

La fenêtre basculante

Alfons Anker, Stockholm

Arch. BDA



La fenêtre, dont le nom dans presque tous les pays civilisés n'est qu'un dérivé du mot latin « fenestra », a depuis les temps les plus reculés attiré l'attention de la masse et aiguisé la fantaisie des artistes et des techniciens. Si, dans le monde de la construction, bien des choses ont été dites et écrites sur cette ouverture utile et indispensable, peu de gens ont parlé de son développement ou de sa forme actuelle : la fenêtre basculante. Il est souvent ignoré, par exemple, que les bureaux des contributions de plusieurs pays considérèrent longtemps la fenêtre comme base d'imposition. Ainsi, pour établir les devoirs fiscaux du propriétaire d'une maison, elle servait, en même temps que les portes de chaque appartement, comme base grossière il est vrai, mais cependant assez précise pour fixer la valeur du loyer et le taux de l'impôt. De telles mesures poussaient naturellement les constructeurs à l'économie, d'où manque d'air et de lumière dans les locaux d'habitation et de travail. Cette conséquence regrettable n'empêcha pas les autorités de maintenir cette base d'imposition jusqu'au 18^e siècle. En Angleterre, ce mode d'imposition fut rapporté en 1696, en Ecosse en 1707, tandis que là il fut écarté en 1851 seulement et remplacé par un impôt sur le loyer. L'impôt sur les fenêtres existait également depuis 1798 en France, où, avec diverses modifications, il fut considéré comme un des quatre impôts directs jusqu'en 1917. La loi existant en Suède depuis 1743 était plus sociale. En effet, les propriétaires devaient payer, à Stockholm, pour une ouverture complète de fenêtre 16 öre d'impôt ; dans les autres grandes villes de Suède 12 öre, dans les plus petites villes 8 öre et dans la campagne 6 öre. Pour les paysans, l'impôt n'était que de 3 öre par ouverture et les simples soldats des troupes suédoises n'avaient rien à payer. On peut imaginer combien peu affables étaient, en ce temps-là et avec de telles conceptions, les relations entre bourgeois...

De plusieurs côtés, on a émis le désir d'obtenir des renseignements sur la fenêtre basculante, sur son origine et même sur la façon rapide dont elle s'est

imposée dans les pays nordiques. Pour répondre à ces questions, nous publions dans ces pages quelques détails historiques sur le développement de la fenêtre à travers les âges.

Une brève, mais intéressante indication sur l'origine de la fenêtre est donnée par l'ouvrage vénérable qu'est « La Grande Encyclopédie », répandue non seulement dans les pays de langue française, mais partout dans le monde et éditée par la Librairie Larousse de Paris ; dans le tome XVIII, il est dit : « Fenêtre. Porte ou ouverture faite dans les parois extérieures d'un bâtiment pour laisser pénétrer à l'intérieur la lumière du jour et l'air. » Il ne fait aucun doute que l'emploi des fenêtres était connu des Anciens ; nombre d'entre elles — datant de différentes époques et même de plus de 18 siècles en arrière — apparaissent encore aux monuments des Egyptiens, des Grecs et des Romains. On doit admettre le but de ces ouvertures, même si les bâtiments sont en grande partie détruits.

La Grèce antique offre, moins peut-être que l'Égypte, des exemples de fenêtres pour l'éclairage de l'intérieur des temples, des bâtiments officiels et des maisons d'habitation. De plus, un bas-relief antique montre une fenêtre plus large que haute dans la paroi latérale d'un temple. Enfin, quelques fenêtres qui ne sont ni protégées ni tenues par un encadrement fixé directement dans le mur sont encore visibles dans les ruines de l'ancienne Messène et la « Cellule de Pandion » des ruines de l'Erechthéon sur l'Acropole d'Athènes — une sorte de corridor étroit longeant la partie ouest du corps principal de ce monument — a gardé trois ouvertures dans les intervalles entre les piliers qui étaient incontestablement destinées à laisser entrer la lumière du jour dans cette partie du temple. »

L'origine et le développement du verre sont aussi en rapport étroit avec l'histoire de la fenêtre. Bien que le verre ait été connu, en Égypte par exemple,

3500 ans avant J.-C., ce n'est pas la preuve qu'on l'ait utilisé avant les Romains pour en faire des vitres. A Pompéi, on a déterré des vitres de 55×75 cm., placées dans des cadres de bronze. Mais pendant le premier siècle de l'ère chrétienne, il semble que l'emploi du verre se limitait avant tout aux églises et aux demeures des familles nobles, car le verre était en ce temps-là une matière chère et rare. A cette époque, il avait en général une couleur foncée et une surface irrégulière, de sorte qu'il n'était guère supérieur aux matériaux alors utilisés pour les fenêtres comportant des « vitres » de marbre mince ou d'albâtre.

Peu à peu, la technique du verre faisant des progrès, on parvint à produire une matière incolore, mais pas encore toujours transparente et lisse. Cependant, durant le moyen âge, l'emploi du verre s'étendit dans toute l'Europe, mais restait toutefois réservé en premier lieu aux églises et aux châteaux. Et dans les pays plus au sud, on se contentait à cette époque-là de fenêtres sans vitres, munies d'un grillage de bois ou de métal ou de colonnettes en pierre.

