

Modern metal framed glazed façades refurbishment: conservation in the energy and ecological transition

Original

Modern metal framed glazed façades refurbishment: conservation in the energy and ecological transition / Marzi, T., Savio, L.. - In: IN SITU. - ISSN 1630-7305. - ELETTRONICO. - 49:(2023).

Availability:

This version is available at: 11583/2976313 since: 2023-02-23T16:38:21Z

Publisher:

Ministère de la Culture

Published

DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

La rénovation de façades vitrées à structure métallique du XX^e siècle et leur préservation dans le cadre de la transition énergétique et écologique

Modern metal framed glazed façades refurbishment: conservation in the energy and ecological transition

Tanja Marzi et Lorenzo Savio

Traducteur : Anaïs Largent



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/insitu/37240>
ISSN : 1630-7305

Traduction(s) :

Modern metal framed glazed façades refurbishment: conservation in the energy and ecological transition - URL : <https://journals.openedition.org/insitu/37183> [en]

Éditeur

Ministère de la Culture

Référence électronique

Tanja Marzi et Lorenzo Savio, « La rénovation de façades vitrées à structure métallique du xx^e siècle et leur préservation dans le cadre de la transition énergétique et écologique », *In Situ* [En ligne], 49 | 2023, mis en ligne le 15 février 2023, consulté le 23 février 2023. URL : <http://journals.openedition.org/insitu/37240>

Ce document a été généré automatiquement le 23 février 2023.



Creative Commons - Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International
- CC BY-NC-ND 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

La rénovation de façades vitrées à structure métallique du xx^e siècle et leur préservation dans le cadre de la transition énergétique et écologique

Modern metal framed glazed façades refurbishment: conservation in the energy and ecological transition

Tanja Marzi et Lorenzo Savio

Traduction : Anaïs Largent

Introduction

- 1 En 1947, Le Corbusier adresse une lettre au président du comité parlementaire de la Commission des Nations unies à New York pour exprimer son inquiétude quant à la dernière évolution du projet de construction du bâtiment du Secrétariat des Nations unies¹, après son exclusion du groupe international d'architectes, dont Oscar Niemeyer et Wallace Harrison faisaient partie. Le projet présentait des façades principales entièrement vitrées avec des murs-rideaux à structure en aluminium, composés de deux couches vitrifiées séparées de 30 cm, sans aucun système de protection solaire². Dans cette lettre, Le Corbusier souligne et explique les dangers de l'utilisation de cette solution technologique ; il prétend aussi avoir inventé la façade à double vitrage connue sous le nom de « mur neutralisant », qu'il a proposée en 1929 pour le projet du ministère de l'Industrie légère de Moscou et qui a été à nouveau proposée – dans son concept général – par Harrison pour le projet de bâtiment du Secrétariat des Nations unies :

– Pour ceux qui vont travailler dans ce bâtiment, les conditions seront insupportables en présence du fort rayonnement solaire, en particulier pendant l'été à New York, en raison des gains thermiques excessifs à travers les surfaces

vitrées. La solution d'Harrison consistant à laisser passer l'air froid entre les deux façades ne règle pas le problème, car il n'empêche pas l'effet de serre.

— Outre l'inconfort, il y a les problèmes liés à la consommation d'énergie pour le chauffage et le refroidissement du bâtiment. Cet aspect, sans doute moins pertinent dans les années 1950, se révélera être une des plus sérieuses lacunes du bâtiment au fil du temps.

- 2 En hiver, en revanche, le problème d'inconfort causé par la basse température en surface du verre pouvait être réglé par le « mur neutralisant », le passage d'air chaud dans l'espace entre les deux couches de verre étant suffisant pour chauffer la surface interne de la façade et réduire l'échange de chaleur radiante avec les bureaux. La façade à double vitrage est toutefois une solution complexe, qui n'a finalement pas été appliquée au ministère de l'Industrie légère de Moscou et qui n'a pas non plus été réalisée dans le bâtiment du Secrétariat des Nations unies, car trop coûteuse.
- 3 En conclusion, Le Corbusier définit la solution de Harrison comme un désastre technique couru d'avance et affirme qu'il est impossible de construire un bâtiment vitré à New York sans protection solaire et sans un « mur neutralisant ».
- 4 La solution technologique adoptée pour les larges façades vitrées du bâtiment du Secrétariat accentue davantage les problèmes décrits par Le Corbusier : pour des raisons économiques, la double façade a été abandonnée, et un mur-rideau simple, très léger, a été installé avec une structure en aluminium ancrée directement dans les étages. La façade réalisée semble exceptionnellement légère et caractérise fortement l'esthétique du bâtiment, contrairement aux façades latérales aveugles revêtues de marbre.
- 5 Dans ce « palais de verre », la transparence totale devient iconique et métaphorique ; elle est emblématique du langage architectural contemporain qui influencera beaucoup de projets – plus ou moins importants – dans le monde entier.
- 6 Toutefois, dès les premières années, les limites de la solution technologique adoptée sont apparues, principalement l'inconfort thermique et l'éblouissement excessif. L'application ultérieure de films réfléchissants sur la paroi interne du verre n'a pas semblé suffisante pour résoudre les problèmes thermiques et a modifié l'image du bâtiment. Cela a aussi provoqué du stress thermique sur le verre, ce qui, dans certains cas, l'a conduit à se casser. Au fil du temps, des remplacements partiels ont été faits en verre feuilleté de différentes couleurs, quelques panneaux d'allège ont été cassés et la structure en aluminium a rouillé, en raison d'infiltrations et du phénomène de condensation. En 2012, le mur-rideau des années 1950 a été complètement retiré et une nouvelle façade double a été installée, capable d'assurer de meilleures performances en termes de confort, d'économie d'énergie et de sécurité. La nouvelle façade reprend l'aspect et les couleurs initiales et est attachée à la structure à cadre rigide du bâtiment avec des plaques de stabilisation³.

Problèmes de préservation des façades vitrées à structure métallique du xx^e siècle

- 7 Dans sa lettre de 1947, Le Corbusier analyse de manière incroyablement précise des problèmes qui non seulement se sont avérés fondés, mais qui aujourd'hui – à cause des objectifs énergétiques et environnementaux actuels liés au défi mondial du changement climatique – sont cruciaux dans la sauvegarde et la conservation du

patrimoine du xx^e siècle. Dans beaucoup d'architectures reconnues pour leur valeur culturelle, les façades vitrées à structure métallique, innovantes à l'époque de leur construction, jouent un rôle central par leur expression architecturale et leur fonctionnalité. La plupart d'entre elles sont considérées comme absolument non durables dans le contexte actuel d'exigences de décarbonation et de réduction de l'impact énergétique et environnemental des bâtiments. De plus, elles souffrent souvent d'un manque de performance du point de vue énergétique et environnemental du fait de leur conception elle-même (tel que le bâtiment du Secrétariat du siège des Nations unies), d'éventuels problèmes dans la phase d'exécution des travaux (les systèmes technologiques innovants de l'architecture contemporaine ne pouvaient s'appuyer sur l'expérience accumulée au fil du temps dont bénéficiait l'architecture traditionnelle), de la dégradation en raison du manque d'entretien, de la présence de substances nocives pour la santé humaine (fibres d'amiante). Le besoin de rénovation énergétique des bâtiments du xx^e siècle, conformément aux normes en vigueur en matière d'efficacité de consommation d'énergie et, en général, aux enjeux essentiels de responsabilité environnementale, entre bien souvent en conflit avec la nécessité de préserver l'architecture contemporaine en tant que représentation de notre culture et de notre histoire. La réhabilitation de ce patrimoine architectural est contrainte d'agir entre ces deux positions souvent contradictoires :

– la conformité avec les réglementations nationales et régionales sur les performances énergéto-environnementales des bâtiments qui sont étroitement liées aux défis mondiaux et politiques (La Conférence sur les changements climatiques des Nations unies - COP21, Paris, 2015 ; Green Deal européen) comme par exemple en Europe, les directives spécifiques pour la décarbonation du parc immobilier d'ici 2050 (Directive européenne sur la performance énergétique des bâtiments DEPEB de 2002, actualisée en 2018),

– la nécessité de préserver le patrimoine de l'architecture du xx^e siècle, détenteur de valeurs culturelles fondamentales pour nos sociétés et histoires.

