INGÉNIERIE FAÇADE

PHYSIQUE DU BÂTIMENT

DIRECTION DE TRAVAUX

EXPERTISES

BIFF

Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT
INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64
1201 Genève
T +41 22 786 89 20

info@biffsa.ch
www.biffsa.ch

Enveloppe du bâtiment
Innovations et Durabilité

17h00	Accueil
17h30	**Nouvelle norme SIA 2057** « Constructions en verre »
17h50	**Aspects environnementaux** associés à l'enveloppe
18h15	**Innovation des stratégies de protections solaires**
18h45	Apéritif, networking

INGÉNIERIE FAÇADE | PHYSIQUE DU BÂTIMENT | DIRECTION DE TRAVAUX | EXPERTISES

Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT
INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64
1201 Genève
T +41 22 786 89 20

info@biffsa.ch
www.biffsa.ch

Cahier technique SIA 2057
Constructions en verre
Norme de dimensionnement pour le verre

Sommaire

APPLICATION DU VERRE
DIMENSIONNEMENT DU VERRE
CAHIER TECHNIQUE 2057
IMPLICATIONS

Application du verre

Fenêtre standard
Verre isolant fonction de garde-corps
Garde-corps monolithique
Écran de cantonnement

Application du verre

Verre structurel

Poteaux en verre

Verre transitable

Avant-toits avec structure en verre

Application du verre

Lamelles en verre (agrafées ou pas)
Double peau avec verre agrafé
Double peau mince coupe-feu

Application du verre

Verrières et protections solaires

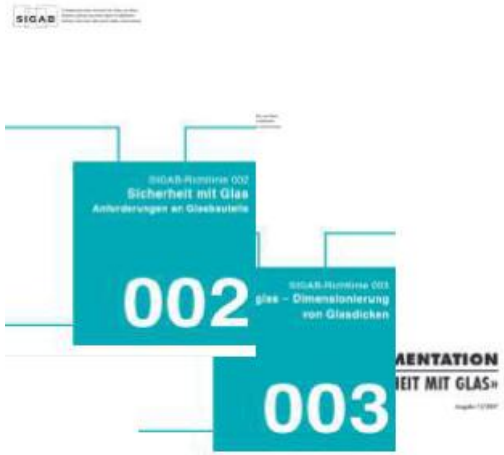
Façades OPAM anti-explosion

Façades coupe-feu

Sommaire

APPLICATION DU VERRE
DIMENSIONNEMENT DU VERRE
CAHIER TECHNIQUE 2057
IMPLICATIONS

Dimensionnement du verre

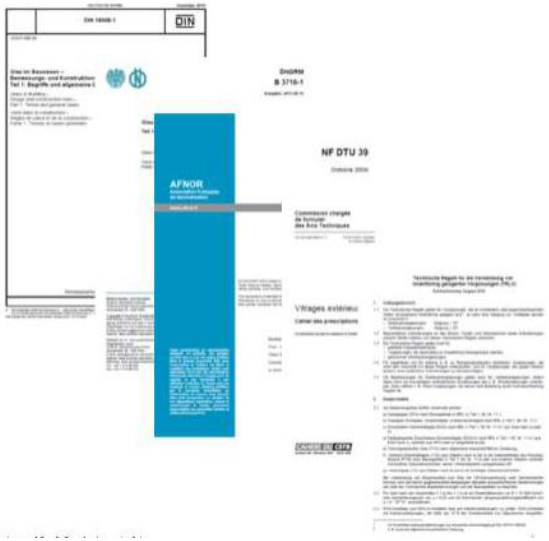


Directives SIGAB

SIA 329 – Façades rideaux

Besoin d'utilisation des normes étrangères

- TRLV (Allemagne)
- DIN 18008 (Allemagne)
- DTU 39 (France)
- Cahier CSTB (France)
- Etc.



Dimensionnement du verre

Directives SIGAB

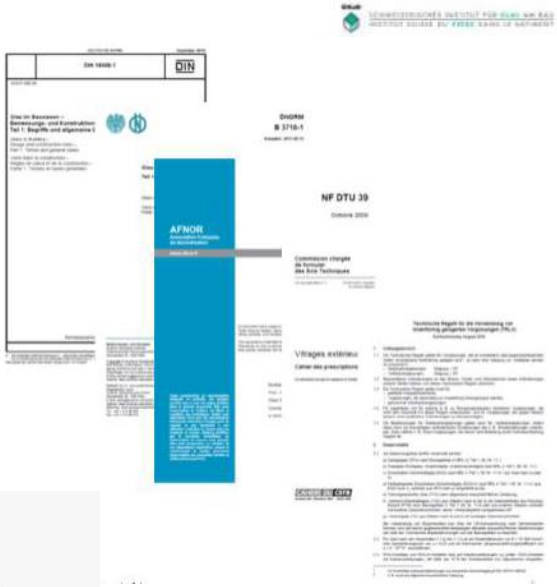
SIA 329 – Façades rideaux

Besoin d'utilisation des normes étrangères

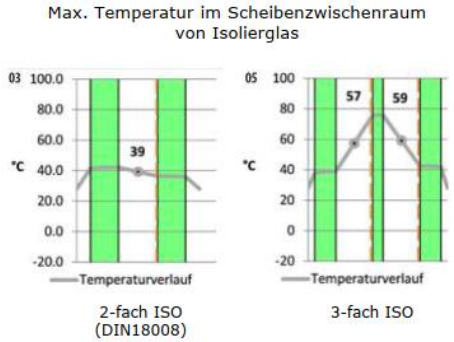
- TRLV (Allemagne)
- DIN 18008 (Allemagne)
- DTU 39 (France)
- Cahier CSTB (France)
- Etc.

Résultat

- Menu à la carte du contenu des normes

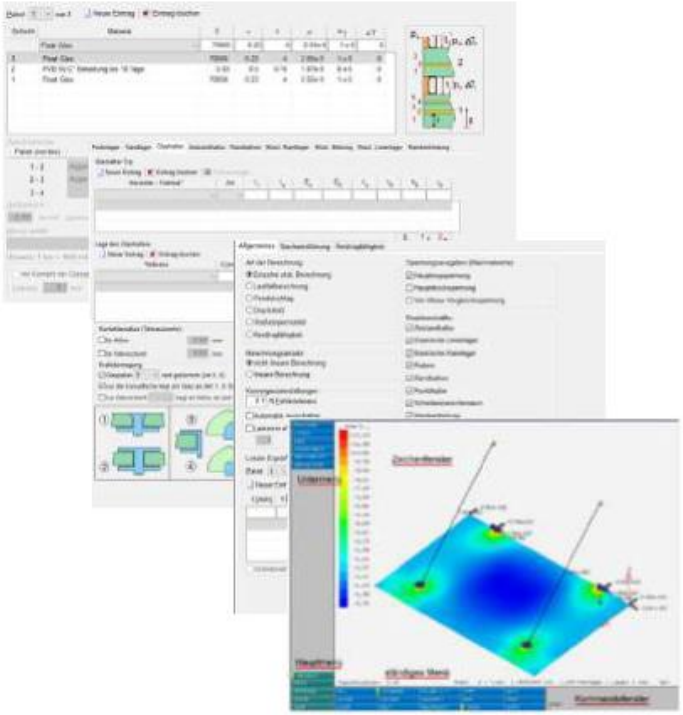


Dimensionnement du verre



Erreurs fréquentes :

- Mauvaise application des normes.
- Reduction de la résistance en traction des bords de verre négligée (Ex. garde-corps).
- Couche composite de cisaillement.
- Charges climatiques sur triple verre ISO.
- Modèles de calcul inappropriés.



Conclusion :

- Résultats ne correspondent pas aux exigences de sécurité requises en Suisse.
- Situation insatisfaisant pour tous les acteurs.
- Besoin de norme Suisse.

Sommaire

APPLICATION DU VERRE
DIMENSIONNEMENT DU VERRE
CAHIER TECHNIQUE 2057
IMPLICATIONS

SIA 2057

Valable depuis août 2021

Groupes cibles :

- Ingénieurs.
- Concepteurs spécialisés.
- Spécialistes de la construction.
- Spécialistes du verre.

Objectifs :

- Dimensionnement sûr.
- Minimise les essais.
- Couvre plus du 80% des applications.
- Montre l’état de la technique actuel.

sia

SNR Schweizer Regel Règle Suisse Regola Svizzera

SIA 2057:2021 Construction

592057

Glasbau
Costruzioni di vetro
Glass structures

Constructions en verre

2057

Numéro de référence
SNR 592057:2021 fr

Valable dès le: 2021-08-01

Éditeur
Société suisse des ingénieurs
et des architectes
Case postale, CH-8027 Zurich

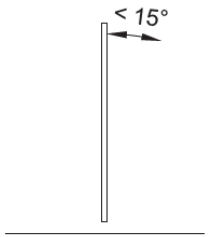
Nombre de pages: 68

Copyright © 2021 by SIA Zurich

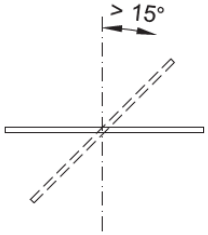
Groupe de prix: 36

IKOM License by SIA BIFF SA Félix Laurent | 13.10.2021

SIA 2057

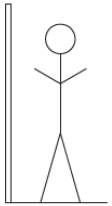


5.2
Vitrages verticaux

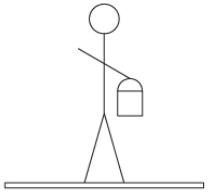


5.3
Vitrages horizontaux

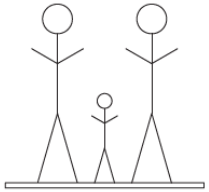
5.4
Vitrages isolants



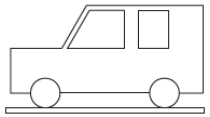
5.5
Vitrages antichute



5.6
Vitrages accesibles

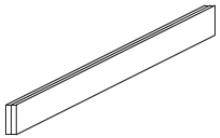


5.7
Vitrages praticables



5.8
Vitrages carrossables

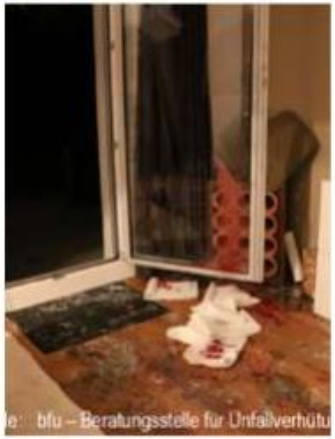
5.9
Éléments de construction en verre sollicités en compression (flambage)



5.10
Éléments de construction en verre sollicités en flexion par rapport à l'axe fort (déversement)

SIA 2057

Vérification en quatre étapes

Gebrauchstauglichkeit *Aptitude à l'emploi*	Tragsicherheit *Sécurité structurale*	Sicheres Bruchverhalten *Comportement en rupture sûr*	Sicherheit nach Glasbruch *Sécurité après bris de verre*
			

SIA 2057

Aptitude à l'emploi – flexions admissibles

Tableau 7 Valeurs indicatives pour les valeurs limites des flèches dans les éléments de construction en verre

Dispositif de support, application, élément de construction	Vitrages verticaux	Vitrages horizontaux
Appui linéaire sur 4 côtés	$L/75$	$L/100$
Appui linéaire sur 2 ou 3 côtés	$L/100$ [1)] $L/150$ [2)]	$L/100$ [1)] $L/150$ [2)]
Verre tenu par fixation ponctuelle	$L/100$ [1)] $L/150$ [2)]	$L/100$ [1)] $L/150$ [2)]
Verre praticable	–	$L/200$
Verre encastré d'un seul côté	$L_A/50$ [3)]	$L_A/50$

1) pour verre simple

2) pour VI

3) seulement pour le verre, en tenant compte de la sous-construction $L_A/25$ s'applique à la déformation totale

SIA 2057

Sécurité structurale

$$f_{g,d} = k_{mod} \cdot k_E \cdot k_V \cdot k_c \cdot \frac{f_{g,k}}{\gamma_M}$$

$f_{g,d}$	valeur de calcul de la résistance à la traction
k_{mod}	coefficient lié à la durée de charge, voir 4.3.2.2
k_E	coefficient pour la prise en compte de la sollicitation des bords, voir 4.3.2.6
k_V	coefficient pour la prise en compte de l'effet d'assemblage , voir 4.3.2.7
k_c	coefficient pour la prise en compte de la construction, voir 4.3.2.8
$f_{g,k}$	valeur caractéristique de la résistance à la flexion, voir 3.2.5
γ_M	coefficient de sécurité du matériau, voir 4.3.2.9

SIA 2057

Sécurité structurale

$$f_{g,d} = k_{mod} \cdot k_E \cdot k_V \cdot k_c \cdot \frac{f_{g,k}}{\gamma_M}$$

$f_{g,d}$ valeur de calcul de la résistance à la traction
k_{mod} coefficient lié à la durée de charge, voir 4.3.2.2
k_E coefficient pour la prise en compte de la sollicitation des bords, voir 4.3.2.6
k_V coefficient pour la prise en compte de l'effet d'assemblage , voir 4.3.2.7
k_c coefficient pour la prise en compte de la construction, voir 4.3.2.8
$f_{g,k}$ valeur caractéristique de la résistance à la flexion, voir 3.2.5
γ_M coefficient de sécurité du matériau, voir 4.3.2.9

Tableau 4 Valeurs calculées pour le coefficient modificateur k_{mod}

Durée d'action	Exemples	Verre flotté	VD, VST
permanente	Poids propre, différence d'altitude locale pour VI, charges dues au trafic pour verres carrossables	0,3	1,0
moyen terme	Neige[1], charges climatiques, charge utile pour verres praticables (charge surfacique q_k)	0,45	1,0
court terme	Forces exercées sur les garde-corps (chemins de fuite, locaux de réunion), charge utile pour verres accessibles, charge utile pour verres praticables (charge ponctuelle Q_k)	0,75	1,0
très court terme	Forces exercées sur les garde-corps (en général), vent, séisme	0,9	1,0
ultra-court terme	Actions dues à des chocs, (par ex. impact, choc du pendule, explosion)	1,8	1,7 pour VD 1,4 pour VST

SIA 2057

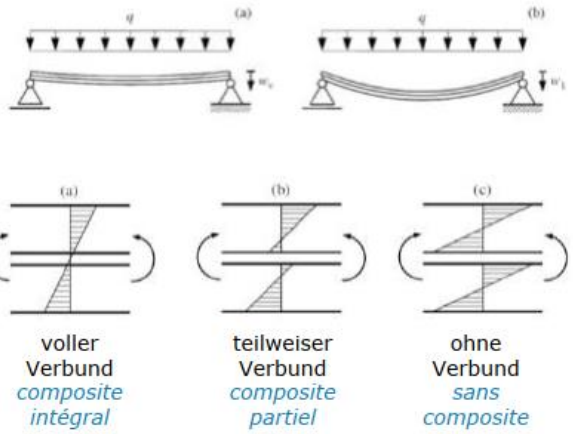
Sécurité structurale

$$f_{g,d} = k_{mod} \cdot k_E \cdot k_V \cdot k_c \cdot \frac{f_{g,k}}{\gamma_M}$$

$f_{g,d}$ valeur de calcul de la résistance à la traction
k_{mod} coefficient lié à la durée de charge, voir 4.3.2.2
k_E coefficient pour la prise en compte de la sollicitation des bords, voir 4.3.2.6
k_V coefficient pour la prise en compte de l'effet d'assemblage , voir 4.3.2.7
k_c coefficient pour la prise en compte de la construction, voir 4.3.2.8
$f_{g,k}$ valeur caractéristique de la résistance à la flexion, voir 3.2.5
γ_M coefficient de sécurité du matériau, voir 4.3.2.9

Tableau 4 Valeurs calculées pour le coefficient modificateur k_{mod}

Durée d'action	Exemples	Verre flotté	VD, VST
permanente	Poids propre, différence d'altitude locale pour VI, charges dues au trafic pour verres carrossables	0,3	1,0
moyen terme	Neige[1], charges climatiques, charge utile pour verres praticables (charge surfacique q_k)	0,45	1,0
court terme	Forces exercées sur les garde-corps (chemins de fuite, locaux de réunion), charge utile pour verres accessibles, charge utile pour verres praticables (charge ponctuelle Q_k)	0,75	1,0
très court terme	Forces exercées sur les garde-corps (en général), vent, séisme	0,9	1,0
ultra-court terme	Actions dues à des chocs, (par ex. impact, choc du pendule, explosion)	1,8	1,7 pour VD 1,4 pour VST



DuPont Butacite® Shear Modulus, G (MPa)

	Load Duration					
$G_{m/n}$ MPa	3s	1 min.	1 hr.	1 day	1 mo.	> 1 yr.
20 °C	8.06	1.64	0.840	0.508	0.372	0.266
30 °C	0.971	0.753	0.441	0.281	0.069	0.052
40 °C	0.610	0.455	0.234	0.234	0.052	0.052
50 °C	0.440	0.290	0.052	0.052	0.052	0.052