Le développement de l'architecture fut naturellement lié à celui de la technique du verre. La technique de la construction devait se limiter aux possibilités du moment et attendra l'énorme progrès qu'apportera le métier de souffleur de verre... Ce n'est qu'assez longtemps après la chute de l'Empire romain que l'on refabriqua des vitres de 50×50 cm. Pour les fenêtres plus grandes, on alliait la vitre à un treillis fait de tiges de plomb soudées ensemble et selon la surface désirée, on réunissait deux ou plusieurs de ces grillages. Et lorsqu'il était requis une plus grande solidité, on assurait alors le tout au moyen de colonnettes de maçonnerie, de pierre ou de métal. La technique avec des fenêtres hautes, partagées par des échelons ou des piliers et occupant parfois des façades entières, est la caractéristique du style gothique de construction qui a fleuri en France aux 12^e et 13^e siècles, style qu'il n'aurait pas été possible de créer sans les nouvelles ressources apportées par l'art du soufflage du verre et mises à la disposition des architectes.

Un des plus beaux exemples de cette époque est la Sainte-Chapelle de Paris (1340), dont toutes les parties entre les arcs-boutants sont des sources lumineuses ; la Cathédrale d'Exeter, en Angleterre (1280), avec son fronton entièrement vitré et le Dôme de Cologne (commencé en 1248) comptent aussi parmi les merveilles de l'architecture. Dans ces lieux saints, les hautes fenêtres se découpent, de l'extérieur comme de l'intérieur, entre les arcs-boutants élancés. Mais l'effet d'un local complètement fermé existe et est atteint ici, comme généralement dans l'art gothique, grâce à de riches peintures sur le verre. Un contraste moderne à ce partage en sources lumineuses verticales se trouve dans de nombreux gratte-ciels américains ; là ces sources lumineuses, dans un but de centralisation et en raison de problèmes architecturaux souvent difficiles à résoudre et à maîtriser, seront groupées sur les façades afin qu'elles puissent être étagées et former une colonne. Grâce au rapide développement de la technique du soufflage en Allemagne et particulièrement aussi en Bohême vers la fin du 16^e siècle et le début du 17^e siècle, il fut possible, pour la première fois, de fabriquer du verre à vitre *claire* à

des prix relativement bas et pouvant ainsi devenir d'un emploi général. Mais la masse se contenta pourtant, pendant encore des siècles, de fenêtres en corne, en vessie de bœuf, en mica ou en toile huilée, au travers desquelles la lumière n'était que très faible. Pourtant, cet éclairage marquait déjà un progrès important, car dans les demeures primitives les habitants durent s'instruire d'abord uniquement sur la lumière et non pas sur la forme ou la qualité de sa source, lumière qui pénétrait par le trou percé pour la fumée au-dessus de l'âtre. L'antique maison italique ne comportant en effet, à l'origine, qu'une pièce unique au centre de laquelle était l'âtre qui noircissait le plafond et les parois. C'est pourquoi cette pièce reçut le nom latin « ater » (noir), qui se modifia plus tard en « Atrium » (pièce sombre), lorsque les maisons devinrent plus grandes et comprirent d'autres pièces. Celui qui a visité une fois Pompéi et ses tombeaux se souvient des maisons des Grecs et des Romains, qu'elles soient intactes ou reconstruites, et comprenant de luxueux atria.

Pour avoir une idée de ce que pensaient les bourgeois du moyen âge de la fenêtre, reportons-nous à une publication de l'an 1546 qui mentionne que la chambre à coucher de Martin Luthér, à Eisenach, est pourvue de fenêtres vitrées et qui dénonce cela comme un luxe sans pareil.

Plus tard, comme exemple classique des différents styles créés, la fenêtre rectangulaire domine : elle est de hauteur variable, avec des traverses et des échelons verticaux ou horizontaux. Tout d'abord, durant une vingtaine d'années de ce siècle — dans un but « fonctionnel » mais hélas trop souvent sans que l'intention soit véritablement ou purement décorative — apparaît l'inclinaison, qui pousse parfois à fenêtrer des murs entiers pour assurer et augmenter l'éclairage de l'intérieur des maisons par la lumière du jour. Cette recherche basée sur la fonction, qui, lors de sa naissance et comme dans la plupart des styles nouveaux, dépassa la mesure, le but, ne doit cependant pas être condamnée ; car elle nous a ouvert les yeux sur l'importance de l'éclairage et de l'aération des locaux d'habitation ou de travail et elle contribue beaucoup, en même temps, à nous faire connaître l'origine de la fenêtre *moderne*. Ce que tout cela signifie pour la santé des peuples saute aux yeux si l'on songe qu'il y a peu de temps encore on devait « assurer » les fenêtres contre les rigueurs de l'hiver, en plaçant en automne et en enlevant au printemps des battants séparés et supplémentaires : battants entreposés n'importe où durant l'été et dont les jointures étaient, dès après leur mise en place en automne, bouchées avec des bandes de papier gommé : on était sûr alors de ne plus jamais ouvrir les fenêtres pour aérer ! Et de telles dispositions « hygiéniques » sont encore prises de nos jours, dans plusieurs pays en ville comme à la campagne.

Ainsi s'établit le lexique de la fenêtre depuis son origine et dans les différents pays.



