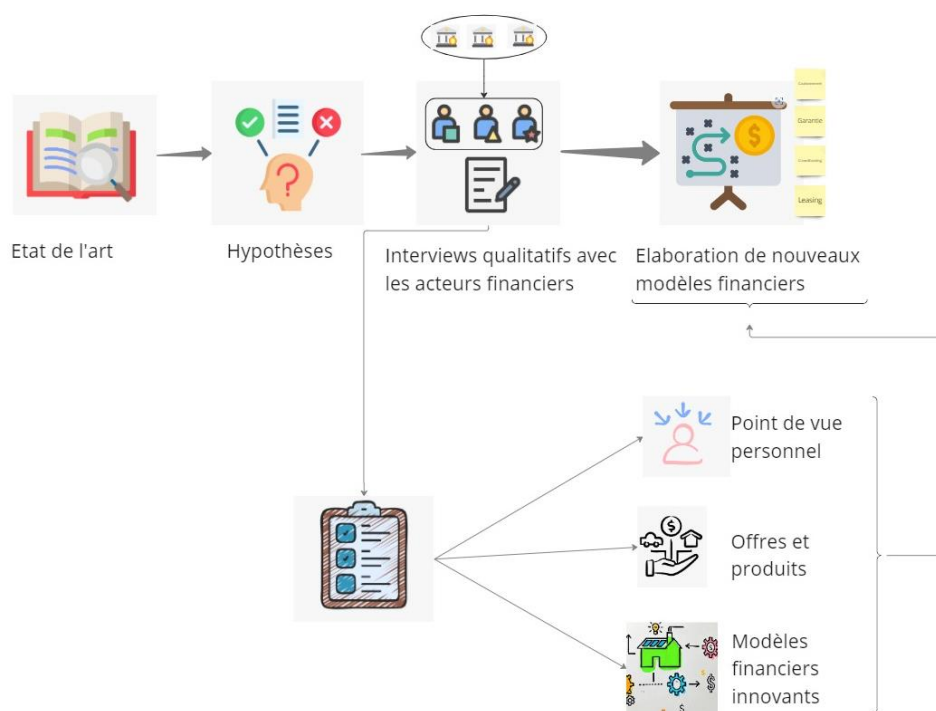


Figure 2 : Processus Modèles Financiers pour la Rénovation Énergétique

La prochaine étape consistera à développer ces solutions afin de les intégrer dans des cas pratiques, conformément au WP 2.2. Les détails de cette approche, ainsi que les modèles financiers innovants, seront présentés dans le chapitre 2.2.6. Ce dernier décrira les différentes options envisagées, ainsi que les ajustements nécessaires pour leur mise en œuvre concrète. L'objectif est d'élaborer des scénarios applicables au financement de la rénovation et d'étudier leur faisabilité pour des projets de rénovation énergétique.

La seconde partie de l'axe économique concerne principalement le processus de mutualisation des coûts (WP3.2). La méthode utilisée pour répondre à cette seconde partie sera des enquêtes (interviews et questionnaires) auprès des fabricants de matériaux, de fournisseurs d'installations techniques, d'architectes, d'entreprises générales et d'artisans. Cette seconde partie est en cours d'élaboration et sera développée dans le rapport final.

Axe Technique

Les aspects techniques à développer dans le cadre du projet OPTIBAT sont regroupés dans les WP3 à 5 selon la requête financière OFEN "OPTIBAT". La procédure et méthode appliquée est différente pour les trois WP.

La réalisation du WP3 s'appuie sur des études existantes sur les synergies territoriales, des interviews et la réalisation d'un questionnaire. La documentation existante a permis d'appréhender la thématique et d'établir une base de discussions avec les professionnels pour effectuer des interviews. Cette partie (interviews) est encore en cours de réalisation. Le questionnaire a pour objectif d'avoir un retour global



dans différents secteurs d'activité de la construction. La réalisation des interviews permettra également d'enrichir les réflexions pour les autres WP.

La réalisation du WP4 s'appuie sur des projets de R&D réalisés, des documents de références (lois, réglementation, etc.), des interviews et le retour du comité de suivi. Les résultats des projets de recherche déjà réalisés ont servi de base de travail, puis celui-ci a été complété avec les informations issues de documents de références.

Le WP5 traite de manière générale de la **quantification énergétique et économique** des différents scénarios de rénovation ainsi que de leur priorisation. Ce WP s'appuie sur des projets développés par les partenaires du projet, des recherches bibliographiques et sur des approches terrain existantes (méthode empirique).

Le WP6 vise à transposer la standardisation élaborée dans le WP5 en une plateforme internet intégrée à un géoportail SIG. Cette plateforme permettrait de mettre en œuvre une méthode d'accompagnement et d'aide à la décision pour chaque bâtiment participant au projet GROUP-IT RE ou à des initiatives similaires. Ce WP n'est pas financé par le projet OPTIBAT.

Le WP7 vise à valider et intégrer la standardisation des processus développés dans GROUP-IT RE et OPTIBAT en collaboration avec des communes pilotes. Deux études de cas permettront d'abord de tester, puis d'ajuster la méthode d'appels d'offres groupés pour la rénovation énergétique. Actuellement le premier projet pilote se déroule sur la Région Morges, avec 10 communes participantes et 90 participants à la phase de pré-évaluation. Ce premier projet se terminera d'ici à l'été 2025. Un second projet pilote avec la commune de Lausanne va démarrer fin 2024. Les étapes de ce second projet se déroulant après les étapes du projet sur la région Morges, une adaptation pourra être effectuée en vue de tester un processus plus approfondi.

2.2 Modèles innovants de financement (WP2)

2.2.1 Résultats généraux

Les entretiens ont révélé plusieurs constats clés concernant les solutions de financement pour la rénovation énergétique, avec des tendances claires et des problématiques spécifiques :

- **Prédominance de l'emprunt hypothécaire :**
L'emprunt hypothécaire reste la solution la plus couramment utilisée pour financer des rénovations. Bien que des alternatives comme le leasing ou le crédit à la consommation existent, elles sont rarement utilisées, et seule une institution offre un produit hybride qui se rapproche de l'hypothèque.
- **Problèmes rencontrés par les particuliers :**
Plusieurs obstacles freinent les projets de rénovation des propriétaires privés :
 - **Lourdeur administrative** pour obtenir des subventions ou des permis de construire.
 - **Perception élevée des coûts**, souvent associée à une approche émotionnelle irrationnelle des propriétaires.
 - **Manque de solutions adaptées** aux copropriétés, en particulier pour les PPE, où les décisions collectives sont difficiles à prendre.
- **Valorisation variable des rénovations :**
Les banques valorisent différemment les travaux de rénovation, notamment à cause des coûts des matériaux et de la disponibilité des artisans. De plus, les évaluations immobilières ne reflètent pas toujours correctement les améliorations écologiques des bâtiments.



2.2.2 Point de vue personnel :

Pour la partie « **point de vue personnel** », les financiers interviewés (voir axe économique chapitre 2.2) ont soulevé plusieurs problématiques majeures dans le domaine de la rénovation immobilière :

- Tout d'abord, ils ont constaté une **lourdeur administrative** significative lorsqu'il s'agissait d'obtenir des subventions ou des permis de construire pour la rénovation. Les règlements communaux complexes ont tendance à entraver les activités de rénovation, prolongeant ainsi les délais et augmentant les coûts.
- En parlant de coûts, la perception selon laquelle **la rénovation est une entreprise coûteuse** pour les propriétaires privés a été identifiée comme un obstacle important. Cette perception peut être influencée par une donnée émotionnelle importante qui entre en jeu lorsqu'on envisage de modifier sa résidence privée. Parfois, les décisions des propriétaires sont irrationnelles, car ils ne réalisent pas toujours l'importance de mettre de côté des fonds pour les rénovations ou l'entretien de leur bien.
- De plus, **la valorisation des travaux de rénovation varie considérablement d'un établissement bancaire à l'autre**. Les prix des matériaux sont également un facteur non négligeable, ce qui peut contribuer à rendre les projets de rénovation plus onéreux que prévu. Par ailleurs, la disponibilité d'artisans compétents dans des délais raisonnables peut poser problème, ce qui entraîne souvent des retards dans les projets.
- Enfin, la dernière problématique relevée concerne les propriétés par étage (PPE), qui sont souvent des bâtiments intéressants à rénover du fait qu'ils ont un plus grand impact. Cependant, **les copropriétaires ont souvent du mal à s'entendre sur les décisions à prendre**, et il existe peu de solutions financières adaptées à cette forme juridique spécifique. Cela peut entraîner une paralysie des projets de rénovation au sein de ces structures, malgré leur potentiel de valorisation.

Lorsqu'on aborde le sujet des rénovations auprès des banquiers, il est frappant de constater que l'association la plus courante qui leur vient à l'esprit concerne généralement l'installation de panneaux solaires ou de bornes électriques, mais rarement une rénovation complète. Il est intéressant de noter qu'un seul participant a établi un lien entre la rénovation et la durabilité, mettant en avant l'importance de rénover dans une optique de réduction de l'empreinte écologique. Dans l'ensemble, lorsque le terme "rénovation" est évoqué sans plus de détails, les financiers ont tendance à penser à des coûts oscillants entre environ 50 000 et 150 000 CHF. En fin de compte, le discours sur la rénovation par rapport à la construction reste relativement neutre chez les financiers, qui ne semblent pas privilégier l'une ou l'autre de ces alternatives, laissant la décision finale à leurs clients.

2.2.3 Établissement et offres

La partie du questionnaire axée sur « **l'établissement et son offre de produits** » a révélé plusieurs constats importants :

- **Hypothèque : le pilier du financement de biens immobiliers :**
Tout d'abord, il est clair que l'hypothèque demeure la première solution proposée aux personnes à la recherche de financement pour leurs rénovations. Bien que le leasing ou le crédit à la consommation soient parfois mentionnés, un seul établissement offre une offre spécifique pour la rénovation dans ce domaine et il s'agit surtout d'un produit hybride qui se rapproche du fonctionnement de l'hypothèque.



Cependant, lorsque la solution de l'emprunt hypothécaire n'est pas envisageable, la principale cause est souvent le manque de fonds propres ou des problèmes liés à la capacité d'endettement.

- **Problématiques de fonds propres :**

Pour pallier le manque de fonds propres, les solutions suggérées par les établissements interrogés comprennent le recours à des dons familiaux, la prise en considération des subventions à obtenir, l'utilisation des avoirs de prévoyance, ou même le report de la rénovation pour permettre une période d'épargne supplémentaire.

- **Problématique de capacité d'endettement / capacité financière :**

En ce qui concerne la capacité financière insuffisante, il convient de noter que celle-ci est calculée en fonction du ratio entre les charges et les revenus.

Les revenus pris en compte sont :

- les revenus bruts des personnes qui contractent un prêt (salaires, rentes...).

Les charges, quant à elles, comprennent :

- le taux d'intérêt du prêt calculé de manière théorique à 5%,
- l'amortissement (qui se calcule sur le remboursement du 1er rang sur 15 ans lorsqu'on parle de résidence principale, mais représente en général environ 1% du montant du crédit), ainsi que
- les frais d'entretien, qui correspondent généralement à environ 1% de la valeur du bien. Ce dernier point est modulable en fonction de la politique de l'établissement.

Il a été suggéré que pour améliorer la capacité d'endettement, les économies d'énergies résultant de la rénovation pourraient être prises en compte afin de soit augmenter les revenus, soit diminuer les charges. Il est important de noter que les établissements bancaires exigent généralement des preuves documentées provenant de sources définies comme « sûres » par leur soin pour prendre en considération cet aspect. Cela signifie que pour que les économies d'énergie influent favorablement sur la capacité financière, il faut deux conditions :

- fournir des preuves tangibles de ces économies ET
- que l'établissement accepte de tenir compte de frais d'entretien réels (ou qu'il les considère comme augmentation de revenus)

Par ailleurs, il est important de préciser que peu d'établissements bancaires ont un retour d'expérience avec les installations photovoltaïques (PV) et ceux qui l'ont, les considère comme peu rentables. Si la rentabilité du photovoltaïque n'est pas valorisée, l'obtention de financements basés sur les économies potentielles générées par des rénovations complètes ne semble pas aisément acquise.

En résumé, pour améliorer sa capacité financière, il est obligatoire d'influer positivement sur ses charges et ses revenus, mais il peut être difficile de le faire en tirant profit des économies d'énergie résultant de la rénovation que l'on envisage, alors que dans beaucoup de cas observés, la rénovation est rentable, c'est-à-dire qu'elle a un temps de retour plus faible que la durée de vie de l'installation.

- **Évaluation immobilière et nouveaux enjeux réglementaires :**

En complément, il convient de noter que l'évaluation de la valeur d'un bien immobilier, utilisée par les banquiers pour déterminer l'éligibilité à un prêt, repose généralement sur une méthodologie standardisée qui ne prend pas toujours suffisamment en compte les rénovations ou les aspects écologiques du bâtiment. Cette évaluation est souvent basée sur des méthodes hédonistes qui peuvent ne pas refléter précisément la valeur réelle du bien, en particulier après des rénovations. La valorisation des rénovations peut être un défi, car les banques ont tendance



à utiliser des modèles qui ne permettent pas de détailler correctement les améliorations apportées au bâtiment ce qui implique une connaissance de leur propre parc immobilier très lacunaire et, par conséquent, cela peut affecter la précision de leurs évaluations et la valeur de la garantie qu'elles détiennent et donc les exposer à un risque plus important qu'espéré.

En outre, la sensibilité personnelle de l'évaluateur face au thème de la rénovation peut jouer un rôle important dans le processus d'estimation, ce qui peut entraîner des variations dans les évaluations de la valeur du bien. L'état du Valais a mis en place, en 2023, la formation de facilitateur qui permet d'avoir des notions sur le thème de la rénovation. Les banques ont la possibilité d'y inscrire leurs conseillers afin de les sensibiliser à la rénovation. Certains établissements, ont choisi cette option pour convenir aux exigences de la nouvelle « directive pour les fournisseurs d'hypothèques relatives à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments (ASB, 2022) » émise par l'Association Suisse des Banques (ASB).

En effet, il convient de souligner que la réglementation bancaire suisse a connu une évolution notable, exigeant la mise en place d'une nouvelle directive sur la rénovation en janvier 2024. Cette directive est émise par l'ASB et touche ses membres et les institutions qui suivent les recommandations de l'ASB. Elle demande à ce que dans le cadre du conseil en financement immobilier, il y ait lieu d'aborder la préservation à long terme de la valeur, que le financement d'immeubles durables et non-durables diffèrent et qu'un accent sur la formation des conseillers soit mis. Il est ressorti des entretiens que de nombreuses institutions financières tentent de résoudre les défis futurs en s'appuyant sur des solutions du passé. Bien qu'il n'existe pas de freins juridiques majeurs à la mise en œuvre de ces solutions innovantes, la plupart des acteurs du secteur se concentrent sur des points tels que la formation de leurs conseillers, l'assouplissement des ETP (Except to Policy), la prise en charge des coûts liés au CECB+ (Certificat Énergétique Cantonal des Bâtiments, nécessaire pour les subventions), ou encore la proposition de taux d'intérêt plus avantageux pour les clients lorsqu'ils entreprennent des emprunts pour des projets de rénovation.

2.2.4 Modèles financiers innovants

La dernière partie du questionnaire proposait des pistes de réflexion concernant des « **modèles financiers innovants** ». Ces propositions comprenaient un schéma de cautionnement, un financement par un fonds d'investissement et un Contrat de Performance Énergétique (CPE). Chacune de ces pistes visait à explorer de nouvelles approches. Cette section du questionnaire a suscité un vif intérêt parmi les participants. Les modèles sont décrits ci-dessous.

- CPE

Lors des entretiens avec les personnes interrogées, il est apparu que la notion de CPE était largement méconnue. En effet, très peu de répondants étaient familiers avec ce concept, et nombre d'entre eux confondaient souvent le CPE avec le contracting². De plus, la question de la rentabilité du CPE, dans le secteur privé, suscitait des interrogations et des doutes. Les acteurs financiers semblaient plutôt réticents à l'adopter, affichant une certaine prudence vis-à-vis de ce modèle. En effet, les économies réalisées servent à payer l'investissement petit à petit, comme le montre le schéma ci-dessous (le processus du CPE expliqué aux personnes interviewées est détaillé dans l'annexe 8.1). Bien que ce modèle puisse être efficace pour les bâtiments publics, il n'est pas toujours adapté pour le secteur privé. En effet, les investissements

² Le contracting est un processus par lequel une entreprise ou un particulier conclut un contrat pour l'installation et la maintenance d'un système d'énergie solaire photovoltaïque sur son toit. L'entreprise qui installe le système exploite le toit et vend l'électricité produite au client à un tarif préférentiel et généralement fixe, permettant ainsi au client de bénéficier de prix de l'électricité plus stables et prévisibles sans devoir faire l'investissement initial.



initiaux pour des rénovations complètes peuvent être très élevés, et les économies d'énergie réalisées ne sont pas toujours suffisantes pour rembourser rapidement l'investissement. Par conséquent, le CPE peut ne pas être une solution viable pour les propriétaires privés à qui il manque des fonds.

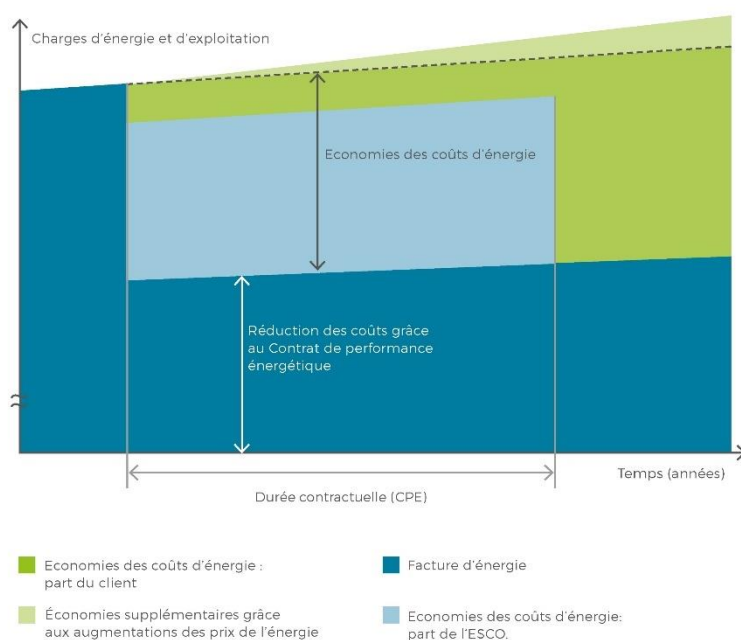


Figure 4 : CPE, Swissesco (Source : Swissesco)

- Fonds

Les établissements bancaires proposent tous des fonds "verts" qui mettent en avant diverses thématiques environnementales louables. Cependant, un constat se dégage : aucun de ces fonds ne semble spécifiquement axé sur la rénovation, un aspect essentiel de la transition écologique. Des personnes interrogées expriment un besoin : la création d'un fonds d'investissement à impact régional. Un tel fonds pourrait jouer un rôle majeur en favorisant la rénovation énergétique des bâtiments et des infrastructures au niveau local, contribuant ainsi de manière significative à l'atteinte des objectifs environnementaux tout en stimulant l'économie régionale.

Il est important de relever qu'un des gestionnaires de fonds interviewé propose depuis peu un fond qui finance les panneaux solaires chez les particuliers. Toutefois pour des raisons légales, son action se concentre uniquement sur l'installation de PV non-intégré et est extensible aux rénovations « mobiles ». En effet, leur solution s'apparente à celle du leasing et l'aspect "amovible" est essentiel, tout comme la conformité aux lois sur la propriété. Leur solution bénéficie du soutien d'investisseurs locaux de premier plan, constitués de banques et de caisses de prévoyance suisses. Pour chaque projet, le fonds peut mettre à disposition le financement au travers d'une société d'exploitation de droit suisse qui aura la charge du pilotage du projet et de la contrepartie du contrat énergétique.

- Leasing

Le leasing financier est une méthode de financement pouvant être utilisée par les particuliers pour l'acquisition de biens immobiliers. Dans ce processus, un contrat est conclu avec une société de leasing ou une institution financière, laquelle procède à l'achat de l'actif désiré. Par la suite, cet actif est loué au particulier pour une période déterminée. Tout au long de ce contrat,



des paiements de loyers réguliers sont effectués à la société de leasing. Cette option est particulièrement intéressante pour les projets de rénovation énergétique, car elle permet de répartir les coûts initiaux tout en réalisant des économies d'énergie à long terme. Cependant, il est important de noter qu'aucune des banques interrogées proposent cette alternative. La loi sur le crédit à la consommation (LCC), spécifie de manière précise les critères pour éviter le surendettement, ce qui peut souvent être un frein pour le particulier. De plus, dans le cas de la rénovation, l'objet loué devant être amovible pour pouvoir servir de garantie, une grande partie des travaux est à exclure.

Une des personnes interviewées proposant des solutions de leasing de led aux communes s'est montré intéressé à déployer une alternative pour le leasing de la rénovation pour un groupement de particuliers. Cet intermédiaire fait le lien entre le preneur de leasing et la banque (bailleur de fonds) qui fournit le leasing.

Actuellement le modèle économique sur lequel fonctionne ce partenaire est le suivant :

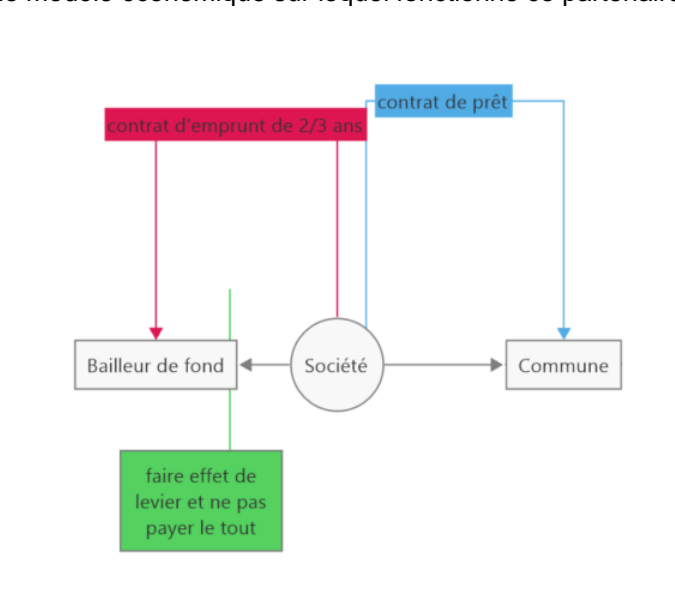


Figure 5 : Modèle économique leasing

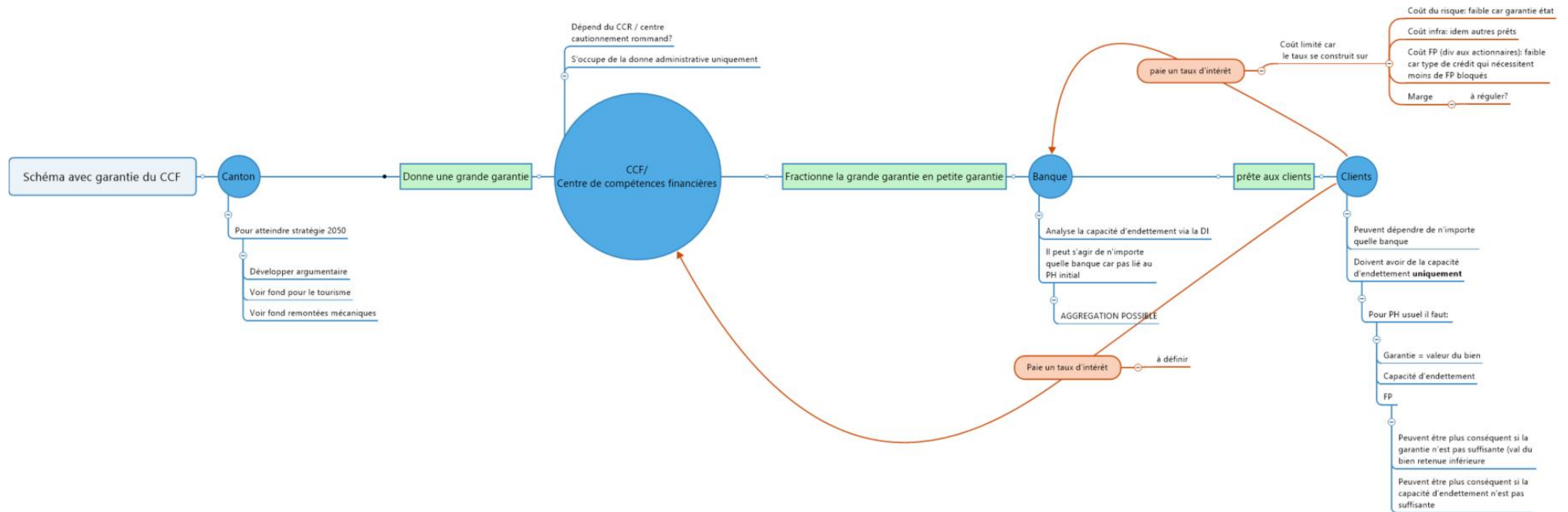
La société du partenaire sert d'interlocuteur pour les communes qui recherchent du financement. La société établit un contrat de prêt avec la commune. Ce contrat contient des modalités de remboursement en partie basées sur les économies d'énergie réalisées par l'installation de led. La base de ce contrat permet à la société d'aller voir un bailleur de fonds auprès duquel il emprunte le montant ou une partie.

Un tel schéma est répliquable en remplaçant la commune par une communauté de propriétaires. La structure exacte du modèle de leasing à offrir aux participants dans le cadre des cas pratique est actuellement en phase de réflexion. Cette démarche requiert une considération approfondie de la solvabilité des preneurs de leasing, et il est impératif de concevoir une approche attrayante pour les bailleurs de fonds afin de garantir le succès de l'initiative financière. Une des pistes envisagées est de diviser l'investissement en trois tiers, le premier tiers étant l'apport du propriétaire (pour montrer son implication), le deuxième étant l'équivalent (environ) des subventions, et le dernier étant l'apport du bailleur de fonds.



- **Garantie communale ou étatique**

Pendant la pandémie de COVID-19, les prêts COVID ont été déployés avec une rapidité remarquable. La Confédération a joué un rôle essentiel en se portant garante pour les entreprises qui avaient désespérément besoin de ces fonds pour traverser la crise. Cette démarche a permis de maintenir l'économie à flot et d'atténuer les conséquences financières dévastatrices de la pandémie. Des schémas explicatifs sont disponibles aux pages suivantes.



Le canton donne une enveloppe définie au Centre de Compétences Financières (CCF pour le Valais, CCR pour les autres régions romandes). Sous réserve de certains critères, les entreprises de la région peuvent demander un cautionnement. Le CCF gère les demandes de cautionnement et fractionne la grande garantie en petites garanties à l'attention des entreprises qui sont acceptées dans le processus. Les banques qui financent les entreprises prêtent à leur client avec une garantie, donc à un risque moindre.



Dans un esprit similaire, une proposition où une commune soutenait ses administrés dans leurs projets de rénovation du domicile a été abordée selon le schéma suivant.

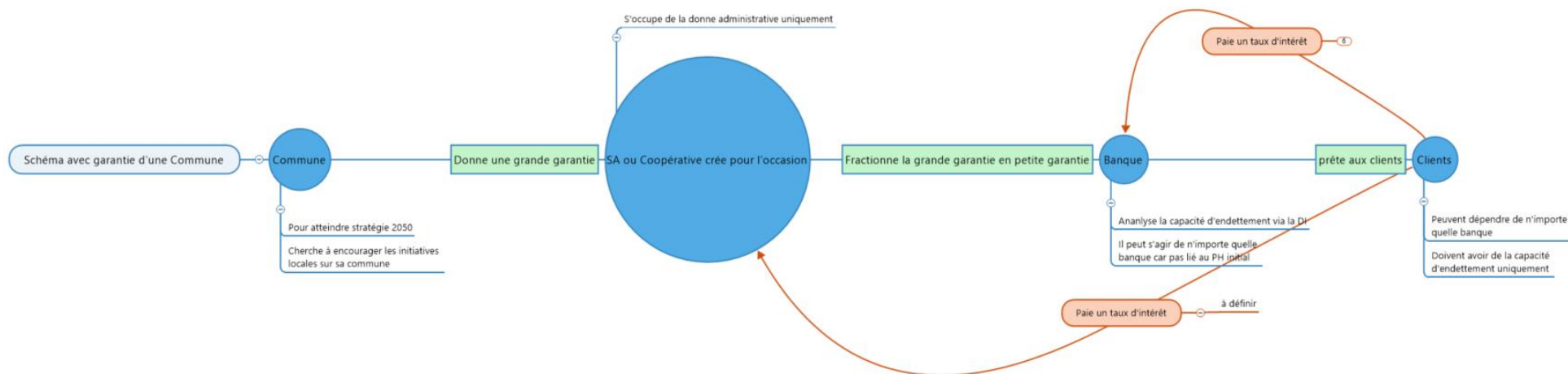


Figure 7 : Schéma avec une garantie de la Commune

Cette alternative intéresse les établissements financiers interrogés, toutefois, beaucoup s'interrogeaient sur qui se porterait véritablement garant et sur la mise en place d'un tel processus. Plusieurs ont relevé leurs inquiétudes quant à l'agrégation et sa gestion. En effet, ils n'estiment pas forcément avoir les ressources pour gérer cette étape.



