

CARNET D'ENTRETIEN

le châssis de fenêtre en bois

CONCILIER PATRIMOINE ET CONFORT

COLLECTION | L'ART DANS LA RUE

RÉÉDITION 2008

SOMMAIRE

Introduction	P. 2	Fenêtres et économies d'énergie	P. 26
LE REGARD DE LA FAÇADE...	P. 3	L'HABITAT MITOYEN EST ÉCONOME EN ÉNERGIE	P. 26
UN PATRIMOINE À PRÉSERVER	P. 3	FENÊTRE ET FACTURE D'ÉNERGIE	P. 28
Matériaux et techniques	P. 4	FENÊTRE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE	P. 28
PRINCIPES CONSTRUCTIFS	P. 4	Intervenir	P. 30
LE MENUISIER: LA MAIN ET LA MACHINE	P. 5	ANALYSE DE L'ÉTAT	P. 30
DES BOIS DE GRANDE QUALITÉ	P. 6	ENTREtenir	P. 30
LE VERRE À VITRE	P. 6	RÉPARER	P. 34
LES FERRURES DE FENÊTRES	P. 8	RESTAURER	P. 35
Repères historiques	P. 12	AMÉLIORER LES PERFORMANCES THERMIQUES ET ACOUSTIQUES	P. 36
LA FENÊTRE À CROISÉE	P. 12	REPLACER	P. 38
LA GRANDE FENÊTRE DU XVIII ^e SIÈCLE	P. 13	Orientation bibliographique	P. 40
UNE FENÊTRE ANONYME DU XIX ^e SIÈCLE	P. 14	Glossaire	P. 42
INSPIRATION MÉDIÉVALE ET ART NOUVEAU	P. 15		
ENTRE ART DÉCO ET MODERNISME...	P. 17		
LA FENÊTRE APRÈS 1945	P. 17		
Fenêtres et exigences de confort	P. 19		
À QUOI SERT UNE FENÊTRE?	P. 19		
CONFORT VISUEL ET LUMINEUX	P. 19		
CONFORT THERMIQUE	P. 21		
QUALITÉ DE L'AIR ET GESTION DE L'HUMIDITÉ	P. 22		
CONFORT ACOUSTIQUE	P. 24		

«La même raison qui a fait comparer à Scamozzi la principale porte de l'édifice avec la bouche, lui a fait dire que les fenêtres étaient semblables aux yeux, puisque, de même que cet organe, elles reçoivent la lumière de dehors et l'introduisent au dedans.»

CHARLES AUGUSTE DAVILIER, *Cours d'architecture*, Paris, 1738

À Bruxelles, les châssis du XVIII^e siècle pourvus de volets intérieurs, ceux en demi-lune du début du XIX^e siècle ou encore les fenêtres vénitiennes du XX^e siècle représentent un patrimoine très fragilisé, en voie de disparition. La tentation est souvent forte pour les propriétaires de les remplacer purement et simplement, par souci d'économie d'entretien ou d'énergie.

Cette brochure – dont la réédition s'imposait vu l'immense succès qu'elle a rencontré depuis sa parution en 2006 – fournit des informations précises basées sur des analyses techniques et scientifiques qui répondent aux nombreuses questions que l'on se pose lorsqu'on veut restaurer ou rénover des châssis.

En tenant compte des exigences de confort de la vie moderne, elle propose des solutions concrètes pour garantir le maintien et la préservation du patrimoine autant que pour réduire la consommation de chauffage. Contrairement aux idées préconçues, le lecteur découvrira qu'il est parfois bien plus rentable d'accrocher des tentures, d'installer des vannes thermostatiques et/ou de revoir l'isolation du toit plutôt que de poser des fenêtres isolantes qui, elles, empêchent la bonne et saine évacuation de l'humidité.

Cette brochure aidera donc tout intéressé à faire les bons choix pour réparer, restaurer ou changer des châssis. N'oublions pas que les fenêtres anciennes, témoins d'un travail de menuiserie de qualité, participent aussi à l'âme d'une maison. Elles sont partie intégrante de l'expression architecturale d'un bâtiment et contribuent pleinement à sa valorisation patrimoniale.

Emir Kir

Secrétaire d'État bruxellois en charge des Monuments et Sites

Photo de couverture :
place des Chasseurs
ardennais 15, Schaerbeek,
vers 1910.

Détail d'un châssis
de fenêtre en chêne
vernissé avec brise-vue.

Rue de Gerlache 15,
Etterbeek, 1911, fenêtres
jumelées surmontant
la porte d'entrée.



Introduction

Ce carnet d'entretien sur le châssis de fenêtre en bois est consacré à la menuiserie traditionnelle telle qu'elle fut pratiquée jusqu'au milieu du xx^e siècle, avant la généralisation de modes de production standardisés. Il donne les bases d'une méthode de diagnostic qui tient compte des fonctions techniques des fenêtres et de leur valeur patrimoniale. Les solutions proposées s'appliquent au contexte bruxellois de la ville dense du xix^e et du début du xx^e siècle, composée d'immeubles de logement mitoyens peu élevés, faiblement exposés au vent et qui présentent une proportion de surfaces vitrées relativement limitée en façade.



1.



2.



3.



4.

1. Rue des Carmélites 177, Uccle.
2. Avenue Dupcétiaux 110, Saint-Gilles.
3. Boulevard E. Bockstael 336, Laeken.
4. Avenue Brugmann 264, Uccle.

LE REGARD DE LA FAÇADE...

Les fenêtres font pénétrer la lumière, offrent des vues vers l'extérieur, permettent l'aération, protègent de la pluie, du vent, du froid, de la chaleur, du bruit... Au-delà de ces fonctions pratiques, elles appartiennent à l'expression architecturale du bâtiment. Elles participent à la composition de la façade par leurs formes, leurs divisions, leur mouluration, mais également par les qualités particulières de leurs vitrages: verre soufflé, glace biseautée, verre coloré, verre imprimé, vitrail... À l'intérieur, les fenêtres déterminent notre perception du monde environnant et participent à l'ambiance de l'habitation. Elles captent et diffusent la vibration lumineuse d'une heure de la journée un instant prise au piège d'un verre coloré, d'un voile, d'un rideau. Elles appellent le regard, mais sollicitent également le toucher. Autour de la fenêtre et de ses accessoires se déploie, au fil des jours et des saisons, toute une activité domestique: ouverture et fermeture des volets et des ouvrants, des jalousies, des tentures... Gestes quotidiens et séculaires qui font vivre et respirer la maison. Des correspondances s'établissent entre la mouluration des châssis de fenêtres et celle des menuiseries intérieures, entre le dessin des crémones et celui des poignées de portes, entre les vitrages d'une imposte et ceux des portes intérieures. Le châssis en bois nous invite également à une lecture plus technique: celle des profils qui se cachent à la jonction des parties mobiles et des parties fixes et assurent l'étanchéité: frappes, noix, mouton et gueule de loup, un vocabulaire imagé qui nous fait pénétrer les arcanes du métier. L'histoire de la fenêtre est marquée par un dialogue toujours renouvelé entre l'évolution technique des différents matériaux qui la composent, la recherche du confort des occupants et le rôle qu'elle joue dans la composition architecturale.



UN PATRIMOINE À PRÉSERVER

Aujourd'hui, la volonté d'adapter les immeubles anciens aux critères d'isolation actuels et la recherche du matériau «sans entretien» favorisent le remplacement de menuiseries extérieures de grande qualité et encore en bon état par des modèles standards à double vitrage qui défigurent les façades et appauvrissent les espaces intérieurs. Un patrimoine irremplaçable mettant en œuvre des matériaux d'une qualité exceptionnelle qui ne sont plus produits aujourd'hui, risque ainsi de disparaître. Conserver les fenêtres anciennes est-il compatible avec nos exigences actuelles en matière de confort et d'utilisation rationnelle de l'énergie? Quelles sont les solutions techniques pour entretenir, réparer, restaurer, améliorer les fenêtres existantes? Les pages qui suivent tentent d'apporter des réponses à ces questions.

illustration :
J.-J. Eggerix,
maison de M^{me} Petrucci,
rue de Praetere 18,
Ixelles, 1925 (col. AAM).

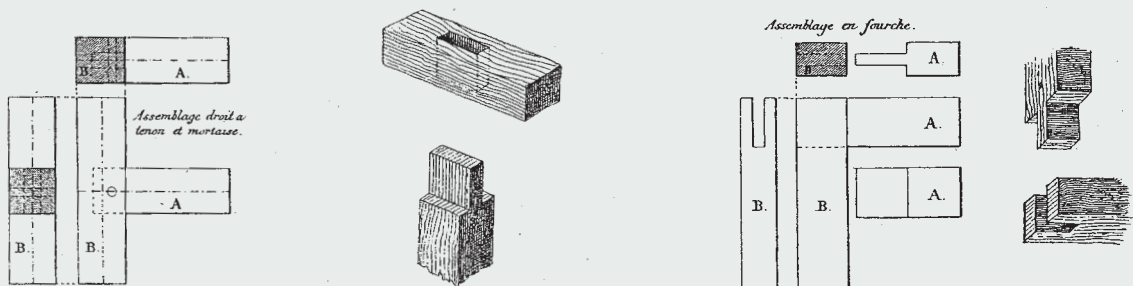
Matériaux et techniques

Les anciennes fenêtres en bois sont le fruit de la rencontre entre différents métiers : ceux du menuisier, du serrurier, du verrier, du vitrier. Les matériaux qui la composent sont les témoins précieux de savoir-faire dont la plupart sont oubliés aujourd'hui. Recherches sur les profils du châssis et ses modes d'ouverture, perfectionnement des ferrures et des vitrages... Plus de 500 brevets concernant les fenêtres avaient déjà été délivrés en Belgique avant 1914 !

PRINCIPES CONSTRUCTIFS

Les châssis de fenêtre traditionnels sont réalisés sur mesure après l'achèvement de la maçonnerie. Ils sont composés de traverses (pièces horizontales) et de montants (pièces verticales) assemblés à tenons et mortaises ou à enfourchement. Les assemblages sont fixés à l'aide de chevilles de bois ou de vis, mais ils ne sont pas collés. Cette conception modulaire rend les châssis anciens entièrement démontables et autorise toutes sortes de réparations. La précision des assemblages assure leur stabilité. Le bois est un matériau hygroscopique, ce qui signifie qu'il a la

propriété d'absorber une certaine quantité d'eau. Les variations du taux d'humidité à l'intérieur du bois provoquent des modifications de dimension. On dit que le bois travaille. Une humidité prolongée entraîne le pourrissement du matériau. La menuiserie traditionnelle tient compte de cette caractéristique du matériau à tous les stades de la réalisation : débitage et séchage du bois ; construction du châssis ; masticage des vitrages ; finition. L'agencement des pièces du châssis vise à éviter tout contact entre le bois « de bout » (la tranche du bois) et l'eau de pluie : les pieds des montants sont ainsi protégés des remontées d'eau par les traverses basses du châssis. De bonnes conditions d'exécution, ainsi qu'un entretien régulier, garantissent aux anciennes menuiseries extérieures une longévité exceptionnelle. L'essor des colles synthétiques résistantes à l'eau a conduit dans les quarante dernières années à l'adoption de nouveaux systèmes d'assemblage qui interdisent pratiquement le démontage d'un châssis en vue d'une réparation.



1. Assemblage à tenon et mortaise. (COMBAZ, P., *La Construction, Principes et Applications*, Bruxelles, 1895, vol. I, fasc. 2, p. 304).
2. Assemblage à enfourchement (op. cit. p. 309).
3. Débit sur cercles annuels [haut] et débit sur quartier [bas] (op. cit. p. 282).
4. Toupie (Catalogue de la société E. Mennig, Bruxelles, vers 1900).
5. Ouverture du cylindre soufflé avant recuison (d'ANCY, H., *Les Arts et l'Industrie du verre*, C. Paillart, Abbeville, 1899, p. 133).
6. Fabrique de châssis Norma, Malonne, vers 1900 (col. Norma).

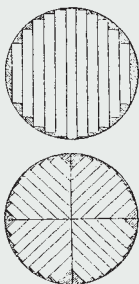


6.

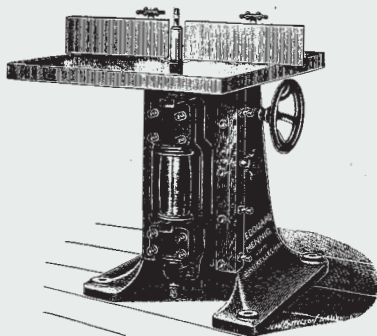
LE MENUISIER : LA MAIN ET LA MACHINE

Comme son nom l'indique, le menuisier travaille de «menues» pièces de bois contrairement au charpentier qui met en œuvre des bois de fortes sections et dimensions. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle au moins, la fabrication des châssis reste essentiellement manuelle. À la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e les

machines apparaissent dans les ateliers. Elles visent à reproduire à un moindre coût la richesse d'aspect du travail artisanal. La toupie est révélatrice de cette démarche où la machine ne fait que prolonger le travail de la main. Elle est composée d'une table en fonte au centre de laquelle tourne à grande vitesse un axe vertical équipé d'un fer dont la forme définit le profil de la



3.



4.



5.

pièce à réaliser. Le menuisier façonne lui-même les fers en fonction des profils qu'il veut obtenir. Parmi ses multiples usages, la toupie est l'outil de base pour la réalisation des pièces du châssis de fenêtre, des jets d'eau profilés aux moulures des petits-bois. C'est encore aujourd'hui un équipement indispensable pour un atelier qui répare ou restaure des fenêtres anciennes. Dans la seconde moitié du ^{xx}e, l'apparition des machines « quatre faces » qui permettent de profiler une pièce de bois en une seule passe, accompagne la standardisation croissante de la menuiserie extérieure.

DES BOIS DE GRANDE QUALITÉ

Jusqu'au début du ^{xx}e siècle, les châssis de fenêtre sont souvent réalisés en bois de chêne de grande qualité. Par souci d'économie, le pin peut être employé pour les parties les moins exposées. À partir de 1900, le pitchpin est également utilisé pour la réalisation de châssis à peindre. Lorsque le châssis est destiné à être verni, le chêne de premier choix reste la règle. Les arbres sont abattus en automne ou au début de l'hiver. Après débitage, les pièces sont mises à sécher naturellement pendant plusieurs années avant utilisation. Afin d'éviter les risques de déformation et l'apparition de fentes, le menuisier utilise de préférence des bois débités « sur quartier ». Les pièces destinées aux parties

très exposées telles que les jets d'eau et les pièces d'appui sont choisies avec un soin particulier. Après 1960, la menuiserie a délaissé les bois indigènes pour des bois exotiques souvent moins chers et plus faciles à travailler à la machine. Le débitage et le séchage des bois dans les règles de l'art sont également devenus peu courants.