On doit pouvoir exiger d'une fenêtre *moderne* qu'elle soit avant tout une protection sûre contre la chaleur, le froid et le courant d'air, qu'elle puisse être facilement ouverte puis fermée pour l'aération et la purification des locaux et qu'elle soit économique,

c'est-à-dire qu'elle corresponde à la matière employée et au prix voulu. Et comme dernière condition, un vœu : celui de pouvoir fabriquer, en dehors de toute objection et sans limite, cet élément spécial de construction et à des prix calculés au plus juste afin qu'ils retiennent l'attention de la grosse masse du public.

Voici un exemple : dans l'ouvrage remarquable paru chez Julius Hoffmann, Stuttgart, et intitulé « Construction d'hôpitaux à l'époque actuelle », son auteur, le D^r ingénieur Hubert Ritter, spécialiste bien connu, dit au chapitre « Fenêtres et portes-fenêtres » (page 61) :

« Jusqu'ici, comme fenêtre la plus utile pour une aération constante ou simplement de longue durée, celle à coulisse verticale doit être envisagée »... Ce disant, il se réfère à la déclaration publiée à l'issue de la Journée des villes allemandes, puis expose son opinion par le détail et publie, en complément, une photographie d'une salle pour malades équipée de telles fenêtres. Je tiens le point de vue du D^r Ritter comme juste en ce cas, mais on doit aussi retenir de son jugement d'autres indications ; en effet, deux alinéas plus loin, parlant du coût, il dit :

« Une telle fenêtre (à coulisse verticale) coûte sans aucun doute deux fois et demi à trois fois plus qu'une double-fenêtre ordinaire ou qu'une double-porte. » Ainsi, si cette fenêtre à coulisse qu'il vante ne soulève aucune objection majeure, il est évident que son utilisation n'est possible que dans certains cas lorsqu'on tient compte des considérations économiques.

Puis vient la conclusion directe du D^r Ritter, dans laquelle il dit les avantages de la fenêtre basculante CARDA, en les expliquant par de nombreux dessins (pages 60, 61 et 62) ; ces avantages en démontrent l'universalité, l'utilité dans le cadre d'un coût abordable. Celui qui désire s'informer sur toutes ces questions trouve dans l'ouvrage du D^r Ritter des conseils avertis.



Dans les pays nordiques, les battants de fenêtres « accouplés » ont été essayés très tôt : s'ouvrant le plus souvent à l'intérieur, la partie extérieure était facilement accessible pour son nettoyage. Les battants extérieurs des fenêtres de ce modèle sont accouplés aux battants intérieurs, mais cependant séparables ; les barres du milieu, autrement indispensables, deviennent superflues dans les doubles-fenêtres. Le dispositif de fermeture existe, qui a la forme d'une espagnolette se couchant vers l'intérieur ou s'encastrant pour devenir invisible ; il est, pour ces fenêtres qui se soulèvent vers l'intérieur, un moyen de pression judicieux et faisant ressort grâce au joint appliqué dans la rainure supérieure des châssis intérieurs. Ainsi, puisque ces battants sont destinés à calfater la chambre, on obtient par l'extérieur une ventilation de l'espace compris entre les deux fenêtres, ce qui évite l'humidité et le givre sur la face intérieure des vitres extérieures. Mais cette construction nouvelle ne répond cependant pas aux exigences des experts en la matière et encore moins à celles des hôpitaux, dans lesquels les fenêtres jouent, en ce qui concerne la santé des malades, un rôle primordial. Aussi, pendant une trentaine d'années et spécialement en Suède, on développa et mit enfin au point le type de fenêtre dite basculante, avec double vitrage et store à lamelles entre les deux vitres. L'idée qui a conduit à cette construction n'est

absolument pas nouvelle ; elle est même née il y a plusieurs siècles, peut-être pendant l'époque gothique, au cours de laquelle apparurent des fenêtres circulaires appelées « roses » et comportant une petite ouverture pour l'aération. Quoi qu'il en soit, on ne peut parler, comme c'est souvent le cas à des fins publicitaires, d'un « inventeur » de la fenêtre à pivot ou à bascule. En Angleterre aussi, par exemple, on utilisa durant quelque trente ans des « Swinging windows » (fenêtres à pivot). Cependant, comme le précise la célèbre revue « The Architectural Record », au volume 74 de son numéro publié en juillet-décembre 1933, ces fenêtres équipaient uniquement ou presque des édifices importants et très rarement des maisons d'habitation où l'on préférerait les fenêtres à coulisse. Les battants avec cheville en haut et en bas, c'est-à-dire nos fenêtres modernes, sont, à cette époque déjà, utilisés par la masse qui n'a pas de préférence et équipent aussi différents édifices. Les jugements du monde professionnel se rapportent essentiellement, lorsque la question de fenêtres modernes est soulevée, à la célèbre fenêtre CARDA du D^r Ritter. A ce propos, le spécialiste bien connu dit ceci (page 61) :

