

# Murs-rideaux

## Conceptions non traditionnelles

par **Moïse RIOTTEAU**

*Consultant et expert en Mur-rideau*

<b>1. Mur-rideau VEC.....</b>	<b>C 3 604 – 2</b>
<b>2. Mur-rideau respirant.....</b>	<b>— 2</b>
<b>3. Mur-rideau ventilé.....</b>	<b>— 3</b>
<b>4. Mur-rideau pariéto-dynamique .....</b>	<b>— 5</b>
<b>5. Photovoltaïque : mur-rideau et verrière .....</b>	<b>— 5</b>
<b>6. Mur-rideau VEA .....</b>	<b>— 6</b>
<b>7. Mur-rideau double peau .....</b>	<b>— 7</b>
<b>8. Verrières.....</b>	<b>— 7</b>
<b>9. Façades suspendues .....</b>	<b>— 8</b>
<b>10. Divers .....</b>	<b>— 8</b>
<b>Pour en savoir plus.....</b>	<b>Doc. C 3 600</b>

**C**et article se concentre sur la conception des diverses techniques applicables aux murs-rideaux.

Concernant les aspects réglementaires, le lecteur se reportera aux deux premiers articles de cette longue série : [C 3 600] et [C 3 601] – le troisième volet, [C 3 603], est, de son côté, consacré aux conceptions traditionnelles des murs-rideaux.

## 1. Mur-rideau VEC

VEC de « Vitrage extérieur collé ». Cette technique n'est pas prise en compte par la norme de produit NF EN 13830, ni par le DTU 33.1 (voir partie 1). Les conceptions doivent donc faire l'objet d'un Avis technique européen, ou d'une Atex (Appréciation technique expérimentale) auprès du CSTB. En France, la conception doit être conforme au Cahier du CSTB N° 3488 (§ 2).

La conception de la structure portante de la façade peut être similaire à un autre mur-rideau, la différence se situant dans le montage des vitrages collés au silicone structural et non pareclosés (voir partie 2).

Dans les premiers chantiers, le vitrage était toujours bordé par le profil aluminium. Aujourd'hui le vitrage est, le plus souvent, à bords nus. Il doit donc alors être façonné. Les doubles vitrages doivent être supportés avec les cales habituelles, en simple vitrage ; le silicone structural peut éventuellement reprendre le poids. Il y a toujours des pièces de sécurité (sauf éventuellement au RDC).

Sur la figure 1, on remarque le drainage du châssis et la respiration du double vitrage (obligatoire). En effet, le silicone est étanche à l'eau, mais sensible à la vapeur d'eau (condensation ou infiltrations d'eau).

Le **gros avantage du VEC** est son aspect architectural.

**Attention aux ponts thermiques** : en VEC non bordé, la tranche du vitrage intérieur est exposée à la température extérieure dans le joint creux, à moins qu'il n'y ait des joints EPDM pour fermer ce joint creux ; ce qui n'est pas toujours évident pour les ouvrants. Se reporter aux détails de la figure 2.

En figures 3 et 4, on peut étudier d'autres **exemples** de VEC à vitrage décalé avec une sécurisation par une mini pareclose non débordante. On remarque également la coupure thermique large.

## 2. Mur-rideau respirant

On parle de fenêtre respirante, façade respirante ou mur-rideau respirant lorsque l'on a un espace d'air en contact vers l'extérieur entre les vitrages. Il y a depuis l'extérieur :

- un vitrage simple ;
- un espace d'air respirant ;
- un double vitrage.

L'espace est rendu respirant par l'intermédiaire de plusieurs trous d'aération en partie basse, sur lesquels on met des grilles anti-insectes et anti-poussières. On ajoute un store électrique (toile ou vénitien) dans cet espace respirant.

Bien que les règles de cette technique soient évoquées dans le dernier DTU 33.1, elle fait toujours l'objet d'un essai au CSTB suivant la figure 5. Le but de l'essai est de déterminer les sections minimales des grilles de respiration pour éviter l'embuage.

La conception et la fabrication en atelier exigent beaucoup de précaution. Il y a généralement un ouvrant intérieur pour le nettoyage des vitrages et celui-ci doit être parfaitement étanche à l'air (classe A4) afin qu'il n'y ait pas de passage de la vapeur d'eau du local venant se condenser sur la vitre extérieure froide et former un embuage. Pour pallier cela, existent des ouvrants de nettoyage extérieur. On résout ainsi facilement le problème d'embuage, mais l'on risque de créer d'autres problèmes avec de tels ouvrants soumis au vent et à la pluie.

Ces techniques doivent toujours faire l'objet de calculs des températures et chocs thermiques dans les vitrages. Actuellement, le