SIA 2057

Charges climatiques

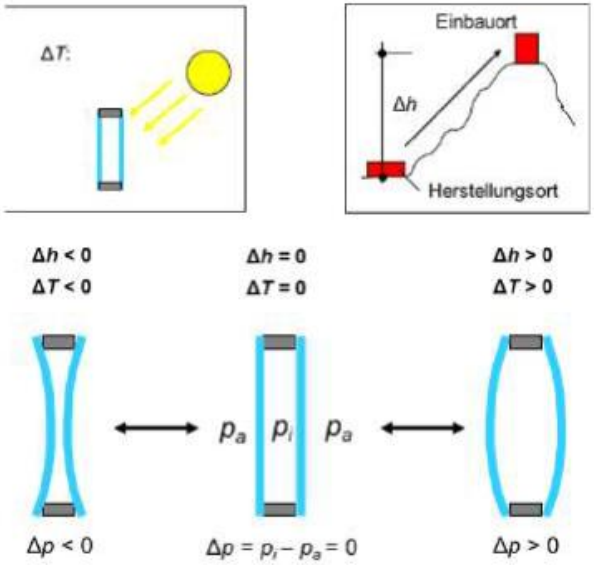


Tableau 13 Durée de charge et température pour l'assemblage VFS

Type de verre/vitrage	Action		Durée	Température
Vitrage antichute	Charge sur garde-corps	Espace intérieur	30 min	30 °C
		Espace extérieur, impression < 25 %	30 min	45 °C
VFS dans un MIG vertical (façade simple peau)	Charge sur garde-corps	Espace intérieur	30 min	40 °C
	Vent	Espace intérieur	10 sec	40 °C
		Espace extérieur	10 sec	50 °C
		avec protection solaire claire	10 sec	55 °C
		avec protection solaire foncée	10 sec	60 °C
Vitre VFS exposée aux impacts FDP verticales	Vent	Espace extérieur	10 sec	50 °C
		avec protection solaire claire	10 sec	65 °C
		avec protection solaire foncée	10 sec	70 °C
VFS accessibles	Charge utile	Espace intérieur	10 min	30 °C
		Espace extérieur	10 min	50 °C
VFS praticables	Charge utile	Espace intérieur	1 h	30 °C
		Espace extérieur	1 h	50 °C
		Espace extérieur, imprimé (25 %)	1 h	55 °C
VFS carrossables	Charges dues au trafic	Espace intérieur	3 mois	30°C
		Espace extérieur	3 mois	50 °C

SIA 2057

Construction en verre : vitrages antichute

Catégorie 1 :
Le vitrage doit supporter les forces de garde-corps

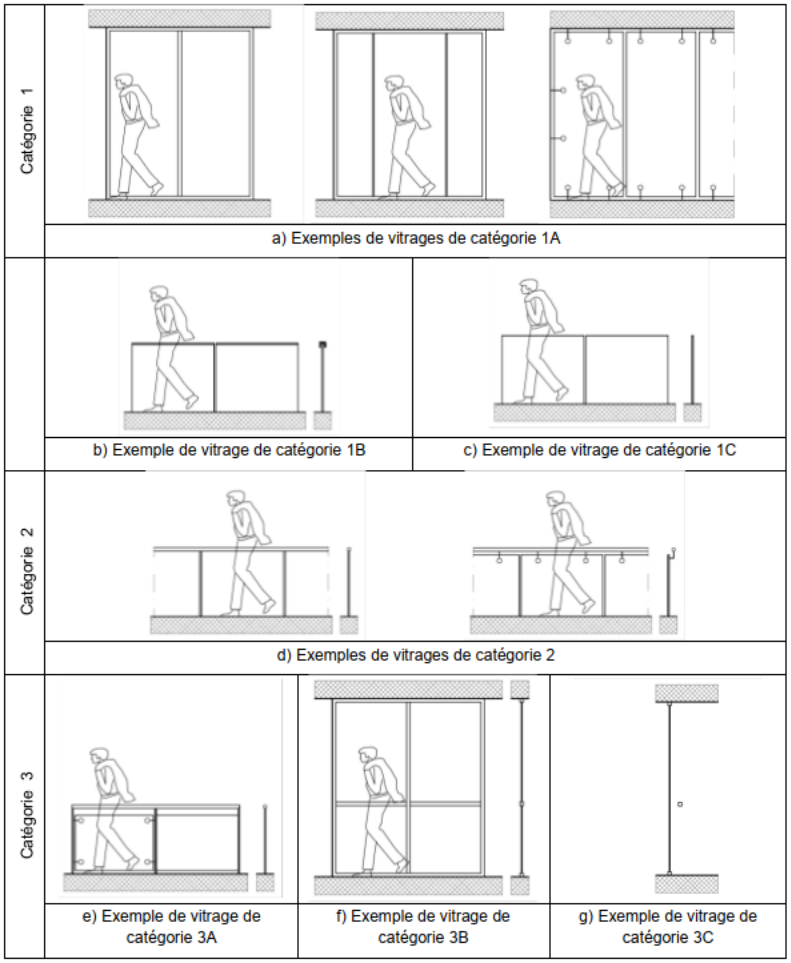
- 1A : Toute hauteur
- 1B : Verre encastré en bas avec protection arêtes
- 1C : Verre encastré en bas sans protection

Catégorie 2 :
Vitrage encastré et reprise des forces de garde-corps avec main courante.

Catégorie 3 :
Vitrage sans reprise des forces de garde-corps

- 3A : Remplissage de garde-corps
- 3B : Vitrages contrecœur sous une traverse
- 3C : Vitrages à l'arrière de la main courante

Figure 6 Exemples de répartition en catégories



SIA 2057

Construction en verre : vitrages antichute

Méthode simplifiée pour les vérifications à l'état cassé (VC)

Les vérifications qui s'imposent pour déterminer la capacité portante résiduelle des éléments de construction en verre à l'état partiellement ou complètement cassé dépendent du contexte d'utilisation en place et sont définies au chapitre 5 pour chaque type d'élément. Selon le projet, des critères plus sévères peuvent s'imposer.

On classe les vérifications à l'état cassé (VC) par des degrés allant de 0 à 4:

VC0 Aucune vérification supplémentaire requise.

VC1 Sécurité statique sous l'effet du poids propre à vérifier à l'état partiellement cassé comme indiqué au chiffre 4.6.2.

VC2 Sécurité statique sous l'effet du poids propre à vérifier à l'état complètement cassé comme indiqué au chiffre 4.6.3.

VC3 Sécurité statique sous l'effet du poids propre et d'autres actions à vérifier à l'état partiellement cassé comme indiqué au chiffre 4.6.2.
VC3A avec un verre brisé
VC3B avec deux verres brisés

VC4 Sécurité statique à l'état complètement cassé sous l'effet du poids propre et d'autres actions comme indiqué au chiffre 4.6.3.

Figure 3 Représentation schématique des états de rupture défavorables possibles

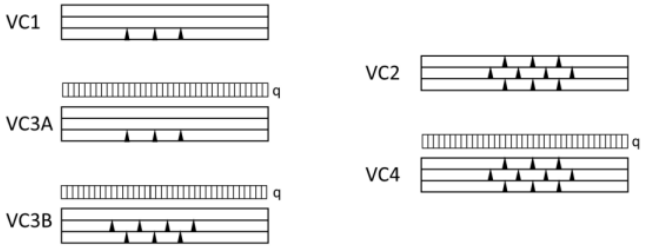


Tableau 9 Vérifications applicables aux vitrages antichute selon l'application prévue[3]

Situation de mise en œuvre d'après la figure 6		Catégories de surface utile (norme SIA 261)				
		Cat. A	Cat. B	Cat. C	Cat. D	Cat. H
Catégorie 1A	sur 4 côtés	VC0	VC0	VC3A	VC3A	-
	pas sur 4 côtés	VC3A	VC3A			
Catégorie 1B	≤ 2.0 kN/m	VC3A	VC3A	VC3A	VC3A	-
	> 2.0 kN/m			NB3B*		
Catégorie 1C	≤ 1.0 kN/m	VC3A	VC3A	-	VC3A	-
	≤ 2.0 kN/m	-	-	VC3B*	-	-
Catégorie 2	≤ 1.0 kN/m	VC0				
	> 1.0 kN/m	VC3A				-
Catégorie 3		VC0				-

SIA 2057

Points réussis :

- Première norme de dimensionnement Suisse.
- Compatible avec les normes SIA.
- Favorable à l’innovation.
- Concept orienté vers la performance.
- Responsabilité du spécialiste concepteur.

Points clés :

- Valable à partir de 2021.
- Vérification de l’état cassé sans essais.
- Possible augmentation des épaisseurs de verre.
- Complexité des calculs.
- Il faut de connaissance technique.

sia

SIA 2057:2021 Construction

SNR Schweizer Regel Règle Suisse Regola Svizzera

592057

Glasbau
Costruzioni di vetro
Glass structures

Constructions en verre

2057

Numéro de référence
SNR 592057:2021 fr

Valable dès le: 2021-08-01

Éditeur
Société suisse des ingénieurs
et des architectes
Case postale, CH-8027 Zurich

Nombre de pages: 68

Copyright © 2021 by SIA Zurich

Groupe de prix: 36

Licence by SIA BIFF SA Falk Laurent | 13.10.2021

Sommaire

APPLICATION DU VERRE
DIMENSIONNEMENT DU VERRE
CAHIER TECHNIQUE 2057
IMPLICATIONS

IMPLICATIONS

Valorisation du travail d'ingénierie:

- Les prestations d'ingénierie et optimisation doivent être intégrées dans les phases d'étude du projet.
- La norme donne des outils de calcul et l'opportunité d'optimiser les compositions.
- Augmentation de l'investissement dans la phase d'étude pour garantir la performance et l'économie optimale pour chaque projet.
- Le travail d'ingénierie en amont permet éviter le surdimensionnement.

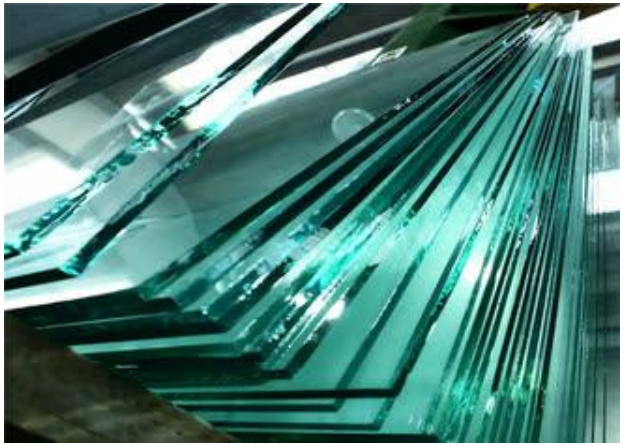
IMPLICATIONS

Impacts potentiels surdimensionnement sur l'architecture du bâtiment :

Dans certains cas l'application de la norme pourrait amener à une augmentation d'épaisseurs. Eviter le surdimensionnement:

Visuel :

- Verres seront plus verdâtres.
- Menuiseries plus profondes.
- Esthétique légèrement modifiée.
- Possible besoin de passer à un verre extra blanc.



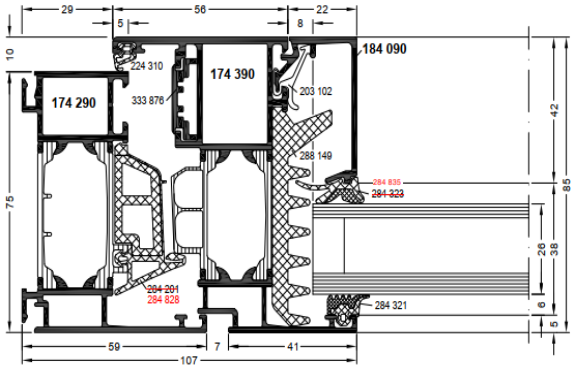
IMPLICATIONS

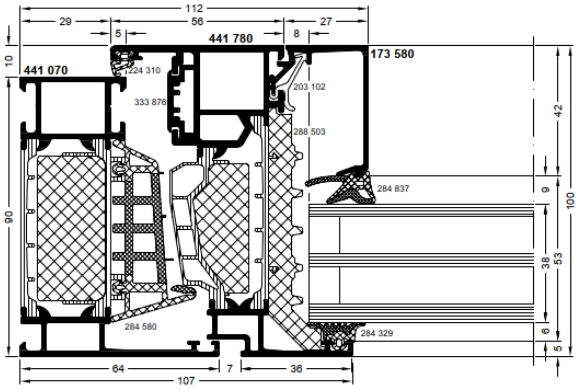
Impacts principaux sur l'architecture du bâtiment :

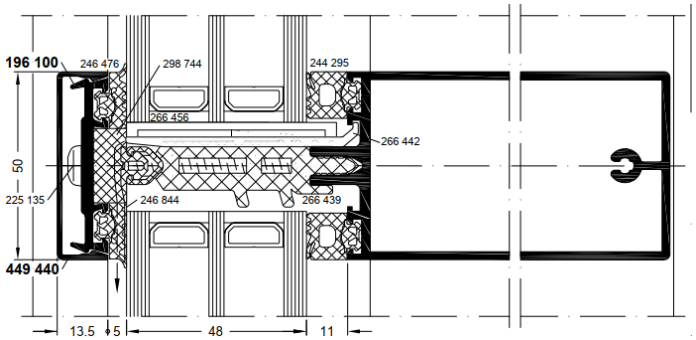
Dans certains cas l'application de la norme pourrait amener à une augmentation d'épaisseurs. Eviter le surdimensionnement:

Financier :

- Prix du verre plus élevés dus à leur plus grande épaisseur.
- Menuiseries plus onéreuses si plus profondes.
- Changement par du verre extra blanc.
- Possible besoin de changement de système.







IMPLICATIONS

Impacts principaux sur l'architecture du bâtiment :

Dans certains cas l'application de la norme pourrait amener à une augmentation d'épaisseurs. Eviter le surdimensionnement:

Ecologique :

- Besoin de plus de matière première.
- Augmentation du poids.
- Augmentation des émissions CO2.

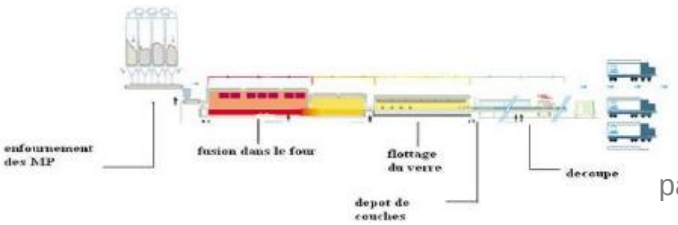
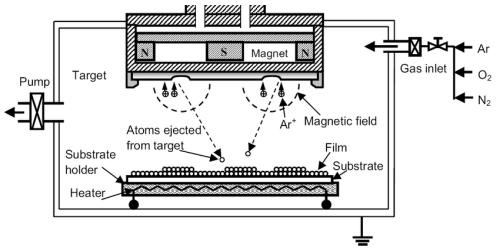


Figure 11.Ligne de production du float glass

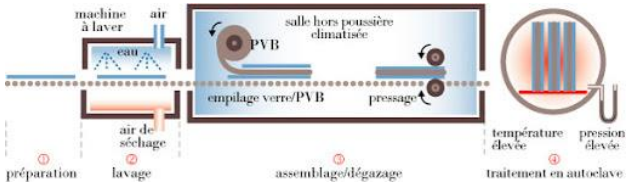
1,5 $KgCO_2e$
par kg Float

0,9 $KgCO_2e$
par kg Float recyclé

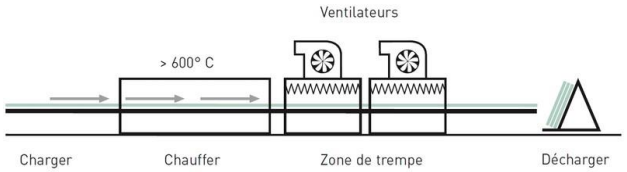


1,2 $KgCO_2e$
par kg verre à couche

6 $KgCO_2e$
par kg verre isolant double



8 $KgCO_2e$
par kg trempé



8 $KgCO_2e$
par kg feuilleté

IMPLICATIONS

Impacts principaux sur l'architecture du bâtiment :

Dans certains cas l'application de la norme pourrait amener à une augmentation d'épaisseurs. Eviter le surdimensionnement:

Ecologique :

- Besoin de plus de matière première.
- Augmentation du poids.
- Augmentation des émissions CO2.

