

RÉNOVATION «ACTIVE»: UNE AUBAINE À SAISIR À TOUT PRIX

Avec la digitalisation de la construction, il devient de plus en plus aisé d'explorer un grand nombre de simulations numériques de projets pour prendre des décisions éclairées de stratégies de rénovation énergétique – et de construction.

PATRICK CLÉMENÇON

Ce n'est pas la première fois que nous vous parlons de rénovation active – et ce ne sera sans doute pas la dernière, car il s'agit d'un vrai changement de paradigme dans la manière d'envisager et de concevoir un projet de rénovation. En 2018, nous vous avons présenté la rénovation active comme une opportunité à ne pas manquer dans la perspective de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération, avec, en point de mire, les objectifs de la société à 2000 watts. Aujourd'hui, on vise désormais la neutralité climatique, autrement dit un bilan CO₂ neutre ou zéro, en combinant production d'énergie renouvelable et matériaux de construction biosourcés qui fixent le carbone, comme par exemple le bois. Nous revenons donc sur le sujet en vous invitant cette fois à saisir l'aubaine de la rénovation active à tout prix, parce que le monde a beaucoup changé en trois ans: le dérèglement climatique s'est accentué et les exigences réglementaires énergétiques ont évolué, en parallèle avec les critères d'octroi des subventions. Et, «last but not least» la transition numérique en cours dans le monde de la construction s'est joliment accélérée, offrant de nouveaux outils de planification, à même d'apporter des solutions pratiques à des projets très complexes.

Rénovation standard vs rénovation active

Pour bien comprendre l'approche globale d'une rénovation énergétique, on peut distinguer trois types d'interventions: les stratégies passives, avec amélioration de l'isolation thermique; les stratégies actives, avec amélioration de la performance des installations techniques, notamment la production de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire; et finalement, avec intégration des éléments actifs en substitution des éléments inertes classiques, en façade et en toiture. En gros, on peut se contenter d'améliorer l'isolation thermique de l'enveloppe d'un immeuble ou alors... on voit plus loin, et on transforme l'enveloppe inerte d'un immeuble en une enveloppe active, produisant de l'énergie électrique, grâce au photovoltaïque intégré au bâtiment, en anglais BIPV (Building-Integrated Photovoltaics), en tant que nouveau matériau de construction.

Les avantages de la rénovation active avec BIPV sont multiples: anticipant sur les futurs objectifs climatiques qui vont tomber comme des mouches ces prochaines années, elle garantit la plus-value immobilière d'un immeuble ou d'un parc immobilier à long terme; elle offre une meilleure qualité d'habitation

et assure une meilleure stabilité des loyers grâce à une autonomie énergétique accrue et elle constitue un vrai saut qualitatif dans la baisse des émissions carbone et la préservation de l'environnement et du climat. Mais ce type de rénovation, aujourd'hui encore pionnière, entraîne un surcoût à court terme et implique une démarche un tantinet plus complexe que pour une rénovation basique selon la pratique courante. Comment donc faire la part des choses?

«Une coopérative d'habitation disposant d'un important parc immobilier serait bien avisée de choisir 2-3 immeubles de son portfolio pour investir dans des projets pilotes de rénovation active, afin de pouvoir en tirer des leçons pour l'avenir»

4 scénarios de rénovation

L'architecte et ingénieur Sergi Aguacil, qui dirige aujourd'hui le groupe Building2050 au sein de l'EPFL Fribourg et du Smart Living Lab, avait élaboré dans sa thèse de doctorat au sein du laboratoire d'architecture et technologies durables à l'EPFL, menée dans le cadre du projet de recherche interdisciplinaire Active Interfaces, une démarche offrant une aide à la décision reposant sur différents scénarios de rénovation de bâtiments résidentiels archétypiques. En partant de E0, qui définit l'état actuel d'un bâtiment, l'étude propose 4 scénarios de rénovation: S0, qui équivaut à la pratique habituelle de rénovation, en fait une simple mise aux normes SIA 380/1: 2016, où l'on reste encore bien loin des objectifs de la société à 2000 watts. Suivent 3 scénarios «actifs» avec des degrés divers d'intégration de BIPV: S1 (conservation: on essaie de maintenir l'aspect architectural donné, avec des PV customisés visuellement par des techniques très économiques et taillés sur mesure selon les caractéristiques du bâtiment); S2 (rénovation: en maintenant les lignes expressives générales du bâtiment, avec des éléments PV customisés visuellement mais en priorisant des dimensions et des coupes plus standard) et S3 (transformation: on se donne la liberté de changer l'aspect du bâtiment en assurant toujours une haute qualité architecturale, avec des panneaux customisés visuellement mais les plus standard possibles et donc d'autant moins chers). L'idée étant que ces scénarios puissent servir de référence pour guider les choix

et les propositions de stratégies de rénovation des architectes, des maîtres d'ouvrage et autres parties prenantes (voir schémas pp. 8-9).

