



## SURÉLÉVATION D'UN BÂTIMENT Avec une charpente bois et une façade solaire, oui c'est possible !

### MOT D'INTRODUCTION

Yves Golay-Fleurdelys, Canton de Vaud

Le Canton de Vaud a mis en place une démarche d'exemplarité au niveau de la gestion de son parc immobilier en 2000. Aujourd'hui, le privé nous rattrape et impulse lui-même des projets particulièrement exigeants en matière de durabilité. C'est un plaisir aujourd'hui de leur laisser la parole pour nous présenter une démarche particulièrement bien pensée et exécutée.

Dans le canton de Vaud, les bases légales existantes en matière de construction durable pour le parc immobilier de l'État sont l'article 10 de la loi sur l'énergie (LVEne) et l'article 24 du règlement d'application de la loi sur l'énergie (RLVEne), l'article 10 s'appliquant également aux communes. Actuellement, un article de loi au sujet de l'autonomie électrique est en discussion. Mais rien n'empêche d'aller volontairement et dès à présent au-delà de l'objectif minimum fixé !

Au niveau des outils d'aide à la décision, SméO a été reconnu par le Conseil d'État comme équivalent au standard Minergie P PECO pour la construction (Minergie pour la rénovation complète).

Par ailleurs, la Stratégie immobilière fixe les objectifs à atteindre en matière de panneaux photovoltaïques, soit pas moins de 55'000m<sup>2</sup> d'ici 2050. En ce sens, les toitures des bâtiments de l'État sont mises à disposition des fournisseurs d'électricité depuis 2015 et, actuellement, 19'000m<sup>2</sup> ont déjà été installés.

### INTERVENTIONS

#### Mot d'introduction

Yves Golay-Fleurdelys, adjoint au directeur général et responsable Construction durable, Direction générale des immeubles et du patrimoine, État de Vaud

#### Interventions

##### L'ambition et l'objectif du maître de l'ouvrage

Realstone SA  
Alberto Simonato, membre de la direction

##### Le concept et la proposition de l'architecte

Bakker & Blanc architectes associés Sàrl  
Alexandre Blanc, associé

##### Les solutions de l'ingénieur

Planair SA ingénieurs conseil en énergies et environnement  
Mickaël Guichard, concept énergie  
Amandine Cosandey, installations techniques

##### Débat

Modération par Yves Golay-Fleurdelys

Pour atteindre l'objectif d'autonomie électrique, il faudrait diviser notre consommation d'électricité par trois et installer pas moins de 98'000m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques, en investissant aussi les façades et les toitures en pente. Le temps presse et des démarches telles que celle présentée aujourd'hui devraient se multiplier, sans attendre.

### POUR EN SAVOIR PLUS SUR

#### Le Groupe de travail « Construction durable »

[www.vd.ch/constructiondurable](http://www.vd.ch/constructiondurable)

## L'AMBITION ET L'OBJECTIF DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Alberto Simonato, Realstone SA

### Realstone

Le Maître d'ouvrage du projet, Realstone, gère 300 immeubles dans toute la Suisse et ambitionne d'être leader dans la rénovation. Pour ce faire, Realstone va au-delà des exigences légales et a développé un plan décennal de rénovation de son parc et labellise les nouvelles constructions avec le standard Minergie P. A l'heure actuelle, RealStone a déjà réduit les émissions de gaz à effet de serre de son parc immobilier de 5,1% par rapport à 2019. En 2031, l'objectif est d'atteindre les 20kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> (contre 25,4 actuellement), avec un indice de dépense d'énergie de 165MJ/m<sup>2</sup>. Cela nécessite un engagement environnemental, social et de gouvernance conséquent pour revoir les processus internes de travail et les manières de collaborer avec les partenaires, notamment les fournisseurs.

Par ailleurs, Realstone intègre neuf objectifs de développement durable dans le développement de ses projets et une réflexion est aussi engagée sur l'hydrogène vert et l'exploitation de sources énergétiques produites localement, en collaboration avec différents partenaires.

### Présentation du projet de l'avenue de la Sallaz

Le projet présenté a été réalisé sur un bâtiment datant du début des années 1970, situé à la route de Berne 2. Avec une structure préfabriquée et une isolation thermique insuffisante, cet immeuble avait un état extérieur et intérieur peu satisfaisant. Le projet a consisté à assainir le bâti mais pas seulement : il s'agit-là d'une véritable opération de requalification du bâtiment, en veillant à valoriser l'existant sans le démolir, à mieux répondre à la demande de logements, à produire de l'énergie localement et à rendre l'investissement économiquement supportable.