Example:
Façade rideau 2'500 m2
Optim : Extérieur Float / Intérieur VSF
SIGAB 002 : Extérieur VST / Intérieur VSF
Surdim: Extérieur VST / Intérieur VSF Trempées
Différence +400 $KgCO_2e/m2$ → 1Mio $kgCO_2e$

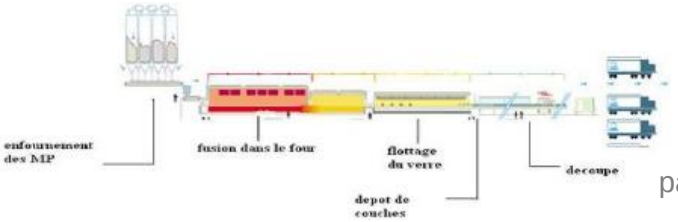
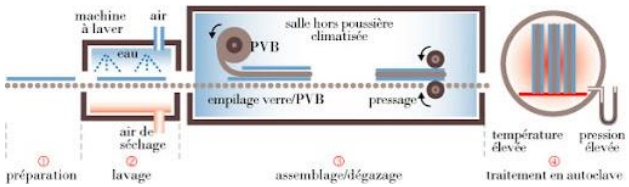


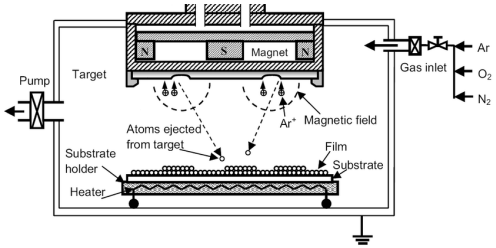
Figure 11.Ligne de production du float glass

1,5 $KgCO_2e$ par kg Float

0,9 $KgCO_2e$ par kg Float recyclé

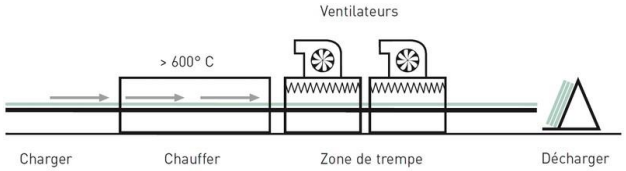


8 $KgCO_2e$ par kg trempé



1,2 $KgCO_2e$ par kg verre à couche

6 $KgCO_2e$ par kg verre isolant double



8 $KgCO_2e$ par kg feuilleté

INGÉNIERIE FAÇADE

PHYSIQUE DU BÂTIMENT

DIRECTION DE TRAVAUX

EXPERTISES

B I

F F

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT
INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64
1201 Genève
T +41 22 786 89 20

info@biffsa.ch
www.biffsa.ch

Aspects environnementaux
liés à l'enveloppe

Sommaire

Le développement durable en Suisse

Conception durable de l’enveloppe

Définition du développement durable en Suisse

"La Suisse se réfère à la définition du développement durable telle qu'elle a été formulée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (Commission Brundtland), dans son rapport «Notre avenir à tous» :

«le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la possibilité, pour les générations à venir, de pouvoir répondre à leurs propres besoins».

Pour la Confédération et les cantons, le développement durable n'est pas une tâche facultative: l'article 2 de la Constitution fédérale (But) élève le développement durable au rang de but constitutionnel et l'article 73 (Développement durable) demande à la Confédération et aux cantons d'œuvrer «à l'établissement d'un équilibre durable entre la nature, en particulier sa capacité de renouvellement, et son utilisation par l'être humain». Jusqu'à présent, le Conseil fédéral a mis en œuvre ces prescriptions constitutionnelles sous la forme de stratégies pour le développement durable."

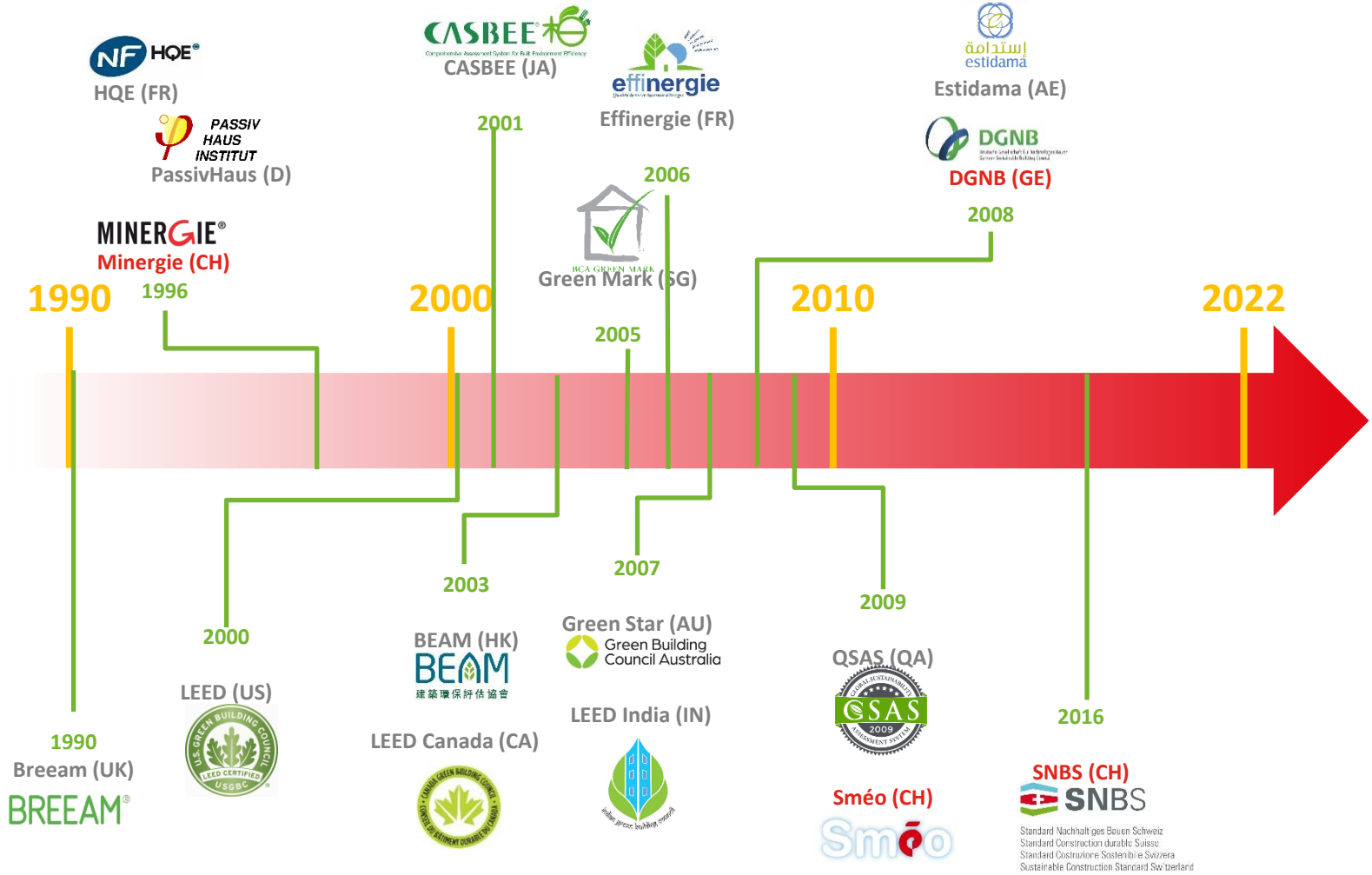
Aujourd'hui

- Aujourd'hui, construire vert est un paradigme d'ordre mondial ; une nécessité environnementale qui est entrée aussi bien dans les mœurs que dans la loi. On parle de « green buildings » et de durabilité.

- Afin d'attester de la performance énergétique d'un bâtiment, différents standards, labels, certifications, normes et prescriptions voient le jour et deviennent primordiales.

- Chaque pays possède ses standards, lois et labels, et bien qu'une certaine uniformisation commence à voir le jour, le nombre de certifications existantes reste élevé. Ceci étant que chaque pays n'a pas les mêmes priorités, climat, etc. Les plus connues utilisées en Suisse sont :
  - MINERGIE
  - SNBS
  - BREEAM
  - LEED
  - DGNB
  - Sméo

Chronologie des certifications



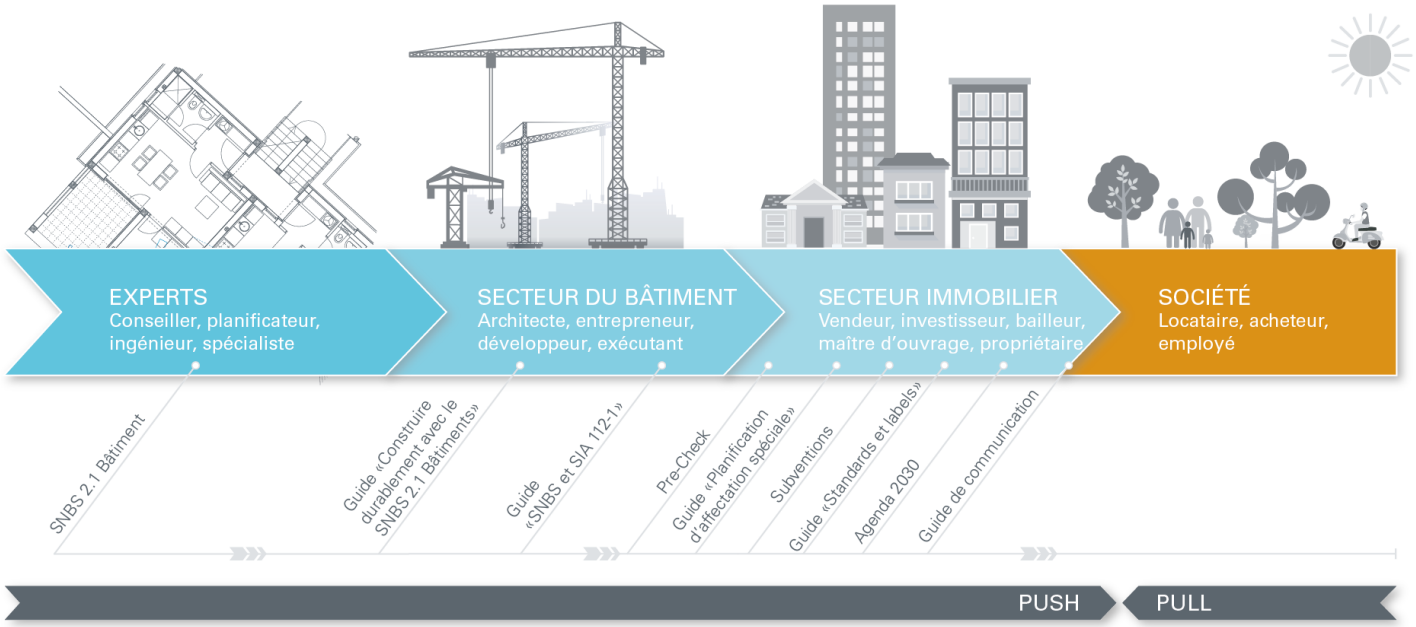
Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT

Le développement durable en Suisse

Conception durable de l’enveloppe

Conception durable et façades

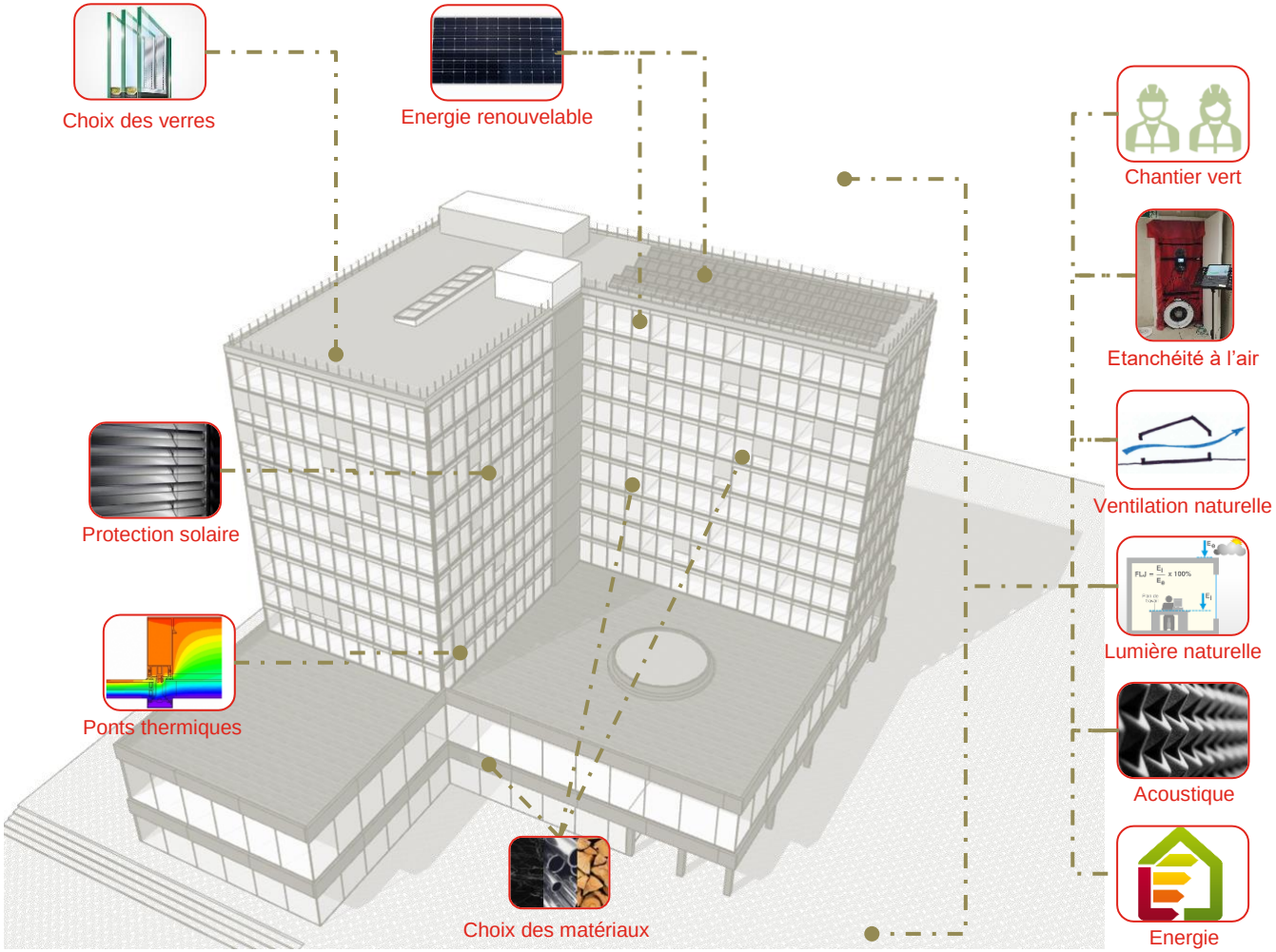
Les bâtiments doivent non seulement répondre aux normes techniques et architecturales, mais également intégrer, dès les phases initiales de planification du projet, des préoccupations exigeantes en termes de préservation des ressources, d'enjeux sociétaux et de soutenabilité économique.



https://www.nnbs.ch/fr/snbs-batiment

Les principales thématiques

- La lumière naturelle
- **L'acoustique**
- La modularité
- Les matériaux
- Les protections solaires
- Energie
- La maintenance
- Le commissionnement



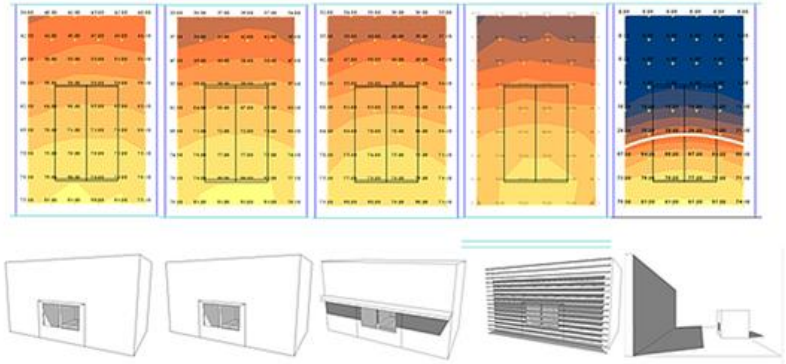
La lumière naturelle

Objectifs :

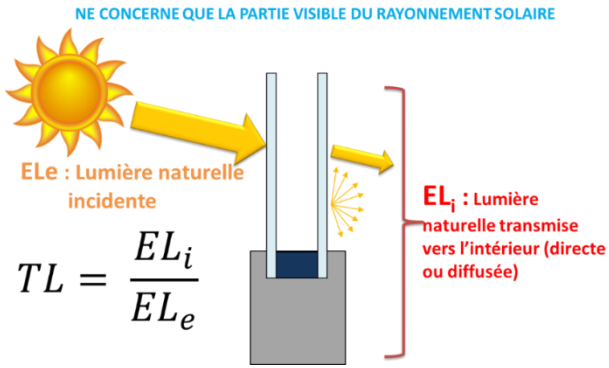
- Favoriser le confort visuel de l'occupant en lui fournissant une interaction intérieur/extérieur.
- Réduire les coûts d'exploitation.

Avantages :

- Réduction des frais en électricité.
- Amélioration du bien-être des utilisateurs.



Applications :



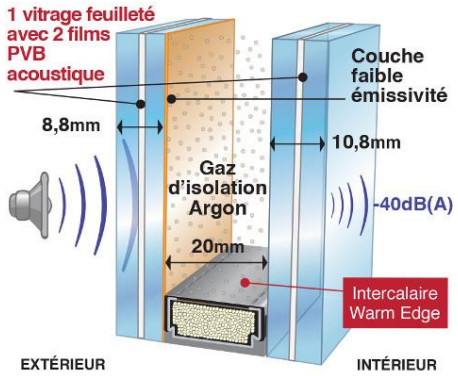
L'acoustique

Objectifs :

- Protection contre le bruit extérieur.
- Protection contre la propagation du bruit d'étage étage.
- Favoriser le confort de l'occupant dans sa zone d'activité.