- 8 Dans cette situation contrastée, le mur-rideau « inefficace » qui puise son inspiration dans le concept emblématique de « palais de verre » – si important pour le langage de l'architecture contemporaine – occupe la position la plus inconfortable.
- 9 La publication récente *Reglazing Modernism. Intervention Strategies for 20th century Icons*⁴ illustre, à travers des études de cas représentatives d'interventions dans les quinze dernières années, différentes attitudes et orientations en vue de la réhabilitation des façades vitrées à structure métallique. Cela aide les concepteurs et les personnes impliquées dans leur protection en leur donnant les bases culturelles pour aborder sciemment le problème de la conservation et de l'ajustement de performance. Pour les œuvres du xx^e siècle internationalement reconnues, il est essentiel de trouver un compromis entre la conservation et la rénovation de performance énergétique. Bien plus incertaine est la situation des œuvres « mineures » du patrimoine contemporain au sens large, qui sont importantes, mais ne font pas l'objet de mesures spécifiques de protection.
- 10 En Italie, par exemple, la protection du patrimoine architectural se fonde sur le Code du patrimoine culturel et du paysage depuis 2004 et sur l'action des surintendances, dépendant du MiC (ministère de la Culture), qui autorisent les interventions de transformation des bâtiments soumises à des restrictions. La protection des édifices les plus récents est très encadrée par la loi : si leur auteur est vivant ou si leur réalisation

remonte à moins de soixante-dix ans, ils ne peuvent pas être déclarés « biens d'intérêt culturel » et donc bénéficier des mesures applicables aux Œuvres publiques des Surintendances. Cette limite à la possibilité d'imposer une loi de protection n'existe pas dans beaucoup de pays tels que la France ou la Belgique ; en Italie, cela compromet fortement la possibilité de préserver le langage architectural et les technologies modernes de la seconde moitié du xx^e siècle. Il est également important de noter qu'en Italie, dans la période actuelle de crise du secteur de la construction, la plupart des interventions de construction concernent la réhabilitation du parc immobilier existant plutôt que de nouvelles constructions, avec l'impulsion considérable donnée par les mesures d'incitation à l'efficacité énergétique. Les aides économiques (qui permettent de récupérer jusqu'à 60 % des dépenses en dix ans) sont accordées lorsque les interventions de rénovation améliorent la performance énergétique des installations techniques, et respectent les exigences d'isolation thermique des différents éléments de l'enveloppe de l'édifice (murs, toits, fenêtres, sols). Dans ce cadre de référence, les édifices contemporains qui ne bénéficient pas de protection sont souvent l'objet de transformations radicales, purement fonctionnelles pour les économies d'énergie, étant donné qu'il est pratiquement impossible que dans leur état d'origine ils répondent aux exigences minimales d'isolation thermique fixées de nos jours par la loi.

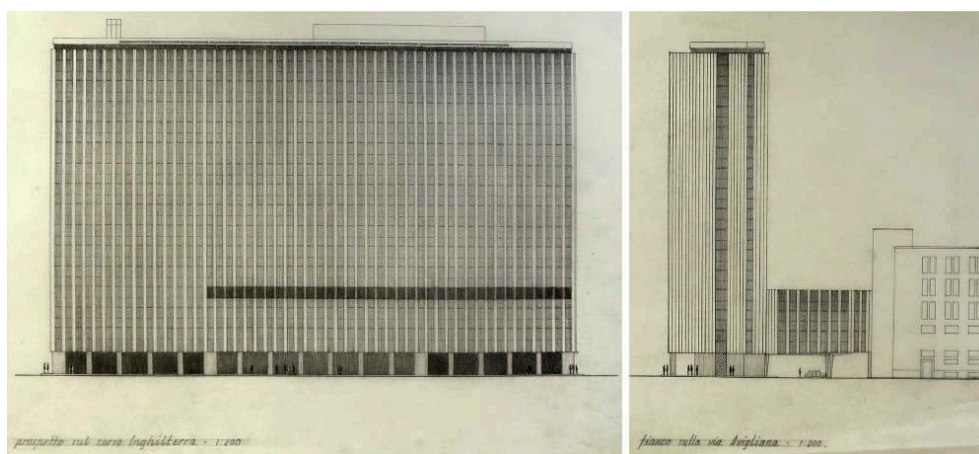
- 11 Le remplacement des façades vitrées à structure métallique contemporaines semble inévitable. S'il est difficile de définir une bonne approche dans la recherche d'un compromis entre conservation et amélioration de performance, il est toujours possible et même fondamental d'élargir nos connaissances sur les différentes possibilités d'intervention en documentant de façon critique les études de cas et les expériences concrètes.
- 12 Les études de cas décrites ci-après représentent plusieurs approches d'intervention de réhabilitation des éléments vitrés d'immeubles de bureaux italiens considérés comme caractéristiques de l'architecture du xx^e siècle et importants pour la définition du langage architectural contemporain, même si ce ne sont pas des icônes de renommée internationale comme le bâtiment du Secrétariat des Nations unies.
- 13 L'intervention sur la façade du bâtiment SIPTTEL à Turin est une véritable rénovation, visant à améliorer la performance énergétique ; quelques éléments originaux ont été préservés, mais elle a été modifiée d'une manière fonctionnelle à cet effet.
- 14 L'intervention sur l'ancien siège de Campari à Milan, au contraire, a complètement remplacé le mur-rideau d'origine, en proposant une façade nouvelle, différente, qui d'une certaine manière, tente de réinterpréter l'original.
- 15 Le Palazzo Galbani à Milan et le gratte-ciel de la RAI à Turin ont des murs-rideaux dans leur état d'origine, sauvegardés dans le premier cas durant la rénovation du bâtiment et dans le second, courant le risque de futures transformations incertaines.

La façade du « gratte-ciel horizontal » de SIPTTEL à Turin

- 16 L'immeuble des bureaux de SIPTTEL (opérateur de téléphonie italien), conçu par Ottorino Aloisio (1902-1986), a été construit sur le corso Inghilterra, à Turin, entre 1967 et 1970. Le volume principal, de quinze étages, est conçu comme une « lame » au-dessus d'un bloc entier (un peu moins de 90 m), il possède une structure en béton armé, visible

au premier étage, une organisation intérieure simple, et des façades avec une trame régulière et de la modularité⁵. La façade principale se caractérise par une composition modulaire avec des pilastres verticaux qui divisent en trois parties la portée libre des piliers [fig. 1].

Figure 1

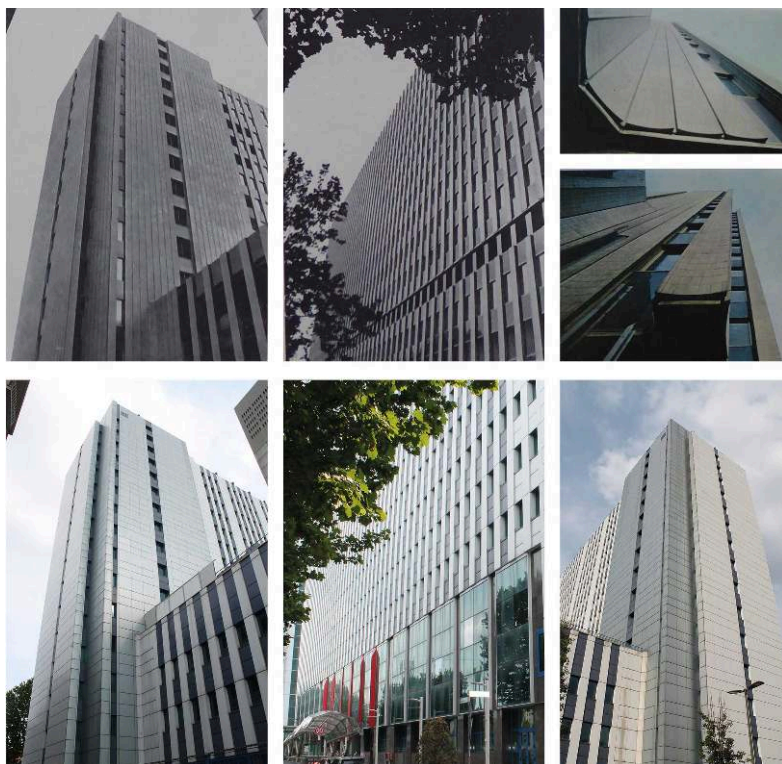


Immeuble des bureaux de SIPTEL à Turin (Italie), architecte Ottorino Aloisio (1967-1970). Élévations sur le corso Inghilterra (à gauche) et sur la via Avigliana (à droite), 1966. Dessins conservés au Civici Musei del Comune di Udine, Galleria d'Arte Moderna di Udine - GAMUD, Gallerie del Progetto, Archivio Ottorino Aloisio (Cart. « Palazzo Sip. Studi, 1966 »).