2.2.5 Conclusions des interviews

À la fin des interviews, il est ressorti les points suivants pour les banques :

- l'hypothèque est la solution principale au financement de la rénovation,
- les règles d'octroi d'un prêt hypothécaire restent relativement figées,
- la garantie lors d'un prêt est essentielle pour obtenir des fonds, qu'elle soit sur l'objet ou par le biais d'un cautionnement,
- un document officiel attestant des économies d'énergies, des gains de charges, des revenus solaires serait nécessaires et serait une grande aide pour les financiers. Nous leur avons proposé l'utilisation de la norme IPMVP³ qui permet de construire un plan de mesure et de vérification nécessaire au chiffrage des économies, mais aussi au suivi de ces économies sur la durée,
- l'agrégation pour les banques présente deux freins
 - o elles ont une aversion au risque. L'analyse au cas par cas, reste selon elles, toujours nécessaire,
 - o si le financement est sur un quartier/région, le risque peut s'avérer être trop concentré.

³ Protocole International de Mesure et Vérification de la Performance, voir <https://evo-world.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp>



2.2.6 Modèle innovant de financement de la rénovation : vers une approche hybride et collaborative

À la lumière des éclaircissements apportés par les financiers sur les modèles innovants proposés comme pistes de réflexion, un modèle combinant toutes les alternatives a été imaginé. L'image ci-après illustre un modèle qui fusionne ces solutions afin de répondre aux besoins de financement dans le domaine de la rénovation immobilière.

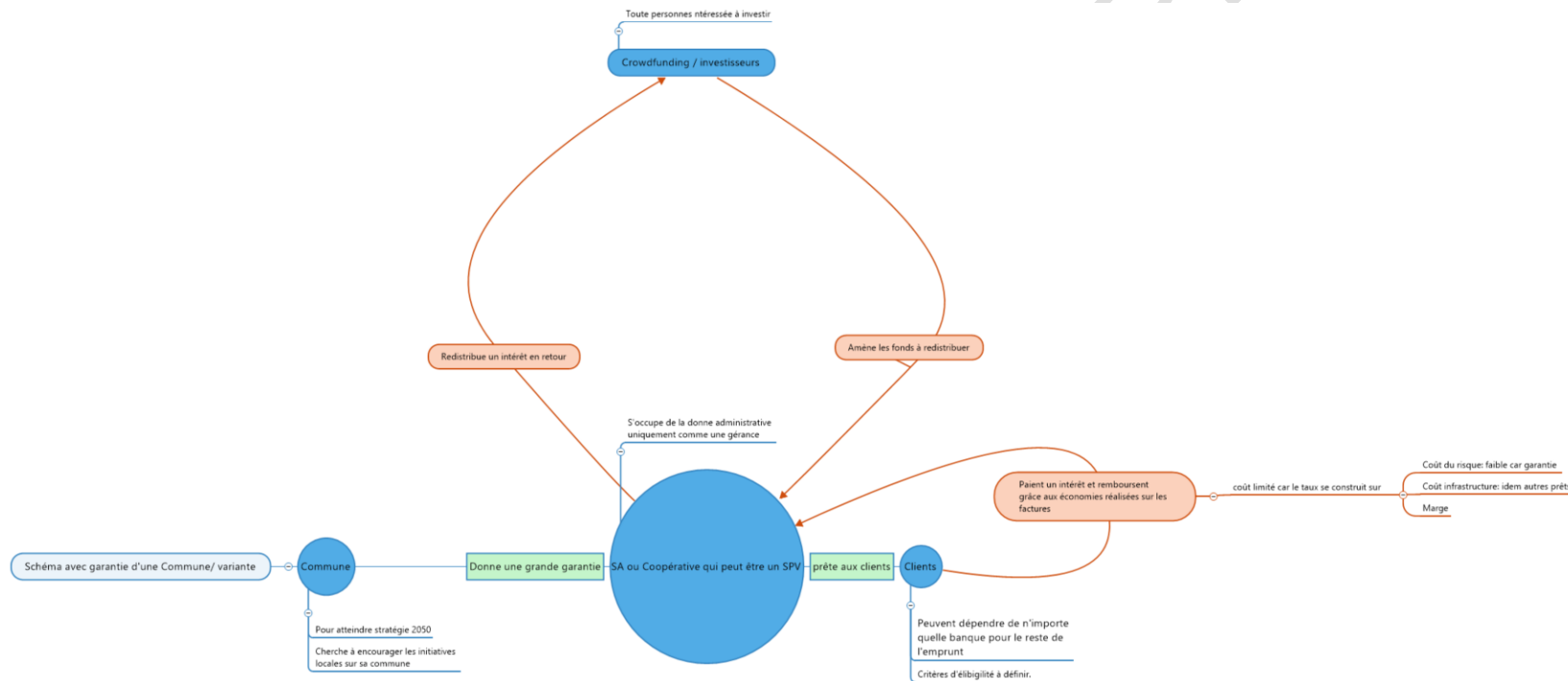


Figure 8 : Schéma combinant les alternatives



Ce schéma débute par une garantie fournie par une institution publique, créant ainsi une base solide pour soutenir le processus. Une entité dédiée est mise en place pour orchestrer l'ensemble du système, jouant le rôle de gestionnaire. Cette entité, transformée en Special Purpose Vehicle (SPV), lève des fonds provenant de diverses sources, notamment via le financement participatif ou la collaboration avec des investisseurs externes tels que des caisses de pension.

Les fonds réunis sont ensuite réinvestis dans les projets de rénovation des clients, qui sont agrégés au sein de GROUP-IT. Les clients remboursent leurs prêts à l'entité gestionnaire avec un intérêt, basé en partie sur les économies générées par les rénovations. En tant que gestionnaire, la société redistribue une partie de ces intérêts sous forme de dividendes, selon la structure juridique définie, à ses investisseurs.

Évidemment, ce modèle nécessite encore d'être testé sur le terrain, et la complexité de sa mise en œuvre pourrait représenter un frein pour certains acteurs. Toutefois, plusieurs communes ont déjà exprimé un intérêt pour cette approche innovante. Par ailleurs, une réflexion plus traditionnelle est en cours avec une banque afin de développer une solution plus simple et facilement déployable, adaptée aux contraintes légales.



2.3 Synergie et mutualisation (WP3)

2.3.1 Synergie territoriale (WP3.1)

Le WP3.1 " Synergies territoriales" vise à identifier et établir une liste de critères issus de la planification énergétique et/ou urbanistiques et architecturaux permettant de regrouper des bâtiments dans une démarche collective (appels d'offres groupées). Les travaux réalisés ont permis d'identifier **huit critères de regroupement**. Pour chaque critère, un ordre d'application et un degré d'importance ont été déterminés. Le Tableau 1 ci-dessous présente ces critères, leurs ordres d'application, le degré d'importance et les sources. Ces critères permettront de répartir les bâtiments d'un parc immobilier - à priori hétérogènes - dans des sous-groupes homogènes.

La question de l'homogénéité se pose à différentes étapes de l'évaluation d'un parc de bâtiments et celle-ci n'est pas figée dans le temps et dans le processus de massification de la rénovation énergétique. Comme le montre la figure ci-dessous, un parc de bâtiments (privé, institutionnel ou public) est constitué de bâtiments qui pourront être classés dans des groupes homogènes et hétérogènes. **Par hétérogène, il est entendu un ensemble de bâtiments ne pouvant être intégré dans des groupes homogènes de bâtiments.**

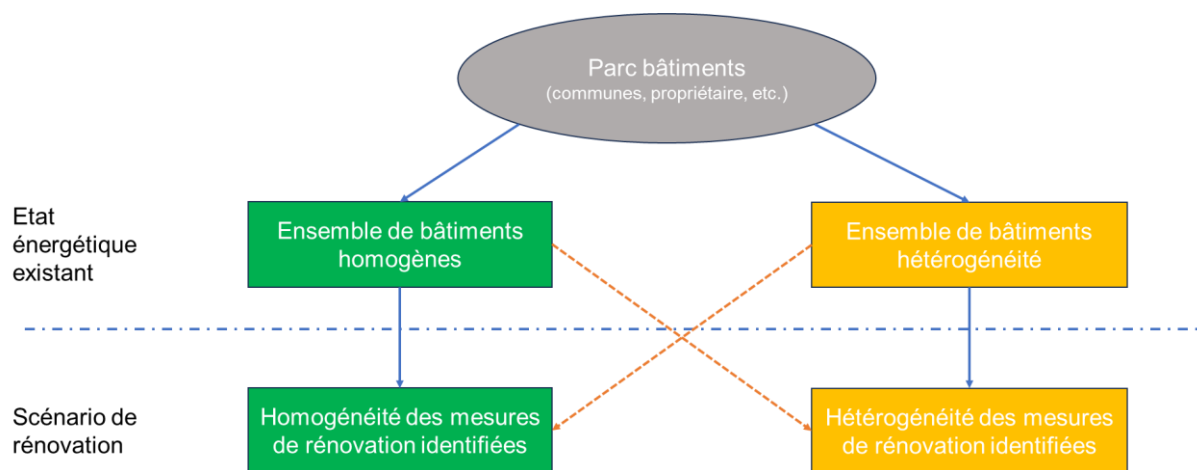


Figure 9 : Parc bâtiments

Cette figure montre que l'homogénéité est identifiable aux deux niveaux suivants :

- État énergétique existant (concept énergétique, indice consommation, etc.)
- Scénarios de rénovation envisageables.

L'homogénéité de l'état initial est utile pour regrouper des bâtiments en vue de faciliter les processus de rénovation. Toutefois, l'historique des travaux effectués varie d'un bâtiment à l'autre au sein d'un même groupe, ce qui peut influencer les actions de rénovation énergétique nécessaires. Cette situation est souvent exacerbée par les attentes spécifiques de chaque propriétaire quant à la personnalisation des travaux (AMORCE ENT 39, 2020). Par conséquent, même au sein d'un groupe de bâtiments considéré comme homogène, il peut exister une variabilité / hétérogénéité dans les mesures de rénovation énergétique proposées. Ainsi, un groupe de bâtiments initialement homogène peut soit maintenir cette uniformité dans les interventions prévues, soit évoluer vers une composition plus hétérogène.

Lors de l'identification des mesures de rénovation à réaliser, les bâtiments considérés comme hétérogènes auparavant peuvent soit conserver cette hétérogénéité, soit partager une base commune avec d'autres bâtiments du parc évalué et donc constituer de nouveaux groupes homogènes.

Dans le cadre d'une massification de la rénovation énergétique par commune, quartier ou autres échelles du territoire, ces deux niveaux d'identifications de l'homogénéité sont importants. Toutefois, il ne faudrait pas se focaliser uniquement sur les bâtiments homogènes, même si ceux-ci peuvent représenter une priorité pour une approche de rénovation groupée (Les Essentiels, s. d.) (AMORCE ENT 39, 2020).



La liste de critères identifiée dans le cadre de ce WP3.1 permet de reconnaître cette homogénéité et définir des regroupements possibles de bâtiments en amont de toutes évaluations énergétiques du parc immobilier concerné. Les résultats du WP3.2 permettront eux d'identifier les potentiels gains économiques résultants d'une mutualisation des coûts.

Le tableau ci-dessous regroupe les critères d'homogénéité, l'ordre d'application et le degré d'importance. Le degré d'importance représente l'impact de chaque critère sur la détermination d'ensembles de bâtiments homogènes. Ce tableau reste basé sur des études actuelles et sera testé d'un point de vue concret lors de la suite du projet, notamment « projet pilote Morges ».

Tableau 1 : Critères d'homogénéité

Critères d'homogénéité	Ordre d'application	Degré d'importance	Sources
Type de propriétaires	1	Important	RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE PAR QUARTIER- Canton de Vaud, EPFL, 2022 Caractérisation des moteurs et des barrières à la rénovation énergétique des bâtiments à Genève, noé21, 2016
Catégorie d'ouvrage	1	Important	RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE PAR QUARTIER- Canton de Vaud, EPFL, 2022
Période de construction	1	Important	RenoBAT-FR, TRANSFORM, 2023 Les Essentiels. Vol.1 Cercle Promodul/INEF4 & NOBATEK/INEF4
Proximité	1	A définir selon résultats du WP3.2	Les Essentiels. Vol.1 Cercle Promodul/INEF4 & NOBATEK/INEF4
Protection du patrimoine	1/2	Important	Les Essentiels. Vol.1 Cercle Promodul/INEF4 & NOBATEK/INEF4
Enjeux de la rénovation (critères et désirs propres aux propriétaires)	2	Recommandé	RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE PAR QUARTIER- Canton de Vaud, EPFL, 2022 « LEURE »
Vétusté du bâtiment (travaux déjà réalisés)	2	Important	Les Essentiels. Vol.1 Cercle Promodul/INEF4 & NOBATEK/INEF4 RenoBAT-FR, TRANSFORM, 2023 RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE PAR QUARTIER- Canton de Vaud, EPFL, 2022
Production de chaleur et émetteurs existants	3	Variable selon le producteur existant	Les Essentiels. Vol.1 Cercle Promodul/INEF4 & NOBATEK/INEF4 RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE PAR QUARTIER- Canton de Vaud, EPFL, 2022 « LEURE »

Les critères "Période de construction", "Type de propriétaires", "Protection du patrimoine", "Proximité" et "Catégorie d'ouvrage" représentent les premiers critères pour identifier les ensembles de bâtiments homogènes.

Les critères "Travaux déjà réalisés" et "Enjeux de la rénovation pour les propriétaires" s'appliquent pour identifier l'homogénéité au niveau des mesures de rénovation à réaliser par bâtiment. Leur application



intervient donc dans un deuxième temps. Toutefois, ceux-ci sont importants à appliquer, car selon les évaluations faites, les mesures réalisables par bâtiment exerceront une influence sur les groupes homogènes identifiés auparavant. L'application du critère "Production de chaleur existante" intervient à la suite des critères mentionnés ci-dessus. L'importance de ce dernier critère pour l'identification de groupes homogènes varie selon le producteur existant, comme la présence de système de chauffage électrique direct.

Dans la liste ne figure aucun critère issu de la planification énergétique, comme par exemple, la densité de chaleur par hectare appliqué pour identifier les zones potentielles à la réalisation d'un chauffage à distance. Ceux-ci devraient être considérés et appliqués au niveau du zonage urbain communal en amont de l'identification d'ensembles homogènes de bâtiments. En effet, l'identification et la priorisation des ensembles homogènes de bâtiments doivent refléter le développement territorial communal inscrit dans les Plans Directeurs Communaux (PDCom) ou les Plans d'Affectation Communaux (PAcom) et s'intégrer à la planification énergétique communale (Rénovation énergétique par quartier, EPFL 2022).

Dans une approche de massification de la rénovation par quartier, il conviendra d'identifier, en premier lieu, les zones communales prioritaires basées sur des critères issus de l'aménagement du territoire et de la planification énergétique. Dans le « Projet pilote Morges », une collaboration étroite avec le délégué à l'énergie de la région a été entreprise très tôt dans le projet. Cela a permis de prendre connaissance de la planification énergétique de ce territoire et d'orienter certains résultats des pré-évaluations en conséquence. Concrètement, certains bâtiments étaient concernés par une éventuelle extension de réseau de chauffage à distance (CAD) existant. Les propriétaires concernés ont donc reçu une évaluation détaillée d'un raccordement au CAD en plus des différentes solutions de décarbonation de chauffage étudiée. Plus généralement, la stratégie énergétique de la région vise à prioriser lorsque cela est possible l'installation de PAC sol/eau pour des raisons d'efficacité et pour leur capacité à offrir du « free-cooling » en été, cette contrainte a également été ajoutée dans le rendu des pré-évaluations.

Les différents critères du tableau sont décrits ci-dessous.

Critère « Période de construction »

L'époque de construction représente l'un des critères les plus importants pour identifier des ensembles homogènes de bâtiments. Le regroupement spatial basé sur la période de construction permet d'approcher une rénovation par quartier ou ensemble de bâtiments homogènes partageant initialement - sans tenir compte des travaux réalisés et du type de propriétaires – les mêmes problématiques et enjeux de la rénovation énergétique. Le chapitre 2.5.1 de ce document présente les données récoltées lors du projet pilote, il est intéressant d'observer la dispersion des années de construction des bâtiments pouvant aller d'avant 1900 à 2005.

L'application de ce critère permet déjà **d'apprécier une répartition géographique et d'identifier des zones territoriales constructives cohérentes** dont les critères développés ci-après permettent une subdivision homogène plus fine de ces zones comme le démontre le plan de la figure ci-dessous :

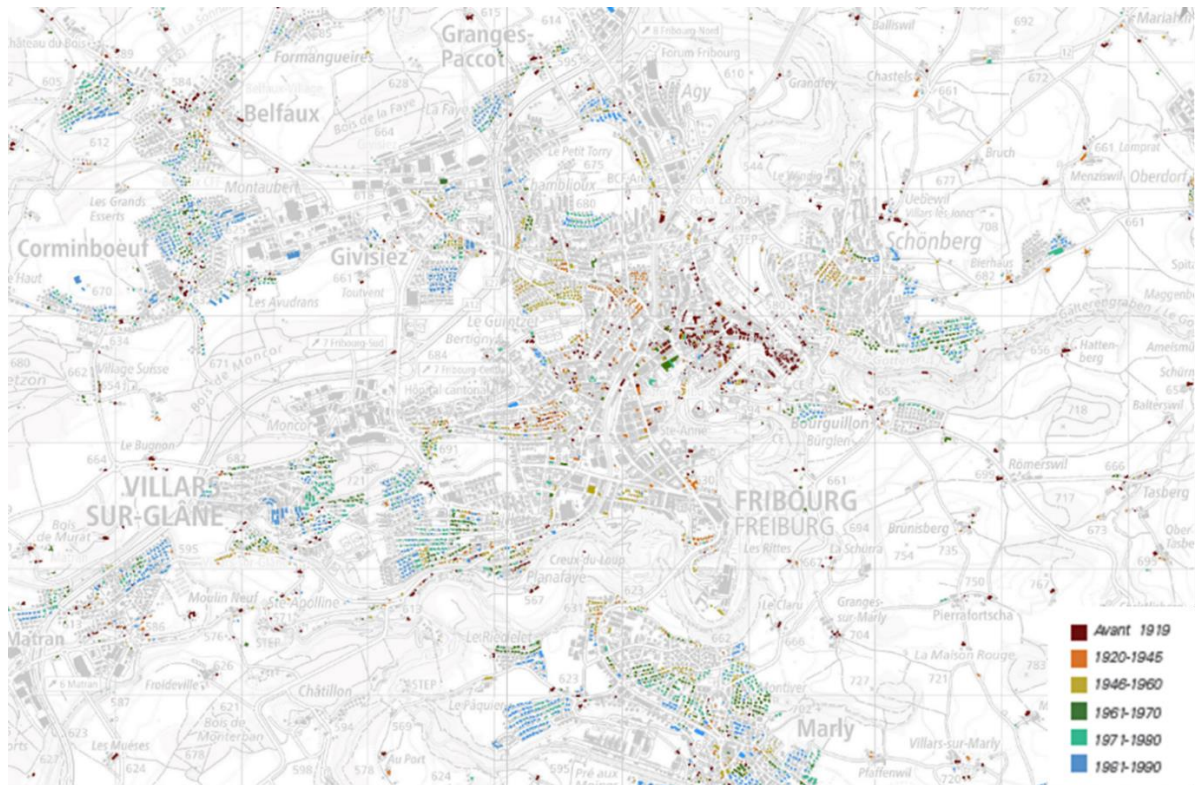


Figure 10 : Répartition des maisons individuelles à un ou deux logements sur le territoire du "Grand Fribourg" en fonction de l'époque de construction (source : RenoBAT, HEIA-FR, 2023).

Les caractéristiques architecturales et constructives sont le reflet de l'évolution des bâtiments dans le temps et de leur performance énergétique. Par exemple, en fonction de l'année de construction d'un bâtiment donné, il est possible d'identifier/estimer les types constructifs, la composition des éléments de construction et leurs performances énergétiques, ainsi que l'indice énergétique de chauffage (Energie environnement, 2022).

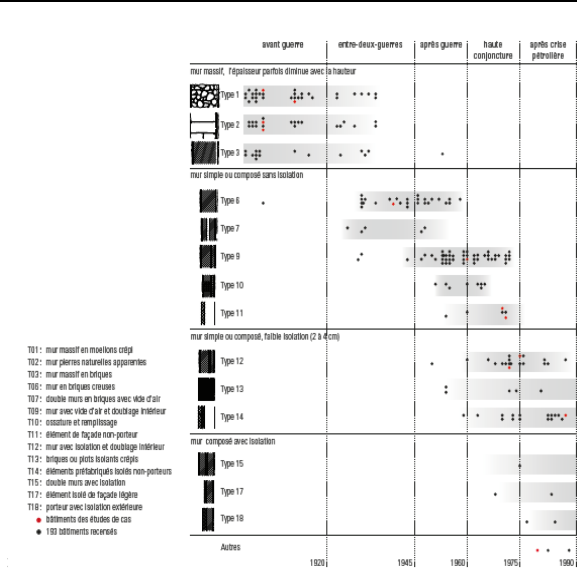


Figure 11 : Types constructifs des façades selon les époques de construction (source : eREN, HES-SO, 2017)

Toitures/ combles	Composition typique	Année de construction	Valeur U avant rénovation [W/m²K]	Composition après rénovation	Valeur U après rénovation [W/m²K] avec complexe isolant $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$ 15 cm 20 cm 30 cm 40 cm
Toiture à double pente	Revêtement intérieur Chevron 14 cm Ecran de toiture Contrelattage, lattage couverture	Avant 1970	1,4	Revêtement intérieur Chevron 14 cm Contrechevronnage, isolant Ecran de toiture Contrelattage, lattage couverture	— 0,24 0,17 0,12
Toiture à la Mansart	Enduit intérieur Plagues légères de laine de bois Chevron 14 cm Ecran de toiture Contrelattage, lattage couverture	1970-1990	1,1	Enduit intérieur Plagues légères de laine de bois Chevron 14 cm Contrechevronnage, isolant Ecran de toiture Contrelattage, lattage couverture	— 0,20 0,13 0,10
Plancher en poutres bois sous combles	Enduit Support d'enduit Poutre bois/plancher Planches bois	1920-1945	0,75	Enduit Support d'enduit Poutre bois/plancher Planches bois Frein-vapeur/étanchéité à l'air isolant Chape/parquet	— 0,16 0,13 0,11
Aménagement de combles à double pente	Enduit intérieur Plagues légères de laine de bois 4 cm Chevron 15 cm Ecran de toiture Contrelattage, lattage couverture	1945-1960	0,9	Enduit intérieur Plagues légères de laine de bois 4 cm Chevron/isolant 15 cm Contrechevronnage/isolant Ecran de toiture Contrelattage, lattage couverture	— 0,20 0,13 0,10
Plancher en béton armé sous combles	Enduit intérieur Dalles béton armé 16 cm isolant existant 2 cm Chape 4 cm	1960-1972	1,3	Enduit intérieur Dalles béton armé 16 cm isolant existant 2 cm Chape 4 cm isolant Chape/parquet	0,22 0,17 0,12 —
Toiture plate dite toiture chaude	Enduit intérieur Dalles béton armé 18 cm Couche d'égallisation isolant existant 6 cm Etanchéité bitumineuse Gravillons	1972-1985	0,5	Enduit intérieur Dalles béton armé 18 cm Couche d'égallisation isolant existant 6 cm Etanchéité bitumineuse isolant Etanchéité éventuelle Gravillons	0,17 0,14 0,11 —

Figure 12 : Matérialisation et valeur U par époque de construction (source : Renové le bâti, PPUR, 2012)



Critère " Type de propriétaires "

Selon l'Office fédéral de la statistique (OFS), l'ensemble des bâtiments à usage d'habitation peuvent être répartis entre cinq types de propriétaires⁴ :

- Particuliers
- Personnes morales⁵ (par exemple les caisses de pension, les propriétaires institutionnels)
- Communauté (sociétés simples, hoiries, communautés de biens, indivisions)
- Mixtes⁶ (par exemple PPE)
- Inconnu

Sur la base d'une étude réalisée par l'OFS en 2020 (Office fédéral de la statistique, 2022) détaillant les statistiques des types de propriétaires des bâtiments, il est à relever les points suivants au niveau Suisse (les résultats peuvent varier d'un canton à l'autre, toutefois les tendances restent les mêmes) :

1. Les maisons individuelles (57% du parc analysé) sont détenues à 75% par des particuliers, à 18,3% par des communautés (sociétés simples), à 3.4% par des personnes morales, 2% par des personnes Mixtes et 1.1% par des personnes inconnues ;
2. Les bâtiments à plusieurs logements sont détenus à 56.6% par des particuliers, 19.8% par des personnes morales, 13.4% par des propriétaires mixtes et 9.3% par des communautés ;
3. Plus le nombre d'étages augmente, plus le bâtiment est détenu par une personne morale. À partir de 6 étages, les bâtiments appartiennent majoritairement à des personnes morales (53.2% pour les bâtiments de 6-7 étages et 66.7% pour les bâtiments à 8 étages et plus), alors que la tendance s'inverse pour les bâtiments avec moins d'étages (34.4% pour les bâtiments à 4-5 étages, 11.4% pour les bâtiments à 3 étages, 5.4% pour les bâtiments à deux étages et 8% pour les bâtiments à 1 étage ;
4. Les bâtiments avec 5 étages ou moins sont détenus principalement par les particuliers. De 73.9% pour les bâtiments à un étage à 12.7% pour les bâtiments à huit étages et plus ;
5. Le type de propriétaire "Communauté" suit les mêmes tendances que le propriétaire "Particuliers" selon le nombre d'étages (de 13.4% pour un étage à 2.8% pour des bâtiments de huit étages et plus), alors que le propriétaire "Mixte" suit la même tendance que le propriétaire "Personne morale" (de 2.4% pour un étage à 16.8% pour des bâtiments de huit étages et plus) ;
6. Les bâtiments anciens sont principalement détenus par des particuliers.

Au-delà de la classification des propriétaires selon la catégorie d'ouvrage, le nombre d'étages des bâtiments et l'époque de construction, il apparaît que la stratégie de rénovation varie en fonction du type de propriétaire, avec des objectifs et des motivations principalement différents. Outre les économies d'énergie et la réduction des factures, voici les motivations principales des différents types de propriétaires (Noé21, 2016) :

⁴ Les cantons de Zurich et du Valais ne sont pas pris en compte dans cette statistique, car la qualité de leurs données actuelles ou les possibilités d'appariement avec le RegBL ne sont pas encore suffisantes.

⁵ Selon l'OFS, les personnes morales sont des sociétés actives dans les domaines de la construction ou de l'immobilier, assurances ou entreprises ayant des activités financières, pouvoirs publics.

⁶ Définition selon OFS : Forme de propriété attribuée lorsqu'un bâtiment appartient à des propriétaires d'au moins deux types différents.



Tableau 2 : Types de propriétaires et motivations principales de rénovation (Source: Caractérisation des moteurs et des barrières à la rénovation énergétique des bâtiments à Genève, noé21, 2016)

Catégorie de propriétaires	Types de propriétaires	Motivations principales à rénover
Propriétaires bailleurs	Particuliers propriétaires d'immeubles	1. Extension/Surélévation
		2. Valeur du bien à long terme
		3. Profiter des fonds publics
	Propriétaires institutionnels	1. Valeur du bien à long terme
		2. Extension/Surélévation
		3. Travaux liés à la vétusté du bâtiment
	Caisses de pension	1. Valeur du bien à long terme
		2. Extension/Surélévation
		3. Travaux liés à la vétusté du bâtiment
	Bailleurs sociaux	1. Extension/Surélévation
		2. Travaux liés à la vétusté du bâtiment
		3. Santé et qualité de l'air
	Coopératives	1. Confort des résidents
		2. Motivation personnelle des personnes clés
		3. Profiter des fonds publics
Propriétaires résidents	Propriétaires individuels	1. Confort des résidents
		2. Profiter des fonds publics
		3. Travaux liés à la vétusté du bâtiment
	Copropriétaires d'immeuble en PPE	1. Confort des résidents
		2. Motivation personnelle des personnes clés
		3. Profiter des fonds publics

Les couleurs utilisées dans la colonne « Motivations principales à rénover » mettent en avant les motivations communes parmi les différents types de propriétaires. Cela facilite l'identification des regroupements possibles de propriétaires selon leurs trois motivations principales.

Selon le tableau ci-dessus et la publication de référence, que ce soient les propriétaires individuels, les PPE ou les coopératives, les déclencheurs de rénovation sont plutôt dépendants de la situation du/des propriétaires et des opportunités. Les aspects financiers ne semblent pas être des déclencheurs de rénovation. Pour les propriétaires institutionnels et les caisses de pension – personnes morales –, les aspects financiers sont prépondérants.

Il ressort de ce chapitre que les coopératives, les propriétaires individuels résidents et les PPE partagent des motivations communes et seront donc plus à même d'« agir ensemble » et de trouver des compromis dans un processus d'appels d'offres groupés. Les autres propriétaires bailleurs pourraient eux se retrouver sur certains aspects favorisant des appels d'offres groupés.



Ces observations sont basées sur une étude réalisée sur le canton de Genève et les conclusions pourraient varier d'un canton à l'autre. Toutefois, selon la publication « LEURE (Goto Takayoshi & Thalmann Philippe, 2022) », le canton de Vaud présente des observations similaires au contexte genevois.