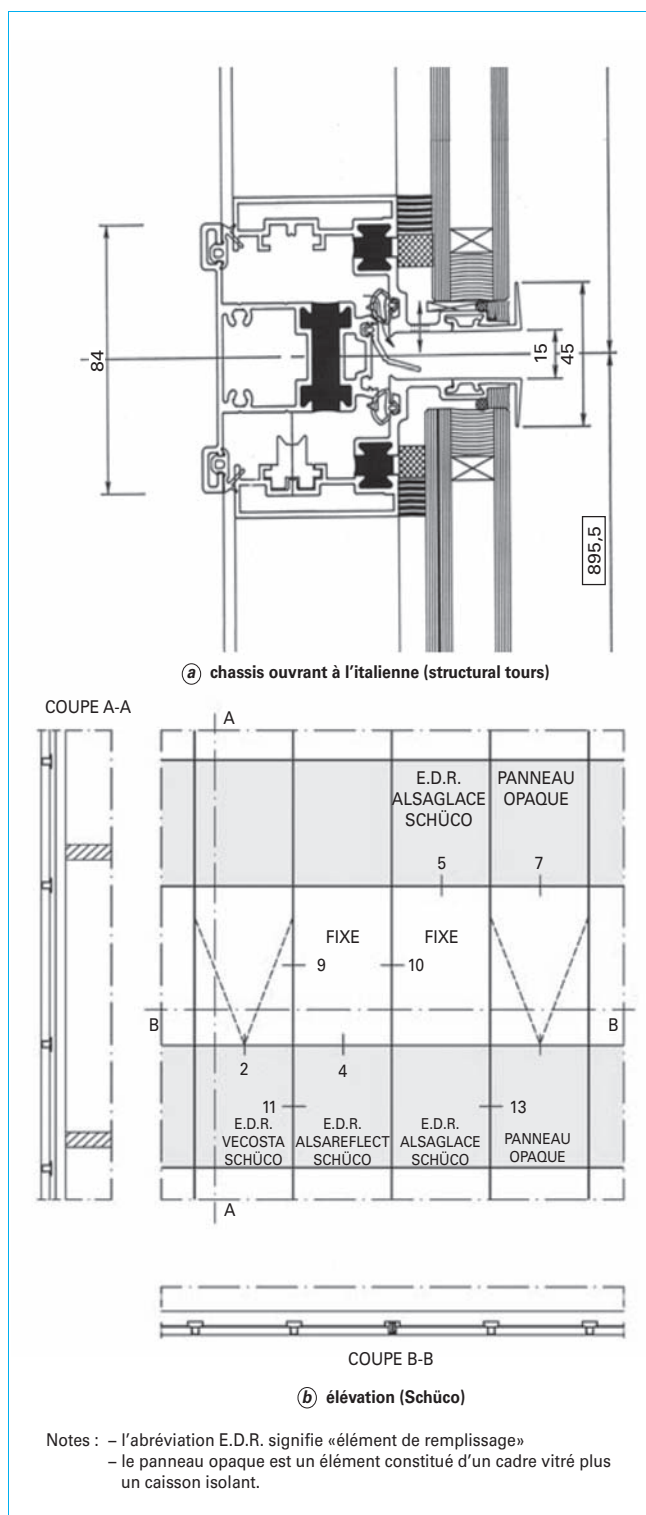


Figure 1 – Drainage et respiration d'un châssis ouvrant à l'italienne

programme de calcul reconnu en France, et même en Europe, est Vitrage décision version 4 (ou ultérieures) édité par le CEBTP.

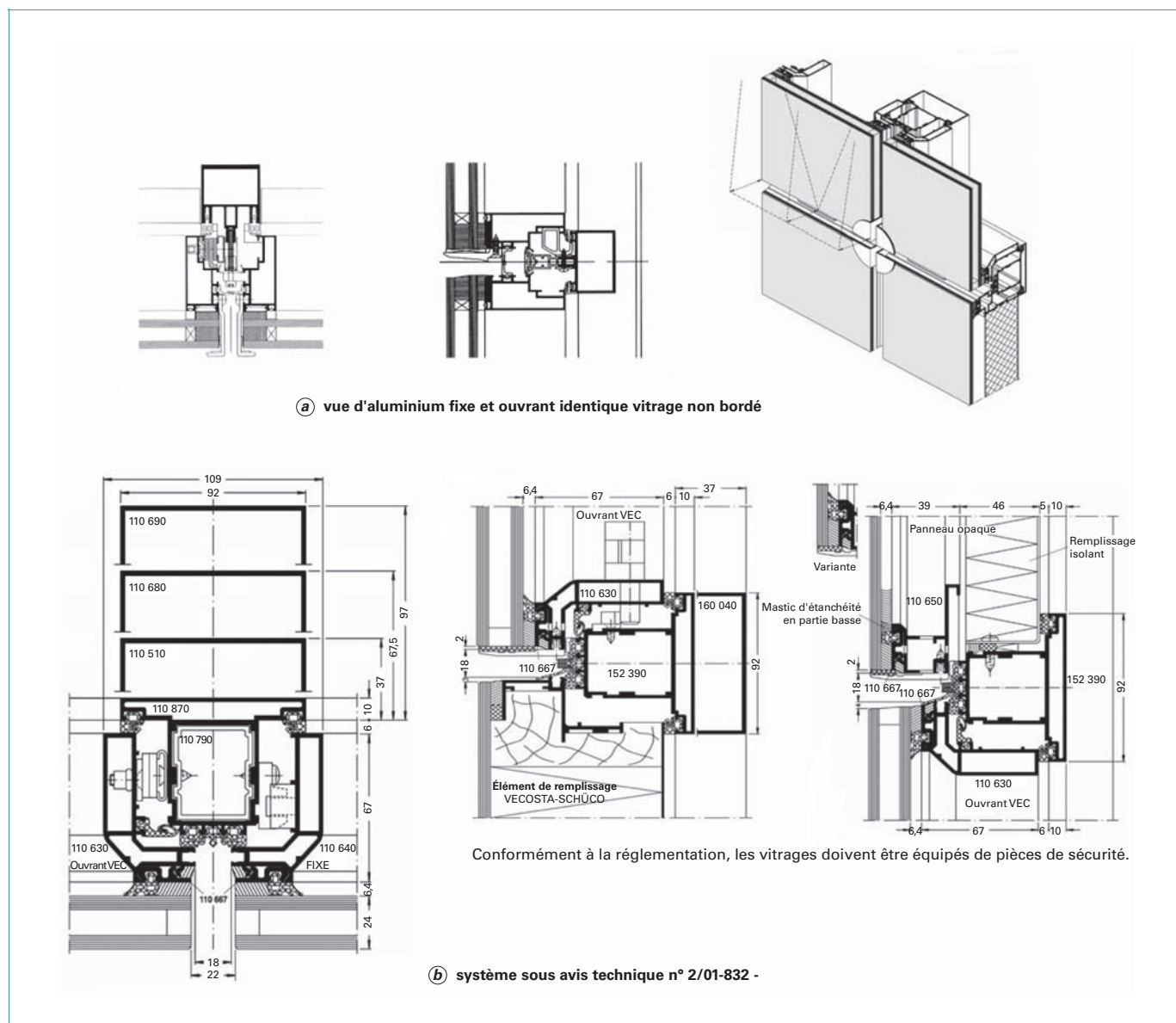


Figure 2 – VEC – Vitrage non bordé (Crédit Schüco)

Le gros avantage des murs-rideaux (ou châssis) respirants est de cacher le store derrière un vitrage. De l'extérieur, on distingue beaucoup moins les stores (et même pas du tout en fonction du choix du vitrage extérieur). Cette technique devrait se développer très largement en raison des exigences thermiques d'été. En effet, on a maintenant l'obligation (RT 1012) de diminuer le facteur solaire en été pour ne plus avoir recours à la climatisation :

- un store intérieur est efficace pour l'ensoleillement, mais fait monter la température du local et accroît les problèmes de température maximales et de chocs thermiques dans les vitrages ;
- un store extérieur bien choisi arrête l'ensoleillement et renvoie la chaleur vers l'extérieur. D'autre part, des stores fermés différemment sur une façade, ne sont pas esthétiques ;
- la solution est donc de cacher le store derrière un vitrage.