« Pendant ces dernières années, on a développé en Suède la fenêtre appelée CARDA. C'est une fenêtre basculant sur un axe horizontal et qui peut être exécutée jusqu'à une surface vitrée de 4 m² sans aucune traverse. (Photo 137 de l'ouvrage.) Elle possède plusieurs avantages et peut parfaitement remplacer une baie vitrée. Des freins à friction, aménagés à l'intérieur même des battants, permettent d'arrêter la fenêtre à l'ouverture voulue ; et même si cette dernière n'est que de quelques centimètres, un petit courant de ventilation se crée entre le haut et le bas du vantail, ce qui assure une aération constante et régulière. Le vantail peut se renverser à 180° : le nettoyage est donc possible même avec les fenêtres fermées. Entre la vitre intérieure et la vitre extérieure, on peut faire glisser un store à lamelles devenant une excellente protection contre le soleil. (Photos 139-141 de l'ouvrage.) De ce fait, on évite les frais d'installation d'un store à rouleau et les complications que son maniement comporte. » Plus loin, l'auteur sous-entend que « pour des airs courts et puissants, la partie supérieure du vantail (surtout lorsqu'il s'agit de fenêtres hautes) pénètre très loin à l'intérieur de la pièce » ; il devrait cependant avoir remarqué à ce propos que cette pénétration se fait à une certaine hauteur au-dessus du plancher et n'empêche ni le passage des gens ni le déplacement d'objets. Pour mieux faire comprendre la fabrication de cette fenêtre, on devrait souligner davantage peut-être ces avantages et ajouter ici les particularités suivantes :

1. Un avis émis au sujet de la fenêtre CARDA dit « qu'elle rend possible le *nettoyage* de la fenêtre lorsqu'elle est fermée ». A titre explicatif, ajoutons ici que lorsque la fenêtre bascule à 180°, les surfaces des vitres intérieures et celles des vitres extérieures — autrement dit les quatre surfaces — peuvent être nettoyées de *l'intérieur de la pièce*, sans danger et facilement. Grâce à cela, la durée de ce travail souvent répété est considérablement diminuée : avantage qui n'est pas seulement appréciable pour les hôpitaux parce qu'il évite les refroidissements dangereux, mais pour tout le monde puisqu'il économise du temps lors du nettoyage.

2. L'ouïe est protégée des bruits extérieurs par l'espace existant entre le double vitrage caractéristique à cette construction et par le soin qu'apporte le menuisier à son travail. Une des grandes sommités récemment disparues, Hans Freese, professeur ordinaire au Technicum de Berlin-Charlottenburg et directeur de l'Institut pour la construction des hôpitaux, recommande presque seulement — dans son discours au « Congrès des cours médicaux » et à la « 55^e Journée des médecins allemands » —, parmi toutes les fenêtres à perspective, la fenêtre CARDA et précise ce qui suit :

... « Un avantage de plus qu'offre ce mode de construction est le store qui glisse entre le double vitrage : il ne protège pas seulement contre la lumière indésirable, mais en même temps contre la plus grande partie des rayons brûlants du soleil, car la chaleur est captée et retenue *hors* de la pièce »...

3. Concernant les diverses *possibilités d'aération* exposées par le D^r Ritter, deux avantages méritent spécialement d'être soulignés, que le Professeur Freese ne signale d'ailleurs pas non plus :

a) la fenêtre peut rester ouverte pour l'aération même en cas de pluie et sans que la pièce soit inondée, détail qui n'a pas son importance seulement pour les hôpitaux ;

b) le store déjà mentionné, qui glisse entre le double vitrage, protégé des rayons du soleil, quelle que soit la position d'aération adoptée, empêche l'éblouissement et les regards indiscrets.

Le Professeur D^r ing. Fritz Roedler *, inventeur connu à l'« Institut fédéral pour la santé Max-von-Pettenkofer » à Berlin, s'est penché longtemps sur le thème « Protection contre le soleil ». Dans l'écrit qu'il a publié dans la revue « Das Krankenhaus » (Cahier 7/1953, Düsseldorf, Klosterstrasse 35), il précise entre autres choses :

« La fenêtre à bascule est une fenêtre composée sans petits bois. Entre le double vitrage glisse un store à lamelles métalliques, dont chaque élément reste en rapport avec l'inclinaison donnée à la fenêtre ; ainsi, l'insolation directe est évitée, mais la lumière du jour, de ce fait dominée, pénètre tout de même, plus ou moins, dans la chambre du malade. Le rayon lumineux et la circulation de l'air se laissent donc régler à volonté et indépendamment l'un de l'autre.

... D'autre part, trop de lumière et surtout une lumière éblouissante tourmentent le malade. C'est pourquoi une protection contre le soleil est indispensable à chaque fenêtre de la chambre d'un malade. Cette protection doit, dans son emploi courant, remplir cinq conditions :

1. En cas de besoin, elle doit être commode et rapide à l'emploi et si possible éviter l'ouverture de la fenêtre ;
2. elle doit retenir la lumière du jour éblouissante et surtout l'éclat du soleil ;
3. elle doit éviter les chaleurs lourdes et suffocantes de l'été, mais sans en diminuer les effets bien-faisants ;
4. elle doit permettre, lors de l'ouverture occasionnelle de la fenêtre, une aération simultanée ;
5. elle doit garantir un obscurcissement total de l'intérieur par l'extérieur.

* Roedler F. : die wahre Sonneneinstrahlung auf Gebäude — ihre Ermittlung, Ausnutzung und Abwer. Ges. Ing. 69, Jahrg. 1948, Heft 8, S. 217.

Après le jugement porté ici par des experts réputés, il peut être dit que la fenêtre CARDA remplit ces cinq conditions.