© Ottorino Aloisio / reproduction GAMUD.

- 17 Les fenêtres grises en aluminium anodisé et les allèges sont placées sur un plan en retrait, entre les piliers revêtus de clinker bleu. Les modules opaques des façades sont constitués de panneaux isolants recouverts de verre fumé. La composition rigoureuse de la façade, simple et monumentale, est le résultat d'une grande recherche formelle de l'architecte, qui a décidé d'adoucir la répétition du motif vertical avec une « coupure » asymétrique horizontale créée par des fenêtres en bandeau. Les façades latérales sont aussi revêtues de clinker et présentent un relief vertical créé par les fenêtres en retrait du nu de la façade. Vers la fin des années 1970, les carreaux de clinker ont été remplacés par du plâtre pigmenté en raison de quelques détachements et des problèmes de sécurité qui en découlaient. Le design d'Aloisio a été modifié tout en conservant l'équilibre entre masses et couleurs. En 2005, après le transfert de propriété à la province de Turin (aujourd'hui la métropole de Turin), un projet de réhabilitation fonctionnelle et de reconversion a été élaboré, selon les exigences en vigueur en matière d'accessibilité, de sécurité et d'efficacité énergétique [fig. 2].

Figure 2



Immeuble des bureaux de SIPTEL à Turin (Italie). Comparaison entre le bâtiment d'origine – en haut (photos extraites de *Vita e opere dell'architetto udinese Ottorino Aloisio*, Marco Pozzetto, Edizione privata, Turin, 1977, p. 193-202) – et après restauration.

© photographes inconnus (en haut) © Lorenzo Savio et Tanja Marzi (en bas).

- 18 Le projet vise à améliorer les performances énergétiques du bâtiment au moyen d'importantes interventions sur les façades : l'isolation thermique extérieure est appliquée avec un nouveau revêtement en métal des piliers, les fenêtres sont remplacées, une isolation et des panneaux photovoltaïques sont ajoutés aux allèges. Cette première proposition suit clairement et efficacement les principes d'une bonne intervention de rénovation énergétique sans aucune considération pour la composition architecturale d'origine, dont elle efface la verticalité des piliers, la coupure horizontale des fenêtres en bandeau et les ruptures verticales des façades latérales. L'allège devient simplement fonctionnelle, soutenant le panneau photovoltaïque, une excellente opportunité pour l'équilibre énergétique du bâtiment, mais qui ne tient pas compte des recherches formelles d'Aloisio et du beau contraste entre les clinkers bleus et le verre transparent et fumé. Durant le projet, le studio Rosani (chargé de la conception architecturale) a élaboré plusieurs versions de la façade avec différentes compositions de couleurs bleues et blanches du nouveau revêtement métallique. L'édifice, malgré la mort d'Aloisio en 1986, n'a jamais fait l'objet d'une mesure de protection (déclaration de bien d'intérêt culturel), raison pour laquelle seule la commission des Bâtiments de la municipalité de Turin, et non la surintendance, peut prendre position sur le projet. Au début, la commission a demandé à mieux intégrer le projet, avec des documents montrant la relation chromatique entre le revêtement et les panneaux photovoltaïques, et a suggéré de les déplacer sur la façade sud. Par la suite, le concepteur a renoncé à intégrer le photovoltaïque à la façade ; puis, la commission a exigé une nouvelle solution, avec une façade architecturale qui respecterait davantage

la structure d'origine, fondée sur la verticalité, et a demandé de restaurer la coupure verticale sur la façade latérale sud-ouest. L'intervention réalisée conserve la structure des piliers et le plâtre des années 1970. Le mur extérieur est revêtu de panneaux en alliage d'aluminium prépeint. Ces nouveaux éléments présentent, de l'intérieur à l'extérieur : une plaque en alliage d'aluminium en contact avec le mur existant, un noyau de polyéthylène extrudé, une autre plaque en aluminium espacée de l'isolation de quelques centimètres pour la ventilation, sans que cela ne constitue une véritable façade ventilée⁶. Le revêtement des allèges et des linteaux a été démonté pour enlever les panneaux en fibro-ciment, et revêtu comme dans le cas des piliers, mais en utilisant des éléments en alliage d'aluminium bleu clair. La disposition préexistante pour l'intégration du photovoltaïque a été maintenue au niveau de l'allège. Les nouvelles portes (rez-de-chaussée) et fenêtres sont en profilé d'aluminium 6060 avec isolant thermique et double vitrage isolant à faibles émissions⁷.

- 19 La « coupure » horizontale asymétrique disparaît et devient la limite supérieure d'un habillage de verre qui souligne les éléments structurels et modifie davantage le modèle original.
- 20 Dans l'ensemble, l'intervention est efficace en tant que « rénovation énergétique », mais elle met en lumière une attitude dangereuse, où le projet original (publié, reconnu par la critique, et apprécié précisément pour sa recherche de formes et de composition de ses façades) peut être modifié sans trop de problèmes et être fonctionnel pour d'autres usages.

Les murs-rideaux de « La Serenissima », bureaux de Campari à Milan

- 21 La construction du nouvel immeuble des bureaux de Campari, appelé « La Serenissima », via Turati, à Milan, a été achevée en 1964. Le projet des frères architectes Ermenegildo (1918-2013) et Eugenio (1906-1993) Soncini, composé de quatre blocs (trois de bureaux et un résidentiel) fermant une cour intérieure, est fortement marqué par la perméabilité du rez-de-chaussée et par les murs-rideaux sur la via Turati et la via Cavaliere. Le mur-rideau côté via Turati a un agencement modulaire ordonnancé par la structure métallique visible. Le verre Sécurit bronze « Parsol » a été utilisé dans les fermetures du rez-de-chaussée et dans les fenêtres qui peuvent être ouvertes par rotation sur un axe central (avec du verre isolant « Thermopane »), le verre « Emalit » coloré a été utilisé pour les allèges [fig. 3]. La façade est teintée, mais elle est entièrement vitrée et illumine les larges espaces ouverts des bureaux [fig. 4]. Le mur-rideau sur la via Cavaliere a principalement des panneaux opaques, mais avec des vitrages extérieurs qui reflètent la façade de la « Ca' Brutta », un bâtiment résidentiel au caractère monumental achevé en 1921 à partir du projet de l'architecte Giovanni Muzio (1893-1982) et restauré conformément à l'original en 2016 [fig. 5]. Tous les systèmes de murs-rideaux ont été produits par l'entreprise A. Bombelli, installée à Lambrate, dans l'agglomération milanaise, qui a collaboré avec beaucoup d'architectes importants du début et de la deuxième moitié du xx^e siècle à Milan et dans l'ensemble de l'Italie, produisant des façades et des systèmes de fenêtres innovants⁸. Tout comme pour le bâtiment de SIPTEL, c'est un bâtiment hautement emblématique de la production architecturale contemporaine, mais non protégé, pour lequel les interventions de transformation sont autorisées.