### Concept architectural et urbanistique

Une analyse de marché a premièrement été effectuée pour identifier les variantes possibles pour rendre l'opération économiquement viable et attractive, tout en proposant des typologies de logement recherchées. C'est donc suite à une pesée d'intérêts que le projet s'est orienté vers une solution permettant de valoriser l'existant, de le rénover et de le sur-élever au lieu de démolir l'ouvrage.

Les gabarits ont été conservés en termes de périmètre, et deux étages ont ainsi été ajoutés au bâtiment. Le bâtiment rénové propose 41 logements dans les étages pré-existants, ainsi que 11 studios et 2 appartements de 2 pièces dans les deux étages de la surélévation.

### Impact de la façade sur le budget

L'investissement a été un peu supérieur à celui prévu à l'origine mais reste supportable. 3 millions ont été nécessaires pour mener à bien le projet de rénovation et 1,4 pour la surélévation.

L'impact de la façade en panneaux photovoltaïques sur le budget a été important. A 1200.- le m<sup>2</sup>, il s'agit-là d'un matériau beaucoup plus cher que d'autres revêtements. Néanmoins, se limiter au coût réel (à l'achat) n'est pas pertinent, car ce dernier n'intègre pas le retour sur investissement réalisé à moyen terme grâce à l'énergie produite. Dans de telles opérations de rénovation et d'intégration d'installations de production d'énergie en façade ou en toiture, c'est donc le coût effectif qui doit être évalué pour intégrer les économies substantielles et pérennes réalisées en termes de charges d'exploitation. Ceci est d'autant plus important dans ce projet où la façade a constitué un investissement plus important mais qui est déjà en train d'être amorti. En effet, la façade produit une quantité d'énergie conséquente qui, lorsqu'elle n'est pas utilisée par les locataires du bâtiment, est réinjectée dans le bâtiment (et non dans le réseau).

## QUELQUES CHIFFRES

### Logements

Rénovation de 41 studios  
Création de 11 studios et 2 appartements de 2 pièces dans la surélévation  
Concept de logements meublés

### Investissement :

Rénovation CFC 2 : 3 millions CHF  
Surélévation CFC 2 : 1,4 millions CHF

### SBP :

Rénovation : 1'354m<sup>2</sup> (2'215.- CHF /m<sup>2</sup>)  
Surélévation : 484m<sup>2</sup> (2'895.- CHF/m<sup>2</sup>)





## LE CONCEPT ET LA PROPOSITION DE L'ARCHITECTE

Alexandre Blanc, Bakker & Blanc

### Approche

Dans ce projet, Bakker & Blanc ont adopté une approche qui peut se résumer avec une citation de N. Tesla : « Utiliser le potentiel de l'énergie là où il se trouve. » Ainsi, dans ce projet, le lien est fort avec la lumière, la valorisation de l'énergie et la verticalité. L'identité du bâtiment est fortement marquée par la volonté première du projet, à savoir consommer peu d'énergie et en produire le maximum. Ce rapport est d'ailleurs visible dans le ratio entre les fenêtres et les panneaux photovoltaïques, dans les deux étages ajoutés.

Les proportions verticales de l'immeuble ont été modifiées avec l'ajout de deux étages, mais l'emprise au sol, elle, n'a pas changé. Le PGA permettait d'ajouter trois niveaux, mais le choix a été fait de se limiter à deux étages supplémentaires, notamment pour des questions de charge et pour avoir une surface de toiture suffisante pour les panneaux photovoltaïques.

### Surélévation

La surélévation a été réalisée avec une dalle mixte (bois-béton) d'épaisseur conséquente et une ossature bois, pour ne pas trop alourdir les charges sur les fondations et éviter de devoir les renforcer. Les panneaux en bois préfabriqués pour les façades intègrent une isolation conséquente (23cm

d'isolant). En termes d'expression constructive, le 1er étage a été réalisé en continuité des étages existants et le 2ème un peu en retrait.

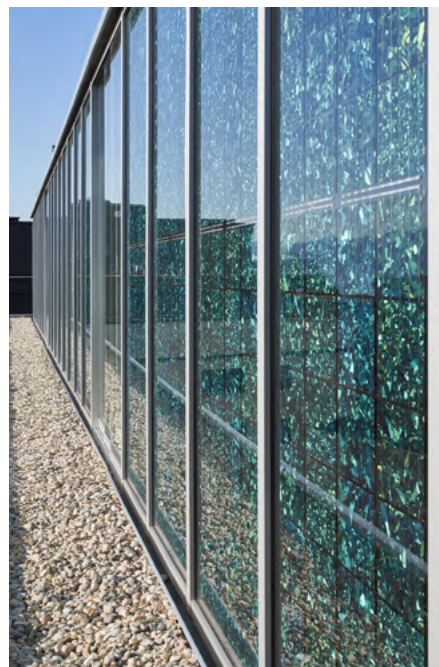
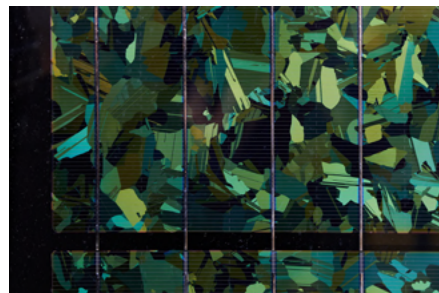
### Façade solaire