**Nota :** pour mémoire, les températures maxi dans un double vitrage étanche sont limitées à 60 °C, mais pas de limite dans un vitrage respirant (attention malgré tout aux limites de fonctionnement des stores électriques, ou autre). Les feuilletés courants sont limités à 60 °C, dans la moitié nord, et 63°, dans la moitié sud de la France (il existe cependant des feuilletés spéciaux qui vont au-delà).

Pour les chocs thermiques : voir le DTU.

### 3. Mur-rideau ventilé

La conception est identique à celle du mur-rideau respirant, hormis qu'en plus des aérations basses, il y en a aussi en partie haute, généralement sur le côté en vertical pour éviter des entrées d'eau, ou sur la traverse haute par interruption ponctuelle des joints de vitrage.

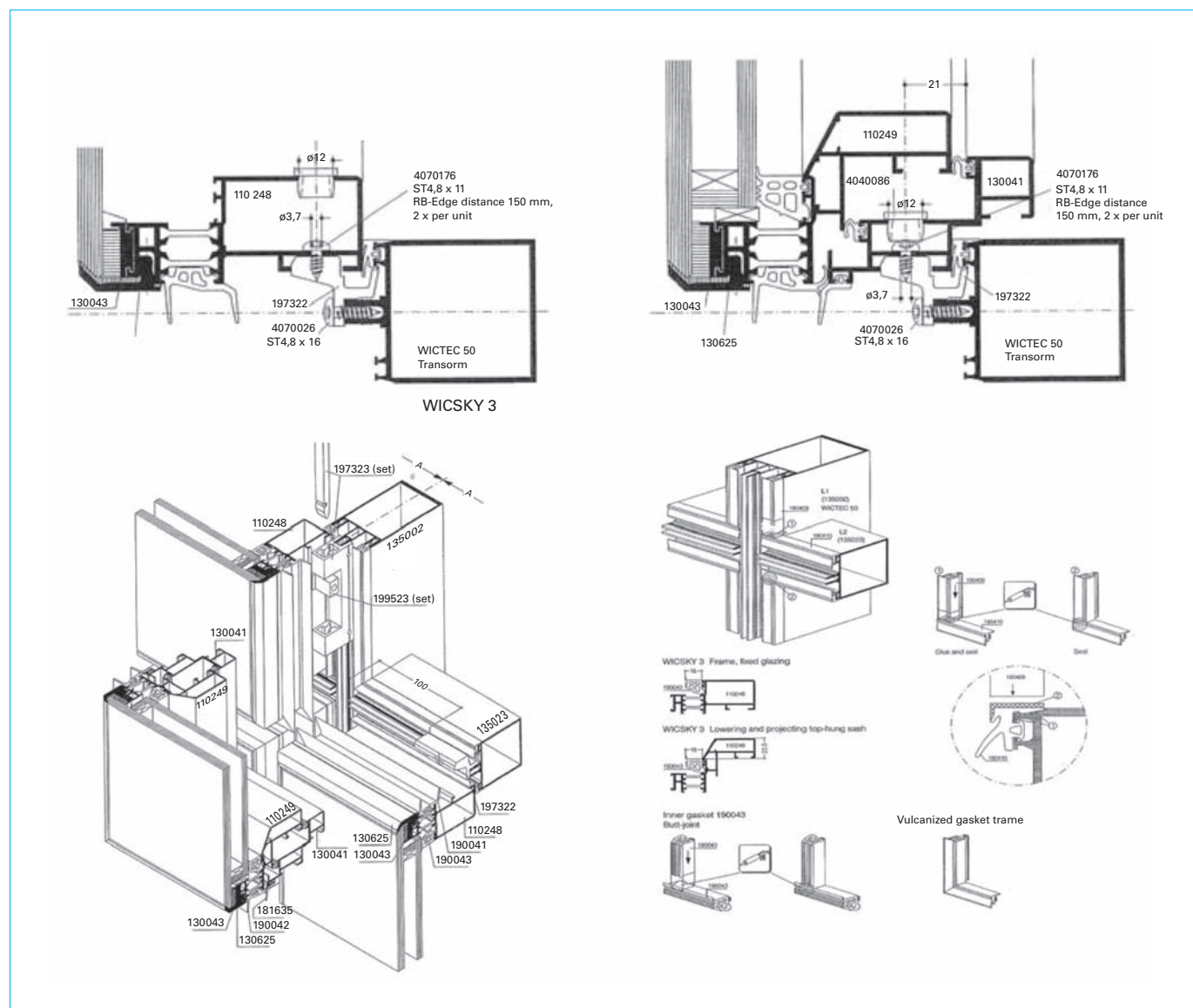


Figure 3 – Exemples de VEC à vitrage décalé avec sécurisation par mini pareclose non débordante

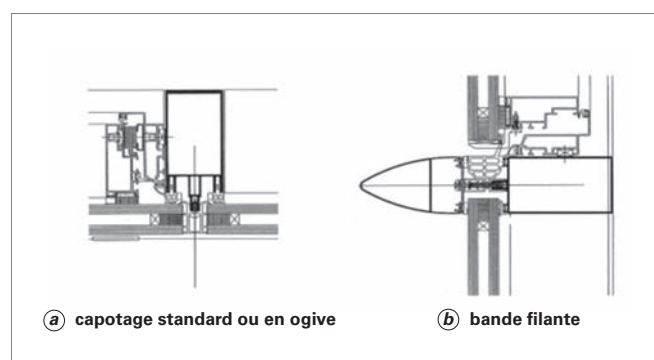


Figure 4 – Bande filante – Ouvrant d'italienne VEC

Cette technique relève de la norme EN 13830 et du DTU 33.1, et n'exige pas d'essai d'embuage, puisqu'il est peu probable du fait de la ventilation naturelle.