LE VERRE À VITRE

Aux ^{xvii}e et ^{xviii}e siècles, l'usage du verre à vitre se développe et remplace le papier huilé ou la toile de lin qui équipaient les fenêtres des logements courants. Les vitrages sont habituellement fixés à l'aide de pointes en métal et de mastic de vitrier composé principalement d'huile de lin et de blanc d'Espagne (craie). C'est le calage des vitrages par le vitrier qui assure la rigidité et l'équerrage des châssis.

Le verre soufflé est l'unique procédé de fabrication du verre à vitre ordinaire jusqu'au début du ^{xx}e siècle. Il est obtenu en soufflant un long cylindre qui est ensuite refendu et étendu au four. Des perfectionnements progressifs ont permis d'accroître la dimension et la transparence des vitres. Elles sont souvent de faible épaisseur et comportent de petites irrégularités – ondes, bulles – qui les rendent légèrement déformantes et leur donnent une présence incomparable.

1. Rue Dr. Jacobs 71, Anderlecht, verre imprimé et verre coloré.
2. Boulevard E. Bockstael 123, Laeken, glace biseautée.
3. Rue Marché aux Herbes 54, Bruxelles, verre float [gauche] et verre soufflé [droite].
4. Ernest Blérot, place Morichar 41, Saint-Gilles, 1900, vitraux incluant du verre américain.
5. Avenue du Roi-Soldat 14, Anderlecht, verre thermofomé.





5.

Le verre étiré (procédé Fourcault), mis au point au début du xx^e siècle, utilise une pièce métallique plongée dans un bain de verre en fusion qui entraîne vers le haut une feuille de verre qui se solidifie. La production industrielle commence en 1914 et supprime rapidement la technique du verre soufflé.

Les glaces sont des feuilles de verre épaisses de qualité supérieure, non déformantes et d'une grande transparence dont le procédé a été mis au point au xvii^e siècle. La pâte de verre est coulée sur

une table, en pierre à l'origine, puis en fonte au xix^e siècle. La feuille de verre reçoit ensuite un polissage sur les deux faces. Les bords sont souvent biseautés. Coûteuses, les glaces étaient réservées aux pièces de réception des habitations bourgeoises et aux vitrines commerciales.

Le float glass (ou verre flotté) est produit par coulage du verre en fusion sur un bain d'étain. Il a remplacé, à partir de 1960, le verre étiré et la glace. Parfaitement transparent et sans défaut de texture,



3.



4.

7

le verre *float* est le produit de base de tous les vitrages actuels. De la fin du XIX^e siècle à la Deuxième Guerre mondiale, l'industrie verrière propose une large palette de verres à vitre de textures et de couleurs variées qui témoigne d'un vif intérêt pour les qualités visuelles du verre. La majorité de ces vitrages n'est plus produite aujourd'hui.

Le *verre thermoformé* possède une forme particulière obtenue par recuisson d'une vitre ou d'une glace sur un moule. Des verres cintrés selon cette méthode ont été abondamment utilisés pour la réalisation de vitrines.

Le *verre imprimé* est obtenu par coulage de la pâte de verre sur une table gravée ou par laminage d'une feuille de verre en fusion entre deux rouleaux dont l'un est généralement gravé et l'autre lisse. Verre «océanique», verre «marguerite», verre «cathédrale» ou «martelé», les motifs sont très variés et se déclinent en verres colorés ou clairs.

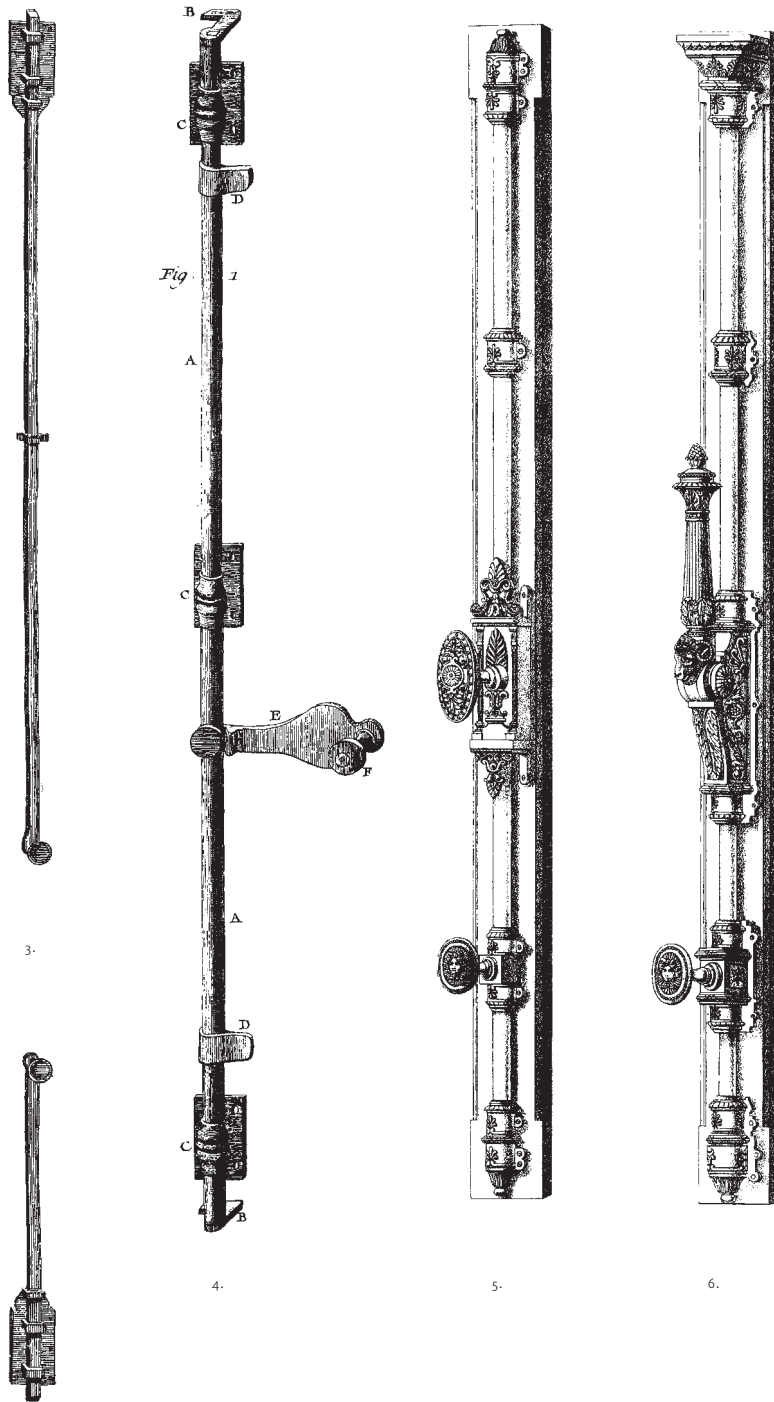
Le *verre américain* est un verre imprimé à motif chenillé aux teintes irrégulières et opalescentes qui varient selon la direction et

l'intensité de la lumière qu'il reçoit. Sa texture en relief perceptible de l'intérieur comme de l'extérieur lui donne un rôle nouveau dans la composition des façades. Il constitue l'un des matériaux de prédilection du vitrail Art nouveau.

LES FERRURES DE FENÊTRES

Si elle est liée aux progrès de la production verrière, l'histoire de la fenêtre en bois est déterminée aussi par l'évolution des ferrures qui assurent l'articulation et la fermeture des parties ouvrantes. Les modèles les plus anciens sont réalisés en fer forgé. À Bruxelles, au tournant des XIX^e et XX^e siècles, plusieurs maisons spécialisées dans la quincaillerie pour bâtiment –Chouanard, Vervloet, Lips– proposent des catalogues de modèles très étendus. La finition des pièces coulées en bronze et en laiton fait appel au talent d'artisans ciseleurs, doreurs... À la même époque, certains architectes dessinent eux-mêmes leurs modèles.





Nouveaux Châssis à charnières

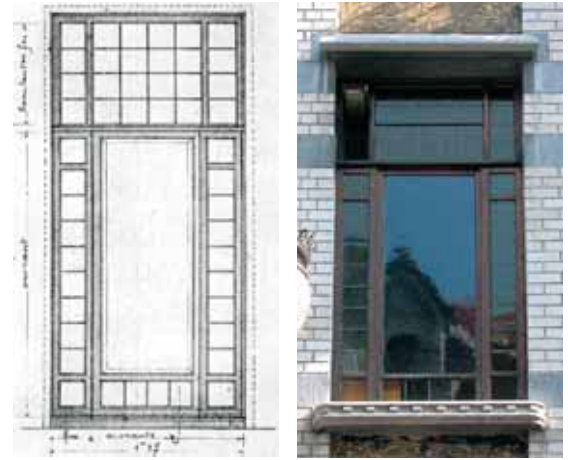
INVENTEUR: JEAN MAELSCHALCK
ARCHITECTE

Professeur à l'École industrielle et professionnelle de Saint-Gilles-les-Bruxelles

Exposition Internationale de Milan 1906
Concours International

PROPOSÉ: Membre J.P. de son jury de Paris avec titre de 33 Conservateur (sans titre) BRUXELLES: Société C.F.

Rapport de M. l'ingénieur G. NISSEN, conseiller technique de la Chambre Royale des Inventeurs et Artistes industriels, à Bruxelles (Séance du 25 avril 1906).



7.

1. Avenue Nouvelle 84, Etterbeek, 1931, verre imprimé.
2. Rue des Atrébatés 125, Etterbeek, vitrail à motif Art Déco.
3. Verrous (DIDEROT et D'ALEMBERT, *L'Encyclopédie, Serrurerie, 1751-1772*, planche XXXIV).
4. Espagnolette (id., planche XXXVI).
5. Crémone (*Fabrique de bronze pour bâtiment H. Dandois, Bruxelles, vers 1900, n° 25*).
6. Pompe de fenêtre (id., n° 21).
7. Jean Maelschalck, rue Vanderschrick 10, Saint-Gilles, modèle de châssis primé à l'Exposition internationale de Milan, 1906.

ARTICULATION

Le terme charnière, réservé habituellement au ferrage des portes et au domaine du mobilier, désigne aussi dans le langage courant les éléments d'articulation des fenêtres. Les termes *fiche*, *briquet* et *paumelle* sont cependant plus adéquats et plus précis.

La *fiche* est une sorte de charnière légère formée de deux ailettes percées chacune de quelques trous. La pose d'une fiche nécessite d'entailler le bois du dormant et de l'ouvrant pour y introduire chacune des ailettes qui est alors fixée à l'aide de pointes en fer forgé. La fiche équipe la fenêtre du XVIII^e et de la première moitié du XIX^e siècle.

Le *briquet* équipe la majorité des fenêtres à Bruxelles à partir de la seconde moitié du XIX^e siècle. Formé de deux robustes lames métalliques assemblées autour d'un axe de fort diamètre, il est fixé à l'aide de vis.

La *paumelle* possède deux branches verticales percées de trous. Comme le briquet, elle se fixe à l'aide de vis. Elle présente l'avantage de permettre la dépose rapide d'un ouvrant puisque ses deux branches sont assemblées sur leur axe par simple emboîtement.

FERMETURE

Le *verrou* est le plus ancien système de fermeture. Il est composé d'une tige de fer qui glisse dans des colliers au moyen d'un petit levier. Il est parfois équipé d'un ressort.

L'*espagnolette* est composée d'une tige métallique verticale de section circulaire munie d'un crochet à chaque extrémité. Par un mouvement de rotation de la tige au moyen de la poignée qui y est fixée, les crochets s'engagent dans des gâches fixées sur les traverses hautes et basses de la fenêtre.



1.



2.



3.



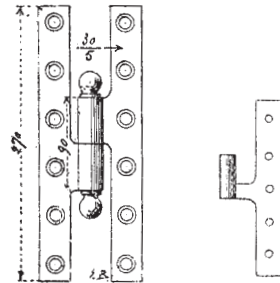
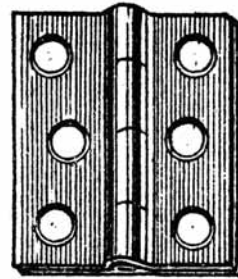
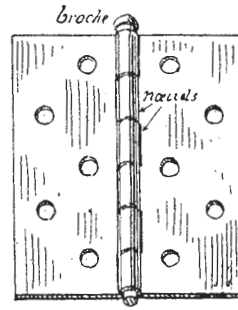
4.

La *crémone* remplit la même fonction que l'espagnolette, mais au moyen de deux tiges verticales assemblées dans un boîtier central. Un mécanisme actionné au moyen d'un bouton pivotant permet de faire coulisser les deux tiges qui s'engagent vers le haut et vers le bas dans des gâches fixées sur les traverses hautes et basses de la fenêtre.

La *pompe de fenêtre* (ou crémone à pompe) est d'un usage presque général à Bruxelles. Il s'agit d'une variante de la crémone dans laquelle un levier que l'on abaisse ou que l'on relève fait coulisser la tige verticale assurant la fermeture.



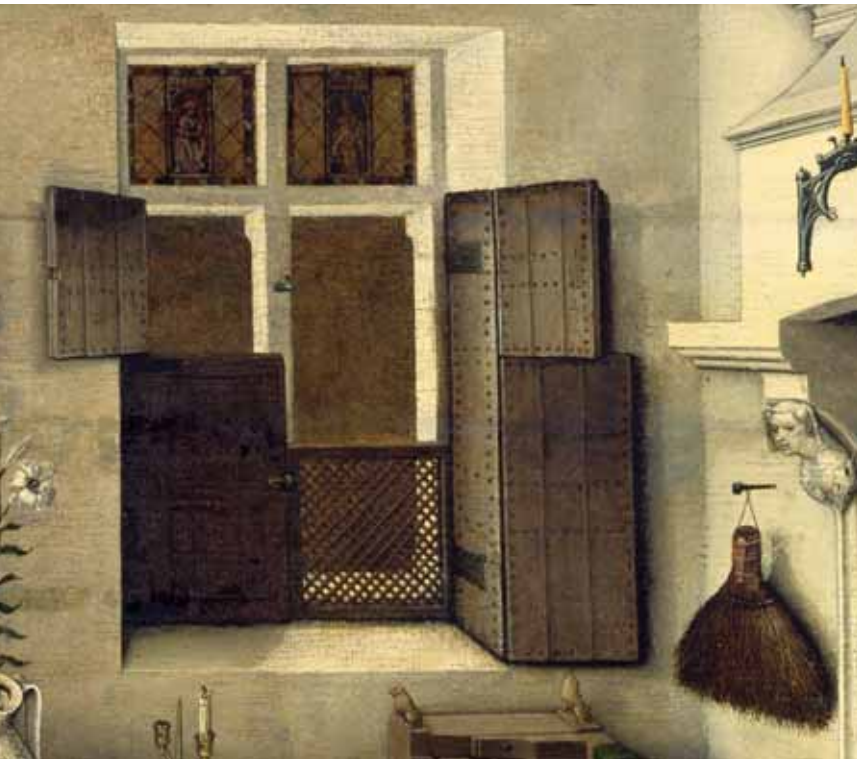
5.