Une série de variantes à la fenêtre à bascule est apparue sur le marché de différents pays ; il ne sera naturellement pas possible d'en parler dans le cadre de cet exposé. Nous parlons ici de perfection seulement à cause du système vertical de la fenêtre à bascule comportant un verrou en bas et un autre en haut, à l'extérieur même du cadre de fer. De cette «fenêtre pivotante», Carl-Henrik Kreüger, architecte SAR, dit, dans la revue « Byggnadsvärlden » (Le Monde de la construction), cahier 51/1953 :

« Un autre type de fenêtre, qui n'est pas nouveau pour lui, est apparu ces derniers temps sur le marché en différentes exécutions et est devenu actuel : il s'agit de la *fenêtre pivotant verticalement (sur un axe vertical)*. Quoi qu'elle soit construite avec des verrous excentriques appliqués, elle comporte quelques avantages sur les autres fenêtres à bascule... Entre autres choses, par son armature simple, la fenêtre est relativement bon marché. Et ce type de fenêtre a gagné l'actualité et triomphé de la concurrence grâce à son double vitrage hermétique. » D'autres experts ne se rangent *pas* à cet avis de l'architecte Kreüger. Ils font voir surtout, en réponse, que l'aération et la protection contre les courants et l'humidité sont plus difficiles à réaliser avec des fenêtres à pivot qu'avec la fenêtre à bascule horizontale. A la demande faite à l'« Institut pour la construction des hôpitaux » du Technicum, et concernant la fenêtre à pivot verticale, les renseignements suivants ont été fournis par l'actuel directeur, l'ingénieur Lewicki :

« Je souscris entièrement et sans réserve à la valeur fonctionnelle et esthétique des formes de fenêtres que vous avez esquissées sous a) et b). Et particulièrement dans le cas des hôpitaux, c'est cette nouvelle possibilité d'aération constante, mais sans courant d'air, offerte par la fenêtre basculant sur un axe horizontal, qui a fait tant d'amis. »

Pour faire comprendre la déclaration ci-dessus, il doit être dit ici brièvement que dans notre demande l'esquisse a) montrait une fenêtre horizontale et l'esquisse b) une fenêtre verticale. Certaines expériences faites depuis 1926 ont démontré qu'un léger dépôt de poussière ou d'autres saletés, feuilles, etc., peut se faire autour de la fermeture inférieure et le long de la bordure inférieure du cadre. Il peut en découler quelques difficultés lors de l'ouverture de la fenêtre et surtout lors de sa fermeture, difficultés évitables par un nettoyage minutieux. Il peut arriver également que le soir, avec une mauvaise lumière, on se colle et se salisse les doigts. Ce désavantage n'existe pas avec une fenêtre horizontale qui, surtout lorsqu'elle est ouverte pour l'aération et qu'il pleut, ne laisse pas entrer les gouttes et permet de laisser les objets ordinairement entreposés sur le rebord (fleurs ou autres éléments décoratifs) là où ils sont, que la fenêtre soit ouverte ou fermée.

Sur les raisons qui ont donné à la fenêtre à bascule une si forte et si rapide popularité dans les pays nordiques et dans tous les pays ayant de brusques changements de température, on peut dire ceci :

Comme on le sait, le climat d'un pays est déterminé par les facteurs climatologiques, les degrés de latitude et la configuration de la surface de la terre (montagnes, lacs). Les facteurs météorologiques qui caractérisent les différents climats sont, entre autres choses, l'humidité de l'air, la pression, l'électricité de l'air, l'insolation et, dans une certaine mesure, la composition de l'air.

Le climat actuel de la Scandinavie ne ressemble pas beaucoup à celui de l'Allemagne, de la Suisse ou de l'Autriche. Dans la partie nord de la Suède seulement, où se trouve la province de Norrland, comprise approximativement, en allant du sud vers le nord, entre le 56° et le 68° degré de latitude, le climat, durant les quelque huit mois que dure l'hiver, est très froid. Par contre, l'été est presque le même dans tout le pays. Et tandis que dans le Skane et le Blekinge, les parties les plus méridionales, et particulièrement sur les plages, on voit des fenêtres simples, le vitrage est le plus souvent doublé dans les autres régions du pays.

Par son double vitrage solide et par son éventuel store à lamelles qui glisse entre deux, la fenêtre basculante devient un élément important de la prévention des refroidissements, car elle est une protection sûre, éprouvée contre le froid, contre un grand changement de température entre le jour et la nuit et avant tout contre les courants d'air.

A celui qui est étranger à nos lieux, les différences marquées dans les conditions climatiques entre le nord et le sud de la Suède apparaîtront clairement avec cet exemple : à Luléa, l'une des villes les plus septentrionales de la Suède, le soleil n'atteint qu'un degré au milieu de l'hiver, tandis que dans les environs de Stockholm il est à sept degrés et demi au-dessus de l'horizon. L'architecte Sven Munsson a exposé ses constatations particulières à cet égard dans le cahier A. 4 de la revue « Byggmästaren », la plus importante de la branche publiée en Suède. D'après lui, l'ombre d'une maison normale de trois étages atteint, à Luléa, une longueur de 600 mètres, alors qu'à Stockholm, la même maison fait une ombre de 80 mètres « seulement », ceci à l'époque considérée ci-dessus.

Dans ces dissertations, on a voulu appuyer sur ceci : pour porter un jugement sur ce type particulier de fenêtre, on s'est basé sur les avis délivrés à la suite d'examen ou de recherches faites dans un cadre national et sur les points de vue exprimés par des connaisseurs en la matière ; pour autant que ceux émanant de leurs travaux soient connus.