Les panneaux solaires en façade sont constitués de deux plaques de verre entre lesquelles sont placées des cellules solaires. Ces dernières sont colorées avec une teinte tirant vers le vert pour rappeler la colorimétrie des bâtiments alentours. Néanmoins, la couleur de la façade n'est pas homogène puisqu'elle change en fonction de l'orientation du soleil.

Bien que plus chers à l'achat, ces types de panneaux photovoltaïques ont été préférés en raison de leur bonne capacité d'intégration architecturale. La façade est ventilée, avec une lame de verre à l'arrière. Le balayage vertical de la façade rappelle l'architecture d'origine, avec un crépi cranté pour lui donner du relief.

### Intérieur du bâtiment

L'intérieur du bâtiment est volontairement brut, pour aller dans le sens de l'objectif d'exemplarité qui appelle à la sobriété, mais également pour mettre en avant le travail du métal et des matériaux de construction.



## LES SOLUTIONS DE L'INGÉNIEUR

Mickaël Guichard et Amandine Cosandey, Planair SA

### Compétences plurielles

Planair SA est actif dans plusieurs domaines dont le bâtiment et ses techniques, les énergies renouvelables et l'innovation. Pour mener à bien ce projet de rénovation et en raison de la transversalité des enjeux, plusieurs compétences ont dû être mobilisées. Ainsi, dans ce projet, Planair a développé le concept CVSE, les solutions techniques pour la pose des panneaux photovoltaïques, la recherche d'autoconsommation et l'isolation acoustique. Le bureau a également mené les études concernant la physique du bâtiment et la recherche de subventions.

Les deux objectifs majeurs étaient d'assainir le bâtiment et les 41 appartements existants, ainsi que d'agrandir le volume habitable en ajoutant 13 logements répartis sur deux étages. Le diagnostic énergétique lui a attribué la classe F (presque G). Plutôt bien entretenu et bénéficiant déjà d'une isolation thermique (en toiture notamment), le bâtiment avait en revanche de mauvaises aération et circulation de l'air intérieur. Étant donné la nécessité de poser un échafaudage pour la surélévation, il a été décidé de profiter de cette installation pour refaire l'isolation périphérique afin de conserver la chaleur et d'en contrôler sa distribution.

### Surélévation et concept de chauffage

La surélévation répond aux exigences du standard Minergie A. La certification n'a pour autant pas pu être obtenue, le reste du bâtiment n'atteignant pas les cibles fixées.

Le choix du matériau s'est fixé sur le bois afin de limiter l'énergie grise nécessaire à la construction du bâtiment. Quant au système d'approvisionnement en énergie, une solution mixte a été retenue. Le gaz (avec boiler) a été conservé pour l'existant et, pour les deux étages en surélévation, une pompe à chaleur a été installée en toiture ainsi qu'un boiler indépendant. Au niveau du concept de

ventilation, le système double flux a été abandonné pour les deux étages ajoutés.

### **Panneaux photovoltaïques**

Sans mettre des panneaux en façade, les objectifs de Minergie A ne pouvaient pas être atteints en raison du gabarit en retrait de la surélévation (qui réduit la surface exploitable en toiture) ainsi que des autres installations et parties végétalisées. Le choix de mettre des panneaux photovoltaïques en façade a donc été fait très tôt et a pu être intégré au projet dès le début de sa conception.

Les panneaux produisent 40kW qui se répartissent entre les toitures (12,16kW produits par les 38 modules à 320W) et les façades (28,46kW). Cette production est relativement constante. Chaque panneau est indépendant, afin que les ombrages ne pénalisent pas le rendement global de l'installation. Ils sont également monitorés grâce à des

modulateurs individuels, ce qui permet un suivi fin de la production et de la consommation.

L'esthétisme de la façade étant très importants, ce n'est pas la recherche de maximisation des rendements énergétiques qui a guidé le travail de l'architecte, mais la volonté de réaliser une façade harmonieuse et intégrée. Les fenêtres se fondent ainsi dans les panneaux producteurs d'électricité faits avec un verre très réfléchissant. Si le maître d'ouvrage avait eu comme objectif de compresser les coûts au maximum, ce choix de façade n'aurait pas pu être fait.