1. XIX^e siècle.
2. Vers 1880.
3. Vers 1890.
4. Vers 1910.
5. Vers 1925.
6. Fiche (CLOQUET, L., *Traité d'architecture*, tome II, Paris-Liège, 1911, p. 321).
7. Briquet (dessin du début du XX^e siècle).
8. Paumelle (CLOQUET, L., *Traité d'architecture*, tome II, Paris-Liège, 1911, p. 321).

Repères historiques

L'histoire de la fenêtre à Bruxelles reste encore en partie à écrire alors que des jalons de cette évolution disparaissent tous les jours sous nos yeux lors de travaux de rénovation. Les fenêtres de la fin du XVIII^e siècle et de la première moitié du XIX^e constituent des témoins précieux antérieurs au début de la mécanisation des ateliers. La période de 1850 à 1940, qui coïncide avec l'expansion de la ville, représente un moment d'apogée dans l'histoire de la fenêtre en bois par la qualité et la variété de la menuiserie, de la quincaillerie et des vitrages.



1.

LA FENÊTRE À CROISÉE

Le bombardement de Bruxelles en 1695 et les importantes transformations urbaines des XIX^e et XX^e siècles ont laissé subsister peu de traces de l'architecture civile antérieure à la fin du XVII^e siècle. Les peintures anciennes nous permettent cependant de nous faire une idée de l'aspect des maisons et de leurs fenêtres. Malgré les règlements adoptés depuis le Moyen Âge pour lutter contre la propagation des incendies, les maisons à façade en bois sont encore nombreuses à la fin du XVII^e siècle. Dans cette architecture de charpentier, les fenêtres sont des ouvertures réservées dans le réseau de poutres et de poteaux qui forme l'ossature de la construction. Les maisons en maçonnerie de briques et de pierre apparaissent déjà au XV^e siècle et deviennent courantes au siècle suivant. Quelques-unes sont parvenues jusqu'à nous. Les fenêtres sont généralement divisées en quatre par une croisée fixe formée d'un meneau (vertical) et d'une traverse (horizontale) en pierre. Les ouvertures du bas sont souvent munies de volets intérieurs qui se ferment au moyen de verrous. Au départ, seule la partie supérieure est fermée par des vitraux fixés dans la maçonnerie. Ces vitraux sont composés de petits verres de forme circulaire ou losangée mis sous plombs. Par la suite, les ouvertures inférieures sont, elles aussi, équipées de vitraux fixés dans des cadres de bois ouvrants.



2.

LA GRANDE FENÊTRE DU XVIII^e SIÈCLE

Au XVII^e siècle, en réponse à de nouvelles exigences d'éclairage, de nouveaux modèles de fenêtres apparaissent en France. L'augmentation de la dimension des vitrages fournis par les manufactures verrières permet de remplacer progressivement les anciens verres mis sous plombs par des carreaux assemblés au moyen de petits-bois. La croisée de pierre est petit à petit remplacée par un châssis de fenêtre entièrement en bois. Il semble que ces nouveaux modèles de fenêtres n'apparaissent que timidement à Bruxelles lors de la reconstruction de la ville suite au bombardement de 1695, alors que la croisée de pierre reste en usage. L'évolution s'accélère en France dans les dernières années du règne de Louis XIV avec l'apparition de la grande fenêtre dont les ouvrants se referment l'un sur l'autre sans montant fixe dans la partie centrale. Inséparables de l'évolution de la menuiserie, les progrès de la serrurerie aboutissent à l'invention de l'espagnolette et ensuite de la crémone, qui remplacent les anciens verrous peu adaptés à des ouvrants de grandes dimensions. Désormais, un seul geste suffit pour ouvrir et fermer la fenêtre. Cette grande fenêtre est présente dans les deux ensembles urbains planifiés à Bruxelles dans la seconde moitié du XVIII^e siècle et fortement inspirés par les modèles français: la place des Martyrs et la place Royale. Les prescriptions relatives à l'édification des bâtiments donnent des indications précises au sujet des châssis de fenêtres. Celles de la place Royale imposent



3.

l'emploi du chêne pour les menuiseries et de beaux verres blancs pour les vitres. Dans les deux cas les divisions doivent être strictement conformes au plan. Les prescriptions pour la place des Martyrs insistent sur le respect de la hauteur de la croix formée par l'intersection du montant central et de la traverse d'imposte. Cette attention aux proportions des châssis de fenêtres et aux modules des vitrages utilisés fait écho aux enseignements des théoriciens français de l'époque à propos de la manière de «compartir» les fenêtres. Quelques maisons et hôtels de maître de la fin du XVIII^e siècle conservent des châssis d'origine. Les ouvrants divisés par des petits-bois sont équipés de volets intérieurs. Les profils peu épais sont souvent dépourvus de mouluration.

1. Maître de Flémale (vers 1410-1440), *Annonciation*, détail (col. MRBA, Bruxelles).
2. Rue de Rollebeek 7, Bruxelles, façade du XVII^e siècle (rénovée).
3. Rue du Chêne 10, Bruxelles, façade sur cour, fin XVIII^e siècle.
4. Rue aux Laines 11, Bruxelles, détail d'un volet intérieur, vers 1800.



4.



1.

UNE FENÊTRE ANONYME DU XIX^E SIÈCLE

Les fenêtres du début du XIX^e siècle ne diffèrent pas de celles de la fin du XVIII^e. Il règne à cette époque une certaine liberté dans le dessin des baies qui, dans les façades enduites et peintes dans les tons clairs du néoclassicisme, constituent pratiquement le seul élément d'animation : arcs en plein cintre découpés par des petits-bois en éventail, fenêtres circulaires ou en demi-lune. Vers 1830, parmi les différentes variantes utilisées depuis le début du siècle, se détache le modèle de fenêtre rectangulaire à châssis à double ouvrant vers l'intérieur surmonté d'une imposte fixe qui sera la fenêtre type de la maison bruxelloise jusqu'au début du XX^e siècle. Cette fenêtre verticale joue un rôle essentiel dans l'éclairage de maisons mitoyennes construites sur parcelles

étroites et profondes : elle constitue le système le plus efficace pour capter la lumière du jour qui pénètre dans le bâtiment en venant du haut selon un axe oblique. Elle forme un rectangle environ deux fois plus haut que large dont les proportions évoquent, à une échelle réduite, celles de la façade. L'imposte et les ouvrants sont souvent divisés par des petits-bois ou par des petits-fers en fonction du format courant des vitrages disponibles à l'époque. Ces divisions très graphiques participent à l'intégration du « vide » des baies de fenêtres au plan de la façade. La fenêtre du XIX^e siècle intègre toutes les évolutions apparues en France au siècle précédent où la menuiserie a connu un véritable âge d'or. Elle utilise le système de fermeture à mouton et gueule de loup, tandis que la noix assure l'étanchéité à la jonction des ouvrants et du dormant. Les pièces horizontales – traverses délimitant l'imposte, jets d'eau et pièces d'appui – présentent une simple ou une double frappe formant barrage à l'eau de pluie et au vent. À cette époque, c'est souvent le menuisier qui est responsable du dessin des fenêtres. Celui-ci applique des principes de composition classiques dans le soin accordé au choix des largeurs des montants et traverses, par exemple, lorsqu'il élargit les montants de l'imposte pour assurer la continuité des lignes avec l'ouvrant. Une moulure en demi-rond orne souvent le montant central et la traverse d'imposte qui reproduit quelquefois aussi en miniature le dessin de la corniche. Une observation des immeubles de cette époque qui sont équipés aujourd'hui de fenêtres standards souligne le rôle des fenêtres anciennes et de leur subtil jeu de proportions dans le dessin de la façade.

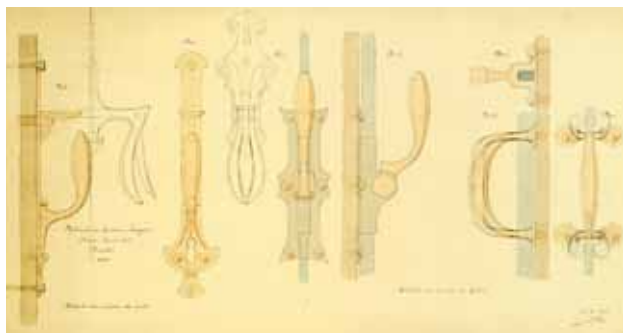
1. E. Van Leemputten, dessin d'académie, vers 1910 (col. AAM).
2. Paul Hankar, Hôtel Zegers-Regnard, Bruxelles, 1894 : crosses de portes et pompes de fenêtres (col. MRAH/photo AAM).
3. Koekelberg, porte-fenêtre vénitienne d'inspiration néogothique et Art nouveau, début XX^e siècle.

INSPIRATION MÉDIÉVALE ET ART NOUVEAU

Tandis que la fenêtre à double ouvrant et imposte fixe reste le modèle de référence au moins jusqu'à la Première Guerre mondiale, on assiste à la fin du XIX^e siècle à une floraison de variantes dans le dessin des menuiseries. Avec l'apparition de la fenêtre vénitienne – large fenêtre à trois ou quatre divisions verticales – le châssis accompagne l'évolution de la façade vers l'asymétrie qui distingue la travée large contenant les pièces d'habitation de la travée étroite qui correspond à la cage d'escalier. Cette liberté nouvelle dans le percement des baies, qui traduit davantage en façade le plan et l'organisation interne du bâtiment, ouvre la voie aux recherches de l'Art nouveau sur la forme de la fenêtre et le tracé des divisions. Autour de 1900, l'architecte exploite toutes les possibilités expressives du jeu linéaire des montants, des traverses et des petits-bois auxquels vient s'ajouter souvent la polychromie des verres colorés et des vitraux. Les architectes



3.



2.

conservent une grande proximité avec les artisans qui leur permet de maîtriser tous les détails d'exécution de la menuiserie. Chacun étudie avec soin le modèle de ses châssis, du profil du jet d'eau et de la pièce d'appui jusqu'au dessin des crémones. La fenêtre est en même temps au centre de réflexions animées sur son rôle fonctionnel – faire pénétrer la lumière, aérer, protéger contre le froid et la pluie, assurer la vue vers l'extérieur, préserver l'intimité du logis – qui aboutissent à l'adoption de nouveaux modèles. Le châssis à guillotine dont les ouvrants coulissent verticalement grâce à un système de poulies et de contrepoids, peu utilisé jusqu'alors, s'introduit dans l'habitation bruxelloise sous l'influence du *home* anglais qui inaugure une nouvelle conception du confort. L'architecture éclectique de la fin du XIX^e siècle



1.



2.



3.



4.

et ensuite l'Art nouveau affirme la couleur et la texture des matériaux en façade. Lorsque le budget le permet, le chêne verni est utilisé pour la réalisation des châssis de fenêtres. Alors que la production verrière de l'époque permet de réaliser des carreaux de grandes dimensions soit par la technique du verre étiré-soufflé, soit par celle de la fabrication des glaces, les petits-bois reviennent en force dans les divisions des fenêtres. Leur rôle est de préserver l'intimité des occupants à une époque où l'on simplifie, pour des raisons d'hygiène, les systèmes de tentures et de rideaux qui se superposent devant les fenêtres. Après l'Art nouveau, le style Beaux-Arts, en vogue à la veille de la guerre de 1914-1918, remet à l'honneur la grande fenêtre du XVIII^e siècle et ses gracieuses divisions de petits-bois souvent associées à des vitrages soufflés à l'ancienne ou à des glaces. Les châssis de ces immeubles sont généralement réalisés avec un soin extrême dans des bois de grande qualité.

ENTRE ART DÉCO ET MODERNISME...

Signe de ralliement à la modernité, la fenêtre horizontale fait son entrée dans l'architecture bruxelloise de l'entre-deux-guerres. Des architectes novateurs l'associent de préférence au châssis métallique qui s'accorde aux lignes épurées de leurs projets. Le châssis en bois est encore très majoritairement utilisé, notamment dans la maison mitoyenne sur parcelle étroite qui reste le mode d'urbanisation privilégié, alors même que se développent les immeubles à appartements et les cités-jardins. Le souci d'individualisation s'exprime dans les façades d'esprit Art Déco à travers les divisions géométriques des châssis de fenêtre que ponctuent verres colorés et vitraux à motifs floraux ou abstraits, souvent réduits à une étroite bande verticale divisant l'imposte. Fréquemment associés à la fenêtre à guillotine et au bow-window, les petits-bois sont également très présents dans les maisons des cités-jardins d'influence anglaise. Dans la peinture des menuiseries extérieures, les projets des architectes Art Déco et modernistes exploitent souvent des contrastes de couleurs vives.



LA FENÊTRE APRÈS 1945

STANDARDISATION ET MATÉRIAUX NOUVEAUX

Les nouveaux produits verriers développés à partir du verre *float* combinent des qualités de résistances mécaniques et la possibilité de contrôler les apports solaires. Ils permettent aux architectes de l'après-guerre de donner corps au rêve de la « maison de verre » de l'avant-garde moderniste des années 20 et 30. Alors qu'une menuiserie traditionnelle en bois de belle facture subsiste encore dans certaines habitations des années 50 et que l'acier reste prisé dans les programmes de plus grande envergure tels que les écoles et les hôpitaux, l'industrialisation de plus en plus marquée du secteur de la construction conduit les fabricants de châssis à exploiter d'autres matériaux. Mis à l'honneur par l'Exposition universelle de Bruxelles de 1958, l'aluminium présente l'avantage d'être peu sensible à la corrosion. Il devient, durant les deux décennies suivantes, le matériau de référence pour les fenêtres et les façades-rideaux dans lesquelles il est associé parfois à des panneaux d'allège colorés. Vers 1970, apparaissent les premiers châssis en PVC (chlorure de polyvinyle). Peu prisé en construction neuve par les architectes, le PVC se taille par contre depuis quelques années une part de plus en plus importante du marché de la rénovation des particuliers. De nos jours, le bois est resté néanmoins très présent au prix d'une réorientation de la menuiserie vers une production de plus en plus standardisée.

