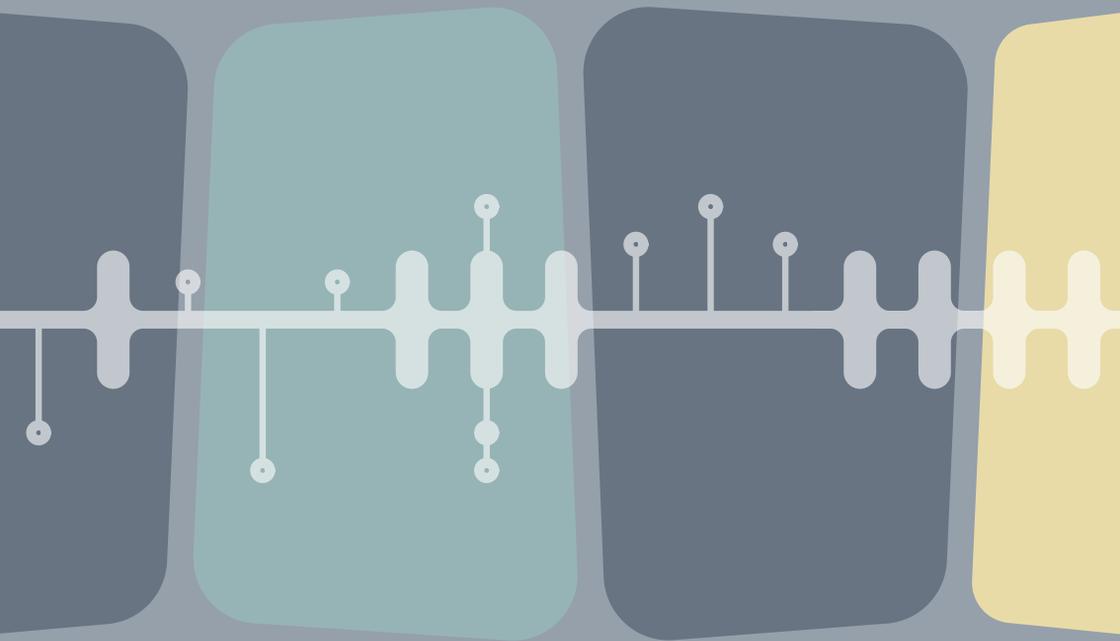


PROREN

*UNE APPROCHE GLOBALE
DE LA RÉNOVATION*



ÉQUIPE DE PROJET

Stefanie Schwab, architecte, responsable de projet, TRANSFORM
Florinel Radu, architecte, responsable d'institut TRANSFORM
Jonathan Parrat, architecte, collaborateur scientifique, TRANSFORM
Julie Runser, architecte, collaboratrice scientifique, TRANSFORM
Ilse Bahnsen, architecte, collaboratrice scientifique, TRANSFORM

PARTENAIRES DU PROJET

Jean-Philippe Bacher, ingénieur, responsable d'institut, ENERGY
Redouane Boumaref, architecte, TRANSFORM
Mylène Devaux, ingénieure civile, ITEC
Roubini Makridou, architecte, collaboratrice scientifique, TRANSFORM
Sofia Marazzi, collaboratrice scientifique, ENERGY

ONT CONTRIBUÉ

Dominique Andrey, Raiffeisen Sarine-Ouest
Serge Boschung, Service de l'Énergie
Gregory Jaquerod, architecte
André Lehmann, ingénieur, expert CECB
Théo Perrelet, ingénieur, expert CECB
Jean-Luc Rime, architecte

PROREN

*UNE APPROCHE GLOBALE
DE LA RÉNOVATION*

Décembre 2020

© Institut TRANSFORM, HEIA-FR

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ

L'approche
globale
P.7

RÉSULTATS

Rénovation énergétique des
bâtiments d'habitations
de propriétaires privés
P.13

L'ingénieur civil
face au bâti existant
P.43

P.29
Amélioration de la
performance énergétique
des logements existants

P.47
Intégration du
processus digital
BIM

OUTILS

Description et
utilisation
P.51

L'APPROCHE GLOBALE PROREN

L'amélioration de la performance énergétique des bâtiments est un sujet qui occupe le devant de la scène en Suisse depuis plus d'une décennie. Pour répondre à ce défi, de nombreux organes, stratégies, instruments, labels, standards et normes ont été conçus et mis en œuvre.

Si longtemps l'attention a été accordée aux bâtiments neufs, la récente vision de l'OFEN 2050 marque un tournant, en plaçant la rénovation de bâtiments comme enjeu prioritaire de la Stratégie énergétique 2050. Dans cette vision, l'OFEN s'en fixe des objectifs très ambitieux, notamment la démonstration de la rentabilité et de la possibilité de faire de l'optimisation énergétique à grande échelle pour tous les grands bâtiments (2020 – 2025) et même pour tous les bâtiments jusqu'en 2030.

Mais, malgré la volonté politique et ces mesures, la consommation énergétique du parc immobilier Suisse reste largement au-dessus des objectifs.

Le problème de fond qui explique ce paradoxe se trouve dans les décalages existants entre le cadre légal spécifique au domaine du bâtiment, celui dédié à la rénovation énergétique et la réalité du terrain, entre les exigences d'un processus efficient de rénovation et les compétences des différents acteurs. Par ex., il y a un « competence gap » entre l'expert CECB qui a une vision focalisée sur l'énergie sans avoir les compétences constructives et les artisans qui suivent les prescriptions de leurs fournisseurs, mais manquent de connaissances théoriques pour apprécier au cas par cas le bien-fondé des solutions standardisées. Plusieurs enjeux découlent de ce problème de fond. Nous savons qu'il n'y a rarement de planification dans le domaine de la rénovation, qu'elle est souvent réalisée par des artisans sur la base d'évaluations énergétiques succinctes des experts CECB et que la répartition des coûts entre propriétaires et locataires n'est pas claire.

Les projets eREN et eREN2 de l'institut TRANSFORM ont démontré que la performance énergétique doit s'inscrire dans une approche globale et ne doit pas être prise en compte séparément d'autres thèmes (augmentation de la valeur d'usage, changements d'affectation, esthétique, statique, protection de l'objet contre les dangers naturels, protection des monuments historiques, physique du bâtiment, viabilité financière, etc.).

Le projet ProRen permet de mieux comprendre l'ensemble des processus de rénovation, de l'évaluation du bâtiment existant, à la planification de la rénovation et la réalisation des travaux jusqu'à l'exploitation.

Dans le cadre du projet proREN **une large enquête a été menée auprès des professionnels de la rénovation du canton de Fribourg** sur les enjeux et obstacles des rénovations énergétiques et les mesures et outils nécessaires pour favoriser les rénovations et assurer la qualité.

On constate que contrairement à la construction du neuf qui est bien encadré par des professionnels, **il n'existe pas de processus de rénovation clairement défini**, mais une multitude de processus en fonction du type de propriétaire et de la taille du bâtiment.

Au travers de séminaires, questionnaires et interviews personnels, les différents acteurs impliqués dans la rénovation ont été questionnés sur leurs activités, leurs bonnes pratiques, les problèmes rencontrés et les outils utilisés dans les différentes phases d'un projet de rénovation.

- propriétaires (privés, institutionnel, PPE, HAPF/HEV)
- gérances, immobilier
- banques
- planificateurs (architectes, ingénieurs CVSE, ingénieur civil, experts CECB)
- réalisateurs (entreprises de rénovation, artisans)
- services publics (SdE, SECA, ECAB, SBAT, SBC, agence CECB)
- fournisseurs d'énergie

Les informations recueillies ont permis de modéliser les processus de rénovation en fonction du type de propriétaire (propriétaire privé habitant, propriétaire privé bailleur, propriétaire PPE, propriétaire institutionnel), du type de bâtiment (maison individuelle / immeuble locatif) et du type de procédure (sans mise à l'enquête, procédure simplifiée, procédure ordinaire) en traversant toutes les phases de la rénovation (prise de conscience, études préliminaires, planification des travaux, réalisation des travaux, exploitation).

L'enquête menée parmi les professionnels de la rénovation du canton a permis d'identifier les sujets et moments critiques des processus de rénovation. Les moments critiques et les recommandations ont été localisés dans les différentes phases d'un projet de rénovation et visualisés dans le processus Maison individuelle – propriétaire privé (voir annexe « **Maison individuelle propriétaire privé - processus usuel** »).

Un nombre minimum et suffisant de données à relever pour évaluer un bâtiment existant a été identifié et formalisé dans une checklist (voir annexe « **Checklist - état des lieux** »).

Les principales problématiques relevées sont :

- **Manque d'information sur la rénovation**
- **Pas assez de moyens pour concevoir et réaliser la rénovation**
- **Difficulté d'avoir des informations fiables sur le bâtiment existant**
- **Décalage entre normes et procédure et la réalité**
- **Les outils à disposition ne sont pas adéquats aux enjeux de la rénovation**
- **La rénovation des bâtiments soulève des problèmes différents de ceux de la conception de bâtiments neufs (ou complexité liée à la rénovation)**
- **Manque de formation spécifique des acteurs du domaine de la rénovation**
- **Les relations sont difficiles entre les différents acteurs de la rénovation**
- **Manque de contrôle de la qualité d'une rénovation énergétique**

Les points de vue spécifiques des acteurs, recueillis lors des enquêtes, et les problématiques générales sous-jacentes et leurs causes ont été résumées dans deux séries de fiches : processus maison individuelle - propriétaire privé et processus immeuble d'habitation - propriétaire bailleur (jeux de fiches en annexe). Les recommandations proposées traitent ces causes. Les problématiques et les recommandations ont un statut d'hypothèses.

Le projet ProREN propose une série de solutions à implémenter tout au long du processus de rénovation afin d'assurer des rénovations de meilleure qualité. Pour une bonne part, ces solutions s'appuient sur le centre de compétence en rénovation du bâtiment (CCRB) qui peut fournir l'interface idéale aux différents acteurs de la construction. Grâce entre autres, à la plateforme numérique qu'il mettrait à disposition, mais aussi aux méthodes et outils qu'il pourrait diffuser (voir annexe « **Table des solutions** »). Les outils et techniques numériques existantes ou nécessaires pour une récolte et un traitement « intelligents » de données du bâtiment existant ont été identifiés et visualisés dans un organigramme et des fiches BIM (voir annexes).

Le projet démontre que le problème est systémique et que la solution ne peut être autre que systémique également : Il faut transformer le système de la rénovation en un écosystème.

ProREN identifie comme facteur clé l'introduction d'un nouveau rôle, le « Coach Rénovation », un professionnel capable d'accompagner dans la durée le propriétaire dans le suivi, l'entretien et la rénovation (énergétique) de la maison. La condition principale qui découle de l'introduction de ce nouveau rôle est la mise en place d'une post-formation offrant aux professionnels du bâtiment (principalement architectes) un cadre favorable afin d'acquérir les compétences spécifiques.

Le Centre de Compétences dans la Rénovation du Bâtiment (CCRB), récemment créé par le Conseil d'état fribourgeois, peut jouer le rôle de coordinateur et de catalyseur d'un écosystème de la « transformation énergétique. » Ses missions couvrent parfaitement tous les enjeux liés à l'amélioration de la performance énergétique des logements existants présentés jusqu'ici. Il peut assumer également la mise en œuvre de la plupart des réponses / solutions proposées dans ce projet :

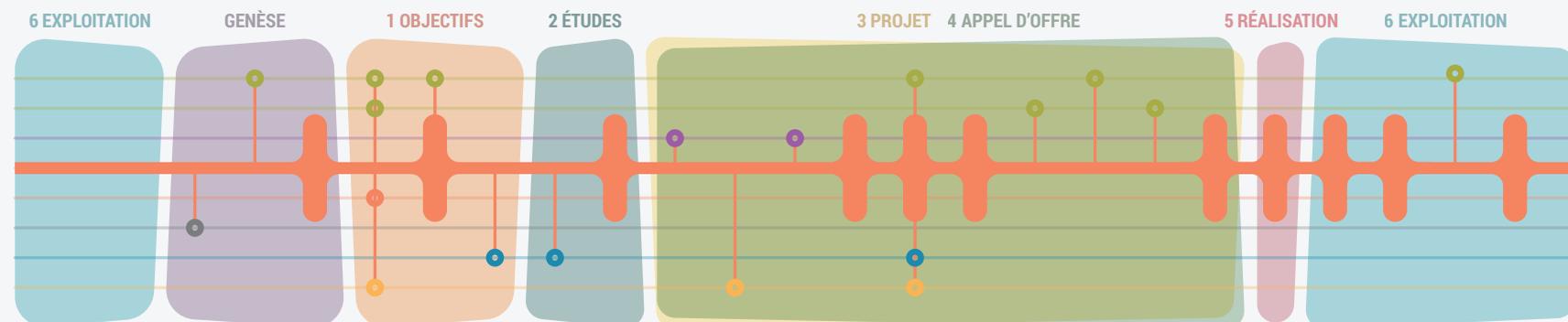
- **Centralisation et distribution de l'information spécifique** auprès de tous les acteurs concernés en faisant recours à la plateforme digitale qui sera développée dans le cadre du projet ASSIST BAT (hébergée par l'infrastructure numérique du Smart Living Lab, centre de recherche faisant partie du CCRB)
- **Mise en place de formations spécifiques à la rénovation / transformation** dédiées à tous les types d'acteurs du domaine grâce à la présence en son sein de la Haute École d'Architecture et d'Ingénierie de Fribourg
- **Lancement de projets Ra&D** concernant le mécanisme financier, des stratégies d'intervention selon le type de bâtiment d'habitation et le type de propriétaire, des outils spécifiques (carnet de santé, feuille de route), etc.

La coordination de toutes ces actions pourrait créer les conditions essentielles pour la création d'un « écosystème rénovation » - un ensemble stable et performant de relations entre les acteurs de la rénovation - d'un niveau professionnel, capable de répondre aux exigences des propriétaires et de la société en général. Ces mesures permettront de résoudre l'écart entre la théorie sur la rénovation / transformation et la pratique et, en accord avec les visions de la confédération, favoriseront l'amélioration de la performance énergétique et le maintien de la valeur du parc immobilier existant.

RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS D'HABITATIONS DE PROPRIÉTAIRES PRIVÉS

Les changements récents du cadre légal ont un impact fort sur le domaine du bâtiment. La loi sur l'aménagement du territoire (LAT) stipule la nécessité de densifier le territoire bâti, ce qui implique une augmentation du nombre des rénovations et transformations des bâtiments existants (à côté de la construction de nouveaux bâtiments avec une densité plus élevée que la moyenne actuelle). La Loi sur l'énergie (LEn) de 2016 vise la réduction des émissions CO2 et, donc, impose des exigences de performance énergétique. Elle exige aux cantons d'édicter « des dispositions sur l'utilisation économe et efficace de l'énergie dans les bâtiments existants ou à construire. » Dans le canton de Fribourg, ces dispositions sont formulées dans le Règlement sur l'énergie (REn), dans la version actuelle est entrée en vigueur en 2020. Les différentes exigences et les conditions de subvention d'une rénovation énergétique présentent dans ce règlement ont un impact direct sur la rénovation des bâtiments d'habitation. Ces impacts sont liés surtout aux modifications ou changements de l'enveloppe et des installations de production d'énergie (chauffage). **Mais, puisque les bâtiments sont des systèmes complexes, des changements au niveau de l'enveloppe et des installations techniques exigent une vision globale de l'intervention.** Donc, la rénovation énergétique d'un bâtiment d'habitation ne correspond plus au type d'entretien et de rénovation telle qu'elle était comprise avant les changements légaux évoqués. Cette vision traditionnelle visant le maintien de la qualité et donc de la valeur de la maison et non une amélioration de ses performances.