L'inconvénient est le risque, plus important, d'entrées de poussières puisqu'il y a une circulation d'air. Le nettoyage des vitrages devra donc être plus fréquent.

L'avantage réside dans les températures qui seront moins élevées puisque l'air chaud s'évacue vers l'extérieur par convection.

En France, on fait de plus en plus de respirant. Alors qu'en Allemagne, on fait du ventilé, voire du très fortement ventilé (mais aussi avec d'autres objectifs (voir § 4).

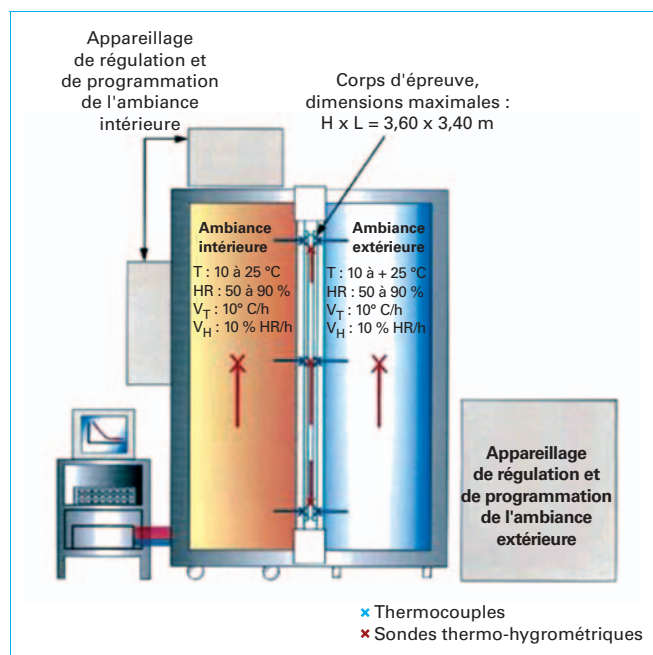


Figure 5 – Schéma de principe du banc d'essai (Crédit CSTB)

## 4. Mur-rideau pariéto-dynamique

C'est un mur-rideau très ventilé dans lequel l'air, qui s'est échauffé entre les vitrages, va ressortir, non pas à l'extérieur (cas du ventilé), mais à l'intérieur dans les locaux (en hiver) pour les chauffer (figure 6).

En été, il suffit de fermer les entrées d'air dans les locaux et faire ressortir l'air vers l'extérieur. La prise d'air en partie basse sera de plusieurs centimètres de haut sur la largeur du vitrage, et pareil en haut (pour l'été).

Dans la pratique, les fermetures d'entrées d'air sont réalisées par des clapets automatiques, ce qui conduit à une complexité importante.

**Le seul désavantage de cette technique c'est son coût.** Elle est donc réservée pour des façades haut de gamme.

Il y a très peu de façades de ce type en France, mais cela correspond bien aux exigences des règles thermiques futures (figure 7).

Quelques entreprises de façades et gammistes ont réalisé ce type de façade, comme celui de la figure 8 adapté, en plus, au photovoltaïque.

## 5. Photovoltaïque mur-rideau et verrière

On parle beaucoup des bâtiments qui doivent produire une partie de leur énergie dans le cadre de la RT 2012 (et futures). Le mur-rideau et la verrière sont tout à fait appropriés pour répondre à

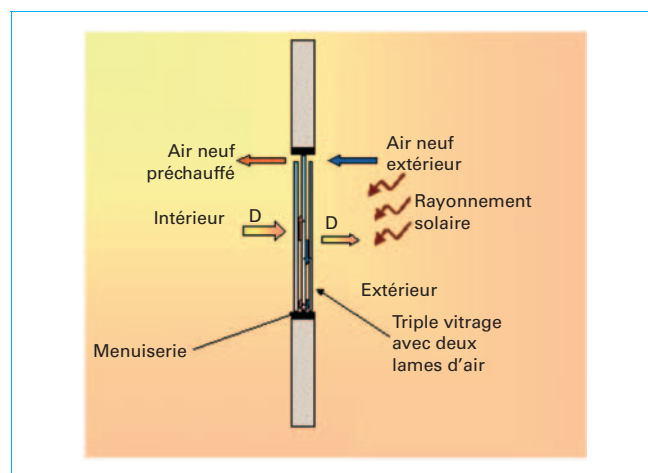


Figure 6 – Schéma de principe de la fenêtre pariéto-dynamique

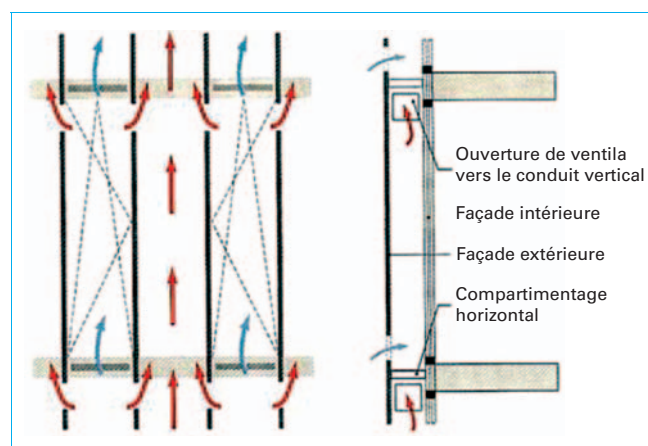


Figure 7 – Schéma de fonctionnement appliqué à une façade (Crédit Wicona)