Dans le cadre du projet OPTIBAT focalisé sur les habitats individuels et petits collectifs (inférieur à 500 m²). Les propriétaires principalement concernés semblent donc être les propriétaires individuels résidents ou bailleurs, les propriétaires mixtes tels que les PPE et les coopératives. **Ces propriétaires semblent partager des motivations communes à rénover ce qui pourrait favoriser la mise en place d'initiatives de rénovation groupées.** L'inclusion des PPE dans le public cible n'est pas sans risque. En effet, la gouvernance collective de ce type de propriétaire amène bien souvent à des blocages ce qui pourrait être un obstacle à la réalisation d'un appel d'offres groupé.

Critère " Catégorie d'ouvrage"

Selon le projet ProREN (Schwab, 2021), il semble pertinent de distinguer l'habitat individuel des immeubles collectifs pour deux raisons principales, à savoir le type de propriétaire concerné et les scénarios de rénovation envisageables. Cette homogénéité est également mise en évidence dans la publication de l'EPFL sur la massification de la rénovation sur le canton de Vaud (publication « LEURE (Goto Takayoshi & Thalmann Philippe, 2022) »). Les retours d'expérience sur les appels d'offres groupés mettent également l'accent sur l'importance d'avoir une typologie de bâti homogène dépendant en premier lieu de la catégorie d'ouvrage (AMORCE ENT 39, 2020) ans le projet pilote, les propriétaires ont été classés selon les deux catégories d'ouvrages suivantes issus de la norme SIA 380/1 2016 :

- Habitats individuels
- Habitats collectifs (jusqu'à 6 unités d'habitation selon classe « Chauffez renouvelable⁷ »)

En plus des aspects discutés dans ce chapitre, cette classification a un impact sur les calculs CECB réalisés dans le WP5.1 (exemple valeurs limites ou de référence SIA 380/1 2016), servant au rendu des pré-évaluations.

Critère "Proximité"

Le critère de 'Proximité' désigne la distance entre des bâtiments homogènes pour définir un périmètre de regroupement, applicable à divers niveaux territoriaux tels que les rues, les quartiers ou les communes. Dans le cadre de la massification par quartier homogène, comme illustré dans les publications AMORCE ENT 39, 2020; Goto Takayoshi & Thalmann Philippe, 2022; Les Essentiels, s. d., rapporte des expériences françaises d'appels d'offres groupés, avec des initiatives au niveau quartier, communal et régional. En Suisse, ces appels d'offres, notamment pour les installations de panneaux photovoltaïques et les pompes à chaleur géothermiques, se concentrent principalement au niveau communal ou régional. Bien que le critère de 'Proximité' puisse sembler secondaire, son application affecte la nature des mesures de rénovation proposées dans les appels d'offres groupés. Les conclusions du WP3.2 apporteront des précisions sur son utilisation efficace.

Dans le cadre du projet pilote, une trentaine de propriétaires issus du même quartier d'habitation ont participé au processus d'appels d'offres groupés. L'identification de cette synergie territoriale a permis de réfléchir à une solution de chauffage commune pour ces propriétaires. Des solutions de forage géothermique en commun ainsi qu'une solution de chauffage à distance basse température avec pompage d'eau dans le lac ont entre autres été évalués.

Critère " Protection du patrimoine"

Ce critère est important à évaluer dès le départ, car les exigences imposées sur les choix de rénovation peuvent limiter les possibilités d'action. Actuellement, les pratiques cantonales en vigueur privilégient les rénovations au cas par cas, considérant chaque projet de rénovation comme unique et spécifique à chaque bâtiment (*Historeno - Plateforme d'aide à la rénovation énergétique des bâtiments*, s. d.), même si la note de recensement architectural est identique. Cette approche découle du fait que la note attribuée

⁷ « Conseil Incitatif, classe d'habitation ». « Conseil Incitatif, classe d'habitation ».



est liée à certains aspects architecturaux d'importance à conserver, qui peuvent varier même pour des bâtiments ayant la même note de protection. Il semble donc préférable actuellement d'exclure de ces démarches les bâtiments protégés architecturalement (Goto Takayoshi & Thalmann Philippe, 2022).

Le canton de Vaud a une approche proactive en matière de conciliation des exigences énergétiques et patrimoniales. Un projet en cours et soutenu par les services cantonaux de l'énergie (DGE-DIREN) et du patrimoine (DGIP) "TypoReno" vise à établir des fiches typologiques basées sur des rénovations par étapes ainsi que la publication de fiches de bonnes pratiques sur des thématiques en lien avec le patrimoine bâti. L'enjeu de ces fiches est de démontrer qu'il est possible de rénover ces bâtiments en respectant les exigences patrimoniales tout en garantissant des performances énergétiques acceptables. L'objectif est que les propriétaires de tels bâtiments se basent sur ces fiches pour définir des scénarios de rénovation énergétique. Il serait donc possible, dans un futur proche, d'inclure les bâtiments protégés dans les démarches d'appels d'offres groupés en se basant sur ces fiches.

Critère "Enjeux de la rénovation des propriétaires"

Couplé à la vétusté du bâtiment, ce critère aura surtout une influence sur les mesures de rénovation identifiées pour chaque bâtiment comme l'a démontré le projet Interreg FR-CH "CREnHOM". Les choix de rénovation doivent répondre aux enjeux des propriétaires et ces derniers peuvent évoluer dans le temps, notamment pour les propriétaires cible OPTIBAT, car ils dépendent du vécu de ceux-ci. Par exemple, si les bâtiments présentent des moisissures ou si des travaux urgents sont à réaliser à la suite de dégâts au niveau des éléments de construction de l'enveloppe thermique (par exemple des fuites d'eau en toiture), les mesures de rénovation à préconiser ne seraient peut-être pas les mêmes que si le bâtiment est en bon état et que le propriétaire souhaite favoriser les énergies renouvelables pour la production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS).

Ce critère peut être identifié dans les grandes lignes en fonction des types de propriétaires concernés par les regroupements des bâtiments (cf. Tableau 2). Cependant, sur la base des enjeux déterminés dans le WP5.2 (p.59), ceux-ci sont à discuter et préciser avec chaque propriétaire, car l'identification et la priorisation de ceux-ci influencent le classement des mesures de rénovation (cf. WP5.3 p.62).

Critères "Vétusté du bâtiment (travaux déjà réalisés)"

La vétusté du bâtiment dépend des travaux d'entretien ou d'amélioration réalisés depuis la construction du bâtiment (Brunner et al., 2010). Dans le cadre des appels d'offres groupés, les bâtiments regroupés peuvent avoir des degrés de vétusté divers. Cette variabilité de la vétusté peut exercer une influence sur les mesures de rénovation applicables à chaque bâtiment identifié et ainsi réduire les possibilités de mutualiser les appels d'offres.

Il est important d'identifier les travaux déjà réalisés et l'année de leur réalisation, notamment lorsque le bâtiment a changé de propriétaire. En effet, il n'est pas rare que lors du changement de propriétaire les informations ne soient pas transmises et que les nouveaux propriétaires n'aient pas d'historique des travaux réalisés. Un questionnaire comme celui qui a été utilisé dans le projet pilote (voir WP5) permet d'obtenir une grande quantité d'informations sur les bâtiments et leurs potentiels de rénovations.

Il en est de même pour définir l'état énergétique existant des bâtiments en se basant sur des données publiques. Le Registre fédéral des bâtiments et des logements RegBL (*RegBL | Registre fédéral des bâtiments et des logements*, s. d.) ne donne aucune information sur les travaux de rénovation sur l'enveloppe ayant fait l'objet d'un permis de construire. De plus, certaines informations se perdent, car elles sont remplacées lors de mises à jour. Cela peut poser un problème notamment pour les bâtiments initialement chauffés par des radiateurs électriques décentralisés. En effet, ces bâtiments devaient garantir un niveau d'isolation des éléments de construction plus conséquent que les bâtiments de la même époque de construction chauffés avec d'autres types de production de chaleur (Cours module de formation RCE). En substituant les radiateurs électriques par une autre production de chaleur, il s'avère que le producteur d'origines n'est plus mentionné dans le RegBL, il est dès lors plus difficile d'évaluer correctement la performance énergétique de ces bâtiments.

Ces deux constats relèvent l'importance de ce critère pour l'application de l'appel d'offres groupé ou toutes autres approches de rénovation par quartier ou ensemble de bâtiments. Dans le cadre du « Projet pilote Morges, le questionnaire soumis aux propriétaires en vue de faire la pré-évaluation du potentiel de rénovation énergétique de leur logement permet de prendre connaissance des éventuelles



rénovations qui ont été effectuées. Toutefois, l'évaluation détaillée de la vétusté doit passer par des visites de chaque bâtiment identifié au préalable suivant les critères développés précédemment et des échanges avec les propriétaires ou leurs représentants (gérances d'immeuble, etc.).

Critère "Production de chaleur et émetteurs existants "

Ce critère n'est pas aussi important que les autres critères identifiés, mais il peut permettre d'affiner les regroupements de bâtiments. Il serait par exemple dommageable de regrouper des bâtiments avec un chauffage électrique direct et des bâtiments utilisant une production de chaleur basée sur les énergies fossiles, car les travaux à prévoir ne sont pas forcément les mêmes (besoin d'un réseau de distribution hydraulique si remplacement de la production de chaleur).

Conclusion chapitre WP 3.1

Nous voyons que ces différents critères ne s'appliquent pas au même moment dans le processus de regroupement des bâtiments. L'homogénéité déterminée sur la base des premiers critères est muable tout au long de leur application et de leur évaluation. Cet aspect est à considérer dans toutes les démarches favorisant des approches de rénovation groupées telles que les appels d'offres groupés. Un intérêt pratique à réaliser une telle analyse s'est démontré lors du projet pratique réalisé à Morges. En effet, l'identification des synergies territoriales a permis d'anticiper quels types de travaux allaient statistiquement être les plus probables en fonction des enjeux identifiés et de prendre contact en priorité avec les entreprises spécialisées concernées. Le nombre important de bâtiments chauffés à l'électrique direct (voir chapitre 2.5.1 Présentation du dataset du projet pilote Morges) nous a par exemple poussés à trouver des entreprises spécialisées dans la mise en place de systèmes de distribution basse température.

2.3.2 Mutualisation des coûts (WP3.2)

Le WP3.2 " Mutualisation des coûts " vise à identifier des postes de coûts mutualisables et leurs seuils d'applicabilité. Ce travail se base sur la réalisation d'un questionnaire à destination des artisans et des entreprises de construction et sur des interviews. Les données et informations recueillies doivent permettre d'identifier si des rabais supplémentaires sont possibles ainsi que les éléments influençant ces derniers.

À côté de ce questionnaire, des interviews de Swisspor et de Suissetec ont permis d'appréhender la structuration des marchés des matériaux de construction et des installations techniques et des interactions entre les Maîtres d'ouvrage (ou leurs représentants), les entreprises de construction, les intermédiaires et les fabricants. Ces interviews ont également permis d'identifier les certains points importants pour l'application des appels d'offres groupés à large échelle (stockage, planification des travaux). Il est prévu d'interviewer d'autres acteurs déjà identifiés. Pour l'instant, des rencontres ont été effectuées avec les entreprises suivantes :

- NATECH Bâti-Services Sarl (chauffagiste)
- SAPIN Energie (chauffagiste)
- H2o Lemman (chauffagiste)
- Littoral Energie (chauffagiste)
- OPAL (chauffage au sol)
- Solar Manager (domotique)
- Stadlin SA (pose de vitre – domotique)
- Gaudard électricité (électricité et installations PV)
- ISOTOSI (isolation)

Les comptes-rendus des interviews de Swisspor et Suissetec se trouvent en annexe (cf. chapitres 8.2 et 8.3).

Ce WP est encore en cours d'élaboration, et certains aspects comme un calcul économique comparant une stratégie de rénovation « classique » et une solution groupée seront présentés dans le rapport final.



2.4 Facteurs de décisions et d'influence (WP4)

Le WP4 est constitué de trois sous-WP afin de répondre aux objectifs du WP.

2.4.1 Mesures de rénovation (WP4.1)

Le WP4.1 " Mesures de rénovation" a pour objectif de lister les mesures de rénovation énergétique existante tant au niveau de l'enveloppe thermique que des installations techniques et d'identifier les niveaux d'exigences. La réalisation de cette activité s'appuie sur les résultats de différents projets réalisés par les partenaires du projet OPTIBAT, sur la littérature existante, sur les programmes cantonaux de subventions et la réglementation en vigueur. Une première liste de mesures de rénovation a été réalisée en se basant sur les résultats de projets précédents (*CREnHOM – Une approche servicielle à la Rénovation Énergétique du parc Hôtelier alpin*, s. d.) (*Historeno - Plateforme d'aide à la rénovation énergétique des bâtiments*, s. d.). Cette première liste a été comparée et adaptée pour intégrer les mesures de rénovation du Programme Bâtiments. Une validation a ensuite été demandée auprès des membres du comité de suivi. Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des mesures retenues. Cette liste pourrait potentiellement évoluer d'ici la fin du projet et suite aux retours des cas concrets des participants au « projet pilote Morges » (WP7). Les mesures seront également analysées afin d'évaluer leur faisabilité dans un appel d'offres groupé suite au retour des discussions avec les entreprises spécialisées.

Tableau 3 : Mesures de rénovation

N°	Mesures de rénovation	
1.1	Murs	Isolation des murs par l'extérieur (ITE)
1.2	extérieurs,	Isolation des murs par l'intérieur (ITI)
1.3	contre-terre	Isolation par intérieur et extérieur
2	Parois contre non-chauffés	Isolation des murs contre les espaces non-chauffés ou enterrés à plus de 2m.
3.1	Toiture	Isolation plancher des combles
3.2		Isolation entre et sur chevrons
3.3		Isolation entre et sous chevrons
3.4		Isolation toiture plate
4	Fenêtres	Remplacement des fenêtres
5	Portes	Remplacement de la porte d'entrée
6.1	Plancher	Isolation du radier
6.2	bas	Isolation du plafond sur sous-sol
7.1	Ventilation	Simple flux avec grille hygroréglable et extraction sanitaire
7.2		Double flux
8.1	Producteur de chaleur	Chaudière à bûches
8.2		Chaudière à pellets
8.3		Poêle hydraulique
8.4		Pompe à chaleur air-eau
8.5		Pompe à chaleur avec sonde géothermique
8.6		Chaleur à distance (CAD)
9	Production de chaleur (ECS)	Chauffe-eau thermodynamique (chauffe-eau PAC)
10.1	Solaire	Panneaux solaires thermiques ECS (S_{thECS})
10.2		Panneaux solaires thermiques ECS + chauffage ($S_{thECS/CH}$)
10.3		Panneaux solaires photovoltaïques (PV)
11.1	Distribution	Remplacement par un chauffage au sol
11.2	& émissions	Remplacement par des radiateurs
12.1	Divers	Vannes thermostatiques / thermostat ambiance



12.2		Isolation des conduites de chaleur (chauffage)
12.3		Isolation des conduites d'eau chaude sanitaire
12.4		Remplacement des équipements électriques (éclairage, lave-vaisselles, lave-linges, sèche-linges, etc.)
12.5		Batterie de stockage pour l'électricité PV

Pour certaines mesures, des détails particuliers sont à prendre en considération. Cela concerne par exemple les éléments ci-dessous :

- **Chauffages au sol**
Des différences existent en fonction du type de chauffage au sol qui sera installé. Par exemple, le système de la marque « OPAL » peut-être posé sur un sol existant et évite ainsi la création d'un réseau de distribution dans une chape.
- **Isolation des murs extérieurs**
La standardisation de l'isolation des murs est plus compliquée et est très différente d'un bâtiment à l'autre en fonction de la physique de ces derniers. Ce processus devrait être étudié de manière plus approfondie avant d'intégrer une telle démarche. Il est en effet primordial d'éviter les problèmes de moisissure et de ponts thermiques.
- **Vitrages**
Le changement des vitrages peut se faire de différents matériaux, qui ont des coûts différents : PVC, aluminium ou bois.

2.4.2 Facteurs d'aide à la décision territoriale et technique (WP4.2)

Le WP4.2 "Facteurs d'aide à la décision territoriale et technique" vise à lister les paramètres en lien avec la localisation du bâtiment, la parcelle, la substance bâtie et les parties prenantes et d'évaluer leurs incidences sur les mesures de rénovation identifiées dans le WP4.1. L'identification des facteurs d'aide à la décision, territoriale et technique, dépend des mesures de rénovation. L'identification de ces facteurs s'appuie, entre autres, sur un ancien projet soutenu par l'OFEN « ECO-RENO - Rénovation à faibles impacts environnementaux dans le domaine de l'habitation ».

Les facteurs d'aides sont dépendants des prérequis identifiés par mesure de rénovation. Toutefois, il semble qu'au niveau de l'enveloppe thermique, il n'y ait pas de restriction d'application en lien avec la localisation, la parcelle, le bâtiment ou les usagers (retour discussion avec Swisspor). La problématique de l'amiante peut être limitante, mais pas dans la faisabilité technique, uniquement d'un point de vue des coûts d'investissement limitant de facto la volonté des propriétaires à rénover.

Le Tableau 4 ci-dessous présente les principaux facteurs d'aide à la décision identifiés selon les différentes mesures de rénovations. Pour cela, les trois « niveaux » suivants ont été définis :

- **Aspects légaux, normes, ordonnances**
Ce niveau est le plus important et le premier à considérer lors de toutes rénovations, cela définit non seulement le cadre dans lequel les rénovations peuvent être effectuées, mais également d'éventuelles interdictions permettant de mettre de côté certains types de rénovation (par exemple l'installation de panneau photovoltaïque dans une zone de protection, selon Art. 18a LAT). Dans le cadre d'un appel d'offres groupé, plusieurs bâtiments peuvent être concernés par des aspects légaux différents, il est donc important de considérer dans un premier temps les synergies territoriales identifiées (WP 3.1) afin de simplifier certaines démarches (par exemple une étude commune pour plusieurs bâtiments pour l'autorisation de forer), puis dans un deuxième temps d'affiner les recherches au cas par cas pour chaque bâtiment.
- **Aspects énergie et territoire**
Ce niveau concerne les « bonnes pratiques » en terme technique et de territoire. Bien que plusieurs solutions différentes de rénovation puissent être techniquement viables pour un bâtiment, ces dernières ne font nécessairement de sens ou ne sont pas particulièrement efficaces, comme par exemple l'installation de panneaux photovoltaïques dans une zone à très faible rayonnement ou pour un bâtiment avec une faible autoconsommation. Plusieurs facteurs



techniques sont donc à prendre en compte pour les choix de rénovations. Ces derniers sont détaillés de manière non exhaustive dans le tableau ci-dessous.

- **Aspects économiques**

Comme le démontre le graphique de la Figure 34, les économies financières liées à des choix de rénovation peuvent être importantes, et ces dernières sont directement influencées par les choix techniques effectués.

Les subventions octroyées au niveau cantonal et communal sont également des facteurs d'aide à la décision importante, le tableau ci-dessous résume les principales subventions issues du programme bâtiment. Étant donné que ces dernières sont très variables selon les cantons et les communes, nous n'avons pas mis de références spécifiques dans le tableau ci-dessous. Toutefois, les sites comme francenergie.ch (*Profiter de subventions lors de rénovations | Le Programme Bâtiments*, s. d.) ou le programmebatiment.ch permettent d'avoir un aperçu global des subventions disponibles par canton ou commune (à condition que la commune ou le canton ait renseigné ces informations sur ces sites).



Tableau 4 : Résumé des principaux facteurs d'aide à la décision

Mesures de rénovation			Légal	Source, loi, commentaires	Énergie et territoire	Source, informations, commentaires	Économique, subvention		
1	Murs extérieurs, contre-terre	Isolation des murs par l'extérieur (ITE)	Autorisation de travaux et respects des exigences légales liées au droit de construction.	energie-environnement.ch/batiment-chauffage/conception-du-batiment/isolation	Vétusté, niveau d'isolation actuelle, contrainte physique du bâtiment, présence de ponts-thermique, village d'importance patrimonial (Catégorie ISOS: Périmètre, Ensemble, Périmètre environnant, Echappée dans l'environnement, Élément individuel).	Information liée au questionnaire puis nécessite une visite sur place pour une évaluation détaillée	M-01 Programme Bâtiments : L'isolation thermique est subventionnée dans l'ensemble des cantons. Il n'est pas recommandé d'isoler à l'intérieur, sauf en cas d'obligation due à la protection du patrimoine. Il existe également des subventions communales dans certaines communes.		
2		Isolation des murs par l'intérieur (ITI)	Norme d'isolation SIA 380/1	energie-environnement.ch/batiment-chauffage/conception-du-batiment/isolation					
3		Isolation par intérieur et extérieur	Norme d'isolation SIA 380/1	SIA 380/1 2016, tableau 2 à 4, Valeurs limites et cibles					
4	Parois contre non-chauffés	Isolation des murs contre les espaces non-chauffés ou enterrés à plus de 2m.	Norme d'isolation SIA 380/1	SIA 380/1 2016, tableau 2 à 4, Valeurs limites et cibles					
5	Toiture	Isolation plancher des combles							
6		Isolation entre et sur chevrons							
7		Isolation entre et sous chevrons							
8		Isolation toiture plate							
9	Fenêtres	Remplacement des fenêtres	Norme SIA 343.051	energie-environnement.ch/batiment-chauffage/conception-du-batiment/vitrage-fenetre			SIA 380/1 2016, tableau 2 à 4, Valeurs limites et cibles		
			Norme d'isolation SIA 380/1						
10	Portes	Remplacement de la porte d'entrée	Norme SIA 343.051 + norme isolation	SIA 380/1 2016, tableau 2 à 4, Valeurs limites et cibles					
11	Plancher bas	Isolation du radier	Norme d'isolation SIA 380/1						
12		Isolation du plafond sur sous-sol							
13	Ventilation	Simple flux avec grille hygroréglable et extraction sanitaire	Norme ventilation	SIA 382/5	Solution non incluse dans le projet pilote, car difficulté d'automatisation du processus.	Aucune			
14		Double-flux	Normes ventilation	SIA 382/5					
15	Producteur de chaleur	Chaudière à bûches	Émission de particule + Stockage	Ordonnance Opair + Directive SWKI HE200-01:2018	Condition météorologique (degrés jours chauffage), altitude, densité énergétique de la zone, type de source de froid, présence de rejet de chaleur industriel, etc..	Étude au cas par cas selon territoire et bâtiment en question	M-02 L'installation donnant droit à une contribution doit être utilisée comme chauffage principal.		
16		Chaudière à pellets					L'installation doit être munie du label de qualité Énergie-bois Suisse ou équivalent. L'installation remplace un chauffage fonctionnant au mazout ou au gaz naturel, ou un chauffage électrique fixe à résistance.		
17		Pompe à chaleur air-eau	Exposition au bruit	Ordonnance sur la protection contre le bruit OPB et autorisation communale nécessaire			M-05 subvention programme bâtiment mesure		
18		Pompe à chaleur avec sonde géothermique	Autorisation de forer (Loi cantonale, cadastre)	puis-je-forer.ch (OFEN)			M-06: Pompe à chaleur électrique (saumure/eau, eau/eau)		
19		Chaleur à distance (CAD)	Selon planification énergétique territoriale	Carte OpenData : viageo.ch - geodienst.ch			M-07: Raccordement à un réseau de chauffage		
20	Production de chaleur (ECS)	Chauffe-eau thermodynamique (chauffe-eau PAC, bois, CAD)	Exigence d'efficacité.	Ordonnance sur les exigences relatives à l'efficacité énergétique OEEE			M-05: Pompe à chaleur air/eau Attention l'installation doit être utilisé comme chauffage principal		
21	Panneaux solaires	Panneaux solaires thermiques ECS + chauffage ($S_{th_{ECS/O}}$)	Zone à protéger selon droit cantonal	art. 18a LAT	Rayonnement solaire, horizon , azimute, type et vétusté de toiture.	toitsolaire.ch (OFEN)	M-08: Capteurs solaires		
22		Panneaux solaires photovoltaïques (PV)			Rayonnement solaire, horizon, azimute, type et vétusté de toiture	toitsolaire.ch (OFEN)	Tarif de reprise / Pronovo RU + subventions communales		
23	Distribution & émissions	Création d'un chauffage au sol	Performances requises	SIA 384/1:2022 + analyse amiante selon cas de figure	Température de départ, COP pour les PAC, surface d'échange	Étude au cas par cas	selon les mesures Contribution supplémentaires pour la toute première installation		
24		Remplacement par des panneaux rayonnants		SIA 384/1:2022			Aucune		
25	Divers	Vannes thermostatiques / thermostat ambiance	Performances requises	SIA 384/1:2022			Certaines communes proposent des subventions pour l'installation de vannes thermostatiques.		
26		Isolation des conduites de chaleur (chauffage)					Aucune		
27		Isolation des conduites d'eau chaude sanitaire							
28		Remplacement des équipements électriques (éclairage, lave-vaisselles, lave-linges, sèche-linges, etc.)					Subventions communales possibles		
29		Batterie de stockage pour l'électricité PV					Au cas par cas selon canton (ex. Thurgovie Appenzell), selon communes (ex: Wil) et selon fournisseurs d'énergie		

Tout comme pour le WP4.1 cette liste de facteurs d'aide à la décision sera complétée lors de la phase de visite des bâtiments du projet pilote et selon les retours des entreprises.

2.4.3 Prérequis ou mesures annexes liées (WP4.3)

Le WP4.3 "Prérequis ou mesures annexes liées" a pour objectif d'identifier les prérequis à remplir pour la mise en œuvre de chaque mesure listée dans le WP4.1. Ces prérequis peuvent être soit des exigences énergétiques et/ou techniques. Le respect de ces prérequis peut amener à devoir réaliser d'autres mesures de rénovations énergétiques annexes et non identifiées initialement dans le cadre du projet de rénovation, amenant soit à des surcoûts non prévus, soit à limiter la durée de vie et la durabilité des mesures réalisées. Cette activité est en cours de réalisation.

La méthodologie de cette partie se basera sur des interviews et des rencontres avec des entreprises actives dans la rénovation (installateurs, chauffagistes, fabricants, détaillants) et des faitières. Les entreprises qui participeront au « projet pilote Morges » seront intégrées à cette partie afin de prendre en considération leurs exigences entre termes de rénovations. Des échanges avec une entreprise de pose de vitrage (Stadlin) et une entreprise de pose de chauffage au sol intégrée (OPAL) nous ont déjà permis de définir des prérequis propres à leurs travaux de rénovation et de les intégrer dans les questionnaires pour le projet pilote. Les prérequis ou mesures annexes liées aux mesures de rénovation restantes seront traités avec la même approche, les résultats eux seront détaillés dans le rapport final.



2.5 Méthodologie de standardisation des scénarios de rénovation et d'accompagnement du Maître d'ouvrage (WP5)

Ce WP5 traite de manière générale de la **quantification énergétique et économique** des différents scénarios de rénovation ainsi que de leur priorisation. Les calculs inhérents à la détermination de la consommation de l'état existant y sont entre autres décrits dans le sous-chapitre WP5.1. La méthodologie décrite est celle développée dans le cadre du projet Optibat et mise en application dans le projet pilote de Morge. Les deux sous WP suivant (5.2 et 5.3) traitent des différents enjeux de rénovations identifiés et de leur priorisation selon une première méthode basée sur les **souhaits du client** et une deuxième méthode qui se base sur des critères **techniques**.

Enfin, les sous-WP 5.4 et 5.5 traitent de la quantification de la **consommation énergétique après rénovation** et de la **standardisation du processus** d'accompagnement et d'aide à la décision. Le WP5.4 ainsi qu'une partie complémentaire du WP5.5 seront finalisés dans le rapport final.

2.5.1 Consommation énergétique de l'état existant (WP5.1)

Le WP5.1 a pour objectif de **développer une méthodologie d'évaluation semi/automatisée de la consommation énergétique de bâtiments avant rénovation**. Voici les contraintes principales qui s'appliquent au contexte de ce projet :

- Applicable à un large panel de bâtiment et typologie.
- Ne nécessite pas de visite sur place dans une vision de préaudit automatisé, mais s'appuie sur des informations détaillées des propriétaires.
- Doit tenir compte des spécificités légales, économiques et territoriales du lieu concerné (selon WP4.2).

Ces contraintes proviennent de la volonté d'automatiser une partie du processus pour un grand nombre de bâtiments et ainsi formuler des offres groupées.