### **Performances énergétiques**

Les objectifs ont été atteints pour le bâtiment existant et la surélévation, avec un taux d'auto-consommation avoisinant les 35%. La catégorie énergétique de l'enveloppe totale est passée de F à C. Le fait d'avoir conservé la chaudière à gaz

péjore les gains de performance, mais l'installation prévue d'une pompe à chaleur permettra à terme d'améliorer encore l'efficacité énergétique du bâtiment.

Les principales difficultés du projet ont été d'intégrer des éléments nouveaux en chaufferie, d'installer les panneaux photovoltaïques en toiture et d'optimiser le monitoring des consommations. L'intégration des panneaux en façade a, comparativement, été beaucoup plus facile et moins contraignant. Par contre, remplacer un panneau défectueux en façade est une difficulté prévisible, à cause de leur dimension sur-mesure d'une part, mais également des gestes spécifiques à réaliser en raison des choix architecturaux pris. Le prix du remplacement risque en outre d'être bien plus élevé que le remplacement d'un matériau traditionnel et monté de manière standard.

## **DEBAT**

### **La volonté d'avoir une surélévation autonome a-t-elle été un obstacle pour réaliser le projet ?**

Pas vraiment. Le tout est de savoir concevoir un projet en fonction du contexte, des moyens à disposition et des priorités posées. Ainsi, la solution proposée par Planair semblait dès le départ très appropriée, tant en termes de respect du caractère historique du projet que de l'exploitation du potentiel existant pour produire de l'énergie. Si une autre priorité avait été de compresser les coûts un maximum, alors oui, cela aurait été difficilement réalisable.

Même dans des conditions pas idéales, l'installation de panneaux photovoltaïques en façade est possible. Avec les solutions techniques adoptées dans le projet, même la façade nord produit de l'électricité ! Encore une fois, tout dépend des priorités du maître d'ouvrage et de la vision de l'investisseur, selon qu'il considère le court, le moyen ou le long terme.

### **Les panneaux en façade ont-ils le même rendement que ceux posés en toiture ?**

Non. Le rendement des panneaux de façade est péjoré par le verre actif. La différence est d'environ 7% (12% contre 19% pour des verres traditionnels).

### **Ce type de façade pourrait-il être réalisé sur tous les bâtiments en verre de la ville ?**

Le potentiel existe, mais réaliser beaucoup d'immeubles avec de telles façades peut être problématique en termes de réfléchissement. Des panneaux mats peuvent être posés pour réduire cet effet qui peut être très dérangent, voire dangereux, notamment dans les quartiers d'habitation ou à proximité d'infrastructures routières ou d'aéroport.

D'autre part, ce genre de construction nécessite de travailler avec d'autres types de concepts architecturaux avec des formes dégressives sur le haut. Et si le bâti est trop dense, la question des ombres portées se pose aussi, car elles peuvent considérablement diminuer le rendement.

### **Quelle a été la durée de la procédure d'étude jusqu'à l'obtention du permis de construire ?**

La durée de la procédure de surélévation n'a pas été problématique et a eu une durée standard (entre 9 et 11 mois). Il n'y a pas eu d'opposition sur ce projet ni de plainte de voisins.

### **Si l'ensemble du patrimoine de Realstone était surélevé, qu'est-ce que cela représenterait comme potentiel ?**

D'autres opérations similaires ont déjà été faites, mais des oppositions ont été déposées avec, comme argument premier, l'impact sur la vue ou l'augmentation du trafic lié à la surélévation. Informer en amont le voisinage est très important mais pas toujours suffisant, ce qui démontre que tout n'est pas toujours aussi facile que dans le projet aujourd'hui présenté.

Actuellement, une quinzaine d'objets à rénover sont en cours d'étude sur Lausanne et Genève, pour voir si la surélévation est judicieuse et possible.

La volonté première de Realstone est d'anticiper sur la gestion du portefeuille pour se sortir du fossile. Le plan d'action est donc prioritairement développé en ce sens, avec un premier objectif de 5'000m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques à installer. Les objectifs de la deuxième phase seront plus ambitieux (jusqu'à 20'000m<sup>2</sup>) et ciblés sur les immeubles les plus vétustes et approvisionnés en énergie fossile.

## **RÉFÉRENCES**

[Realstone](#)

[Bakker & Blanc](#)

[Planair](#)

Consultez les présentations et les comptes-rendus de toutes les conférences sur

[www.vd.ch/constructiondurable](http://www.vd.ch/constructiondurable)

Inscrivez-vous à la newsletter du GTCD  
[info.constructiondurable@comment-dire.ch](mailto:info.constructiondurable@comment-dire.ch)

## **DÉVELOPPEMENT DURABLE CONSTRUCTIONS**

### **Direction générale des immeubles et du patrimoine (DGIP)**

Place de la Riponne 10  
1014 Lausanne

Tél. +41 21 316 73 00  
Fax +41 21 316 73 47

[www.vd.ch/constructiondurable](http://www.vd.ch/constructiondurable)