De plus, nous reproduisons maintenant ici des déclarations simples et accessibles, faites sur la fenêtre basculante et sur les problèmes qui s'y rapportent, par les personnes autorisées :

1) *Laboratoire fédéral d'essais des matériaux et de recherches pour l'industrie, le bâtiment et le commerce, Zurich :*

Résumé et conclusion de la commission d'examen publiés dans le bulletin EMPA N° 29723/2 du 11 mai 1953, sur l'étude d'une fenêtre CARDA comparée à une fenêtre ordinaire, double et à battants.

Lieu de l'examen :

Bureaux du grand garage HOLKA, Badenerstr. 438.

Deux des locaux (N°s 14 et 15) équipés, mais qui sont absolument pareils, l'un de deux fenêtres CARDA (N° 15) et l'autre de deux fenêtres normales à double vitrage et à battants.

Nature de l'examen : Dans les deux pièces et en différents endroits des fenêtres, des essais d'aération ont été faits avec de l'oxyde de carbone, en hiver comme en été et avec un thermomètre thermologique et un thermomètre catalytique.

Puis, grâce au personnel travaillant dans ces bureaux, des observations ont été faites sur la formation de la condensation de l'humidité. En complément, on a observé et photographié, à l'Institut d'aérodynamisme de l'ETH, sur un modèle réduit et à l'aide d'un appareil optique Schlieren, la proportion des courants passant par une fenêtre CARDA et par une fenêtre ordinaire à battants.

Résumé des résultats constatés.

A. *Essais d'aération avec du gaz d'oxyde carbonique :* la fenêtre CARDA assure une aération supérieure de 12,5 % à celle d'une fenêtre normale.

B. *Mesures aux thermomètres thermologique et catalytique :*

I. *Mesure de longue durée de la température :* avec les fenêtres fermées, le climat ne change pas dans les deux pièces. La baisse de la température lors de l'aération principale de la journée, après la fin du travail, est légèrement plus grande avec une fenêtre CARDA qu'avec une fenêtre normale.

II. *Mesures spéciales en hiver :*

a) *mesure au point extrême d'une fenêtre CARDA :* avant environ une demi-heure, refroidissement considérable à la hauteur du cadre de la fenêtre ;

b) *mesure au point de fermeture des battants d'une fenêtre normale :* entrée de l'air froid principalement sur les côtés de ce point et sortie de l'air chaud au-dessus de ce point.

Il faut dire, en résumé, que la possibilité d'aérer rapidement et efficacement existe avec la fenêtre CARDA. Les courants de l'air sont réglés : en haut, sortie de l'air chaud, en bas, entrée de l'air frais. De ce fait, une aération plus intensive et plus large qu'avec l'ouverture des battants d'une fenêtre ordinaire est possible. Et même déjà lorsque la position « de nuit » est donnée à la fenêtre CARDA, il existe une meilleure distribution de l'air dans les parties proches de la fenêtre, meilleure que celle offerte par des battants ouverts. On augmente à volonté l'aération en ouvrant davantage la fenêtre CARDA. Enfin, on a constaté que lorsqu'elle est dans sa position « de nuit », la fenêtre CARDA laisse pénétrer des courants qui n'atteignent pas plus de 20 centimètres à l'intérieur de la pièce, à proximité de la fenêtre. ... En conclusion, il est établi que si les conditions climatiques sont pratiquement identiques avec les deux types de fenêtres, les recherches officielles faites montrent, par contre, que la fenêtre CARDA offre divers avantages particuliers, tels qu'aération plus intensive et emploi plus aisé.

« Eidg. Materialprüfung und Versuchsanstalt Abteilung natürliche Bausteine und künstliche Baumaterialien » der Abteilungsvorsteher: (gez.) Haller.

2) Concernant la protection contre le son que représente la fenêtre CARDA, l'Institut de technique physique (Laboratoire d'essais officiel du Ministère de l'Économie de Baden-Würthtemberg) a établi, entre autres choses, dans son rapport du 30 mars 1953 (résultats de l'essai G. S. 23/53), que cette protection est meilleure d'environ 10-15 db qu'avec une fenêtre simple normale.

3) « *Statens Kommitté för Byggnadsforskning* »
Stockholm.

« Communications », N° 6, 1946 (traduction du suédois), qu'on peut se procurer à la revue « *Byggmästaren* », Stockholm.

Dans le cadre de ce travail, il est malheureusement impossible de s'étendre sur les vastes exposés contenus dans cette brochure du « Comité d'État pour les recherches en construction ». Nous nous bornons donc à reproduire quelques extraits du « Résumé », dans une traduction française.

« La capacité d'isolation des fenêtres avec battants « accouplés » paraît dépendre dans une très petite mesure seulement des changements apportés soit à l'écart entre les vitres soit à la largeur des jointures, changements qui sont d'ailleurs limités dans la pratique. (Voir images 2 et 3 dans le N° 6 des « Communications »). Un changement dans la hauteur ou la largeur des fenêtres ne paraît pas influencer dans une mesure sensible le passage de la chaleur par unité de surface. Si le battant inférieur est bien appliqué dans le cadre, afin qu'aucun air de la partie intérieure de la fenêtre ne pénètre entre les vitres, aucune condensation, en règle générale, ne peut se produire entre les vitres ; à moins, seule cause possible, qu'elle ne provienne d'un abaissement rapide de la température de l'air extérieur et des vitres extérieures. Des recherches faites, il est apparu cependant qu'une telle condensation ne peut naître lorsque la jointure dont il est question a une largeur de 1 mm. avec un écart entre les vitres de 40 mm. au plus ou de 2 mm. avec un écart jusqu'à 65 mm. De toute façon, la condensation disparaît rapidement avec ces largeurs données entre les battants.