Figure 3

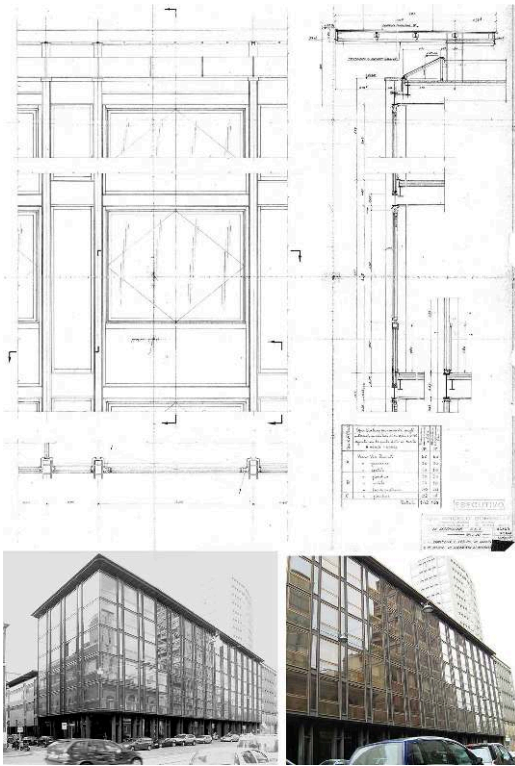


La façade principale de la Serenissima sur la via Turati à Milan (Italie) et le cahier des charges du système de vitrage. Extrait de « La "Serenissima" a Milano », *Trasparenze*, n° 3, septembre 1970.

© photographe inconnu.

- 22 La Serenissima, après sa désaffectation et une longue période d'abandon, a été rachetée en 2008 par la banque Morgan Stanley qui a lancé un projet de rénovation pour la transformer en espace locatif, après un concours gagné par le cabinet milanais Park Associati, qui était déjà intervenu dans la rénovation du bâtiment Generali du 32 via Tiziano à Milan (achevée en 2008).
- 23 Réalisée entre 2010 et 2012, la rénovation garde le volume et la structure existants en modifiant le rez-de-chaussée, l'agencement intérieur, les façades et la cour intérieure⁹. L'édifice a obtenu la certification Leed (Leadership in Energy and Environmental Design) niveau Or, grâce, là aussi, à la transformation et au remplacement intégral de l'enveloppe du bâtiment des années 1960 (le mur-rideau des façades intérieures et extérieures), qui, comme beaucoup d'autres exemples contemporains, est complètement inadaptée aux normes énergétiques actuelles en raison de ses grandes surfaces vitrées et des nombreux ponts thermiques liés à la structure apparente¹⁰.

Figure 4



Le projet d'exécution du mur-rideau de la Serenissima à Milan (Italie) réalisé par Angelo Bombelli en 1964. La façade principale après la construction du bâtiment (à gauche) et avant la dernière rénovation (à droite), années 1960.

© Park Associati.

Figure 5



La façade de la Serenissima sur la via Cavaliere à Milan (Italie) avant l'intervention reflétant la Ca' Brutta.

© Park Associati.

- 24 La nouvelle façade sur la via Turati conserve la structure apparente, tout comme dans la composition d'origine des frères Soncini, mais le mur-rideau a été remplacé par une façade à haute performance en matière d'isolation thermique et acoustique constituée de modules préfabriqués en aluminium [fig. 6]. Les modules sont installés au nu intérieur de la structure, éliminant tous les ponts thermiques. Ce recul d'environ 35 cm de la façade réduit la superficie utilisable, la perte étant partiellement compensée par la clôture de certaines parties du rez-de-chaussée, où de nouveaux espaces commerciaux ont été créés¹¹. Les nouveaux modules modifient l'apparence de la façade en introduisant des parties opaques, fonctionnelles pour l'intégration d'éléments techniques et les différentes divisions internes des espaces, nécessaires pour le nouvel usage du bâtiment en tant qu'espace locatif. La façade donnant sur la Cà' Brutta a aussi été complètement remplacée, mais la composition d'origine et le principe de reflet du chef-d'œuvre de Muzio ont été intégralement conservés, en utilisant des panneaux de verre laqués gris en finition.
- 25 Le remaniement des façades extérieures peut être considéré comme un compromis entre la conservation de la configuration initiale, modifiée, mais avec un regard critique pour conserver les principales lignes de composition, et une adaptation fonctionnelle au nouvel usage du bâtiment et aux besoins en matière d'efficacité énergétique¹².

Figure 6



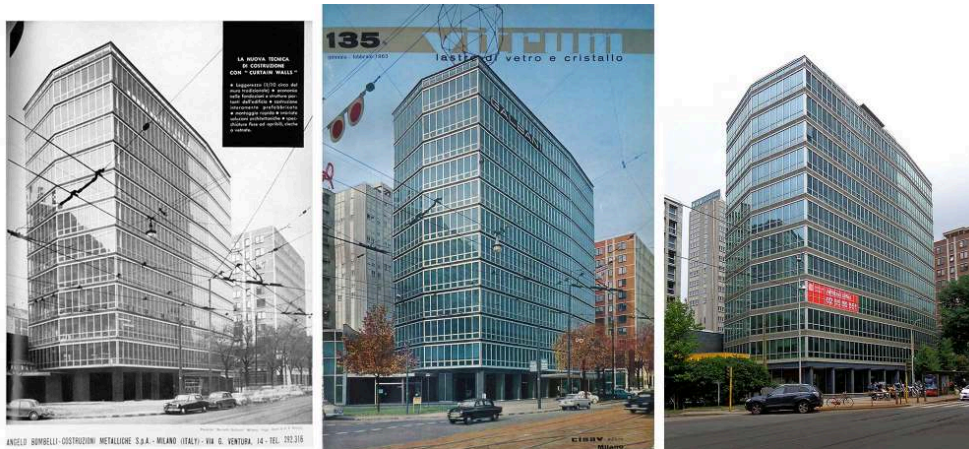
La façade principale de la Serenissima (en haut) et la façade via Cavalieri (en bas) après l'intervention à Milan (Italie), 2012.

© Andrea Martiradonna.

Le mur-rideau du Palazzo Galbani à Milan

- 26 Le complexe du Palazzo Galbani a été construit à Milan de 1956 à 1959, avec dès l'origine une affectation de bâtiment administratif de représentation pour l'entreprise Galbani. Ce projet est le résultat de l'étroite collaboration entre Eugenio et Ermenegildo Soncini et Giuseppe Pestalozza ainsi que Pier Luigi Nervi (1891-1979) pour la conception structurelle. Ses dimensions respectent les recommandations volumétriques établies par le plan détaillé du Centre d'affaires de Milan, élaboré pour la mise en œuvre du Plan général d'urbanisme de 1953.
- 27 Il se compose d'un immeuble de bureaux de douze étages [fig. 7], d'une tour octogonale allongée et de deux ailes basses, l'une au sud (qui abrite une banque) et l'autre au nord (desservant le hall d'entrée d'un restaurant situé au premier étage du bâtiment principal)¹³.
- 28 L'étage courant, complètement exempt de piliers (un des premiers exemples en Italie pour un immeuble de bureaux), a une portée libre de 15 m de large qui permet une flexibilité de distribution maximale, de manière à ce que le hall principal, d'environ 300 m² (15 x 21 m), puisse être divisé en fonction des besoins avec des cloisons mobiles conçues selon un système modulaire de 92 x 92 cm. Ainsi, l'espace utilisable représente plus de 70 % du total, comparé aux 50-55 % habituellement disponibles dans les immeubles de bureaux avec des structures traditionnelles.

Figure 7

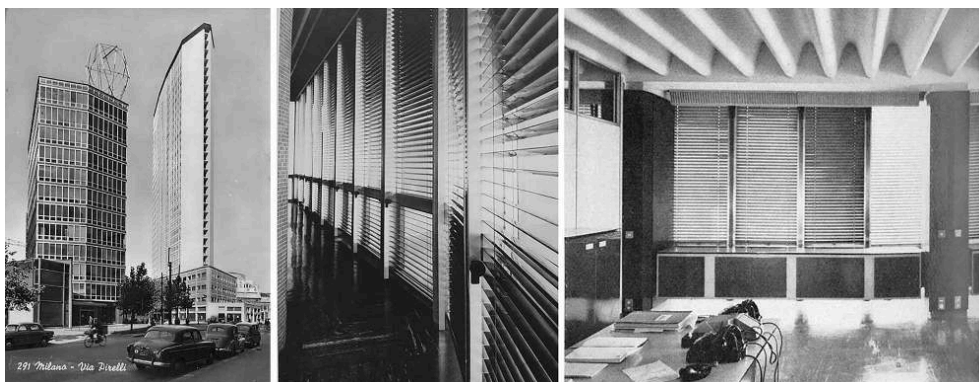


Palazzo Galbani à Milan (Italie). **À GAUCHE** : publicité de la société Angelo Bombelli qui a réalisé le mur-rideau, publiée dans *L'Architettura. Cronache e storia*, n° 75, 1962. **AU CENTRE** : couverture du n° 135 de la revue *Vitrum* de 1963 publiée par le CISAV (Centre d'information italien pour la recherche et l'application du verre dans la construction et le design d'intérieur). **À DROITE**, vue du Palazzo Galbani en 2020.

