

# batir

JOURNAL DE LA CONSTRUCTION  
DE LA SUISSE ROMANDE

FÉVRIER 2017

FR. 9.50

[www.batir-jcsr.ch](http://www.batir-jcsr.ch)

INTERVIEW  
MANAGEMENT QUALITÉ

**Olivier Mark,**  
Fédération vaudoise  
des entrepreneurs

CHANTIER  
ONU, GENEVE

Hors du  
commun

PORTFOLIO  
JURI WEISS

Balade à Bâle

2





FAÇADE | ORGANISATION DES NATIONS UNIES, GENÈVE

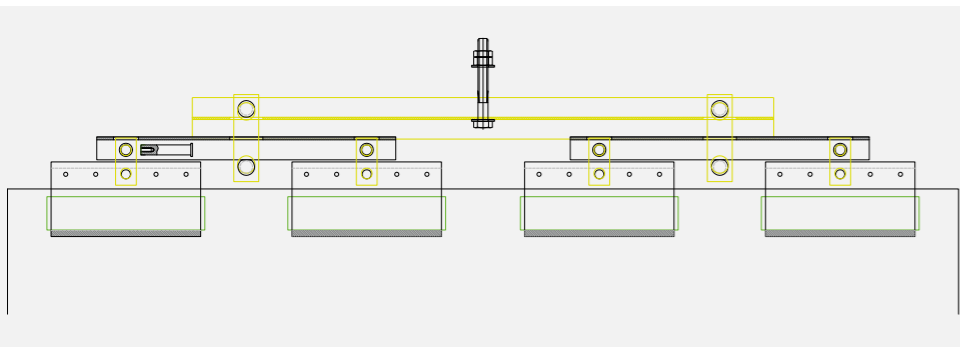
# Une rénovation hors du commun

Un patrimoine architectural remarquable, dont une partie de la façade en verre demandait réparation: tout le savoir-faire et l'harmonie sereine d'entrepreneurs prêts à relever d'inhabituels défis ont été mis à contribution.

TEXTE: ANNIE ADMANE  
PLANS: METALLOVER SA, CAROUGE  
PHOTOGRAPHIES: SYMBIOSE COMMUNICATION, GENÈVE

**A** Genève, le siège européen de l'Organisation des Nations unies occupe le palais des Nations, situé dans le parc de l'Ariana, sur la rive droite du Léman. Le site est composé de plusieurs bâtiments, dont le plus ancien a été construit entre 1929 et 1938. En 1971, un nouvel édifice prend place au nord du parc.

Michel Baronian, ingénieur en génie civil, chef du sous-groupe des artisans auprès de la Section des bâtiments et des services techniques de l'Organisation, décrit la vocation de l'édifice: «Nous avons ici le bâtiment E, essentiellement dédié à des conférences. Il comporte quatre grandes salles; l'étage supérieur abrite un pôle linguistique, tandis que le rez-de-chaussée est occupé par notre imprimerie.»



L'imposante construction, étirée en longueur, présente la particularité d'une façade-rideau concave et tout en verre, couvrant les niveaux intermédiaires.

#### Le génie inventif des anciens

Philippe Bissat, directeur associé du bureau de planification BCS SA à Neuchâtel, souligne la spécificité de la réalisation: «Pour cette façade en verre, du type montants/traverses, les profilés statiques intérieurs sont en acier composé soudé et participent à l'architecture intérieure. La seconde couche de la façade est conçue en aluminium, avec un profilé intérieur et extérieur pour la prise des verres en feuillure tenant compte de la pression et de l'aspiration provoquées par le vent. Ces profilés ont été créés et extrudés spécifiquement, ce n'est évidemment pas du catalogue standard!» Montés en avant de la façade, des rails verticaux, aux mêmes dimensions, portent des stores brise-soleil, dont les moteurs sont cachés au niveau de la coursive technique, dissimulée derrière le bandeau en partie supérieure de la façade.

A l'époque, il s'agissait d'une première mondiale, également en raison de la dimension exceptionnelle des verres utilisés. Effectivement, la structure en métal rythme la façade par la succession des profils raidisseurs intérieurs disposés tous les 2,40m, dans lesquels se trouvent les vitrages, des panneaux en verre double de 13,10m de haut, chacun suspendu en haut par un palonnier, lui-même tenu à la charpente métallique de la toiture. L'accès technique au système s'effectue par la coursive. Les verres, au nombre de 24, ne sont pas fixés à leur base.