1. Ernest Blérot, rue Vanderschrick 9, Saint-Gilles, façade avec bow-window.
2. Rue Defacqz 134, Saint-Gilles, traverse d'imposte avec ornements néo-Renaissance, 1894.
3. Rue des Cottages, Uccle, fenêtre vénitienne, vers 1910.
4. Avenue des Gloires nationales 48, Ganshoren, châssis à guillotine de style Beaux-Arts.
5. Jean-Jules Eggericx, cité-jardin Le Logis, Boitsfort, 1922-26, châssis à guillotine et bow-window.
6. Rue des Atrébates 125, Etterbeek, fenêtre Art Déco.



LA FENÊTRE ISOLANTE

La crise de l'énergie de 1973 a focalisé l'attention sur les performances thermiques des fenêtres : un système de double ou triple frappe avec joint continu combiné à une serrurerie intégrée dans l'épaisseur du châssis permet d'obtenir des fenêtres très étanches à l'air. À ce nouveau châssis correspond un nouveau vitrage : le double vitrage dont les différentes générations se succèdent pour offrir une isolation thermique de plus en plus performante. La fenêtre isolante limite l'inconfort et les pertes énergétiques dues à l'emploi de grandes surfaces vitrées qui caractérise l'architecture de l'après-guerre. Elle répond également au besoin grandissant de se protéger des nuisances sonores dues à l'explosion du trafic automobile et aérien. La fenêtre n'est plus envisagée que sous l'angle technique et certifiée par des normes. Sa conception échappe aujourd'hui presque totalement à l'architecte.

LA FENÊTRE DE RÉNOVATION

L'évolution des politiques urbaines dans les années 1970 vers le maintien et l'amélioration des logements existants crée un nouveau marché : celui de la «fenêtre de rénovation». Un parcours dans la plupart des quartiers de Bruxelles permet désormais de distinguer les différentes générations de ces fenêtres. En aluminium naturel ou anodisé, en PVC ou en mÉRanti, à simple ou à double vitrage, elles dénaturent souvent les façades anciennes : impostes abaissées, inversées ou bouchées, profils plats et sans mouluration, vitrages teintés et ultra-réfléchissants. Côté intérieur, d'élégantes crémones cèdent la place à des poignées très banales. Depuis quelques années, certains fabricants proposent des fenêtres à l'ancienne qui pastichent de façon souvent peu convaincante quelques modèles historiques. La différence de conception entre le châssis traditionnel dont chaque pièce est spécialisée et le châssis standard actuel composé de cadres aux profils invariables rend problématique tout remplacement de châssis. L'emploi du double vitrage, qui est le plus souvent à la base du désir de remplacer les fenêtres, est peu compatible avec la reproduction des petits-bois. Les différentes solutions présentes sur le marché n'offrent qu'une évocation caricaturale des formes anciennes : petits-bois collés, placés entre les deux vitres, petits-bois ouvrants pour faciliter le nettoyage...



1. Fenêtre à «petits-PVC ouvrants».
2. Maison de droite : traverse sans cintrage, suppression des petits-bois, ouvrant unique...

Fenêtres et exigences de confort

Le remplacement des fenêtres anciennes par des fenêtres à double vitrage est souvent considéré à tort comme une démarche prioritaire lors de travaux de rénovation. Cette décision lourde de conséquences financières, techniques et architecturales s'appuie en général sur une analyse très sommaire de l'état existant des châssis de fenêtre et des avantages supposés de leur remplacement. Comprendre les fonctions techniques de la fenêtre dans un immeuble ancien permet de poser le bon diagnostic.

À QUOI SERT UNE FENÊTRE ?

L'isolation thermique n'est qu'un aspect du rôle de la fenêtre. Celle-ci remplit des fonctions multiples et contradictoires entre lesquelles un équilibre doit être recherché. La fenêtre nous protège de la pluie et du vent, du froid, du bruit, des effractions. Mais avant tout, elle apporte la lumière et les vues vers l'extérieur, elle sert à la ventilation qui assure une bonne qualité de l'air dans le bâtiment, elle capte la chaleur gratuite du soleil en hiver. En résumé, la fenêtre doit nous *protéger* du monde extérieur, mais elle doit surtout nous permettre *d'échanger* avec lui. C'est sa fonction première, on l'oublierait presque!



CONFORT VISUEL ET LUMINEUX

Offrir des vues vers le monde extérieur et faire pénétrer la lumière sont les fonctions de base de la fenêtre. La fenêtre est l'expression d'un regard porté sur le monde à partir de l'intérieur de l'habitation. Elle permet un dosage subtil de la lumière qui vit au rythme des saisons.

ÉCHANGE

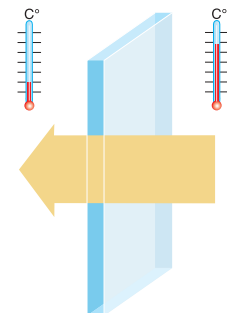
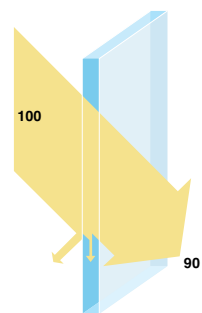
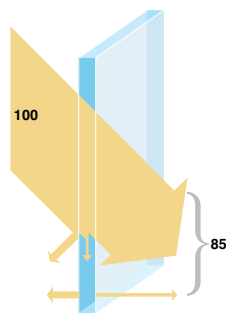
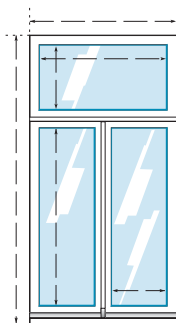
Éclairage naturel
Vues vers l'extérieur
Ventilation / équilibre hygrométrique
Gains solaires en hiver

PROTECTION

Étanchéité à la pluie et au vent
Isolation acoustique
Isolation thermique
Sécurité anti-effraction

LA QUALITÉ DE LA LUMIÈRE ET DES VUES

L'usage des verres colorés, imprimés ou des vitraux peut sembler ne répondre qu'au style d'une époque ou à l'écriture décorative d'un architecte, mais souvent, il correspond aussi à une approche rationnelle. En effet, les verres colorés placés dans l'imposte filtrent les rayons lumineux directs qui entrent dans la pièce à hauteur des yeux lorsque le soleil est bas sur l'horizon et évitent ainsi l'éblouissement. Au rez-de-chaussée, des vitraux se déploient en brise-vue dans le bas de la fenêtre pour préserver des regards indiscrets. La fenêtre à petits-bois crée un sentiment d'intimité incomparable, tandis que les vitrages légèrement irréguliers et peu réfléchissants des fenêtres plus courantes laissent deviner sans le laisser voir le décor intérieur de l'habitation.



LA QUANTITÉ DE LUMIÈRE

Le remplacement d'une fenêtre ancienne par une fenêtre actuelle entraîne généralement une diminution de la luminosité due à l'élargissement des profils du châssis qui réduit la surface nette éclairante de la fenêtre et à l'emploi du double vitrage qui transmet moins de lumière que le simple vitrage (voir tableau p. 22). Un tel affaiblissement de l'éclairage naturel – jusqu'à 25% de lumière transmise en moins – est peu acceptable dans le cas de l'immeuble mitoyen construit sur parcelle profonde, en particulier pour les rez-de-chaussée qui bénéficient en général de peu d'ensoleillement.

Surface nette éclairante

La surface nette éclairante (SNE) est égale à la surface des vitrages. La différence entre la surface brute de la fenêtre (châssis compris) et la surface des vitrages est non négligeable. Dans l'exemple présenté ci-dessus (une fenêtre courante en bois mesurée dans un immeuble du XIX^e siècle) la surface nette éclairante est de 66% pour 34% occupés par le châssis. Le règlement régional d'urbanisme (RRU) exige que la surface nette éclairante d'une pièce d'habitation représente au minimum 1/5^e de sa superficie plancher.

Transmission solaire, facteur g

La fraction de rayonnement solaire incident pénétrant dans l'ambiance intérieure sous forme de chaleur à travers un vitrage est exprimée en pourcentage par le facteur g. Celui-ci prend en compte le rayonnement solaire direct, mais également le rayonnement absorbé par le vitrage et réémis vers l'intérieur sous forme de chaleur. Un double vitrage transmet de 10 à 20% de chaleur solaire en moins qu'un simple vitrage.

Transmission lumineuse (τ_v)

Lorsque le rayonnement visible du soleil est intercepté par un vitrage, une partie de la lumière est réfléchie vers l'extérieur, une partie est absorbée par le matériau, une partie est transmise à l'intérieur. Le facteur de transmission lumineuse τ_v exprime en pourcentage la fraction du rayonnement solaire visible transmise par le vitrage. Un double vitrage transmet de 10 à 15% de lumière en moins qu'un simple vitrage.

Transmission thermique, valeur U

Le coefficient de transmission thermique d'une paroi indique son niveau d'isolation thermique. Il est représenté par la lettre U (anciennement k). Ce coefficient exprimé en (W/m²K) caractérise la transmission de chaleur à travers une paroi de 1 m² séparant deux ambiances dont les températures diffèrent de 1° Kelvin. La valeur U d'une paroi dépend des propriétés isolantes du matériau et de son épaisseur. Plus la valeur U est faible, plus la paroi est isolante.

CONFORT THERMIQUE

Le corps humain (36,6°C) dissipe une certaine quantité de chaleur vers l'environnement. Cette perte de chaleur est nécessaire à notre confort, mais doit être maintenue dans certaines limites. Plusieurs facteurs jouent un rôle dans la sensation de confort thermique : la température de l'air ambiant, l'humidité de l'air ambiant, l'habillement, le métabolisme correspondant à une activité particulière, la vitesse de l'air et la température des parois. Les propriétés thermiques des fenêtres et leur état d'entretien jouent un rôle déterminant dans la maîtrise des deux derniers paramètres : la vitesse de l'air et la température des parois.

LA VITESSE DE L'AIR

Les courants d'air sont une source d'inconfort car ils accélèrent de façon excessive la dissipation de notre chaleur corporelle dans l'air de la pièce (perte par convection). La vitesse de l'air dépend du niveau d'étanchéité des châssis, mais également de leur exposition : hauteur, orientation de la façade. Elle est déterminée aussi par la vitesse du vent et par la différence de température entre l'air intérieur et l'air extérieur. L'état des châssis

influence directement leur étanchéité. Les fuites d'air qui passent par le bas des fenêtres et des portes-fenêtres peuvent être particulièrement gênantes.

LA TEMPÉRATURE DES PAROIS

Le simple vitrage présente par temps froid une température de surface nettement inférieure à celle de l'air de la pièce et à celle des autres parois qui nous entourent (maçonneries, planchers, plafonds...). Cet écart de température nuit au confort : notre corps perd ses calories par rayonnement vers les parois froides. Cet effet est d'autant plus important que les vitrages sont de grand format.

Le bâti ancien propose depuis longtemps des dispositifs qui courent efficacement l'effet de paroi froide en renforçant l'isolation thermique des fenêtres et limitent les éventuels courants d'air : rideaux et tentures, volets intérieurs ou extérieurs. Le grand avantage de ces dispositifs est leur adaptabilité aux variations du climat. La fenêtre à double vitrage propose une réponse radicale en matière de confort thermique : élimination des fuites

Qu'est-ce que le double vitrage ?

L'idée est née d'abaisser la valeur U des vitrages en enfermant une couche d'air déshydraté (meilleur isolant thermique que le verre) entre deux vitres. L'isolation peut être renforcée en remplaçant l'air par un autre gaz (argon, krypton...) et par la pose d'une couche à basse émissivité formée d'oxydes métalliques qui réduit les pertes de chaleur par rayonnement vers l'ambiance extérieure. La valeur U d'un double vitrage est 2 à 4 fois moins importante que celle d'un simple vitrage. Les deux feuilles de verre sont séparées par un intercalaire contenant un dessicatif. Un joint coulé assure l'étanchéité. L'intercalaire métallique constitue un point faible dans l'isolation du double vitrage. Ce phénomène appelé « effet de bord » se manifeste sur une dizaine de centimètres sur le pourtour du vitrage. Il rend peu intéressante la réalisation de double vitrage étroit ou de petites dimensions.

Valeur U d'une fenêtre à châssis en bois à simple vitrage munie d'un volet roulant

Le calcul de la valeur U d'une fenêtre tient compte du U du vitrage et du U du châssis. Dans le cas d'une fenêtre à simple vitrage ($U = 5,7 \text{ W/m}^2\text{K}$) la présence du châssis en bois ($U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) influence positivement la résistance thermique de la fenêtre ($U = 4,53 \text{ W/m}^2\text{K}$) si la surface vitrée représente 70% et le châssis 30%). Cet effet est renforcé par la présence de petits-bois. Un volet roulant relativement étanche confère à une fenêtre à simple vitrage un niveau d'isolation au moins équivalent à celui d'une fenêtre munie de double vitrage ordinaire ($U = 1,9$ à $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Données chiffrées extraites de : MARTIN, S., VANDAELE, L., WOUTERS, P., Les Fenêtres, Ministère de la Région wallonne et CSTC, Namur, 1998, pp. 21, 34.



d'air froid provenant de l'extérieur et diminution de l'effet de paroi froide. Bien adapté aux immeubles actuels aux murs isolés, ce type de fenêtre, lorsqu'il est placé dans un bâtiment ancien, doit être accompagné de mesures de ventilation adéquates permettant d'assurer la qualité de l'air et la gestion de l'humidité.

QUALITÉ DE L'AIR ET GESTION DE L'HUMIDITÉ

La pollution de l'air intérieur est en général de loin supérieure à celle de l'air extérieur. Elle est due à la respiration des occupants qui produit du CO₂ (dioxyde de carbone), aux émanations qui proviennent des matériaux de construction, peintures, colles, meubles, fumées de tabac, produits d'entretien, odeurs de cuisine, déchets, litières d'animaux domestiques... L'activité humaine abritée par les immeubles produit également de la vapeur d'eau en quantité insoupçonnée. Cette vapeur est générée par la transpiration et la respiration des occupants et des plantes d'intérieur, la cuisine et la lessive, l'utilisation de la salle de bain, le nettoyage... Deux à trois litres d'eau par personne par vingt-quatre heures doivent être éliminés. En conditions hivernales, la température et l'humidité de l'air sont plus élevées dans le bâtiment qu'à l'extérieur. Un air chaud peut en effet contenir davantage d'humidité qu'un air froid. Le bâtiment s'apparente alors à un réservoir de chaleur et de vapeur d'eau, qui tendent à s'échapper vers l'extérieur au travers des parois.