Méthode :

Nous avons développé une approche de simulation dynamique des bâtiments basée sur des paramètres d'entrée dont les données sont récupérées via un questionnaire envoyé aux propriétaires. Cette algorithmie a pu être testée dans le cadre du « projet pilote Morges » et est encore en cours d'adaptation. Cette dernière doit :

- Être adaptée aux solutions de rénovations proposées dans les appels d'offres groupés selon description WP5.2
- Permettre d'inclure facilement les données intrinsèques aux projets :
 - o Données spécifiques territoriales et géographiques des lieux concernés (tarifs, subventions, GRD etc.)
 - o Données spécifiques fournies par la commune et le canton (plan directeur, stratégies locales, carte de tracés CAD etc.), selon WP4.2
 - o Cadastres et cartes locales
 - o Données issues des entreprises spécialisées (tarifs, calculs spécifiques)



Le schéma de principe ci-dessous explique la méthodologie globale de détermination de la consommation existante :

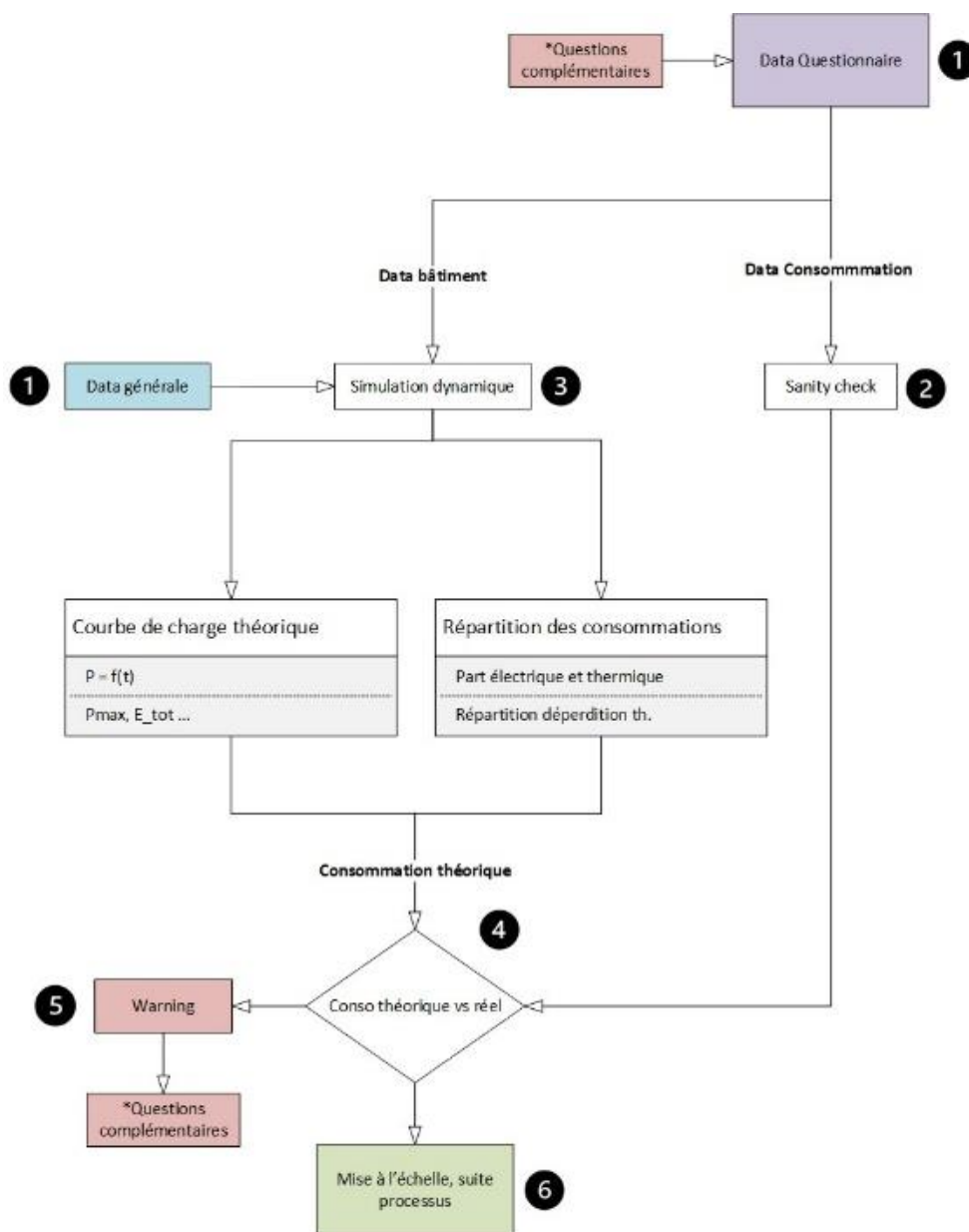


Figure 13 : Processus d'estimation de la consommation des bâtiments

Les étapes principales de ce processus sont développées ci-dessous :

Étape 1 : Acquisition de données

Cette étape consiste à acquérir les données nécessaires aux calculs de la consommation, elles sont de deux types :

- Les données intrinsèques au bâtiment à rénover
- Les données intrinsèques au projet en question (lieu, mandants, etc.)



Les données intrinsèques au bâtiment à rénover sont acquises via un questionnaire envoyé au début du projet aux propriétaires. Chaque propriétaire répond à une série de questions liées à son bien immobilier, ses habitudes de consommation, ses motivations en termes de rénovation. Le questionnaire comporte une série de questions techniques liées au bâtiment (type de chauffage, appareils, spécificité, etc.). Les aspects repris dans le questionnaire sont listés ci-dessous. Ils pourront encore être adaptés en fonction des premiers retours sur le « Projet pilote Morges ».

Liste des aspects :

- Situation géographique (adresse)
- Catégorie d'ouvrage (habitat collectif ou individuel)
- Données bâtiment
 - Année de construction
 - Nombre d'étages chauffés
 - Surface au sol estimée
 - Type de murs (si connu) (briques, ossatures bois, double mur, etc.)
 - Type de toiture (plat, incliné, sous-comble)
 - Surface vitrée estimée
 - Type de vitrages (simple, double, triple)
 - Présence d'un local technique ? Si oui, dimensions de ce dernier.
- Rénovations de l'enveloppe ? Si oui :
 - Type d'éléments rénovés (murs, toiture, sol, vitres) et année des travaux pour chaque rénovation effectuée
- Installations techniques
 - Type de ventilation
 - Cuisine au gaz ?
 - Type de chauffage (mazout, gaz, électrique, PAC, etc.)
 - Année des installations
 - Rénovation ? (ex : changement brûleur)
 - Date de la rénovation
 - Puissance [kW] du chauffage principal et du chauffage secondaire si existant
 - Puissance [kW] du brûleur
 - Type de distribution de chaleur
 - Consommation d'énergie annuelle chauffage principal (**avec unité**) et chauffage secondaire des trois dernières années
 - Type de chauffage ECS
 - Volume stockage ECS
 - Présence de production photovoltaïque et/ou thermique ?
 - Puissance installée [kW] ou surface [m2]
- Utilisation
 - Nombre de personnes
 - Profil des personnes (enfants, employés, étudiant, homme/femme au foyer)
 - Nombre de jours de présence par année
 - Température de chauffage [°C]
 - Coupure du chauffage durant une période précise ? (si oui, nombre de jours et dates)
- Complément d'information
 - Factures d'énergie et d'électricité annuelles [CHF/an]
 - Voitures électriques ?
 - Estimation part de charge sur site [%]
 - Kilométrages estimés par année
 - Présence d'appareils de management de l'énergie ?
 - Type d'appareils pilotés ?
 - CECB ou CECB+ existant ?
 - Si oui, envoi des rapports



- Souhait de solution mutualisée ?
- Remarques ouvertes

Le deuxième type de données récolté (data générale selon Figure 13) est lié à l'échelle d'un territoire ou d'une région spécifique dans lesquels le projet est effectué. Ces données comportent par exemple les tarifs de l'électricité du GRD (elcom), les normes et directives cantonales / communales, les données de stations météorologiques, les subventions fédérales / cantonales / communales, le taux de fiscalisation ou les données relatives aux standards d'isolation.

Étape 2 : « Sanity check »

Cette étape a pour objectif de contrôler la crédibilité d'une partie des données fournies par les propriétaires. Elle est décrite en détail dans la suite de ce chapitre.

Étape 3 : Simulation dynamique

La simulation dynamique du bâtiment est effectuée par un algorithme développé dans le cadre du projet Group-it RE. Les calculs et équations de base sont ceux utilisés dans la méthodologie CECB ainsi que les normes SIA correspondantes (SIA 4010, 380/1, 2024 etc.).

Étape 4,5,6 : Comparaison consommation théorique vs réelle

Une fois la consommation théorique calculée, cette dernière est comparée aux données de consommation récoltées dans le questionnaire. Si l'écart obtenu entre la consommation théorique et celle obtenue dans le questionnaire est élevé (+50%), une prise de contact avec les propriétaires est nécessaire afin de comprendre les raisons de cette anomalie (**Étape 5**). Dans le cas où les écarts de consommation sont satisfaisants, la consommation théorique est ramenée à la consommation réelle et les calculs des différentes solutions de rénovation peuvent être entrepris (**Étape 6**).

Présentation des étapes avec le dataset « projet pilote Morge »

Dans le but de comprendre les différentes étapes et les résultats des simulations présentés plus loin ainsi que les méthodologies appliquées comme le « sanity check » par exemple, nous allons décrire le dataset obtenu dans le projet pilote Morge, auprès des 92 personnes inscrites.

Données bâtiments (Étape 1) :

Parmi les 92 bâtiments, 72 sont de type individuel et 20 de type habitat collectif (immeubles). Le graphique ci-dessous présente la distribution des années de construction de ces bâtiments :

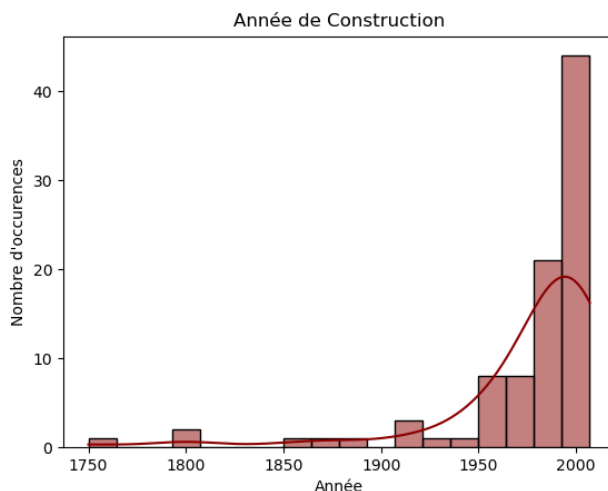


Figure 14 : Distribution des années de construction des bâtiments



Nous pouvons observer qu'une majorité (85%) des bâtiments ont une année de construction allant de 1950 à 2005 tandis qu'une petite série de bâtiments ont été construits avant les années 1900. La forte participation de logements récents est due à la participation d'environ 30 habitants d'un même quartier, construit entre 2003 et 2005. Ces informations sont nécessaires dans le but d'estimer la qualité de l'isolation du bâtiment.

Le graphique ci-dessous présente la distribution des surfaces de références énergétiques estimées :

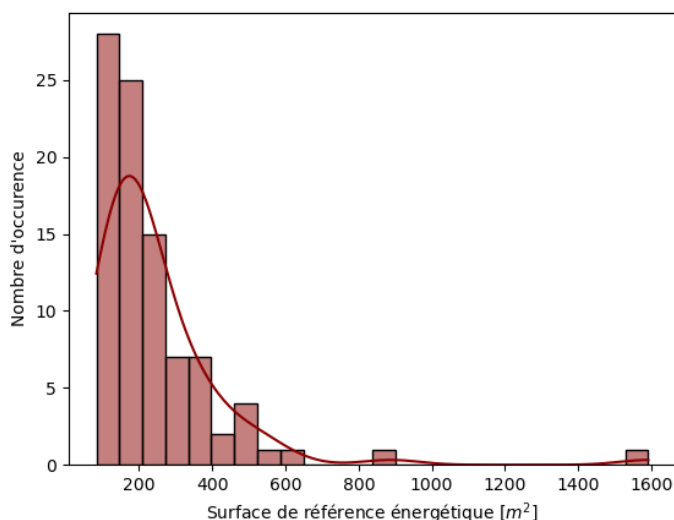


Figure 15 : Distribution des SRE [m²]

Nous pouvons observer qu'une majorité des bâtiments ont une surface de référence énergétique allant de 80 à 200 m². Cette dernière est estimée à l'aide de la surface au sol et du nombre d'étages chauffés renseigné dans le questionnaire. Pour tenir compte des éléments non compris dans le calcul de SRE (voir calculs détermination de la SRE (*EnerCoach_SRE_batiment.pdf*, s. d.)), cette valeur de surface théorique est multipliée par un coefficient de 0.8. Si cette méthode ne permet pas de déterminer rigoureusement la SRE d'un bâtiment, elle permet d'obtenir une estimation que nous avons jugée suffisante au stade de la pré-évaluation des solutions de rénovations. Ce calcul présente toutefois l'avantage d'être suffisamment simple pour que les données nécessaires à son calcul soient compréhensibles par « tout le monde », et pour qu'il soit automatisé. Cette valeur de SRE peut, si besoin, être corrigée lors de la phase de visite, comme cela est prévu dans le projet pilote.

En termes de rénovation thermique, le graphique suivant démontre que moins de la moitié des bâtiments ont effectué ce type de rénovation depuis leur construction :

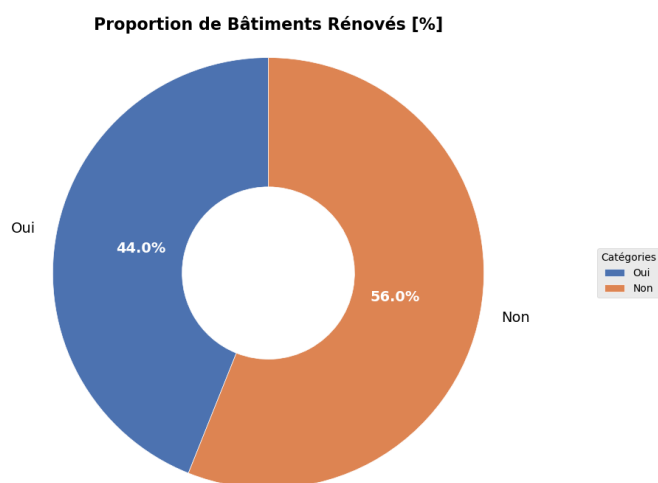


Figure 16 : Part de bâtiments ayant subi une rénovation

Le graphique suivant présente le nombre de bâtiments ayant complètement ou partiellement rénové les différents éléments de l'enveloppe thermique :

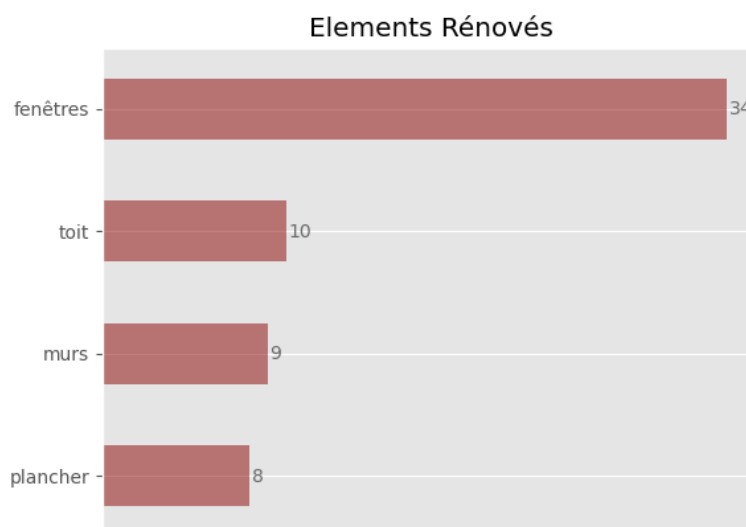


Figure 17 : Nombres d'éléments rénovés par types de rénovation

Nous pouvons observer que le remplacement des fenêtres représente de loin la rénovation la plus effectuée tandis que l'isolation de la toiture, des murs et du plancher est plus rare dans l'échantillon étudié, ce qui est attendu dans un projet de rénovation tel que celui-ci.

Données chauffages (Étape 1) :

Parmi les bâtiments étudiés dans ce projet, voici le nombre d'occurrences par types de chauffage :

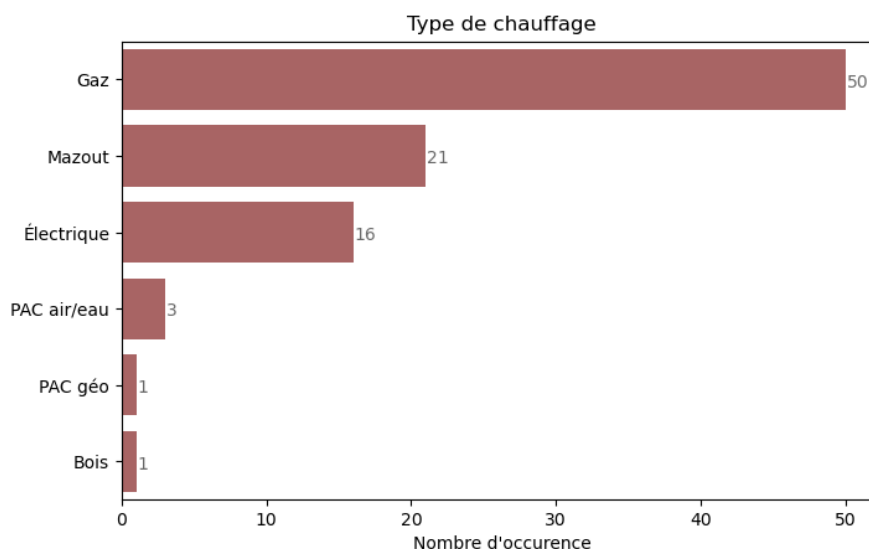


Figure 18 : Types de chauffage

Près de 80% ont recours à des chauffages fossiles et 95 % d'entre eux ont recours à de l'énergie non renouvelable si l'on considère les chauffages électriques directs.

La part élevée de chauffage à gaz (54% contre 37% moyenne cantonale selon OFS 2021 (*Situer sa consommation de chauffage - energie-environnement.ch*, s. d.)) s'explique par le fait qu'un quartier composé de plusieurs immeubles identiques est inscrit au projet pilote, au total ce sont une trentaine d'appartements concernés par cette promotion d'immeuble qui ont recours à des systèmes de chauffage au gaz. Pour ces propriétaires, une solution commune a été évaluée et proposée dans les pré-évaluations (lien avec WP3.1)

Pour obtenir une estimation du potentiel de rénovation des systèmes de chauffage il est important de considérer leur ancienneté, dont voici la répartition :

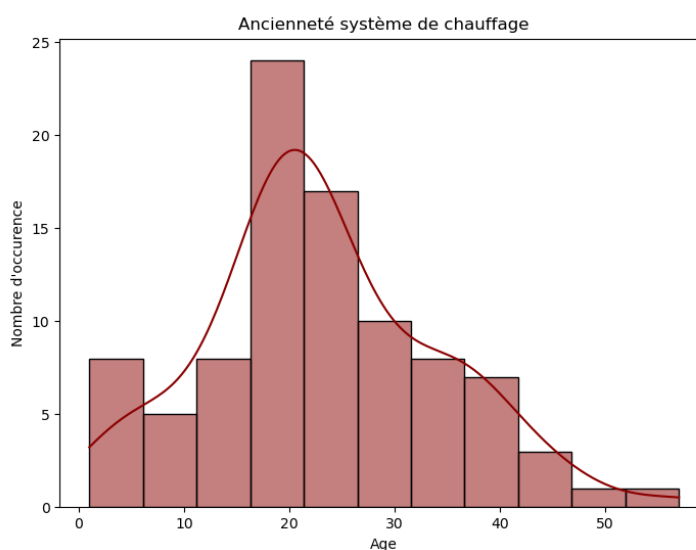


Figure 19 : Ancienneté des systèmes de chauffage



Il est intéressant de noter qu'une majorité (55%) d'entre eux ont plus de 20 ans d'âge et devront très vraisemblablement être remplacés prochainement si l'on considère les durées de vie affichées par les constructeurs (HOVAL, elco).

Analyser ces données dès le début d'un processus d'appel d'offres groupé tel que celui-ci permet dans un premier temps d'anticiper le nombre et le type de rénovations possibles.

Dans un deuxième temps cela permet également de préparer la phase de rénovation en contactant en priorité les corps de métier concernés par les rénovations les plus probables. Ces données permettent aux entreprises spécialisées d'avoir une visibilité sur la quantité de travail à venir et de préparer des offres en conséquence. Pour le porteur de projet, cela donne une indication des économies d'échelles à prévoir. C'est sur la base de cette analyse que sera détaillé le WP3.2 Mutualisation des coûts dans le rapport final.

Contrôles des données (Sanity check) (Étape 2)

La suite de ce chapitre présente la méthodologie appliquée pour contrôler la qualité et la véracité des données obtenues par le questionnaire. Dans le cas d'un questionnaire sur une plateforme dédiée, nous recommandons d'effectuer ces contrôles de manière automatisée lors de la saisie des données par le client. L'objectif est de pouvoir réaliser les calculs en ayant au préalable une certaine assurance de la véracité des données récoltées. Si cela n'est pas le cas, nous avons systématiquement recontacté les personnes concernées en demandant de plus amples informations et en pointant les données qui nous semblaient étranges.

Cette analyse peut être appliquée pour les données de **consommations, de factures d'énergies et de puissance** en réalisant les trois contrôles suivants :

- Contrôle n°1 : Contrôle du coût de l'énergie « Energy cost check »

Nous calculons le coût de l'énergie au kWh de chaque client de la manière suivante :

$$Coûts_{Energie} \left[\frac{CHF}{kWh} \right] = \frac{facture\ annuelle\ [CHF]}{Consommation\ annuelle\ [kWh]}$$

Afin de contrôler la rationalité de cette valeur, nous avons défini des limites hautes et basses de coûts pour chacun des agents énergétiques représentées dans le tableau suivant :

Agents énergétique	Limite basse [cts/kWh]	Limite haute [cts/kWh]	Source
Electricité	18	35	elcom.admin.ch
Mazout	9	17	migrol.ch
Gaz	10	19	gaspreise.ch
Pellets	7	16	propellets.ch

Figure 20 : Coûts de l'énergie, standard Suisse 2023 selon agent énergétique

À noter que ces valeurs sont représentatives de la situation suisse globale et pour l'année 2023. Il serait possible d'affiner ces valeurs en les remplaçant par des données cantonales ou par des données issues des fournisseurs d'énergie locale directement selon les projets. Ce premier sanity check ne permet pas de valider à 100% la véracité des données de consommation et des factures renseignées par les clients, mais a pour objectif **de mettre en évidence d'éventuelles valeurs aberrantes** se trouvant en dehors de ces valeurs limites.



- Contrôle n°2 : Indice de consommation « Conso standard check »

Le deuxième contrôle à effectuer est celui de l'indice de consommation calculé selon l'équation ci-dessous, puis contrôlé par rapport à des standards :

$$Indice_{conso} = \frac{\text{consommation annuelle [kWh]}}{SRE [m^2]}$$

L'année de construction du bâtiment a été définie comme étant le paramètre principal pour déterminer des standards de consommation. En effet, la qualité de l'enveloppe thermique du bâtiment, et donc sa consommation, est relativement influencée par l'année de construction du bâtiment et des normes en vigueur à ces différentes époques. Par manque d'informations précises sur ces données, le graphique disponible sur le site energie-environnement.ch (*Situer sa consommation de chauffage - energie-environnement.ch*, s. d.), disponible ci-dessous, a été pris comme référence pour déterminer ces valeurs standards.

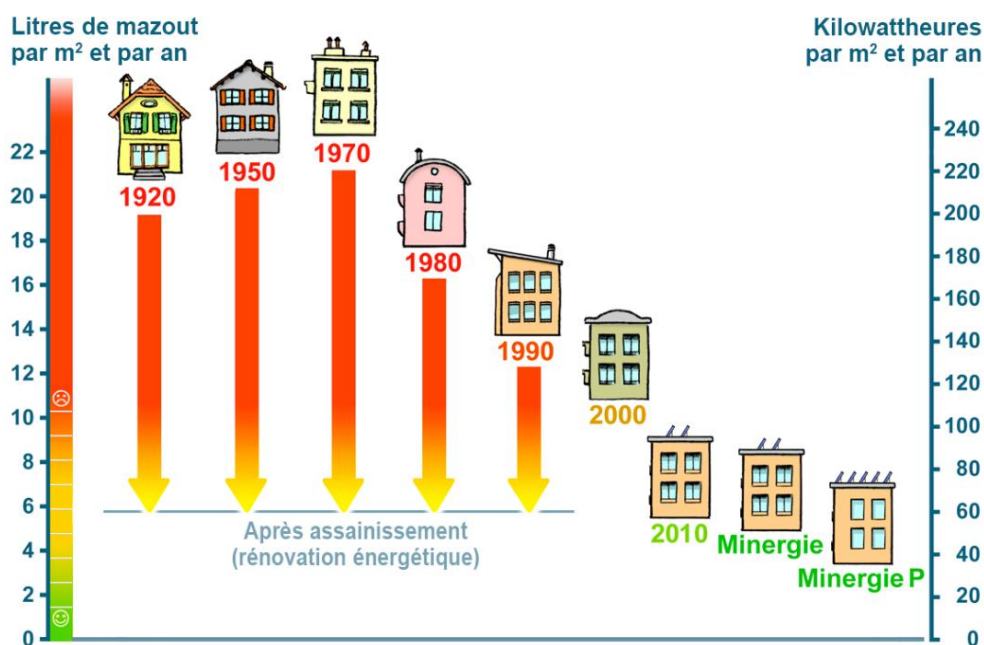


Figure 21 : Consommation spécifique selon année de construction, source : energie-environnement.ch

Dans le cas où un bâtiment a subi des rénovations, nous effectuons une correction de l'indice en pondérant chaque élément de l'enveloppe thermique par rapport à l'année de rénovation et aux standards d'isolation correspondants, voici l'équation correspondante :

$$Correction = \sum_{i=1}^n \frac{U_i * S_i}{S_{tot}}$$

Où :

U = Valeur U de l'élément selon année construction [W/(m²*K)]

S = Surface de l'élément [m²]

S_{tot} = Surface totale de l'enveloppe thermique [m²]



Ce facteur de correction tient donc compte d'éventuelles rénovations et de l'estimation de la baisse de consommation qu'elles vont engendrer pour la comparaison à des standards. Les différentes surfaces des éléments de l'enveloppe ainsi que la surface totale sont calculées grâce aux données récoltées dans le questionnaire. Pour simplifier les calculs, nous faisons l'hypothèse que la hauteur d'un étage est de 3m et que les toitures inclinées ont un angle de 30° par rapport à l'horizontale. Voici les valeurs U prises comme référence pour les différentes années de construction, selon les normes SIA 380/1 en vigueur à ces époques :

Année	toiture et façade	fenêtre double vitrage	fenêtre triple vitrage	sol
Avant 1988	0.6	3	-	0.68
1988	0.4	2	-	0.48
2001	0.3	1.7	-	0.38
2009	0.2	1.3	1.04	0.28

Figure 22 : Valeur U [W/(m²·K)] selon année de construction du bâtiment et selon norme SIA 380/1

Cette approche permet **d'estimer grossièrement** la consommation standard d'un bâtiment selon son année de construction et les rénovations de l'enveloppe effectuées. Les valeurs de consommation renseignées dans le questionnaire peuvent être contrôlées et **d'éventuelles valeurs aberrantes sont mises en évidence**.

Les résultats de ce deuxième contrôle du sanity-check sont fortement influencés par les facteurs suivants :

- L'estimation de la qualité de l'enveloppe (valeur U)
- La valeur de surface au sol renseigné dans le questionnaire et donc l'estimation de la SRE qui en découle
- Les standards de consommation pris comme référence
- Les habitudes de consommation et les particularités de chaque bâtiment.

Pour ces raisons, nous suggérons de mettre en évidence les résultats obtenant une différence **supérieure à 50%** des consommations standards (selon graphique Figure 23) comme pouvant potentiellement provenir de valeur erronée transmise dans le questionnaire.

Il est intéressant ici de mentionner l'étude « GAPxPLORE (Cozza et al., 2019) » réalisée en 2019 sous mandat de l'OFEN et qui a mis en évidence les écarts de consommation (Energy Performance Gap) entre les consommations théoriques et réelles sur une base de données de plusieurs milliers de bâtiments en suisse. Le graphique ci-dessous démontre que la moitié des cas étudiés (interquartile) peuvent se situer à $\pm 50\%$ d'EPG (Energy Performance Gap) selon les classes énergétiques :

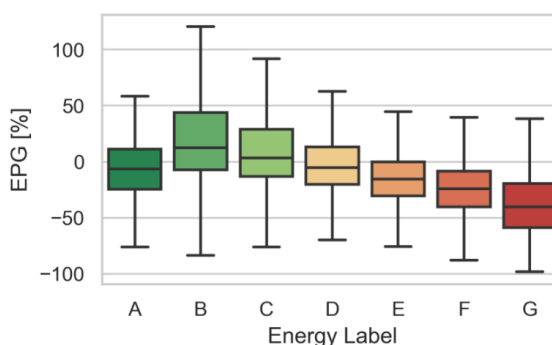


Figure 23 : Energy Performance Gap : Source GAPxPLORE



Nous partons du principe que les valeurs de consommation réelles utilisées dans cette étude ont été contrôlées par des professionnels (lors par exemple d'audit CECB), ce qui contribue à rendre la comparaison des consommations plus précise en comparaison à des pré-audit semi-automatisés présentés dans ce rapport (les consommations réelles proviennent de questionnaires). Or, même dans ce cas de figure, les « gap » sont élevées.

Dans notre objectif de mettre en évidence les valeurs de consommations aberrantes, il serait donc peu justifié de prendre une valeur de contrôle au-dessous de 50%. Il est également intéressant de noter les différences d'EPG selon les différentes classes CECB des bâtiments. Les bâtiments peu performants ont tendance à être sous-estimés dans les modèles théoriques tandis que les bâtiments plus performants eux sont légèrement surestimés.