Le propriétaire fait tout



Lors d'un processus usuel de rénovation d'une maison individuelle, par exemple, le propriétaire se trouve dans la position de supporter la plus grandes parties des tâches permettant de finaliser les travaux. Comme ce schéma le montre, il est celui qui tout au long du processus, entretient le plus d'interactions avec les parties-prenantes.

Dans ce contexte, quand il veut ou il doit rénover énergétiquement son bâtiment, le propriétaire se trouve dans la situation de mener lui-même tout le processus.

Or, celui-ci est largement dépassé par la complexité de la tâche et, surtout, il n'est pas en mesure d'avoir une vision globale.

Les conséquences sont évidentes : **soit il renonce à rénover énergétiquement son bâtiment, soit il le fait en « amateur »**, en produisant des résultats souvent de faibles qualités (mauvaise performance énergétique du bâtiment, ponts thermiques non résolus, inétanchéité de l'enveloppe ou aération insuffisante, condensation et moisissures, problèmes phoniques ou de qualité de l'air aggravé) et contraire à ses intérêts d'usage et financiers.

Dans les cas des immeubles locatifs, la présence de locataires est un facteur qui ne peut être négligé lors d'une rénovation. Les désagréments provoqués par les travaux constituent une barrière supplémentaire à la rénovation énergétique du bâtiment. Une autre barrière potentielle est la répercussion des coûts de rénovation sur les loyers. En général, la question financière dans le cas d'une rénovation énergétique est un facteur déterminant qui, pour l'instant, ne reste pas suffisamment exploré, en dépit de la LEn qui stipule que « des mesures ne peuvent être ordonnées que si elles sont réalisables sur le plan technique et de l'exploitation et économiquement supportables » et que « les aspects économiques sont notamment traités sur la base de calculs de rentabilité prenant en compte les coûts externes de l'énergie. »

Donc, si le problème est systémique, la solution ne peut être autre que systémique: il faut transformer le système de la rénovation en un écosystème.

Dans ce cas, nous identifions comme facteur clé l'introduction d'un nouveau rôle de « **Coach Rénovation** », un professionnel capable d'accompagner dans la durée le propriétaire dans le suivi, l'entretien et la rénovation (énergétique) de la maison. La condition principale qui découle de l'introduction de ce nouveau rôle est l'élaboration d'une post-formation offrant aux professionnels du bâtiment (principalement architectes) le cadre favorable pour acquérir les compétences spécifiques.

Dans les chapitres qui suivent, nous présentons l'ensemble de problèmes identifiés lors des enquêtes auprès des acteurs concernés et, comme réponse, une large série de recommandations touchant l'information, la formation, le cadre normatif et les outils mis à disposition des acteurs impliqués.

1. CRÉATION D'UN « ÉCOSYSTÈME RÉNOVATION »

Le domaine de la construction du bâtiment neuf est bien structuré et rodé : les bureaux d'architecture ou entreprises générales spécialisées (qui assurent dans beaucoup de cas une conduite de qualité du processus, notamment sur la base de la norme SIA 102) établissent des relations de collaboration pérennes, l'attribution de mandats est faite au travers des appels d'offres/soumissions et les entreprises de construction ont un degré de professionnalisme adéquat aux exigences légales.

Par comparaison, le domaine de la rénovation des bâtiments d'habitation se trouve à un niveau artisanal et il n'est pas structuré, car les collaborations sont occasionnelles. La vision globale du processus fait défaut et péjore grandement la qualité des interventions. Les interventions ponctuelles, sans vision d'ensemble, sont la norme. Lorsqu'un projet complet est mené à bien, il se résume souvent à une mise à jour des installations techniques, un remplacement des fenêtres et une isolation périphérique.

Ces solutions peuvent-être valable sur le plan énergétique, mais elles posent souvent des questions constructives, patrimoniales, de physique du bâtiment ou encore de durabilité.

Il n'existe pas de processus de rénovation énergétique typique d'un bâtiment d'habitation. Mais on peut identifier trois processus fréquents selon l'ampleur des travaux et la procédure d'autorisation : dans le premier processus, les travaux d'amélioration énergétique sont considérés comme de l'entretien et sont faits sans demande d'autorisation et sans planificateur (par ex. changement des fenêtres, isolation des dalles), dans le deuxième cas, la rénovation est faite avec une demande d'autorisation simplifiée et dans le troisième cas, la rénovation est faite avec une demande d'autorisation ordinaire qui exige l'implication d'un planificateur (architecte).

Dans le premier cas, le processus de rénovation est conduit d'une manière improvisée par le propriétaire. Manquant de formation spécifique à la rénovation, les acteurs impliqués (propriétaire, gérances, experts, artisans, ingénieurs, personnel des services) ont souvent des grosses lacunes dans leur savoir et savoir-faire. Dans beaucoup de cas, la phase d'analyse de l'existant et la phase de planification des travaux font défaut ce qui amène à des travaux ponctuels et non coordonnés. De plus, la collaboration entre propriétaires, gérances, experts et artisans est difficile, car ils manquent de compétences techniques et de communication. **Dans ces conditions, il résulte des interventions de faible qualité et peu performantes en comparaison des bâtiments neufs.**

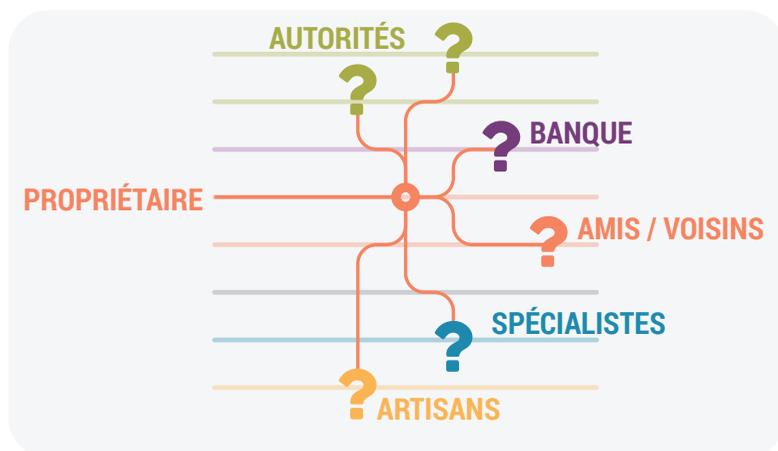
Pour résoudre ce problème, de gros efforts au niveau de l'information de la formation doivent être entrepris qui mettent en avant les enjeux globaux de la rénovation, la

centralisation des informations et la généralisation des formations spécifiques à la rénovation. Ce terreau pourra ainsi apporter les conditions essentielles pour la création d'un « écosystème rénovation » – un ensemble stable et performant de relations entre les acteurs de la rénovation – d'un niveau professionnel, capable de répondre aux exigences des propriétaires et de la société en général. Ces mesures permettront de résoudre l'écart entre la théorie sur la rénovation et la pratique et, en accord avec les visions de la confédération, favoriseront l'amélioration de la performance énergétique et le maintien de la valeur du parc immobilier existant.

1.1 MANQUE D'INFORMATION SUR LA RÉNOVATION

Le manque d'information sur la rénovation est un problème qui est présent dans toutes les phases du processus de rénovation.

D'abord, il se manifeste lors de l'achat de la maison. Quand le certificat CECB est réalisé avant l'acte de vente (ce qui n'est pas toujours le cas dans le canton de Fribourg), **il n'influence que rarement la décision d'achat et la valeur intrinsèque de la maison.** L'acheteur ne comprend pas forcément l'impact de la classification énergétique respective sur la valeur du bien acheté et sur son évolution future. De fait, on constate que le coût des bâtiments est largement surévalué par rapport aux coûts des travaux qui s'en suivent et les nouveaux propriétaires n'ont plus de moyens pour réaliser les travaux énergétiques nécessaires. Pour influencer le prix de vente, l'acheteur devrait recevoir un document qui illustre également les mesures nécessaires et les coûts d'une mise aux normes suffisamment tôt avant l'acte de vente. **Idéalement le nouveau propriétaire devrait disposer d'un guide d'entretien/carnet de santé de la maison qui le renseigne sur la vétusté et les obsolescences du bâtiment et les mesures à prendre pour garantir un entretien durable.** Ce guide/carnet faciliterait d'ailleurs la phase de récolte des données et d'analyse de l'existant qui sont actuellement problématiques.



Ensuite, le propriétaire n'est pas conscient que les réparations et les rénovations entreprises ponctuellement et sans vision d'ensemble conduisent à une dégradation de la maison et une diminution de sa valeur. Cette lacune pourrait être comblée par le guide d'entretien/carnet de santé déjà évoqué. Autrement, le Canton et les communes au travers du Centre de compétence pour la Rénovation des bâtiments, récemment créé par le Conseil d'état fribourgeois (ci-après CCRB) et les banques pourraient mettre en place des campagnes d'information (journées d'information, conseils rénovation, ENERGISSIMA, helpdesk, etc.). Ces campagnes pourraient viser également l'information des propriétaires sur les obligations légales de rénovation énergétique (quand ils changent le système de

chauffage, par exemple), sur le processus de rénovation lui-même, sur la qualification des experts CECB+ (au moment du choix pour une rénovation énergétique) et sur les critères de choix des entreprises ou d'artisans pour réaliser leurs travaux de rénovation.

Finalement, tous les acteurs impliqués dans la rénovation d'un bâtiment manquent aussi d'informations suffisantes pour accomplir leurs tâches. À l'heure des procédures de demande d'autorisation, les communes devraient avoir des règles claires concernant le choix entre la procédure simplifiée et ordinaire. Les experts CECB ne disposent pas d'informations fiables et souvent même des données de base sur la maison investiguée. Une plateforme digitale (avec accès contrôlé) regroupant les données de base des bâtiments, mise en place au niveau cantonal, pourrait répondre à ce besoin.

1.2 MISE EN PLACE D' ACTIONS POUR INITIER/AMÉLIORER LE DEGRÉ DE FORMATION DES ACTEURS

La création d'un « écosystème rénovation », capable d'assurer des rénovations de qualité, est fortement conditionnée par un niveau adéquat de savoir et savoir-faire des acteurs impliqués. Il apparaît d'autant plus nécessaire dans la conjoncture actuelle (aussi bien politique, économique, territoriale et dans une optique de développement durable) où la rénovation va prendre davantage de place sur le marché du bâtiment.

Le personnel des communes peut déjà acquérir des connaissances sur la rénovation énergétique dans le CAS Cité de l'énergie. Un module supplémentaire sur la rénovation en général pourrait s'y ajouter. L'élaboration de modules post-formation « rénovation » dédiés au personnel des services de l'état, aux collaborateurs concernés des banques, aux conducteurs de travaux, aux commerciaux de matériau de construction et aux professionnels de l'immobilier, l'intégration de l'enseignement de la rénovation et des connaissances intermétiers dans la formation de base des artisans sont d'autres exemples de mesures visant l'amélioration de compétences des acteurs de la rénovation. Ces mesures peuvent être complétées par l'organisation de workshops et tables rondes pour obtenir un retour de la pratique et des problèmes qui se posent de la part de ces acteurs. Finalement, et probablement le point le plus important, les architectes devraient pouvoir bénéficier d'opportunités d'acquérir des compétences sur la rénovation tout au long du cursus : dans la formation de base et dans la post-formation (journée de formation, CAS, MAS).

1.3 AMÉLIORATION DU SYSTÈME CECB ET CECB+

Actuellement, le processus de rénovation énergétique des bâtiments repose sur le système CECB. Le retour des acteurs de terrain œuvrant dans ce système montre que celui-ci présente plusieurs faiblesses. Le problème de base est que le travail accompli par l'expert CECB est souvent la seule contribution d'un spécialiste dans ce type de processus. Or, le résultat de l'expertise n'est pas suffisant pour garantir une rénovation de qualité.

À côté du manque d'informations fiables sur le bâtiment existant (déjà mentionné), l'expert CECB ne dispose pas fréquemment de compétences et d'outils performants pour explorer/expertiser les éléments de construction. Les mesures proposées par l'expert CECB sont souvent inadéquates, car il néglige par manque de compétence et de temps la complexité des travaux. Comme l'expert CECB ne dessine presque jamais les plans et les coupes de l'intervention, les mesures de rénovation proposées et leurs coûts réels ne sont souvent pas réalistes. Les honoraires pour l'établissement d'un CECB/CECB+ ne sont pas adéquats à la complexité de la tâche. Par ailleurs, l'outil CECB même présente plusieurs lacunes : il n'est pas convivial et ne facilite pas la communication experts – clients, le devis résultant de l'application est trop bas par rapport aux coûts réels de la rénovation et l'outil ne permet pas à l'expert de hiérarchiser et communiquer au propriétaire les mesures de rénovation énergétique (scénarios). **Pour résoudre cette série de problèmes, une révision du système et une clarification des compétences et limites d'une expertise CECB/CECB+ s'impose** en incluant, par exemple, l'adaptation du cahier des charges de l'expert CECB et de son système de rémunération (actuellement sous-évalué pour le poids de son expertise), la création d'une version plus conviviale et compréhensible de l'outil CECB, la possibilité de l'utiliser dans des cas spéciaux, l'amélioration du calcul des coûts de l'outil en rendant visible et compréhensible son fonctionnement.

2. UNE AUTRE VISION DE LA RÉNOVATION : OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT À LA PLACE D'UNE MISE AUX NORMES

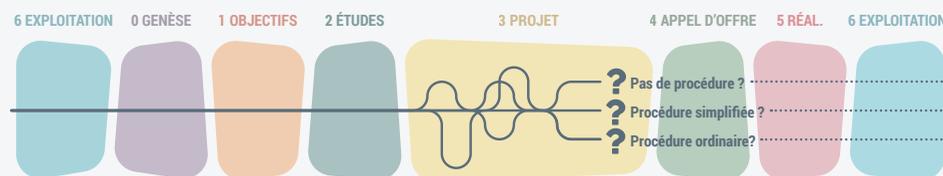
2.1 AJUSTEMENT DU CADRE NORMATIF

Le bon fonctionnement d'un écosystème, valable également pour celui de la rénovation d'ailleurs, **dépend de son environnement**, qui est, dans ce cas, le cadre normatif. En général, les bâtiments existants ne correspondent que très rarement aux différentes normes en vigueur. Lorsque des travaux sont annoncés, il est clair que les nouvelles parties doivent répondre aux normes en vigueur, mais la situation est plus floue pour les parties existantes. Les cas dans lesquels le propriétaire à l'obligation d'assainir son bâtiment doit répondre à l'exigence d'un intérêt public (la plupart du temps la santé ou la sécurité) et respecter le principe de proportionnalité.

Dans certains cas où le bon sens domine et des synergies apparaissent, un projet de rénovation est l'occasion d'une mise aux normes « en douceur », pour le bénéfice de tous.

Dans d'autres, les exigences réelles en matière de mise aux normes et des exigences aux répercussions constructives et économiques élevées (à cause d'un trop grand flou au début du projet) peuvent représenter des obstacles insurmontables et tuer un projet dans l'œuf.

La procédure à suivre n'est pas claire



L'actuel cadre normatif régissant la rénovation est problématique à plusieurs moments du processus de rénovation des bâtiments d'habitation. D'abord, il manque de règles claires pour le choix de l'établissement d'une procédure simplifiée de mise à l'enquête ou une procédure ordinaire (déjà mentionné). Ce problème pourrait être résolu au travers d'un workshop interdisciplinaire impliquant les différents acteurs. Ensuite, le système de subvention génère des effets contradictoires : le propriétaire fait recours à l'expert et au

certificat CECB+ principalement dans le but d'obtenir la subvention accordée par l'état pour les rénovations énergétiques. Cet effet pourrait être annulé par la subvention des études énergétiques globales (et des prestations coach rénovation – un rôle décrit au point 3 de ce document) et par l'attribution de la subvention sur la base des factures de consommation d'énergie (IDC) après rénovation.