Pourcentage d'humidité relative de l'air

C'est le rapport entre la pression partielle de vapeur d'eau « p_v » et la pression de saturation de vapeur d'eau « p_{vs} ». En plus simple : La notion d'humidité relative de l'air exprime en pourcentage la quantité d'eau qu'un volume d'air peut contenir sous forme de vapeur à une température donnée par rapport au niveau de saturation en humidité de ce même volume d'air (100% d'humidité relative). Plus l'air est chaud, plus la quantité d'humidité qu'il peut contenir est élevée et inversement.

Exemple : un m³ d'air à -5 °C contient seulement 2,5 gr d'eau pour une humidité relative de 80%, tandis qu'un m³ d'air à 20 °C contient 8,7 gr d'eau pour un taux d'humidité relative de 50%. Le confort hygrométrique dans un local se situe entre 30 et 70% d'humidité relative.

Données chiffrées extraites du Cd-rom *Énergie+*, UCL - Architecture Et Climat, 2006.

Performances thermiques, solaires et lumineuses des vitrages

Ces différentes propriétés sont liées entre elles.

Une isolation thermique élevée implique une diminution de la transmission solaire et lumineuse.

Type de vitrage	Transmission thermique U ou k	Transmission solaire (facteur g)	Transmission lumineuse τ
Simple vitrage 4 mm	5,80 W/m ² K	0,85	0,90
Double vitrage avec lame d'air (4/12/4)	2,88 W/m ² K	0,76	0,81
Double vitrage avec couche basse émissivité et argon (6/15/6)	1,32 W/m ² K	0,61	0,74

Norme sur la ventilation

Les besoins en ventilation des locaux d'habitation sont définis par la norme NBN D 50-001. La règle générale prévoit un débit d'air de 3,6 m³ par heure par m² de surface au sol. Pour atteindre le confort respiratoire dans un local, le taux de ventilation doit être d'au moins 20 m³/h par personne en l'absence de fumeurs. Ce taux est augmenté en fonction des activités exercées et des appareils qui fonctionnent dans le local.

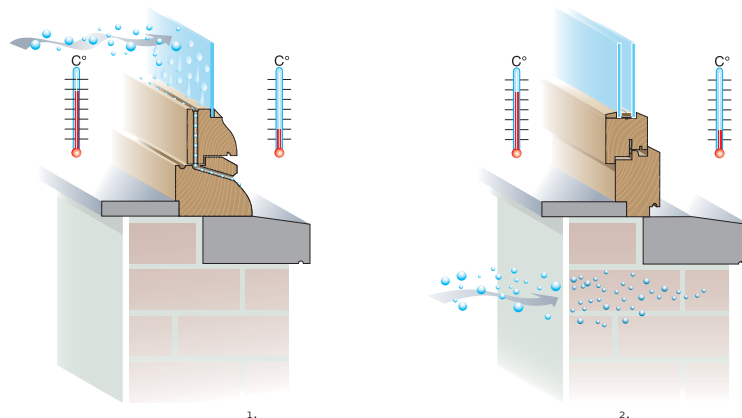
LA VENTILATION NATURELLE CONTINUE

ASSURÉE PAR LES CHÂSSIS ANCIENS

Seule la ventilation au moyen d'air frais permet d'évacuer les substances nocives ou, du moins, de les diluer. Elle élimine également l'excès de vapeur d'eau. L'ouverture régulière des fenêtres permet une ventilation intensive lorsque le besoin s'en fait sentir. Cependant, une ventilation continue d'un débit plus faible est nécessaire pour assurer à l'air une qualité constante lorsque les fenêtres sont fermées. Dans la construction traditionnelle, cette ventilation continue est assurée par les fuites d'air des châssis et par les conduits des cheminées. L'installation du chauffage central supprime les corps de chauffe locaux (poêles, etc.) qui évacuaient de l'air par les cheminées. La pose de châssis très étanches doit obligatoirement s'accompagner de l'installation d'un système de ventilation exigé par la norme NBN D50-001. Celle-ci prévoit notamment des «ouvertures d'alimentation en air réglables» (O.A.R.) qui se posent habituellement dans les châssis de fenêtre. Le châssis courant du XIX^e siècle à fermeture à mouton et gueule de loup présente, lorsqu'il est en bon état et bien réglé, des performances proches de celles exigées par la norme sur la ventilation.

LE SIMPLE VITRAGE : UN RÉGULATEUR DE L'HUMIDITÉ DE L'AIR

Lorsque la production de vapeur d'eau est élevée (repas, douche, fête...), celle-ci se dépose en buée à la surface des simples vitrages



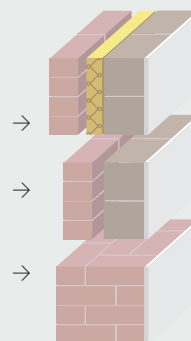
1. Condensation sur le simple vitrage.
2. Condensation sur les murs suite à la pose de double vitrage.

car la vapeur d'eau se condense sur les surfaces les plus froides. Présenté souvent comme un inconvénient, ce phénomène fait partie intégrante du fonctionnement d'un bâtiment ancien. La condensation sur les simples vitrages contribue à maintenir le taux d'humidité relative de l'air à un niveau bas. Si le phénomène atteint une certaine intensité, il joue un rôle de signal qui invite à ouvrir les fenêtres pour passer à la ventilation intensive. À défaut d'ouverture des fenêtres, l'eau finira par ruisseler sur la vitre et s'écoulera vers l'extérieur grâce aux rigoles et conduits d'évacuation prévus à cet effet dans le bas des châssis. Dans des conditions identiques, un double vitrage ne jouera pas

Mur plein ou mur creux ?

Jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, les habitations étaient construites avec des murs pleins en brique qui ont de faibles capacités isolantes. Leur épaisseur est en général de deux briques au rez-de-chaussée et d'une brique et demie aux étages. Le mur creux fait son apparition après la guerre. La paroi extérieure protège de la pluie, tandis que la paroi intérieure est portante. La couche d'air entre les parois améliore l'isolation. L'isolation thermique est considérablement renforcée après la crise pétrolière de 1973 par la pose d'un matériau isolant entre les deux parois.

Époque	Type de maçonnerie	Valeur U
Après 1973	mur creux avec isolant thermique	0,49 W/m ² K
Après 1945	mur creux avec vide d'air	1,53 W/m ² K
Avant 1945	mur plein une brique et demie (28 cm)	2,37 W/m ² K
	mur plein deux briques (38 cm)	1,95 W/m ² K



ce rôle de condensateur de la vapeur d'eau en excès, en particulier si il est de type à «haut rendement», donc plus isolant que les murs pleins traditionnels (exemple: vitrage $U= 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ dans un mur plein dont la valeur $U= 2,37 \text{ W/m}^2\text{K}$). On crée alors une zone de risque: l'humidité, qui se condensait à l'origine sur le simple vitrage, peut se déplacer vers les points les plus froids des murs avec les inconvénients que cela comporte pour la santé du bâtiment et de ses occupants: perte d'isolation thermique, apparition de moisissures favorables au développement de maladies allergiques, dégradation des maçonneries et plafonnages. Pour limiter ce risque de report de condensation de la vapeur d'eau vers les maçonneries en cas de remplacement du simple vitrage par du double vitrage dans des parois non isolées thermiquement, il est impératif de prévoir l'installation d'un système de ventilation.



CONFORT ACOUSTIQUE

Le confort acoustique constitue un enjeu particulièrement délicat en milieu urbain. Le niveau de bruit admissible varie selon la destination des locaux. Il est donc souhaitable de tenir compte des contraintes liées au bruit extérieur dans le choix de l'affectation des pièces. Dans le cas d'une chambre en façade à rue, une fenêtre performante au niveau acoustique peut résoudre en partie le problème, mais cela implique de dormir fenêtre hermétiquement fermée même en été... Les propriétés de chaque matériau influencent ses capacités à atténuer les sons. Certains bruits sont plus difficiles à atténuer que d'autres: c'est malheureusement le cas des bruits de circulation liés au trafic urbain. Les maçonneries traditionnelles présentent toutes les qualités d'un bon isolant acoustique: plus un matériau est lourd, plus il est isolant du point de vue acoustique. Les fenêtres constituent, par contre, des maillons faibles dans la protection contre les nuisances sonores.

Indices d'affaiblissement acoustique

Les sources de bruit étant variées, il existe différents indices pour définir les propriétés d'isolant acoustique d'un matériau :

- l'indice R_w+C correspond à l'atténuation acoustique de sons à prédominance de hautes et moyennes fréquences (jeux d'enfants, trafic routier rapide...);
- l'indice R_w+C_{tr} correspond à l'atténuation acoustique de sons à prédominance de basses et moyennes fréquences qui caractérisent les nuisances sonores les plus courantes en milieu urbain (trafic routier lent, bruit de discothèque...);
- plus l'indice est élevé, plus le matériau est isolant du point de vue acoustique.



L'isolation acoustique demande à la fois des connaissances pointues et une approche globale. Accroître l'isolation phonique par rapport aux bruits extérieurs peut, par exemple, renforcer la perception des bruits internes au bâtiment. Avant de prendre une décision, il est utile de consulter un spécialiste.

urbain, il est même particulièrement déficient. Ceci s'explique par le fait que les deux vitrages de même épaisseur entrent en résonance. L'usage de verres d'épaisseurs différentes neutralise ce phénomène. Les performances sont renforcées par l'emploi de verre feuilleté amélioré acoustiquement. Pour un coût beaucoup moindre, du simple vitrage épais, éventuellement feuilleté, présente un indice d'affaiblissement acoustique déjà très intéressant et peut être posé sans problème dans un châssis ancien. Il est à noter que les glaces, verres précieux dont la conservation est hautement souhaitable, offrent de bonnes performances acoustiques grâce à leur forte épaisseur et à leur poids important.

LE RÔLE DU CHÂSSIS

Bien que constitués d'un bon isolant acoustique –le bois– les anciens châssis de fenêtre sont souvent peu efficaces contre les nuisances sonores. Les qualités acoustiques d'une fenêtre dépendent en effet avant tout de son étanchéité à l'air. Celle-ci peut être améliorée par la pose de joints. Les volets renforcent l'isolation acoustique des fenêtres. L'isolation acoustique de la caisse à l'intérieur de laquelle remontent les volets roulants devra cependant être améliorée dans de nombreux cas. Lorsqu'elle peut être appliquée, la double fenêtre offre une solution performante sur le plan acoustique.

LE RÔLE DU VITRAGE

Contrairement à une idée répandue, le double vitrage standard est un moins bon isolant acoustique que le simple vitrage. Dans les basses fréquences (200 à 500 Hz) qui correspondent au trafic

Performances acoustiques des vitrages (en dB)

Type de vitrages	R_w+C	R_w+C_{tr}
Double vitrage standard avec lame d'air (4/12/4)	29	26
Simple vitrage 4 mm	31	30
Double vitrage dissymétrique avec lame d'air (6/15/4)	33	31
Simple vitrage 6 mm	33	32
Simple vitrage feuilleté avec 2 couches de PVB* ordinaire (44.2PVB)	34	32
Double vitrage feuilleté avec PVB* ordinaire (6-12-44.2PVB)	36	33
Simple vitrage 10 mm	36	35
Double vitrage feuilleté avec PVB* amélioré du point de vue acoustique (6-12-44.2 PVB[A])	38	35

Données chiffrées extraites de :
RAYMAEKERS, D., *Le verre et les produits verriers – les fonctions des vitrages*, Note d'information technique 214, CSTC, décembre 1999, p. 62.

*Film plastique en butyral de polyvinyle

Fenêtres et économies d'énergie

Les fenêtres ne sont qu'une cause parmi d'autres de déperdition thermique dans un bâtiment, mais leur rôle en matière énergétique est souvent sur-évalué en raison d'une très forte pression commerciale. Chaque mètre carré de vitrage remplacé est crédité d'une économie potentielle. La réalité est plus complexe. Pour comprendre l'impact énergétique des fenêtres, il est nécessaire de les envisager dans leur contexte architectural et urbanistique. La solution retenue doit aussi tenir compte de l'analyse du cycle de vie des matériaux.

L'HABITAT MITOYEN EST ÉCONOME EN ÉNERGIE

Les bâtiments anciens sont souvent considérés comme synonymes de mauvaises performances énergétiques. Il est exact que leur enveloppe extérieure (murs et fenêtres) est moins isolante thermiquement que celle des constructions actuelles. Un autre critère important intervient également dans le calcul des performances thermiques globales d'un bâtiment : sa forme et ses dimensions qui définissent sa compacité volumique. Les bâtiments anciens sont compacts et leur enveloppe est moins ouverte que celle de la plupart des immeubles bâtis dans la seconde moitié du ^{xx}e siècle. Cela se traduit dans l'architecture rurale

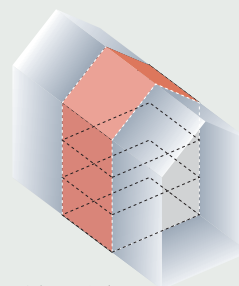
traditionnelle par des murs épais et des fenêtres de petites dimensions. Dans l'architecture urbaine, l'immeuble mitoyen construit sur plusieurs niveaux présente un maximum de surfaces habitables pour un minimum de surfaces de déperdition thermique. Les deux surfaces les plus importantes de l'enveloppe –les murs mitoyens– sont en effet protégées par les constructions voisines. Concentrées sur les seules façades avant et arrière, les fenêtres s'ouvrent généreusement pour assurer une ventilation et un éclairage suffisant à ces bâtiments construits tout en profondeur entre deux longs murs aveugles. Limiter de manière excessive ces fonctions d'échange par la pose de fenêtres très isolantes thermiquement pourra perturber la qualité du climat intérieur de l'habitation et n'apportera pas nécessairement les économies d'énergie escomptées : affaiblir l'éclairage naturel peut causer une surconsommation d'éclairage électrique ; chauffer un air trop humide suite au manque de ventilation demande plus d'énergie ; la pose de fenêtres isolantes diminue également les apports solaires gratuits (voir tableau p. 22).

Compacité volumique (V/A_T)

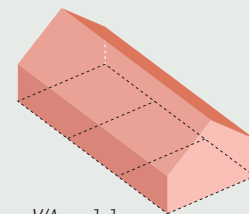
La compacité volumique exprime le rapport entre le volume protégé de l'immeuble (V) et le total des surfaces de déperdition thermique (A_T) de son enveloppe.

Plus la valeur obtenue est élevée, meilleure est la compacité du bâtiment et plus celui-ci est efficace d'un point de vue thermique.

Dans le cas d'une maison mitoyenne de 150 m^2 répartis sur trois niveaux, le rapport V/A_T sera de 2,6. Pour une maison à quatre façades d'une surface équivalente, on obtiendra un rapport V/A_T de 1,1. Pour une surface habitable et un niveau d'isolation identiques, une maison mitoyenne permet une économie d'énergie d'au moins 30% sur le chauffage par rapport à une maison à quatre façades.



$$V/A_T = 2,6$$



$$V/A_T = 1,1$$



Îlot d'habitations du ^{xx}e siècle, Saint-Gilles.