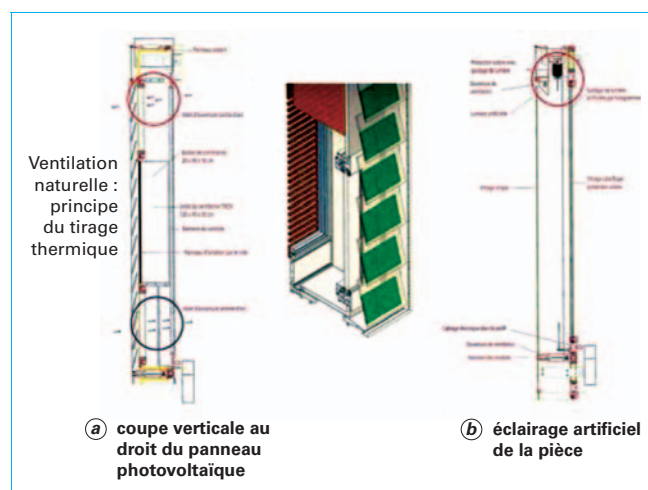


Figure 8 – Type pariéto-dynamique adapté au photovoltaïque (Crédit Wicona)





Figure 9 – Exemples de réalisations diverses (Crédit Schüco)

cette exigence. Nous avons, en effet, des surfaces de vitrage très importantes et la logique veut que, maintenant, l'on utilise les nouveaux vitrages photovoltaïques, notamment dans les allèges et, dans certains cas, dans les parties vision.

Le photovoltaïque va aussi être très adapté aux façades double-peau. Déjà, des projets sont en cours.

La structure du mur-rideau peut être similaire à une autre. Par contre il faudra tenir compte de toute la filerie avec les connexions à chaque volume de vitrage.

**Attention aussi** aux risques d'entrée d'eau par ces passages de fils.

Voici en figure 9 des **exemples** de réalisations intéressantes et bien intégrées.

La figure 10 montre un schéma électrique d'installation.

Dans la figure 11 on voit les contraintes particulières d'installation de la filerie.

## 6. Mur-rideau VEA

C'est-à-dire Vitrage extérieur agrafé dont la conception est totalement différente des autres.

Il s'agit d'une façade avec de grands vitrages, (généralement une hauteur d'étage) et faisant en largeur 2 à 3 mètres. Les vitrages ne sont pas montés dans un cadre, mais percés avec une rotule de

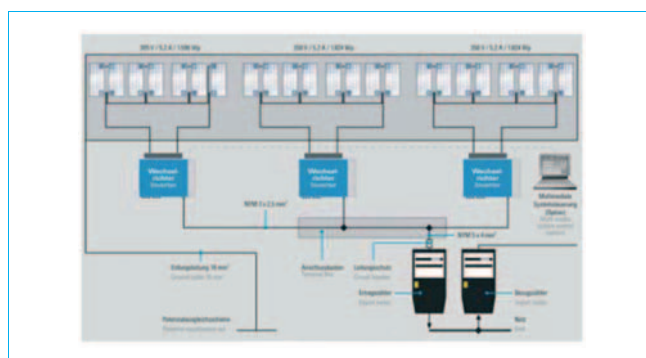


Figure 10 – Schéma électrique d'installation (Crédit Schüco)

fixation ou pincés (avec une attache), généralement pour des volumes plus petits (figure 13).

L'ossature de support des vitrages est, le plus souvent, en tube acier avec assemblages tridimensionnels. Quelquefois, ce sont des ossatures plus simples, ou en câbles tendus (figure 12). Cette solution est très esthétique, mais réservée à quelques entreprises spécialisées. Le coût est également très élevé.

Assez rarement, on voit des ossatures aluminium.

La façade VEA doit être posée par des équipes spécialisées, car elle demande une très grande précision.

L'ossature de support peut également être en verre, comme dans la figure 14. Ce cas est très délicat car la tenue du raidisseur se fait par le serrage des flasques de chaque côté du verre (coefficient de frottement), et non par les vis de fixation de ces flasques. Le raidisseur est en feuilleté.

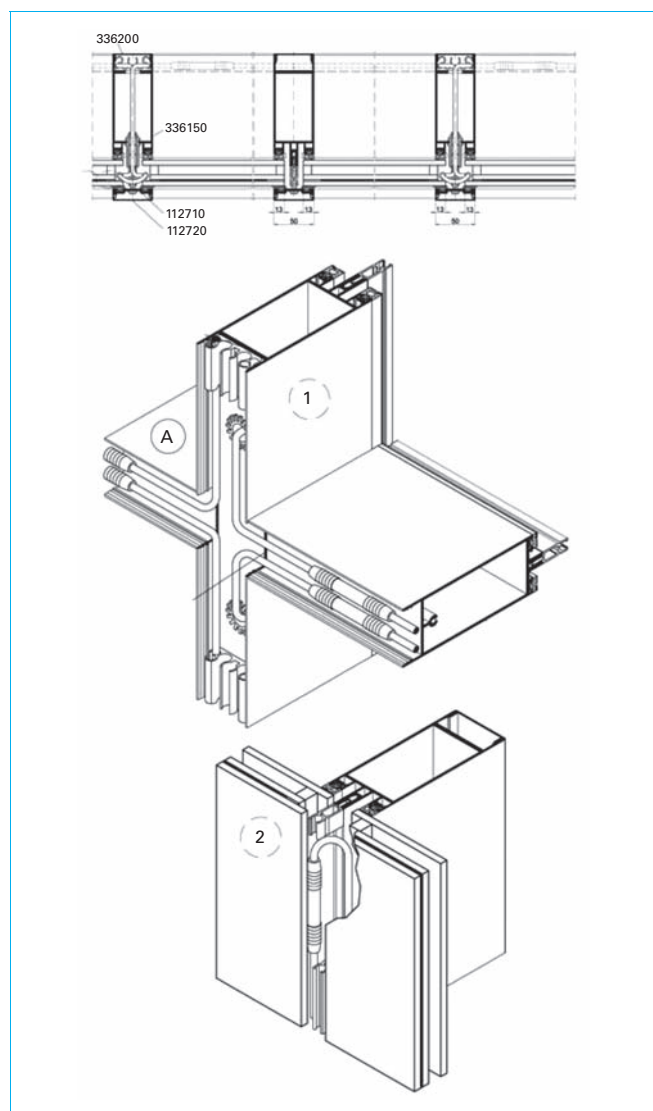


Figure 11 – Contraintes spécifiques d'installation de filerie

## 7. Mur-rideau double peau

Sa conception est celle d'une façade mur-rideau ordinaire et à l'avant, de 20 cm à 1 m, voire plus, on va mettre une 2<sup>e</sup> façade.