Et le gagnant est...

Il ressort assez clairement que les scénarios avec intégration de PV offrent une meilleure garantie de résilience énergétique à long terme et un retour sur investissement ou délai de recouvrement plus court. Car même si l'investissement de départ est plus élevé, il donne droit à des subventions pour l'amélioration de l'enveloppe thermique, les installations techniques et pour l'installation photovoltaïque intégrée. On augmente sa capacité d'autoconsommation et autarcie, et on peut en outre générer des revenus avec la revente d'électricité dans le réseau existant ou directement à des bâtiments voisins avec des activités complémentaires. Selon le type de bâtiment et son contexte environnant, l'amortissement peut être ainsi être raccourci de 5 à 10 ans par rapport à une variante sans PV intégrés. «Une coopérative d'habitation disposant d'un important parc immobilier serait bien avisée de choisir 2-3 immeubles de son portfolio avec lesquels elle sacrifie un certain pourcentage de rendement pour l'investir dans des projets pilotes de rénovation active, afin de pouvoir en tirer des leçons pour l'avenir», souligne Sergi Aguacil.

... le MOUP et ses locataires

Un des enjeux aujourd'hui est de savoir à qui profite la rénovation active: en faisant évoluer les différentes réglementations autour du droit du bail, en général, elle permettrait de réduire les charges de chauffage (jusqu'à 80%), donc éventuellement de baisser les loyers bruts (loyer net + charges). Mais dans l'hypothèse où l'on opte pour une solution de «contracting»

LIENS UTILES:

Projet Active Interfaces:
<https://www.activeinterfaces.ch/>
Site web avec les projets à explorer sur Design Explorer:
<http://design-explorer.epfl.ch/>
Thèse de Sergi Aguacil Moreno: «Architectural Design Strategies for Building Integrated Photovoltaics (BIPV) in Residential Building Renovation.» (Thèse N 9332). Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), 2019:
<https://infoscience.epfl.ch/record/265585?ln=en>

avec une société de services énergétiques (SSE), sans baisser ni les loyers, ni les charges pendant une durée déterminée, et avec les économies d'énergie et l'injection du surplus d'énergie (voire les revenus) qui résultent de la rénovation active, le maître d'ouvrage ou la SSE peut compter sur un rendement de l'opération de 3-6%, ce qui est plutôt intéressant à long terme. La brochure «Consommation propre de courant solaire: de nouveaux horizons pour les immeubles d'habitation et les lotissements» publiée par Suisse énergie donne également des pistes sur les nouvelles opportunités pour les propriétaires et les locataires qu'il offre la loi sur l'énergie en vigueur depuis 2018.

Digitalisation de la construction

Si les scénarios mentionnés plus haut permettaient déjà de bien orienter le choix stratégique d'une rénovation, les rapides avancées dans la digitalisation de la construction et des outils numériques et autres plateformes en ligne permettent aujourd'hui d'affiner considérablement encore les options. On entre là dans le monde des simulations dynamiques à partir

(suite page 10)



Façade couverte de panneaux photovoltaïques gris, qui recouvrent même les balustrades des balcons. © Viridén+Partner / Nina Mann

Immeuble d'habitation archétypique des années 60

Construit à Neuchâtel en 1968, il présente une architecture simple et rationnelle en maçonnerie finie avec un crépie périphérique. Composition horizontale où les fenêtres et les loggias sont en retrait du plan de façade. Le bâtiment fait partie d'une grande barre d'immeuble dont la longueur et la largeur sont respectivement de 57 m et 13 m représentant une surface de référence énergétique d'environ 4'200 m².