Dans le tissu urbain densément bâti des communes centrales, les fonctions de ventilation et d'éclairage des fenêtres doivent être préservées.

FENÊTRE ET FACTURE D'ÉNERGIE

Nous disposons de différents moyens d'action pour réduire notre facture énergétique et participer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. En premier lieu, nous pouvons adapter nos comportements. Par exemple : fermeture des volets et tentures la nuit, abaissement de la température la nuit et durant les périodes où le logement est inoccupé... Ces mesures ne coûtent rien et permettent d'économiser jusqu'à 30% de la facture de chauffage. Elles sont donc immédiatement rentables ! Nous pouvons ensuite investir dans l'amélioration des performances énergétiques du bâtiment. On considère en général comme prioritaire l'amélioration de l'installation de chauffage et de la régulation car ces mesures ont un impact direct sur la consommation : on tire le maximum d'énergie du combustible utilisé. Les mesures d'isolation thermique jouent également un rôle important, mais elles sont plus délicates à mettre en œuvre : des interventions non réfléchies peuvent avoir un effet négatif sur la qualité du climat intérieur et sur l'aspect architectural du bâtiment.

L'investissement le plus intéressant est l'isolation de la toiture. La pose de fenêtres isolantes à double vitrage n'est pas rentable si les fenêtres ne doivent pas être impérativement remplacées en raison de leur mauvais état. En revanche, renforcer l'étanchéité

des châssis existants améliore le confort et permet des économies d'énergie significatives pour un investissement très limité.

FENÊTRE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Pour déterminer quel sera le choix le plus durable en matière de fenêtre, il est indispensable de prendre en considération non seulement les dépenses énergétiques liées au chauffage, mais également l'entièreté du cycle de vie des matériaux mis en œuvre. Très coûteuses, les analyses du cycle de vie (ACV) se concentrent sur des comparaisons entre produits neufs mis sur le marché. Dans ce domaine, les châssis en bois semblent bénéficiaire de certains avantages par rapport aux matériaux tels que le PVC ou l'aluminium : ressource illimitée si les forêts dont les bois sont issus font l'objet d'une gestion durable ; moindre coût énergétique à la production ; effet positif sur la limitation du CO₂ présent dans l'atmosphère. Le débat est cependant loin d'être clos, chaque secteur industriel mettant en avant les mérites environnementaux de ses produits. La question qui intéresse la conservation du patrimoine – comparer l'impact environnemental du maintien d'une fenêtre existante encore en bon état à son éventuel remplacement – n'est malheureusement pas abordée à l'heure actuelle.

Temps d'amortissement des investissements en matière d'économie d'énergie

Installation de chauffage	
Placement d'un thermostat d'ambiance	Moins de 2 ans
Placement de vannes thermostatiques	Moins de 2 ans
Remplacement d'une ancienne chaudière par une chaudière performante actuelle	Moins de 8 ans
Isolation thermique	
Isolation de la toiture ou du plancher du grenier	Moins de 5 ans
Isolation d'un pignon exposé ou d'une annexe	Supérieur à 25 ans
Remplacement de fenêtres (si les châssis ne doivent pas être remplacés en raison de leur état)	Supérieur à 40 ans

Ces valeurs types peuvent varier en fonction des caractéristiques particulières du bâtiment et de l'évolution du coût de l'énergie. Elles reflètent un ordre de priorité dans les travaux. Elles ne tiennent pas compte des primes et exonérations fiscales.

Analyse du cycle de vie (ACV)

L'analyse du cycle de vie est une méthode d'évaluation des impacts environnementaux d'un produit, d'un service ou d'une activité donnée, de l'extraction des matières premières jusqu'à l'élimination des déchets. Parmi les aspects étudiés interviennent le caractère renouvelable ou non des matières premières utilisées, les émissions de polluants, ainsi que « l'énergie grise », c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la production et à l'élimination.



Fenêtres sur jardin...

Nous pouvons cependant relever que les fenêtres anciennes en bois ne manquent pas d'atouts dans ce débat :

- elles possèdent une très grande longévité – souvent plus de cent ans – liée à la qualité des matériaux et de la mise en œuvre ;
- elles sont presque toujours réparables ;
- l'entretien et la réparation font appel à une main-d'œuvre locale (peintres, vitriers, menuisiers) ;
- elles sont composées de matériaux recyclables.

Les fenêtres isolantes à double vitrage permettent d'économiser une certaine quantité d'énergie de chauffage par rapport aux fenêtres anciennes lorsque leur pose dans un bâtiment existant est envisageable sans impact négatif sur la qualité du climat intérieur. Elles s'inscrivent, par contre, dans des processus de

production et de consommation peu durables :

- elles génèrent un impact environnemental important qui ne doit pas être comptabilisé dans le cas du maintien des fenêtres existantes : fabrication, transport, assemblage, vente, pose, élimination des anciennes fenêtres, généralement en dehors de toute filière de recyclage ;
- leur durée de vie probable est inférieure à celle de la plupart des fenêtres anciennes, notamment parce que leur conception ne permet pas la réparation ;
- les fenêtres isolantes actuelles mettent en œuvre des éléments composites difficilement recyclables : profilés combinant plusieurs matériaux (PVC/acier, bois/alu, bois lamellé-collé, polyuréthane/alu, etc.) ; double vitrage et verre feuilleté ; joints synthétiques.

Intervenir

Simple entretien, réparation, amélioration, restauration, remplacement par une copie ou par un modèle actuel, la palette des interventions possibles est beaucoup plus étendue qu'il n'y paraît à première vue. Le choix de la solution s'appuiera sur une bonne évaluation des fenêtres qui tiendra compte de leur valeur patrimoniale, de leur état de conservation et de leur aptitude à remplir correctement leurs fonctions techniques. Le coût financier et l'impact environnemental de chacune des options influenceront également la décision.

ANALYSE DE L'ÉTAT

L'analyse de l'état des châssis constitue l'élément clé de la décision. Des châssis endommagés – pourrissement du bois, déformations, ferrures bloquées ou cassées – entraînent des difficultés de manœuvre des ouvrants, une étanchéité insuffisante, parfois des problèmes de sécurité. Cependant, la dégradation des matériaux est généralement surestimée, faute d'un examen attentif. Une peinture écaillée fait conclure trop vite au pourrissement complet d'un châssis. Un jet d'eau abîmé condamne la fenêtre alors qu'une réparation locale est envisageable. La nécessité de

remplacer un ou deux châssis d'une façade entraîne trop souvent le remplacement de l'ensemble des fenêtres. L'état des menuiseries est influencé par l'orientation du bâtiment et par leur position dans la façade. Celles des étages inférieurs sont habituellement en meilleur état que celles des niveaux supérieurs.

ENTRETENIR

L'entretien de la fenêtre en bois est nécessaire pour lui assurer une bonne tenue dans le temps et pour maintenir ses performances. L'entretien courant consiste à nettoyer les vitres mais également la menuiserie pour éliminer les poussières et salissures qui pourraient endommager les finitions en favorisant la stagnation de l'eau de pluie. Cet entretien régulier permet aussi de détecter rapidement les premiers signes de dégradation : peinture abîmée, conduit d'évacuation bouché, mauvais fonctionnement des ferrures. Une inspection complète avec essai d'ouverture et de fermeture de l'ensemble des fenêtres et observation de tous leurs composants devrait être effectuée une fois par an.



Diagnostic patrimoine

- L'immeuble présente-t-il un intérêt patrimonial? Est-il protégé?
- Les fenêtres possèdent-elles une valeur historique, esthétique, technique?
- Mettent-elles en œuvre des matériaux irremplaçables (chêne ancien, verre soufflé, glace, verres spéciaux, vitraux, ferrures remarquables...)?
- Les fenêtres sont-elles d'origine?

Si la réponse à l'une de ces questions est oui, la conservation des fenêtres constitue une priorité.



1. La coupe d'une pièce d'appui apparemment très endommagée révèle un bois d'une qualité introuvable aujourd'hui.
2. Avenue L. Bertrand 2, Schaerbeek, fenêtre avec brise-vue après restauration.

2.

Diagnostic confort et énergie

- Les fenêtres existantes sont-elles à l'origine d'un manque de confort thermique et donc d'une surconsommation d'énergie en hiver? (Proportion très importante de surfaces vitrées par rapport à la superficie plancher? Exposition défavorable? Étanchéité très déficiente)?
- Y a-t-il des problèmes de confort acoustique?

Si la réponse à l'une de ces questions est oui et que la conservation des fenêtres représente un enjeu patrimonial, la solution consistera à restaurer et améliorer les châssis existants ou à les remplacer à l'identique s'ils sont trop endommagés. Si la conservation des fenêtres ne constitue pas un enjeu patrimonial,

le remplacement pur et simple peut être envisagé. La réparation et l'amélioration des fenêtres existantes restent cependant, dans de nombreux cas, une réponse adéquate.

Le remplacement par des fenêtres isolantes ne pose pas de problème technique dans les immeubles aux murs isolés thermiquement (après 1973) et pourvus d'un système de ventilation.

Dans les immeubles plus anciens (murs non isolés), il faudra s'assurer que la pose de fenêtres isolantes ne nuira pas à la qualité du climat intérieur en tenant compte de l'occupation et de la nécessité d'assurer une ventilation et un éclairage suffisants.



LA RÉNOVATION DES MASTICS ET DES CALES DES VITRAGES

Le rôle des mastics est essentiel puisque tout en participant à la fixation des vitrages, ils empêchent la pénétration de l'eau de ruissellement dans le bois. Un mastic fissuré ou partiellement disparu doit être remplacé rapidement, après vérification ou remplacement éventuel des cales en bois qui assurent la géométrie du châssis.

FERRURES

Les crémones, briquets, paumelles et autres pièces mobiles, doivent être légèrement graissés pour limiter l'usure et faciliter les mouvements.

PEINTURE

L'habitude de peindre ou vernir les menuiseries extérieures répond à deux objectifs : l'esthétique et l'entretien. On exagère en général la contrainte que représente le renouvellement des peintures. Placées en retrait sur le plan de la façade, les fenêtres sont souvent bien protégées des intempéries. Sur le plan strict de l'entretien, on pourrait se contenter de repeindre régulièrement les parties les plus exposées : jets d'eau et pièces d'appui. La périodicité du renouvellement des couches de finition ne peut être fixée de manière absolue. On cite souvent les chiffres de 9 à 10 ans pour les peintures et de 5 à 6 ans pour les vernis actuels. Dans la pratique, les cycles peuvent être nettement plus longs et

varient surtout selon l'exposition de la façade. Une bonne couche de finition doit offrir une protection efficace sans empêcher le séchage du bois en cas de pénétration d'humidité. Le marché propose différentes sortes de peintures : émail de type alkyde, acrylique, peinture à l'huile de lin... Chaque système de peinture présente des atouts et des faiblesses sur le plan de l'aspect, de la durabilité, de la facilité d'application, ou du respect de l'environnement. Au-delà du choix du produit, le point essentiel pour la bonne conservation des châssis est la qualité de la mise en œuvre. Des menuiseries repeintes régulièrement mais de façon inadéquate sont parfois en moins bon état que des menuiseries privées d'entretien durant plusieurs décennies.

Peinture émail de type alkyde

Très employées depuis cinquante ans, ces peintures sont souvent peu perméables à la vapeur d'eau. Elles peuvent donc contribuer à retenir l'humidité dans le bois et favoriser son pourrissement. Cependant, elles existent aujourd'hui dans des versions microporeuses qui répondent mieux aux exigences de l'entretien du bois. Elles contiennent des solvants dont l'usage est progressivement restreint pour des raisons environnementales.

Peinture acrylique

Présentant une certaine perméabilité à la vapeur d'eau et d'une application aisée, ces peintures présentent l'inconvénient de ne



3.



4.

1. Calage d'un vitrage.
2. Renouvellement du mastic.
3. Pointes, marteau de vitrier et couteau.
4. Entrée d'eau dans un assemblage et soulèvement de la peinture.

pas nourrir le bois. Comme elles utilisent l'eau comme solvant, elles sont souvent préférées aujourd'hui aux peintures alkydes pour des raisons de santé et d'environnement. Leurs composants ne sont pas pour autant totalement inoffensifs.

Peinture à l'huile de lin

Ces peintures remises à l'honneur pour leurs qualités environnementales renouent avec l'entretien traditionnel du bois. Elles

demandent des temps de séchage plus longs que les peintures alkydes et acryliques. Elles pénètrent dans le bois et contribuent à sa stabilité car elles limitent les variations du taux d'humidité dans le matériau.

Astuces du peintre

Les parties invisibles lorsque le châssis est fermé ne doivent pas être peintes afin d'éviter les surépaisseurs qui peuvent gêner la manœuvre des ouvrants, mais surtout pour permettre un séchage rapide du bois en cas de pénétration d'eau. Les conduits d'évacuation des jets d'eau et pièces d'appui doivent être protégés lors de la mise en peinture pour éviter leur obstruction.

La finition extérieure doit toujours être plus perméable à la vapeur d'eau que la finition intérieure. On conseille donc d'appliquer une couche de peinture supplémentaire côté intérieur.

Les éléments mobiles tels que crémones, briquets ou paumelles, ne doivent pas être peints sous peine d'entraîner leur blocage.

Le savoir-faire du menuisier

Les conditions de l'exercice de la profession de menuisier ne favorisent pas le développement des activités de réparation et de restauration. Au contraire, le remplacement systématique des menuiseries anciennes par des châssis actuels à double vitrage constitue la solution de base proposée par le marché et encouragée notamment par la fiscalité. Le placement de fenêtres standard permet une plus-value liée à la vente d'un produit que la réparation et la restauration n'offrent pas, alors qu'elles sont beaucoup plus exigeantes en terme de compétence et d'heures de travail prestées. Certaines entreprises possèdent pourtant encore le savoir-faire et l'équipement qui leur permettent d'effectuer des réparations ou des copies de châssis anciens. Elles peuvent également proposer des interventions qui améliorent les performances thermiques et acoustiques. Des menuisiers cherchent à développer aujourd'hui une véritable démarche de restauration dans le domaine des châssis de fenêtre.

RÉPARER

Entièrement démontables, les anciennes menuiseries extérieures peuvent presque toujours être réparées. La réparation des châssis, lorsqu'elle se limite à des interventions ponctuelles, est moins coûteuse que le remplacement. Au-delà d'une certaine limite, par exemple le remplacement d'ouvrants entiers, les réparations supposent un investissement plus important qui devra être mis en relation avec l'intérêt patrimonial des fenêtres concernées.