La façade extérieure est souvent un VEA. Mais, cela peut être une façade plus courante avec de grands vitrages.

La façade intérieure peut être :

- un mur-rideau toute hauteur ;
- un semi-rideau ;
- des châssis en bande avec allège béton ;
- voire des châssis dans un voile béton.

Les contraintes pour fixer la peau extérieure ne sont pas négligeables, lorsque la façade intérieure est un mur-rideau intégral, puisqu'il faut le traverser aux fixations.

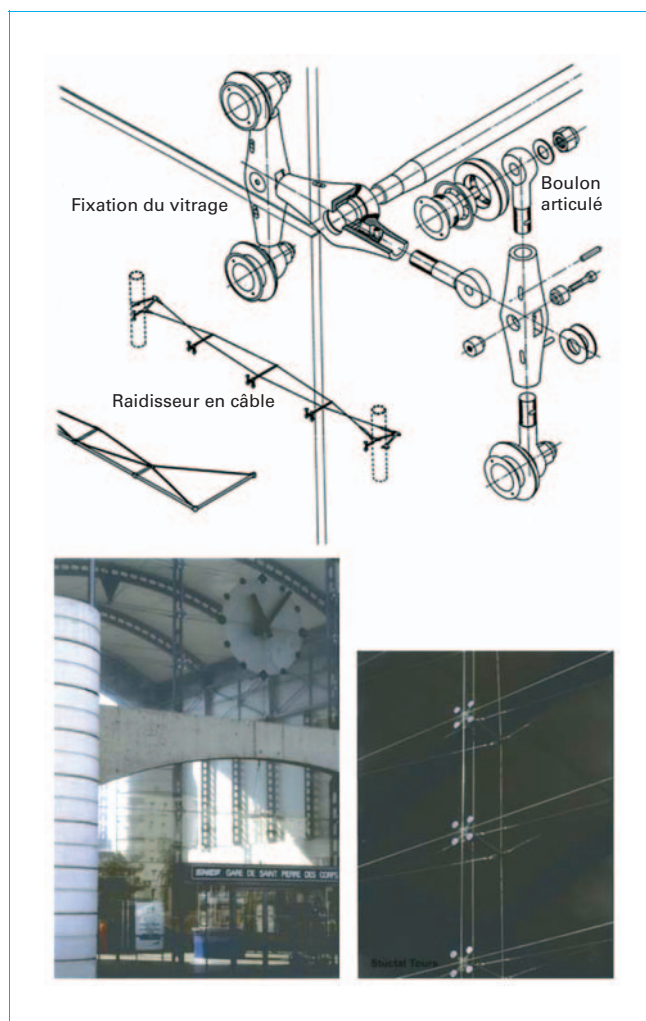


Figure 12 – Exemple de VEA sur câble (Crédit Structal Tours)

L'**avantage** est avant tout esthétique, puisque, à l'extrême, cela permet d'avoir un mur de verre devant une façade avec des châssis très simples.

Ne pas oublier l'accès pour les pompiers, ce qui conduit à avoir un ouvrant pompier dans la façade extérieure en face d'un ouvrant pompier dans la façade intérieure ou, plus souvent, à prévoir des passerelles entre les 2 façades, qui serviront également au nettoyage.

## 8. Verrières

Cela ressemble à un mur-rideau courant. Cependant, il n'est pas question d'utiliser des profils de mur-rideau ordinaires, dès l'instant où les façades sont inclinées, si non les fuites sont certaines.

Un mur-rideau est toujours ventilé sur l'extérieur (drainages et équilibrage des pressions) et étanche aux joint intérieurs. Cela est encore plus important dans une verrière. La chose est cependant plus délicate à réaliser, car ces ventilations ne doivent pas entraîner



**Figure 13 – Rotules permettant la rotation du vitrage sous l'effet du vent et des tolérances de pose** (Crédit Bellapart)

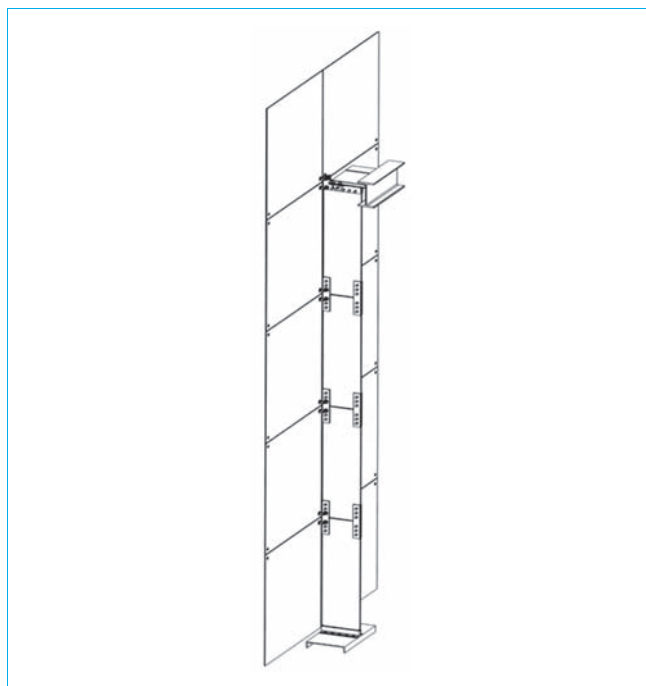
d'infiltration d'eau. Dans la pratique, les ventilations se font par les montants drainants.

Le principe d'une verrière consiste à drainer les traverses vers les montants et d'évacuer l'eau en partie basse. Par contre, attention à l'étanchéité des jonctions de raidisseurs verticaux en tenant compte des dilatations. Un bon moyen consiste à poser un joint formant gouttière et qui recouvre tout le nez du profil. Ce joint sera d'une seule pièce sur toute la hauteur.

Les ouvrants de verrière seront aussi adaptés en conséquence. Il n'est pas question de mettre un ouvrant affleurant coté extérieur, si non on ne peut réaliser l'évacuation du drainage de l'ouvrant. Se reporter aux exemples de la figure 15.