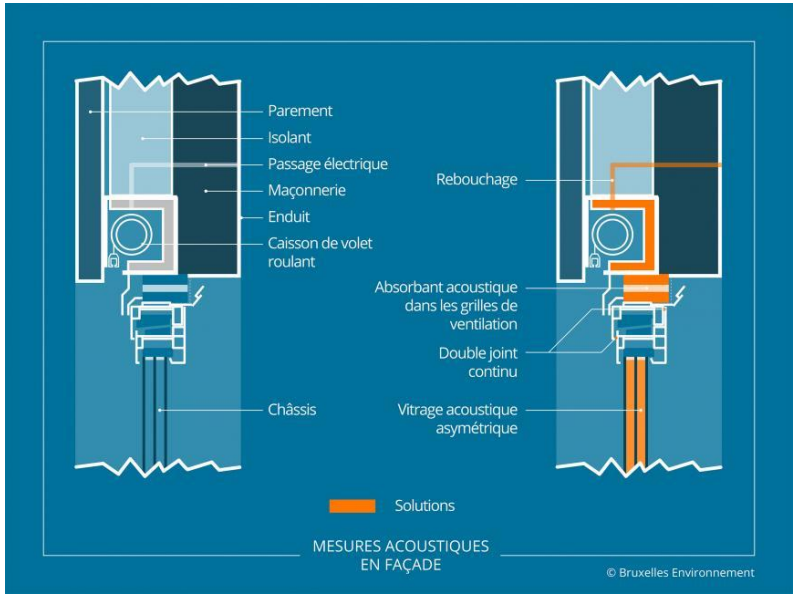
Avantages :

- Réduction des frais en électricité.
- Amélioration du bien-être des utilisateurs.



Applications :

Prise en compte de l'affaiblissement acoustique dans le choix de l'ensemble des éléments composants la façade.



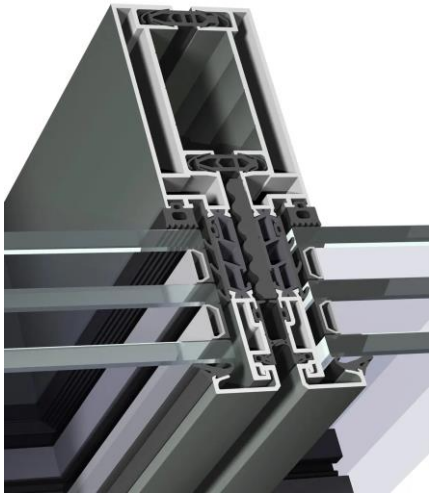
La modularité

Objectifs :

- Construire de manière durable.
- Penser à la fin de vie des matériaux de construction.

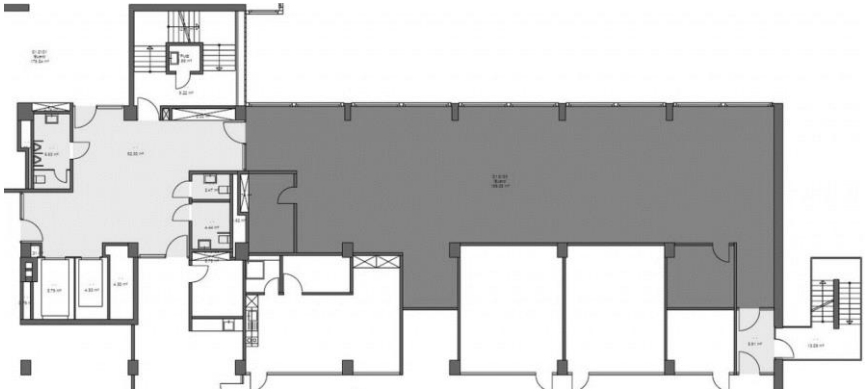
Avantages :

- Optimiser une éventuelle requalification du bâtiment ou des espaces.



Applications :

- Choix de systèmes modulaires afin d'appréhender un changement de fonction du bâtiment.
- Optimiser la pérennité, la flexibilité d'utilisation et la possibilité de déconstruction.



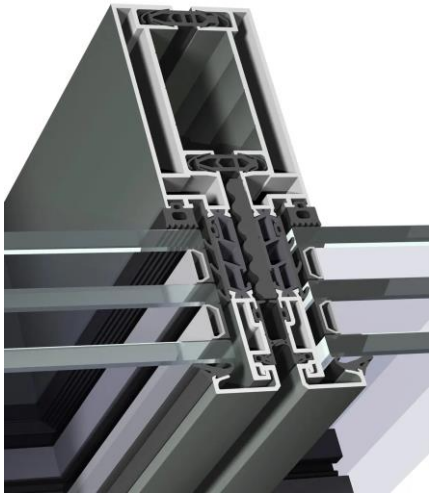
La modularité

Objectifs :

- Construire de manière durable.
- Penser à la fin de vie des matériaux de construction.

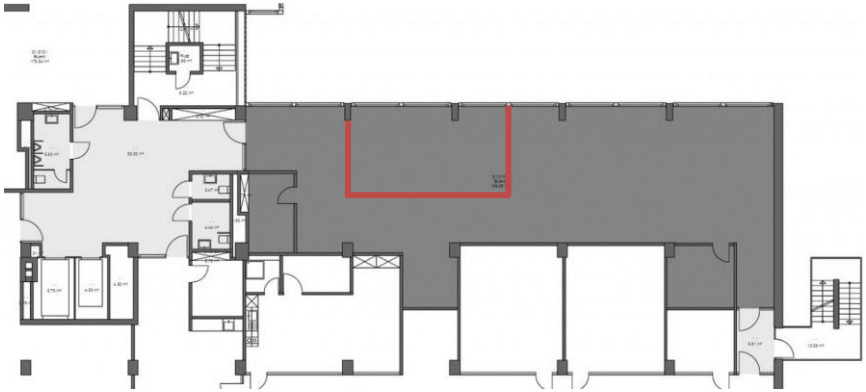
Avantages :

- Optimiser une éventuelle requalification du bâtiment ou des espaces.



Applications :

- Choix de systèmes modulaires afin d'appréhender un changement de fonction du bâtiment.
- Optimiser la pérennité, la flexibilité d'utilisation et la possibilité de déconstruction.



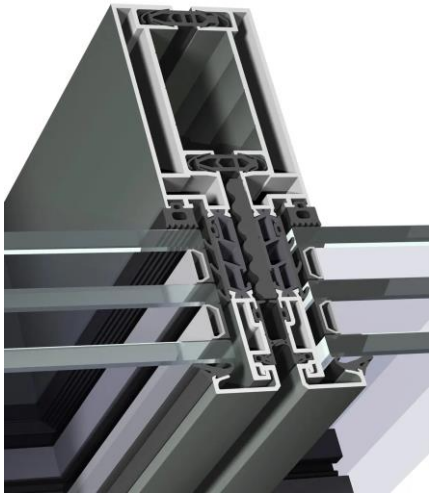
La modularité

Objectifs :

- Construire de manière durable.
- Penser à la fin de vie des matériaux de construction.

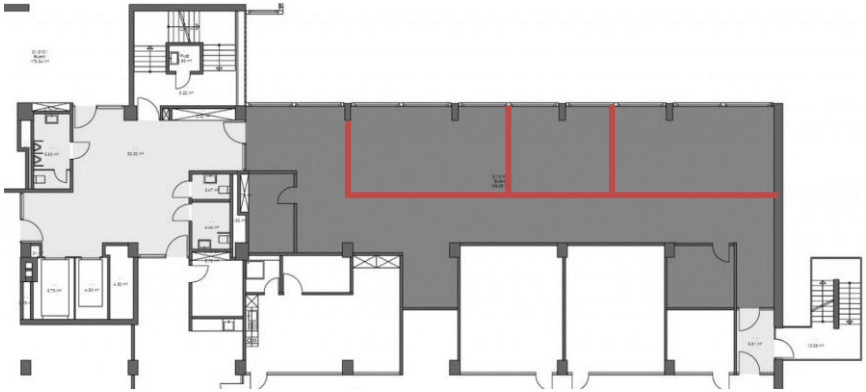
Avantages :

- Optimiser une éventuelle requalification du bâtiment ou des espaces.



Applications :

- Choix de systèmes modulaires afin d'appréhender un changement de fonction du bâtiment.
- Optimiser la pérennité, la flexibilité d'utilisation et la possibilité de déconstruction.



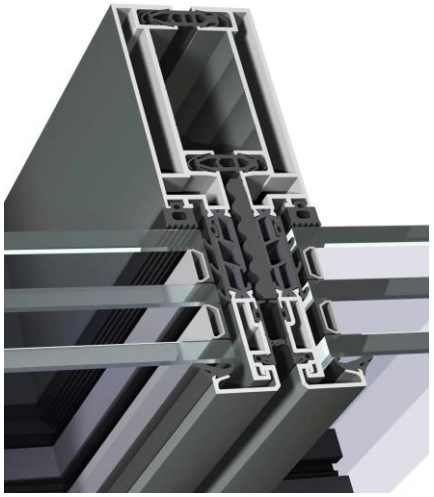
La modularité

Objectifs :

- Construire de manière durable.
- Penser à la fin de vie des matériaux de construction.

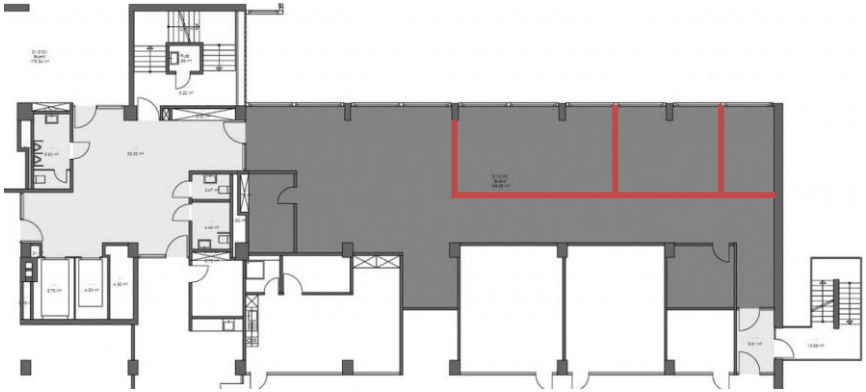
Avantages :

- Optimiser une éventuelle requalification du bâtiment ou des espaces.



Applications :

- Choix de systèmes modulaires afin d'appréhender un changement de fonction du bâtiment.
- Optimiser la pérennité, la flexibilité d'utilisation et la possibilité de déconstruction.



Les matériaux

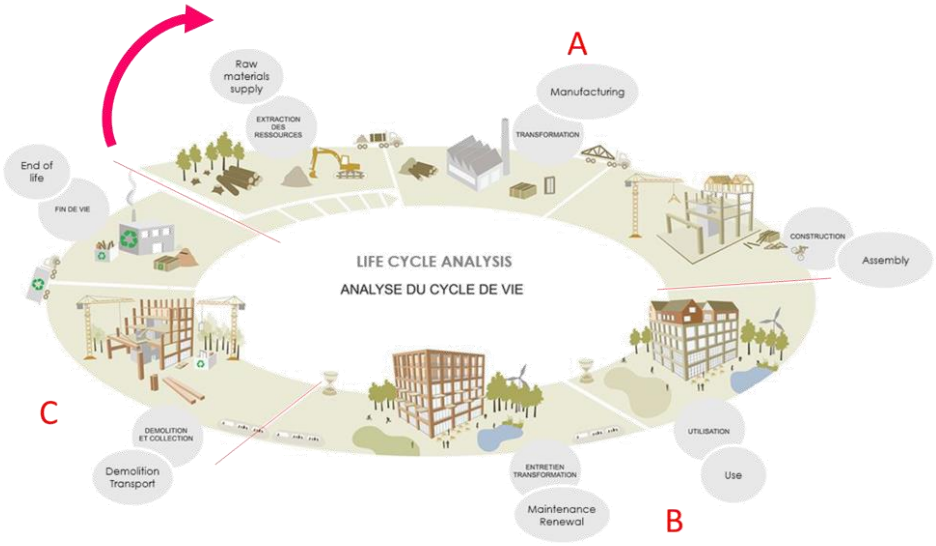
Applications :

Objectifs :

- Conception pour la durabilité et la résistance des matériaux.

Avantages :

- Réduction de l'impact du cycle de vie des matériaux.
- Réduire les déchets.
- Favoriser un circuit court.
- Diminuer l'empreinte carbone.



Les matériaux

Objectifs :

- Conception pour la durabilité et la résistance des matériaux.

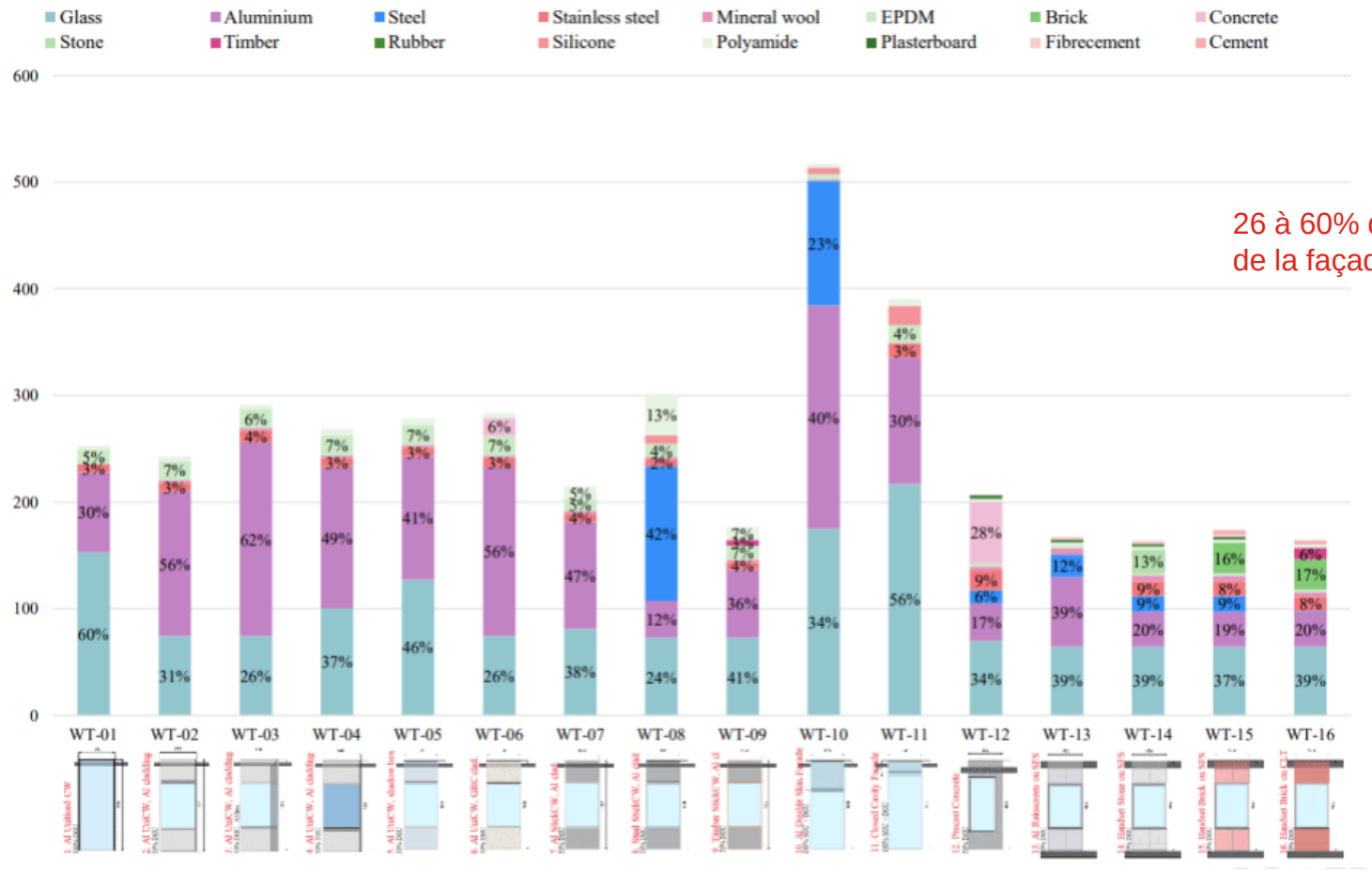
Avantages :

- Réduction de l'impact du cycle de vie des matériaux.
- Réduire les déchets.
- Favoriser un circuit court.
- Diminuer l'empreinte carbone.

Applications :

BOIS SUISSE

Les matériaux



26 à 60% des émissions de la façade

SAINT-GOBAIN

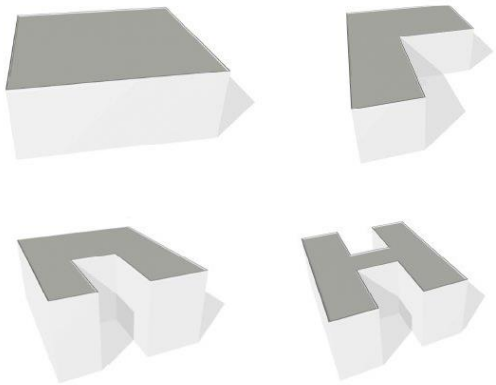
Stratégie énergétique

Objectifs :

- Conception suivant une stratégie été / hiver.