2.2 OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT DU BÂTIMENT

Le bon fonctionnement de l'écosystème rénovation dépend également de la formulation d'un but en accord avec sa structure (les relations entre acteurs). Une bonne partie de problèmes soulevés lors du projet Ra&D « ProREN » et mentionnés précédemment sont générés par une vision inadéquate de la rénovation découlant de la reprise telle quelle de la production de nouveaux bâtiments.

De fait, d'un point de vue normatif, le bâtiment rénové est considéré comme équivalant à un bâtiment neuf, même si les exigences énergétiques pour un bâtiment rénové sont moins sévères que pour un bâtiment neuf (valeur limite isolation = 150 % valeur limite pour SIA 380/1 bâtiment neuf, photovoltaïque non obligatoire).

Or, cette vision est souvent bloquante, car, elle rend soit la rénovation irréalisable, soit elle augmente considérablement les coûts. Le caractère idéaliste et finalement contre-productif de cette vision normative est rendu visible par une possible analogie entre le bâtiment et le corps humain : le bâtiment, comme le corps humain, vieillit, a des pathologies, est assaini, etc. Or, personne ne s'attend que l'état après intervention (entretien ou rénovation) soit nettement supérieur à l'état initial.

Donc, nous proposons une autre vision de la rénovation, comprise comme un processus d'optimisation du fonctionnement du bâtiment avec une vision de durabilité à long terme (prenant en compte l'énergie grise, la durée de vie des éléments et des interventions, l'entretien nécessaire).

Cela signifie de trouver le meilleur rapport entre les efforts investis – humains, matériels et financiers – et les résultats obtenus – qualités et performances globales du bâtiment) inclus dans une vision sur le long terme. Ceci, en prenant en compte les opportunités et les contraintes physiques spécifiques au bâtiment existant. Il s'agit également de trouver le meilleur compromis entre les attentes du propriétaire, des locataires et celles générales de la société, d'autant plus que le décalage entre des intentions en soi louables et le taux de rénovation pourrait être amplifié suite au durcissement des valeurs cibles prescrites par la norme SIA 380/1 éd. 2016.

La même vision d'optimisation peut apporter des avantages financiers au propriétaire si la rénovation énergétique est accompagnée par d'autres types de travaux : amélioration des éléments vétustes ou obsolètes (usage, protection incendie, sécurité sismique, dispositif contre la chute, accès aux PMR, radon, aération, etc.). Selon le cahier technique SIA 2047 « on examinera si des obligations de rénover des éléments peuvent être combinées avec des mesures énergétiques d'une manière économiquement supportable ». Une rénovation énergétique du bâtiment trouve un intérêt économique lorsqu'elle tient compte du cycle de vie des éléments de construction en rénovant un ou plusieurs éléments vétustes. Un projet de rénovation durable identifie les synergies possibles et profite d'améliorer le bâtiment pour le futur.

3. INTRODUCTION DU RÔLE « COACH RÉNOVATION » POUR RÉSOUDRE LES PROBLÈMES GÉNÉRÉS PAR LA CONDUITE DU PROCESSUS PAR LE PROPRIÉTAIRE

Le facteur clé du bon fonctionnement d'un écosystème est la présence d'un élément structurant, celui qui fédère l'ensemble d'acteurs vers l'atteinte de l'objectif. Nous proposons ici l'introduction d'un nouvel acteur pour jouer ce rôle fédérateur : le « Coach Rénovation ».

En général, la rénovation des bâtiments soulève des problèmes différents de ceux rencontrés dans le cas de la conception de nouveaux bâtiments. Ces problèmes découlent du fait que les interventions sur un bâtiment existant modifient l'équilibre de son fonctionnement. Pour atteindre un nouvel équilibre, il est nécessaire d'imaginer ces interventions d'une manière globale et des solutions techniques spécifiques : performances existantes des éléments de construction, dimensions et espaces donnés, raccords et détails complexes, ponts thermiques, carbonatation, remontée par capillarité et corrosion, condensation et moisissures, durée de vie des produits, etc.

Dans le cas de bâtiments d'habitation existants, ces différences génèrent des ratios coûts/gains qui sont d'un autre niveau que le même ratio pour la conception et réalisation d'un bâtiment neuf. Le niveau des honoraires dissuade souvent le propriétaire d'un bâtiment d'habitation de faire recours notamment au service d'un architecte. Par conséquent, le propriétaire se trouve dans la posture de conduite du processus de rénovation. Or, comme il n'a pas les connaissances et les compétences nécessaires pour mener ce type de processus, la qualité et la performance du résultat final (bâtiment rénové) sont moindre.

Ce problème est encore plus marqué dans le cas d'une simple rénovation énergétique, car l'économie d'énergie ne couvre pas les coûts de rénovation (l'énergie étant actuellement trop bon marché...). La solution de ce problème est bien connue : la rénovation énergétique doit être incluse dans une rénovation globale, avec un maintien ou une augmentation de la valeur de l'immeuble en tenant également compte d'un éventuel potentiel de densification et d'autres obsolescences.

Or, une approche globale de la rénovation d'un bâtiment d'habitation peut être assumée seulement par un professionnel (par ex. architecte qui a suivi des formations continues sur la rénovation) avec des connaissances et compétences développées dans ce domaine.

Il s'agit ici de la création d'un nouveau rôle, « Coach Rénovation », qui ne couvre pas seulement la conception du projet de rénovation, mais toute une série de prestations offertes dans la durée au propriétaire (comparable au suivi d'un médecin de famille) :

1. Accompagnement du maître d'ouvrage tout au long du processus de rénovation :

*Aide au pilotage
Conseil financier
Demande de subventions
Appel d'offres et choix d'entreprises ou d'artisans*

2. Services techniques

*Diagnostic (analyse, établissement carnet de santé)
Stratégie d'entretien
Établissement d'une feuille de route rénovation (par exemple, sur la base de typologies de rénovation énergétiques des bâtiments d'habitation pré-validées par les services cantonaux)*

3. Suivi de la qualité.

Les prestations du coach rénovation devront être subventionnées pour encourager les propriétaires à entreprendre une approche globale. Il devrait être possible de réaliser une rénovation en étapes selon la feuille de route (adaptations du système de subvention nécessaire) et les travaux devraient être déductibles des impôts sur plusieurs années.

La gamme de services offerts par le « Coach Rénovation » permettrait de résoudre également le problème évoqué au début de cette partie, l'inadaptation des normes aux réalités de la rénovation. Le « Coach Rénovation » serait l'acteur capable d'identifier, entre autres, les mesures qui ont un bon rapport coût-efficacité.

La mise en place d'une post-formation (MAS) offrant la possibilité d'acquérir les compétences nécessaires au rôle « Coach Rénovation » est une condition requise pour son introduction dans le processus de rénovation. Nous mentionnons ici les compétences en matière de :

- Bâtiment
- Installations techniques
- Physique du bâtiment
- Finances

Dans des cas plus complexes, ce rôle peut être assumé par des bureaux interdisciplinaires spécialisés qui réunissent les compétences mentionnées.

Pour que la gamme de services offerts par le « Coach rénovation » soit efficace et de qualité, elle doit être accompagnée par d'autres compléments de savoir et savoir-faire spécifiques à la rénovation : modèles et guides de conception et suivi, modèles financiers, dossier de suivi du bâtiment dès sa construction, base de données des compositions des éléments et des ponts thermiques (issus des futurs projets Ra&D).

Dans les cas des immeubles locatifs, les gérances ont une position charnière pour conseiller le propriétaire d'immeuble locatif en matière de rénovation. Ils connaissent le bâtiment, les éventuels problèmes et s'occupent de l'entretien courant. Par contre la prestation de conseil rénovation n'est pas développée aujourd'hui (par manque de compétences et manque d'outils concrets). Dans le cas des transformations et rénovations complètes qui nécessitent une procédure ordinaire, le processus est généralement accompagné par un architecte. Par contre dans le cas des travaux d'entretien, en amont d'une rénovation énergétique et dans le cas des procédures simplifiées les gérances pourront offrir à l'interne ou sous-traiter les prestations « Coach Rénovation » (en engageant ou formant ce type de professionnel).

AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES LOGEMENTS EXISTANTS (APELE)

La Loi sur l'énergie (LEn) a instauré depuis l'année 2000 des obligations d'efficacité énergétique des bâtiments neufs et existants. En ce qui concerne ces derniers, le retour des acteurs du terrain impliqués dans l'application de cette loi pendant les derniers 20 ans (récoltés dans le cadre du projet Ra&D ProREN) est sans équivoque : la qualité des rénovations énergétiques des logements est très basse et les coûts sont trop élevés. Il concorde avec le point de vue de la SIA exprimé dans l'introduction de la norme SIA 2047 (2017) « Rénovation énergétique des bâtiments. »

La SIA considère que la cause principale est l'absence d'un concept global, car il manque l'appel à des concepteurs professionnels lors d'interventions de rénovation en général et de rénovation énergétique en particulier. Mais, les architectes consultés lors de nos enquêtes considèrent que leurs honoraires sont trop bas par rapport à la complexité des tâches liés à la rénovation. À première vue, nous ne trouvons devant un problème insoluble : la qualité est basse, pour l'améliorer il faut faire recours à un architecte, celui-ci demande des honoraires plus élevés ce qui augmente encore plus les coûts.

Un projet Ra&D offre aux chercheurs un temps de réflexion plus conséquent que celui des praticiens et la possibilité de se demander : est-ce que la question est bien formulée ? Quel est le véritable problème ? Qui sont les acteurs concernés ? Pour répondre à ces questions, nous avons situé le thème de la rénovation énergétique des logements dans son contexte politique, financier, juridique et technique. Il faut d'abord comprendre son but (pourquoi la faire ?), les raisons (qui la veut ?) et les conditions nécessaires pour sa réussite (comment la faire ?).

Les réponses aux deux premières questions sont immédiates : la rénovation énergétique des logements, comme précisé précédemment, fait partie de la politique énergétique de la Confédération et des Cantons pour réduire les émissions de CO₂. La réponse à la troisième question est également bien connue : la performance énergétique est une qualité ajoutée au logement existant et, en tant que telle, son atteinte exige un processus spécifique et la contribution des professionnels ayant des compétences adéquates. Ce qui comporte des coûts.

Les problématiques et les pistes de solutions sont :

A. Qui paye, et combien pour la qualité des interventions visant l'amélioration de la performance énergétique des logements existants, condition sine qua non de la réduction des émissions CO2 (problématique politique et financière) ?

Réaliser une étude globale interdisciplinaire du mécanisme financier de la rénovation énergétique et de son bilan CO2

B. Quel est le statut d'une rénovation énergétique (problématique juridique) ?

Considérer la rénovation énergétique comme une « transformation »

C. Comment ajuster le principe d'une mise aux normes d'un logement existant, lors d'une transformation en général et énergétique en particulier pour qu'il soit en adéquation avec la réalité du terrain (problématique architecturale) ?

Adopter une vision d'optimisation du fonctionnement du bâtiment pour améliorer sa performance énergétique

D. Comment approcher la transformation énergétique pour qu'elle atteigne ses buts (problématique professionnelle) ?

Introduire un système de suivi de la qualité « performance énergétique »

Développer les outils nécessaires pour le suivi de la qualité « performance énergétique ».

E. Comment améliorer les compétences et les performances des acteurs de la rénovation/transformation et comment créer une « culture de la rénovation énergétique » (problématique politique et professionnelle) ?

Créer des conditions favorables au développement d'un écosystème « transformation énergétique » sous la coordination du Centre de Compétences dans la Rénovation du Bâtiment (CCRB)

1. PROBLÉMATIQUE POLITIQUE ET FINANCIÈRE : QUI PAYE ET COMBIEN POUR LA QUALITÉ DES INTERVENTIONS VISANT L'AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES LOGEMENTS EXISTANTS, CONDITION SINE QUA NON DE LA RÉDUCTION DES ÉMISSIONS CO2 ?

En Suisse, le statut financier des habitants est généralement assez élevé par rapport à d'autres pays, les procédures et les normes sont très précises et exigeantes et les compétences des professionnels sont de haut niveau. Tous ces facteurs contribuent à une haute qualité des bâtiments neufs, mais, également, à des coûts menant à des prix d'achat et des loyers élevés. Le rapport entre qualité et prix dans le domaine du logement apparaît néanmoins problématique, car la volonté de rendement financier des investisseurs met une pression sur les acteurs du bâtiment et peut générer une réduction de la qualité.

Dans le Canton de Fribourg, ce domaine est considéré comme une affaire privée⁷ et, par conséquent, le rapport qualité – prix est déterminé librement par le marché selon le principe de l'offre et de la demande. Donc, le problème des coûts trop élevés existe non seulement dans le cas des rénovations, mais également dans celui de nouveaux logements.

La situation change avec l'introduction de la nouvelle exigence de performance énergétique. Son atteinte ne génère pas forcément des coûts supplémentaires dans le cas d'un nouveau bâtiment et, si c'est le cas, la proportion est très faible par rapport au prix total. En plus, le client décide s'il achète le logement, selon ses moyens, ou pas.

En revanche, dans le cas d'une rénovation énergétique, le propriétaire est obligé par la Loi de prendre les mesures nécessaires pour atteindre un certain niveau de performance énergétique ce qui peut générer des coûts trop élevés pour lui. La LEn a anticipé ce problème, car elle stipule que « des mesures ne peuvent être ordonnées que si elles sont réalisables sur le plan technique et de l'exploitation et économiquement supportables » et que « les aspects économiques sont notamment traités sur la base de calculs de rentabilité prenant en compte les coûts externes de l'énergie. »

D'ici découle le fait que la question du rapport entre la qualité d'une rénovation énergétique et ses coûts ne peut pas être réglée par le marché et qu'elle doit être traitée d'une manière spécifique.

⁷ Sans suivre l'exemple d'autres cantons romands, le Conseil d'État fribourgeois a refusé en 2019 d'élaborer une Loi du logement en avançant cet argument.

En guise de conclusion pour cette première partie, les problèmes/questions centraux du thème de la rénovation énergétique sont :

a. La réduction des émissions CO2 est payée par le propriétaire privé, les locataires et l'état. Les banques, grâce à leur politique propre d'investissement dans la rénovation énergétique, jouent également un rôle dans le mécanisme financier. Comment le paiement est-il réparti entre ces acteurs ?

b. Comment utiliser l'argent pour assurer l'atteinte des objectifs ? Plus précisément, qu'est-ce que l'état doit subventionner ?

c. Comment assurer la qualité nécessaire des services (conception et exécution) tout en prenant en compte le coût de ces prestations ?

RÉPONSE AU PROBLÈME 1 : ÉTUDE GLOBALE INTERDISCIPLINAIRE DU MÉCANISME FINANCIER DE LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE ET DE SON BILAN CO2.

La mise en rapport du financement des rénovations énergétiques et du résultat (bilan CO2) est une question clé pour l'ensemble du processus et pour l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de CO2 fixés au niveau de la Confédération. La réponse ne peut être trouvée qu'au travers d'une étude globale interdisciplinaire du mécanisme financier de la rénovation énergétique et de son bilan CO2. Cette étude devrait être, à notre avis, la priorité numéro un du programme qui sera élaboré par le Centre de Compétences dans la Rénovation du Bâtiment (CCRB), récemment créé par le Conseil d'état fribourgeois.