© A. Bombelli © photographe inconnu © Lorenzo Savio et Tanja Marzi.

- 29 Un plan de forme prismatique et asymétrique, fuselé aux extrémités du bâtiment, reflète le schéma des déplacements des personnes dans les différents étages, plus intenses dans la partie centrale, à l'arrivée des escaliers, et minimaux aux extrémités. Au dernier niveau, celui de la direction, se trouve une terrasse abritée du vent et accessible depuis les portes du hall et des bureaux principaux.
- 30 La solution structurelle adoptée par Nervi – qui, avec sa propre entreprise, Nervi et Bartoli, à Rome, a aussi réalisé tous les travaux en béton armé – est celle d'un squelette composé de quelques piliers sur lesquels reposent des dalles de plancher préfabriquées ondulées spéciales, avec des poutres ondulées, fonctionnant comme une structure autoportante. Les dimensions structurelles sont ainsi réduites au minimum, garantissant, d'un côté, une flexibilité de distribution maximale nécessaire pour un immeuble de bureaux, et de l'autre, les fins plis des sols – constitués d'éléments préfabriqués en forme de V [fig. 8] – laissés nus sur l'intrados des sols eux-mêmes – créant une vague scénographique également visible de l'extérieur à travers les plaques de verre de l'enveloppe du bâtiment, facteur important dans la cohérence figurative de l'immeuble¹⁴.

Figure 8



À GAUCHE : le Palazzo Galbani à Milan (Italie) et le gratte-ciel Pirelli voisin (carte postale conservée dans les archives Bombelli). **AU CENTRE ET À DROITE** : mur vitré « Parsol » de l'aile de service avec stores vénitiens brise-soleil ; espace intérieur d'un bureau avec vue sur les dalles ondulées du plancher conçues par Nervi (photographies extraites de *L'Architettura. Cronache e storia*, n° 75, 1962).

© photographes inconnus.

- 31 Les murs-rideaux en aluminium anodisé des façades ont été réalisés par l'entreprise Bombelli de Milan. D'un point de vue technologique, un des aspects les plus intéressants était la ventilation naturelle (tous les intérieurs étaient aussi climatisés), obtenue avec l'ouverture simultanée (grâce à un pantographe) de la partie basse de chaque fenêtre et des petites ouvertures de ventilation situées dans la partie haute, invisibles du dehors car elles sont protégées par un bandeau fait d'ailettes en aluminium avec des lamelles ressemblant à celles d'un radiateur. Le choix de ce système d'ouverture à pantographe a été dicté par le désir de conserver le simple volume de verre des façades intact même lorsque les éléments étaient ouverts, sans altérer la linéarité du bâtiment [fig. 9].

Figure 9



Palazzo Galbani à Milan (Italie), architectes Eugenio et Ermenegildo Soncini, Giuseppe Pestalozza, Pier Luigi Nervi (1956-1959). **À GAUCHE** : mur-rideau d'origine avec plaque de verre « Parsol » athermique et système d'ouverture pantographe des fenêtres qui n'altère pas la linéarité du bâtiment. Dessin extrait de *Vitrum*, n° 135, 1963. **AU CENTRE** : mur-rideau d'origine. Photographie extraite de *Vitrum*, n° 135, 1963. **À DROITE**, détail du nouveau système d'ouverture des fenêtres, juillet 2021.

© Eugenio et Ermenegildo Soncini, Giuseppe Pestalozza, Pier Luigi Nervi © photographe inconnu © Lorenzo Savio et Tanja Marzi.

- 32 À l'époque de la construction, les innovations relativement récentes dans la fabrication du verre ont été adoptées pour le mur-rideau et un verre « Parsol » athermique bleu-vert a été choisi : ces plaques trempées absorbant la chaleur ont été produites par Saint-Gobain dans l'usine italienne de Pise ; elles sont en verre teinté spécial, teinté dans la masse par l'ajout d'oxydes métalliques, qui donne une apparence colorée et permet une réduction de la transmission lumineuse, solaire et thermique, et assure donc un meilleur bilan d'efficacité énergétique par la réduction des gains solaires.
- 33 La couleur choisie pour l'anodisation des bandeaux en aluminium des cadres des ouvertures à pantographe et pour les stores vénitiens (une teinte bleutée appelée « canon de fusil », contrastant chromatiquement avec celle du cristal « Parsol »), rendait les stores vénitiens presque invisibles du dehors, qu'ils soient levés ou descendus. De cette façon, l'image extérieure du bâtiment était immuable, dans son jeu de reflets, évitant le désordre qu'auraient généré les différentes positions des stores vénitiens s'ils avaient été visibles, afin de garantir l'invariabilité esthétique des surfaces de l'enveloppe du bâtiment¹⁵. Enfin, on a obtenu un relief accentué des surfaces argentées de l'aluminium, rehaussant, avec l'anodisation, le jeu d'ombres des profilés en aluminium qui constituent le mur-rideau.
- 34 Le bâtiment, situé via Fabio Filzi, dans le centre d'affaires de Milan, juste en face du gratte-ciel Pirelli (autre exemple extraordinaire de collaboration entre architectes – le studio de Gio Ponti – et ingénieurs – à nouveau Pier Luigi Nervi associé à Arturo Danusso), est actuellement utilisé conformément à ses fonctions d'origine d'immeuble de bureaux et de restaurant dans l'aile latérale. Au fil des années, quelques interventions de rénovation ont été menées, incluant la suppression du système de ventilation naturelle d'origine avec ouverture par pantographe des fenêtres alors que la plus grande partie des fenêtres, fixes au départ, ont été rendues mobiles avec un type d'ouverture vers l'extérieur basculant vers le haut [fig. 10]. Malgré ces changements, la paroi originale du mur-rideau et les matériaux ont été préservés tout en gardant la perception générale de la façade pratiquement inchangée.

Figure 10



Façade du Palazzo Galbani à Milan (Italie) donnant sur la via Filzi, architectes Eugenio et Ermenegildo Soncini, Giuseppe Pestalozza, Pier Luigi Nervi (1956-1959). **À GAUCHE** : élévation extraite de *Vitrum*, n° 135, 1963. **AU CENTRE** : mur-rideau d'origine, photo extraite de *Vitrum*, n° 135, 1963. **À DROITE** : état actuel de conservation du mur-rideau, juillet 2021.

© Eugenio and Ermenegildo Soncini, Giuseppe Pestalozza, Pier Luigi Nervi © photographe inconnu © Lorenzo Savio et Tanja Marzi.

Gratte-ciel du siège de la RAI à Turin

- 35 Le gratte-ciel du siège de la RAI (Radio et Télévision italienne) à Turin [fig. 11] a été construit entre 1962 et 1968 dans le cadre d'un programme de renforcement général des infrastructures de la société nationale de radio et télévision publique pour accueillir ses équipements, ses sièges administratifs, ses services centraux et régionaux.

Figure 11



Vues comparatives du gratte-ciel du siège de la RAI vu depuis la piazza XVIII Dicembre (Turin, Italie). **À GAUCHE** : construction du site, un peu avant 1968, photo conservée dans les archives du Politecnico di Torino. **AU CENTRE** : dans les années 1960, photo conservée au Politecnico di Torino, archives de la bibliothèque « Roberto Gabetti » (fonds Morelli). **À DROITE** : en 2020.