Chaque palonnier comporte quatre mâchoires de suspension qui s'agrippent à huit plaquettes en verre – quatre par face –, de 380x80mm, collées sur les faces extérieures du vitrage.

Cette solution a probablement été retenue pour des raisons de sécurité, en cas de casse ou de séisme. Mais, relève encore l'ingénieur en façade, «pour des verres d'une telle dimension en hauteur, la charge de compression risque de provoquer des tensions dues au flambage



Les échafaudages ont été montés une seule fois pour l'intervention sur les cinq verres.

A droite, les verres cassés ont été renforcés ponctuellement par des plaques de métal afin d'éviter des chutes de bris au moment de la dépose.

ou au voilement. Des verres de cette taille et de cette masse ne peuvent pas uniquement reposer sur des calages d'appui; les tensions engendrées seraient trop importantes. La technique de suspension permet au verre pris en battues de recevoir des calages de distance, et sa masse propre en suspension est retenue par le palonnier, lui assurant une parfaite planéité, sans contraintes aux appuis. Le principe est comparable à un tissu tendu avec une barre de lestage; cette mise en œuvre évite justement les contraintes de voilement.»

#### Quarante-cinq ans plus tard

Sur cinq verres, la face intérieure s'est cassée jusqu'à une hauteur d'environ 2500 mm, suite à un choc thermique sur leur partie basse. Plusieurs fissures partaient vers le haut et d'autres à l'horizontale. Le fait que le verre isolant soit suspendu a stabilisé les fissures verticales. Un verre feuilleté 8-2 mat a été collé ponctuellement avec des points de silicone incolore, afin de sécuriser la face cassée.

Une solution peu satisfaisante, incitant le maître des lieux à envisager un remplacement des éléments endommagés.

Car ces verres isolants – face extérieure verre simple 10, remplissage de 12, face intérieure verre simple 10 mm – ne répondaient plus aux standards actuels. De plus, la sécurité contre la chute des occupants du grand salon qui se trouve juste derrière la façade n'était pas assurée par un feuilletage du verre intérieur. En outre, le public n'avait aucune restriction pour l'occupation des lieux, et l'utilisation des surfaces jusqu'au pied de la façade vitrée accentuait ainsi les risques. Enfin, trois autres verres présentaient de la condensation, laissant présager que le collage sur l'intercalaire en aluminium n'était plus garanti sur l'ensemble des verres, avec une perte d'étanchéité et de statique.

#### D'essentiels préalables

Ce projet de rénovation hors du commun ne pouvait pas être appréhendé par une pratique usuelle et le constructeur métallique Metallover SA, à Carouge, mandaté pour soumettre une offre, s'est associé en consortium avec le vitrier-miroitier Demenga & Fils SA, à Lully, afin d'envisager tous les aspects d'une telle intervention. A l'automne 2015, les sondages effectués par les deux entreprises ont

révéillé que les verres à remplacer n'étaient plus solidaires de l'intercalaire; ils s'étaient décollés. Patrick Demenga, séduit par le projet, n'en était pas moins conscient des défis qu'il représentait: «Nous avons expliqué au maître d'ouvrage que nous étions disposés à relever ce challenge et à remplir une offre en consortium avec Metallover SA, dont le codirigeant Daniel Hofmann, avec son frère Frédéric, assumerait le pilotage administratif, à la condition qu'on puisse mener une étude de faisabilité, dans l'optique de cerner tous les aspects techniques et d'envisager des solutions. Cette étude devait aboutir à la rédaction d'une convention d'utilisation, acceptée et signée par le maître d'ouvrage. Nous voulions nous réserver la possibilité de dire non.» Philippe Bissat a rédigé la convention d'utilisation, conjointement avec le Bureau Daniel Willi, à Montreux, pour le compte du consortium.

En haut, plan du palonnier. En jaune, les parties du palonnier qui ont été renforcées.

En vert, les plaquettes collées de chaque côté des verres.

En bas, plan de la façade avec le bandeau de la galerie technique, la façade rideau en verre de 13,10 m et le socle en béton du rez-de-chaussée.

Le bureau d'architecture Frédéric Jörg, à Plan-les-Ouates, a été mandaté pour assumer l'interface entre les entreprises et l'Organisation. «Le palais des Nations étant hautement sécurisé, nous avons besoin d'un coordinateur de projet, souligne Patrick Demenga. Son rôle était de faciliter les allées et venues des entreprises sur le site, de solliciter les autorisations, mais aussi d'établir les PV de chantier, les plannings, etc.» Les assureurs du consortium et de l'Organisation ont été impliqués dans toute cette démarche. De son côté, Daniel Hofmann insiste sur la qualité humaine du projet: «C'était important que les personnes avec qui on œuvrait ne se racontent pas d'histoires: cartes sur table, dès le début. Et tous les corps de métier ont joué le jeu; la confiance était là.»

