

Conception des façades vitrées

Autor(en): **Spagnol, Pierre-Olivier**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **134 (2008)**

Heft 12: **En chantier**

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-99688>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Conception des façades vitrées

GÉNIE CIVIL

Le concept architectural du *Rolex Learning Center* est fondé sur une transparence totale des façades, impliquant une légèreté et une sobriété maximales de la structure du vitrage. Aucun cadre apparent n'est admis et les montants intermédiaires comme les joints entre vitrages doivent être aussi fins que possible. La prise en compte de ces contraintes architecturales s'est immédiatement avérée déterminante.

Dans un premier temps, les études se sont focalisées sur la structure portante des verres. Les systèmes à cadres rigides ont été rapidement abandonnés en raison de l'ampleur des déformations simulées pour la charpente métallique, qui pouvaient atteindre jusqu'à 40 mm de déplacement horizontal. Dès lors, des variantes de cadres articulés ont été étudiées et validées avec des mandataires spécialisés pour l'étude des façades.

Solution articulée

Cette première phase de conception a abouti sur un système de type « montants - traverses » articulé. Les montants sont fixés aux coques de béton et, dans leur partie supérieure,

aux poutres de rives de la charpente par des appuis à pivots. Les traverses inférieure et supérieure sont liées aux montants par des rotules formées par des percements oblongs (fig. 1). Des profilés en acier de section T ont été choisis tant pour les montants que pour les traverses, une solution à même de concilier les exigences statiques et les contraintes architecturales. Dans les patios, les poteaux métalliques de la charpente sont utilisés comme support pour les cadres dormants des ouvrants de ventilation. Ces derniers sont fait de profilés industriels d'aluminium extrudés.

Le calepinage des éléments de façade a été optimisé en intégrant la volonté de SANAA d'avoir des vitrages de grand format tout en considérant les propriétés mécaniques des matériaux ainsi que les capacités dimensionnelles de la production industrielle. Les méthodes de pose ont également restreint les possibilités techniques envisageables.

Sollicitations des façades

La trame de façade ainsi définie a été intégrée dans le modèle numérique de calcul des déformations de la charpente sur les éléments vitrés des façades. Il en est ressorti que les déplacements dus aux actions du vent, de la neige, de la température et du poids propre de la toiture engendrent des

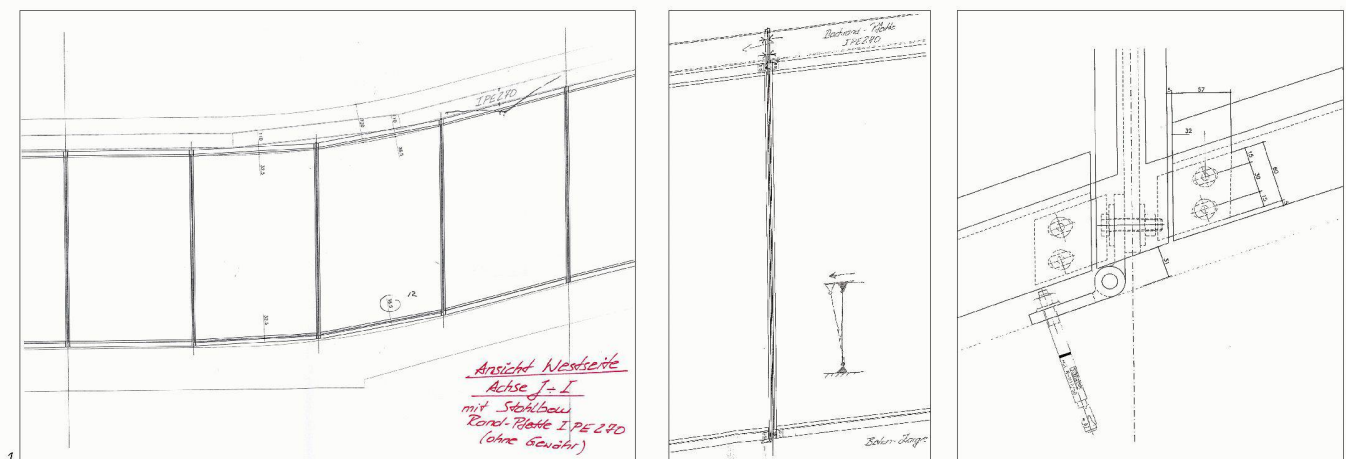


Fig. 1 : Système « montants-traverses » articulé pour les façades avec détail de la fixation basse sur relevé béton