© photographe inconnu / reproduction archives Politecnico di Torino © Riccardo Moncalvo © Lorenzo Savio et Tanja Marzi.

- 36 Le projet d'Aldo Morbelli (1903-1963) et Domenico Morelli (1900-1998), avec Domenico Bagliani, Vittorio Defabiani et Fabrizio De Miranda (1926-2015) pour les structures, est innovant à bien des égards grâce au choix d'une structure en acier, en accord avec les besoins en termes de durée et de coût de construction¹⁶. Le volume principal, le « gratte-ciel », mesure plus de 70 m de haut avec dix-huit étages au-dessus du sol, et surplombe la piazza XVIII Dicembre à l'arrière, tandis que l'intégration au plan d'urbanisme historique est assurée par la présence sur la via Cernaia d'un volume dont les dimensions sont proportionnées au contexte, respectant la composition des bâtiments environnants, mais avec des caractéristiques contemporaines. Les architectes ont décidé de créer une configuration volumétrique complexe qui visait clairement les nouvelles exigences techniques et fonctionnelles (de par ses matériaux et son architecture) et en même temps, qui « maintenait les lignes architecturales dans les limites du maximum de simplicité et de compositions traditionnelles, afin de déranger le moins possible les architectures de valeur qui sont toujours préservées dans l'environnement proche¹⁷ ». L'enveloppe du bâtiment, divisée en modules avec un squelette structurel, se caractérise clairement par un système de mur-rideau en aluminium et à double vitrage [fig. 12]. Le grinatal, un alliage spécial d'aluminium et de silicone qui prend une couleur gris-violet particulière, a été utilisé pour couvrir les poutres en façade et d'autres parties intérieures¹⁸.

Figure 12



À GAUCHE : publicité de la société Alasco Malugani qui a réalisé le mur-rideau du gratte-ciel de la RAI (Turin, Italie) publiée dans *L'Architettura. Cronache e storia*, n° 158, 1968. **AU CENTRE** : vue initiale du mur-rideau, photo conservée au Politecnico di Torino, archives de la bibliothèque « Roberto Gabetti » (fonds Morelli). **À DROITE** : état de conservation actuel, 2020.

© Alasco Malugani © Riccardo Moncalvo © Lorenzo Savio et Tanja Marzi.

- 37 Le mur-rideau a été conçu sur mesure en collaboration avec la société Alasco Malugani, en utilisant des éléments préfabriqués au sein d'un projet complexe. Après plusieurs versions d'exécution et tests sur prototypes¹⁹, la façade propose un langage architectural homogène, avec des ouvertures dans les différentes parties de l'édifice apportant rythme et modularité. L'utilisation de l'aluminium naturel anodisé et du verre répond non seulement au besoin de linéarité et de luminosité, mais aussi à celui d'un faible coût d'entretien, en valorisant les qualités intrinsèques de longévité des matériaux²⁰. Le bâtiment nécessitait des systèmes complexes et délicats qui, à l'époque de la construction, comptaient parmi les plus modernes en Italie, comme le système d'air climatisé, alors que les stores vénitiens et les nombreuses lampes permettaient de créer les meilleures conditions de luminosité à n'importe quel moment de la journée [fig. 13].
- 38 Le bâtiment du siège de la RAI, conservé dans sa configuration d'origine, est fermé et inutilisé depuis 2014, partiellement en raison de la présence d'amiante dans certains composants internes (ainsi que dans les joints des cadres des fenêtres). En 2021, le bâtiment a été vendu à une entreprise immobilière, et en 2022, des opérations de désamiantage devraient commencer. Le projet de réhabilitation à venir, qui transformera probablement le bâtiment en résidence et hôtel de luxe, devra inmanquablement envisager l'adaptation à de nouvelles fonctions et aux besoins énergétiques et environnementaux, nécessitant des interventions sur l'enveloppe du bâtiment.
- 39 Étant donné son rôle dans le patrimoine architectural italien, le bâtiment a été sélectionné et classé dans le recensement national des architectures remarquables de la deuxième moitié du xx^e siècle par le ministère de la Culture italien²¹ mais, comme le bâtiment a moins de soixante-dix ans, il ne peut être protégé, conformément à la loi italienne. Le gratte-ciel de la RAI, classé comme « bâtiment récent » dans le plan d'urbanisme PRGC²², peut faire l'objet de rénovation²³, une intervention qui imposerait de répondre à des performances thermiques minimales, à l'échelle globale pour le bâtiment dans son ensemble, mais aussi à l'échelle fine de certains composants individuels modifiés par le projet²⁴. Par exemple, selon le décret ministériel DM 26-06-2015, les parties de la façade faisant l'objet de rénovation devraient atteindre,

après l'intervention, une transmission thermique U, incluant les ponts thermiques, inférieure à 1,9 W/m²K, à partir du 1^{er} juillet 2015 et 1,4 W/m²K à partir du 1^{er} janvier 2021.

- 40 La rénovation énergétique impose des choix sur l'enveloppe du bâtiment pour lequel il est possible d'identifier différents scénarios en fonction des niveaux d'intervention. Évidemment, une intervention qui assurerait la sécurité (en particulier en ce qui concerne le désamiantage), et l'éventuelle réutilisation mais aussi la préservation de l'enveloppe du bâtiment, en respectant les caractéristiques de la composition du complexe, serait souhaitable.

Figure 13



À GAUCHE : espace intérieur d'un bureau du siège de la Rai (gauche). Photo conservée dans les archives du Politecnico di Torino, archives de la bibliothèque « Roberto Gabetti » (fonds Morelli). **AU CENTRE ET À DROITE** : état de conservation en 2020, le mur-rideau d'origine et les stores vénitiens comme système d'ombrage ont été conservés.

© Riccardo Moncalvo © Lorenzo Savio et Tanja Marzi.

- 41 La conservation de l'enveloppe du bâtiment d'origine, toutefois, s'avérera probablement incompatible avec les niveaux de performance exigés par les réglementations d'économie d'énergie et d'efficacité actuelles, à moins que ces nouvelles exigences soient assurées par une nouvelle « enveloppe » interne. Dans ce cas, les modifications externes pourraient être minimales.
- 42 Même dans la législation complexe, et parfois vague, sur la rénovation énergétique (qui autorise la conservation de l'enveloppe du bâtiment même si elle ne répond pas efficacement aux problèmes environnementaux), trouver de telles solutions pourrait cependant ne pas être la meilleure option d'un point de vue aussi bien éthique qu'économique, compte tenu des coûts élevés de maintenance et de gestion requis pour maintenir des niveaux adéquats de confort interne. L'investissement considérable nécessaire à la réhabilitation et à la rénovation conduira probablement à chercher des solutions qui visent à limiter les coûts d'intervention et de gestion.
- 43 Un autre scénario possible serait une nouvelle enveloppe pour remplacer l'existante, qui pourrait répondre aux exigences environnementales de la législation actuelle, et être aussi parfaitement conforme au langage architectural de l'édifice actuel. Bien que ce ne soit pas un scénario impossible, cela nécessiterait un niveau de connaissances approfondies du bâtiment existant, la reconnaissance des codes et des valeurs du projet architectural et des technologies du bâtiment, et une approche consciencieuse pour le respect de l'architecture d'origine. Sans doute, d'autres moyens intermédiaires entre les scénarios esquissés seraient viables mais toujours avec une attention particulière et une analyse approfondie pendant les phases de collecte de connaissances et de projet et par-dessus tout, une reconnaissance de la valeur du bâtiment.

- 44 Une intervention de remplacement de l'enveloppe qui ne tiendrait pas compte de l'architecture existante ni de son contexte, le considérant presque comme un nouveau bâtiment, niant aux caractéristiques de l'architecture d'origine ses valeurs historiques et culturelles, doit absolument être évitée.