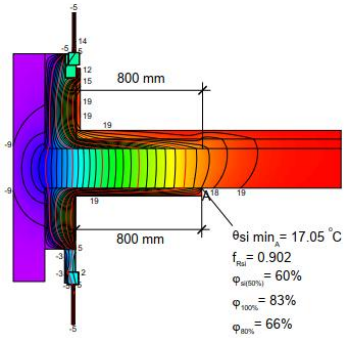
Avantages :

- Evite l'entretien des installations techniques
- Gestion des consommations efficace.
- Confort des utilisateurs.

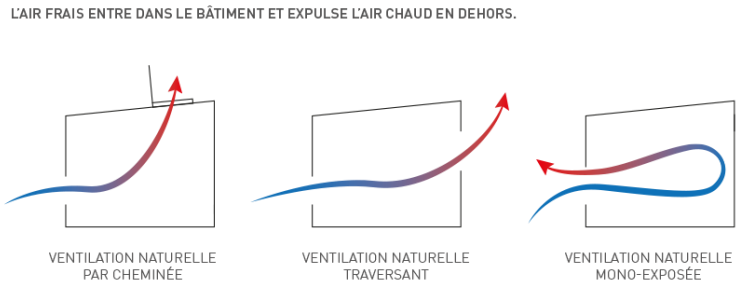


Applications :

- En hiver



- En été



Les protections solaires

Objectifs :

- Limiter l'éblouissement.
- Limiter les apports solaires.
- Respects des exigences normatives.

Avantages :

- Favoriser le bien-être des occupants.
- Réduire les besoins en froid.

Applications :

- Optimisation des facteurs solaires.
- Choix des protections solaires adapté.
- Favoriser l'apport d'éclairage naturel tout en limitant l'éblouissement.

Entretien et maintenance

Objectifs :

- Réduire l'impact environnemental durant la vie bâtiment.

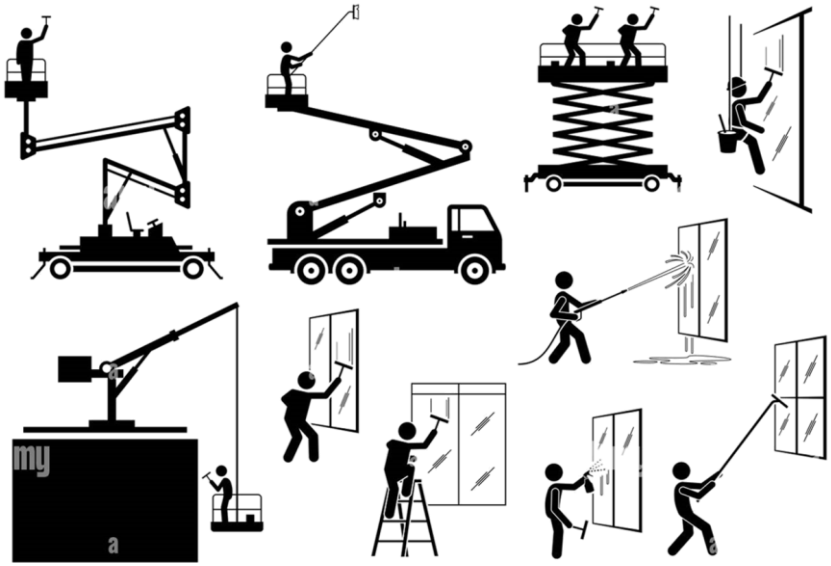
Avantages :

- Réduction des frais de maintenance
- Réduction des l'impact environnemental dû aux renouvèlement des éléments en fin de vie.

SZFF CSFF
Nettoyeur de façades certifié

EU Ecolabel
www.ecolabel.eu

Applications :



Le commissionnement

Objectifs :

- Optimiser la bonne gestion du bâtiment.
- Détecter les dysfonctionnements du bâtiments

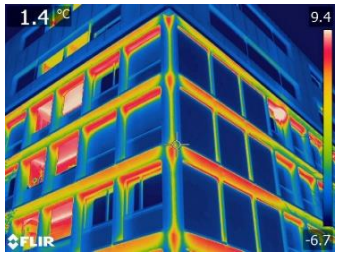
Avantages :

- Réduction des coûts et des impacts environnementaux durant la vie du bâtiment.
- Adopter les réglages nécessaires pour le bon fonctionnement du bâtiment.

Applications :

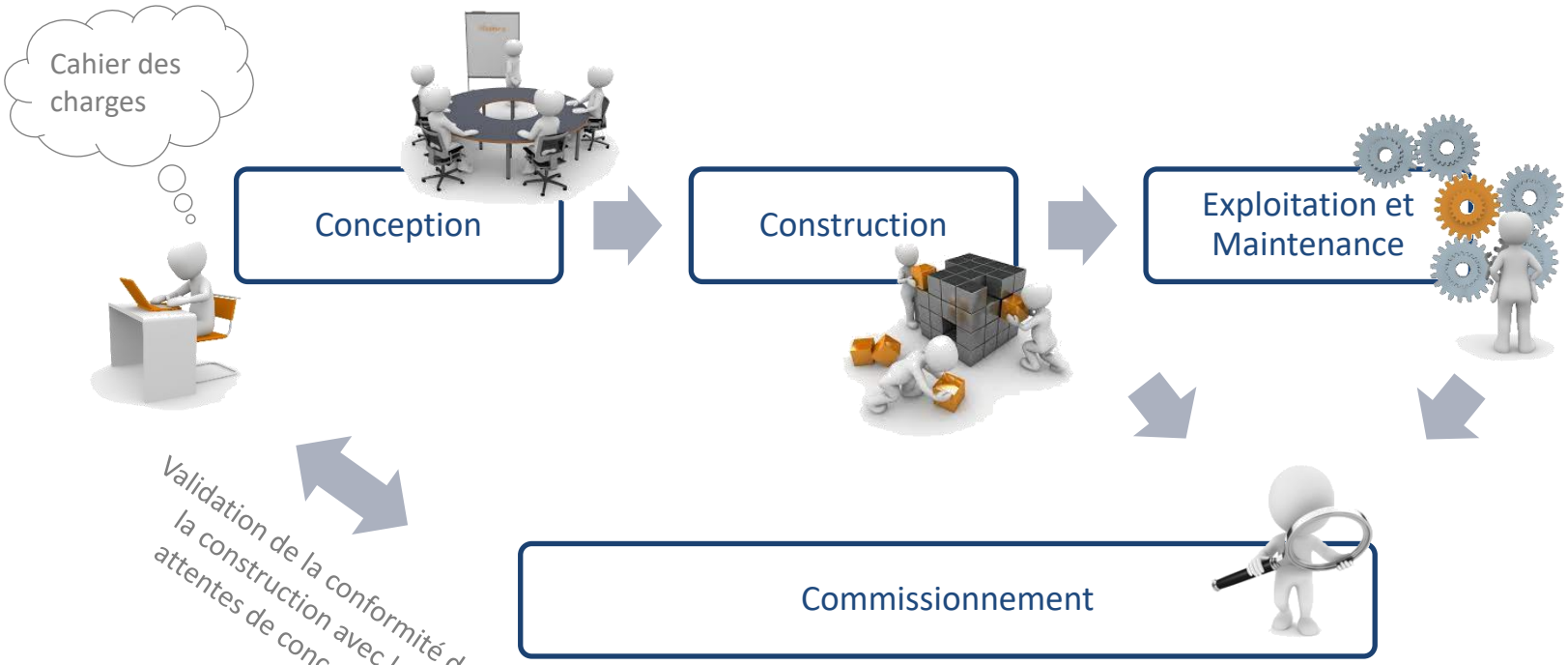
Mise en place d'un système de gestion environnementale du bâtiment.

Réalisation de tests afin de s'assurer de la bonne exécution du bâtiment.



Sensibilisation des occupants au bon fonctionnement du bâtiment.

Le commissionnement



Un expert indépendant du projet supervise et valide la construction et l'exploitation

Les évolutions des besoins et usages du bâtiment nécessitent de repenser le fonctionnement énergétique du bâtiment

Planification et coordination

Pour conclure, il est important de comprendre que la coordination entre architectes, physicien du bâtiment, ingénieurs et tout intervenant dans la conception du bâtiment est primordiale à la recherche d'une solution aboutie pour tous.

- Les autorités
- Les architectes
- Les ingénieurs spécialisés
- Les acquéreurs
- Les investisseurs
- Les utilisateurs
- Les exploitants

Architecture bioclimatique
Etude de physique du bâtiment

Sommaire

ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

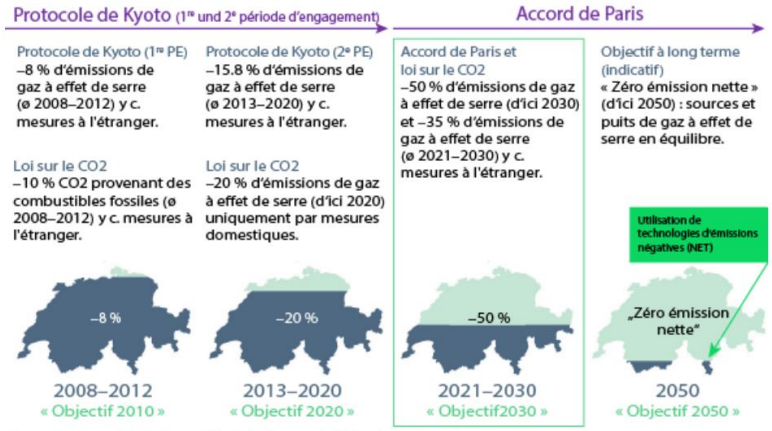
PROTECTION THERMIQUE EN ETE

Architecture bioclimatique

Contexte climatique

Objectifs suisses de réduction des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990:

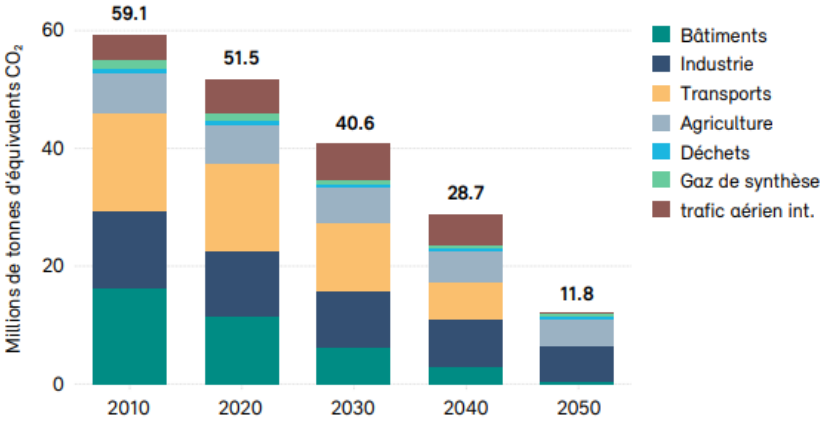
- 8% en 2010 (Protocole de Kyoto)
- 20% en 2020 (Protocole de Kyoto)
- 50% en 2030 (Accord de Paris)
- « Zéro net carbone » en 2050 (Stratégie climatique suisse à long terme)



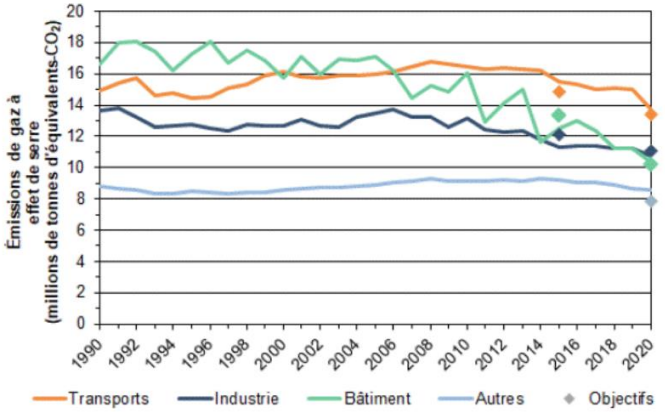
Émissions résiduelles

Les émissions résiduelles se monteront encore à 11,8 millions de tonnes d'éq.-CO_2 à l'horizon 2050.

Ces émissions proviennent en majeure partie de l'agriculture, de l'industrie et de la valorisation des déchets.



Objectifs sectoriels (en vertu de l'ordonnance sur le CO2)



Architecture bioclimatique

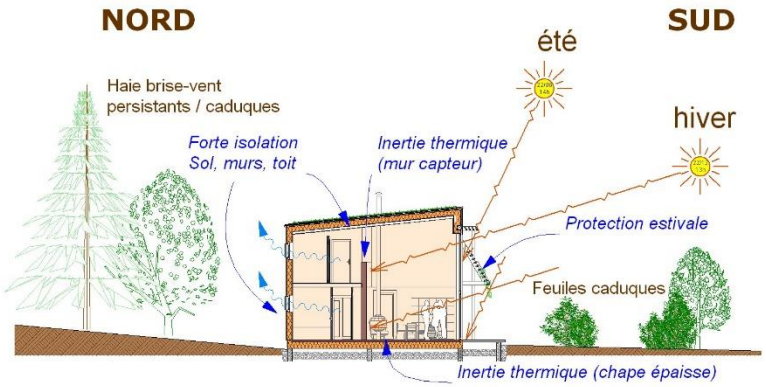
Principe de base:

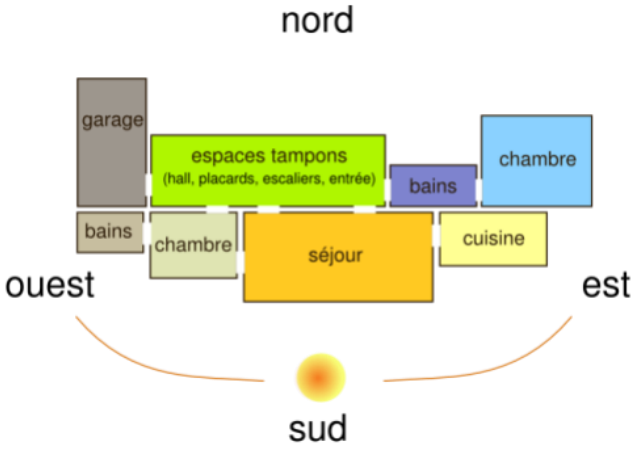
Une réflexion et conception architecturale permettant de :

- Maximiser le confort des occupants
- Optimiser l'exploitation des ressources disponibles naturellement
- Limiter l'utilisation de moyens mécanisés

Objectifs principaux :

- Exploitation du potentiel de chaleur solaire passive en hiver
- Protection contre la surchauffe estivale
- Limitation des consommations énergétiques

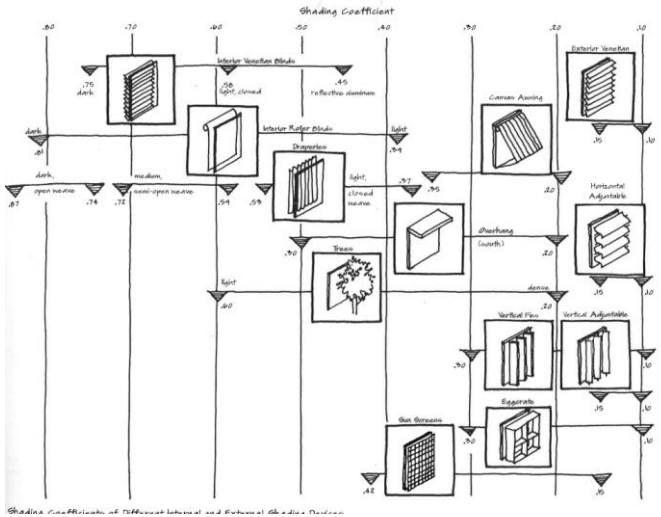




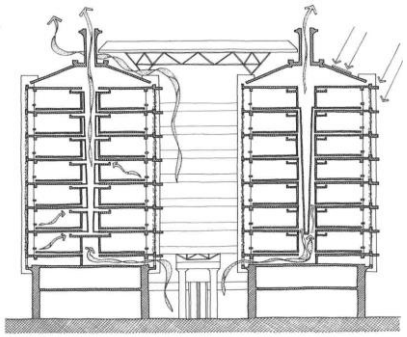
Architecture bioclimatique

Eléments déterminants:

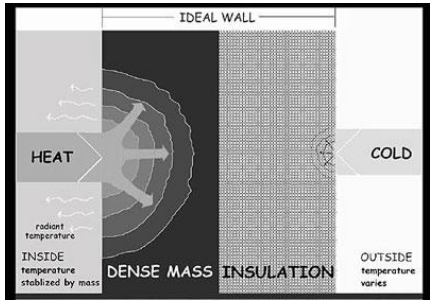
- Facteur de forme, compacité
- Orientation du bâtiment et disposition des locaux
- Vitrages (dimensions, orientations et performances)
- Protections solaires (fixes, mobiles)
- Aération nocturne
- Isolation thermique
- Inertie thermique (capacité de stockage)
- Etanchéité à l'air
- Ventilation naturelle
- Installations techniques (PAC, panneaux solaires, etc.)



Shading Coefficients of Different Internal and External Shading Devices



Section, Eastgate Building, Harare, Zimbabwe, Pearce Partnership



Contraintes en rénovation : intégration délicate après-coup.

Principe à intégrer : protection solaire, film solaire, verre dynamique, isolation thermique.

Sommaire

ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE

PROTECTION THERMIQUE EN ETE

Protection thermique en été (SIA 180)

Exigences selon la norme SIA 180 :

« Le bâtiment doit être conçu de manière à satisfaire les exigences de confort sans refroidissement artificiel *(…) avec protections solaires mobiles et ventilation naturelle utilisées de manière adéquate* ».