Fig. 2 : Composition du vitrage isolant des façades

sollicitations significatives sur les vitrages. Les déformations calculées influencent directement l'épaisseur des verres, la largeur des joints et le système de calage des vitrages dans les châssis. Ces éléments ayant des incidences majeures sur la conception des détails constructifs et l'économie du projet, la nécessité de réduire le niveau de sollicitation des façades est apparue évidente.

Une étroite collaboration entre l'ingénieur structure et l'ingénieur façade a permis de définir les possibilités de réduire significativement les déformations relatives entre les coques en béton armé et la charpente métallique. Des interventions localisées sur le système statique de la toiture, notamment au niveau des contreventements, ont conduit à une diminution notable des efforts et donc des mouvements de la construction. Ces mesures se sont révélées particulièrement efficaces pour la périphérie du bâtiment. La géométrie des patios étant moins favorable du point de vue des déformations (déplacements plus élevés au niveau de la toiture), ces derniers sont distingués du reste des façades pour la suite du travail de conception.

Grande technicité

Les entreprises ayant répondu à l'appel d'offre pour les façades du *Learning Center* ont été très peu nombreuses, une situation révélatrice du haut niveau technique que ces parois vitrées impliquent et du volume considérable de travail qu'elles représentent. L'aboutissement du design et le dimensionnement de tous les éléments constructifs des façades ont été délégués au façadier, sous le contrôle permanent des mandataires de l'entreprise totale.

La composition des vitrages isolants doit leur permettre de résister à leur poids propre sur les pièces de calage dans les châssis, tout en étant en mesure de reprendre les mouvements des montants et des traverses. De plus, les vitrages doivent garantir la sécurité totale des usagers du bâtiment, ce qui implique une conception excluant toute chute vers l'extérieur du bâtiment et tout risque de blessure en cas de casse d'un verre. La composition calculée pour le vitrage est la suivante (fig. 2) :

- 1 verre trempé ép. 10 mm
- 1 lame de gaz Argon 14 mm
- 1 verre feuilleté / durci ép. 2 x 6 mm

Les performances thermiques des vitrages permettent de minimiser la conductivité thermique en été, tout en garantissant des apports solaires suffisants en hiver. Une couche à basse émissivité TOP N+T est prévue sur le feuilleté dans la lame de gaz pour obtenir un coefficient thermique $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Le coefficient global de la façade est

Valeurs représentatives du projet pour les façades

- Longueur développée totale	~ 1 400 ml
- Longueur développée des patios	~ 800 ml
- Longueur développée des façades	~ 600 ml
- Surface vitrée totale	~ 4 800 m ²
- Surface de vitrages plans	~ 3 000 m ²
- Surface de vitrages bombés	~ 1 800 m ²
- Nombre de vitrages total	~ 700 pces
- Nombre de vitrages plans	~ 450 pces
- Nombre de vitrages bombés	~ 250 pces
- Hauteur moyenne des vitrages	~ 3 350 mm
- Largeur des vitrages fixes (trame architecturale des façades)	2 250 mm
- Largeur des vitrages ouvrants	1 125 mm
- Poids moyen des vitrages	400 kg
- Nombre de rayons de courbure	11
- Rayon de courbure minimum	3 500 mm
- Rayon de courbure maximum	25 000 mm

$U_{cw} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Le facteur solaire est $g = 58\%$. Des stores à lamelles extérieurs permettent de réduire le facteur solaire à $g = 15\%$ en été.

Pour faire face à la complexité du procédé de fabrication de ces vitrages isolants, en particulier pour des vitrages bombés, un plan de contrôle spécifique pour chacune des étapes de la fabrication a été mis en place. Les moyens humains et techniques investis doivent permettre d'assurer le flux de production et d'obtenir la qualité finale des vitrages (conformité des tolérances dimensionnelles et visuelles). Les vitrages bombés représentent à eux seuls un challenge, tant pour leur mise en œuvre que pour leur fabrication.