Il ressort de ce qui précède qu'une plus grande largeur de jointure est requise pour un plus grand écart entre les vitres. L'augmentation minime de la capacité d'isolation qui peut être obtenue grâce à un écartement maximum des vitres sera toutefois complètement perdue à cause de la largeur maximum des jointures nécessitée par cet écartement. On peut, convenablement, avoir un espace entre les vitres allant jusqu'à 30 ou 40 mm., alors même que la jointure de ventilation sera maintenue à une largeur de 1 mm. Aucun avantage ne paraît résider dans l'aménagement d'un plus grand écart entre les vitres. Une condensation entre les vitres — le cas d'une chute de la température mis à part —, ne peut se produire que si l'air venant de l'intérieur pénètre entre les vitres. Lorsque le joint entre le battant extérieur et le cadre a été mal exécuté, une légère condensation se produit sur la surface intérieure de ce battant extérieur. Mais même si ce travail a été correctement exécuté, l'étanchéité ne sera jamais absolue. La possibilité d'une condensation dépendra alors de la différence entre la pression atmosphérique à la partie extérieure et à la partie intérieure de la fenêtre.

Lorsque la pression est moindre à la partie intérieure de la fenêtre, aucune condensation ne peut se produire entre les vitres. Si la pression est à peu près égale à l'extérieur et à l'intérieur, aucune condensation ne se produit, à condition que la jointure entre le battant intérieur et le cadre soit maintenue plus étroite que celle entre le battant extérieur et le cadre, par exemple par l'adjonction de joints.

Lorsque, par contre, la pression est plus forte à la partie intérieure de la fenêtre et que la jointure entre le battant intérieur et le cadre n'assure pas une étanchéité absolue à la partie inférieure de la fenêtre, il peut se produire une légère condensation. Par certaines dispositions — quelques exemples en sont exposés à l'image 9 du cahier N° 6/1946 des « Communications » —, on peut cependant, même dans ces cas-là, éviter qu'une condensation se forme entre les vitres. »

4) *Modellförsök rörande fönsterventilation m. m.*

(Essais sur modèles concernant entre autres choses la ventilation par les fenêtres) par le Professeur John Rydberg, de la Revue V.V.S. pour le chauffage, la ventilation et la technique sanitaire, N° 2 de l'année 1945, en vente aux éditions AB. V.V.S., Hamngatan 24, Stockholm.

Cette fois encore, nous devons nous borner, dans le cadre de ce travail, à n'extraire qu'un chapitre de cette intéressante publication, qui traite d'importants résultats acquis dans le domaine de la construction des fenêtres : celui intitulé « Pivahängt fönster » (la fenêtre à bascule), publié à la page 19 de la revue précitée. Le développement qui suit est une traduction française.

« Une série d'essais ont également été faits avec une fenêtre à bascule. Dans ce type, la fenêtre peut basculer sur un axe horizontal médian fixé dans la plinthe. Les dimensions et la position de la fenêtre dans la paroi sont précisées dans la fig. A (du cahier 2/1945). Les essais ont été effectués avec différentes ouvertures de la fenêtre. La mesure F de la photo 9 donne la largeur de l'ouverture libre à la bordure supérieure et à la bordure inférieure de la fenêtre (fentes d'ouverture et d'aération). Ces mesures ont été prises à $F = 7,5, 18$ et 39 cm., de façon à ce qu'elles correspondent aux possibilités réelles d'une véritable fenêtre. La position médiane, $F = 18$ cm., correspond approximativement au point auquel une fenêtre courante du commerce est ouverte pour obtenir une ventilation rapide.

La photo 10 (du cahier 2) montre une série typique d'images d'essais faits avec $F = 18$ cm. Pour commencer, on a rempli la maquette de la chambre avec de l'eau claire et le récipient extérieur qui la contient avec une solution salée colorée. On a pu observer, là aussi, une disposition par couches distinctes entre l'eau et la solution colorée. Après avoir agité en avant et en arrière, la surface de séparation devint horizontale. Elle monta peu à peu jusqu'à la bordure supérieure de la fenêtre et resta là. Comme lorsqu'il s'agit de fenêtres accrochées par les côtés, la partie de l'espace d'aération qui existe au-dessus de la bordure supérieure de la fenêtre resta, là encore, non influencée par une aération. Quelque dix essais, réalisés avec diverses valeurs du poids spécifique de la solution contenue dans le récipient extérieur, montrèrent que le cours reste absolument pareil lorsqu'on tient compte, naturellement, des différences de temps nécessaires à la

stabilisation. Lors d'essais avec d'autres valeurs pour F, le cours reste également conforme...

Avec la fenêtre à bascule, la partie de l'espace d'aération se trouvant au-dessus de la bordure supérieure de la fenêtre reste également stable lors du changement d'air. Les courbes de la photo 11 révèlent que le temps nécessaire pour réaliser un véritable changement d'air reste en général proportionnel à l'ouverture de la fenêtre (F). Lorsque l'ouverture la plus large a été expérimentée (F = 39 cm., mesurés sur l'original), le changement d'air (Q) a suivi sensiblement le même cours et demandé à peu près le même temps avec la fenêtre à bascule expérimentale qu'avec une fenêtre ordinaire accrochée par les côtés, ouverte, posée à la même hauteur et de mesures identiques. Lorsque l'ouverture plus faible a été expérimentée (F = 18 cm., mesurés sur l'original) — ouverture qui, au moins pour une partie des fenêtres courantes de ce type, devrait correspondre à peu près à la plus grande ouverture d'aération — le temps nécessaire à l'aération fut deux fois plus long que celui demandé par une fenêtre ordinaire ouverte...