→ CONCEPT ARCHITECTURAL : rôle central pour assurer le confort estival (ombrage, disposition et orientation des vitrages, protection solaires, inertie thermique),

→ Rafraichissement artificiel : uniquement si indispensable (concept architectural bioclimatique insuffisant).

Protection thermique en été (SIA 180)

Exigences selon la norme SIA 180 :

Le bâtiment doit être conçu de manière à satisfaire les exigences de confort sans refroidissement artificiel (…) avec protections solaires mobiles et ventilation naturelle utilisées de manière adéquate.

Evaluation de la protection thermique en été :

Méthode 1 :

- Application de critères simples
- Justification de la possibilité d'un refroidissement nocturne

Méthode 2 :

- Justification de la possibilité d'un refroidissement nocturne
- Justification de protections solaires efficaces
- Justification d'une isolation et d'une capacité thermique suffisante

Méthode 3 :

- Simulation thermique dynamique type DIAL+

Figure 12 Valeurs limites du facteur de transmission totale g_{tot} des fenêtres en façade avec protection solaire en fonction de la part vitrée de la façade et de son orientation

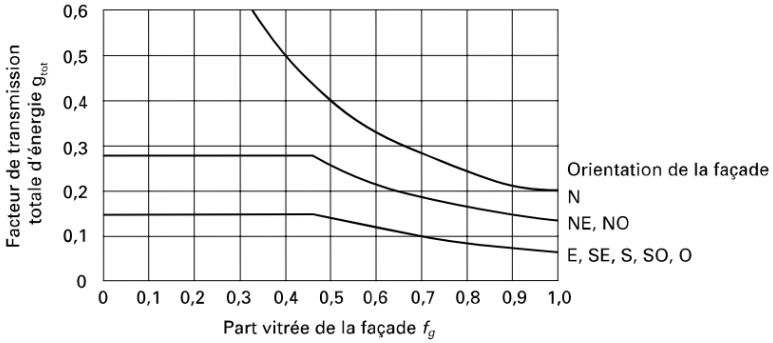
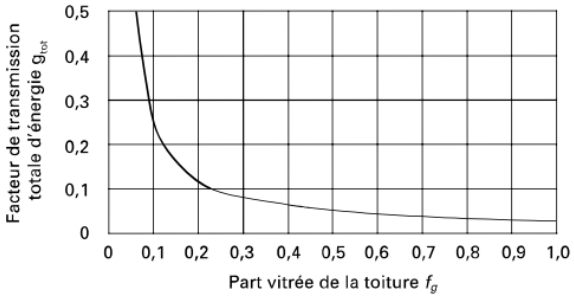


Figure 13 Valeurs limites du facteur de transmission totale d'énergie g_{tot} des ouvertures en toiture avec protection solaire, en fonction de la part vitrée



INGÉNIERIE FAÇADE

PHYSIQUE DU BÂTIMENT

DIRECTION DE TRAVAUX

EXPERTISES

B I

F F

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT
INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64
1201 Genève
T +41 22 786 89 20

info@biffsa.ch
www.biffsa.ch

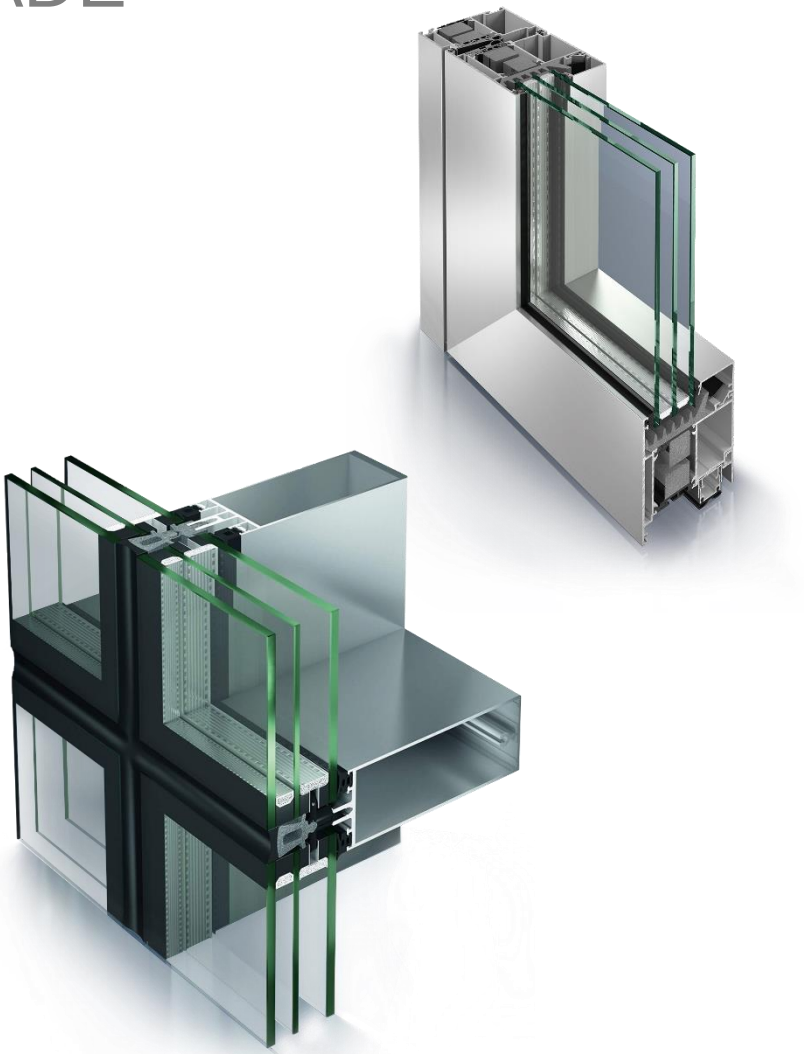
Innovation des stratégies de protections solaires dynamiques
Filtres solaires

Sommaire

TYPOLOGIES DE FACADE
SYSTEMES PASSIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
AUTRES SYSTEMES PASSIFS
SYSTEMES ACTIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE

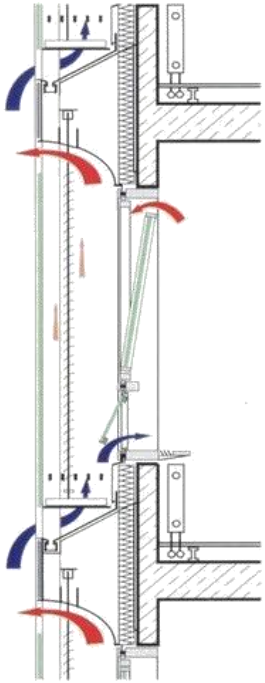
TYPOLOGIES DE FACADE

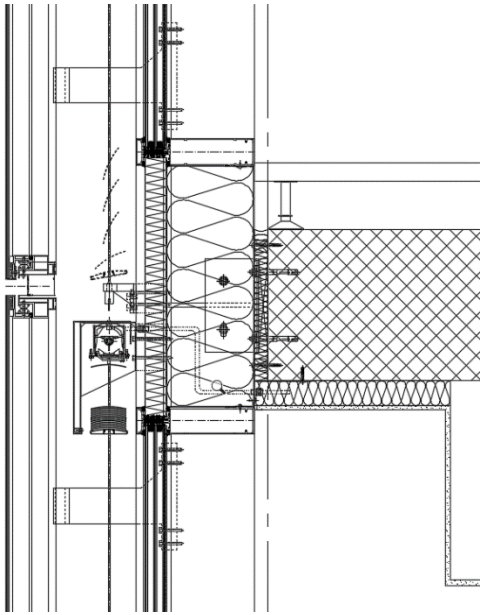
Fenêtres et façades simple peau
Façades ventilées double peau mince
Façades double peau
Fenêtres et façades respirantes
Close cavity façade



TYPOLOGIES DE FACADE

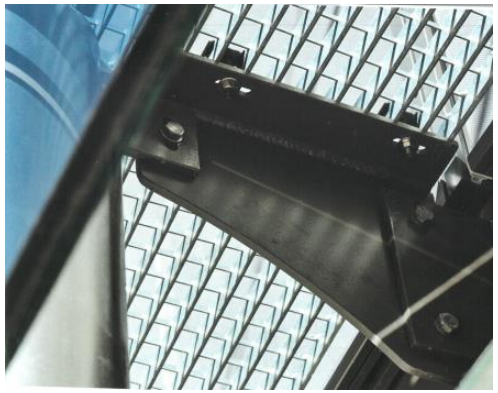
Fenêtres et façades simple peau
Façades ventilées double peau mince
Façades double peau
Fenêtres et façades respirantes
Close cavity façade

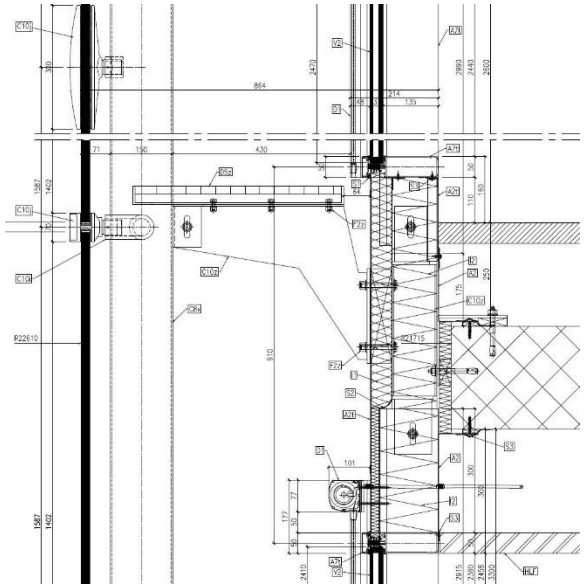




TYPOLOGIES DE FACADE

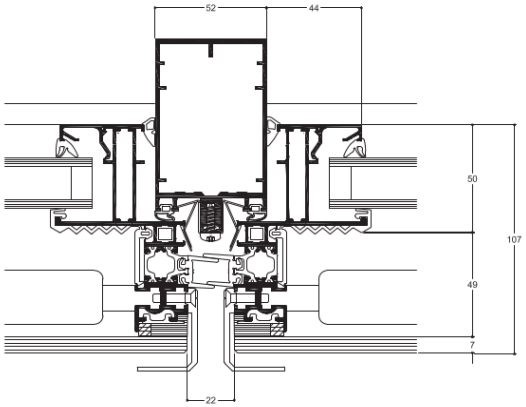
Fenêtres et façades simple peau
Façades ventilées double peau mince
Façades double peau
Fenêtres et façades respirantes
Close cavity façade





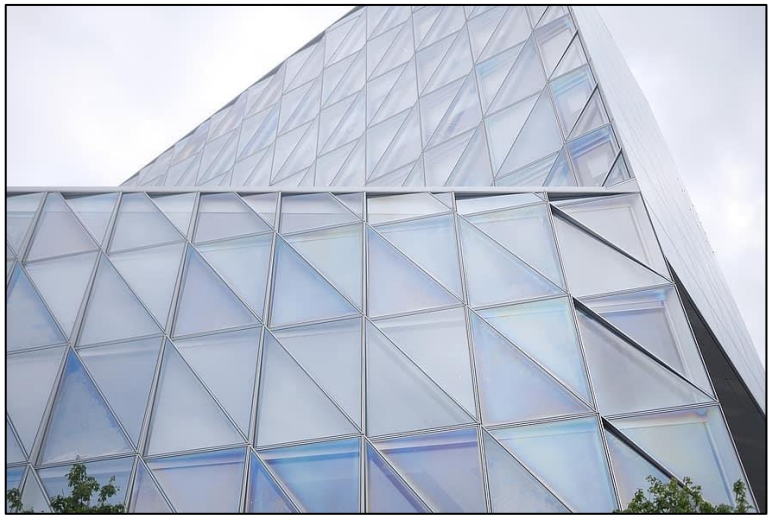
TYPOLOGIES DE FACADE

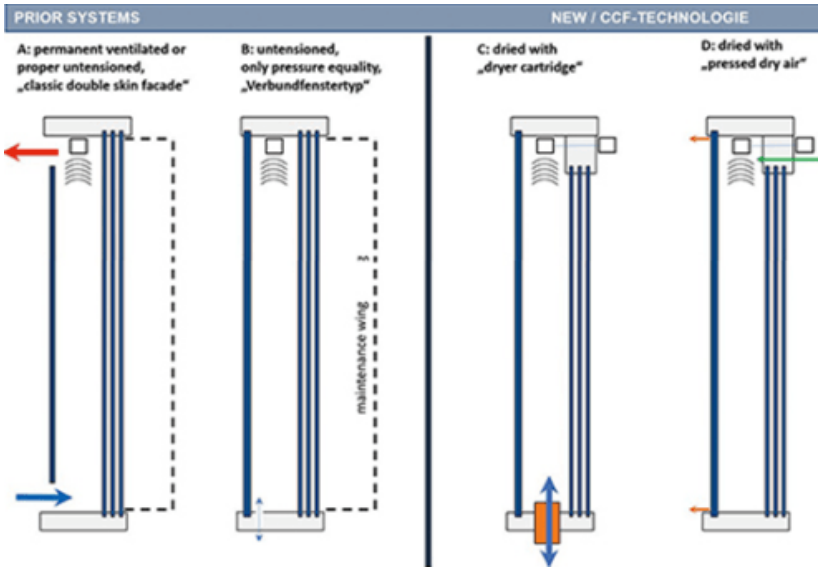
Fenêtres et façades simple peau
Façades ventilées double peau mince
Façades double peau
Fenêtres et façades respirantes
Close cavity façade

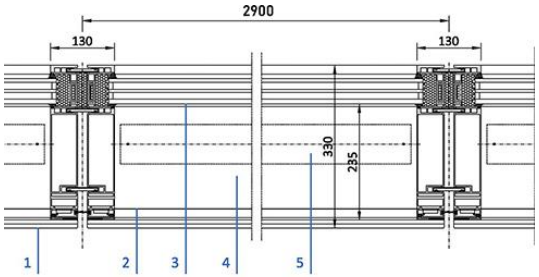


TYPOLOGIES DE FACADE

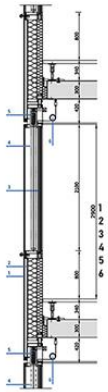
Fenêtres et façades simple peau
Façades ventilées double peau mince
Façades double peau
Fenêtres et façades respirantes
Close cavity façade







1 Laminated Glass
2 Shadowbox
3 Triple Glazing
4 Cavity Space
5 Lamella sunshade with daylight guidance



1 Laminated Glass
2 Shadowbox
3 Triple Glazing
4 Cavity Space
5 Lamella sunshade with daylight guidance
6 Dry air supply / pipe system

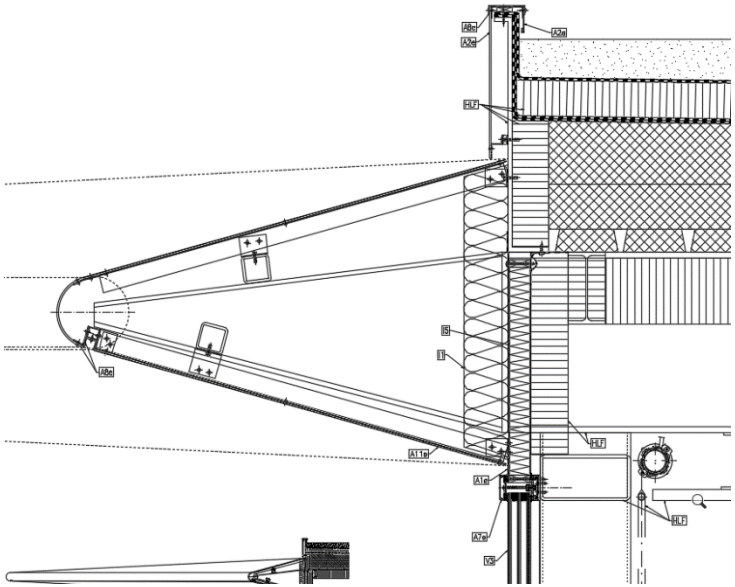
Sommaire

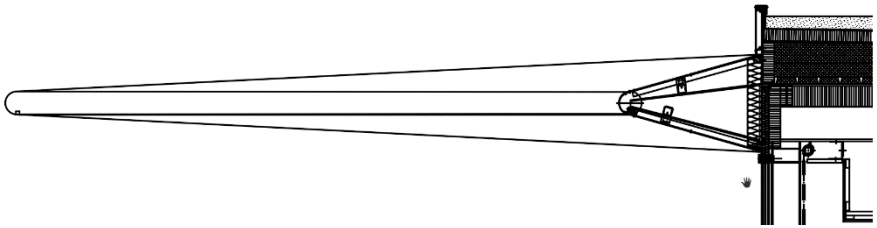
TYPOLOGIES DE FACADE
SYSTEMES PASSIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
AUTRES SYSTEMES PASSIFS
SYSTEMES ACTIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE

SYSTEMES PASSIFS SIMPLES

Casquettes

Brise-soleils

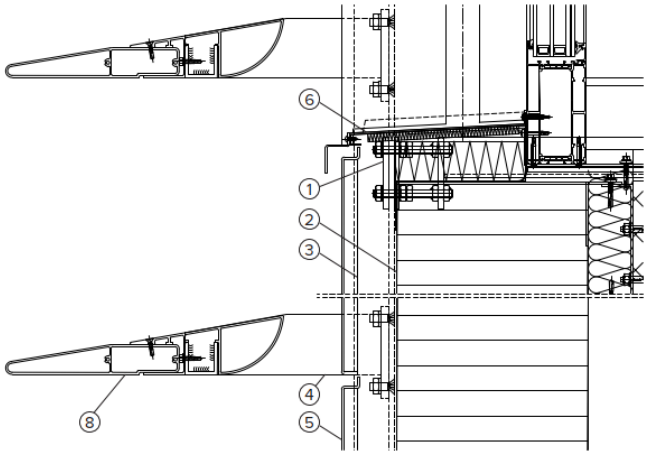




SYSTEMES PASSIFS SIMPLES

Casquettes

Brise-soleils

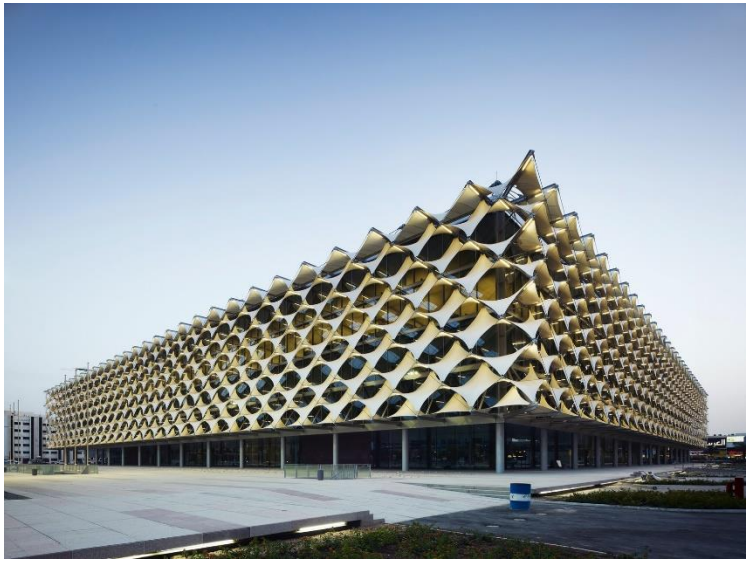


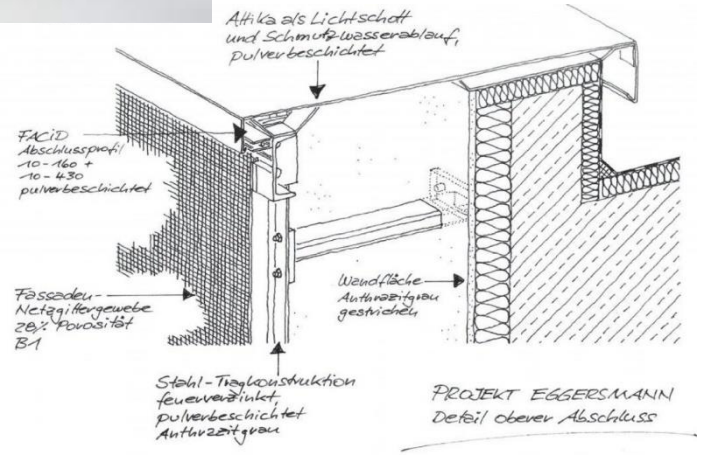
Sommaire

TYPOLOGIES DE FACADE
SYSTEMES PASSIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
AUTRES SYSTEMES PASSIFS
SYSTEMES ACTIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE

AUTRES SYSTEMES PASSIFS

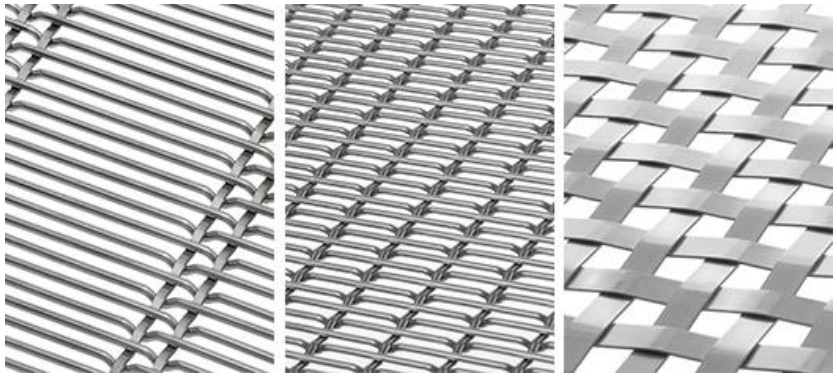
Toiles tendues
Mailles tendues
Caillebotis
Tôle déployée
Tôle perforée
Filtres végétaux





AUTRES SYSTEMES PASSIFS

Toiles tendues
Mailles tendues
Caillebotis
Tôle déployée
Tôle perforée
Filtres végétaux

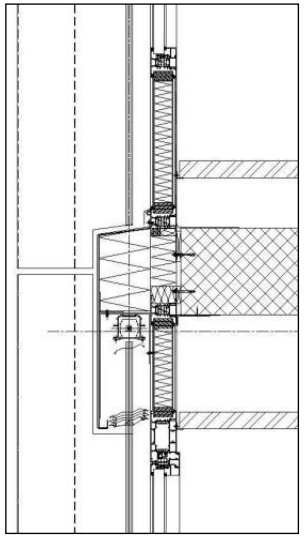


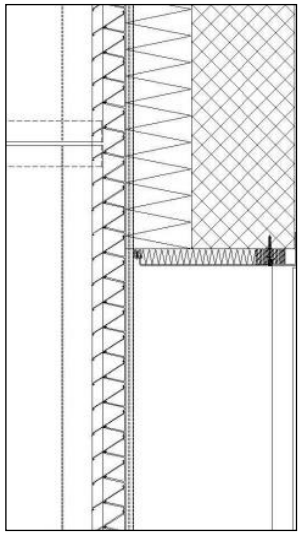
AUTRES SYSTEMES PASSIFS

Toiles tendues
Mailles tendues
Caillebotis
Tôle déployée
Tôle perforée
Filtres végétaux

AUTRES SYSTEMES PASSIFS

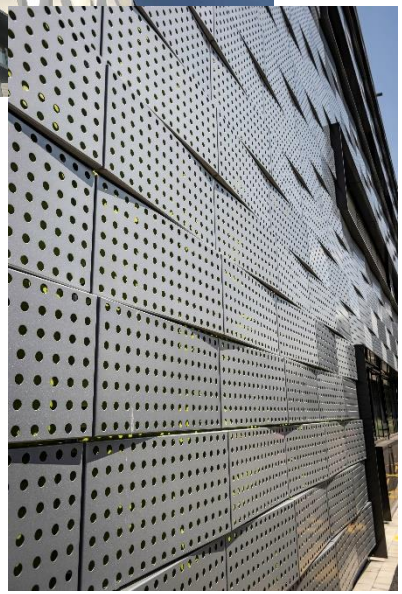
Toiles tendues
Mailles tendues
Caillebotis
Tôle déployée
Tôle perforée
Filtres végétaux





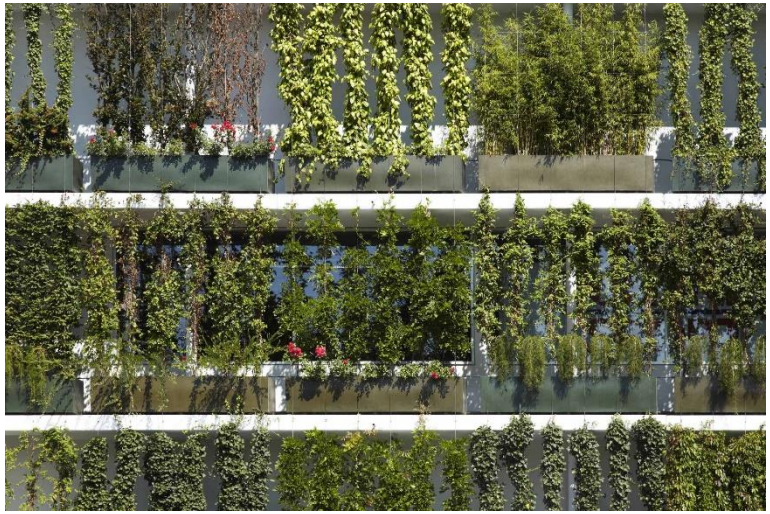
AUTRES SYSTEMES PASSIFS

Toiles tendues
Mailles tendues
Caillebotis
Tôle déployée
Tôle perforée
Filtres végétaux



AUTRES SYSTEMES PASSIFS

Toiles tendues
Mailles tendues
Caillebotis
Tôle déployée
Tôle perforée
Filtres végétaux

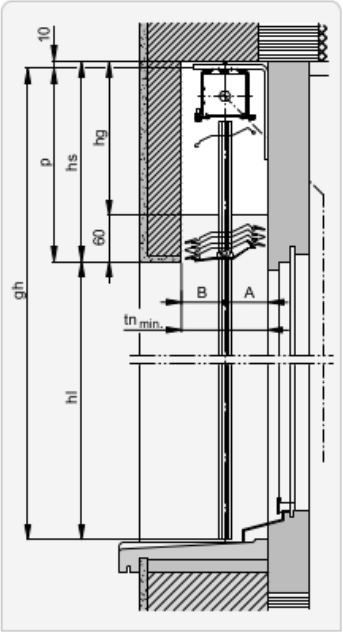


Sommaire

TYPOLOGIES DE FACADE
SYSTEMES PASSIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
AUTRES SYSTEMES PASSIFS
SYSTEMES ACTIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE

SYSTEMES ACTIFS SIMPLES

Stores à lamelles
Stores toiles
Volets roulants et volets orientables
Volets coulissants
Brise-soleils motorisés

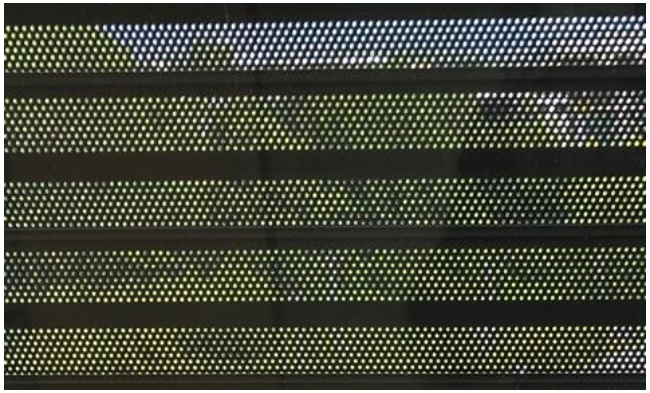


Dimensions
Type lamelle
Hauteur niche
Type fixation
Type coulisseaux
Actionnement
Perforations

Obscurcissement
Optimisation lumière
Contrôle solaire
Durée de vie
Résistance
Entretien

SYSTEMES ACTIFS SIMPLES

Stores à lamelles
Stores toiles
Volets roulants et volets orientables
Volets coulissants
Brise-soleils motorisés

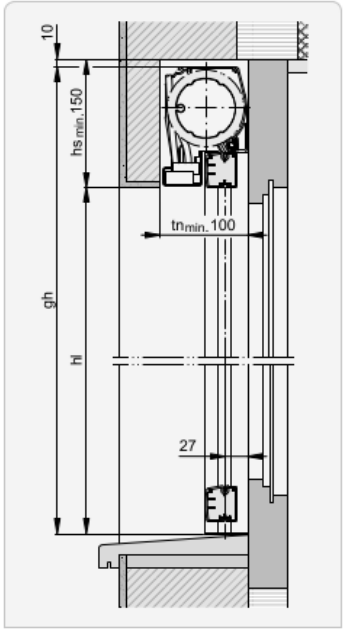


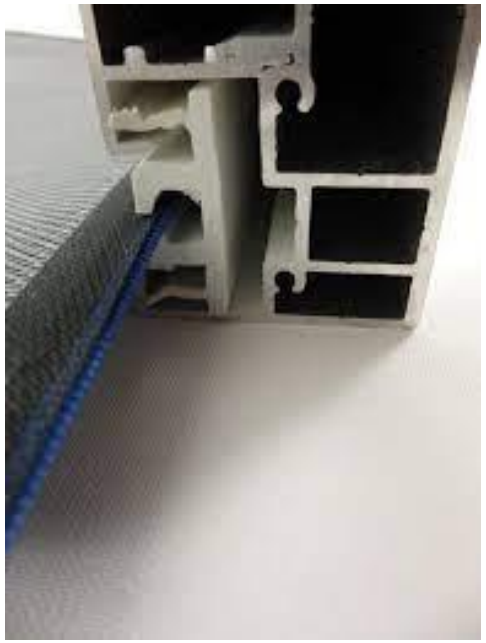
Dimensions
Type lamelle
Hauteur niche
Type fixation
Type coulisseaux
Actionnement
Perforations

Obscurcissement
Optimisation lumière
Contrôle solaire
Durée de vie
Résistance
Entretien

SYSTEMES ACTIFS SIMPLES

Stores à lamelles
Stores toiles
Volets roulants et volets orientables
Volets coulissants
Brise-soleils motorisés





Dimensions
Type toile
Dimension niche
Type fixation
Type coulisseaux
Actionnement

Obscurcissement
Contrôle solaire
Durée de vie
Résistance
Entretien

SYSTEMES ACTIFS SIMPLES

Stores à lamelles

Stores toiles

Volets roulants et volets orientables

Volets coulissants

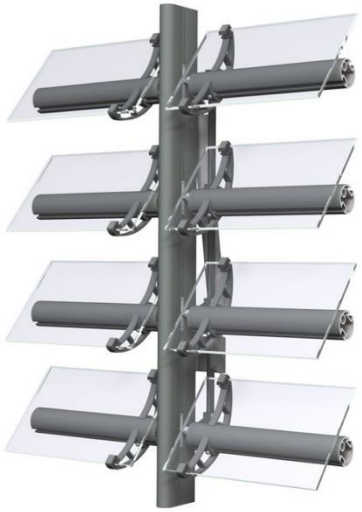
Brise-soleils motorisés

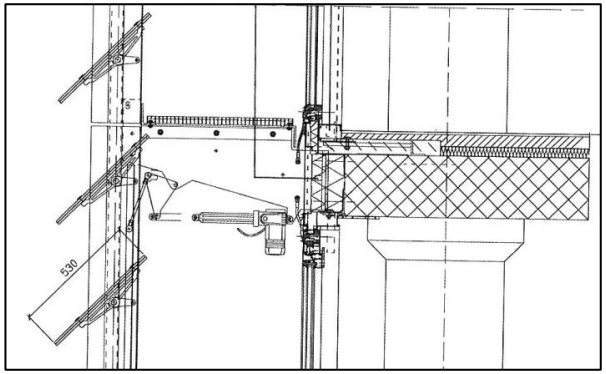
SYSTEMES ACTIFS SIMPLES

Stores à lamelles
Stores toiles
Volets roulants et volets orientables
Volets coulissants
Brise-soleils motorisés

SYSTEMES ACTIFS SIMPLES

Stores à lamelles
Stores toiles
Volets roulants et volets orientables
Volets coulissants
Brise-soleils motorisés



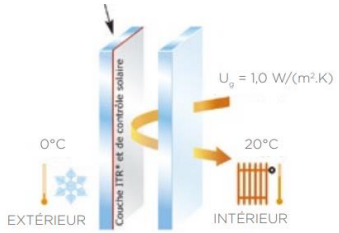


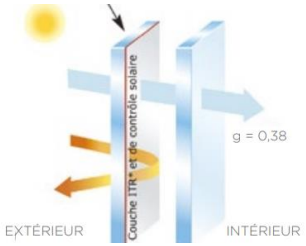
Sommaire

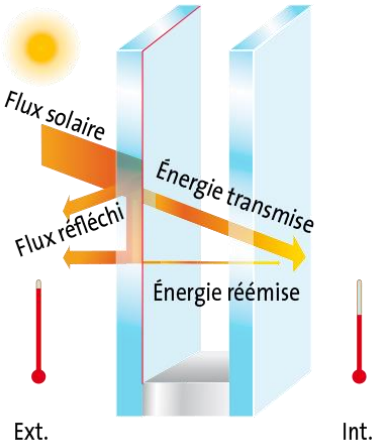
TYPOLOGIES DE FACADE
SYSTEMES PASSIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
AUTRES SYSTEMES PASSIFS
SYSTEMES ACTIFS SIMPLES DE PROTECTION SOLAIRE
PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE

PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

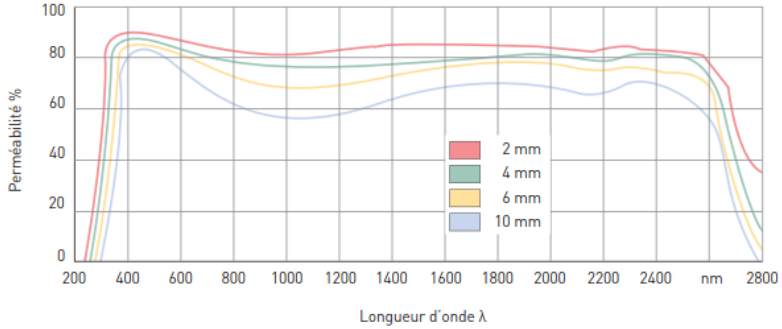
Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Okalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)







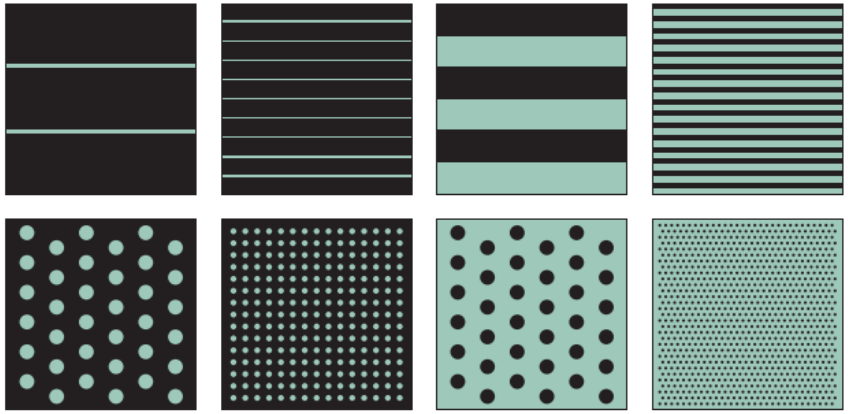
Transmission énergétique globale /
facteur solaire (g):
Le facteur solaire (g) exprime la transmission énergétique globale, c'est-à-dire le résultat obtenu par addition de la transmission énergétique directe (TED) et de la transmission secondaire de chaleur
vers l'intérieur (Qi).