#### Première approche

Le consortium a effectué de nombreuses recherches pour trouver finalement un seul et unique fabricant en Europe capable, techniquement, de fabriquer et livrer des verres isolants de taille remarquable. Ceux-ci sont composés de deux verres durcis de 12mm chacun, avec un vide intérieur de 14mm, soit une épaisseur totale de 38mm, au lieu de 30mm précédemment. La qualité float standard ayant l'avantage d'avoir un aspect verdâtre, cohérent avec les verres existants, le maître d'ouvrage a acquiescé à la proposition. Frédéric Hofmann apporte une précision: «Par rapport à la norme présente, le verre choisi n'aurait pas dû être de ce type-là. On a fait une sorte de compromis.» L'Institut suisse du verre dans le bâtiment (SIGAB) a cependant validé la proposition, pour le compte d'un des assureurs.

«Les joints périphériques en caoutchouc qui serraient le verre dans la parclose ont été conservés, précise Frédéric Hofmann. Nous voulions poser un joint en silicone, mais cela aurait supprimé tout mouvement des battues et le verre n'était plus libre. On a ravivé les joints existants et ils sont comme neufs. C'est un super caoutchouc.» L'épaisseur ainsi créée ayant augmenté le poids du panneau, il a fallu adapter les palonniers en



Les verres déposés ont été placés dans une caisse en bois pour les coucher au sol.

conséquence. Décision a été prise de les refaire entièrement, renforcés, mais en copie conforme.

Stéphane Ménerat, sollicité en qualité d'expert, a recommandé de conserver le système, sous peine de générer des désordres. «Toutefois, en travaillant à l'identique, le challenge était de trouver une colle verre-verre adaptée, ainsi qu'un laboratoire équipé pour mener des essais permettant de s'assurer de la sécurité à long terme des assemblages.» Le Bureau Daniel Willi SA a ainsi été mandaté pour la modélisation et le dimensionnement des nouveaux verres selon les normes en vigueur, la vérification de la charpente métallique et des palonniers ainsi que la définition et le suivi des protocoles d'essai en laboratoire. L'ingénieur reconnaît qu'en filigrane, «notre rôle était aussi de rassurer l'ensemble des intervenants».

#### Un accès difficile

Le chantier s'est déroulé sur quatre semaines, du 5 octobre au 7 novembre 2016. «On avait, du côté extérieur, le personnel de chantier et, à l'intérieur, le public dans la halle», explique Frédéric Hofmann. Le cycle des conférences n'a

pas été interrompu, confirme Frédéric Jörg: «Ils nous ont juste demandé de ne pas faire de travaux pendant la pause de midi. Dès que les travaux reprenaient, le parterre et les bureaux du rez-de-chaussée étaient évacués.»

Pilier du déroulement des opérations, Frédéric Hofmann a travaillé en concertation avec Patrick Demenga et les entreprises présentes, quelque 20 employés: «Il fallait trouver la solution pour enlever les brise-soleil qui, depuis trente ans, ne fonctionnaient plus, monter les échafaudages, sécuriser les endroits accessibles en haut des verres. La galerie technique a dû être nettoyée, par exemple, de quelques centimètres de couches de fientes de pigeons.»

L'obstacle des pare-soleil a été résolu simplement: les sangles ont été coupées et les stores ont été descendus et stockés en bas de façade au moyen d'un palan électrique, puis remontés de la même façon en recréant une fausse lame. Désormais, ils sont fixes, mais ce n'est





pas un inconvénient, puisque le maître d'ouvrage avait décidé de ne pas les réparer. Il a ensuite fallu démonter les porteurs des rails coulissants, d'une dimension similaire à celle du vide lumière, faute de quoi il n'était pas possible de sortir les verres.