Aération continue.

L'aération par les fenêtres doit prévoir celle, ordinairement intermittente, qui causera en un intervalle sûr, une aération courte, puissante et que l'on obtiendra en ouvrant complètement ou presque complètement la fenêtre. Les essais sur modèle dont il est question ont été exécutés principalement en vue d'étudier ces aérations intermittentes.

Simultanément, on peut naturellement étudier et considérer les fenêtres ou autres dispositions identiques comme moyens d'aération continue, lorsque les ouvertures utilisées sont diminuées, mais que la rapidité d'aération reste précisément encore assez grande. Lorsque la rapidité d'aération est petite, il s'ensuit, dans le cas d'une fenêtre originale, un réchauffement très rapide de l'air froid entrant ; et la marche de l'aération, dans de tels cas, ne changera pas avec le temps comme cela s'est produit lors des essais réalisés sur un modèle et décrits ici. De plus et toujours avec une fenêtre originale, cette marche sera constante dès le début et identique au cours initial réalisé de cette même façon lors des essais effectués sur modèle...

Il est apparu qu'avec une fenêtre à bascule le temps d'aération est à peu près inversement proportionnel aux surfaces libérées par l'ouverture de la fenêtre. Lorsque ces surfaces sont diminuées, le temps nécessaire à l'aération augmentera alors et on parvient petit à petit à un circuit dans lequel la marche d'aération avec une fenêtre originale ne suit pas les valeurs données par le modèle expérimental, mais au contraire, en lieu et place, la tangente à la courbe et cela dès le point de départ. (Photo 18, page 27 du N° 2/1945). Parmi les courbes données à l'image 11, les deux supérieures sont considérées comme ayant une exactitude suffisante pour être valables avec une fenêtre originale, au moins lors d'un changement de température de 40 degrés. La courbe inférieure, qui concerne une ouverture d'aération de 7,5 cm., doit rester dans les limites par rapport aux positions postérieures. Les expériences avec ces fenêtres, en rapport avec les très petites fentes (ouvertures d'aération) qui auraient pendant dû convenir pour produire une aération continue, n'ont pas été poursuivies. En vérité, et

c'est là la raison, il est très difficile d'arriver à des correspondances géométriques entre un modèle et une fenêtre normale quand il s'agit de telles petites fentes. Cependant, considérant alors que le temps d'aération est inversement proportionnel à l'ouverture libre, on peut extraire, des mesures faites, des données suffisantes pour calculer la marche de l'aération continue avec des petites fentes. Si, dans l'image 11, on trace une tangente du point de départ à la courbe pour F = 7,5 cm., cette tangente atteint la valeur $\frac{430}{3600} = 100$ pour approximativement $\frac{430}{3600} = 430$ S, lorsqu'on suppose un changement de température entre l'air intérieur et l'air extérieur de 20° C. Pour connaître le changement d'air par heure, on doit alors diminuer la fente d'aération jusqu'à $75 \frac{430}{3600} = 9$ mm. »

De ce qui précède, il ressort qu'au point de vue de la technique du courant et quels que soient les obstacles prévus pour l'obtention d'une ventilation également puissante et continue, celle-ci ne peut avoir lieu au moyen d'une fenêtre ou seulement de ventilateurs fixés dans les murs extérieurs. Et que si de tels moyens d'aération, malgré leur simplicité, n'ont pas obtenu jusqu'à présent une grande importance pratique, il faut par conséquent attribuer ce fait à d'autres circonstances et surtout aux difficultés rencontrées pour éviter les courants désagréables.



Pour conclure, il faut encore attirer ici l'attention sur un texte remarquable, traitant des dispositions à prendre contre les courants d'air venant des fenêtres par le chauffage par radiateurs ; texte qui doit intéresser professionnels et profanes :

« Comment le chauffage par radiateurs doit-il être disposé pour protéger contre les courants provenant de la fenêtre ? »

par le Byrachef (conseiller) Erik O. Jonsson.

Texte paru dans le N° 19/1949 de la revue V.V.S., déjà citée, qui se trouve à Stockholm, Hanverkargatan 8.

L'article est accompagné de photos explicatives ; les essais ont été réalisés à l'Université technique de Stockholm (Institut pour la technique du chauffage et de la ventilation) et, il faut le dire, dans des conditions extrêmes : entre 25 et 30 degrés, ce qui correspond à peu près à celles subies « durant l'hiver le plus froid ».



Dans ce qui précède, on a essayé — pour autant qu'il soit possible de le faire dans le cadre d'un article — de donner un aperçu sur la fenêtre en général et en particulier sur la fenêtre à bascule, grâce aux sources mises à notre disposition, aux témoignages des autorités en la matière, aux photos, graphiques, etc. et aux documents résultant d'examen.

Ajoutons enfin, si d'autres renseignements sont désirés au sujet de certains détails, qu'on peut se les procurer auprès des différentes sources d'informations indiquées.

(Copyright James Guyot S.A.)