Les différentes couches de verre seront d'abord traitées thermiquement afin d'améliorer leurs propriétés mécaniques et en faire des verres dits sécurisés. La trempe thermique consiste à chauffer le verre dans un four jusqu'à une température proche de son point de ramollissement (env. 600°C) et puis de le refroidir de manière homogène avec des jets d'air sous pression. L'uniformité de la trempe (refroidissement) est assurée par un système de rouleau faisant des mouvements de va-et-vient. Les verres sont ensuite bombés sur un moule dont la géométrie est assurée par le positionnement spatial des rouleaux.

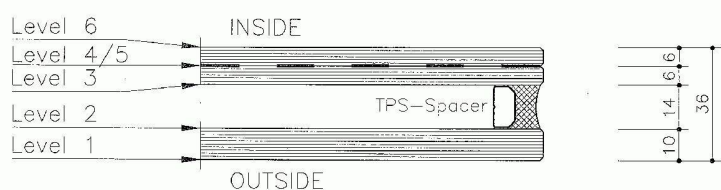
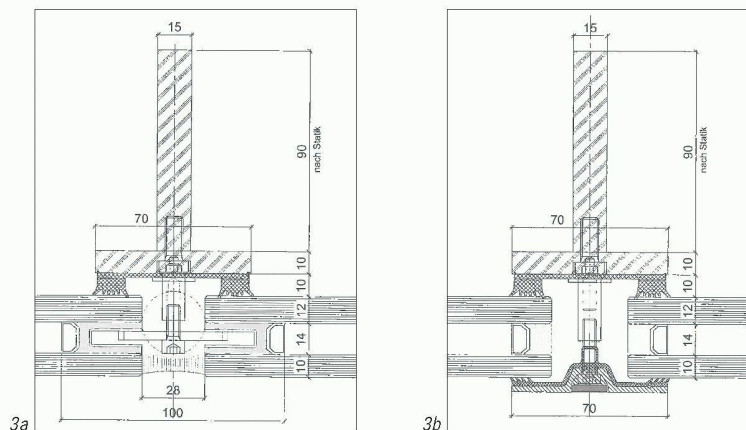


Fig. 3a : Détail joint « Vario » - Façades périphériques

Fig. 3b : Détail joint avec capots serreurs - Façades des patios

Fig. 4 : Vue du dessous de la petite coque (Photo Augusto Da Silva)

(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'auteur.)



Traitement architectural et montage

Le traitement des joints entre les éléments de vitrage a donné lieu à de vives discussions avec les architectes de SANAA, puisque ces éléments affectent directement les choix architecturaux. Il a été convenu de traiter différemment les joints des façades périphériques de ceux des patios. En périphérie, des joints de type « Vario », qui laissent apparaître les arêtes des vitrages adjacents, seront mis en place (fig. 3a). Le joint utilisé est un profilé de silicone extrudé capable de travailler en compression comme en traction. Il doit en outre résister aux sollicitations climatiques (températures, UV, pré-

cipitations, etc). Les joints des patios sont quant à eux munis de capots serreurs en acier thermolaqué (fig. 3b). Ces capots garantissent l'absorption de mouvements plus importants de la façade comparé au système « Vario ». Les arêtes des vitrages ne sont ainsi plus visibles.

La quantité, le poids des vitrages ainsi que la géométrie du bâtiment demandent la mise en place de moyens de stockage, de manutention et de montage spécifiques. Le packaging (colisage) des 700 verres est définie de façon à optimiser la logistique pendant la pose des façades ; le planning de pose respecte strictement l'avancement de la charpente métallique afin de garantir un clos-couvert dans les meilleurs délais. Le conditionnement des vitrages (caisses de bois élingables) permet d'assurer leur protection durant les transports et leur stabilité lors du stockage sur les zones réservées du chantier. La manutention des vitrages de 400 kg sera réalisée à la grue mobile, des voies de roulement seront aménagées en pied de façade. La sécurité des biens et des personnes pendant toutes les étapes de construction de la façade est traitée dans un plan d'action et de contrôle particulier, un document élaboré conjointement entre le façadier et l'entreprise totale.

Pierre-Olivier Spagnol, ing. civil dipl. EPFL
Responsable Façades LC
Losinger Construction SA
Route de Renens 1, CH – 1030 Bussigny



4