#### Enlever les verres cassés

La sécurité des employés et du public a été une question centrale. Le consortium a mandaté une entreprise spécialisée dans la sécurité au travail, Orqual SA, pour rédiger l'ensemble des protocoles de sécurité, du déchargement des caisses en bois de 12t contenant les verres neufs à la dépose des verres fendus en passant par toutes les manipulations avec le porte-ventouses de 2t. Pour éviter tout risque de chute d'un quelconque bris de verre, les verres cassés ont été sécurisés par des tôles collées aux endroits sensibles. Frédéric Hofmann: «La première idée était de séparer les deux verres et de les enlever l'un après l'autre, mais comme ils ne sont ni trempés ni feuilletés, nous avons au contraire décidé de les coupler.» Après démontage des parclose, des profilés en U ont été collés pour assembler provisoirement les deux verres. Des

tôles ont été ajoutées au bas. Résultat: le verre était déséquilibré, le verre intérieur étant plus lourd que le verre extérieur. Ce qui amenait une très grande dangerosité à la dépose, «parce qu'on ne savait pas dans quelle direction le verre s'inclinerait quand on le mettrait en tension. Or, il fallait à tout prix que chaque verre reste vertical. Le porte-ventouses a été monté en version asymétrique et positionné tout en haut du verre, pour qu'il ne prenne pas de charge autre que sa verticalité. Mais, ainsi, on ne pouvait plus le pivoter pour le mettre au sol, d'où l'idée d'une caisse en bois, qui nous a permis de déposer les verres avec facilité», explique Frédéric Hofmann. C'est également ce qui justifie la dépose des verres en série; les façades ont été fermées avec des bâches.

#### Des ventouses au gramme près

Les nouveaux verres ont été livrés en position horizontale perpendiculaire – pas oblique, comme c'est usuellement le cas – dans deux caisses. «Dans cette position-là, quand on les levait, ça faisait un bwoooo!» se souvient Frédéric Hofmann. Le porte-ventouses accroché au centre, en symétrie parfaite, avec les

A gauche, Ahmed, dans la galerie technique, a ajusté tous les verres neufs dans les mâchoires des palonniers, au dixième de millimètre près.

En haut, le grutier Nuno a dû «glisser» les verres neufs avec une marge de jeu de 3 cm entre les montants des échafaudages et des piliers.

En bas, Patrick Demenga (à gauche) et Frédéric Hofmann ont constitué un consortium pour encadrer légalement et techniquement tous les aspects délicats du chantier. Ils ont créé un contexte serein et particulièrement calme et silencieux sur le site pour éviter toute tension humaine.

mêmes distances de chaque côté pour l'équilibre, a permis de lever chaque verre dans sa position initiale. «Durant ce processus, le poids de la charge a été contrôlé sans interruption, raconte Patrick Demenga. Au moment où la grue soulevait le verre, en additionnant le poids propre du porte-ventouses à celui du verre, on avait 3750kg en tout. Ensuite, nous devons pivoter verticalement le verre pour le positionner en face du vitrage. Nous avons deux grandes difficultés à gérer; la première était de mettre le verre à la verticale parfaite, c'est-à-dire sans aucune inclinaison. La deuxième était d'insérer la partie haute du verre à l'intérieur du palonnier. Nous n'avions droit à aucune erreur, car nous

n'avions que très peu de jeu de montage. Nos employés sur les échafaudages ajustaient ensuite le verre dans les profils.»

Dans la galerie technique, Ahmed, le monteur, était responsable de l'ajustement des mâchoires des palonniers sur le verre, quand celui-ci était encore tenu par les ventouses: «On règle les pinces, puis on ajuste les côtés. Une fois que les côtés sont réglés, on adapte la hauteur.» L'opération se fait au dixième de millimètre. Après le serrage de tous les boulons sur les mâchoires du palonnier, les ventouses lâchaient progressivement leur emprise. Lorsque la charge indiquait 1950 kg, soit le poids du porte-ventouses, cela signifiait que le verre était suspendu tout seul par le balancier. «On a ainsi évité tout mouvement incontrôlable du porte-ventouses», commente Patrick Demenga.

Michel Baronian est satisfait: «Dans quelque temps, le bâtiment devrait subir d'importants travaux de transformation. Nous budgéterons à cette occasion les travaux de rénovation de toute la façade, avec des vitrages plus performants et conformes aux normes. Il y aura une modification de la structure de la façade et même du système porteur.»