Conclusion

- 45 La lettre de Le Corbusier de 1947 souligne toutes les limites fonctionnelles qui rendent la rénovation énergétique nécessaire sur beaucoup de façades vitrées à structure métallique de l'architecture du xx^e siècle. Nombre de bâtiments importants qui ne sont pas protégés, ou qui ne sont pas assez emblématiques pour justifier une conservation totale en vertu de leur valeur culturelle, risquent d'être radicalement transformés, même s'ils sont préservés pour être utilisés, quoique dans certains cas avec de nouvelles fonctions²⁵.
- 46 Il faut admettre qu'il est impossible d'établir des règles universelles pour la rénovation compatible de ces bâtiments. Dans la pratique actuelle, on peut identifier des méthodes d'intervention très différentes, qui vont de simples opérations d'addition, soustraction ou modification des éléments de construction de manière fonctionnelle, en passant par des objectifs qui n'envisagent pas la conservation, à une réinterprétation critique des projets d'origine qui, même si elle modifie le bâtiment, laisse visibles ses aspects « modernes » originels. L'intervention sur le Palazzo a Vela de Turin constitue un exemple représentatif. Le bâtiment avait été conçu par Annibale (1870-1968) et Giorgio Rigotti (1905-2000) avec Franco Levi (1914-2009) et Nicolas Esquillan (1902-1989) pour les structures (sur le modèle de coque mince en béton armé conçu en 1958 par Esquillan pour le bâtiment du CNIT à Paris) à l'occasion de l'exposition de 1961 célébrant le 100^e anniversaire de l'Unité italienne. Il a été radicalement transformé et modifié pour les jeux Olympiques d'hiver de Turin en 2006, avec la suppression totale des portes et des cadres des fenêtres d'origine pour l'utilisation de la structure existante de la couverture en coque de béton armé comme élément fonctionnel avec une composition architecturale complètement nouvelle [fig. 14].
- 47 L'immeuble de la Siptel et la Serenissima rentrent dans une autre catégorie d'intervention : les travaux sur les façades visent expressément à améliorer la performance de l'enveloppe du bâtiment, mais les résultats sont très différents.

Figure 14

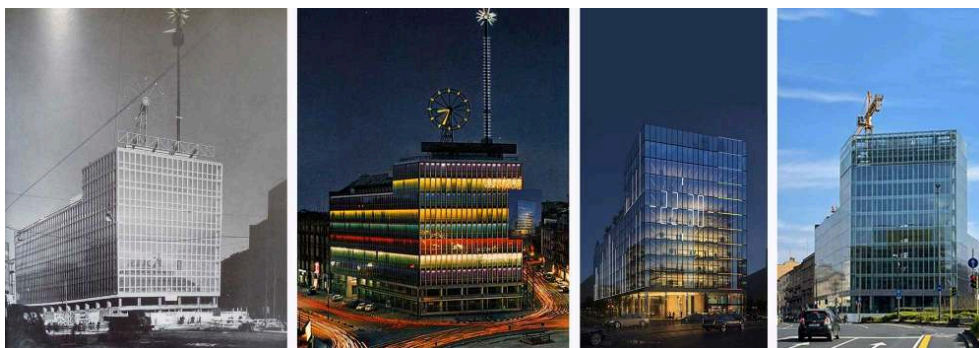


Palazzo a Vela à Turin (Italie). **A GAUCHE** : image d'origine du bâtiment pendant l'exposition Italia' 61. Photo extraite de *Vitrum*, n° 128, 1961. **AU CENTRE** : bâtiment après suppression des cadres des fenêtres. Photo extraite de http://www.atlanteditorino.it/PalaVela/content/15585200_1277555148973073_12959333875608591_o_large.html [lien valide en février 2023]. **A DROITE** : bâtiment après l'intervention de réhabilitation pour les jeux Olympiques d'hiver de Turin, par l'architecte Gae Aulenti en 2006. Photo extraite de <http://www.parcopiemontese.it/pun-dettaiglio.php?id=1076> [lien valide en janvier 2023]. Un exemple représentatif de la manière dont les bâtiments phares de l'architecture d'une ville et d'une époque sont maintenant irrémédiablement menacés.

© photographe inconnu © photographe inconnu © Aree Protette Po Torinese.

- 48 Il est intéressant d'observer que bien que l'intervention sur le siège social de Campari consiste en un remplacement complet de l'enveloppe du bâtiment – contrairement à celui du siège de SIPTEL qui, au contraire, conserve quelques parties de l'original – le résultat reste plus cohérent avec les lignes de composition principales des concepteurs, les réinterprétant avec une plus grande attention et sensibilité. Même si le résultat final est différent et qu'il ne renonce pas à la virtuosité contemporaine, tel que le positionnement irrégulier des nouvelles parties opaques sur la via Turati, dans la nouvelle Serenissima, l'aspect d'origine est plus reconnaissable que l'intervention sur le siège social de SIP.
- 49 À partir des études de cas présentées et des nombreuses transformations en cours du patrimoine contemporain non protégé par la loi [fig. 15], il ressort que la rénovation des façades est probablement inévitable, pour des questions d'énergie, de confort, et de sécurité, mais les solutions techniques pour trouver un compromis qui ne dénature pas complètement l'œuvre d'origine ou, dans tous les cas, en rende l'approche « moderne » lisible, est possible si concepteurs et décideurs fixent cet enjeu culturel comme objectif, en plus de la rénovation énergétique. Beaucoup de bâtiments comme le gratte-ciel de la RAI feront bientôt l'objet d'une intervention, en espérant qu'une culture de la réhabilitation et du projet de réutilisation adaptative sera capable de les mettre en valeur et non pas seulement de les utiliser, ou en partie, à des fins simplement fonctionnelles²⁶.

Figure 15



Palazzo di Fuoco à Milan (Italie), architectes Giulio Minoletti et Giuseppe Chiodi (1962). **À GAUCHE :** vues initiales du bâtiment avec mur-rideau à ossature en aluminium avec du verre isolant « Thermopane », stores vénitiens à commande électrique, et un système particulier d'éclairage de nuit coloré. Photos extraites de *L'Architettura. Cronache e storia*, n° 96, 1963. **À DROITE,** remplacement récent de la façade, projet finalisé, et photo du site de construction en 2021, photos extraites de <https://www.gbpaarchitects.com/projects/palazzo-di-fuoco/> [lien valide en février 2023].

© photographes inconnus.

NOTES

1. Lettre de Le Corbusier du 4 décembre 1947 au sénateur Warren Austin, président du comité parlementaire de la Commission des Nations unies à New York, publiée dans F. M. S., « Le Corbusier le hace reparos al edificio de las Naciones Unidas », *PROA, Urbanismo, Arquitectura, Industria*, n° 35, mai 1950, p. 13-15.
2. GLAMBEK Ingeborg, « The Council Chambers in the UN Building in New York », *Scandinavian Journal of Design History*, vol. 15, 2005, p. 8-39.
3. GONCHAR Joann, « Revival of an Icon. The United Nations renovation team brings back the long-faded luster of the Secretariat while satisfying ambitious performance goals », *Architectural Record*, septembre 2012, vol. 200, p. 106-112 ; MIRVISS Laura, « UN Campus Upgrade », *Architectural Record*, 19 septembre 2011.
4. POTTGIESSER Uta & AYÓN Angel, *Reglazing Modernism: Intervention Strategies for 20th-Century Icons*, Berlin, Boston, Birkhäuser, 2019, disponible en ligne, <https://doi.org/10.1515/9783035619348> [lien valide en février 2023].
5. POZZETTO Marco & ALOISIO Ottorino, *Progetti e realizzazioni - 1924-1976*, Turin, Stabilimento Grafico Impronta, juin 1977 ; MARTINI Alessandro, « Città, infrastrutture, trasformazioni urbane e aggiornamento tecnologico. Ottorino Aloisio e il Palazzo Sip a Torino », *Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino*, LXII-3-4, septembre-octobre 2008, p. 20-36.
6. Provincia di Torino, Pratica edilizia Permesso di Costruire prot. 2005-1-9131, 17 mai 2005, n. 1365, Archivio Edilizio della Città di Torino ; ROSANI Paolo, « Note storiche sul progetto originale », in *Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino*, LXII-3-4, septembre-octobre 2008, p. 39-57.
7. Elles ont un revêtement extérieur de 8 mm couvert d'une couche magnéto-chromique, un vide d'air de 16 mm d'air déshumidifié, une plaque de sécurité interne de 12 mm comprenant deux couches de verre transparent se rejoignant sur toute la surface avec un film PVB. À l'époque du

projet, les fenêtres et les portes étaient conformes aux exigences d'isolation thermique alors en vigueur (Décret législatif 192/2005) avec une transmission thermique globale de moins de 2,8 W/m²K. Toutefois peu après, les réglementations régionales (Extrait du Programme de la Région du Piémont) et municipales (Annexe de l'énergie de la Ville de Turin) ont baissé la valeur limite à 2,2 W/m²K.