## 9. Façades suspendues

Cette technique permet de réaliser des façades pratiquement sans montants réellement visibles (elles sont suspendues par des câbles ou tiges). Se reporter à la figure 16.



**Figure 14 – Exemple d'ossature en verre** (Crédit Bellapart)

Attention à la flexion de la structure primaire. Aux points d'attache, celle-ci devra être limitée à 5 mm maximum sous l'effet des conditions climatiques et d'exploitation du bâtiment (charge sur les planchers porteurs), y compris dilatation éventuelle de cette structure.

La partie basse devra être conçue de manière à accepter ces variations, y compris les dilatations de ces tiges de support. Cela se complique un peu au droit des portes. Dans ce cas, le jeu des mouvements sera bien évidemment au-dessus de la porte.

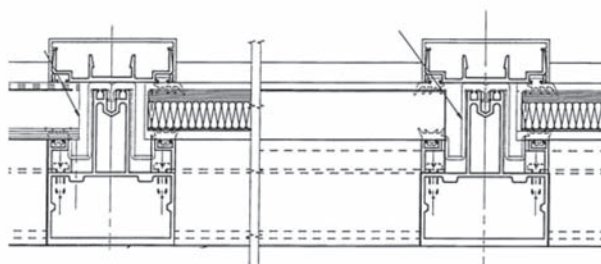
Les tiges devront donc être bien calculées (y compris leur allongement sous l'effet du poids et des dilatations). Des réglages seront nécessaires en cours de pose pour tenir compte de cet allongement en fonction de la pose de chaque volume verrier.

## 10. Divers

En figure 17 existent des cas de murs-rideaux avec structures bois ou acier. Certains gammistes sont spécialisés dans cette technique.

Enfin, en figure 18, on présente un cas de mur-rideau avec des profils d'ossature acier dans lesquels circule de l'eau chaude (ils servent donc de chauffage).

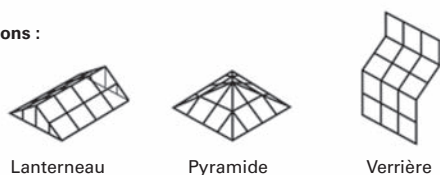




Cette verrière a été réalisée avec le joint formant gouttière sur 30 m de rampant, sans avoir de ce fait besoin d'étancher les jonctions de profils raidisseurs.

**(a) coupe horizontale sur montant (structural tours)**

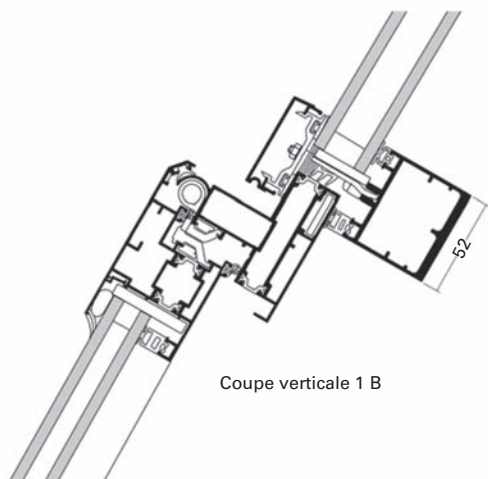
Applications :



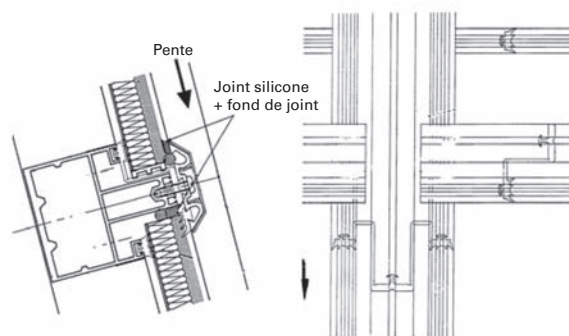
Lanterneau

Pyramide

Verrière

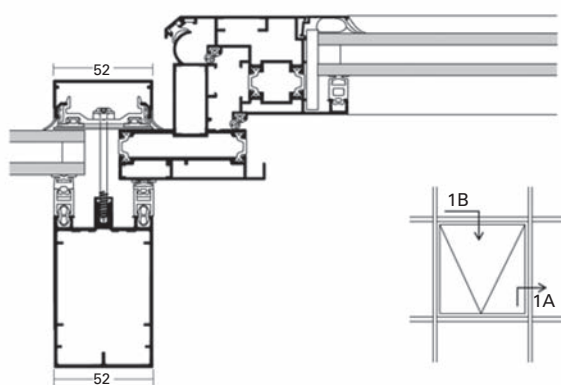


Coupe verticale 1 B



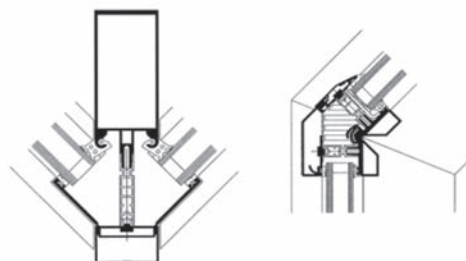
Attention au sens de découpe des joints intérieurs, respecter le croquis ci-dessus pour améliorer l'étanchéité.