- Contrôle n°3 : DUP « DUP check »

La durée d'utilisation de la puissance « DUP » est calculée de la manière suivante :

$$DUP = \frac{\text{consommation annuelle [kWh]}}{\text{Puissance chauffage [kW]}}$$

Elle représente le nombre d'heures d'utilisation du chauffage dans une année à puissance nominale. Cette valeur nous donne des indications sur le bon ou mauvais dimensionnement du système de chauffage, mais également sur d'éventuelles valeurs aberrantes renseignées dans le questionnaire. Les valeurs de références de DUP peuvent être tirées du document « calcul de la puissance de chauffe (Suisse-Energie - Calcul de la puissance de chauffe.pdf, s.d.) » de suisseénergie. Les valeurs considérées comme faisant partie des standards dans nos calculs sont donc les suivantes :

- DUP valeur basse : **1500 h par an**
- DUP valeur haute : **2500 h par an**

À noter que la valeur de référence prise en considération dans les calculs du programme « chauffez renouvelable » est de **2200 heures** par année à pleine charge et se situe également dans ces standards. Dans le projet pilote, nous avons toutefois obtenu des DUP relativement plus basses qu'anticipées, dont voici la distribution :

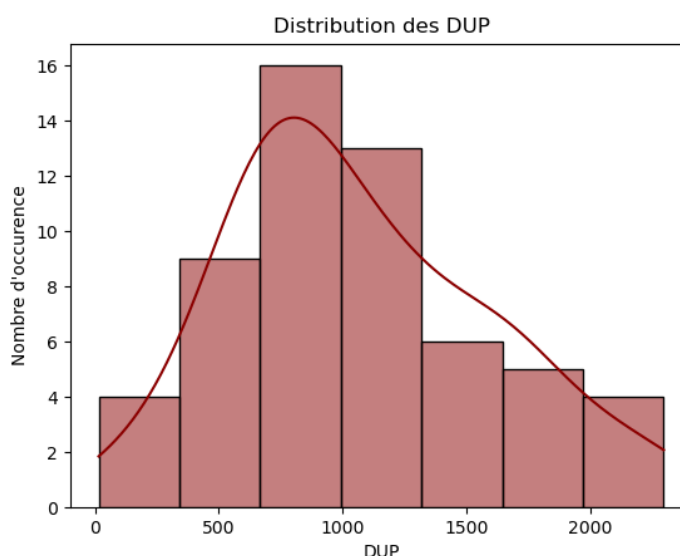


Figure 24 : Distribution des DUP



Plusieurs facteurs peuvent influencer des valeurs de DUP basses :

- Surdimensionnement de la puissance du chauffage existant
- Puissances renseignées par le client (exemple erreur entre puissance du brûleur et de la chaudière)
- Consommation renseignée par le client trop basse ou consommation réelle très basse.

Au vu des résultats de DUP obtenus, nous avons décidé de demander des informations supplémentaires aux clients et si possible d'obtenir des photos des plaques signalétiques pour valider les puissances renseignées. Ce processus de contrôle des données lié au calcul de DUP est en cours d'évaluation et sera présenté dans le rapport final. Si justifiées, les valeurs de référence de la DUP seront modifiées.

Résultats du sanity check (Étape 2)

Dans cette section, nous discutons des différents résultats qu'il est possible d'obtenir en réalisant le sanity check présenté ci-dessus en considérant le contrôle des trois données suivantes :

- Facture d'énergie
- Consommation annuelle
- Puissance de chauffage

Le tableau suivant représente l'ensemble des 8 cas de figure que nous pouvons obtenir avec ces 3 variables sous forme de table de Karnaugh (à gauche) où la valeur « 0 » signifie qu'elle est erronée et où la valeur « 1 » signifie qu'elle a correctement été renseignée dans le questionnaire. La partie de droite du tableau quant à elle représente les résultats attendus du sanity check pour tous les cas de figure possibles :

Faux	Possiblement correct	Correct

	Cas de figure			Résultats du sanity check		
	Facture	Consommation	Puissance	Energy cost check	DUP check	Conso standards check
1	0	0	0			
2	0	0	1			
3	0	1	0			
4	0	1	1			
5	1	0	0			
6	1	0	1			
7	1	1	0			
8	1	1	1			

Figure 25 : Résultats attendus du sanity check selon cas de figure questionnaire

La première colonne représente par exemple un cas de figure où aucune des valeurs renseignées n'est correcte. Nous pouvons alors nous attendre à ce que la DUP et la consommation se trouvent hors des standards de consommation tandis que le coût de l'énergie pourrait potentiellement être cohérent dans le cas où le client aurait renseigné les données de consommation d'un trimestre au lieu d'une année. Le coût de l'énergie serait alors cohérent, mais la consommation ainsi que la facture ne correspondraient pas à une année complète de consommation.

Dans le cas de figure où l'ensemble des tests effectués donnent des valeurs hors standard (cas de figure 1,2,5 et 6), nous réalisons un deuxième sanity check en corrigeant cette fois-ci la valeur de consommation par rapport à la facture d'énergie en prenant une valeur de coût de l'énergie moyenne selon les valeurs décrites à la Figure 20.



Nous avons mis ce deuxième contrôle en place suite au constat que les valeurs de consommation d'énergie sortaient plus facilement des standards que les factures d'énergie. En effet, il est probablement plus compliqué pour une personne non initiée de comprendre une valeur de consommation d'énergie avec des unités propres plutôt qu'une valeur issue d'une facture d'énergie indiquée en CHF. Dans ce nouveau contrôle, une nouvelle consommation est calculée sur la base de la facture d'énergie et le sanity check effectué à nouveau. Concrètement, la nouvelle consommation est calculée en divisant la valeur facturée annuellement par la valeur moyenne du coût de l'énergie (selon Figure 20).

Si la facture d'énergie a été correctement renseignée, les cas de figure 5 et 6 du tableau ci-dessous donnent à présent des résultats cohérents pour les standards de consommations et pour la DUP dans le cas numéro 6. Les actions à entreprendre (au niveau des pré-audit) pour chacun des 8 cas de figure possibles, une fois les deux sanity check réalisé, sont les suivantes :

	Résultats du sanity check			Actions
	Energy cost check	DUP check	Conso standards check	
1				Contact avec le client pour informations
2				Contact avec le client pour informations
3				Continuer les calculs, warning dans le rapport
4				Continuer les calculs, warning dans le rapport
5				Continuer les calculs, warning dans le rapport
6				Continuer les calculs, warning dans le rapport
7				Continuer les calculs, warning dans le rapport
8				Continuer les calculs et pas de warning

Figure 26 : Actions selon résultats du sanity check

En cas de doute persistant et non résolu sur les données issues du questionnaire il est prévu de rendre un préaudit avec mention d'un « Warning » précisant que les résultats et potentiels sont probablement sur ou sous-évalués en fonction des erreurs de données du questionnaire. La visite du bâtiment prévue dans les phases suivantes (selon Figure 40) a pour objectif de corriger ou comprendre ces éventuelles erreurs et si besoin de réévaluer les potentiels d'économie.

Le graphique ci-dessous présente le nombre de questionnaires ayant passé les sanity-check effectués sur les données à disposition dans le projet pilote :

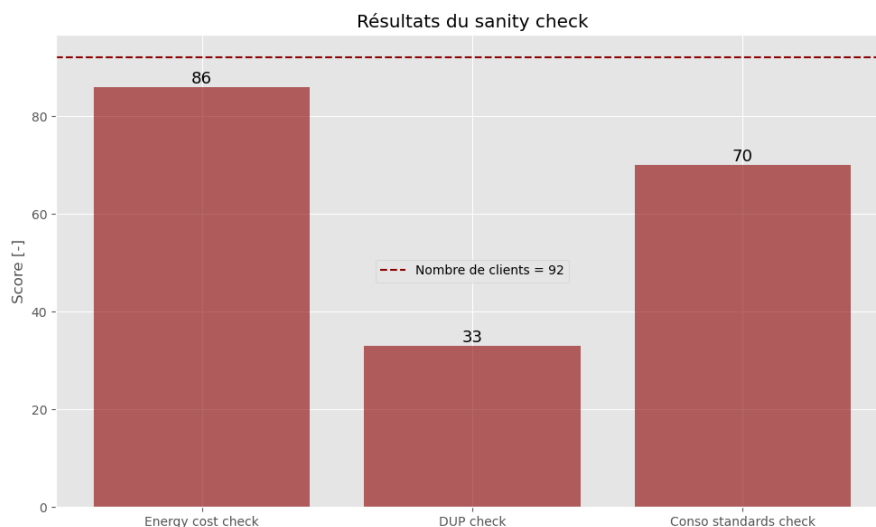


Figure 27 : Résultats du sanity check



Il est intéressant de noter que plus de 90% des données de consommation et de facture correspondante rentrent dans les standards définis de coûts de l'énergie (energy cost check), cela ne permet toutefois pas d'assurer que les données de consommation correspondent bien à des valeurs annuelles et que ces dernières sont cohérentes avec la réalité comme le démontre le nombre de contrôles des consommations hors standards (près de ¼ de valeurs hors standards).

Après correction d'une partie de ces données, suite à des prises de contact avec les clients, nous pouvons constater qu'une majeure partie de ces différences s'expliquent par les deux phénomènes suivants :

- Données de consommation et facture correspondantes à des valeurs trimestrielle ou mensuelle
- Consommation réelle hors standards.

Le graphique suivant montre le détail des scores du sanity check pour les trois systèmes de chauffages les plus répandus, le « score » indique le nombre de données validées par type de chauffage tandis que le nombre total de ces derniers est indiqué en rouge :

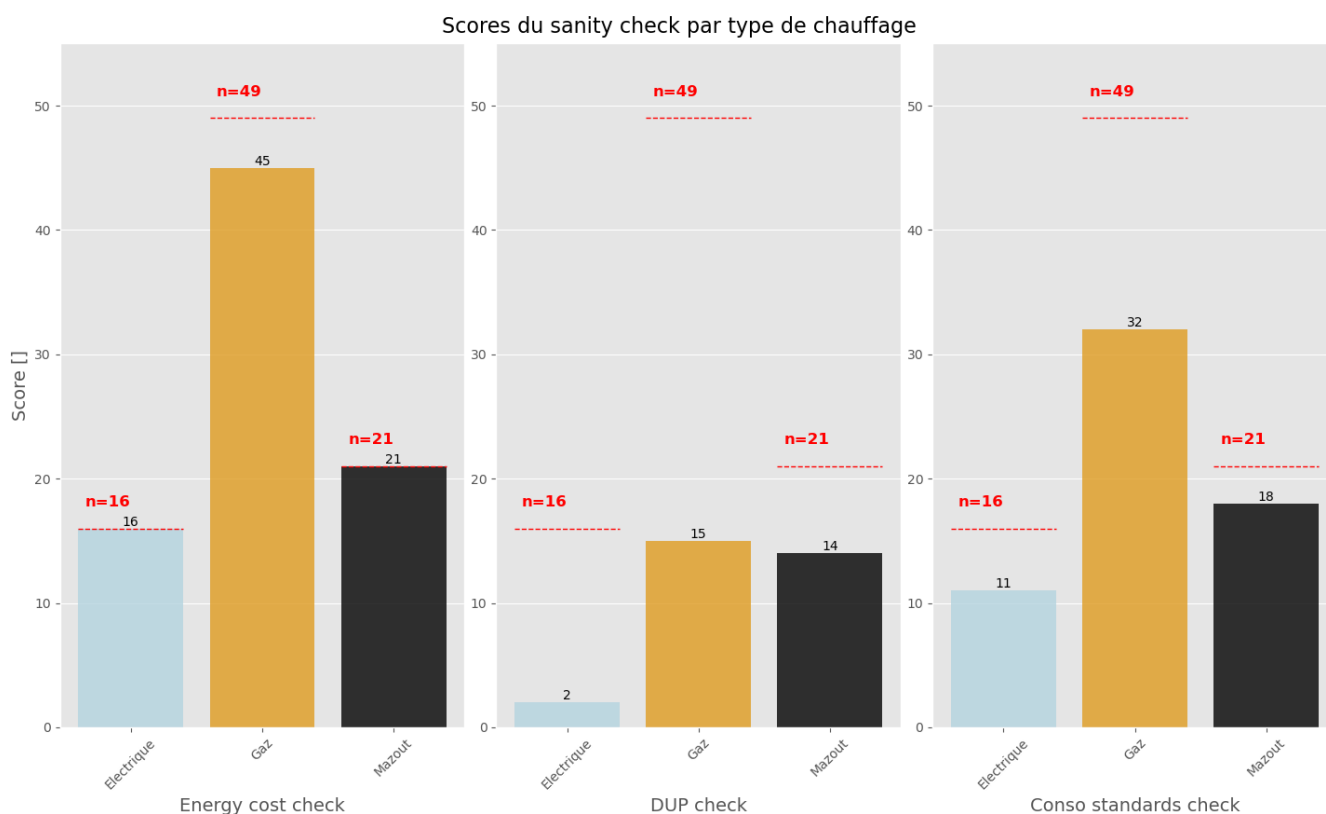


Figure 28 : Scores du sanity check par type de chauffage

Les autres systèmes de chauffage ne sont pas représentés dans ce graphique, car leur nombre est trop faible et ne permet pas de tirer de conclusions significatives.

Il est intéressant d'observer que les scores de contrôle de la DUP sont très faibles pour les chauffages électriques et au gaz, cela peut s'expliquer par les phénomènes suivants :

- Surdimensionnement de la puissance du chauffage
- Difficulté pour les propriétaires à renseigner la puissance exacte des chauffages électriques
- Consommation renseignée incorrecte



Nous pouvons également observer que 30% des consommations renseignées ne rentrent pas dans les standards de consommation ($\pm 50\%$, - Figure 23) pour les chauffages électriques et au gaz. Selon nos premières observations, ces différences peuvent s'expliquer par les phénomènes suivants pour les deux types de chauffage :

- **Électrique** : Difficulté de dissocier la part de consommation électrique due au chauffage et à l'utilisation des appareils (calculs effectués lors de la simulation dynamique).
- **Gaz** : Donnée de consommation fournie correspondant à des facturations trimestrielles ou mensuelles. Cette observation se confirme par le score élevé dans le contrôle du coût de l'énergie pour les systèmes au gaz, ce qui suggère que les factures et consommations sont bien cohérentes entre elles, mais ne correspondent pas nécessairement à une année complète de consommation.

Plusieurs pistes de réflexion ont été imaginées pour réduire au maximum ces erreurs et une partie du questionnaire est en cours de modification. Cela sera détaillé dans le rapport final.

Le logigramme ci-dessous résume la méthodologie appliquée lors du sanity check, les différentes « output » attendues ainsi que les tâches correspondantes. Les carrées roses définissent dans quel cas de figure nous nous trouvons selon la Figure 25.

Estimation de la consommation et simulation dynamique (Étape 3)

Cette partie de chapitre traite de la méthodologie utilisée pour estimer la consommation en dynamique de l'état existant. Cette algorithmie a été développée puis testée lors du projet pilote et est encore en cours d'amélioration. Ce chapitre présentera donc la méthodologie générale de ce modèle tandis que le rapport final lui présentera plus en détail les calculs réalisés.

Le logigramme de la Figure 13 présente la logique globale de ce modèle, la partie « simulation dynamique » décrite ici est réalisée en parallèle du contrôle des données du questionnaire puis les principaux résultats (consommation, puissance, etc..) sont confrontés aux données réelles afin d'estimer le degré de fiabilité du modèle dynamique. Une fois ce test réalisé - et si les résultats sont concluants - (différence absolue entre consommation théorique et réelle < 50%) la consommation théorique est ramenée à la consommation réelle via un **facteur d'échelle** afin de faire correspondre les calculs à la vraie consommation des clients (Étape 6). L'objectif derrière cette méthode est de faire correspondre les calculs de potentiel d'économie énergétique et économique aux données réelles de consommation des clients. Ainsi, les économies estimées sont proportionnées par rapport à l'état actuel de leur consommation.

En sortie de ces calculs, nous obtenons dans un premier temps deux courbes de charges horaires (consommation thermique et électrique dynamique), ces dernières sont construites en modélisant le bâtiment en question à l'aide des données du questionnaire et selon les équations utilisées dans la méthodologie CECB (*normalisation_240318_cecb_mark.pdf*, s. d.), décrite dans plusieurs normes (SIA 4010 :2023, SIA 380/1 2016, SIA 2031 etc.).

À l'aide des données d'âge et de rénovation des bâtiments, nous pouvons estimer dans un deuxième temps la répartition des déperditions et des apports d'énergie thermique de ce dernier. L'image ci-dessous présente un exemple de résultats obtenus et présentés dans les pré-évaluations automatisées dans le cadre du projet pilote :

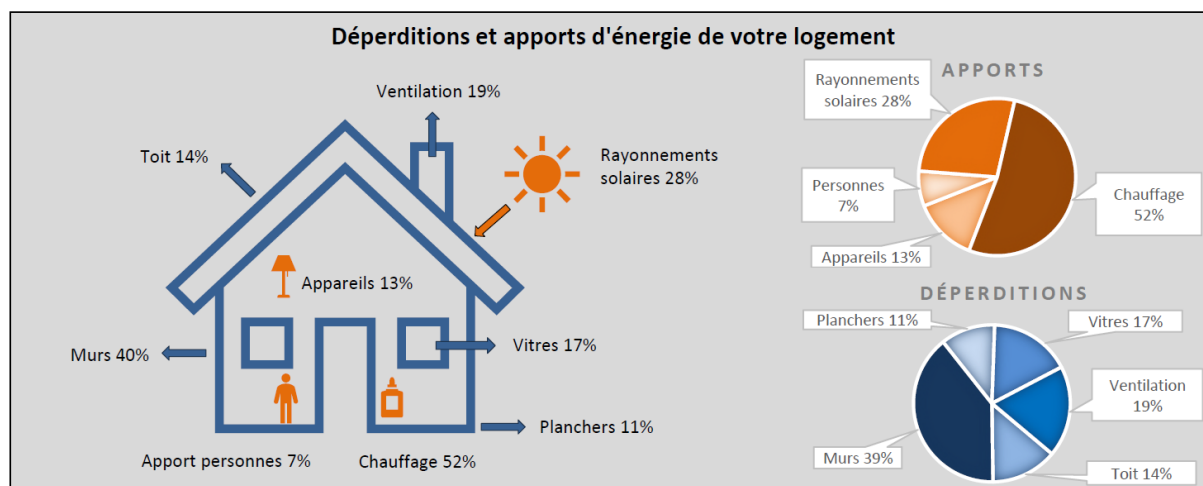


Figure 30 : Déperditions et apports d'énergie

Calculer ces répartitions permet de quantifier les gains énergétiques et économiques de différentes solutions de rénovation (voir Figure 34 à Figure 36) et pour les propriétaires et de connaître les principales sources de consommation de leur bâtiment.



Comparaison entre la consommation théorique vs réelle (Étape 4)

Le graphique suivant présente pour chacun des bâtiments modélisés dans le projet pilote la consommation spécifique théorique (selon calculs décrits ci-dessus) sur l'axe y et sa consommation réelle renseignée dans le questionnaire sur l'axe x (consommation réelle).

Les différents systèmes de chauffage sont différenciés par un code couleur différent, puis les « outliers » identifiés par le sanity check (erreur > 50%) représenté par des croix :

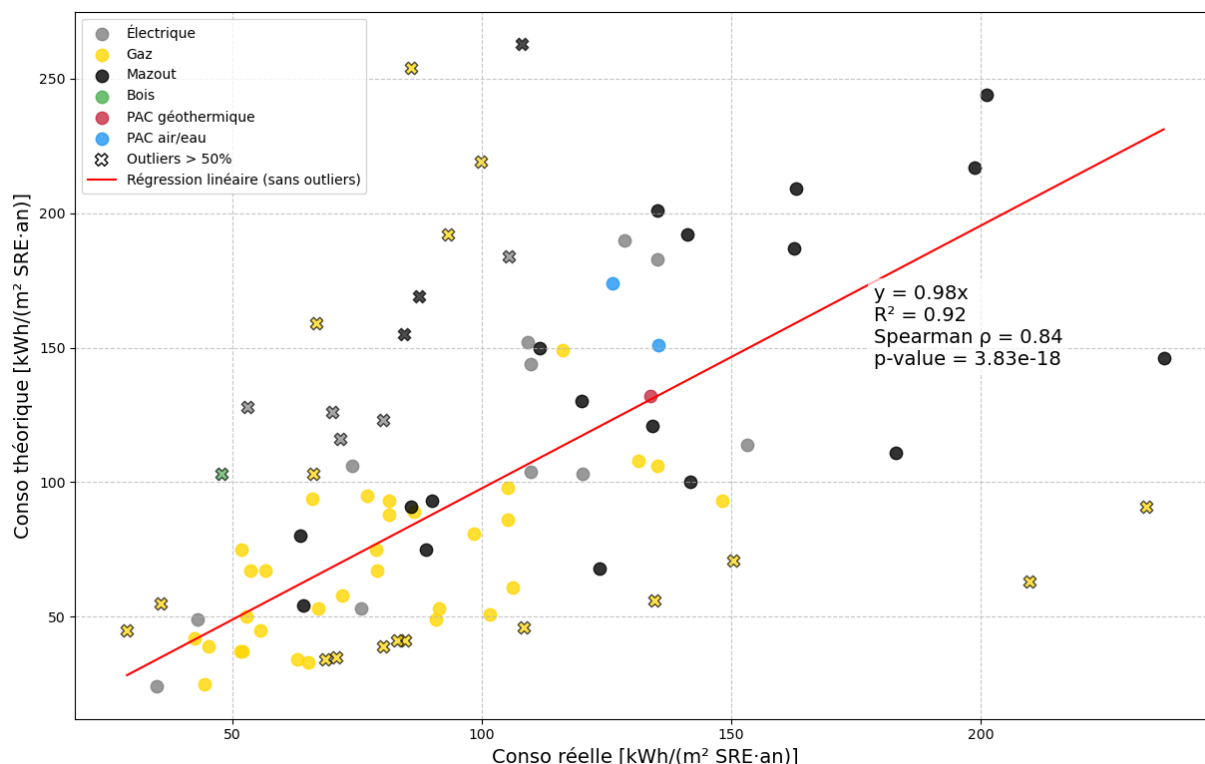


Figure 31 : Consommation spécifique théorique vs réelle selon type de chauffage

À noter que la régression linéaire affichée sur ce graphique est calculée **en ne considérant pas les outliers**.

Il est intéressant d'observer que sur la globalité des bâtiments simulés, le modèle estime avec une très bonne précision ($y = 0.98x$, $R^2 = 0.92$) la consommation réelle en se basant sur les données du questionnaire. Dans le cas idéal où le modèle estime parfaitement les consommations réelles, les points du graphique doivent se trouver le long de l'équation $y = x$.

Il est nécessaire toutefois de noter que la dispersion est importante et qu'au cas par cas des erreurs élevées peuvent être observées. Ces différences peuvent s'expliquer par un nombre important de facteurs, dont voici les plus significatifs :

- Estimation de la SRE
- Estimation des valeurs U
- Données du questionnaire (consommation, facture, part vitrée, etc.)
- Estimation des gains liés aux rénovations

Afin de quantifier précisément l'impact de ces différents paramètres sur les estimations de consommation, une analyse de sensibilité sera réalisée dans le rapport final.



En observant les résultats obtenus par système de chauffage, il est difficile de tirer des conclusions précises d'une éventuelle erreur induite par des paramètres propres à un type de chauffage en particulier. Nous pouvons toutefois noter que la consommation théorique d'une majorité de chauffages électriques semble surestimée. Ces résultats peuvent s'expliquer par une sous-estimation de la part de consommation électrique induite par les appareils et par l'absence de compteur d'électricité pour le chauffage. Il est toutefois difficile d'en tirer des conclusions significatives au vu du nombre de simulations effectuées.

Dans le but à la fois de confronter les résultats du modèle développé dans ce projet et de tester une approche différente, nous avons également testé une approche basée sur des calculs en dynamique réalisés avec le logiciel Bsol. Cette approche est encore en cours de développement et sera présentée dans le rapport final si son intérêt est validé.

La suite du processus (Étape 5 et 6 selon Figure 13), s'applique en fonction des résultats de l'étape 4, les outiller nécessite d'acquérir des données supplémentaires – la plupart du temps auprès des clients – afin de corriger les éventuelles données erronées. Pour les bâtiments dont l'erreur entre la consommation théorique et réelle rentre dans les standards définis ($\pm 50\%$), les calculs de quantification des mesures de rénovation peuvent commencer.

Afin de faire correspondre les calculs théoriques à la réalité des consommations des clients, un facteur d'échelle est appliqué à l'étape 6 comme décrit ci-dessus.

2.5.2 Enjeux de rénovation (WP5.2)

Le WP5.2 "**Enjeux de rénovation**" vise à définir et établir une méthode de priorisation des enjeux possibles pouvant amener un propriétaire à s'engager dans un projet de rénovation énergétique selon des critères économiques techniques ou social.

Pour répondre à ces enjeux, nous avons imaginé 3 stratégies de rénovation possibles. Ces dernières regroupent une partie des 8 solutions identifiées (Figure 32) et ont été proposées comme stratégies de référence pour les préaudits envoyés lors du projet pilote à Morge, (en gardant tout de même la possibilité pour les propriétaires de choisir leur propre stratégie). La réalisation de ces 3 stratégies a pour double objectif de simplifier les rendus et la clarté des préaudits en calculant un nombre réduit de solutions ainsi que de proposer un accompagnement et un préavis pour les clients.

Voici un bref descriptif des travaux de rénovation couvert par ces 3 stratégies :

- **Stratégie 1 : Rénovation complète**
Cette stratégie propose la rénovation de l'ensemble des éléments principaux de l'enveloppe thermique ainsi que le changement du système de chauffage et de son système de distribution. De plus, elle propose l'installation de panneaux solaires, de domotique et, si nécessaire, d'une borne de recharge électrique. Les aspects liés à la rénovation des façades doivent être intégrés à l'aide d'un physicien du bâtiment ou d'un spécialiste.
- **Stratégie 2 : Décarbonisation du système de chauffage**
Cette stratégie propose le remplacement du système de chauffage par un système décarboné ainsi que le remplacement du système de distribution de chaleur. De plus, elle propose l'installation de panneaux solaires, de domotique et, si nécessaire, d'une borne de recharge électrique. Elle est proposée pour les logements avec une enveloppe thermique plus récente ou pour les propriétaires ne pouvant pas entreprendre des travaux plus conséquents.
- **Stratégie 3 : Rénovation de l'isolation**
Cette stratégie propose la rénovation thermique de la toiture, du sous-sol, des vitrages et des façades. Si non existant, elle propose l'ajout de panneaux solaires, de domotique ou d'une borne



de recharge électrique. Elle est destinée aux propriétaires ayant déjà un système de chauffage décarboné ou ayant changé leur système de chauffage récemment.

À noter que l'ensemble des solutions couvertes par les 3 stratégies ne sont pas systématiquement proposées dans les cas de figure ou cela ne fait pas de sens (exemple isolation suffisamment performante), ce « filtrage » des solutions sera décrit en détail dans le rapport final.

Le tableau ci-dessous résume les solutions incluses dans les 3 stratégies, les 3 dernières solutions sont proposées au cas par cas selon le souhait du client et l'intérêt technique :

Solutions de rénovation	Stratégie 1	Stratégie 2	Stratégie 3
Changement système de chauffage	x	x	
Changement système de distribution	x	x	
Isolation sous-sol	x		x
Isolation toiture	x		x
Changement des fenêtre	x		x
Borne de recharge électrique			
Outil de management de l'énergie			
Panneaux solaire photovoltaïque			

Figure 32 : Stratégies de rénovation et solutions correspondantes (Projet pilote)

L'établissement de la liste d'enjeux de rénovation adaptée au contexte suisse a été présentée, amendée et validée par le comité de suivi. Le tableau ci-dessous présente les enjeux de rénovation validés par le comité de suivi classés par famille d'objectif et indique également quels enjeux peuvent être traités par les 3 stratégies de rénovation selon les deux niveaux suivants :

- Partiellement concerné **X**
- Fortement concerné **XX**



Tableau 5 : Enjeux de rénovation et stratégies correspondantes

ID Famille	Familles d'Objectifs	ID Objectifs	Stratégie de rénovation		
			1	2	3
FO-1	Pathologies à résoudre	O-1 Efflorescences / Salpêtre	x		
		O-2 Moisissures	x		x
		O-3 Condensation sur paroi froide opaque	x		
		O-4 Condensation sur paroi froide vitrée	x		
		O-5 Défaut d'étanchéité de la toiture (air / eau)	x		x
		O-6 Infiltrations en façade (fissures ou décollement du crépis ext.)	x		
		O-7 Décollement des revêtements intérieurs (tapisseries, peintures)			
		O-8 Remontées capillaires	x		x
FO-2	Remplacement d'un équipement défectueux	O-9 Volets extérieurs cassés	x		x
		O-10 Fenêtres cassées (charnières/vitres)	x		x
		O-11 Toiture (tuiles, cheneaux ou sous-couverture) en mauvais état	x		x
		O-12 Générateur de chaleur défectueux	xx	xx	
		O-13 Sous-dimensionnement de la production d'ECS	xx	xx	
FO-3	Amélioration du confort	O-14 Sensations de courants d'air	x		x
		O-15 Odeurs de renfermé	x		x
		O-16 Humidité	x		x
		O-17 Nuisances phoniques (extérieur / intérieur)	xx		x
		O-18 Éclairage naturel ou artificiel insuffisant			
		O-19 Surchauffes estivales	xx	x	x
		O-20 Surchauffes hivernales	xx		x
		O-21 Sensations de froid en hiver	xx	xx	xx
		O-22 Taille des pièces			
		O-23 Free cooling (si chauffage sol et PAC géothermie)	x	xx	
FO-4	Réduction des charges d'exploitation	O-24 Réduction des coûts annuels liés aux consommations énergétiques (gaz, électricité...)	xx	xx	xx
		O-25 Réduction des coûts annuels liés à la maintenance technique (chaudière, pompe à chaleur...)	x	xx	
FO-5	Modernisation du bâti	O-26 Modification de l'aspect esthétique extérieur (ravalement, réfection de toiture...)	x		x
		O-27 Rénover cuisine / sanitaires vétustes			
		O-28 Protection contre l'intrusion et le vandalisme	x		x
		O-29 Réfection de l'installation électrique	x	x	x
FO-6	Responsabilité écologique	O-30 Recours aux matériaux d'isolation à faible impact environnemental	xx		xx
		O-31 Recours aux énergies renouvelables	xx	xx	
		O-32 Gestion de l'eau pluviale, rétention, infiltration			
		O-33 Végétation et toitures favorables à la biodiversité			
FO-7	Augmentation de la surface habitable	O-34 Extension latérale			
		O-35 Surélévation			
		O-36 Aménagement des combles			
		O-37 Nouveaux balcons			
		O-38 Fermeture des loggias			
		O-39 Véranda			



FO-8	Mise en conformité avec les réglementations	O-40	Réglementation énergétique (p.ex. part minimale d'ER, décompte individuel des frais de chauffage)	x	x	x
		O-41	Obtention de labels	xx	xx	xx
		O-42	Protection contre le bruit (ext. / int.)	x	x	x
		O-43	Sanitaire			
		O-44	Installation de bornes de recharge pour voitures électriques	x	x	x
		O-45	Décompte individuel des frais de chauffage			
		O-46	Part minimale d'énergie renouvelable à atteindre	xx	xx	
		O-47	Protection incendie			
		O-48	Exigences sismiques			
		O-49	Sécurité des personnes (dispositif contre la chute / mise en conformité des garde-corps)			
		O-50	Construction sans obstacles (PMR)			
		O-51	Radon	x		x
		O-52	Substances nocives (amiante, HAP, PCB)	xx		xx
FO-9	Domotique/régulation	O-53	<i>Surchauffe (régulation intelligente)</i>			
		O-54	<i>Gestion des absences (vacances, week-end)</i>			
		O-55	<i>Pilotage charges --> augmentation autoconsommation</i>			
ID Famille	Famille de Contraintes	ID	Contraintes			
FC-1	Maîtrise du budget	C-1	Enveloppe budgétaire raisonnable			
		C-2	Nécessité d'ajuster les loyers au taux hypothécaire de référence en cas de rénovation			
FC-2	Maîtrise des délais & conditions de mise en œuvre	C-2	Temps de mise en œuvre raisonnable pour l'opération de rénovation			
		C-3	Chercher à minimiser les travaux en site occupé	x		

Nous pouvons observer que les 3 stratégies de rénovation permettent de couvrir une part importante des enjeux cités et que certains enjeux spécifiques doivent être traités au cas par cas et ne concerne pas directement les mesures de rénovations envisagées dans le projet pilote. Les visites effectuées dans les phases suivantes du processus imaginé permettront de valider ces enjeux et de guider les choix de rénovation, il est également prévu de vérifier la faisabilité technique de certaines mesures avec des personnes qualifiées (physicien du bâtiment, architecte, chauffagiste etc.)