En 2011 déjà, le secteur de la rénovation/transformation représentait 31 % des investissements dans la construction (13,5 milliards CHF). En 2018, ces investissements ont augmenté à 21,5 milliards CHF et, grâce aux effets de la LAT, cette tendance va continuer dans le futur.

Le coût d'une rénovation énergétique est la barrière principale pour le propriétaire d'un logement. Cette barrière explique la tendance de diminution du nombre d'interventions au niveau de la Suisse et, à Fribourg en particulier².

La nécessité d'une telle étude a été révélée également par une équipe de recherche de l'EPFL et de E4Tech dans leur analyse des barrières à l'assainissement énergétique des bâtiments dans le canton de Vaud³.

Cette étude devrait prendre en compte, d'un côté, l'ensemble des dépenses de tous les acteurs impliqués, propriétaire, état, banque, prestataires de services, les flux financiers et le cadre légal qui les régit. De l'autre côté, elle devrait élaborer une méthode d'évaluation des émissions de CO2 pour l'ensemble de l'intervention et sur le cycle de vie du bâtiment. Idéalement, elle pourrait aboutir à la détermination du coût nécessaire pour réduire l'émission d'une tonne de CO2 par m3 du bâtiment rénové et à une prise de décision informée sur la répartition des coûts pour la réduction des émissions CO2 grâce à une rénovation énergétique des logements entre les différents acteurs.

L'argument final et décisif à nos yeux est le fait qu'en l'absence d'une évaluation rigoureuse des coûts et des gains d'efficacité en termes de réduction des émissions CO2, apparaît le risque de dépenser de l'argent (par le propriétaire privé et par l'état) sans améliorer le bilan CO2. Tout le monde risque de perdre !

Une dernière condition clé est l'institution d'un système de contrôle de la performance effective du bâtiment rénové. Si la différence entre la performance énergétique planifiée et celle effective (« performance gap ») est bien connue dans le cas de la construction d'un nouveau bâtiment, nous pouvons supposer que cette différence existe également dans le cas d'une rénovation énergétique.

² Studer, Sibylle et Rieder, Stefan, Facteurs contribuant à l'efficacité des mesures de politique énergétique dans le domaine des bâtiments, 2016 et Stratégie énergétique – État de Fribourg – Rapport 2010-2015 p.18-19

³ Thalmann, Philippe, Vuille, Francois Ripken, Ralph, Bélanger, Philippe, Analyse des barrières à l'assainissement énergétique des bâtiments dans le canton de Vaud, 2016.

2. PROBLÉMATIQUE JURIDIQUE : QUEL EST LE STATUT D'UNE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE ?

Le terme « rénovation énergétique » est utilisé couramment pour désigner des interventions visant l'amélioration de la performance énergétique des logements existants, comme, par exemple, dans la norme SIA 2047 (2017) « Rénovation énergétique des bâtiments. » Mais, ce terme n'est pas utilisé dans la LEn. Le REn se réfère aux transformations et changements d'affectation et aux modifications ou changements des installations. À première vue, le recours à des termes différents peut paraître anecdotique. Mais, si on considère le cadre juridique, on constate que le terme utilisé pour les interventions visant l'amélioration de la performance énergétique des logements existants acquiert une importance majeure. L'obligation de suivre ou pas une procédure d'autorisation dépend de la nature des interventions et, donc, du terme utilisé : entretien, rénovation ou transformation. Comme le cadre juridique global de la Suisse n'est pas précis sur la définition de ces termes, la décision est toujours sujette à une interprétation. Ceci est une barrière tant pour le propriétaire que pour l'État.

Donc, les problèmes/questions centraux du thème de la rénovation énergétique sont :

a. Comment délimiter les travaux d'entretien, de rénovation et de transformation et quelle procédure administrative appliquer pour chaque cas ?

b. Est-ce que la rénovation énergétique appartient au type de rénovation ou de transformation ?

RÉPONSE AU PROBLÈME 2 : TRANSFORMATION ÉNERGÉTIQUE

La réponse à la question de la catégorisation des travaux d'intervention sur un logement existant qui vise une amélioration de la performance énergétique (avec de fortes conséquences juridiques et financières) peut être trouvée grâce à l'utilisation du terme « transformation énergétique ». Mais, finalement qu'importe si on utilise le terme « rénovation » ou « transformation » ? Pour comprendre l'importance de cette différence, nous devons revenir aux aspects financiers. Suite à une transformation, le propriétaire bénéficie d'une valeur ajoutée (gain de surface, donc valeur d'usage ou locative). Les projets Ra&D eREN et eREN2 ont montré que dans le cas d'une transformation qui améliore en même temps la performance énergétique des logements existants, le bilan financier a plus de chances d'être positif. Le cas d'une transformation énergétique sans changement d'affectation ou sans agrandissement exige tout autant l'élaboration d'un concept global.

3. PROBLÉMATIQUE MÉTHODOLOGIQUE : COMMENT AJUSTER LE PRINCIPE D'UNE MISE AUX NORMES D'UN LOGEMENT EXISTANT, LORS D'UNE TRANSFORMATION EN GÉNÉRAL ET ÉNERGÉTIQUE EN PARTICULIER POUR QU'IL SOIT EN ADÉQUATION AVEC LA RÉALITÉ DU TERRAIN ?

Soit le propriétaire d'un logement décide lui-même d'entreprendre une transformation énergétique, soit il est obligé par la LEn et REn de le faire dans les conditions mentionnées précédemment. Dans les deux cas, il est obligé de suivre une procédure de demande d'autorisation de la part de l'État. Conformément aux exigences légales, toutes les parties du bâtiment touchées par la transformation doivent être mises aux normes.

Le REn prévoit des exigences de performance énergétique plus basses que dans le cas de la construction d'un bâtiment neuf. Néanmoins, les autres normes à respecter sont les mêmes que pour un bâtiment neuf.

Or, comme le précise la norme SIA 2007 « La qualité dans la construction », les objectifs d'un projet sont soit des exigences fixes (sans marge de manœuvre et interprétation possible, avec une valeur juridique), soit des exigences indicatives (avec marge de manœuvre et possibilité décisionnelle – orientations, optimisation). Ces exigences « peuvent s'avérer complémentaires (c.-à-d. qu'elles se renforcent réciproquement) ou concurrentielles (c.-à-d. qu'elles agissent l'une contre l'autre). » La difficulté de trouver le « bon compromis » est bien connue par les architectes dans leur travail de conception d'un bâtiment neuf.

Dans le cas d'une transformation énergétique, cette « mise aux normes » peut générer des coûts supplémentaires pour le propriétaire. La difficulté de trouver le « bon compromis » est présente également dans la phase d'autorisation, où chaque Service l'examine en suivant ses propres critères sectoriels. Quand la situation est complexe, comme c'est le cas d'une transformation, la procédure se prolonge.

Souvent, face à des coûts élevés et à une durée longue de procédures, le propriétaire renonce soit à initier une transformation énergétique, soit il choisit le service minimal légal. Dans le deuxième cas, la transformation a une qualité basse, qui n'assure pas l'atteinte des objectifs de performance énergétique.

En guise de conclusion pour cette troisième partie, le problème/question centrale du thème de la transformation énergétique est :

a. Comment ajuster le principe d'une mise aux normes d'un logement existant, lors d'une transformation en général et énergétique en particulier pour qu'il soit en adéquation avec la réalité du terrain ?

RÉPONSE AU PROBLÈME 3 : ADOPTER UNE VISION D'OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT DU BÂTIMENT POUR AMÉLIORER SES PERFORMANCES

Une bonne partie de problèmes soulevés lors du projet Ra&D « ProREN » et mentionnés précédemment sont générés par une vision inadéquate de la rénovation découlant de la reprise telle quelle de la production de nouveaux bâtiments.

De fait, d'un point de vue normatif, le bâtiment rénové est considéré comme équivalent à un bâtiment neuf. Or, cette vision est souvent bloquante, car elle rend soit la rénovation irréalisable, soit elle augmente considérablement les coûts. Le caractère idéaliste et finalement contre-productif de cette vision normative est rendu visible par une possible analogie entre le bâtiment et le corps humain : le bâtiment, comme le corps humain, vieillit, a des pathologies, est assaini, etc. Or, personne ne s'attend que l'état après intervention (entretien ou rénovation) soit nettement supérieur à l'état initial. Donc, nous proposons une autre vision de la rénovation, comprise comme un processus d'optimisation du fonctionnement du bâtiment avec une vision de durabilité à long terme (prenant en compte l'énergie grise, la durée de vie des éléments et des interventions, l'entretien nécessaire).

Cela signifie trouver le meilleur rapport entre les efforts investis – humains, matériels et financiers – et les résultats obtenus – qualités et performances globales du bâtiment) inclus dans une vision sur le long terme.

Ceci, en prenant en compte les opportunités et les contraintes physiques spécifiques au bâtiment existant. Il s'agit également de trouver le meilleur compromis entre les attentes du propriétaire, des locataires et celles générales de la société, d'autant plus que le décalage entre des intentions en soi louables et le taux de rénovation pourrait être amplifié suite au durcissement des valeurs cibles prescrites par la norme SIA 380/1 éd. 2016.

4. PROBLÉMATIQUE PROFESSIONNELLE : COMMENT APPROCHER LA TRANSFORMATION ÉNERGÉTIQUE POUR QU'ELLE ATTEIGNE SES BUTS ?

En principe, la transformation d'un bâtiment existant ne diffère pas de la réalisation d'un nouveau bâtiment. Le but ultime est le même : la satisfaction du client/habitant, c'est-à-dire, un bâtiment qui possède les qualités correspondant à ses attentes. Par ailleurs, la SIA organise les phases de ces deux cas de la même manière : définition des objectifs, études préliminaires, conception, exécution et exploitation.

La transformation présente pourtant une première particularité importante qui concerne la conduite du processus : dans le cas d'un bâtiment neuf, celle-ci est assumée par un acteur généralement expérimenté (maître d'ouvrage privé ou public) et entouré d'une série de spécialistes. Dans le cas d'une transformation énergétique, dans la grande majorité des cas, la conduite revient au propriétaire qui, agissant bien évidemment, en « amateur » n'est pas en mesure d'assurer la qualité nécessaire.

Une deuxième particularité est la nature de la performance énergétique. À première vue, il s'agit d'un enjeu technique, car lié à des éléments constructifs du bâtiment : isolation thermique, système de chauffage et ventilation, assemblage de composantes pour assurer l'étanchéité, etc. Mais, comme le met en évidence la Cahier technique SIA 2031 « Certificat énergétique des bâtiments », la performance énergétique est également fortement influencée par le comportement des usagers. Donc, la nature de la performance énergétique n'est pas seulement technique.

Une troisième particularité découle du fait que tout le processus et son résultat sont conditionnés par une connaissance approfondie de l'état du bâtiment existant ce qui implique un développement plus conséquent de la phase études préliminaires. Cette phase est d'autant plus importante dans le cas d'une transformation énergétique, car elle ajoute un objectif spécifique en termes d'amélioration de la performance énergétique.

Une quatrième particularité est liée aux deux précédentes : l'analyse, le diagnostic et la formulation de stratégies de transformation énergétique d'un bâtiment d'habitation requièrent des compétences, des méthodes et des outils spécifiques.

De ces considérations découlent plusieurs questions :

- Qui peut accompagner le propriétaire dans la conduite du processus de transformation énergétique ?*
- Quelle est la nature de la performance énergétique ?*
- Quelles sont les compétences du professionnel du bâtiment qui sont nécessaires pour accomplir les tâches liées à une transformation énergétique ?*

RÉPONSE AU PROBLÈME 4 : INTRODUIRE UN SYSTÈME DE SUIVI DE LA QUALITÉ « PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE »

La performance énergétique est une qualité globale d'un bâtiment et son atteinte exige le recours à un système de suivi approprié. Ceci est la réponse à la question D, qui n'est autre que la conclusion du projet Ra&D PerEn, réalisé également par l'institut TRANSFORM, qui a visé la compréhension du décalage entre la performance énergétique planifiée et effective dans le cas du bâtiment neuf. La mise en place d'un système de suivi de la qualité d'une transformation en général et de la « performance énergétique » en particulier est une prestation clé qui peut être assumée que par un professionnel qui a une vision globale du processus et qui possède également des compétences spécifiques à ce type de processus. Pour désigner le profil de ce professionnel, nous utilisons le terme « coach transformation ».

La performance énergétique, nous l'avons vu, ne dépend pas de la qualité d'un seul élément de construction ou système technique. Dans le bâtiment transformé, comme dans celui neuf, elle résulte d'une interaction entre les différentes parties de la construction, les systèmes techniques et le comportement des usagers. Il y a d'autres qualités d'un bâtiment qui répondent à des enjeux particuliers (protection incendie, sécurité sismique, dispositif contre la chute, accès aux PMR, radon, aération, etc.). Pour celles-ci, il est possible de prévoir des solutions directes, indiquées d'ailleurs dans les normes techniques de la SIA. Par rapport à ces qualités spécifiques, la performance énergétique est une qualité globale, au même titre que la qualité architecturale.

En conséquence, l'amélioration de la performance énergétique des logements existants dépend des décisions et d'un contrôle de qualité tout le long du processus de transformation. Comme nous l'avons vu, le propriétaire du logement qui sera transformé n'a pas les compétences nécessaires pour assurer un suivi « basique », donc encore moins un suivi de la qualité. Ce suivi exige les prestations d'un professionnel spécialisé que nous appelons « coach transformation ». Mais, l'architecte, qui semble avoir le profil le plus approprié à cette tâche, ne peut pas non plus assumer ce rôle sans l'acquisition de connaissances et compétences supplémentaires à celles de sa formation de base, notamment dans le domaine de la rénovation et de la transformation.

Il est intéressant de noter que la SIA est consciente de l'importance du recours à un système de suivi de la qualité concrétisée dans le Cahier technique 2007 « La qualité dans la construction. L'élaboration et l'usage des systèmes de gestion. » Il est le résultat du travail d'un groupe d'architectes experts dans la gestion des processus poussé à un très haut niveau et contient tout ce qu'il faut faire pour assurer un suivi de la qualité de la construction, soit-elle neuve ou transformée. Mais ce très haut niveau peut s'avérer en réalité une barrière à cause, justement, de son degré de spécialisation. Les recommandations contenues dans ce Cahier ne peuvent être appliquées par un architecte professionnel sans bénéficier d'un complément de formation cette fois en gestion de processus. Les compétences et les prestations d'un « coach transformation » sont précisées dans le texte accompagnant le cas des maisons individuelles et des immeubles locatifs de petits propriétaires privés.

Pour accomplir d'une manière efficace (donc moins coûteuse) ses tâches, le « coach

transformation » doit disposer également d'une série d'outils qui sont présentés dans le texte cité. Par ailleurs, le projet Interreg ASSIST BAT « ASSISTANT DU BÂTIMENT. Des outils pour comprendre et décider d'une meilleure qualité d'usage et de performance du bâtiment neuf et ancien » (demande de financement en attente de validation) vise à combler ce manque.

PROBLÉMATIQUE PROFESSIONNELLE : COMMENT AMÉLIORER LES COMPÉTENCES ET LES PERFORMANCES DES ACTEURS DE LA RÉNOVATION/TRANSFORMATION ET COMMENT CRÉER UNE « CULTURE DE LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE » ?

En Suisse, le domaine du bâtiment est fortement orienté vers la nouvelle construction. Grâce au fonctionnement du marché (exigences élevées des clients/habitants), à la qualité de la formation des architectes et des ingénieurs, à l'expérience des entreprises de construction, à la précision et au développement du cadre légal et au suivi des autorités, la qualité globale des nouveaux bâtiments est une des meilleures au monde. Pourtant, ce domaine est confronté à des problèmes variés (coûts élevés, qualité moindre de l'exécution, adaptabilité réduite, etc.) dont la différence entre la performance énergétique planifiée et celle effective est un de taille.