Analyse d'un cas concret

Etat actuel E0 | état actuel : Il s'agit d'un bâtiment typique des années 60, avec une orientation principale sud-est. Le bâtiment dispose de 7 étages (rez-de-chaussée + 6) et d'un sous-sol avec des caves, buanderies et locaux techniques. Il est situé sur un terrain en pente et un mur de soutènement côté rue (façade nord-ouest) permet un accès direct au 4^{ème} étage. L'organisation des espaces intérieurs permet d'avoir des appartements traversants sud/nord et des petits studios orientés sud-est. Les fenêtres ont des cadres en PVC, du double vitrage et des stores roulants extérieurs. Le garde-corps de la façade sud-est des loggias est continu, donnant une horizontalité très marquée à la façade. La façade nord utilise la même stratégie pour souligner l'horizontalité, seulement coupée par une baie vitrée qui éclaire naturellement la cage d'escalier.

Scénario S0 | Pratique habituelle : un exemple de rénovation standard (ou mise en conformité des normes), sans éléments actifs (photovoltaïques), consistant (ou intégrant) en une isolation extérieure des façades, de la toiture et une meilleure performance des fenêtres, permet déjà de réduire la consommation énergétique d'environ 53%, mais consomme toujours le double de l'énergie primaire non-renouvelable préconisée par la société à 2'000 Watts. Le retour sur investissement estimé sur la base des économies d'énergies est d'environ 20 ans.

Légende:

-  Consommation d'énergie primaire non-renouvelable
-  Emission de gaz à effet de serre
-  Production d'électricité sur place
-  Facture énergétique annuelle nette (consommation | production)

E0 - Etat actuel



 231 kWh/m²·an
 81 kgCO₂/m²·an
 111'049 CHF/an

S0 - Pratique courante



 157 kWh/m²·an
 53 kgCO₂/m²·an
 76'227 CHF/an

S1 – Conservation (avec BIPV)



 50 kWh/m²·an
 10 kgCO₂/m²·an
 78.6 MWh/an
 Autoconsommation 43 % Autarcie 21 %
 31'826 CHF/an

S2 – Rénovation (avec BIPV)



 16 kWh/m²·an
 5 kgCO₂/m²·an
 137.8 MWh/an
 Autoconsommation 31 % Autarcie 30 %
 21'047 CHF/an

Scénario S1 | conservation : en plus des interventions du S0, nous proposons de couvrir le toit avec des panneaux BAPV (384 m²) orientés vers le sud avec une technologie de cellules mono-Si et d'intégrer au niveau de la partie opaque entre les fenêtres des éléments BIPV colorés sur mesure (78 m²) à l'aide d'un film de couleur gris foncé, afin de maintenir l'expression du bâtiment.

Scénario S2 | rénovation : un système de façade ventilée avec isolation extérieure est proposé, comprenant le remplacement des fenêtres existantes, la couverture du toit avec des panneaux BAPV standard (384 m²) et la pose d'éléments BIPV sur les surfaces opaques de la façade (1'142 m²), de manière à maintenir les lignes principales de l'expression du bâtiment.

Scénario S3 (transformation) : dans ce dernier scénario une façade préfabriquée en structure bois est mise en œuvre, s'emboîtant directement sur la façade existante, et comprenant une isolation extérieure (façade ventilée), de nouvelles fenêtres et, en plus de l'installation BAPV en toiture (384 m²), des éléments BIPV couleur gris claire couvrant les surfaces opaques des façades disposant d'une meilleure exposition (1'461 m²).

S3 – Transformation (avec BIPV)



 -39 kWh/m²·an (*)
 -3 kgCO₂/m²·an (*)
 242.6 MWh/an
 Autoconsommation 20 % Autarcie 36 %
 5'489 CHF/an
 (*) Bâtiment à énergie positive

PV, BAPV ET BIPV

En dehors des grandes fermes de panneaux photovoltaïques (PV) qui confinent parfois à du land art, on distingue deux types de PV: le traditionnel BAPV (Building-Attached Photovoltaïcs), avec des panneaux PV posés sur les surfaces construites sans aucune fonction en termes constructifs, et le BIPV (Building-Integrated Photovoltaïcs), dont les panneaux sont intégrés au bâtiment, se substituent à un matériau de construction traditionnel et ont donc aussi une fonction architecturale, en participant à la protection contre les intempéries comme l'étanchéité à l'air ou à l'eau de l'enveloppe thermique. Autrement dit: on substitue un élément constructif qui ne produit rien par un élément constructif actif produisant de l'électricité!

de modèles numériques BIM (building information modeling) qui, en se fondant sur des bases de données plus ou moins vastes, permettent d'explorer et de filtrer très rapidement des centaines, voire des milliers d'options ou de modèles... en un clin d'œil et de façon très interactive et intuitive. Permettez-moi donc de vous présenter un de ces outils en ligne, le Design Explorer (voir exemple concret page ci-dessous).