2.5.3 Priorisation ou classement des mesures de rénovation (WP 5.3)

Le **WP5.3 "Priorisation ou classement des mesures de rénovation"** vise à réaliser une approche multicritère intégrant des indicateurs de performances économiques, environnementaux et énergétiques afin d'établir une priorisation ou classement des mesures de rénovation applicable à l'échelle du bâtiment en fonction de leur niveau de pertinence et de permettre l'identification d'un bouquet de mesures de rénovation à favoriser. Deux méthodologies différentes, mais complémentaires, sont présentées ci-dessous, la première (méthode 1) est basée sur une série de questions réalisées auprès des clients ayant pour but de connaître leur souhait en termes de confort, d'esthétique et de considération environnementale. La seconde (méthode 2) est-elle basée sur des considérations techniques de faisabilité, de rentabilité économique et d'économie d'énergie.

Méthode 1, Approche multicritère :

L'approche multicritère se base sur celle développée dans le cadre du projet Interreg FR-CH "CREnHOM". C'est-à-dire que le bouquet de mesures de rénovation identifié par bâtiment analysé dépendra des enjeux du propriétaire - identifié sur la base des enjeux de rénovation listée dans le WP5.2 – et des observations relevées lors de la visite du bâtiment. Les observations à relever lors des visites



doivent permettre de définir la vétusté énergétique et d'identifier si les prérequis définis au WP4.3 sont remplis ou non. Voici un bref explicatif de la manière dont sont définis les enjeux du propriétaire :

Pour chaque projet de rénovation, les enjeux de rénovation doivent être renseignés par le décideur, puis priorisés. Tout d'abord, le propriétaire sélectionne les enjeux de rénovation correspondant au mieux à son projet parmi un ensemble d'enjeux préalablement listés (cf tableau ci-dessus).

Dans un second temps, le décideur indique pour chaque paire d'enjeux sa préférence (paires d'enjeux E_i et E_j). Cette comparaison s'effectue au niveau des familles d'objectifs/contraintes et non au niveau des objectifs/contraintes afin de simplifier le nombre de comparaisons à réaliser. Pour chaque paire d'enjeux à comparer, le maître d'ouvrage attribue une hiérarchisation en fonction de l'importance de chaque enjeu par rapport à un autre (cf. image ci-dessous extraite du rapport CREnHOM).

Tableau 6 : Évaluation des enjeux de rénovation

Améliorer le confort est	de même importance	que de réduire les charges d'exploitation.
Améliorer le confort est	vraiment moins important	que de moderniser le bâti.
Améliorer le confort est	moins important	
Améliorer le confort est	un peu moins important	que d'être écologiquement responsable.
Améliorer le confort est	de même importance	
Améliorer le confort est	un peu plus important	que de maîtriser les délais et conditions de mise en œuvre.
Réduire les charges d'exploitati	plus important	
Réduire les charges d'exploitati	vraiment plus important	que de moderniser le bâti.
Réduire les charges d'exploitati	considérablement plus important	que d'être écologiquement responsable.
Réduire les charges d'exploitation est	vraiment moins important	que de maîtriser les délais et conditions de mise en œuvre.
Moderniser le bâti est	de même importance	que d'être écologiquement responsable.
Moderniser le bâti est	vraiment moins important	que de maîtriser les délais et conditions de mise en œuvre.
Être écologiquement responsable est	vraiment moins important	que de maîtriser les délais et conditions de mise en œuvre.

Une fois que l'ensemble des paires d'enjeux est évalué, un poids relatif à chaque enjeu de rénovation peut être évalué. Les poids relatifs obtenus pour chaque enjeu servent ensuite à pondérer la matrice de corrélation enjeux/indicateurs (cf WP5.3) afin d'obtenir une matrice d'influence propre au projet de rénovation.

Un indice de cohérence peut ensuite être calculé pour vérifier que les poids obtenus reflètent bien les préférences du décideur. Il permet d'évaluer la cohésion du jugement du décideur lorsqu'il compare les critères par paire. L'indice de cohérence ne doit pas dépasser le seuil de tolérance fixé à 10 %. Au-delà, la classification obtenue est jugée trop aléatoire et le propriétaire doit alors évaluer de nouveau les paires d'enjeux de rénovation.

L'approche multicritère s'appuie également sur deux matrices de corrélation. L'une permet de définir la corrélation entre les enjeux de la rénovation (WP5.2) et des indicateurs de performances économiques, environnementaux et énergétiques. La seconde permet de définir la corrélation entre les mesures de rénovation (WP4.1) et des indicateurs de performances économiques, environnementaux et énergétiques.

Une première liste de conditions de sélection a été réalisée. Celle-ci sera soumise aux partenaires du projet début 2024 pour validation.

Selon le processus présenté dans la figure ci-dessous, sur la base des informations récoltées durant la visite du bâtiment, un jeu de "N" mesures d'amélioration énergétique est défini parmi les "X" préconisations identifiées au WP4.1 (à définir dans un outil dans le cadre du WP6).

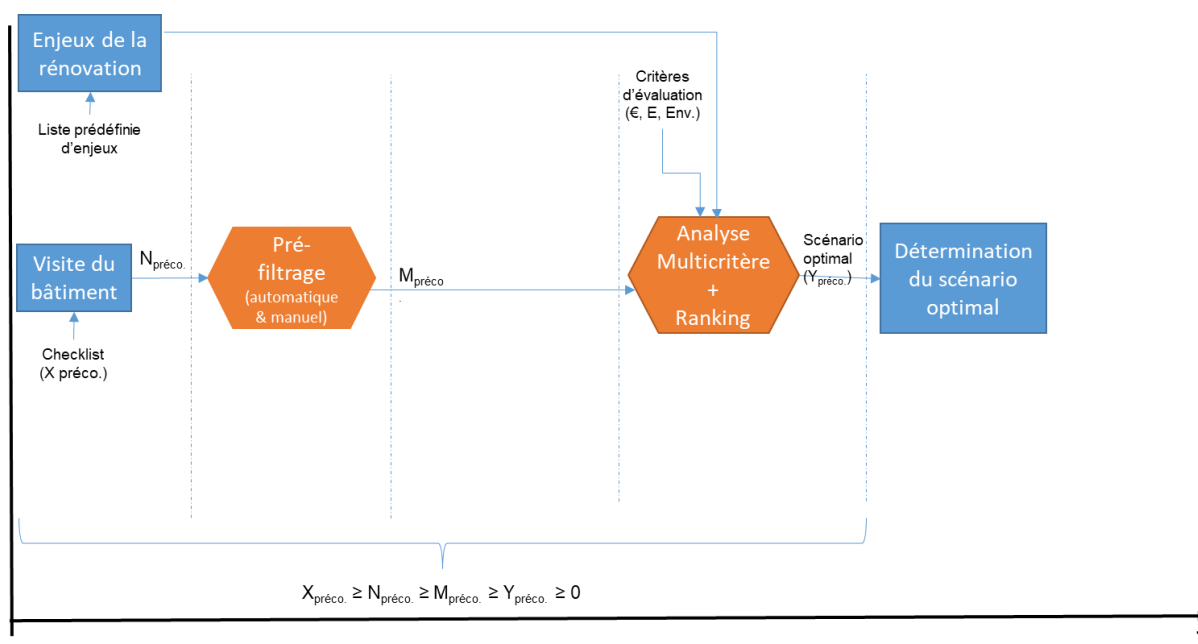


Figure 33 : Processus de classement des mesures de rénovation

En parallèle à la caractérisation énergétique de l'existant, l'expert identifie avec le propriétaire les raisons qui le motivent à réaliser une rénovation énergétique de son hôtel. Pour ce faire, il sélectionnera un certain nombre d'enjeux de rénovation parmi une liste prédéfinie (WP5.2). Une fois les enjeux de rénovation identifiés, un poids – représentant l'intérêt plus ou moins marqué quant à ces motivations de rénovation – sera affecté à chacun d'eux (WP5.3).

Une fois le jeu de "N" préconisations énergétiques définies, un pré-filtrage peut être effectué afin de réduire si nécessaire le nombre de mesures énergétiques. La phase de pré-filtrage devrait permettre de réduire de "N" à "M" préconisations.

L'analyse multicritères permet de classer l'ensemble des mesures d'amélioration énergétiques sélectionnées en affectant un poids en fonction des enjeux de la rénovation et des critères d'évaluation. Ce poids est calculé automatiquement. Il n'est pas modifiable.

Comme décrit ci-dessus, en fonction des informations relevées lors de la visite du bâtiment concernant l'état énergétique actuel, un jeu de préconisations individuelles est prédéfini. Ce jeu de mesures énergétiques peut être plus ou moins grand en nombre de préconisations en fonction des observations relevées. À ce jour, 31 mesures d'amélioration énergétique sont listées. Il est donc possible, pour un bâtiment donné, que le jeu de mesures individuelles prédéfinies - et modifiable manuellement par l'expert – contienne entre 0 et 31 préconisations.

La grande quantité de mesure d'amélioration est un facteur important pour proposer ce type d'approche multicritère. Nous verrons que dans le cas des 8 mesures de rénovation (méthode 2 ci-dessous), pour les maisons individuelles, il est plus efficace de simplifier cette méthode.

Méthode 2, Critères techniques et économiques :

Cette deuxième approche, complémentaire à celle de l'approche multicritère se base sur une évaluation quantitative des différentes stratégies de rénovations possible. Les graphiques suivants présentent des exemples de rendu de pré-évaluation réalisés dans le projet pilote servant d'aide à la décision et de priorisation des mesures pour les propriétaires. Ces graphiques sont en cours d'adaptations et seront



encore améliorés / modifiés. Leur nouvelle version sera disponible dans le rapport final. Les stratégies de rénovation choisies dans ce projet sont décrites dans le WP5.2 « Enjeux de rénovation ».

- **Graphique de comparaisons économiques des stratégies sur 20 ans :**

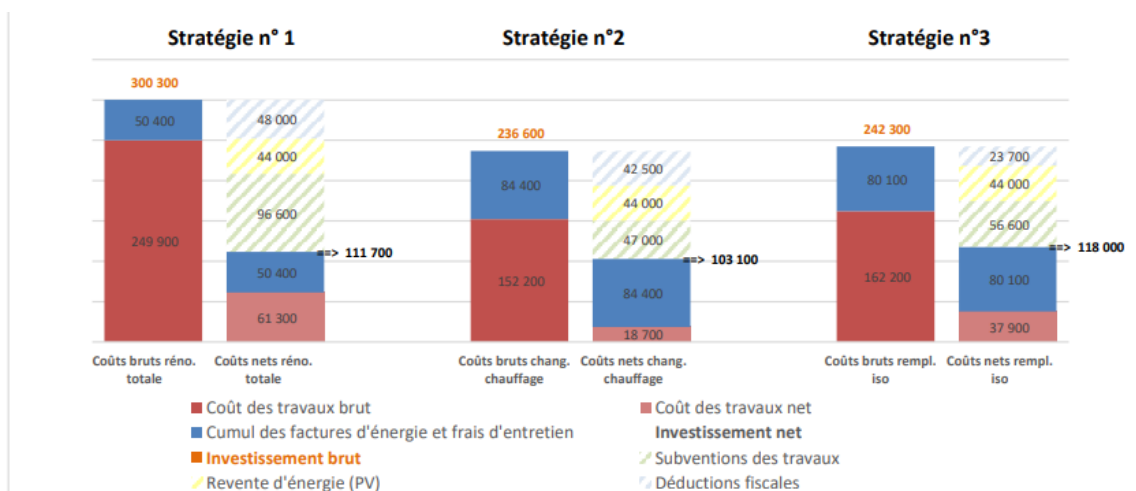


Figure 34 : Comparatif des coûts de rénovations des stratégies de rénovations sur 20 ans

Afin de voir laquelle des stratégies est la plus avantageuse au niveau économique, il est intéressant de comparer l'investissement net sur 20 ans. La colonne de gauche montre l'ensemble des coûts (investissement brut) : le coût de l'énergie sur 20 ans (en bleu) ainsi que le coût des travaux (en rouge). La colonne de droite montre la valeur réelle payée après 20 ans, appelée investissement net (coûts des travaux + coûts de l'énergie sur 20 ans – subventions – gains liés à la revente d'énergie – les déductions fiscales). Les coûts de revente d'énergie et de cumul des factures d'énergie tiennent compte des taux d'actualisations nécessaires (inflation et annuités).

L'exemple ci-dessus nous fait remarquer l'importance de refaire l'isolation en plus d'installer un chauffage décarboné (ci-dessus une pompe à chaleur géothermique) : la consommation d'énergie (cumul des factures d'énergie et frais d'entretien) sera en effet bien plus basse. Ce cumul des économies sur 20 ans, en plus de l'octroi de subventions plus conséquentes, montre une faible différence de coûts entre une rénovation complète (stratégie 1) et une décarbonisation du système de chauffage (stratégie 2).

- **Graphique de priorité des choix de rénovation thermique :**

Type d'isolation	Réduction [%]	Coût [CHF] (subv. comprises) [Source n°8]	Coût par % d'économie [CHF]	Priorité (efficacité vs coût)
Remplacement de l'isolation du sous-sol	5	4 900	980	Priorité 1
Remplacement de l'isolation des murs	22	32 700	1 480	Priorité 2
Remplacement des vitres	8	15 300	1 810	Priorité 3
Remplacement de l'isolation du toit (couverture et ferblanterie comprise)	8	24 600	3 200	Priorité 4

Figure 35 : Priorité des choix de rénovation thermique

La figure ci-dessus propose une méthode de classification de l'importance des rénovations thermiques à effectuer. Elle est propre à chaque logement. La dernière colonne montre l'ordre de priorité de la



rénovation et est calculée en faisant un ratio de l'efficacité (colonne « réduction [%] » dans la figure, correspondant potentiel de réduction de la rénovation sur votre consommation d'énergie) vs les coûts des travaux (subventions comprises). Ce calcul nous permet d'estimer, dans la colonne « Coût par % d'économie », pour quel type de rénovation chaque % d'économie sur les factures d'électricité coûte le moins cher.

- Graphique de Gains de note CECB indicatif :

Ce tableau permet une évaluation et une comparaison qualitative et quantitative des 3 stratégies de rénovation proposée :

Stratégie	Energie [kWh/m ² /an]	Objectif 2050 atteint	Note CECB globale	Note CECB Envel.	Rafraichis. estival	Augment. de l'autonomie énergétique	Baisse des courants d'air	Coût dépenses énergétiques net 20 ans [CHF]
Système actuel	233	✗	F	D	✗	✗	✓	Non spécifié
N°1 - Rénovation complète	38	✓	A	C	✓	✓	✓	111 700
N°2 - Décarbonisation chauffage	67	✗	B	D	✓	✓	✓	103 100
N°3 - Changement de l'isolation	134	✗	B	C	✗	✓	✓	118 000

Figure 36 : Gains de note CECB indicative et évaluation qualitative selon les stratégies de rénovation

Les notes CECB renseignées sont indicatives (ne remplace pas la réalisation d'un vrai CECB) et basées sur le calcul en dynamique de la consommation effectué dans le WP5.1. Ce tableau montre également les avantages des différentes stratégies. Il est en effet important pour certains propriétaires d'avoir un rafraîchissement estival ou une baisse des courants d'air.

- Graphique de stratégie de rénovation et objectif de consommation 2050+ :

Le graphique suivant permet de comparer la consommation spécifique actuelle du bâtiment avec celle attendue grâce à la réalisation des différentes stratégies de rénovation, l'axe Y quant à lui donne l'indication des coûts nets sur 20 ans, détaillée dans la Figure 34 ci-dessus.

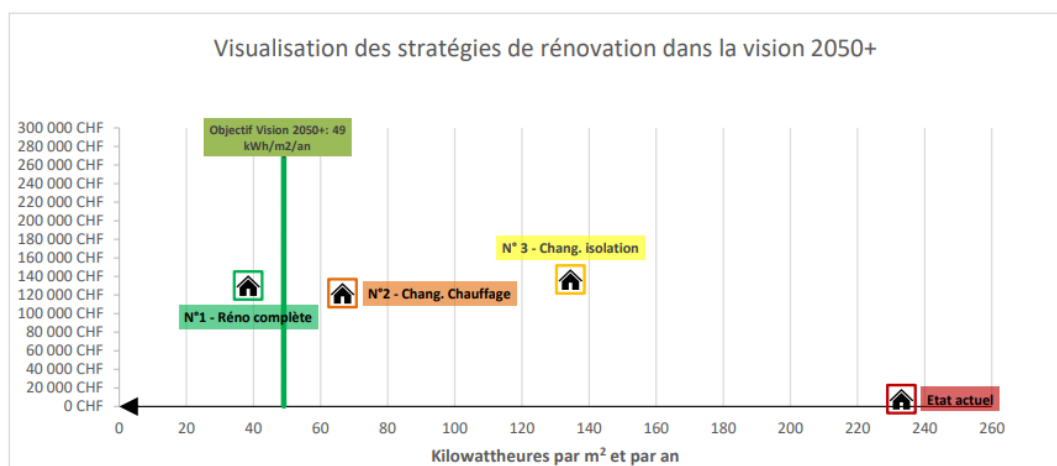


Figure 37 : Stratégie de rénovation et état actuel selon vision 2050+



Ces consommations sont comparées à une valeur indicative basée sur la stratégie 2050+ de la confédération et la politique du bâtiment correspondante (OFEN, 2023). Cette stratégie prévoit une réduction des besoins en chauffage de 64TWh en 2020 à 45TWh en 2050 en considérant une augmentation des surfaces chauffées et de la population suisse selon le graphique suivant :

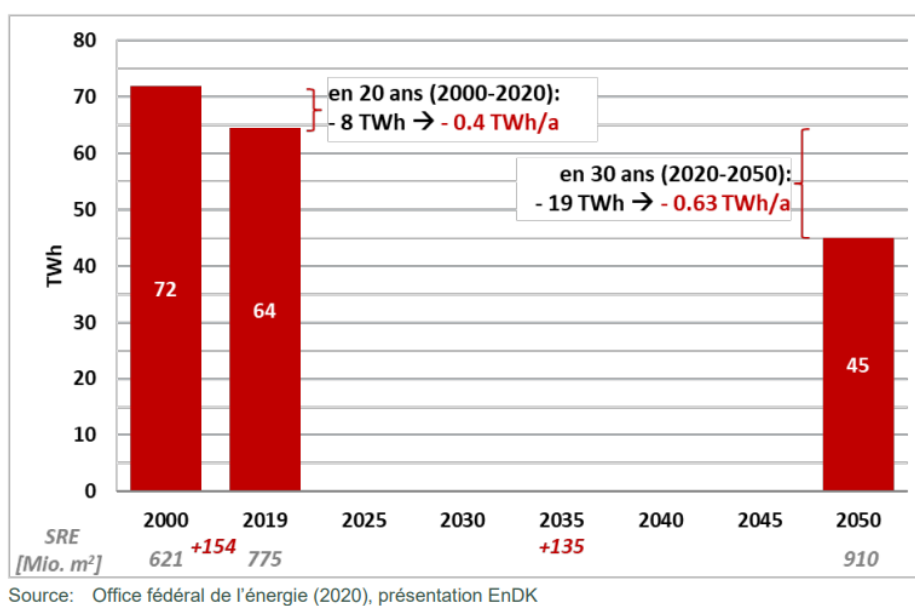


Figure 38 : Consommation d'énergie finale des bâtiments, Politique du bâtiment 2050+ (OFEN 2020)

La valeur indicative de consommation spécifique de 49 kWh/m² représente donc la consommation moyenne par m² de SRE qu'il faudrait atteindre en suisse compte tenu des objectifs de réduction de consommation du secteur du bâtiment et de l'augmentation des surfaces chauffées.

Pour chaque type de rénovation, des recommandations d'importance et de priorisation doivent être effectuées sur le plan technique (par exemple, le changement d'une chaudière de plus de 20 ans). Ces aspects seront rajoutés dans le rapport final.

Choix de la méthode

Le public cible est des ménages en maison individuelle ou en PPE de 6 appartements. Si la méthode multicritère était adaptée à un public de professionnel, cible de CREnHOM, il nous semble impossible d'imposer cette méthodologie aux participants d'OPTIBAT, c'est bien trop complexe et cela va imposer des barrières trop importantes. Nous allons donc garder la méthode « Critères techniques et économiques », en réalisant un sondage auprès des 96 participant sur la satisfaction de notre proposition.

2.5.4 Consommation énergétique après rénovation (WP5.4)

Le **WP 5.4 " Consommation énergétique après rénovation "** vise à évaluer les économies d'énergie liées aux mesures de rénovation identifiées. Le calcul de cette nouvelle consommation d'énergie dépend de la méthode de calcul sélectionnée pour évaluer l'état énergétique existant (WP5.1). La description détaillée de ce chapitre sera faite dans le rapport final.

2.5.5 Standardisation du processus d'accompagnement et d'aide à la décision (WP5.5)



Ce WP consiste à développer et à intégrer des étapes d'accompagnements préliminaires dans le processus de la rénovation énergétique appliqué actuellement :

- Identification et priorisation des enjeux de rénovation énergétique (WP5.2).
- Priorisation des mesures de rénovation (WP5.3).
- Détermination d'un scénario optimal de rénovation.

L'enjeu de cette activité est de développer une standardisation du processus d'accompagnement du maître d'ouvrage qui s'intègre dans les démarches actuelles.

La détermination du processus d'accompagnement vise à tenir compte de l'expérience de la HES-SO Valais dans le cadre du projet Group-IT PV, ainsi que des retours d'expériences illustrés et présentés dans des publications. Il s'agit également d'intégrer les résultats des différents WP du projet OPTIBAT dans les différentes étapes du processus. La figure ci-dessous résume les phases principales identifiées d'un processus général :

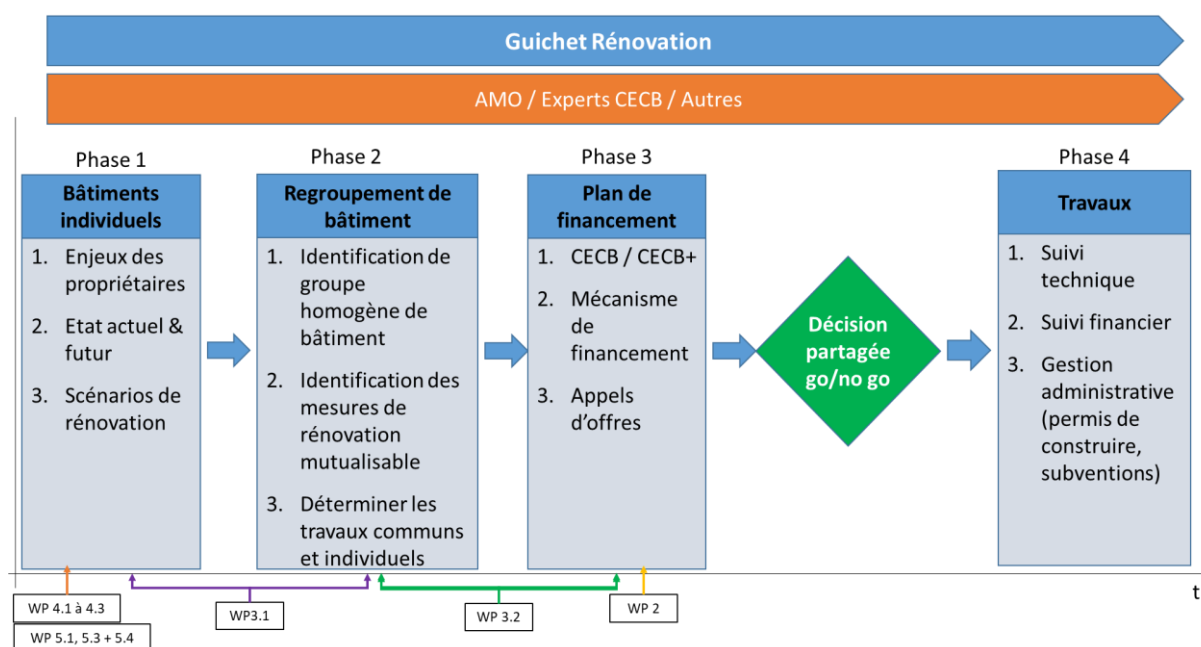


Figure 39 : Processus d'accompagnement et d'aide à la décision

Ce processus s'appuie sur les résultats OPTIBAT et intègre les outils de la pratique (CECB/CECB+), ainsi que l'appel à un AMO (assistance à Maître d'ouvrage qui peut être un expert CECB, architecte, etc.). La mise en place d'un guichet rénovation semble également important afin d'assurer le suivi global de l'appel d'offres groupé et servir de tiers de confiance pour les montages financiers.

Dépendant grandement des résultats des différents WP précédents, ce WP sera détaillé et approfondi dans le rapport final. À terme, il proposera une méthode type pour le lancement d'un processus d'accompagnement pour des appels d'offres groupés, avec les différents points à prendre en considération et les erreurs à éviter.

Méthodologie de standardisation du processus d'accompagnement pour des appels d'offres groupés du « Projet pilote Morges » :

Les bases de cette méthodologie, reprenant certains points de la figure présentée précédemment, sont brièvement présentées ci-dessous, et serviront dans l'établissement de la méthode finale. La figure ci-dessous correspond au processus imaginé pour le « Projet pilote Morges ».