En comparaison, le domaine de la rénovation/transformation fait figure de parent pauvre. Les architectes le considèrent comme un thème mineur (« le projet est mal payé », « la liberté d'expression est entravée ») ce qui fait qu'il est peu présent dans le curriculum des écoles d'architecture. En ingénierie, il est carrément absent. Les grandes entreprises de construction s'y intéressent peu, car leur fonctionnement n'est pas en adéquation avec la taille financière réduite de la majorité de cas de rénovation/transformation (elles sont présentes dans le cas de grands bâtiments). La qualité de l'exécution repose sur les compétences plus ou moins étendues des artisans.

À côté de ces manques au niveau de la formation, nous trouvons des manques au niveau de la « simple » information. Leur description détaillée se trouve dans le texte accompagnant les cas des maisons individuelles et des immeubles locatifs de petits propriétaires privés.

En guise de conclusion pour cette cinquième partie, les problèmes/questions centraux du thème de la rénovation énergétique sont :

a. Puisque la qualité du résultat dépend des compétences et des performances des acteurs de la rénovation/transformation, comment les améliorer ?

b. Comment assurer une diffusion appropriée de l'information concernant la rénovation/transformation énergétique et, finalement, à favoriser l'émergence d'une véritable culture de la transformation ?

RÉPONSE AU PROBLÈME 5 : CRÉER DES CONDITIONS FAVORABLES AU DÉVELOPPEMENT D'UN ÉCOSYSTÈME « TRANSFORMATION ÉNERGÉTIQUE » SOUS LA COORDINATION DU CENTRE DE COMPÉTENCES DANS LA RÉNOVATION DU BÂTIMENT (CCRB)

Le Centre de Compétences dans la Rénovation du Bâtiment (CCRB), récemment créé par le Conseil d'état fribourgeois, peut jouer le rôle de coordinateur et de catalyseur d'un écosystème de la « transformation énergétique. » Ses missions couvrent parfaitement tous les enjeux liés à l'amélioration de la performance énergétique des logements existants présentés jusqu'ici. Il peut assumer également la mise en œuvre de la plupart des réponses/solutions proposées dans ce texte :

Centralisation et distribution de l'information spécifique auprès de tous les acteurs concernés en faisant recours à la plateforme digitale qui sera développée dans le cadre du projet ASSIST BAT (hébergée par l'infrastructure numérique du Smart Living Lab, centre de recherche faisant partie du CCRB)

Mise en place des formations spécifiques à la rénovation/transformation dédiées à tous les types d'acteurs du domaine grâce à la présence en son sein de la Haute école d'Architecture et d'Ingénierie de Fribourg

Lancement de projets Ra&D concernant le mécanisme financier, des stratégies d'intervention selon le type de bâtiment d'habitation et le type de propriétaire, des outils spécifiques (carnet de santé, feuille de route), etc.

La coordination de toutes ces actions pourrait créer les conditions essentielles pour la création d'un « écosystème rénovation » – un ensemble stable et performant de relations entre les acteurs de la rénovation – d'un niveau professionnel, capable de répondre aux exigences des propriétaires et de la société en général. Ces mesures permettront de résoudre l'écart entre la théorie sur la rénovation/transformation et la pratique et, en accord avec les visions de la confédération, favoriseront l'amélioration de la performance énergétique et le maintien de la valeur du parc immobilier existant.

L'INGÉNIEUR CIVIL FACE AU BÂTI EXISTANT

La construction des bâtiments et des ouvrages d'art a de tout temps évolué, et ce principalement en fonction des matériaux et des techniques de construction à disposition des bâtisseurs, de l'environnement local et des besoins des habitants. Ceci se traduit dans le patrimoine bâti mondial et celui de la Suisse est notamment riche et très diversifié.

L'objectif du présent document n'est pas d'analyser l'évolution des constructions en Suisse, mais **d'apporter une réflexion quant aux connaissances et aux outils que les ingénieurs civils**, dans leur ensemble, ont à disposition pour traiter ce patrimoine bâti particulièrement divers. Cette diversité découle des différentes époques de construction, de nombreux matériaux utilisés (et combinés) ainsi que de l'évolution du développement des lignes directrices « de bonnes pratiques » sur lesquelles la conception d'un bâtiment et, plus tard, le dimensionnement d'un bâtiment sont basés.

Les bâtiments construits avant 1850 environ (cette date est très approximative, car l'évolution de la construction est très différente selon les régions et les milieux urbains ou ruraux), sont principalement en maçonnerie de pierres naturelles, en construction de madriers ou en colombage. Par la suite, des bâtiments avec des murs porteurs en maçonnerie de briques ou avec des parties en béton non-armé ont été érigés avec des planchers de poutres ou à hourdis (voire, parfois, des planchers nervurés faiblement armés). Vers 1940, on commence à construire des bâtiments avec une structure porteuse en béton armé (d'abord faiblement armé) et en maçonnerie, avec des dalles en béton armé. En parallèle, la construction en bois pour les bâtiments résidentiels (en particulier les maisons individuelles) a d'abord fortement diminué (principalement pour des raisons de sécurité au feu), mais connaît depuis un peu plus d'une décennie un renouveau en Suisse.

À la base, la conception d'un bâtiment est d'abord une question de ratios géométriques empiriques à respecter et la construction est une affaire d'expérience. Au XIX^{ème} siècle, de nouveaux et nombreux systèmes constructifs (principalement pour du ciment armé et, par la suite, du béton armé) voient le jour et sont réalisés par des entreprises bénéficiant de concessions. Élément nouveau, des brevets sont également déposés, suivant les habitudes prises dans l'industrie.

Cette situation quelque peu chaotique, qui voit naître des constructions avec des systèmes brevetés dont le législateur ne connaît pas les performances, mais qui a trait à la sécurité de la population, entraîne une prise de conscience dans le monde de la construction qu'il manque une législation appropriée en la matière.

Évolution des normes de construction (CH) - comportement statique

	1935	1956	1989	2003	2013	2020
Actions gravitaires (+vent)	SIA 112	SIA 160	SIA 160	SIA 261	SIA 261	
Actions sismiques			SIA 160	SIA 261		SIA 261
Dangers naturels						SIA 261/1

Bases pour le calcul des charges
Bases pour le calcul des charges
Actions sur les structures porteuses
Nouveau modèle de calcul du SED
Nouveau modèle de calcul du SED

La Société des ingénieurs et des architectes suisses voit le jour en 1837. Les grandes écoles suisses sont aussi créées : l'EPFZ voit le jour en 1855 et l'université de Lausanne bénéficie en 1869 de la création d'une faculté technique qui deviendra l'EPUL en 1903 puis l'EPFL en 1969. **Les premières normes de construction voient le jour au début du XXème siècle et sont relativement succinctes** (par exemple : 1903 : Norme provisoire pour la conception, l'exécution et le contrôle de constructions en béton armé (EMPA) ; 1935 : Norme de calculs d'exécution de maintenance des bâtiments en acier, béton et ciment armé ; 1943 : Norme provisoire pour le dimensionnement et l'exécution de la maçonnerie de brique ou en pierre naturelle). **Ces normes constituent l'état de l'art en matière de construction et, de ce fait, ont été plus ou moins fortement remaniées depuis leurs premières éditions jusqu'à nos jours en fonction des nouvelles connaissances et des nouvelles théories de calculs.** Dès lors, les types de systèmes structuraux, leurs dimensions et les techniques pour les réaliser ont pu particulièrement évoluer depuis le milieu du XIXème siècle.

Suite aux paragraphes précédents, on comprend aisément les nombreuses problématiques auxquelles l'ingénieur civil est confronté lorsqu'il doit analyser les performances structurelles d'un bâtiment existant. En effet, outre le fait que les plans d'exécution sont rarement à disposition, l'ingénieur, pour évaluer le degré et le facteur de conformité (selon les normes SIA en vigueur), doit connaître principalement : les matériaux en présence, leur qualité et leur état de maintenance, leur disposition structurelle (liée à la manière de construire) et leurs dimensions. Dès lors, sachant que ces éléments sont très rarement définis ou connus, la tâche s'avère ardue et complexe pour l'ingénieur.

Ce dernier doit en effet établir des modèles de calculs fiables et raisonnables basés sur plusieurs hypothèses quant au comportement d'ensemble de la structure porteuse analysée. Dès lors, il paraît évident que toutes les informations pouvant être obtenues en amont de l'analyse, dans le cadre d'une étude préliminaire, améliorent considérablement la précision et la fiabilité des résultats obtenus (degré et facteur de conformité).

Par voie de conséquence, la stratégie de confortement qui en découlera sera optimisée, permettant in fine une meilleure maîtrise des coûts ; dans certains cas, cela peut même permettre de démontrer qu'aucun confortement n'est requis pour assurer la conformité d'une structure porteuse.

Pour conclure, la connaissance du bâti existant dans son ensemble, c'est-à-dire les techniques de construction et leur évolution, les matériaux utilisés ainsi que les concepts de dimensionnement propres à chaque norme de construction doivent faire partie du bagage dont un ingénieur civil a besoin pour traiter un bâtiment existant. Pour combler ce manque de connaissance et soutenir la formation dans ce domaine, un document de cours, issu d'un projet de recherche appliquée (PS Bâti), est en phase de rédaction et sera prochainement disponible pour la formation. Aussi, d'autres projets (en particulier le projet Assainissement 4.0) ont été lancés pour mettre à disposition des professionnels de la construction un outil d'aide à la connaissance des performances structurelles du patrimoine bâti. Cet outil, qui est basé sur l'exploitation de l'intelligence artificielle, devra être disponible

prochainement via une plateforme web. Concernant la formation des ingénieurs, même si les cursus (autant HES que EPF) sont riches et de qualité dans ce domaine, ce dernier est tellement étendu qu'une formation solide et exhaustive dans le cadre d'un cursus bachelor/master est peu imaginable. Une formation postgrade spécifique à ce domaine serait nécessaire pour assurer des remises en état/conformité adéquates pour tout le bâti existant.

Quelques points clés pour résumer la situation de l'ingénieur civil face au bâti existant :

- Il n'existe pas de documents complets traitant/présentant les systèmes porteurs du bâti existant suisse
- Les plans de ces bâtiments n'existent plus pour la grande majorité;
- Les détails constructifs de certains éléments de ces structures (par exemple: appuis des hourdis, taux d'armatures des dalles, disposition et types d'armatures utilisées, détails constructifs des systèmes préfabriqués, etc.) ne sont pas (plus) connus;
- L'ingénieur est formé uniquement sur les normes en vigueur lors de sa formation et n'apprend peu à traiter (de manière précise) les systèmes porteurs des systèmes existants.
- Les procédures de calculs et de vérification ont évolué;
- La détermination des résistances a également évolué;
- L'ingénieur est formé principalement sur les normes en vigueur lors de sa formation et ne connaît pas les principes de calculs qui prévalaient lors de la construction du bâtiment considéré.

INTÉGRATION DU PROCESSUS DIGITAL

Le BIM est un processus d'anticipation et de consultation avancé faisant partie intégrante des leviers d'action du Lean appliqué à la construction.

LE PROCESSUS BIM AU COEUR DU CYCLE DE VIE

L'utilisation du BIM intervient principalement dans les études préliminaires, la conception, la construction et la réalisation de projets intégrés de bâtiments et d'infrastructures. Son usage dans la gestion du cycle de vie LCA (Life cycle management) commence à peine à s'intégrer au processus traditionnel. L'intérêt économique sur l'exploitation favorise grandement cette intégration, L'usage de la GMAO (Gestion et maintenance assistée par ordinateur) et de la GTB (Gestion technique des bâtiments) dans une réflexion FM (Facility management) en amont de la réalisation prend alors tout son sens. Nous pouvons s'attendre dès lors, que la rénovation-refurbishment, faisant elle-même partie de l'exploitation d'un bâtiment, profiterait de cette profusion de données, pour garantir une optimisation ciblée et efficiente. Basée sur le processus BIM toute transformation apporte son lot de données mise à jour et disponibles pour l'intervention suivante, jusqu'à la fin de vie du bâtiment.

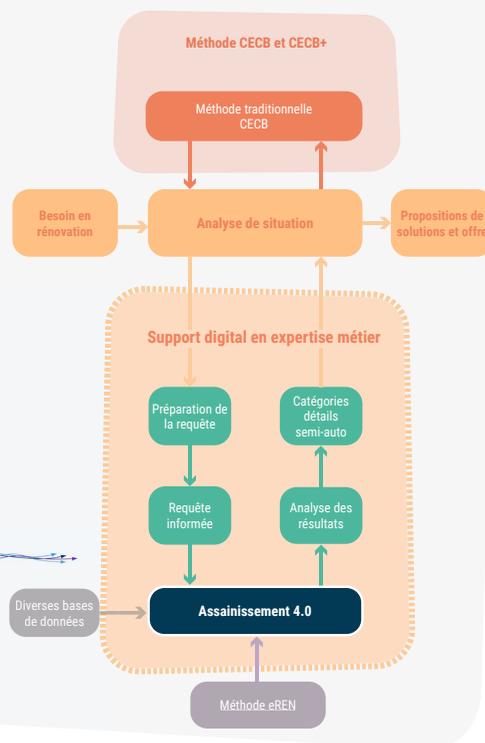
Il est donc permis de penser, que les avantages attendus par l'usage du processus BIM appliqué à la rénovation-refurbishment, se rapprochent de ceux décrits dans son usage sur les nouvelles constructions :

- Permettre un accès optimisé aux informations diffusées par les fournisseurs,
- Améliorer l'interopérabilité des systèmes et favoriser l'unicité de l'information,
- Faciliter la planification numérique de la construction (4D),
- Faciliter le suivi et la maîtrise des coûts (5D),
- Optimiser l'approvisionnement en matériaux.
- Aider au suivi et au respect des réglementations actuelles et à venir,
- Faciliter l'arrivée, l'installation, les mises à jour et la maintenance de solutions domotiques.

Workflow itératif pour une analyse de faisabilité en rénovation énergétique

Durant la phase d'étude préliminaire, le « Coach en rénovation » prend la mesure de la situation par une étude basée sur les données disponibles sur la plateforme et celles fournies par le mandant. Il devra préparer « rapidement » une étude sommaire permettant au mandant de prendre une décision sur la tenue ou non du projet de rénovation. Le « Coach en rénovation » commence par rechercher la typologie du bien et catégoriser ses détails constructifs pour proposer des solutions pertinentes. Cette recherche de typologie, le plus souvent basée sur l'expérience du spécialiste, peut être optimisée et facilitée par l'utilisation d'un système de classification automatisé.

En développement à l'école, pensé sur le principe d'un moteur d'analyse en Machine Learning, Assainissement 4.0 a pour objectif d'identifier à partir d'un certain nombre d'éléments analysés, la typologie la plus précise d'un bien et ainsi en déduire les détails de rénovation. Le Coach prépare une série de requêtes et interroge le moteur d'analyse Assainissement 4.0 qui lui fournit une typologie qu'il affinera et utilisera pour esquisser son concept.



LE PROCESSUS BIM DANS LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE

La production de modèles intelligents riches en données avec des processus de conception paramétriques permet la collaboration et le partage des ressources pour un processus de conception ou de rénovation durable. Les informations contenues dans la maquette numérique permettent d'effectuer des simulations pour optimiser la performance énergétique future ainsi que la réduction du temps et coûts de réalisation.