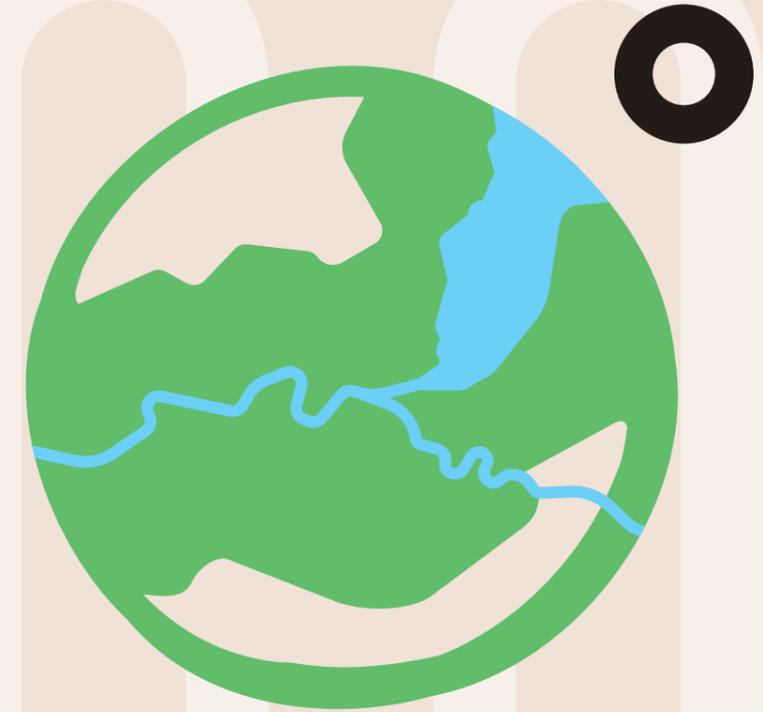
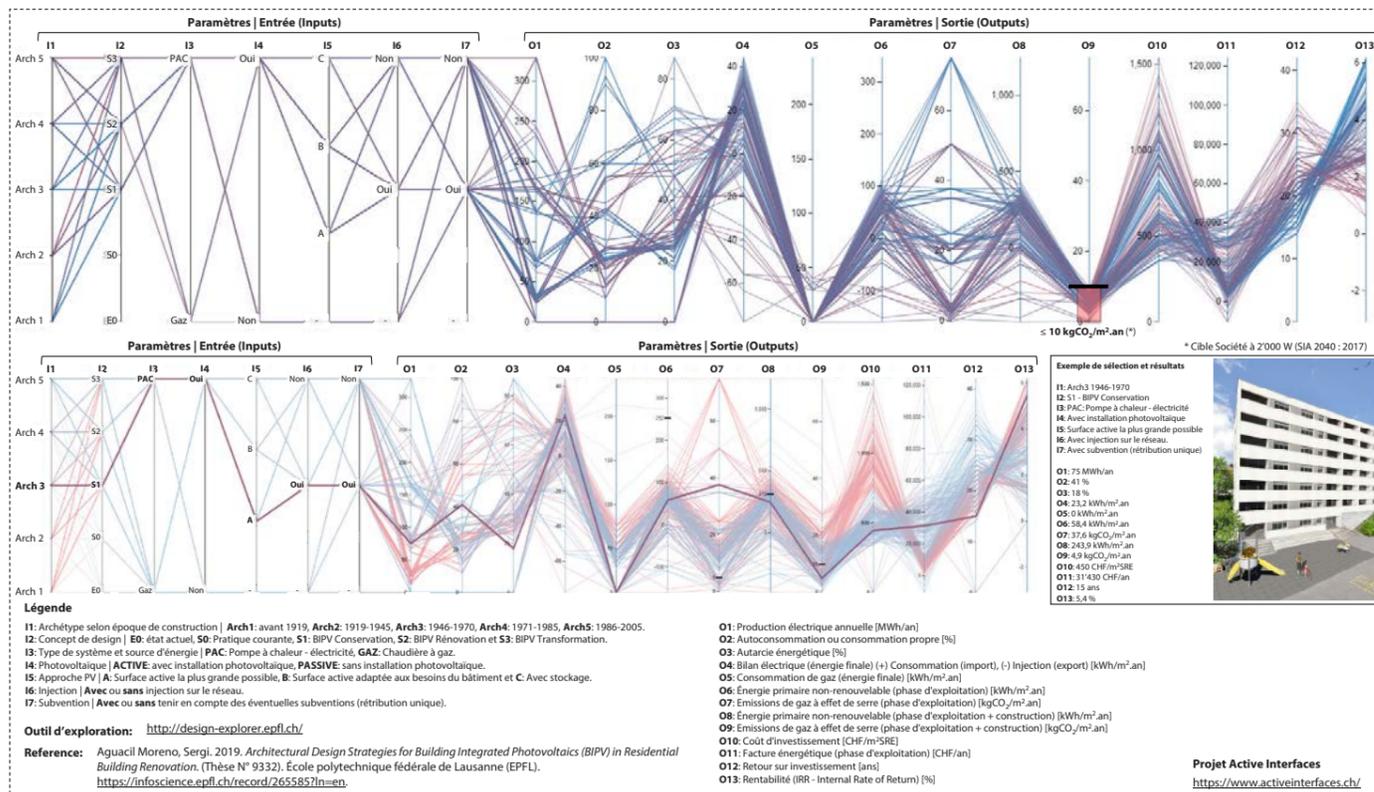
Design Explorer (DE) est une plateforme en ligne open source ouverte à tout le monde (enfin: à celles et ceux qui tâtent un tantinet du code;-) et qui permet, moyennant l'entrée d'une base de données issues des simulations numériques automatiques, d'analyser et de comparer toute une série de calculs et d'obtenir presque instantanément des résultats avec une forme très visuelle. C'est la plateforme que Sergi Aguacil est en train de nourrir avec les données acquises dans sa thèse de doctorat, ainsi que d'autres projets en cours, avec ses archétypes de bâtiments et ses scénarios de rénovation, active ou pas. D'un