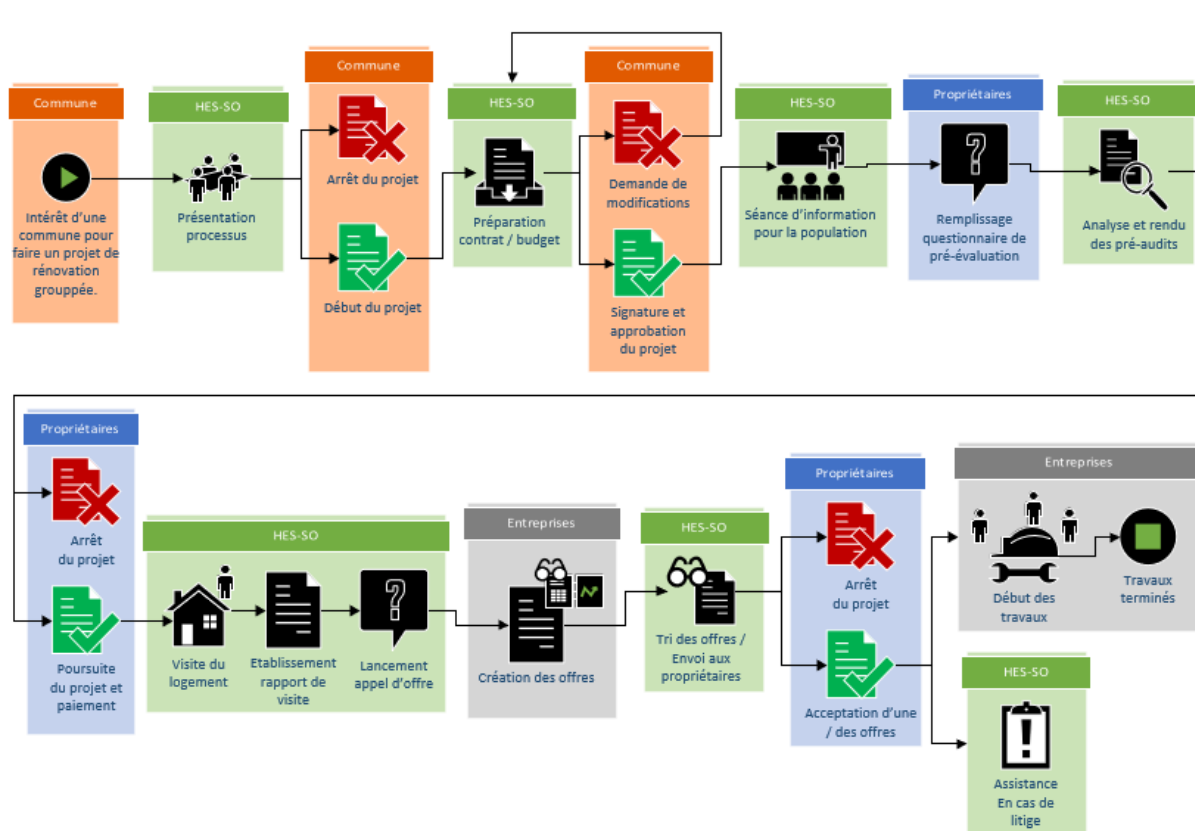


Figure 40 : Étapes de la réalisation du « Projet pilote Morges »

- **Définition du périmètre et du public cible**

Dans tout processus groupé, il y a lieu de **définir le public cible** afin d'adapter la communication tout au long de la démarche. Le public cible peut être défini en fonction des synergies territoriales, des facteurs de décisions et d'influence et des enjeux de rénovation. Dans l'exemple ci-dessous, ce sont tous les propriétaires d'une commune ayant des maisons individuelles ou des petites PPE (moins de 6 appartements). En cas de rénovation groupée de bâtiments appartenant à une même structure (bâtiments communaux ou de la même entreprise), l'aspect d'acquisition des participants n'est en principe pas nécessaire. En revanche, si un bureau d'ingénieur ou une entreprise propose un processus de rénovation groupé pour une région ou une typologie de bâtiment, une communication active devra être entreprise pour les propriétaires ciblés afin de solliciter leur intérêt à participer à la démarche. Ce premier aspect sert à définir le cadre et les conditions de l'appel d'offres groupé, et doit être fait avant le lancement d'un tel processus.

- **Communication et séance d'information**

Dès le lancement d'un processus, les participants doivent se sentir bien accompagnés et avoir confiance au processus. Une **séance d'information** expliquant l'ensemble de la démarche devrait être organisée. Si des modèles de financement sont possibles, ces derniers doivent également être présentés. La présence d'un acteur financier lors de la séance n'est pas à exclure. Cette séance d'information a pour but de présenter l'ensemble du processus et les différentes étapes, répondre aux questions des différents propriétaires et les inciter à participer à la



démarche groupée proposée. Dans l'exemple ci-dessus, elle est organisée par la commune, qui a mandaté une entité pour faire ce processus pilote. En regroupant les propriétaires intéressés, cette première rencontre fait office de lieu d'échange et de partage, et donne l'impression aux participants qu'ils ne se lancent pas seule dans une démarche de rénovation. En fonction du nombre de participants, elle donnera une première idée de la taille de l'appel d'offres groupé et des ressources métier nécessaires pour y répondre.

- **Récolte des informations en vue de faire une pré-évaluation**

Cette phase correspond au **remplissage d'un questionnaire** par les participants s'inscrivant à la démarche groupée. Il comprend diverses questions sur la configuration et les aspects techniques du logement (situation géographique, surfaces, système de chauffage et d'eau chaude, factures d'électricité, habitudes des propriétaires, etc.). Le questionnaire doit être bien formulé et le type de réponse voulue doit être standardisé. Il faut éviter les champs libres et demander des formats de réponses précis (par exemple, uniquement des chiffres pour indiquer la puissance du chauffage ou la facture d'électricité). Un questionnaire bien formulé et standardisé permettra de traiter un grand nombre de pré-évaluation dans une durée réduite. Il a pour but de collecter l'ensemble des informations nécessaires à faire une **pré-évaluation du potentiel énergétique** du logement. Cette pré-évaluation doit pouvoir être générée automatiquement, si possible directement sur une plateforme accessible par les propriétaires via des accès personnels.

Cette première étape, moins coûteuse que l'établissement d'un CECB, permettra de donner un aperçu au propriétaire sur l'état actuel de son logement et les stratégies de rénovation possibles. Il devrait contenir un volet économique (l'aspect financier pesant de manière importante dans le processus de décision). Cette pré-évaluation doit **motiver** le propriétaire à effectuer des démarches de rénovation.

- **Phase de décision de participation à l'appel d'offres**

Une fois les pré-évaluations remises aux propriétaires a lieu **une phase de décision** d'inscription à la suite du processus. Il est important d'accompagner les propriétaires tout au long de cette phase de réflexion et répondre à leurs questions. Les inscriptions donneront une idée plus précise du nombre de participants à l'appel d'offres groupé, mais également des différents éléments à rénover. Cette base permettra de créer un pool d'entreprise pouvant répondre à l'appel d'offres. Les coûts de la participation à l'appel d'offres doivent être clairement définis et ne devraient pas dépasser 1% du total des travaux. Un système de coût basé sur le nombre de rénovations à effectuer (nombre d'appels d'offres différents) serait à privilégier, afin que chaque propriétaire paie un montant correspondant par élément dont il désire rénover. Ce montant servira à couvrir les coûts de phase de visite (récolte des informations), à la création du pool d'entreprise local, au lancement du processus d'appel d'offres ainsi qu'au triage de ces dernières.

- **Phase de visites**

Une fois la phase d'inscription terminée, il est connu de manière précise le nombre de participants à l'appel d'offres groupé et le type d'éléments à rénover. **Des visites (5)** doivent être organisées en vue d'obtenir toutes les informations pour l'appel d'offres et définir les détails sur le type de rénovation à effectuer. C'est dans cette phase que des groupes de logements voulant faire des rénovations similaires peuvent être formés. La base des rapports de visites doit être préparée à l'avance et standardisée. Pour répondre à un appel d'offres groupé, les entreprises doivent recevoir des données sous le même format en vue de les traiter de manière efficace. Il faut donc éviter au plus possible les particularités et cas à part.

Parallèlement à la phase de visite, des certificats CECB devraient être effectués. Dans le meilleur des cas, ce sont les experts CECB qui sont responsables de récolter les différentes informations nécessaires aux appels d'offres lors de leur visite. Cette variante permettrait de réduire les coûts. Les propriétaires peuvent bénéficier de subventions cantonales voire communales lors de l'établissement de CECB.



- **Création du pool d'entreprise**

Le **pool d'entreprise** participant à l'appel d'offres doit être minutieusement choisi. Il est conseillé de s'assurer que les entreprises participantes :

- o Soient en activité depuis 3 ans minimum
- o Soient en bonne santé financière

Afin de s'assurer de travailler avec des entreprises compétentes et prêtes à répondre à la demande, différents documents peuvent être demandés, comme :

- o Un accord de confidentialité
- o La signature d'un cahier des charges fonctionnel
- o Un questionnaire sur les sous-traitants
- o Une présentation de 3 travaux de référence récents (moins de 6 mois) du même type d'objets
- o Une attestation d'assurance RC pour l'année en cours
- o Un extrait du registre des poursuites de moins de 3 mois
- o Une note de solvité financière
- o Une attestation de paiement des charges sociales
- o Une planification des moyens prévus pour réaliser les installations de cet appel d'offres

De plus, lors de la sélection des entreprises, il est important de prendre en considération les critères environnementaux et de proximité. Les différents critères peuvent être basés sur les marchés publics. Afin d'assurer une transparence et une équité à toutes les entreprises voulant participer, les critères de sélection ainsi que ceux de jugement des offres doivent être communiqués de manière transparente.

- **Création des rapports de visite**

Une fois les visites terminées, **des rapports de visites (6)** sont créés et envoyés aux entreprises. La forme des rapports doit être homogène afin de permettre aux différentes entreprises de répondre sous le même modèle. Cela assure une homogénéité et une facilité de comparaison des offres.

- **Appel d'offres**

Les entreprises peuvent alors répondre à l'**appel d'offres**. Il est important de leur laisser un délai raisonnable, qui doit être défini au préalable. Après discussion avec des entreprises, un délai d'1 à 2 mois semble réaliste. Afin d'éviter que les propriétaires se fassent contacter par de multiples entreprises, il est conseillé que seuls les propriétaires puissent contacter les entreprises leur ayant soumis une offre.

Une fois les offres réceptionnées, **un tri** peut être envisagé avant leur remise aux participants. Ce tri doit être fait de manière transparente et neutre.

Les propriétaires ayant reçu les différentes offres, ils peuvent contacter les entreprises désirées en vue d'organiser une **contre-visite** et **signer une offre définitive**.

- **Vérification des mesures**

Une fois les travaux terminés, un contrôle de mise en œuvre des mesures de rénovation sera effectué. La forme et la méthode de ce dernier restent à déterminer.

Cette approche développée prend en considération les étapes **précédents et suivants** celles d'un CECB. En discutant avec les propriétaires, nous avons remarqué qu'un grand nombre de personnes n'entreprend pas des démarches de rénovation de part la complexité et le manque de connaissance en la matière. Cette démarche a donc pour but de motiver les propriétaires à entreprendre des démarches de rénovation (**phase de pré-évaluation**) et de les accompagner de manière neutre tout au long du



processus jusqu'à la réception d'offres de la part d'entreprises locales (**phase d'appel d'offres**). Elle complète donc la démarche proposée par CECB.

Il est possible que l'approche proposée soit revue après la phase visite, car nous rencontrerons individuellement tous les membres qui continueront dans la phase appel d'offres. Cela sera confirmé dans le rapport final.



3 Évaluation des résultats obtenus

Aspect financier :

À l'issue de nos évaluations, il apparaît peu probable d'avoir, à court terme, une modification de la législation régissant les prêts hypothécaires, étant donné la complexité inhérente à cette démarche. Dans le contexte actuel, le prêt hypothécaire demeure la solution prédominante pour le financement des projets de rénovation. Les entretiens réalisés ont révélé que le Contrat de Performance Énergétique (CPE), le leasing, les fonds d'investissement et l'agrégation présentent chacun des éléments de réponse, bien que chacun d'entre eux ne couvre pas de manière exhaustive l'ensemble des besoins identifiés. Ainsi, l'exploration d'une approche mixte pourrait constituer une avenue prometteuse. Nous sommes encouragés par le fait qu'un partenaire manifeste un intérêt marqué pour le leasing, prenant en compte les économies d'énergie, tandis qu'un fonds s'est montré motivé à soutenir financièrement des projets de rénovation considérée comme « mobile ». Ces éléments ouvrent des perspectives intéressantes pour la diversification des sources de financement dans le cadre de notre initiative.

Aspect technique :

Dans ce rapport intermédiaire, les résultats obtenus font partie intégrante des différents WP dans le chapitre 2. Les différents WP ayant une grande corrélation et pouvant influencer les résultats des autres WP, il est important d'avoir une évaluation des résultats commune une fois que l'ensemble des WP seront terminés. Cette évaluation sera présentée dans un chapitre « résultats » dédié dans le rapport final.

4 Suite du projet

Aspect financier :

Dans le cadre de la partie financement de la transition énergétique, des partenaires de terrain ont été soigneusement identifiés. Parmi eux, une entreprise spécialisée dans le leasing et un gestionnaire de fonds ont émergé comme des acteurs clés. Actuellement, des discussions actives sont en cours avec ces partenaires pour élaborer des solutions de financement innovantes qui pourront être déployées sur le terrain en tant que cas pratiques. À ce stade, seules les composantes "mobiles" de la rénovation, telles que les pompes à chaleur, les panneaux solaires, les bornes de recharge, et la domotique, sont considérées comme finançables en raison de considérations légales liées au leasing. Toutefois, une réflexion approfondie est en cours pour élargir ces solutions au spectre complet de la rénovation, incluant l'isolation et les fenêtres. Dans cette optique, un rendez-vous a été sollicité auprès d'une banque cantonale, bénéficiant du soutien d'un membre politique, afin d'explorer des possibilités de financement plus étendues pour l'ensemble du projet de rénovation.

Aspect technique :

L'aspect technique sera complété afin de répondre à l'ensemble des WP. Les plus grandes étapes restantes sont les suivantes :

- Validation et développement des calculs de consommation après rénovation
- Confirmation des hypothèses de calculs avec les entreprises et validation lors des visites
- Modification / amélioration du questionnaire selon les retours des participants au projet pilote
- Validation des enjeux de rénovation, de la priorisation des mesures et des mesures liées (WP4.3)
- Etablissement d'une méthodologie détaillée pour les appels d'offres groupés en fonction des résultats des différents WP.



Suite aux résultats du projet, la plateforme d'appel d'offres utilisée pour GROUP-IT sera adaptée afin de permettre de générer des pré-évaluations en ligne et d'intégrer le processus d'appel d'offres directement sur la plateforme (WP6). Concernant le WP7, nous allons poursuivre notre collaboration avec les communes de la région Morges dans le cadre du projet pilote, et également lancer des processus pilotes avec les Services Industriels de Lausanne et la commune du Mont-sur-Lausanne. Ces projets nous permettront de calibrer le processus et faire les adaptations nécessaires avec des retours sur le terrain.

5 Coopération nationale et internationale

À ce stade, nous avons un début de collaboration internationale sur la réplication d'appel d'offres groupé avec l'Université de Louvain avec le professeur Dr. Francesco Contino qui a trouvé un partenaire qui serait prêt à porter un projet dans la région de Bruxelles, nous détaillerons cela dans le rapport final. D'autres pistes seront aussi explorées comme le développement d'un projet INTERREG et la réponse à un call H2020.



6 Conclusion

Le WP 2 est à l'étape de l'application sur le terrain avec plusieurs partenaires.

Le WP3 est très bien avancé et quasiment fini.

Le WP4 a permis de proposer une méthode qui est actuellement testée dans le terrain auprès de 92 clients.

Le WP5 est aussi bien avancé, en particulier sur la méthode de détermination de l'état actuel, sur le calcul des consommations après rénovation et sur des propositions de bouquet de rénovation. Ces outils ont permis de proposer une première version de rapport pour les clients des terrains des communes autour de Morges.

Le WP6 sera avancé lorsque le cahier des charges sera fini, c'est-à-dire lorsque nous aurons fini les WP précédents. Nous avons d'ores et déjà recruté un informaticien dans l'équipe de projet qui est à même de programmer dans la plate-forme groupe-it les outils nécessaires à un déploiement de l'approche.

Le WP7 est aussi très bien avancé, car les communes de Denges, Echandens, Echichens, Lonay, Lully, Lussy-sur-Morges, Morges, Prévéranges, Saint-Prex et Tolochenaz participent au projet. Nous aurons donc bien plus que 2 communes comme c'était prévu dans le projet OPTIBAT.

Les 96 participants ont la répartition géographique suivante :

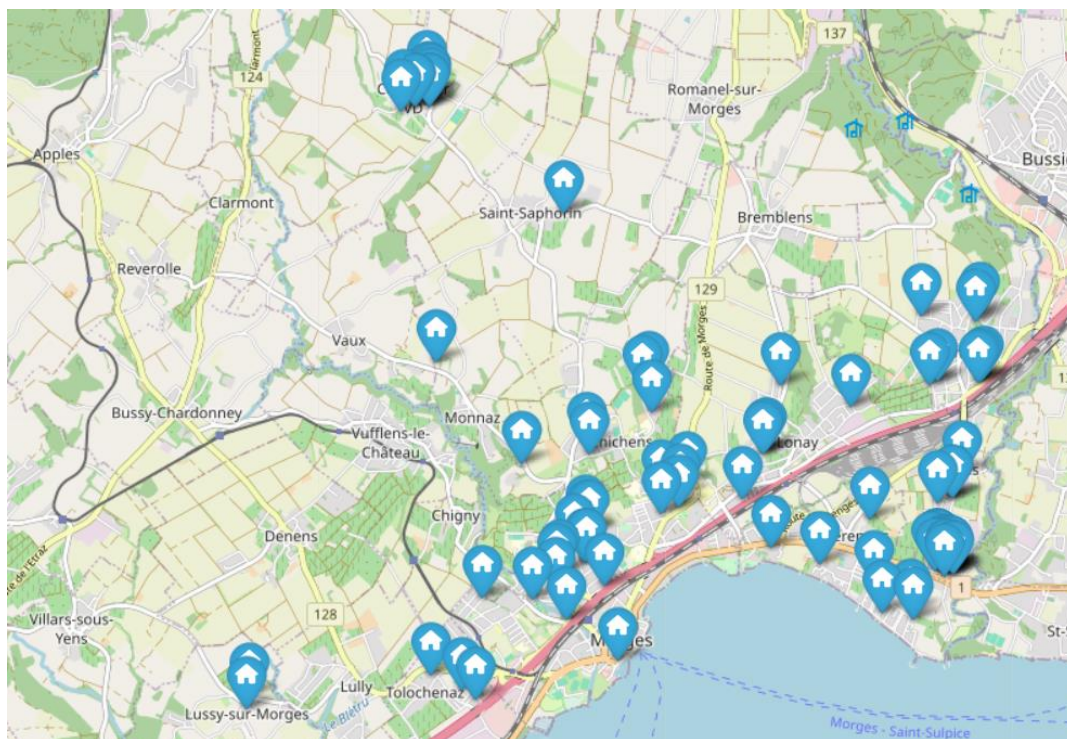


Figure 41 : carte des participants au WP7

Nous nous réjouissons de poursuivre ce projet lors de l'année 2025.



7 Bibliographie

- AMORCE ENT 39. (2020). *Enquête sur les opérations de rénovation groupées*. <https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiD2KTS5qKDAXXu8rsIHTy2C0UQFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Famorce.asso.fr%2Fpublications%2Fenquete-sur-les-operations-de-renovation-groupees-ent39%2Fdownload&usg=AOvVaw30KGh7sQgjXOPvFzIFs1Wc&opi=89978449>
- ASB. (2022, juin). *Directives pour les fournisseurs d'hypothèques relatives à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments*. <https://www.swissbanking.ch/fr>
- BAFU. (2023, avril 11). *Klima: Das Wichtigste in Kürze*. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-klima/klima--das-wichtigste-in-kuerze.html>
- Bjørneboe, M. G., Svendsen, S., & Heller, A. (2018). Initiatives for the energy renovation of single-family houses in Denmark evaluated on the basis of barriers and motivators. *Energy and Buildings*, 167, 347-358. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.11.065>
- Brunner, D., Ciocarelli, M., Husser, P., & Pikali, J. (2010, juin). *Rénovation énergétique: Guide pour les maîtres d'ouvrage* (OFEN, Éd.). SuisseEnergie. <https://www.fws.ch/wp-content/uploads/2018/10/OFEN-Renovation-energetique.pdf>
- CAT. (2021, décembre 17). *CAT Climate Target Update Tracker—Switzerland*. <https://climateactiontracker.org/climate-target-update-tracker/switzerland/>
- Conseil Fédéral, DETEC, & OFEV. (2022, mai 4). *Le Conseil fédéral révisé l'ordonnance sur le CO2 en vue de prolonger les instruments de politique climatique*. <https://www.admin.ch/gov/fr/accueil/documentation/communiques.msg-id-88623.html>
- *Conseil Incitatif: Conseil énergétique maison unifamiliale*. (s. d.). Chauffez renouvelable. Consulté 22 octobre 2024, à l'adresse <https://www.chauffezrenouvelable.ch/conseil-incitatif-2/>
- Cozza, S., Chambers, J., Geissler, A., Wesselmann, K., Gambato, C., Branca, G., Cadonau, G., Arnold, L., & Patel, M. K. (2019). *GAPxPLORE: Energy Performance Gap in existing, new, and renovated buildings Learning from large-scale datasets* (Recherche Énergétique, p. 145). OFEN. https://www.minergie.ch/media/2019_gapxplore_langversion.pdf
- *CREnHOM – Une approche servicielle à la Rénovation Énergétique du parc Hôtelier alpin*. (s. d.). Consulté 24 septembre 2024, à l'adresse <https://www.crenhom.org/>
- *EnerCoach_SRE batiment.pdf*. (s. d.). Consulté 18 octobre 2024, à l'adresse https://www.local-energy.swiss/dam/jcr:9d3f7e29-c520-4ad0-a5e4-326a2e4c1651/EnerCoach_SRE%20batiment.pdf
- Energie environnement. (2022). *Les besoins de chaleur et le CECB*. energie-environnement.ch. <https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/conception-du-batiment/besoins-de-chaleur-et-cecb>
- European Commission (avec Saheb, Y., Bódis, K., Szabó, S., Ossenbrink, H., & Panev, S.). (2015). *Energy renovation: The Trump Card for the New Start for Europe.: Vol. Joint Research Centre-Institute for Energy and Transport*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2790/39989>
- Goto Takayoshi & Thalmann Philippe. (2022). *Rénovation énergétique par quartier. LEURE*.
- HEVs. (s. d.). *bSol: Construire avec le soleil | HES-SO Valais-Wallis*. La HES-SO Valais-Wallis est un véritable hub de formation tertiaire et de recherche appliquée au cœur des Alpes suisses, offrant des formations Bachelor et ES multilingues et axées sur la pratique professionnelle dans des domaines aussi variés que les sciences de l'ingénieur, l'économie, le tourisme, l'informatique,



- la santé, le travail social et l'art appliqué. Consulté 22 octobre 2024, à l'adresse <https://www.hevs.ch/fr/projets/bsol-construire-avec-le-soleil-4317>
- *Historeno—Plateforme d'aide à la rénovation énergétique des bâtiments*. (s. d.). Historeno. Consulté 24 septembre 2024, à l'adresse <https://historeno.eu/>
 - IPCC. (2021). *Climate Change 2021 : The Physical Science Basis*. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, & B. Zhou (Éds.), *Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (p. 2391). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
 - Jorio, L. (2020). *Un siècle pour rénover tous les bâtiments en Suisse*. SWI swissinfo.ch. https://www.swissinfo.ch/fre/societe/crise-climatique_un-si%C3%A8cle-pour-r%C3%A9nover-tous-les-b%C3%A2timents-en-suisse/45415340
 - Les Essentiels. (s. d.). *Rénovation énergétique par quartier, Vol 1*. https://lab.cercle-promodul.inef4.org/tool_type/guides-rapports-et-retours-dexperiences/tool/les-essentiels-vol1-renovation-des-quartiers-homogenes-comment-massifier-et-industrialiser
 - Maus, K., Schmitz, R., Faust, A.-K., Eckmanns, A., Pulfer, M., Siddiqi, G., & Renz, S. (2016, mars). *Plan directeur de la recherche énergétique de la Confédération 2017-2020* (Commission fédérale de la recherche énergétique CORE, Éd.). OFEN. <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/publication/download/9068>
 - Noé21. (2016). *Caractérisation des moteurs et des barrières à la rénovation énergétique des bâtiments à Genève*. 2016. https://www.noé21.org/_files/ugd/ffb10e_8b62ba6d8dab4e25843ca48c5b02095d.pdf
 - *Normalisation_240318_cecb_mark.pdf*. (s. d.). Consulté 21 octobre 2024, à l'adresse https://www.cecb.ch/media/normalisation_240318_cecb_mark.pdf
 - OFEN, O. fédéral de l'énergie. (2020). *Mesures visant à accroître l'efficacité énergétique*. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politik/energiestrategie-2050/erstes-massnahmenpaket/massnahmen-zur-steigerung-der-energieeffizienz.html>
 - OFEN, & OFEV. (2020). *Rapport 2020*. <https://www.leprogrammebatiments.ch/fr/publications-et-photos/rapports-et-statistiques/>
 - Office fédéral de la statistique. (2022). *Deux tiers des bâtiments à usage d'habitation appartenaient à des particuliers en 2020*. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/catalogue.assetdetail.22224305.html>
 - *Profiter de subventions lors de rénovations | Le Programme Bâtiments*. (s. d.). Consulté 23 octobre 2024, à l'adresse https://www.leprogrammebatiments.ch/fr/?https://www.leprogrammebatiments.ch/?mtm_campaign=&pk_campaign=brand_pure_FR&pk_kwd=le%20programme%20b%C3%A2timents&pk_source=google&pk_medium=cpc&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwveK4BhD4ARIsAKy6pMK4mbiMyOtmuOLMFVbNbhczBpU0_GkDfY1ubK8vOxOMJobv7_zmU0waAv36EALw_wcB
 - *RegBL | Registre fédéral des bâtiments et des logements*. (s. d.). Consulté 22 octobre 2024, à l'adresse <https://www.housing-stat.ch/fr/index.html>
 - Robins, N., Tickell, S., Irwin, W., & Sudmant, A. (2020, juillet 14). *Financing climate action with positive social impact : How banking can support a just transition in the UK*. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/financing-climate-action-with-positive-social-impact-how-banking-can-support-a-just-transition-in-the-uk/>



- Ruellan, G. (2016). *du marché de la rénovation du bâti résidentiel en Belgique*. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/202946/1/Rapport%201%20-%20Revue%20de%20litt%C3%A9rature.pdf>
- Schwab, S. (2021). *ProREN*. Institut TRANSFORM. <https://www.heia-fr.ch/fr/recherche-appliquee/instituts/transform/projets-de-recherche/proren/>
- *Situer sa consommation de chauffage—Energie-environnement.ch*. (s. d.). Consulté 19 octobre 2024, à l'adresse <https://www.energie-environnement.ch/economiser-le-chauffage/situer-sa-consommation-de-chauffage>
- SuisseEnergie. (2022). Rénovation des bâtiments—Comment réduire de moitié la consommation énergétique dans une maison individuelle grâce à des mesures ciblées. *OFEN*, 805.098.F, 60.
- *Suisse-Energie_-_Calcul_de_la_puissance_de_chauffe.pdf*. (s. d.). Consulté 19 octobre 2024, à l'adresse https://www.lab-immo.ch/spec/lab-immo/Concepts/Energie/Suisse-Energie_-_Calcul_de_la_puissance_de_chauffe.pdf
- Thalmann, P. (Éd.). (2016). *La rénovation énergétique des bâtiments dans la politique climatique suisse*.
- United Nations. (2022, septembre 11). *2022 Global Status Report for Buildings and Construction*. UNEP - UN Environment Programme. <http://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction>
- Walker, T. (2021, mai 21). *Vers un scandale des émissions dans le secteur immobilier?* *investir.ch*. https://www.investir.ch/?post_type=article&p=40008



8 Annexes

8.1 Annexe 1 : Questionnaire pour les banquiers



Guide d'entretien GROUP-IT Rénovation

Ce guide d'entretien va servir de fil conducteur aux **X** entretiens qualitatifs semi-directifs qui se dérouleront durant le mois de **xxxx**. L'objectif de cette étude est, dans un premier temps, de comprendre quels modèles économiques utilisent aujourd'hui les principaux acteurs qui financent la rénovation énergétique pour les privés. Dans un deuxième temps, cette étude permettra d'échanger sur le potentiel de création de nouveaux produits qui pourraient répondre plus précisément aux attentes des clients et ainsi accélérer la rénovation énergétique. L'identification des barrières et des leviers pour la création de nouvelles solutions fera également l'objet des échanges qualitatifs.

Avec l'accord des personnes interrogées, les entretiens **seront enregistrés** pour faciliter la collecte et l'analyse des résultats. Les entretiens seront retranscrits et analysés de manière verticale (entretien par entretien) et horizontale (comparaison entre groupes cibles). Le but de cette recherche appliquée est de co-développer des solutions qui soient en adéquation avec les attentes des différentes parties prenantes, notamment des privés, à la recherche de financement ou autre solution pour réaliser leur rénovation énergétique.

Dans le processus de co-développement, les entretiens permettront de définir le rôle des acteurs financiers et ce qu'ils tentent de réaliser comme travail/tâches pour le financement de la rénovation énergétique. Ces éléments, ainsi que les bénéfices attendus par la réalisation des tâches et les potentiels problèmes pour les réaliser, seront capitalisés dans le profil client du modèle de Value Proposition Canvas d'Osterwalder et Bland (strategyzer, 2020). Ces éléments d'entrées permettront, lors des ateliers de co-création, de réfléchir sur la proposition de valeur, soit la partie gauche du modèle.

Critères de sélection des parties prenantes à interroger

Les personnes qui seront interrogées dans cette étude sont des acteurs vers qui un ménage privé peut se tourner pour obtenir un financement dans le cadre d'une rénovation énergétique de leur propriété.

Nous identifions :

- Les banques (Raiffeisen, UBS, BCU, BSVs...),
- Les caisses de pension (CPVAL...),
- Les investisseurs par des fonds d'investissement (GefiSwiss...),





Guide d'entretien

Bonjour,

Nous vous remercions de nous accorder du temps pour réaliser cet entretien. Cette étude porte sur la rénovation énergétique des bâtiments privés. Selon les résultats trouvés dans la revue de la littérature actuelle, trois raisons principales sont identifiées comme barrière à la rénovation énergétique. Ces freins sont (a) le manque d'information, (b) le financement, c'est-à-dire l'aspect économique d'une rénovation et (c) le processus. Notre entretien d'aujourd'hui a pour but de décortiquer les éléments liés au frein et problèmes de financement (b) dans le cadre d'une rénovation énergétique.