Un modèle BIM est utilisé pour soutenir et réaliser des services d'experts pour les bâtiments tels que des analyses énergétiques ou environnementales. Par conséquent, deux types de logiciels-métier peuvent interagir avec un modèle BIM : Des applications d'entrée de données fournissant des services d'importation, de capture et de surveillance de données, de traitement de données ou de transformation de données capturées en BIM ou des applications de sortie de données fournissant des rapports ou des analyses techniques telles que des analyses structurelles et énergétiques ou des détections de collisions.

PROREN TO BIM

ProRen to BIM est une réflexion sur les possibilités d'optimisation des solutions apportées par ProRen par une intégration d'un processus de digitalisation modélisé pour la construction. La première étape était de comprendre les besoins, les objectifs ainsi que les délimitations des solutions ProRen et les comparer aux méthodologies BIM. Il en est sorti une nécessité d'adapter la structure du processus aux spécificités citées ProRen, très rapidement il nous a paru évident que la colonne vertébrale de la convergence des deux méthodes était la mise en œuvre d'une plateforme digitale de gestion des données selon des conditions d'usage adaptées à l'utilisateur.

- Usage pour un utilisateur propriétaire de bien unique de petite taille
- Usage pour un gestionnaire de biens immobiliers
- Usage pour les experts en rénovation énergétique
- Usage pour des prestataires de services
- Usage pour un gestionnaire de données
- Usage pour des statistiques sectorielles

Chaque type d'utilisateur devrait pouvoir accéder à cette plateforme pour répondre à des besoins spécifiques : Visualiser, interroger, implémenter des données, extraire des données, analyser des données ou gérer un projet de rénovation.

Le défi est de taille, mais le bénéfice concret et mesurable est largement plus important, car il rapproche les intentions des solutions pérennes et efficaces en développement durable réel.

ProRen to BIM est une réflexion méta et non un processus opérationnel et applicable dans l'état, elle nécessite un approfondissement, un prototypage et une validation par étapes éprouvées. L'accès aux bases de données représente la matière première de la réflexion ce point reste critique, car il est conditionné par les limitations des règles et lois sur la protection de données.

OUTILS PROREN

L'OUTIL FICHES PROREN
SOMMAIRE DES FICHES
ORGANISATION FICHES PROREN
UTILISATION FICHES PROREN
ORGANIGRAMMES
LIENS FICHES ET ORGANIGRAMMES

CONTENU DU COFFRET PROREN

JEU FICHES PROREN

- Maison individuelle - propriétaires privés
- Immeuble d'habitation - propriétaires bailleurs
- Plateforme ProREN to BIM

ORGANIGRAMMES

- Maison individuelle - propriétaire privé - processus usuel
- Maison individuelle - propriétaire privé - processus idéal
- Propriétaire privé - Scenarii
- Immeuble locatif - propriétaire bailleur - processus usuel
- Immeuble locatif - propriétaire institutionnel - processus usuel
- Immeuble PPE - processus usuel
- Table des solutions
- Cadre légal - dispositions concernant les procédures
- Rénovation - approche globale
- Checklist - état des lieux
- BIM - processus digital intégré
- BIM - workflow itératif pour une analyse de faisabilité en rénovation énergétique

Les fiches ProREN sont le résultat d'une large enquête menée auprès des acteurs de la rénovation du canton de Fribourg, qui s'appuie également sur l'expertise des projets RA&D précédents eRen, eRen2 et PerEN. Au travers de séminaires, interviews et questionnaires, les différents acteurs de la rénovation ont été questionnés sur leurs activités, leurs bonnes pratiques, les problèmes qu'ils rencontrent et les outils qu'ils utilisent dans les différentes phases d'un projet de rénovation.

Cette enquête auprès des professionnels du terrain a été réalisée lors de :

- workshops CAS en analyse énergétique du bâtiment
- journées de sensibilisation (161 participants, 2017-2019)
- Fachseminar Sanierung (12 participants, nov. 2019)
- rencontre experts CECB (23 participants, oct. 2019)
- séminaire USPI, oct. 2019
- questionnaires professionnels CVSE (104 réponses, voir rapport final institut Energy)
- données Mesqualair, Programme Bâtiments
- 25 interviews personnels représentant de différents acteurs de la rénovation

DONNÉES – RÉCOLTE ET MISE EN PERSPECTIVE

Les points de vue spécifiques des acteurs, recueillis lors des enquêtes et les problématiques générales sous-jacentes et leurs causes ont été analysés et organisés dans deux séries de fiches :

- Maison individuelle – Propriétaire privé
- Immeuble d'habitation – Propriétaire bailleur.

Le contenu des fiches a été vérifié et validé par les auteurs des citations et les partenaires de projet. Les hypothèses et recommandations ont été discutées lors d'un workshop avec des représentants des principaux acteurs du canton.

La récolte des données a permis, outre de dresser l'état de la situation fribourgeoise, de relever les problématiques récurrentes rencontrées par acteurs de la rénovation. Elle confirme également le décalage entre la théorie sur la rénovation/transformation et la pratique. Ou encore l'écart sur les attentes politiques et sociétales par rapport à la réalité actuelle.

D'une part, le traitement systématique des données (problème issu du propos des acteurs, cause du problème et conséquence, piste de solution), permettant la mise en relation des informations (qui, quoi, quand?). L'analyse de ce traitement a permis le regroupement des propos en thèmes (voir « **sommaire des fiches** ») et la distinction par schémas récurrents de processus par type de propriétaires. (voir « **organigrammes** » et jeu de fiches « **propriétaire privé** », « **propriétaire bailleur** »).

D'autre part, la mise en perspective de tous les éléments de l'enquête permettant de tisser de nouveaux liens et d'appuyer une problématique de fond qui transparaît en filigrane dans la majeure partie des fiches : **un manque de vision globale** dans le processus de rénovation du parc fribourgeois.

Problématiques identifiées :

- **Manque de formation et d'information**
- **Manque de moyens financiers et stratégiques**
- **Manque d'outils**
- **Manque d'informations sur le bâtiment existant**
- **Manque de contrôle de la qualité d'une rénovation**
- **Complexité liée à la rénovation**
- **Décalage entre norme et procédure**
- **Collaboration difficile entre les acteurs**

Le résultat de cette mise en perspective s'exprime aussi par la vision dans laquelle s'inscrivent les solutions (voir annexe « **table des solutions** »).

Si les problèmes reflètent le point de vue précis des acteurs à un moment donné, la piste de solution proposée est comprise dans un contexte plus large et s'aligne sur les postulats suivants :

- Une autre vision de la rénovation, définition d'un cadre : Optimisation et non mise aux normes
- L'élaboration d'un Écosystème rénovation et l'intégration d'un « coach rénovation » reposant sur le CCRB comme coordinateur et catalyseur
- Le bâtiment pris en compte sur tout son cycle de vie et un suivi tout au long du processus de rénovation

Ainsi deux niveaux de lecture et d'utilisation des fiches sont possibles, la fiche en soi et l'ensemble des fiches : vision focalisée selon un point ou vision d'ensemble selon diverses portes d'entrée (voir « **utilisation fiche ProREN** » pXX)

Différents liens sous forme de rappels graphiques lient les résultats du projet entre eux. Pour les jeux de fiches, l'ensemble des processus est visible sur « **l'organigramme propriétaire privé/bailleur - processus usuel** ». Les organigrammes « **table de solution** », « **processus** », ont des renvois graphiques aux fiches concernées. (voir « **Liens fiches et organigrammes** » pXX)

SOMMAIRE DES FICHES PROREN MAISON INDIVIDUELLE PROPRIÉTAIRES PRIVÉS



Manque d'information sur la rénovation

- L'acheteur privé n'est pas assez informé sur l'état de la maison qu'il acquiert *fiche 1*
- Le propriétaire privé n'est pas assez informé sur l'intérêt d'entretenir/de rénover sa maison avec une vision globale *fiche 2*
- Le propriétaire privé ne connaît pas les obligations légales de rénovation énergétique de sa maison *fiche 3*
- Le propriétaire privé ne sait pas comment rénover sa maison *fiche 4*
- Le propriétaire privé n'est pas assez informé sur la qualification des experts CECB+ *fiche 12*
- Le propriétaire privé manque d'information sur les artisans/entreprises expérimentés dans la rénovation *fiche 21*

Manque de formation spécifique des acteurs du domaine de la rénovation

- La commune ne dispose pas d'un personnel formé pour le domaine de la rénovation *fiche 5*
- Le savoir-faire des planificateurs – architectes, ingénieurs et spécialistes – est peu développé dans le domaine de la rénovation *fiche 8*
- Les mesures proposées par l'expert CECB+ sont inadéquates *fiche 14*
- Le savoir-faire du personnel des services et peu développé dans le domaine de la rénovation *fiche 18*
- Le savoir-faire des commerciaux de matériaux d'isolation est peu développé dans le domaine de la construction *fiche 19*
- Le savoir-faire de la mise en œuvre – directeurs de travaux et artisans – est peu développé dans le domaine de la rénovation *fiche 23*

Pas assez de moyens pour concevoir et réaliser la rénovation

- Les gains résultants d'une rénovation énergétique ne couvrent pas les dépenses du propriétaire privé *fiche 6*
- Le propriétaire privé ne mandate pas de professionnels pour faire le projet de rénovation *fiche 7*

Les outils à disposition ne sont pas adéquats aux enjeux de la rénovation

- Manque d'outils performants pour explorer les éléments de construction *fiche 9*
- L'outil CEB+ présente des lacunes *fiche 16*

Décalage entre norme et procédure et la réalité

- Les procédures manquent de clarté et de précision *fiche 10*
- Le système de subvention des rénovations énergétiques a des effets contre-productifs *fiche 11*
- Les honoraires des experts CECB ne sont pas adéquats à la complexité de la tâche *fiche 15*
- Les normes ne sont pas complètement adaptées au cas de la rénovation *fiche 20*

Difficulté d'avoir des informations fiables sur le bâtiment existant

- Manque de données de base sur le bâtiment investigué *fiche 13*

Complexité liée à la rénovation

- La rénovation des bâtiments soulève des problèmes différents du neuf *fiche 17*

Les relations sont difficiles entre les différents acteurs de la rénovation

- La collaboration est difficile entre propriétaires, architectes et artisans *fiche 22*
- Les artisans n'optimisent pas les installations afin d'éviter des plaintes de confort de la part des usagers *fiche 24*

Manque de contrôle de la qualité d'une rénovation énergétique

- La performance énergétique du bâtiment n'est pas évaluée après les travaux de rénovation *fiche 25*

SOMMAIRE DES FICHES PROREN IMMEUBLE D'HABITATION PROPRIÉTAIRES BAILLEURS



Manque d'information sur la rénovation

- L'acheteur privé n'est pas assez informé sur l'état de la maison qu'il acquiert *fiche 1*
- Le propriétaire privé et la gérance qui l'accompagne ne sont pas assez informés sur l'intérêt d'entretenir/de rénover leur immeuble avec une vision globale *fiche 2*
- Les gérances ont des difficultés à accompagner les propriétaires privés au sujet de la rénovation *fiche 3*
- Le propriétaire privé ne connaît pas les obligations légales de rénovation énergétique de sa maison – *fiche 4*

Manque de formation spécifique des acteurs du domaine de la rénovation

- La commune ne dispose pas d'un personnel formé pour le domaine de la rénovation *fiche 7*
- Le savoir-faire des planificateurs – architectes, ingénieurs et spécialistes – est peu développé dans le domaine de la rénovation *fiche 8*
- Le savoir-faire des commerciaux de matériaux d'isolation est peu développé dans le domaine de la construction *fiche 9*
- Le savoir-faire de la mise en œuvre – directeurs de travaux et artisans – est peu développé dans le domaine de la rénovation *fiche 18*

Pas assez de moyens pour concevoir et réaliser la rénovation

- Les gains résultants d'une rénovation énergétique ne couvrent pas les dépenses du propriétaire privé *fiche 5*
- Manque de stratégie de rénovation des immeubles locatifs *fiche 6*
- Manque de connaissances approfondies sur le mécanisme financier dans le processus de rénovation *fiche 16*

Les outils à disposition ne sont pas adéquats aux enjeux de la rénovation

- Manque d'outils performants pour explorer les éléments de construction *fiche 10*

Décalage entre norme et procédure et la réalité

- Les honoraires des architectes et des ingénieurs CVSE prévus dans la norme SIA 112 ne sont pas adéquats au cas de la rénovation *fiche 11*
- Les procédures manquent de clarté et de précision *fiche 12*
- Les exigences et les procédures en vigueur sont complexes et difficiles à suivre *fiche 13*
- Les services de l'état rencontrent des difficultés lors de l'arbitrage de critères contradictoires dans le traitement d'une demande d'autorisation *fiche 14*
- Les normes ne sont pas complètement adaptées au cas de la rénovation *fiche 15*

Complexité liée à la rénovation

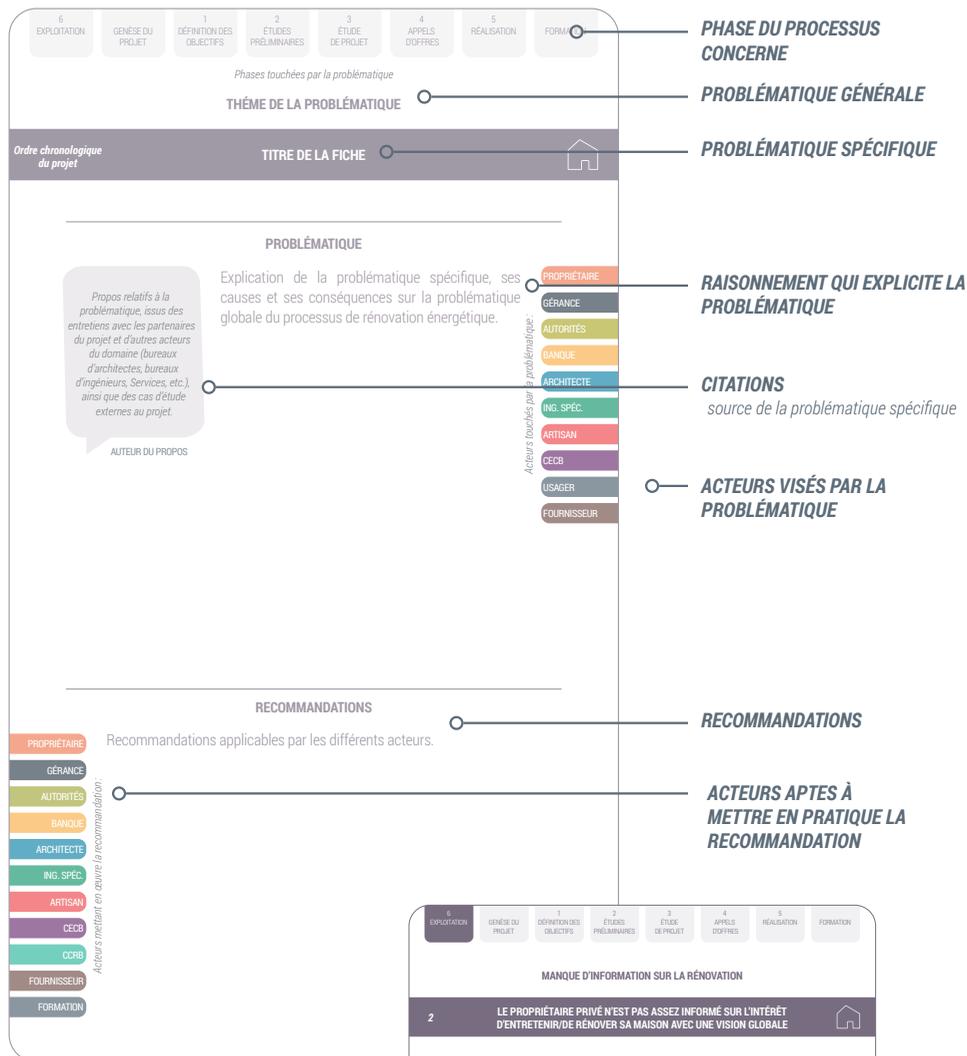
- La rénovation des bâtiments soulève des problèmes différents du neuf *fiche 17*