abord quelque peu rebutant pour le profane, DE permet d'explorer une multitude de combinaisons de paramètres et de voir très vite s'ils sont rentables ou pas, tant du point de vue énergétique que financier ou autre. «Cet outil est destiné notamment aux architectes, qui désirent communiquer leurs propositions aux clients de façon interactive et très dynamique, par exemple lors d'une présentation de projet en live ou par écran interposé», se réjouit Sergi Aguacil.

Le DE permet d'appliquer des filtres tant au niveau des données d'entrée (décisions de projet) que des données de sortie (résultats et valeurs cibles) pour créer toute une série de chemins possibles (combinaison de paramètres), que l'on peut ensuite affiner en modifiant l'un ou l'autre des critères par simple mouvement de curseur sur la colonne du critère concerné, jusqu'à trouver la solution idéale qui correspond le mieux à la demande du client et aux objectifs environnementaux visés.

Un choix éclairé

Non seulement le DE facilite les discussions interdisciplinaires entre architectes, ingénieurs, artisans et MO, qui sont tellement importantes pour aboutir rapidement à la meilleure solution possible, en toute transparence; mais le DE facilite l'étude préalable qui permet au final de projeter une rénovation qui va au-delà des normes du jour, normes qui vont de toute façon évoluer rapidement elles aussi. Combinée à un autre outil numérique de plus en plus ancré dans les pratiques courantes, BIM (Building Information Modeling), la plateforme DE prend toute son ampleur, puisque les données d'un projet saisies dans les maquettes numériques des bâtiments combinées à des moteurs de simulation énergétique ou autres, constituent une base de données fantastique dont on peut nourrir DE. ■



Ceci n'est pas une promesse.

Changement climatique positif°

Contribuer à réduire de 60% les émissions de CO₂ c'est possible!
 Avec son programme **Thermique2030°**, SIG développe des réseaux de chaleur et de fraîcheur renouvelables pour les bâtiments et les logements.
 Un investissement bon pour la transition énergétique et l'économie genevoise!

→ sig-ge.ch/thermique2030

Thermique2030°