Nous allons vous poser diverses questions afin de connaître votre point de vue sur cette thématique et sur les éléments qui existent ou qui pourraient être développés au sein de votre entreprise pour accélérer les rénovations énergétiques.

L'entretien durera environ 45 minutes. Le déroulement de l'entretien se fera de la manière suivante : _____ posera les questions et _____ prendra des notes. Il n'y a pas de réponse juste ou fautive, nous voulons simplement connaître votre avis sur le sujet. **Nous allons enregistrer vos réponses** afin de nous aider dans le traitement des données. Vos réponses seront traitées de manière anonyme et confidentielle. Est-ce que c'est en ordre pour vous ?

Numéro et date de l'entretien :

Date et heure de l'entretien :

Personne qui interroge :

Personne qui prend des notes :

Personne interviewée et entreprise :

Rôle de la personne dans l'entreprise :

Questions

PARTIE CONTEXTE :

1. Pouvez-vous nous décrire votre rôle/votre post dans votre organisation ?
2. Qu'est-ce que signifie la rénovation énergétique pour vous ?



3. Quelle expérience avez-vous eu avec la rénovation énergétique ?

- privée
- professionnelle
- les deux (voir 3.2+3.3)
- Aucune

3.1. aucune-> question : pourquoi ? (manque d'intérêt, manque d'information ?, manque d'opportunité)

puis reprendre partie établissement

3.2. PRO :

- i) Combien de clients ?
- ii) Quels types de rénovation ?
- iii) en quelle quantité (estimation 1 affaire sur 2 ou 50% du volume d'affaire)

3.3. Privée :

- iv) Quels types de rénovation
- v) Complète
- vi) Partielle
- vii) Récurrence de chaque type
- viii) Quelle est la puissance de votre installation solaire?
- ix) Avez-vous une voiture électrique?
- x) Avez-vous une PAC

4. Privée/pro : Quelles sont les problématiques rencontrées ?

- Privée
- Pro

5. Privée/pro : D'une manière générale, encouragez-vous plutôt la rénovation ou la construction autour de vous ? Pourquoi ?

6. Privée/pro : Selon votre expérience, à quel montant correspondent les rénovations énergétiques ?

- xi) Et pour une d'une villa standard
- xii) Et pour une PPE
- xiii) Bâtiment institutionnel/locatif/bloc d'immeubles



PARTIE ETABLISSEMENT :

1. Connaissez-vous les différentes possibilités de financement que vous offrez dans votre établissement pour un client qui souhaite rénover son bien (et quelles sont-elles) ? (vos différents produits)
 - 1.1. pour un privé
concerne : Client avec une hypothèque et possibilité d'augmenter l'hypothèque
2. Connaissez-vous d'autres alternatives de financement de la rénovation d'un bien, offert par d'autres établissements que le vôtre ? Si oui, qu'en pensez-vous ?
3. Parmi les différents produits énoncés (selon réponses question 1 et 2 partie établissement), lesquels sont le plus utilisés aujourd'hui et pourquoi pensez-vous ?
(objectif faire ressortir le rôle qu'ils jouent/le besoin auquel ils répondent avec ces produits ?)
4. Est-ce que votre institution a déjà mis en place la nouvelle directive pour les fournisseurs d'hypothèques relatives à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments (directive de l'ASB juin 2022- délais de mise en œuvre janvier 2024).
 - 4.1. Oui, **quoi** ? (« hypothèque verte ? ») **sous quelle forme** ? (taux ? meilleure prise en considération de la valeur d'un bien rénové ? plan d'accompagnement de la rénovation sur 10ans ? **autre** par ex : prise en considération des revenus, voir question 6.3+6.4 ?)
 - 4.2. **Remarque taux** : **est-ce que le taux c'est la marge** ?
Il y a-t-il un biais avec les objectifs des conseillers ?
 - 4.3. **Remarque valeur** : **Comment est calculée la valeur du bien pour faire un PH dessus** ? (prix au m3/ achat/estimation pro/ moyenne de ses solutions ?) et quelle solution prime ?
En termes de valorisation des travaux énergétique sur la valeur du bien après rénovation, quel calcul effectuez-vous ? Avez-vous des proportions précises ?
 - 4.4. Si non : pourquoi ? Comment pensez-vous sensibiliser vos clients sur la rénovation énergétique.
5. (si oui à la question précédente) Rencontrez-vous des freins (légaux, réglementaires ou autres) dans vos projets de développement de nouveaux produits pour aider/accélérer la rénovation énergétique ? Si oui, lesquels ?



6. Quand la solution de financement traditionnelle de l'hypothèque ne fonctionne pas pour votre client, quelles en sont les raisons en générale et quelles solutions proposez-vous ?
concerne client sans possibilité d'augmenter l'hypothèque

Raisons

- 6.1. FP- quelle solution ?
6.2. Capacité d'endettement- quelle solution ?
6.3. Dans le calcul de la capacité d'endettement de votre client, quels types de revenus acceptez-vous ? Prenez-vous en compte des revenus spécifiques au cas de la rénovation (par. Ex. les économies potentielles de charge de chauffage ou des gains pour la vente d'électricité) ?
6.4. Quel est le temps de retour d'une installation qui est possible d'être pris en compte, 5-10-30 ans ?
6.5. Si oui : selon quel schéma (taux) ? / Comment les valorisez-vous ?
6.6. Si non : pourquoi ?
6.7. Savez-vous quel est le taux de rentabilité des travaux énergétique, en combien de temps des installations énergétiques telles que des PV sont amorties ?
7. Existe-t-il d'autres modèles économiques que l'hypothèque standard ?/Connaissez-vous d'autres moyens de financements ?
- 7.1. si oui, lesquels ?
(Aborder les points ci-après)
- 7.1.1. Leasing/petit crédit ou crédit à la consommation
7.1.2. Autres
7.1.2.1. Idée de l'interviewé
7.1.2.2. CPE (voir question CPE à la fin)
7.1.2.3. CCF
7.1.2.4. Contracting :
- 7.2. Sont-ils appliqués dans la rénovation énergétique de petits et moyens bâtiments (SRE<500 m2)
- 7.3. Fournissez-vous ses solutions à vos clients ? Si oui sous quelle forme ? (Partenaire externe ?) et quels sont les critères à remplir pour leurs applications ?(montants ?)
- Remarque leasing/petit crédit :**
-Quelle est la définition du bien immobilier vs mobilier (est-ce qu'une PAC ou des PV c'est « leasingable », si oui à quel taux ?)
- Attention : il y a apparemment un vide juridique pour ce qui est du contracting-**
Contracting : comment traiter vous le cas de vos clients qui font ça ? Comment se passe la vente des bâtiments sous « contrat » ?



-Font-ils du leasing opérationnel (avec éléments de prestations de contrat / méthode la plus courante) ou financier (amorti en compte séparément) ?

7.4. (si oui à la question précédente) Cette solution offre-elle selon vous plutôt des avantages ou des inconvénients ? Quels sont-ils ? (Flexibilité ? taux ?)

Nouvelles solutions :

Le centre de compétences financières (CCF) est le prestataire des services financiers de Promotion économique Valais. A ce titre, il est au service des entreprises valaisannes, dont il constitue une source privilégiée de financement. Une solution similaire a été imaginée, selon le schéma ci-dessous :

NB : le ccf a été nommé comme exemple, une autre entité peut faire le travail.



1. Avez-vous déjà travaillé avec une garantie de la part du CCF ?
2. Si le CCF / une commune / un canton fournissait une « garantie verte » accepteriez-vous de faire un prêt supplémentaire sur un bien immobilier ? Y compris sur un bien grevé d'une hypothèque détenue par un autre établissement bancaire ?
3. Avec une garantie du CCF, un schéma d'agrégation, par exemple sur un quartier lors d'un group-it est envisageable. Quels seraient les critères qui rendraient cette agrégation intéressante pour votre établissement (atteindre un certain volume ? Données pré-mâchées donc gain de temps ?...)
4. (En fonction de la réponse précédente) Quels seraient les critères/informations que vous aimeriez recevoir par la plateforme ?



5. Selon vous, est-ce que l'application d'appels d'offres groupés pourrait contribuer à favoriser des modèles de financement alternatifs, comme par exemple la création de fonds d'investissement ?
Qu'en pensez-vous ? Nombre de clients si agrégation intéressante ? (Diversité des risques + quel niveau de garantie ?)

PARTIE FOND

1. Proposez-vous des fonds verts ?
2. Si oui, qu'est-ce qui est financé dans ces fonds verts ?
3. Apporteriez-vous des modifications aux choses financées ?
4. Connaissez-vous les critères d'éligibilité pour être financé par un fond et de quel type de fond s'agit-il ?
5. Connaissez-vous le type de contrepartie exigée lorsqu'un fond finance un projet/produit ?
6. Savez-vous à partir de quel montant individuel un fond entre en discussion pour financer quelque chose ?

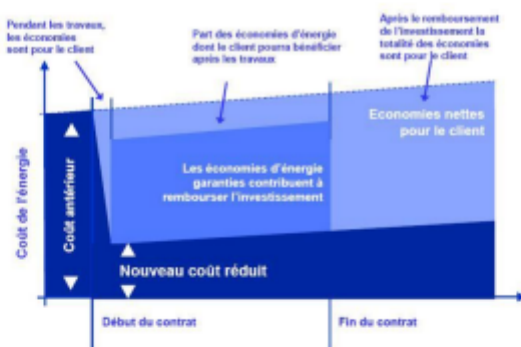
CPE

7. Connaissez-vous le Contrat à la Performance Energétique ? L'avez-vous déjà utilisé ou connaissez-vous des entreprises qui le propose ?

Description ce qu'est un CPE :

Il s'agit d'un contrat entre un propriétaire et un maître d'œuvre (investisseur). L'objectif est l'amélioration de l'efficacité énergétique d'un bâtiment. Le CPE permet de contractualiser la quantité d'énergie qui sera consommée et/ou la réduction par rapport à un état initial.

Concrètement dans le cadre d'un CPE, la réduction des charges financières liées à la consommation d'énergie est calculée sur les coûts énergétiques annuels du bâtiment avant l'application du contrat. Une partie des économies d'énergie réalisées servira à rémunérer le maître d'ouvrage pour l'investissement réalisé. L'autre partie reviendra au maître d'œuvre pour la prestation de service. Au terme du contrat, l'installation appartiendra au propriétaire.



CPE (Suisseenergie)

Les trois types de contrats existants

Le financement du projet peut être conçu de manière flexible. Tout en prenant en compte les réglementations applicables et les directives internes des clients, Swissecso distingue fondamentalement trois modèles (1) financement par le client, ici le client recherche principalement une garantie de performance (2) financement par l'ESCO, dans ce cas le client manque de fonds propres et (3) financement à forfait par un tiers.



Financement par le client



financement par l'ESCO



Financement par un tiers investisseur



8. Est-ce que vous seriez prêts à financer un tel modèle ? si oui comment ?
9. Que penseriez-vous d'une loi sur l'obligation de rénovation, comme le cas de GE par exemple ?
10. Pour fixer une obligation, il faut des données de consommation. Pensez-vous que ces données doivent être confidentielles, si oui pourquoi?

Conclusion (pour tout le monde)

Aimeriez-vous ajouter une remarque ou poser une question avant de terminer cet entretien ?

Est-ce que quelque chose vous a surpris durant l'entretien ? Que retiendrez-vous de cet entretien ?

Remerciements

Cette étude est réalisée dans le cadre du projet Group-it Rénovation qui a pour objectif ambitieux de développer un processus d'accompagnement pour accélérer les rénovations des bâtiments. Pour rappel, les bâtiments représentent aujourd'hui 40% de la consommation d'énergie totale, dont 49% en énergie fossile et un tiers des émissions de CO₂.

La prochaine étape qui concerne la thématique du financement sera un atelier réalisé entre les différents acteurs financiers (banques, caisse de pension, investisseurs) pour co-crée une ou plusieurs solutions pour que le financement d'une rénovation ne soit plus un frein. Dans cette vision future, souhaitez-vous rester informé de l'avancée du projet et seriez-vous potentiellement intéressé à participer à un atelier de co-création de solutions ?

Pouvez-vous me laisser vos coordonnées :

Email :

Téléphone :

Nous vous remercions sincèrement pour votre collaboration et pour les précieuses informations que vous nous avez transmises et qui permettront de réaliser un projet de qualité.

.

8.2 Annexe 2 : Compte-rendu interview Swisspor

Les appels d'offres groupés visent à mutualiser certains coûts afin de réaliser des gains d'échelle. Ceux-ci peuvent se réaliser sur différents axes comme les matériaux de construction, les installations techniques CVCS, la main-d'œuvre, les équipements de chantier (échafaudage, pelleteuse, etc.), la planification.

En ce qui concerne les matériaux de construction, le marché suisse de la construction est basé sur un système économique structuré appliqué à tous les domaines de la construction. Dans ce système, les marchands de matériaux tels que HG commercial, Dubat, Getaz-romang ou encore Sanitas-Troesch jouent un rôle central. Ils servent de centres de distribution des matériaux de construction et de liens entre les artisans ou entreprises de construction et les fabricants de matériaux. Ces entreprises permettent, entre autres, d'approvisionner les artisans en matériaux de construction et de les stocker afin d'éviter à chaque artisan d'avoir un dépôt à charge et de devoir s'occuper de toute la logistique inhérente à la gestion des stocks. Ils servent également de garants financiers auprès des producteurs de matériaux. C'est-à-dire qu'en cas de non-paiement de la marchandise par l'entreprise en charge des travaux, le marchand supporte le risque auprès du fabricant. Ce sera donc au marchand de matériaux de se retourner auprès de l'entreprise de construction en cas de non-paiement et ce même si l'artisan a négocié les prix et/ou passé commande auprès du fabricant.

La figure ci-dessous illustre schématiquement le processus de commandes, livraisons et facturations des matériaux de construction.

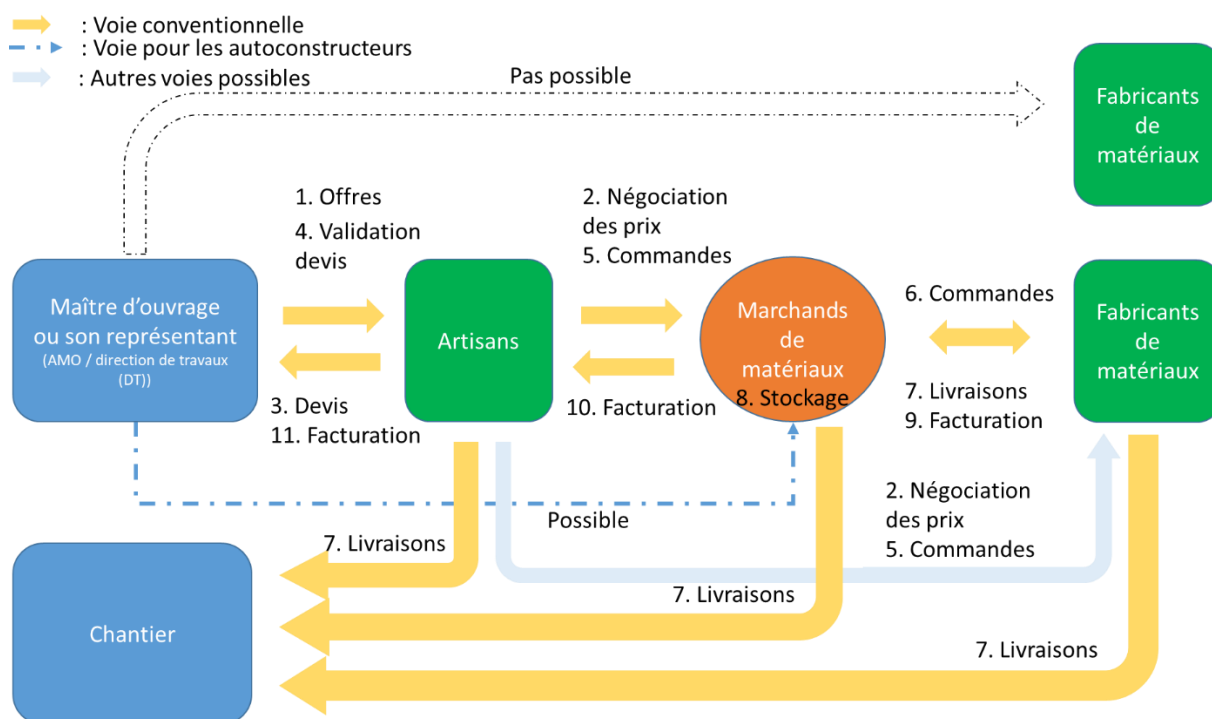




Figure 1: Processus de commandes, livraisons et facturations des matériaux de construction

Théoriquement, trois voies sont possibles pour un Maître d'ouvrage (ou son représentant) pour commander des matériaux de construction :

1. Le Maître de l'ouvrage s'adresse directement aux fabricants de matériaux ;
2. Le Maître de l'ouvrage s'adresse directement auprès des marchands de matériaux.
3. Le Maître de l'ouvrage s'adresse à des entreprises de construction (artisans) en demandant des offres. Ces derniers négocient les prix soit avec les marchands de matériaux, soit avec les fabricants ;

Dans la pratique, la 1^{ère} voie énoncée ci-dessus n'est pas possible. Les fabricants n'acceptent pas de négocier ou traiter avec chaque Maître d'ouvrage. Pour le fabricant cela impliquerait une forte augmentation des charges administratives, de transports et de personnels par une multiplication des commandes (traitement des demandes, lieux de livraison, personnels nécessaires pour le traitement des demandes, etc.). Pour les Maîtres d'ouvrage, cette approche n'aurait aucun avantage économique, car la commande ne serait pas suffisante en termes de volume et ponctuelle dans le temps.

C'est pourquoi le passage par un intermédiaire comme les marchands de matériaux est nécessaire et bénéfique pour les fabricants et les Maîtres d'ouvrage. Pour les fabricants, ils peuvent livrer sur le même site du marchand une grande quantité de matériaux de construction limitant les frais administratifs, de transports et de personnels. Pour le Maître de l'ouvrage, il peut y commander des quantités et des types variables de matériaux répondant à ses besoins.

La 2^{ème} voie implique que le Maître de l'ouvrage se procure les matériaux de construction. Cela signifie que le Maître de l'ouvrage réalise également lui-même les travaux ou que les artisans sont ouverts à ce que le Maître de l'ouvrage leur fournissent les matériaux. Dans cette voie, il ne semble pas y avoir de gains économiques pour le Maître de l'ouvrage, car ce dernier – mis à part s'il est propriétaire de plusieurs bâtiments – ne bénéficiera pas de conditions avantageuses, car il s'agira de commandes de faibles volumes de matériaux commandés de manière ponctuelle.

Dans la 3^{ème} voie, ce sont les artisans qui sont en lien avec les marchands de matériaux et/ou les fabricants pour négocier les prix des matériaux de construction. Ceux-ci sont définis en fonction des volumes d'affaires annuels des artisans auprès des marchands et/ou des producteurs de matériaux ainsi que des relations professionnelles entretenues (paiement dans les délais notamment). Dans cette voie-là, les marchands de matériaux négocient les prix avec les fabricants pour acheter les matériaux à bas prix et les revendre avec une marge aux artisans. C'est sur cette marge que les artisans peuvent négocier. Les artisans peuvent également négocier directement avec les fabricants, toutefois avec une marge pour les marchands de matériaux, car ce sont ces derniers qui factureront les commandes aux entreprises de construction et qui jouent ce rôle de tiers garants auprès des fabricants de matériaux en cas de non-paiements des factures par les artisans.

Il y a donc une possible économie d'échelle pour les Maîtres d'ouvrage qui se regroupent pour effectuer des travaux via un appel d'offres groupées auprès des entreprises de construction. Cependant, sur les matériaux de construction les marges sont faibles, car les prix réalisés par les fabricants suisses sont alignés sur les prix des matériaux fabriqués par des



entreprises européennes (notamment allemandes), car il n'y a pas de contingentements sur l'importation des matériaux de construction. Selon des discussions, les fabricants suisses peuvent concurrencer les fabricants étrangers non pas sur les prix, mais sur les prestations annexes comme des délais de livraison courts et des supports techniques. Une autre voie d'économie d'échelle possible dans le cadre d'un appel d'offres groupé se situe au niveau des frais de transport. Ceux-ci sont offerts dès une certaine quantité commandée atteinte, toutefois l'économie est limitée à quelque centaine de francs et impose des contraintes en termes de délais de réalisation des travaux et de stockages des matériaux, notamment quand il s'agit de plusieurs habitats individuels.

Une autre possibilité d'économie d'échelle serait de négocier des rabais de quantité avec les marchands de matériaux sur la base d'un volume de matériaux de construction annuel. Cela permettrait également de gérer le stockage des matériaux plus long induit par le séquençage des travaux à réaliser dans le cadre d'appels d'offres groupés. Toutefois, une évolution des prix négociés avec eux peuvent avoir lieu, même après la signature du contrat surtout lorsque le séquençage des travaux est long.

Il existe une association suisse des marchands de matériaux (VSBH – ASMMC) regroupant vingt et un marchands de matériaux de construction répartis sur la Suisse entière.

8.3 Annexe 3 : Compte-rendu discussion avec Suissetec

Les appels d'offres groupés visent à mutualiser certains coûts afin de réaliser des gains d'échelle. Ceux-ci peuvent se réaliser sur différents axes comme les matériaux de construction, les installations techniques CVCS, la main-d'œuvre, les équipements de chantier (échafaudage, pelleteuse, etc.), la planification.

En ce qui concerne les installations techniques de production de chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire) et ventilation, le marché suisse de la construction est basé sur un système économique structuré. Dans ce système, les fournisseurs d'installations techniques et les installateurs ont des rôles clés. Les fournisseurs sont fréquemment les fabricants des installations techniques. Il peut être cité les entreprises Viessmann, Vaillant, Hoval entre autres. Dans certains cas, les fournisseurs sont des revendeurs (resp. des représentants) de fabricants d'installations techniques (par exemple, les entreprises Durex SA et Meier Tobler SA).

Généralement, l'installateur a le rôle de partenaire local pour les fournisseurs. En fonction des besoins du projet de rénovation, il va transmettre auprès des différents fournisseurs auxquels il est lié des demandes d'offres à soumettre au Maître d'ouvrage ou son représentant (architecte, bureau d'étude)⁸. C'est également l'installateur qui va installer les installations techniques, alors que le fournisseur sera en charge de la mise en service (avec l'installateur) et du service après-vente. L'installateur joue le rôle de répondant principal entre le Maître d'ouvrage et le fournisseur d'installations techniques.

Le Maître d'ouvrage (MO) peut contacter directement les fournisseurs pour avoir des conseils, ou une aide à la planification ainsi qu'un devis estimatif du matériel à installer (production de chaleur, accumulateur de chaleur pour le chauffage et chauffe-eau pour l'eau chaude sanitaire (ECS)). Cependant, il devra se retourner auprès d'un installateur qui établira une

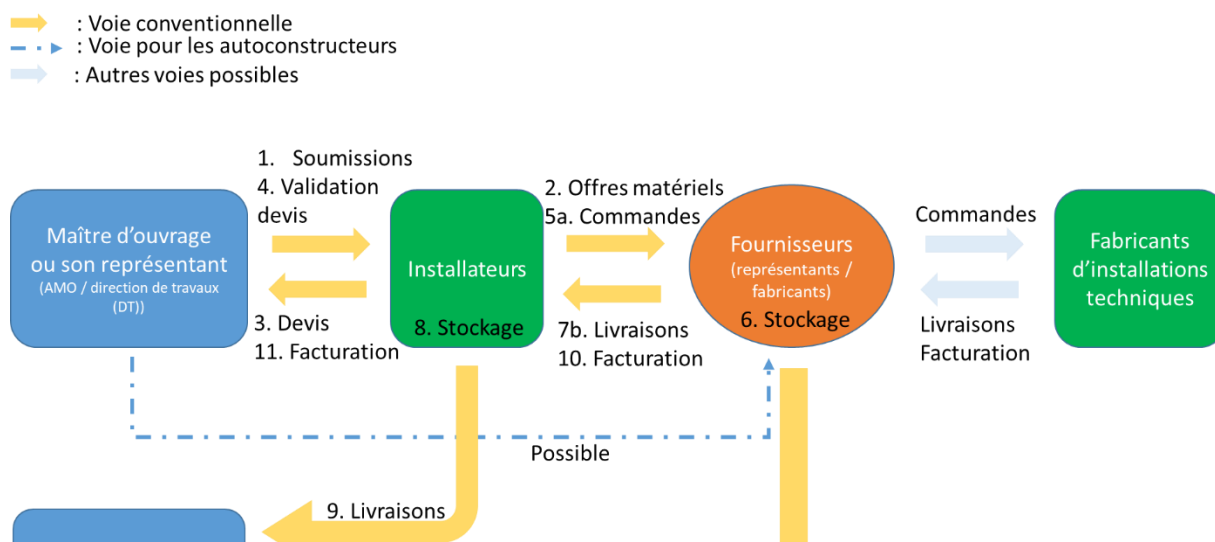


Figure 2: Processus de commandes, livraisons et facturations des installations techniques

⁸ Par simplification, dans la suite du document, la mention « Maître d'ouvrage » signifie « Maître d'ouvrage ou son représentant ».



offre finale en intégrant le devis du fournisseur quant aux matériels à installer ainsi que les coûts du reste du matériel nécessaire (conduites, coudes, etc.).

La figure ci-dessus illustre schématiquement le processus de commandes, livraisons et facturations des installations techniques.

Il semble exister une seule possibilité pour le Maître d'ouvrage (MO) afin de commander et faire réaliser les travaux. Quelques variations dans le processus sont possibles, mais ne changent pas fondamentalement la démarche habituelle que suit le MO, mise à part si le MO installe le matériel en autoconstruction.

Au départ, le MO a plusieurs possibilités. Il peut :

1. soumettre des soumissions à des installateurs pour recevoir des devis ;
2. contacter les fournisseurs pour obtenir un devis estimatif du matériel à installer (production de chaleur, accumulateur de chaleur, chauffe-eau, monobloc de ventilation, etc.) ;
3. définir avec un installateur le choix du matériel à installer et ce dernier soumet un devis pour les travaux à réaliser.

La première possibilité présuppose que le MO – accompagné d'un bureau d'étude - a déjà prédéfini l'installation souhaitée (puissance, matériaux).

La seconde possibilité concerne :

- un MO cherchant des informations et conseils sans savoir qui approcher pour démarrer ses réflexions ;
- un MO souhaitant installer lui-même le matériel nécessaire.

Dans les deux cas, le fournisseur ne pourra fournir qu'un devis estimatif des installations techniques souhaitées regroupant uniquement le matériel à installer (production de chaleur, accumulateur de chaleur, chauffe-eau, monobloc de ventilation, etc.). Le fournisseur pourra également fournir au MO une liste d'installateurs (partenaires locaux des fournisseurs) afin de l'aider dans ses démarches jusqu'à la réalisation des travaux.

La troisième possibilité consiste à ce que le MO contacte directement des installateurs locaux pour sélectionner celui ou ceux qu'il choisira pour l'accompagner et réaliser les travaux.

Dans les trois cas (hors du cas d'un autoconstructeur), l'installateur établira le devis final des travaux à réaliser incluant le matériel à commander auprès du/des fournisseurs ainsi que le nécessaire pour brancher les appareils afin que l'installation technique fonctionne (par exemple la tuyauterie). Il sera en charge également de passer la commande auprès du/des fournisseurs.



Le/les fournisseurs seront en charge de livrer le matériel commandé soit directement sur le chantier, soit chez l'installateur. Ce choix de livraison n'est pas anodin, car il détermine le processus de facturation entre l'installateur et le fournisseur et entre l'installateur et le MO. En effet, le fournisseur facture la commande du matériel commandé à l'installateur dès livraison qu'il soit livré sur chantier ou chez l'installateur.

Dans le cas où le matériel commandé est stocké chez le fournisseur en attendant qu'il soit livré sur chantier, cela fait courir le risque au MO que le prix du matériel subisse des variations en fonction de l'évolution du marché. C'est pourquoi il peut être opportun d'apposer une clause dans le contrat de vente pour bloquer le prix convenu pour une certaine durée.

Dans le cas de la livraison par le fournisseur chez l'installateur, le stockage du matériel se fait chez l'installateur - en attendant qu'il soit livré sur chantier - permettant de garantir le prix d'achat. Cependant l'installateur devra payer le montant total de la commande au fournisseur, un acompte sera demandé par l'installateur au MO et le solde sera facturé à la fin des travaux.

Il y a une possible économie d'échelle pour les MO qui se regroupent pour effectuer des travaux via un appel d'offres groupé. La mise en place dépendra du lieu de stockage du matériel commandé. Si le matériel est stocké chez le/les installateur(s), il faudra s'assurer en amont de toute commande groupée s'il a la capacité de stockage nécessaire et la garantir jusqu'à la fin de la dernière intervention. Si le matériel est stocké chez le/les fournisseur(s) il faudra s'assurer en amont de toute commande groupée la capacité de stockage est suffisante et qu'elle est garantie jusqu'à la fin de la dernière intervention. Il faudra également s'assurer la possibilité de bloquer le prix pour la durée nécessaire afin que tous les MO participants à l'appel d'offres groupés bénéficient des mêmes conditions financières.