Les relations sont difficiles entre les différents acteurs de la rénovation

- Difficulté d'entreprendre des rénovations en présence des usagers – problème de forme : les travaux représentent des nuisances pour les locataires *fiche 19*
- Difficulté d'entreprendre des rénovations en présence des usagers – problème de fond : les intérêts du propriétaire bailleur et des locataires sont divergents *fiche 20*
- Les artisans n'optimisent pas les installations afin d'éviter des plaintes de confort de la part des usagers *fiche 21*

Manque de contrôle de la qualité d'une rénovation énergétique

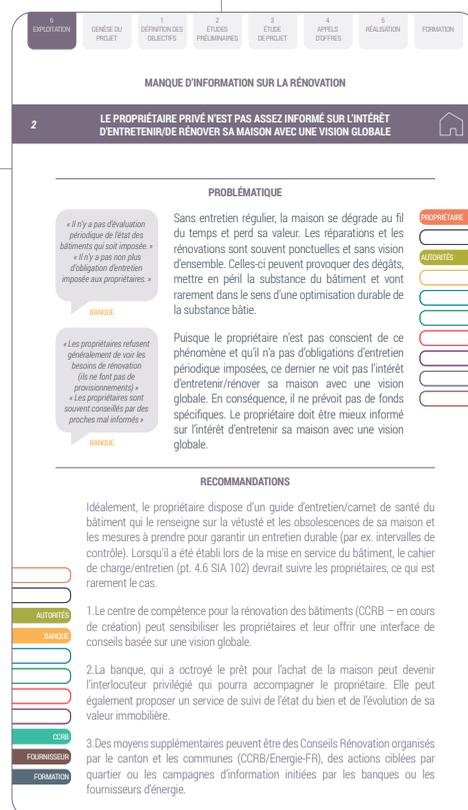
- La performance énergétique du bâtiment n'est pas évaluée après les travaux de rénovation *fiche 22*



ORGANISATION FICHES PROREN

L'outil « fiches ProREN » présente plusieurs caractéristiques :

- Distinction entre les problèmes génériques (thème de la problématique) et les problèmes spécifiques (titre de la fiche).
- Identification des acteurs concernés par le problème et ceux concernés par la solution
- L'outil permet d'appréhender la complexité du sujet et facilite la compréhension du rôle de chaque acteur. Il est également un outil évolutif qui permet l'accumulation et la communication des « bonnes pratiques » par chaque partenaire de projet.
- Les aspects problématiques identifiés lors des entretiens avec les partenaires du projet ProREN. Le propos met en évidence la cause sur laquelle on peut agir ou l'aspect sur lequel on peut intervenir.
- Des paraphrases extraites des entretiens qui illustrent les aspects problématiques
- Des recommandations de solutions génériques et opérationnelles illustrées par des paraphrases extraites des entretiens avec les partenaires du projet ProREN
- La localisation des problématiques dans les phases de réalisation du bâtiment et les acteurs impliqués
- La précision des acteurs concernés par la problématique
- Les problématiques et les recommandations ont un statut d'hypothèse.



6 EXPLOITATION | **GENÈSE DU PROJET** | **1 DÉFINITION DES OBJECTIFS** | **2 ÉTUDES PRÉLIMINAIRES** | **3 ÉTUDE DE PROJET** | **4 APPELS D'OFFRES** | **5 RÉALISATION** | **FORMATION**

MANQUE D'INFORMATION SUR LA RÉNOVATION

2 LE PROPRIÉTAIRE PRIVÉ N'EST PAS ASSEZ INFORMÉ SUR L'INTÉRÊT D'ENTREtenir/DE RÉNOVER SA MAISON AVEC UNE VISION GLOBALE

PROBLÉMATIQUE

« Il n'y a pas d'évaluation périodique de l'état des bâtiments qui soit imposée »
« Il n'y a pas non plus d'obligation d'entretien imposée aux propriétaires »
BANQUE

Sans entretien régulier, la maison se dégrade au fil du temps et perd sa valeur. Les réparations et les rénovations sont souvent ponctuelles et sans vision d'ensemble. Celles-ci peuvent provoquer des dégâts, mettre en péril la substance du bâtiment et vont rarement dans le sens d'une optimisation durable de la substance bâtie.

« Les propriétaires refusent généralement de voir les besoins de rénovation (ils ne font pas de provisionnements) »
« Les propriétaires sont souvent conseillés par des proches mal informés »
BANQUE

Puisque le propriétaire n'est pas conscient de ce phénomène et qu'il n'a pas d'obligations d'entretien périodique imposées, ce dernier ne voit pas l'intérêt d'entretenir/rénover sa maison avec une vision globale. En conséquence, il ne prévoit pas de fonds spécifiques. Le propriétaire doit être mieux informé sur l'intérêt d'entretenir sa maison avec une vision globale.

RECOMMANDATIONS

Idéalement, le propriétaire dispose d'un guide d'entretien/carnet de santé du bâtiment qui le renseigne sur la vétusté et les obsolescences de sa maison et les mesures à prendre pour garantir un entretien durable (par ex. intervalles de contrôle). Lorsqu'il a été établi lors de la mise en service du bâtiment, le cahier de charge/entretien (pt. 4.6 SIA 102) devrait suivre les propriétaires, ce qui est rarement le cas.

1 Le centre de compétence pour la rénovation des bâtiments (CCRB – en cours de création) peut sensibiliser les propriétaires et leur offrir une interface de conseils basée sur une vision globale.

2 La banque, qui a octroyé le prêt pour l'achat de la maison peut devenir l'interlocuteur privilégié qui pourra accompagner le propriétaire. Elle peut également proposer un service de suivi de l'état du bien et de l'évolution de sa valeur immobilière.

3 Des moyens supplémentaires peuvent être des Conseils Rénovation organisés par le canton et les communes (CCRB/Energie-FR), des actions ciblées par quartier ou les campagnes d'information initiées par les banques ou les fournisseurs d'énergie.

PROPRIÉTAIRE
AUTORITÉS
BANQUE
CCRB
FOURNISSEUR
FORMATION

PAR PHASE SIA
PAR THÈME à chaque grand thème est attribué un code de couleur
PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE dans l'ordre d'apparition des problématiques au long du processus
PAR TYPE D'ACTEUR touché par la problématique
PAR TYPE D'ACTEUR touché par la recommandation

Les bandes de couleur sur les côtés permettent de trier les fiches selon différentes thématiques et facilitent l'utilisation des fiches selon les besoins.

Elles peuvent être triées selon les manières suivantes (voir schéma ci-après) :

- Par phase SIA
- Par thème de la problématique
- Par ordre chronologique
- Par type d'acteur

LIENS FICHES ET ORGANIGRAMMES

Différents liens sous forme de rappels graphiques lient les résultats du projet entre eux.

La **table des solutions** ci-dessous offre une vue d'ensemble des mesures à effectuer tout au long du processus pour faciliter une rénovation énergétique de qualité avec le CCRB comme catalyseur.

Certaines actions ont des renvois graphiques vers les fiches problématiques concernées (représentés par de petites icônes avec le numéro de la fiche et la couleur du thème - (voir jeu de fiches «**maison individuelle - propriétaire privé**»).

PHASE SIA



ACTION



RENOVI FICHE PROBLÉMATIQUE



couleur liée au thème de la problématique

table des solutions



LIENS FICHES ET ORGANIGRAMMES

L'ensemble d'un processus est représenté sur un organigramme, ci-dessous «*l'organigramme propriétaire privé - processus idéal*». Les renvois aux fiches problématiques sont représentés par de petites icônes avec le numéro de la fiche et la couleur du thème (voir jeu de fiches «*maison individuelle - propriétaire privé*»).

PHASE SIA



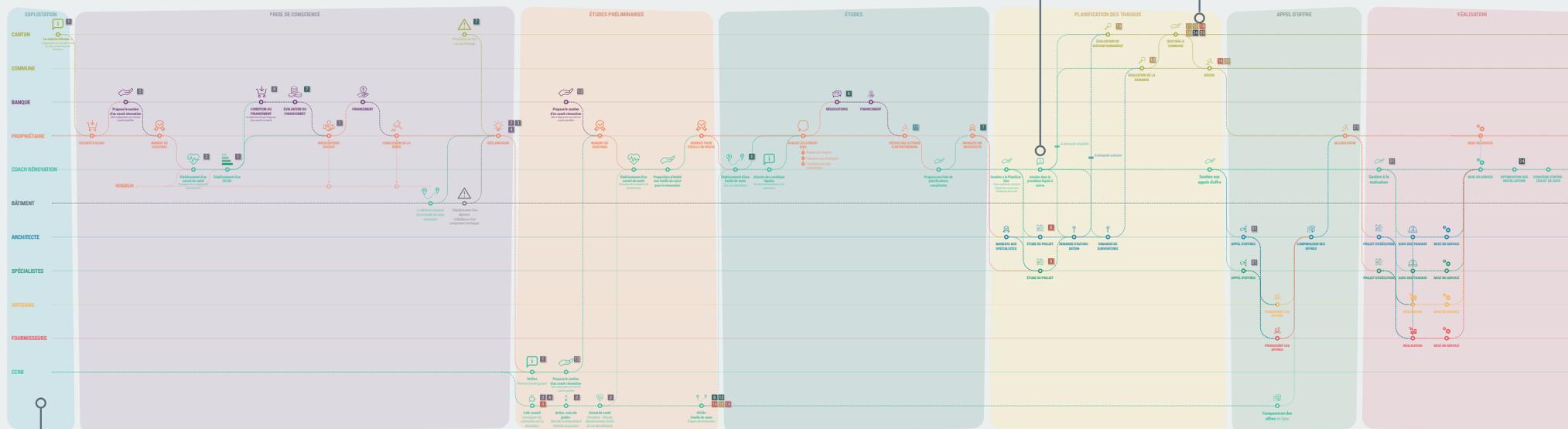
ACTION



RENOVI FICHE PROBLÉMATIQUE

2 4
5 couleur liée au thème de la problématique

organigramme - propriétaire privé - processus idéal

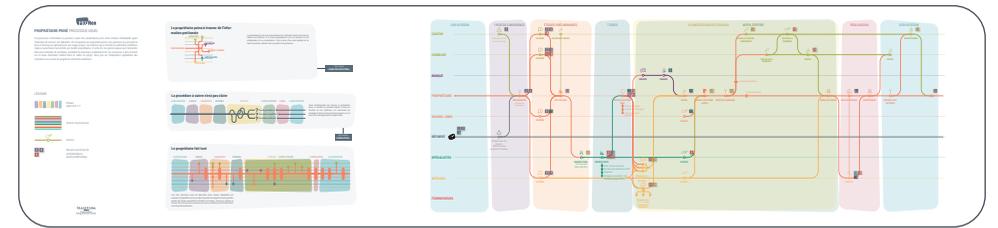


ACTEURS



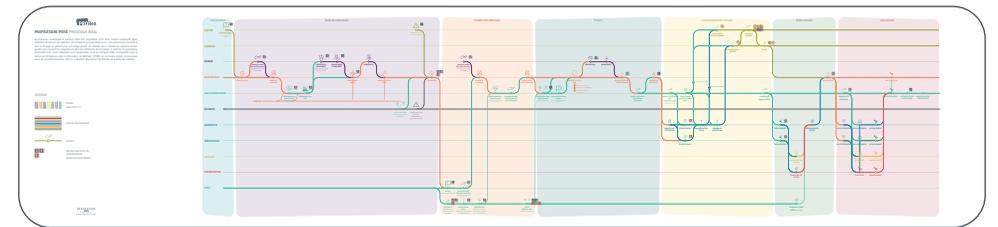
MAISON INDIVIDUELLE PROPRIÉTAIRE PRIVÉ PROCESSUS USUEL

Ce processus schématise le parcours usuel d'un propriétaire privé d'une maison individuelle ayant l'intention de rénover son bâtiment. On comprend par propriétaire privé, une personne qui possède le bien et l'occupe en général pour son usage propre. Ce schéma vise à montrer les éléments problématiques couramment rencontrés par lesdits propriétaires. À cette fin, les grands enjeux sont présentés dans des schémas de synthèse, précèdent le processus proprement dit. Ce processus a été construit sur la base d'entretien réalisé dans le cadre du projet, ainsi que sur l'expérience capitalisée des chercheurs aux cours de projets de recherche antérieurs.



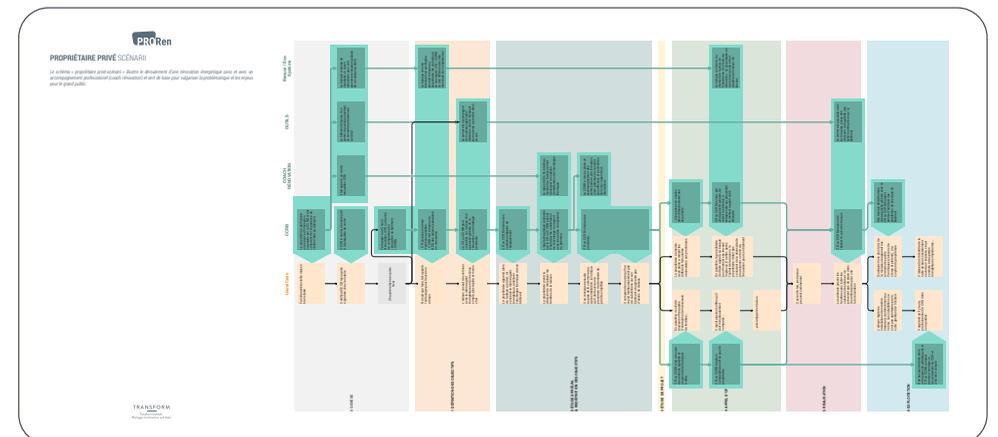
MAISON INDIVIDUELLE PROPRIÉTAIRE PRIVÉ PROCESSUS IDÉAL

Ce processus schématise le parcours idéal d'un propriétaire privé d'une maison individuelle ayant l'intention de rénover son bâtiment. On comprend par propriétaire privé, une personne qui possède le bien et l'occupe en général pour son usage propre. Ce schéma vise à montrer les solutions envisageables pour soutenir les propriétaires dans leur démarche de rénovation. À cette fin, les prestations pertinentes d'un coach rénovation sont représentées, ainsi que certains rôles envisageables pour le Centre de Compétence pour la Rénovation du Bâtiment (CCRB). Ce processus résulte du processus usuel des propriétaires privés, dont on a adapté le déroulement en fonction de la table des solutions.



PROPRIÉTAIRE PRIVÉ SCÉNARI

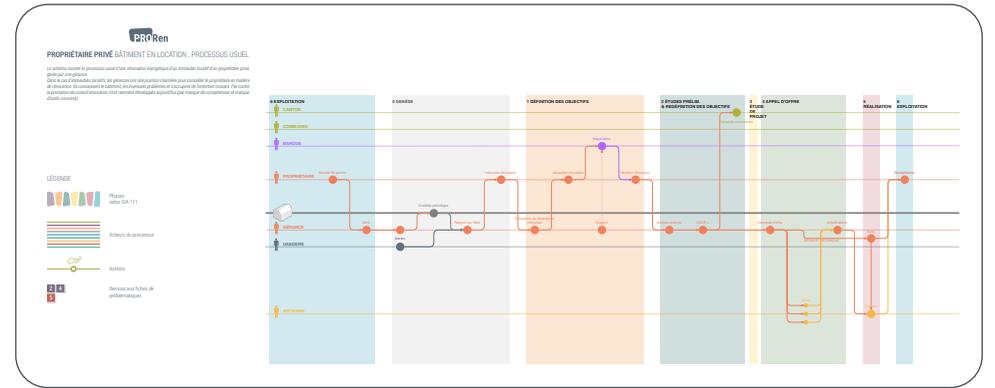
Le schéma « propriétaire privé-scénari » illustre le déroulement d'une rénovation énergétique sans et avec un accompagnement professionnel (coach rénovation) et sert de base pour vulgariser la problématique et les enjeux pour le grand public.