En attendant, les hôtes du palais pourront contempler les jolis jardins du site par les grandes baies de la halle, mais à distance convenable, un garde-corps ayant été posé en pied de façade pour la préserver de tout choc. ■

## TESTS À L'EPFL

### UNE COLLE SUPER-PERFORMANTE

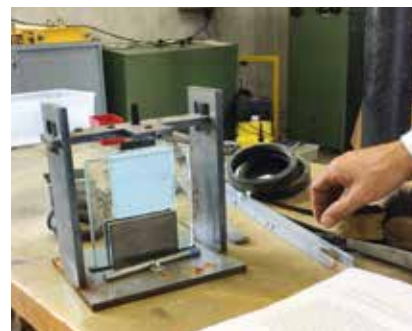
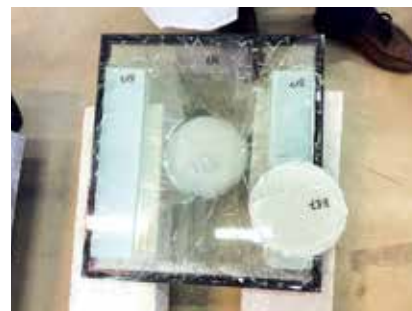
**La colle utilisée est un époxy réservé à l'usage industriel. Le produit polymérise à température ambiante pour former un collage très résistant au pelage et au cisaillement.**

Lionel Sofia est chargé de cours, responsable des essais courants au Département des matériaux, Laboratoire des matériaux de construction de l'EPFL. Le but des tests était de valider le fait que le collage soit conforme à ce qu'on attend, notamment sur la durée. Deux aspects ont ainsi été testés: la résistance à la traction directe et à la flexion, ainsi que le comportement au vieillissement.

#### BÂTIR: Comment avez-vous testé la traction?

**LIONEL SOFIA:** Les échantillons sont des verres isolants durcis de 500x500 mm, sur lesquels sont collées des plaquettes en float clair de 380x80 mm. Les mâchoires sont les nouvelles utilisées sur le site. L'idée était de vérifier que ce qu'on a in situ permet de tenir le verre. On a vérifié simultanément la colle et le comportement des mâchoires durant l'essai de traction. Sur une machine réglable en largeur et en hauteur, on place les mâchoires en bas et en haut, avec des capteurs de déplacement, et on tire jusqu'à la rupture. Cela nous a permis de voir qu'on avait un problème au niveau de la conception de la mâchoire; après une légère modification, on est monté à 40 fois la charge qui serait reprise par ces mêmes mâchoires. On était donc très largement au-dessus de la sécurité recherchée.

Vu la dimension des verres, Patrick Demenga voulait savoir si le joint entre les deux verres reprendrait le poids du verre quand le panneau serait soulevé d'un côté, au porte-ventouses. Nous avons donc fait des essais de traction dans le sens du joint: on a collé des plaques en acier de part et d'autre du verre et on a tiré. Le verre a cassé avant que la colle et le joint ne cèdent. C'était rassurant, ce qui nous a amenés à pouvoir dimensionner exactement la quantité de ventouses qu'il faudrait utiliser ainsi que leur espacement pour éviter que le joint ne se décolle.



#### Et pour le vieillissement?

Le concept est de faire subir à un échantillon collé des cycles de +40°C à -20°C, très brutalement. Nous avons procédé à 50 cycles pour simuler le vieillissement sur vingt-cinq ans; on a aussi mesuré les déformations du verre. On a utilisé des châssis métalliques, sur lesquels on a placé des points de mesure précis. À l'aide de petits ressorts, nous avons chargé deux fois le poids du verre. Quand on chauffe, l'acier des ressorts se dilate et quand on refroidit, les ressorts se serrent; on mesure les déformations. Nous avons ainsi pu déterminer que la colle n'avait aucun changement d'état; on n'a pas eu une augmentation des déformations en fonction du temps et cela nous a permis aussi de voir que le système global était bon. ■ [AA]

## LES INTERVENANTS

### LE MAÎTRE D'OUVRAGE

Organisation des Nations Unies, Genève

### DIRECTION DES TRAVAUX

Consortium Metallover SA – Demenga & Fils SA

Construction métallique Metallover SA, Carouge

Vitrierie et miroiterie Demenga & Fils SA, Lully

### LES MANDATAIRES

Coordinateur Frédéric Jörg architecte, Plan-les-Quates

Bureau d'études façades verre BCS SA, Neuchâtel

Ingénierie du verre Daniel Willi SA, Montreux

Hygiène et sécurité des chantiers Orqual SA, Carouge

Tests et essais laboratoire Laboratoire de matériaux de construction de l'EPFL, Lausanne

### LES ENTREPRISES

Transport & levage Friderici Spécial SA, Vernier

Echafaudages Von Ro Echafaudages SA Lancy, Carouge

Nettoyage Hygienis SA, Carouge

Communication Symbiose Communication Sàrl, Meyrin