GREFFE DE BOIS

La greffe de bois permet de remplacer une partie endommagée en conservant le plus possible la matière originale. Les coupes doivent être réalisées selon un schéma précis en respectant le fil du bois et le mode de débitage. Le bois utilisé doit être de la même essence que celle du bois d'origine. Les greffes effectuées dans des châssis à vernir exigent un soin particulier.

REPLACEMENT DES JETS D'EAU

Le remplacement des jets d'eau permet de renouveler les parties du châssis habituellement les plus abîmées. Il nécessite la dépose des ouvrants qui seront réparés en atelier. Le remplacement des jets d'eau peut s'effectuer en conservant les vitres d'origine, mais le risque de bris de vitrage au cours de l'opération ne peut être totalement écarté.



REPLACEMENT DE LA PIÈCE D'APPUI

Le remplacement d'une pièce d'appui est une intervention plus lourde. On se contente parfois de remplacer le nez de la pièce d'appui afin d'éviter le démontage. Cette méthode n'est pas idéale puisqu'un collage est réalisé en un endroit particulièrement exposé. Le risque de détérioration est cependant limité vu la qualité des colles actuelles.

REDRESSEMENT D'UN OUVRANT

L'un des problèmes les plus fréquents est celui de la fatigue des assemblages suite à un mauvais calage des vitrages. Les jets d'eau se mettent alors à frotter contre la pièce d'appui. Après démontage en atelier, les assemblages sont remis d'équerre et souvent collés pour éviter que le problème ne ressurgisse ultérieurement. Cette intervention nécessite la dépose des vitrages. Réparation à l'aide de résines synthétiques. L'emploi de résines synthétiques, généralement à base d'époxy, est utile pour de petites réparations locales et pour renforcer des pièces dont le démontage est peu envisageable.





3.



4.

1. Greffe de bois dans une porte-fenêtre.
2. Démontage d'un jet d'eau défectueux.
3. Pose d'un jet d'eau réalisé à l'identique.
4. Réparation d'une pièce d'appui.

RESTAURER

La restauration au sens strict du terme met en œuvre les différentes techniques de réparation mais suppose l'application de principes de base fixés par les textes internationaux sur la conservation du patrimoine immobilier: étude préliminaire

(par exemple stratigraphie des couleurs), documentation de l'intervention, conservation maximale de la matière originale, principe de réversibilité... Cette démarche doit guider toute intervention concernant un bien à haute valeur patrimoniale, en particulier s'il est protégé.

Permis d'urbanisme

Principe général

Tous travaux qui modifient l'aspect architectural d'un bien nécessitent l'introduction d'une demande de permis d'urbanisme.

Bâtiment protégé

Avant d'entreprendre tous travaux à un bien classé, inscrit sur la liste de sauvegarde ou situé dans un périmètre de protection aux abords d'un bien classé, il est indispensable de consulter la Direction des Monuments et des Sites de la Région de Bruxelles-Capitale. Celle-ci fournira toute l'information utile sur les conditions de conservation du bien et déterminera si les travaux envisagés peuvent être considérés comme des travaux d'entretien ou s'ils nécessitent l'introduction d'une demande de permis auprès du fonctionnaire délégué de la Région de Bruxelles-Capitale. Opter pour la restauration ou, lorsque celle-ci s'avère impossible, pour la copie des fenêtres existantes allègera la procédure d'octroi du permis.

Bâtiment non protégé

L'interlocuteur est le Service de l'Urbanisme de la Commune. Celui-ci informera le propriétaire au sujet des conditions à remplir pour que le remplacement de châssis soit dispensé de demande de permis d'urbanisme. Cette dispense implique que l'aspect architectural ne soit pas modifié (maintien des formes et des divisions initiales...). Ces critères sont appliqués avec plus de rigueur pour les biens inscrits à l'Inventaire du patrimoine immobilier (tous les biens construits avant 1932) et pour ceux qui sont situés en zone d'intérêt culturel, historique, esthétique ou d'embellissement (ZICHEE). Certains plans particuliers d'affectation du sol et règlements d'urbanisme contiennent des prescriptions concernant les fenêtres.

Code bruxellois de l'Aménagement du Territoire.

AMÉLIORER LES PERFORMANCES THERMIQUES ET ACOUSTIQUES

La volonté de satisfaire à des exigences de confort nouvelles conduit dans certains cas à modifier les fenêtres existantes. L'isolation thermique et l'isolation acoustique répondent à des critères techniques distincts (voir: Fenêtres et exigences de confort). Il est cependant possible de combiner ces deux exigences. Une bonne évaluation de la valeur patrimoniale des fenêtres permettra de déterminer si telle modification est acceptable dans un cas, mais ne l'est pas dans un autre.

AMÉLIORATION DE L'ÉTANCHÉITÉ

Contrairement aux menuiseries actuelles, les menuiseries anciennes ne comportent pas de joints. Bien ajustées et réglées, elles assurent pourtant, lorsque leurs profils ont été bien conçus et correctement exécutés, une bonne étanchéité à la pluie et au vent tout en permettant une bonne évacuation continue de l'humidité intérieure (voir: Fenêtre et exigences de confort).

Le réglage des crémones permet souvent de retrouver l'étanchéité d'origine.

Le resserrage du joint extérieur –entre le dormant du châssis et la maçonnerie– revêt une grande importance sur le plan

thermique et davantage encore du point de vue acoustique. Traditionnellement réalisé au mortier, ce joint est souvent érodé. Le calfeutrage du vide entre le châssis et la maçonnerie et la fermeture du joint à l'aide d'un mastic souple actuel apporte une solution efficace.

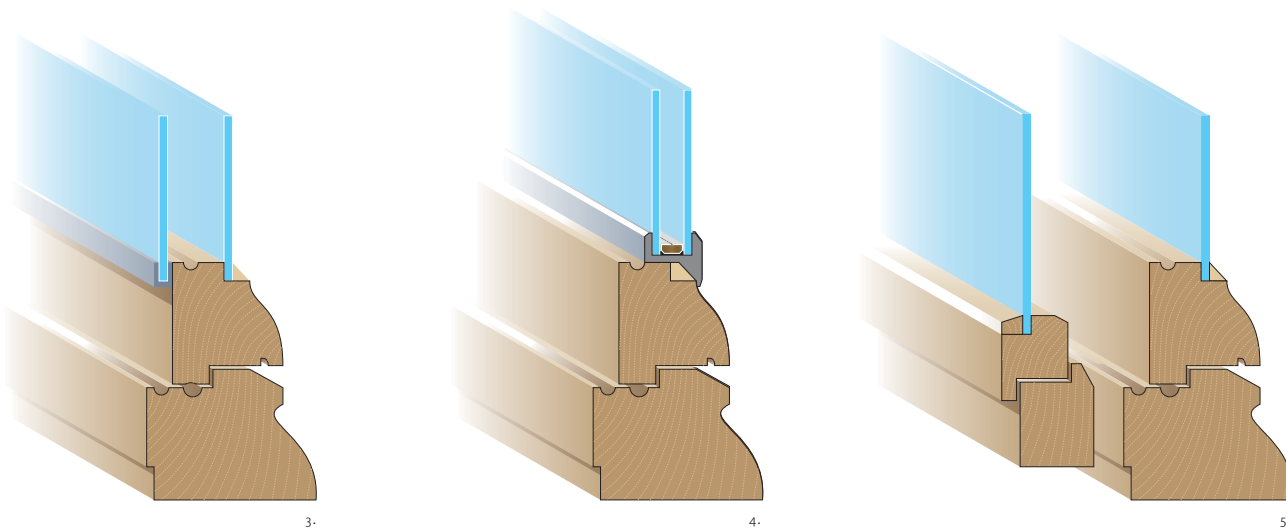
La pose de joints à la jonction des ouvrants et du dormant permet de renforcer l'étanchéité. La recherche d'étanchéité ne peut cependant réduire de manière excessive la ventilation continue assurée par les châssis. Les joints souples sont posés dans des rainures réalisées à l'aide d'une défonceuse prévue à cet effet. Il existe également des systèmes de joints en pâte appliqués sur place et formés dans le châssis de manière à épouser toutes les irrégularités au contact des ouvrants et du dormant. Ces joints sont très intéressants pour améliorer l'isolation acoustique. Les joints collés en mousse sont moins efficaces et moins durables.

AMÉLIORATION DES PERFORMANCES DES VITRAGES

Le survitrage

Le survitrage, technique déjà ancienne, consiste à appliquer une seconde vitre sur le châssis, habituellement du côté intérieur. Ce vitrage est placé sur charnière afin de permettre le nettoyage. Intéressant du point de vue acoustique, ce système est moins





1. Avenue Jupiter, Forest, double fenêtre.
2. Élargissement de la feuillure avant la pose d'un double vitrage.
3. Survitrage.
4. Pose de double vitrage avec profilé d'adaptation.
5. Double fenêtre.

performant thermiquement qu'un double vitrage. Il implique une modification d'aspect côté intérieur, mais offre l'avantage de permettre la conservation des vitrages d'origine et d'être tout à fait réversible.

La pose de double vitrage dans le châssis existant

L'objectif est d'améliorer les performances thermiques. Le double vitrage peut également être choisi dans une version acoustique afin de combiner les deux types de performance.

Une première méthode consiste à élargir la feuillure du châssis pour lui permettre de recevoir du double vitrage. Celui-ci est fixé à l'aide de parclose (petites lattes) en bois. L'intérêt de cette méthode est de ne pas réduire la surface nette éclairante de la fenêtre. Elle est cependant mutilante pour le châssis puisque le fraisage des feuillures entame les profils et les assemblages. Il existe aussi des profilés d'adaptation –en bois ou en PVC– permettant la pose du double vitrage sans modifier le châssis. Cette technique présente l'avantage d'être réversible, mais son impact sur l'aspect de la fenêtre est cependant plus marqué. La pose de double vitrage dans le châssis existant n'est envisageable

que pour des fenêtres dont les vitrages ne présentent pas d'intérêt patrimonial. De plus, la solidité des ouvrants et des charnières doit être suffisante pour supporter le poids du double vitrage.

Le remplacement du simple vitrage par un vitrage acoustique

Si l'amélioration des performances thermiques n'est pas recherchée, il est possible d'améliorer l'isolation phonique en posant du verre épais dans le châssis existant (pour le choix du verre, voir tableau p. 25). Poser des vitrages performants sur le plan acoustique n'a cependant d'intérêt que si l'étanchéité à l'air des châssis est satisfaisante ou peut être renforcée.

LA DOUBLE FENÊTRE

Ce système consiste à juxtaposer deux châssis de fenêtre dans l'épaisseur du mur de façade. Très efficace du point de vue thermique, ce dispositif est répandu depuis des siècles dans les pays qui connaissent des hivers rigoureux, comme les régions d'Europe centrale. La double fenêtre permet de conserver une fenêtre ancienne peu performante tout en améliorant fortement l'isolation thermique et acoustique. Elle ne peut être appliquée que si



1.

la largeur de l'embrasure intérieure de la fenêtre (épaisseur des murs côté intérieur) est suffisante. La seconde fenêtre appliquée côté intérieur lors de travaux de rénovation est souvent une fenêtre standard à double vitrage. Dans le contexte des bâtiments anciens aux murs non isolés thermiquement, il paraît cependant souhaitable de s'en tenir à un second châssis à simple vitrage afin de permettre le transfert de la vapeur d'eau vers l'extérieur et de limiter la perte lumineuse.

REMPLENER

Si les fenêtres existantes ne peuvent être réparées ou améliorées, le remplacement devra être envisagé. Il ne s'agit jamais d'une opération anodine ! Elle entraîne toujours une détérioration plus ou moins importante des finitions intérieures : tablettes de

fenêtre en marbre, plafonnages, chambranles, papiers peints. Les frais de remise en état de ces éléments doivent être comptabilisés dans le coût total du remplacement des fenêtres. Deux grandes options sont envisageables. Soit la réalisation d'une copie d'un châssis existant, soit la pose d'un châssis de conception actuelle.

REMPACEMENT À L'IDENTIQUE

Sujette à de nombreuses interprétations, l'expression « remplacement à l'identique » doit être entendue au sens de « copie d'un châssis existant ». Ceci implique la reproduction suivant une mise en œuvre traditionnelle des profils, assemblages, vitrages et ferrures de la fenêtre à remplacer au moyen de matériaux identiques à ceux utilisés à l'origine. Ce travail nécessite d'effectuer un relevé complet des cotes de la fenêtre à reproduire. Les ferrures et les vitrages d'origine peuvent, si leur état le permet, être récupérés pour être reposés dans la copie du châssis. Le principe de la copie permet de ne remplacer que les châssis les plus abîmés sans créer de problème d'unité d'aspect avec les autres châssis de la façade.

CHÂSSIS DE CONCEPTION ACTUELLE

Quel que soit le matériau utilisé, les châssis actuels reflètent une volonté de standardisation maximale qui laisse peu de marge d'interprétation à l'architecte et au menuisier. Dans ce contexte,

Astuces du placeur de châssis

Prise de mesures

Pour faciliter la pose, de nombreux placeurs sous-dimensionnent le châssis. Ceci entraîne une présence trop importante du dormant à l'intérieur de la baie et une diminution de la surface nette éclairante. D'autre part, l'espace vide qui subsiste entre le châssis et la maçonnerie affaiblit l'isolation thermique et acoustique. Le respect des dimensions d'origine est donc important.

Précision de la pose

Les hors d'aplomb fréquents dans les maçonneries anciennes sont mal tolérés par les menuiseries actuelles. Ils provoquent un mauvais fonctionnement du système d'étanchéité et une usure prématurée du mécanisme de fermeture.