IMMEUBLE LOCATIF PROPRIÉTAIRE BAILLEUR PROCESSUS USUEL

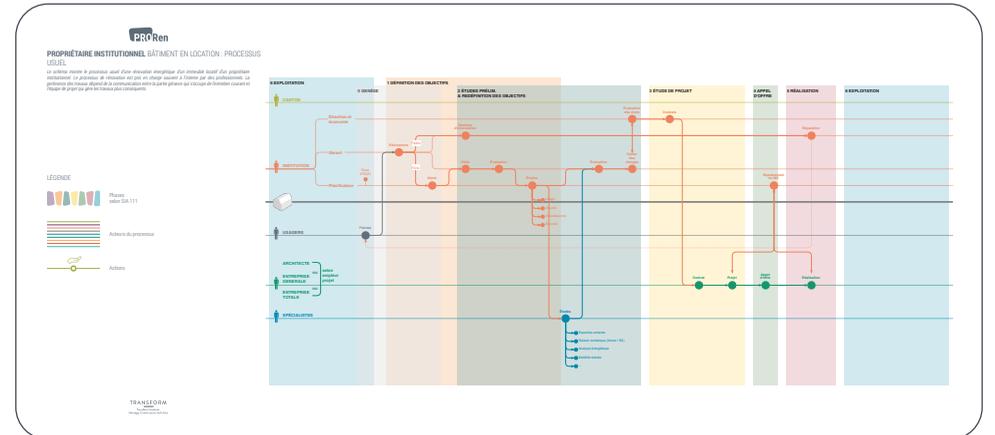
Le schéma montre le processus usuel d'une rénovation énergétique d'un immeuble locatif d'un propriétaire privé, gérée par une gérance.

Dans le cas d'immeubles locatifs, les gérances ont une position charnière pour conseiller le propriétaire en matière de rénovation. Ils connaissent le bâtiment, les éventuels problèmes et s'occupent de l'entretien courant. Par contre la prestation de conseil rénovation n'est rarement développée aujourd'hui (par manque de compétences et manque d'outils concrets).



IMMEUBLE LOCATIF PROPRIÉTAIRE INSTITUTIONNEL PROCESSUS USUEL

Le schéma montre le processus usuel d'une rénovation énergétique d'un immeuble locatif d'un propriétaire institutionnel. Le processus de rénovation est pris en charge souvent à l'interne par des professionnels. La pertinence des travaux dépend de la communication entre la partie gérance qui s'occupe de l'entretien courant et l'équipe de projet qui gère les travaux plus conséquents.



IMMEUBLE PPE PROCESSUS USUEL

Le schéma montre le processus usuel d'une rénovation énergétique d'un immeuble en PPE. Le principal obstacle au déroulement de la rénovation réside dans le consensus à trouver au sein de la copropriété pour définir une stratégie de rénovation sur les parties communes. Souvent une gérance est sollicitée pour prendre en charge l'entretien et assurer la rénovation. Dans certaines PPE, les propriétaires peuvent s'investir pour la délégation technique de la copropriété et prendre en charge le suivi. Dans les deux cas l'équilibre est délicat entre les intérêts personnels des copropriétaires et la vision globale nécessaire au bâtiment.

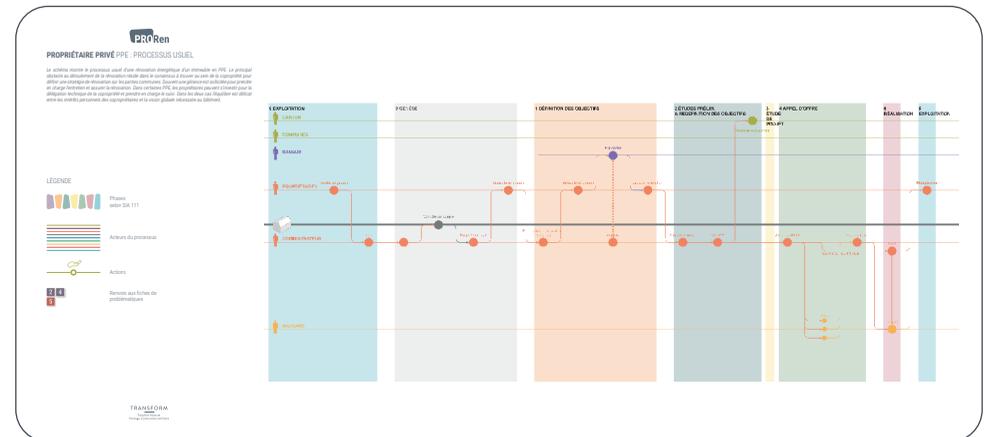
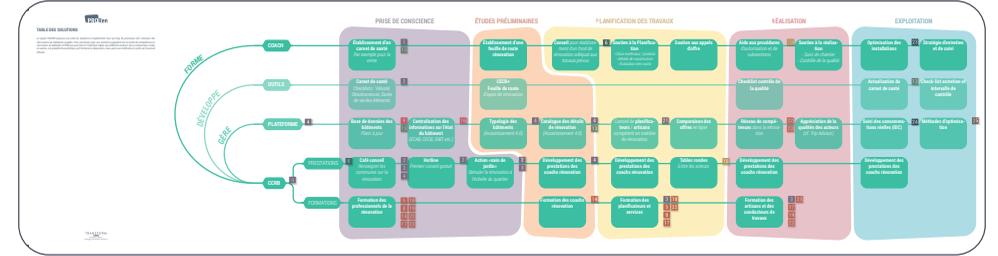


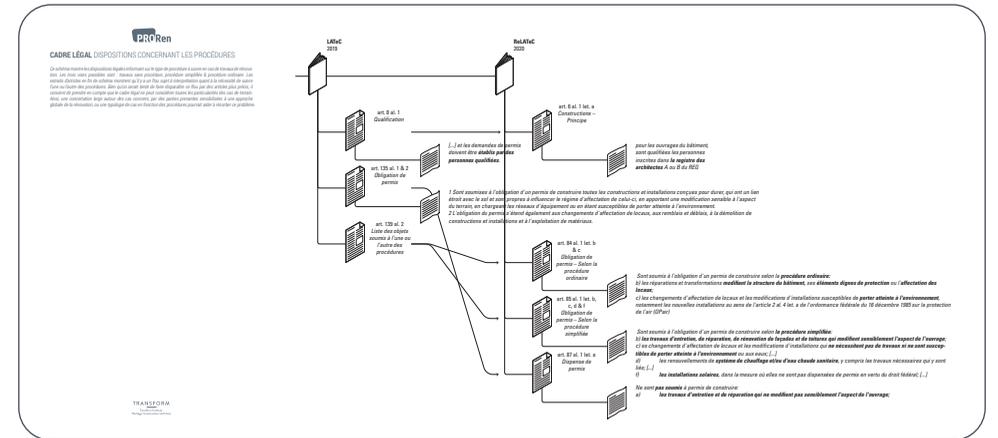
TABLE DES SOLUTIONS

Le projet ProREN propose une série de solutions à implémenter tout au long du processus afin d'assurer des rénovations de meilleure qualité. Pour une bonne part, ces solutions s'appuient sur le centre de Compétence en Rénovation du Bâtiment (CCRB) qui peut fournir l'interface idéale aux différents acteurs de la construction. Le CCRB forme les coachs rénovation et offre des prestations adaptées pour les différentes phases de projet. Il gère la plateforme numérique et développe des méthodes et outils nécessaires pour favoriser des rénovations durables.



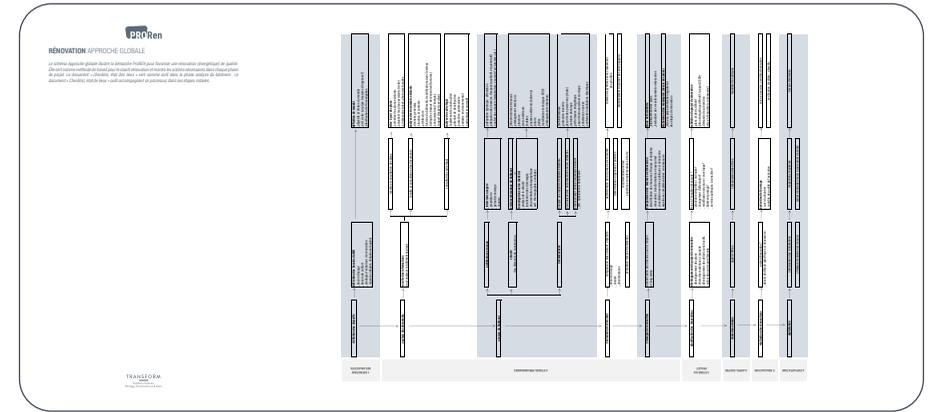
CADRE LÉGAL DISPOSITIONS CONCERNANT LES PROCÉDURES

Ce schéma montre les dispositions légales informant sur le type de procédure à suivre en cas de travaux de rénovation. Les trois voies possibles sont : travaux sans procédure, procédure simplifiée & procédure ordinaire. Les extraits d'articles en fin de schéma montrent qu'il y a un flou sujet à interprétation quant à la nécessité de suivre l'une ou l'autre des procédures. Bien qu'on serait tenté de faire disparaître ce flou par des articles plus précis, il convient de prendre en compte que le cadre légal ne peut considérer toutes les particularités des cas de terrain. Ainsi, une concertation large autour des cas concrets, par des parties prenantes sensibilisées à une approche globale de la rénovation, ou une typologie de cas en fonction des procédures pourrait aider à résorber ce problème.



RÉNOVATION APPROCHE GLOBALE

Le schéma Approche globale illustre la démarche ProREN pour favoriser une rénovation (énergétique) de qualité. Elle sert comme méthode de travail pour le coach rénovation et montre les actions nécessaires dans chaque phase de projet. Le document « checklist, état des lieux » sert comme outil dans la phase analyse du bâtiment. Le document « Checklist, état de lieux » outil accompagnant ce processus dans ses étapes initiales.



CHECKLIST ÉTAT DES LIEUX

La checklist ProREN permet l'évaluation globale de l'état existant de l'ouvrage. Elle est structurée en trois parties et évalue le cadre légal, l'état de dégradation et l'obsolescence fonctionnelle des éléments de construction. À l'aide de couleur (vert-jaune-rouge) l'utilisateur peut facilement illustrer l'état actuel du bâtiment, l'urgence et la priorité des rénovations nécessaires et proposer des stratégies de rénovations adaptées et pertinentes.

Le tableau de la checklist ProREN est divisé en trois sections principales :

- 1. Cadre légal** : Vérification de la conformité réglementaire.
- 2. État de dégradation** : Évaluation de l'état de conservation des éléments de construction.
- 3. Obsolescence fonctionnelle** : Évaluation de la pertinence des équipements et des matériaux.

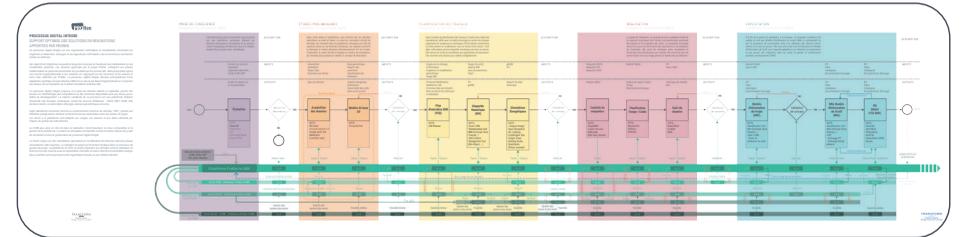
Chaque section est présentée sous forme de tableau à colonnes, permettant de noter les observations et d'évaluer l'état de chaque élément. Une légende de couleur (vert, jaune, rouge) est fournie pour indiquer le niveau de priorité ou d'urgence des travaux.

BIM PROCESSUS DIGITAL INTÉGRÉ

Un processus digital intégré est une organisation méthodique et standardisée structurant les exigences en traduction, échanges et sauvegarde des informations de construction et de transformation du bâtiment.

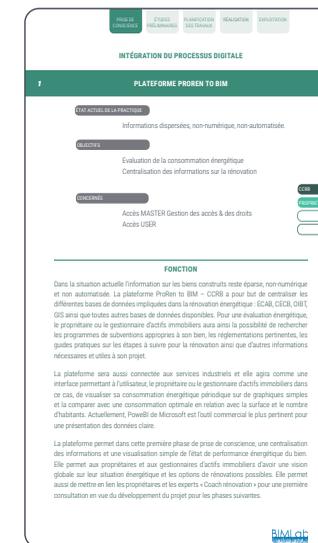
Son objectif est d'optimiser la qualité et la gestion du projet en favorisant une collaboration et une coordination proactive.

Les solutions apportées par le projet ProRen, s'intègrent aux phases traditionnelles du projet de construction tel que défini par les normes SIA. Notre proposition ajoute une couche organisationnelle à ces solutions en s'appuyant sur les structures et les acteurs et leurs rôles identifiés par ProRen. Le processus digital intégré, découle principalement d'une adaptation spécifique du plan directeur BIM mis en oeuvre par Bauen Digital Schweiz en s'inspirant des travaux de normalisation de la British Standards Institution BSI.



BIM FICHES

Jeu de fiches BIM Processus digital intégré et graphique de processus BIM - Plateforme ProREN to BIM



Antoine Amstutz, Schwab-system
Dominique Andrey, Raiffeisen Sarine-Ouest
Philippe Bapst, charpentier, expert CECB
Olivier Boschung, ingénieur, expert CECB
Serge Boschung, SdE
Harald Brühlhart, ECAB
Florian Buchter, Greenwatt
Roxana Carrel, architecte, experte CECB
Gilbert Clément, ingénieur, expert CECB
Marc Delabays, Weck Aeby et Cie SA
Eric Demierre, BIC
François Demoures, propriétaire
Marc Fragnière, ISOFUTUR SA
Vincent Fellay, DM BOIS SA
Joëlle Goyette, géographe, institut Transform
Xavier Guanter, caisse de prévoyance de l'état de Fribourg
Gregory Jaquerod, architecte, expert CECB
Francis Jeannotat, ingénieur, expert CECB
Andéol Jordan, Weck Aeby et Cie SA
Roman Jungo, ECAB
Thierry Lanchas, RFSA
André Lehmann, ingénieur, expert CECB
Françoise Marchon, Weck Aeby et Cie SA
Thomas Maurer, Sbat
Olivier Meile, agence CECB, Minergie
Alexis Melly, DM BOIS SA
Quentin Menoud, ISOFUTUR SA
Théo Perrelet, ingénieur, expert CECB
Muriel Rey, architecte, experte CECB
Jean-Luc Rime, architecte
Jacques Robadey, propriétaire
Stanislas Rück, SbC
Gilberte Schär, USPI
Robin Schori, architecte, propriétaire
Philippe Schuwey, Weck Aeby et Cie SA
Frédéric Stempfël, SECA

MERCI POUR VOTRE PRÉCIEUSE PARTICIPATION

Décembre 2020

© Institut TRANSFORM, HEIA-FR