FABRIZIO Enrico & PERINO Marco, « Il nuovo Palazzo delle Provincia di Torino: efficienza energetica e comfort ambientale », in *Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino*, LXII-3-4, septembre octobre 2008, p. 66-72.

8. « "La Serenissima" a Milano », *Trasparenze*, n° 3, septembre 1970.

9. PIERINI Orsina Simona, « The modern revisited », *Abitare*, n° 573, avril 2018, p. 75-84. Voir également « Office building in Milan [Immeuble de bureaux à Milan]: Park Associati, Milan », *Détail* (English ed.), n° 4, juillet 2014, p. 376-379.

10. CICCARELLI Lorenzo, « "La Serenissima" office building, Milan », *Industria delle costruzioni*, n° 47, novembre 2013, p. 54-59.

11. FERNÁNDEZ PER Aurora, « Alteration of openings in an existing facade la Serenissima, Milan (Italie), Park Associati, 2012 », *A + t*, n° 44, 2014, p. 114-119.

12. PUGLISI Luigi, « La Serenissima office building, Milan, Italy », *The Plan: Architecture & Technologies in Detail*, n° 63, décembre 2012, p. 30-36.

13. ALOI Roberto, *Nuove architetture a Milano*, Milan, Hoepli, 1959, p. 223-228.

14. PEDIO Renato, « La nuova sede della Società Galbani in Milano », *L'Architettura. Cronache e storia*, n° 75, janvier 1962, p. 592-601 ; « Sede della società Galbani a Milano », *Vitrum*, n° 135, 1963, p. 2-12.

15. Voir la note précédente.

16. MORGANTI Renato, TOSONE Alessandra, FRANCHI Daniela & DI DONATO Danilo, « La costruzione metallica per una nuova committenza pubblica. Le sedi direzionali della RAI », *Costruzioni metalliche*, n° 5, 2014, p. 50-60.

17. AA.VV., *Un nuovo palazzo a Torino. La sede della Rai in via Cernaia*, Turin, G&P, 1968.

18. MORELLI D., « Il palazzo: l'idea architettonica », in AA.VV., *Un nuovo palazzo a Torino. La sede della Rai in via Cernaia*, Turin, G&P, 1968, p. 40 et BAGLIANI Domenico (dir.), *Domenico Morelli. Ingegnere Architetto*, Turin, Toso, 1993, p. 222-237

19. Politecnico di Torino, sezione Archivi Biblioteca « Roberto Gabetti », Fondo Morelli.

20. PEDIO R., « Nuovi uffici della RAI a Torino », *L'Architettura. Cronache e Storia*, vol. 158, 1968, p. 566-573.

21. Censimento nazionale delle architetture italiane del secondo Novecento: <http://www.architetturecontemporanee.beniculturali.it/> [lien valide en février 2023].

22. Città di Torino, Nuovo Piano Regolatore Generale progetto definitivo, Tavola di Piano Zona urbana centrale storica, Tipi di intervento, aggiornamento 1985.

23. Città di Torino, Nuovo Piano Regolatore Generale progetto definitivo, norme urbanistico edilizie di attuazione, vol. I, Tabella dei tipi di intervento – Art. 10, p. 61.

24. DPR 6 giugno 2001, n° 380 GU n.245 del 20-10-2001 – Suppl. Ordinario n° 239 Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

25. DE JONGE Wessel, « Sustainable renewal of the everyday Modern », *Journal of Architectural Conservation*, vol. 23, n°s 1-2, 2017, p. 62-105, disponible en ligne, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13556207.2017.1326555> [lien valide en février 2023].

26. BOSIA Daniela, CANELLA Gentucca, MARZI Tanja & SAVIO Lorenzo, « Architecture in the second half of the 20th century: forms of expression and the "environmental issue" », *TEMA. Technologies Engineering Materials Architecture*, vol. 2, 2019, p. 14-28, disponible en ligne, <https://rivistatema.com/architecture-in-the-second-half-of-the-20th-century-forms-of-expression-and-the-environmental-issue/> [lien valide en février 2023].

RÉSUMÉS

Bien que les façades vitrées à structure métallique et les murs-rideaux vitrés à structure métallique puissent être considérés comme l'une des plus importantes innovations de l'architecture contemporaine, leur préservation en tant que patrimoine du XX^e siècle s'avère parfois problématique. À côté des chefs-d'œuvre architecturaux du xx^e siècle les plus importants, protégés par des réglementations spéciales de conservation et de sauvegarde, de nombreuses architectures mineures et moins connues appartiennent au patrimoine contemporain. Elles courent un grand risque d'être altérées par des interventions de rénovation. Dans la plupart des cas, les dispositifs de façades vitrées à structure métallique modernes ne répondent pas aux exigences énergétiques actuelles, et il est difficile de les conserver avec leurs caractéristiques d'origine, ce qui nécessite de trouver un compromis entre la préservation et la transition énergétique et écologique.

Cet article présente le bilan critique des problèmes liés à la préservation des façades vitrées à structure métallique construites dans la deuxième moitié du xx^e siècle. Les exigences et les normes établies par les protocoles internationaux en matière d'énergie et d'environnement et les réglementations italiennes sont analysées de façon critique. À travers des études de cas, plusieurs approches en matière d'intervention sont présentées et examinées. Celles-ci vont de la conservation au remplacement intégral, qui entraîne une modification radicale des caractéristiques d'origine de l'enveloppe du bâtiment contemporain. Vouloir atteindre les performances minimales requises par les réglementations actuelles en matière d'énergie conduit souvent à la substitution des murs-rideaux d'origine. Par conséquent, les architectes chargés des interventions de rénovation, respectant les réglementations tout en cherchant à les dépasser, doivent trouver des technologies d'enveloppe et des solutions innovantes pour la distribution des fonctions afin de conserver les murs-rideaux, limitant l'intervention à ce qui est strictement nécessaire.

Metal framed glazed enclosures and curtain walls can be considered one of the most important innovations of modern architecture but are certainly a critical point in the conservation of modern heritage. Next to the most important modern architecture masterpieces, which are under special conservation and safeguard regulations, are a lot of minor and less known architectures that are part of the diffuse modern heritage and risk to be compromised in refurbishment interventions. In most cases, modern metal framed glazed façades systems do not meet the current energy requirements, and it is difficult to preserve them in their original features, finding a compromise between conservation and energy and ecological transition.

This contribution presents a critical overview of the problems relating to the conservation of metal framed glazed enclosures built in the second half of the twentieth century. Requirements and standards established by energy and environmental international protocols and Italian regulations are critically analysed. Through the description of case studies, different attitudes of intervention are presented and discussed: from conservation to total replacement, with a radical change of modern building envelope original features. The mere verification of the minimum performances required by the current regulations inevitably leads to the substitution of original curtain walls. Therefore - looking beyond but respecting the regulations - architects in charge of refurbishment interventions can find innovative envelope technologies and function distribution solutions to preserve curtain walls, limiting the intervention to the strictly needed.

INDEX

Keywords : building envelope, 20th century architecture, curtain wall, building energy retrofit, refurbishment of modern architecture, Italy, Torino, Milano

Mots-clés : enveloppe du bâtiment, architecture du xxe siècle, mur rideau, rénovation énergétique du bâtiment, rénovation de l'architecture moderne, Italie, Turin, Milan

AUTEURS

TANJA MARZI

Architecte et enseignante-chercheuse au département d'Architecture et de Design (DAD) de Politecnico di Torino
tanja.marzi@polito.it

LORENZO SAVIO

Architecte et enseignant-chercheur au département d'Architecture et de Design (DAD) de Politecnico di Torino
lorenzo.savio@polito.it