**(b) coupe verticale sur traverse (structural tours)**



Coupe horizontale 1 A

**(c) coupes sur un ouvrant (Technal)**



**(d) profils de traverses articulés – système de joints articulés brevetés (Wicona)**

Figure 15 – Exemples de montage de verrière

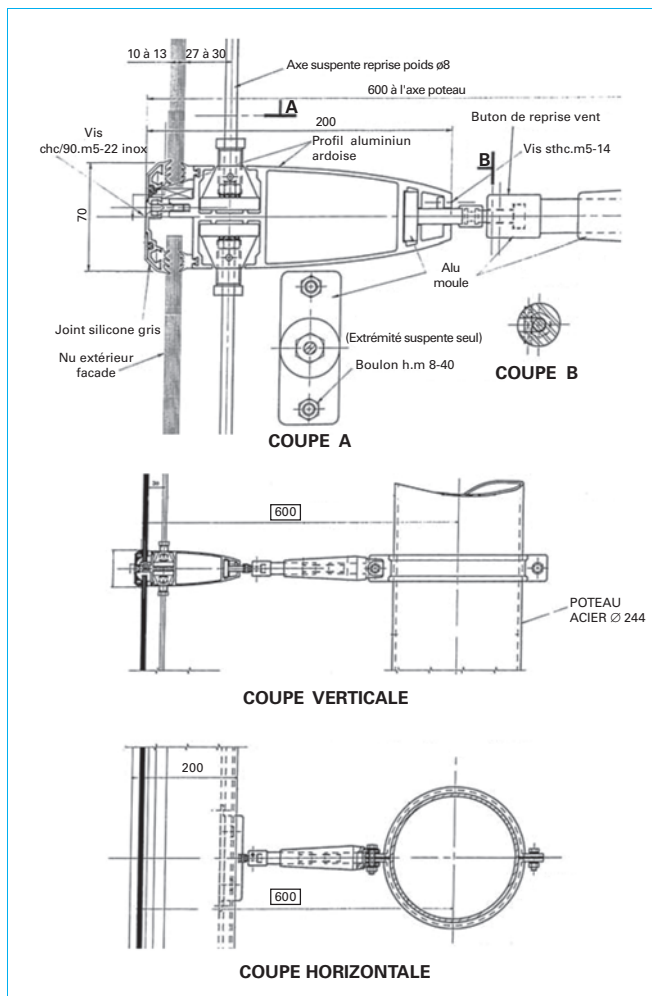


Figure 16 – Coupes schématiques de façades suspendues (Crédit Structal Tours)

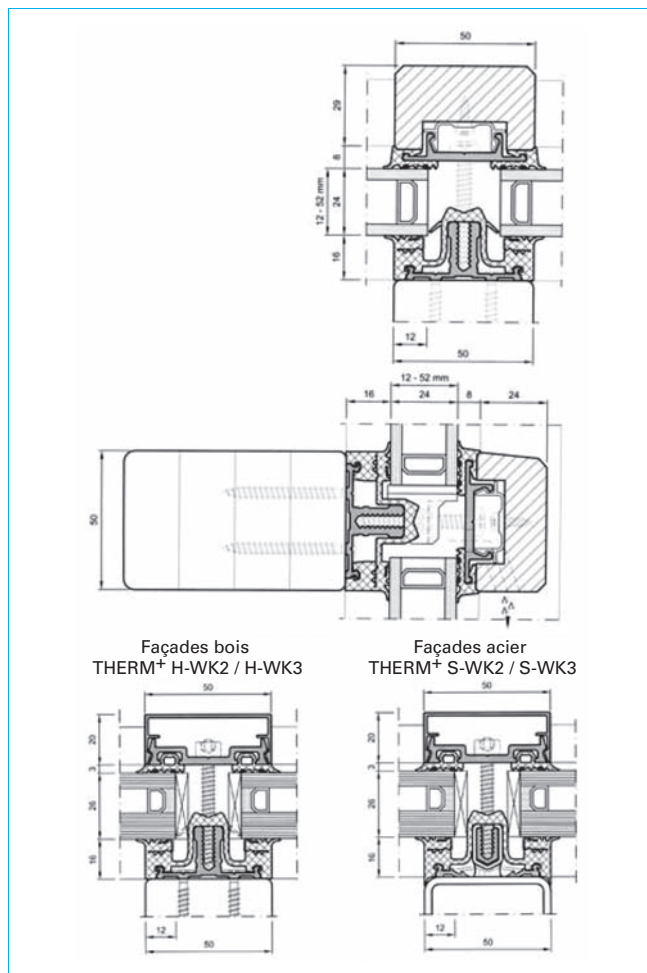


Figure 17 – Murs-rideaux avec structures bois et acier (Crédit Raico)

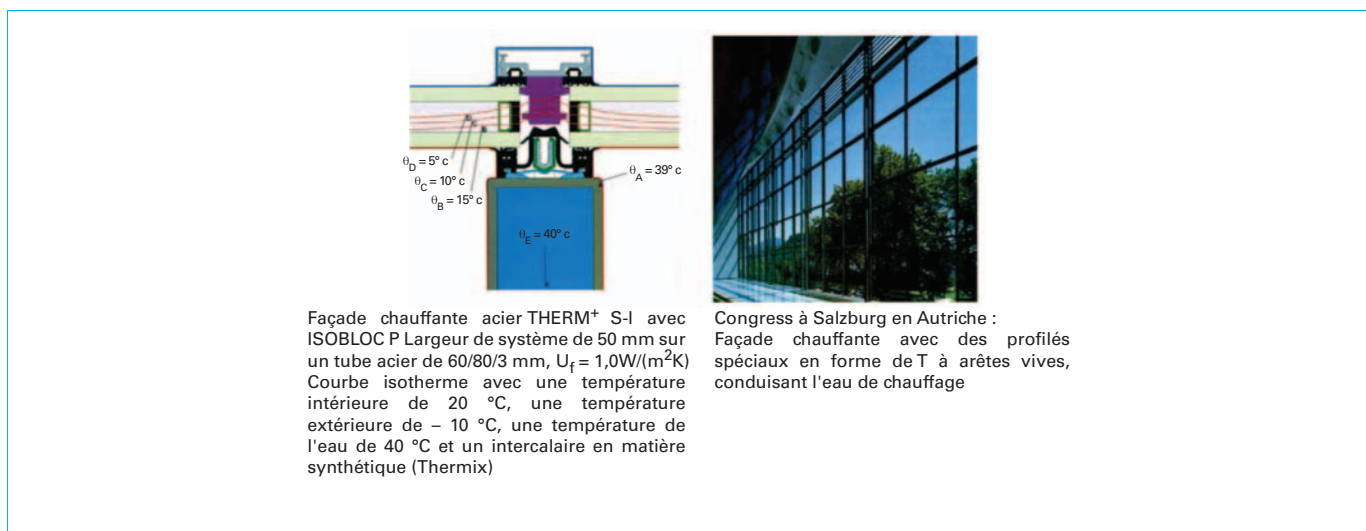


Figure 18 – Coupe schématique et représentation d'un Mur-rideau à ossature d'acier chauffé (Crédit Raico)