Respect des hauteurs de traverses

La hauteur des ouvrants dépasse fréquemment les tolérances indiquées par les fabricants, en particulier

pour les portes-fenêtres. Le placeur peut alors être tenté de réduire la hauteur des ouvrants, ce qui défigure la façade. Si, à l'inverse, il privilégie le respect des divisions existantes, des problèmes peuvent apparaître : déformations, manœuvre difficile, défauts d'étanchéité... Ces difficultés étant liées au poids élevé du double vitrage, une solution pourrait consister à utiliser dans ces cas précis du simple vitrage.

l'attitude la plus adéquate consistera souvent à reproduire aussi fidèlement que possible les dispositions des fenêtres d'origine. Si l'on désire s'écarter de ce principe, un permis d'urbanisme sera nécessaire. Si les producteurs de fenêtres en PVC et en alu cherchent aujourd'hui à rendre les profils de leurs châssis compatibles avec des interventions sur le bâti ancien – surfaces texturées, colorées, application de moulures – le bois reste cependant le matériau qui permet le mieux d'approcher l'aspect extérieur des châssis d'origine car il offre davantage de possibilités d'adaptation. L'absence d'entretien constitue l'argument de vente principal pour les châssis en PVC ou en aluminium. S'il est exact qu'ils ne doivent pas être peints, il est utile de rappeler le caractère illusoire de la quête du matériau « sans entretien ». Que le châssis soit en bois, en PVC ou en alu, les mécanismes délicats du système de fermeture et d'étanchéité doivent être réglés et huilés périodiquement. Les profils en PVC doivent être lavés très

régulièrement – comme dans le cas d'une carrosserie de voiture – pour éviter la fixation de la saleté. Les châssis réalisés dans ces matériaux ne peuvent être réparés. Le PVC, à condition qu'il soit multi-chambre, présente des qualités d'isolation thermique proches de celles du bois. L'aluminium est moins performant sur le plan thermique. Le bois est le matériau le plus indiqué pour l'isolation acoustique, à condition de choisir une essence de forte densité. La recherche du coût minimum comme seul critère de choix en ce qui concerne les châssis neufs est à déconseiller absolument. Celle-ci se répercute sur la qualité de l'ensemble des composants et hypothèque les performances et la durabilité de la fenêtre.



1. Réalisation d'un châssis à l'identique d'après un modèle du début du XIX^e siècle.
2. Rue du Vieux Marché aux Grains 20-24, 1931. Châssis de conception actuelle: le respect des divisions d'origine a permis de préserver l'unité de la façade.

Colophon

Textes et iconographie

Jérôme BERTRAND,
Le Centre Urbain – De Stadswinkel, asbl

Coordination

Brigitte VANDER BRUGGHEN,
Direction des Monuments et des Sites
Christine ROUFFIN et Cyrille SEGERS,
Cabinet du Secrétaire d'État Emir Kir

Comité scientifique

André LOITS,
Direction des Monuments et des Sites
Guido STEGEN,
vice-président de la Commission royale
des Monuments et des Sites
avec la collaboration de :
Cecilia PAREDES, Isabelle LEROY
et Thierry WAUTERS,
Direction des Monuments et des Sites
Pascale INGELAERE et Andrea MARIUCCI,
Cabinet du Secrétaire d'État Emir Kir

Crédits photographiques

Le Centre Urbain - De Stadswinkel,
asbl, Bruxelles / toutes les photos
de Jérôme BERTRAND sauf
Mireille FONTAINE: 7 (5)
Sarah LAGRILLIÈRE: 15 (3)
et Guillaume AMAND: 29
Archives d'Architecture Moderne,
Bruxelles: 3, 4 (1-2), 5 (3-5), 9 (5-6-7),
11 (6-7-8), 14, 15 (2)

Musées royaux des Beaux-Arts,
Bruxelles: 12 (1)
Société Ducuroir, Bruxelles: 5 (4)
Société Norma, Malonne: 5 (6)
Raf THIENPONT (couverture)

Dessins techniques

Pierre BERTRAND, Raf THIENPONT,
Evelien WILLAERT (relevé)

Relecture

Martine MAILLARD,
Direction des Monuments et des Sites

Conception graphique

www.raf-thienpont.be

Remerciements

Willy DUPONT, Henk LUTJEHARMS,
Paul MORDAN et Jean-Louis SCHEPPERS,
menuisiers ; Vincent DETREMMERIE et
Benoît MICHAUX du Centre scientifique
et technique de la construction ;
Eric HENNAUT et Anne LAUWERS des
Archives d'Architecture Moderne ;
Guillaume AMAND, Philippe CHARLIER,
Marie DEMANET, Patrick HERREGODS,
Vincent HEYMANS, Nicodème LONFILS,
Sophie MERSCH, Cécile PODZIEMSKI ;
ma famille pour son aide et sa complicité
et tous les autres, trop nombreux pour
les citer mais qui se reconnaîtront.

Éditeur responsable

P. CRAHAY, AATL - Direction des
Monuments et des Sites,
CCN - rue du Progrès 80, 1035 Bruxelles

Dépôt légal

D/2008/6860/005

Adresses utiles

DIRECTION DES MONUMENTS
ET DES SITES
Ministère de la Région
de Bruxelles-Capitale
Rue du Progrès 80
1035 Bruxelles
tél. : 02/204.25.75
fax : 02/204.15.22
e-mail : aatl.monuments@mrbc.irisnet.be
site Internet :
www.monument.irisnet.be

LE CENTRE URBAIN –
DE STADSWINKEL, asbl
Info Patrimoine / Rénovation /
Acoustique / Énergie (ABEA)
Halles Saint-Géry, place Saint-Géry 1,
1000 Bruxelles
tél. : 02/512 86 19
fax : 02/219.35.91
e-mail : info@curbain.be
site Internet : www.curbain.be

Orientation bibliographique

ENGEN, Luc (dir.), *Le verre en Belgique des origines à nos jours*, Mercator, Liège, 1989.

EVERAERT, Guido, LIEVOIS, Daniël, LALEMAN, Marie-Christine et BAILLIEUL, Beatrix, *Vensters. Zeven eeuwen techniek en esthetiek*, Dienst Monumentenzorg en Stadsarcheologie, Gent, 1993.

HENNAUT, Eric et DEMANET, Marie, avec la collaboration de BERTRAND, Jérôme et LIESENS, Liliane, *Bois et métal dans les façades à Bruxelles*, Fondation Roi Baudouin et Archives d'Architecture Moderne, Bruxelles, 1997 (L'art dans la rue).

HEYMANS, Vincent, *Les dimensions de l'ordinaire. La maison particulière entre mitoyens à Bruxelles, fin XIX^e - début XX^e siècle*. L'Harmattan, Paris, 1998.

LANDES, Claude (conception générale), *Fenêtres de Paris – XVII^e et XVIII^e siècles*, Cahier de la Rotonde 18, Commission du Vieux Paris, Paris, 1997.

LEHEMBRE, Jean-François, «Aspects écologiques», in *Châssis, permis et développement durable, aspects patrimoniaux, écologiques, techniques des menuiseries de façade*. Séance d'information du vendredi 28 novembre 2003. Délégation au développement de la Ville, Ville de Bruxelles, Département urbanisme, pp. 3-10.

LOITS, André, «Patrimoine et double vitrage», in *Les châssis dans les monuments classés*, Commission royale des Monuments, Sites et Fouilles de la Région wallonne, Journée de réflexion du 6 mai 2003 à Liège, pp. 73-75.

PISSENS, Iris, *Rénovation acoustique, Guide pratique*, IBGE et Région de Bruxelles-Capitale, Bruxelles, 2004.

Préserver le patrimoine pour inventer l'avenir, Commission royale des Monuments et des Sites, Bruxelles, 2005.

RAYMAEKERS, Didier, *Le verre et les produits verriers - les fonctions des vitrages*, Note d'Information technique 214, CSTC, Bruxelles, 1999.

ROUBO, Jacques-André, *L'Art du Menuisier, 1769-1770*, réédition Bibliothèque de l'image, Inter-Livres, s.l., 2002.

SIMON, Francy et HAUGLUSTAINE, Jean-Marie (sous la direction de), *La fenêtre et la gestion de l'énergie – Guide pratique pour les architectes*, UCL, Ministère de la Région wallonne, ULG, Namur, 2001.

STORCK, Justin, *Dictionnaire pratique de Menuiserie – Ébénisterie – Charpente*, Paris, 1900, réédition H. Vial, Dourdan, 2002.

VEUILLET, Claude et ANTIPAS, Michèle, «La fenêtre – Un patrimoine menacé», in *Journal de la Construction* n°5, Lausanne, mai 1998.

WOUTERS, Peter, MARTIN, Serge et VANDAEL, Luk, «Les fenêtres sous l'angle de la physique du bâtiment (1) et (2)», in *CSTC Magazine, Recherches et études*, Bruxelles, 4^e trimestre 1995, pp. 10-19 et 1^{er} trimestre 1997, pp. 11-17.

Glossaire

battant : les montants qui composent les ouvrants prennent le nom plus spécifique de battants car ils viennent « battre » contre le cadre dormant (à Bruxelles, seul le terme montant est généralement utilisé, tandis que le terme battant est employé comme synonyme d'ouvrant)

battant (ou montant) à gueule de loup : battant portant le profil concave qui reçoit le battant mouton dans le châssis à deux ouvrants

battant (ou montant) de noix : battant portant la languette de noix

battant mouton (ou montant rond) : battant arrondi qui entre dans le battant à gueule de loup

battée (ou frappe) : partie du dormant sur laquelle vient « battre » l'ouvrant

châssis : bâti fixe ou mobile destiné à recevoir des vitrages

contrevent : volet extérieur qui se rabat contre les murs de façade. Il peut être « brisé » pour se replier en plusieurs panneaux étroits dans l'embrasure de la fenêtre

dormant : bâti fixe de la fenêtre auquel sont attachés les ouvrants

fenêtre : baie (ouverture) dans un mur munie d'une fermeture vitrée et donnant du jour à l'intérieur d'un bâtiment

feuillure : profil en angle droit rentrant destiné à recevoir le vitrage

goutte (ou casse-goutte) : petite gorge pratiquée au-dessous de la partie saillante du jet d'eau pour empêcher l'eau de pénétrer à l'intérieur

imposte : partie supérieure (en général fixe) du châssis

jalousie : store extérieur composé de fines lames horizontales de bois ou de tôle destiné à filtrer la lumière

jet d'eau (ou rejet d'eau) : traverse inférieure de l'ouvrant destinée à rejeter les eaux de pluie vers l'extérieur

montant : pièce de bois verticale

mouluration : ensemble des profils (ou moulures) d'un ouvrage

moulure : ornement allongé et en relief. En menuiserie, les moulures sont poussées au « rabot à moulure » ou réalisées à la machine

noix : système d'étanchéité formé d'une languette s'engageant dans une rainure au contact des parties verticales du dormant et de l'ouvrant.

ouvrant (ou vantail) : partie mobile de la fenêtre. Les modèles de châssis les plus courants présentent un ou deux ouvrants vers l'intérieur. L'ouvrant du châssis à guillotine coulisse verticalement grâce à un système de poulies et de contrepoids.

persienne : contrevent dans lequel des lames de bois superposées inclinées à 45° environ remplacent partiellement ou totalement les panneaux afin de favoriser l'aération

petits-bois (petits-fers) : fines baguettes de bois ou de métal qui subdivisent le châssis

pièce d'appui : traverse inférieure du dormant

profil : ligne délimitant le dessin en coupe d'une moulure

traverse : pièce de bois horizontale assemblée entre les montants

traverse d'imposte : traverse qui sépare l'imposte des ouvrants de la fenêtre

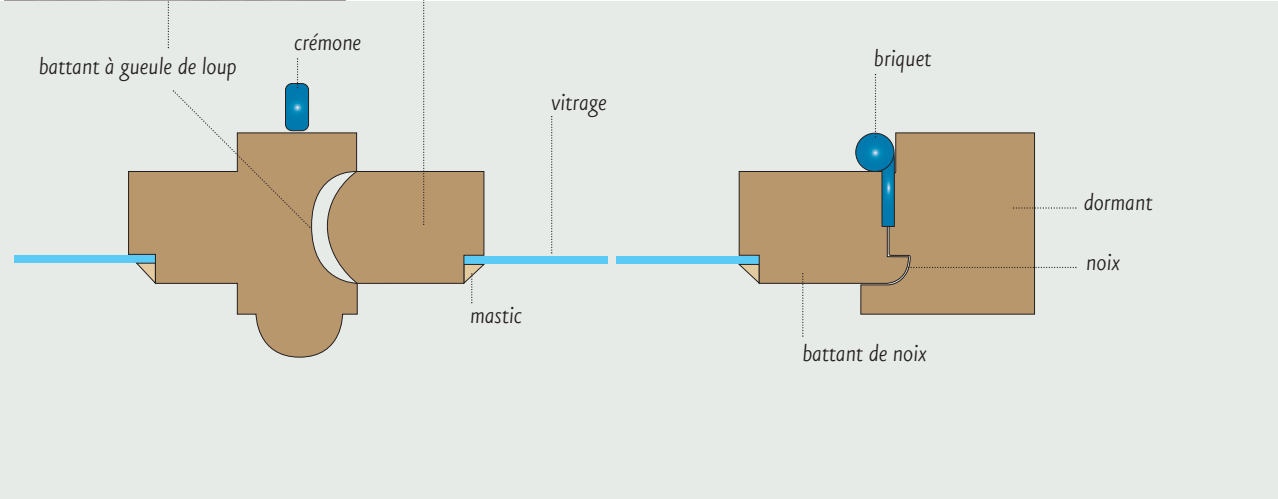
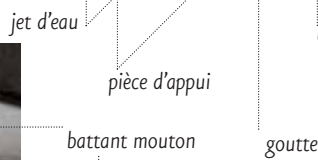
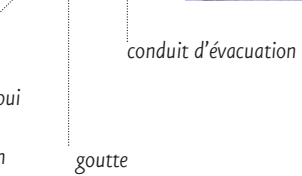
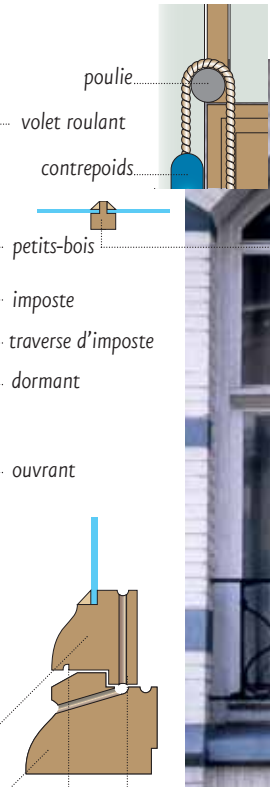
volet : panneau pivotant sur un de ses bords verticaux, servant à doubler intérieurement un châssis vitré

volet roulant : volet constitué de lattes de bois horizontales s'enroulant autour d'un axe

Châssis à double ouvrant et imposte fixe



Châssis à guillotine



poulie

volet roulant

contrepois

petits-bois

imposte

traverse d'imposte

dormant

ouvrant

jet d'eau

conduit d'évacuation

pièce d'appui

goutte

battant mouton

battant à gueule de loup

crémone

vitrage

briquet

dormant

noix

mastic

battant de noix

Collection *L'art dans la rue*

CARNETS D'ENTRETIEN

La façade
Le sgraffite
Le bois
Le métal

édités par la Fondation Roi Baudouin avec le soutien de la Loterie nationale

Les vitraux
Les rocailles
L'arbre dans la ville

édités par la Direction des Monuments et des Sites de la Région de Bruxelles-Capitale