Type de rayonnement	Plage de longueur d'onde	Part (énergétique)
Rayons ultraviolets	320 à 380 nm	env. 4%
Rayons lumineux visibles	380 à 780 nm	env. 45%
Rayons infrarouges	780 à 3000 nm	env. 51%

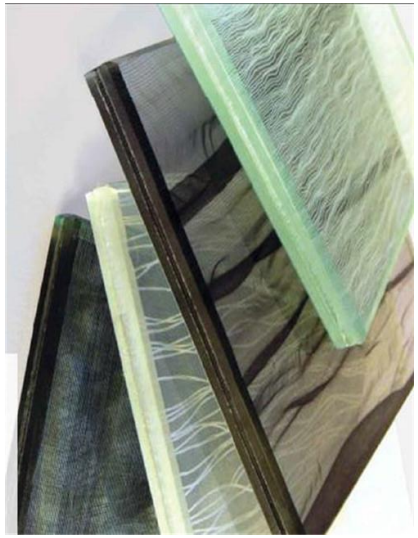
PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

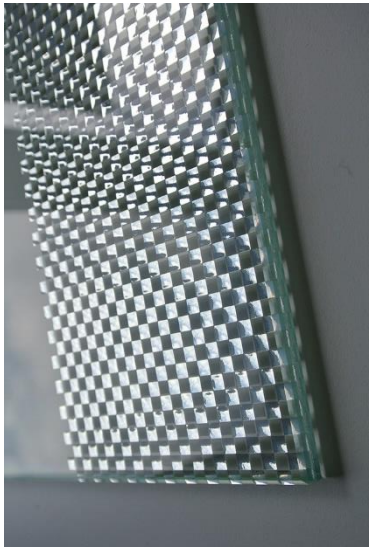
Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Oklalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)



PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Oklalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)



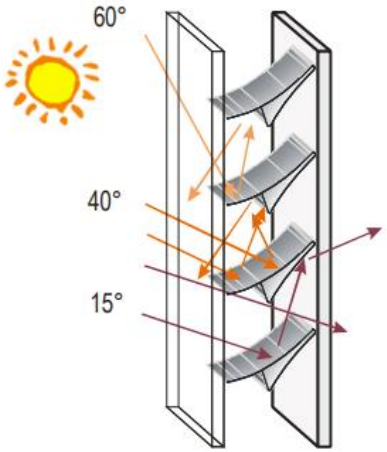


PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Oklalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)

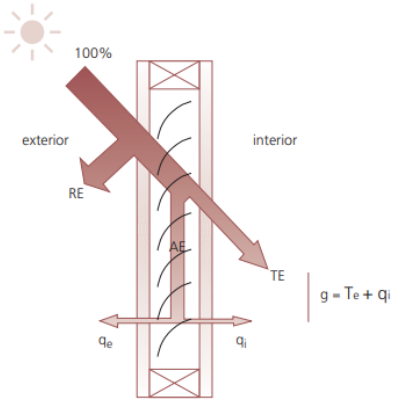
PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Oklalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)



PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Oklalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)

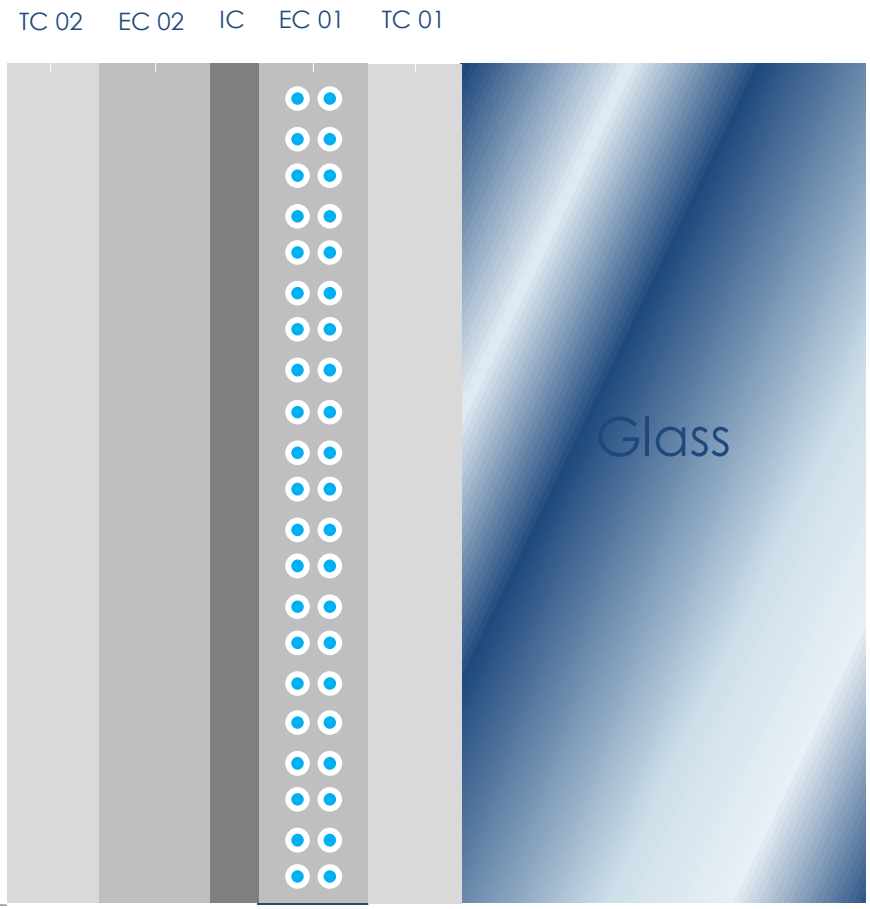


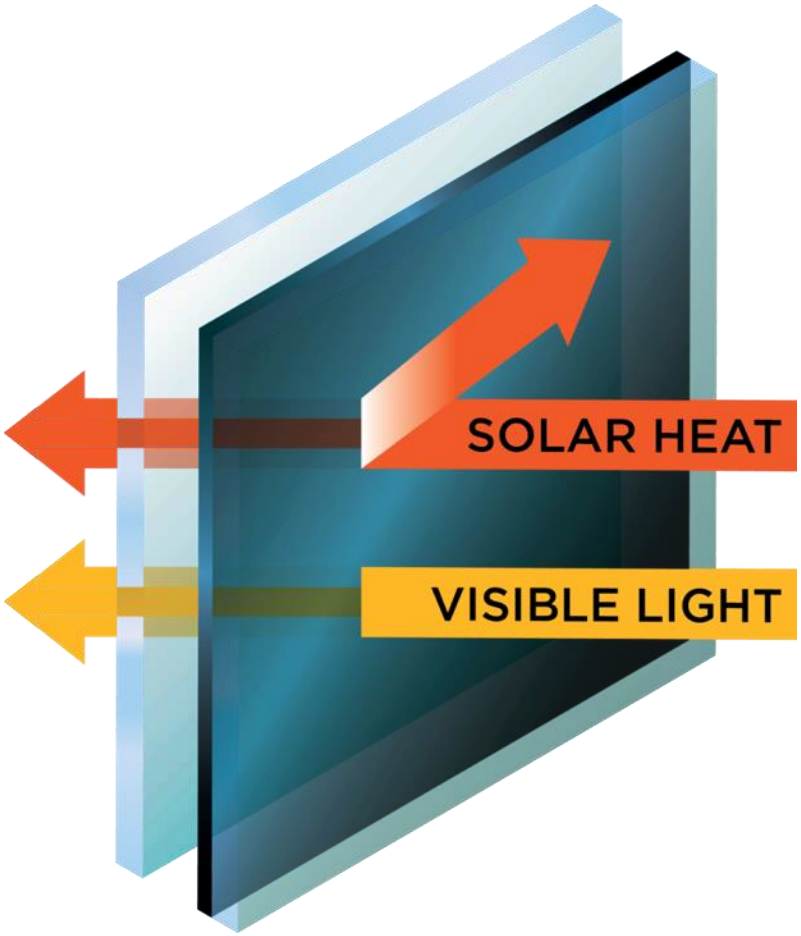
PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Oklalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)

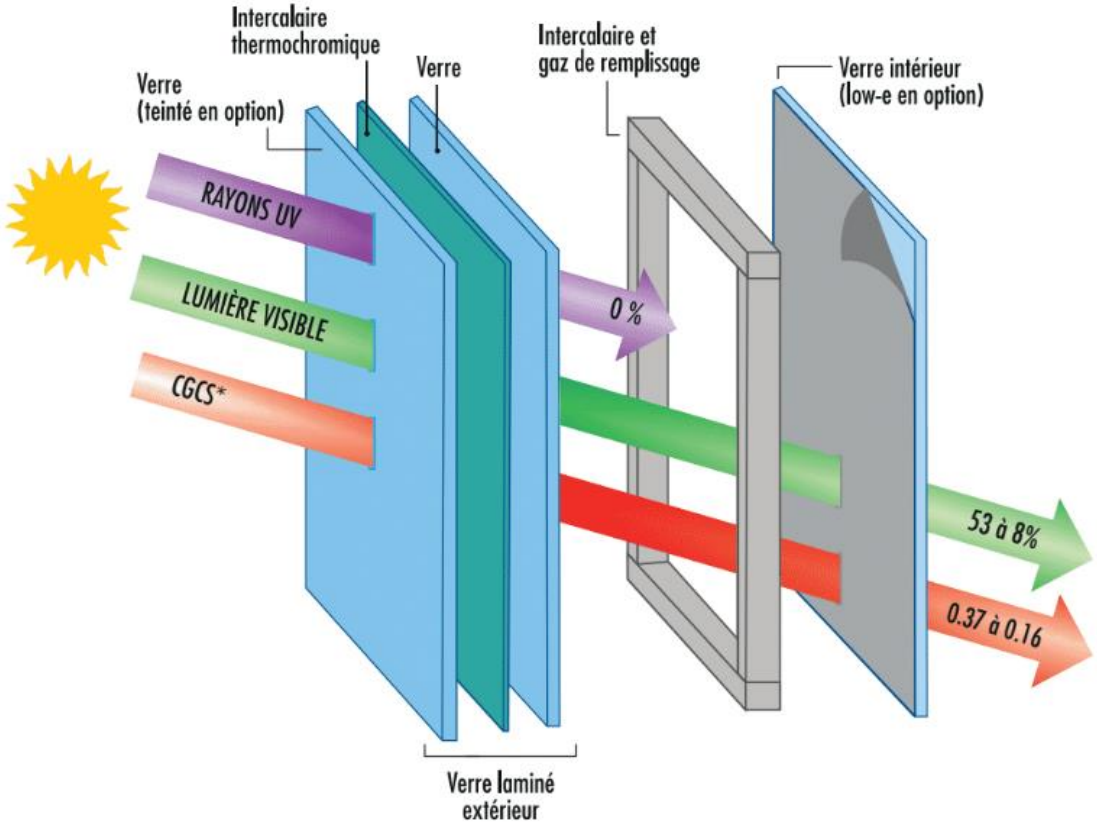
- SAGEGLASS
- HALIO
- VIEW SMART WINDOW
- SILVERSTAR DYNAMIC
- ECONTROL = INFRASELE
- PREL-SHADE
- SOLAR SMARTGLASS™
- SUNTUITIVE® DYNAMIC GLASS = PILKINGTON SUNCOOL™ DYNAMIC = SELF-TINTING SMARTGLASS™
- KELIOS DVK ET TVK
- EYRISE™ S350

PROTECTION SOLAIRE ET VERRE
Verres à teinte variable - Electrochrome





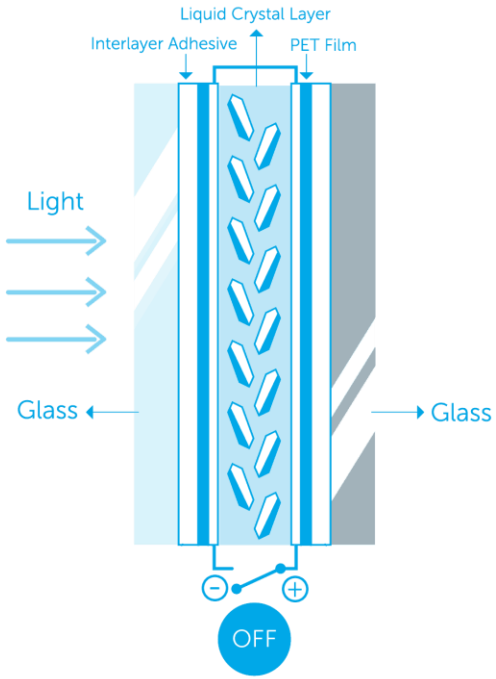
PROTECTION SOLAIRE ET VERRE
Verres à teinte variable - Thermochromes

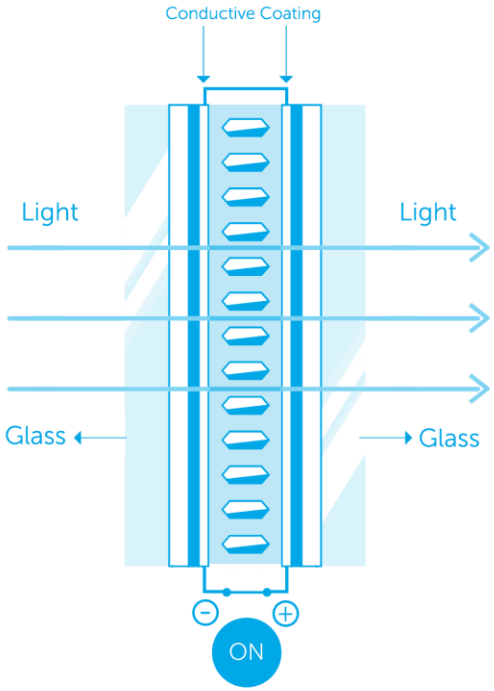


PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

Verres à teinte variable

Cristaux liquides et particules suspendues





LC alignment with electric field

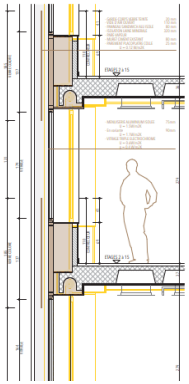
PROTECTION SOLAIRE ET VERRE
Verres à teinte variable

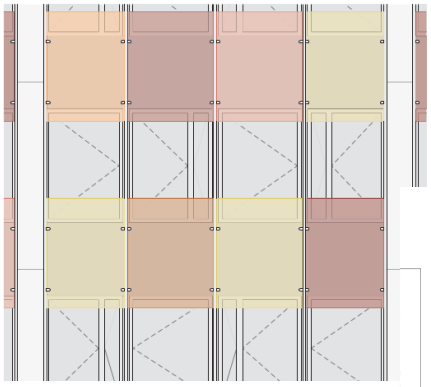
PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE

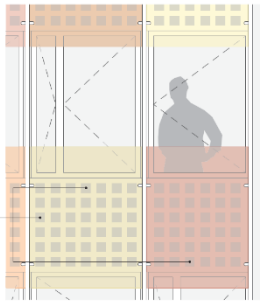
Verres à teinte variable

TECHNICAL SPECIFICATIONS

		Clear	Intermediate 1	Intermediate 2	Dark
External colour	In reflexion	neutral	neutral	neutral	neutral
Internal colour	In transmittance	neutral	light green	green	green
Light factors	light transmission	43%	18%	6%	1%
EN 410	RL ext	10%	5%	5%	5%
D65 2°	RL int	17%	16%	16%	16%
UV	Transmission uv	0%	0%	0%	0%
	Solar factor g	0.21	0.10	0.05	0.03
EN 673	U value, 90% Krypton	0.6 W/(m²·K)			







PROTECTION SOLAIRE ET VERRE
Verres à teinte variable – Comparatif

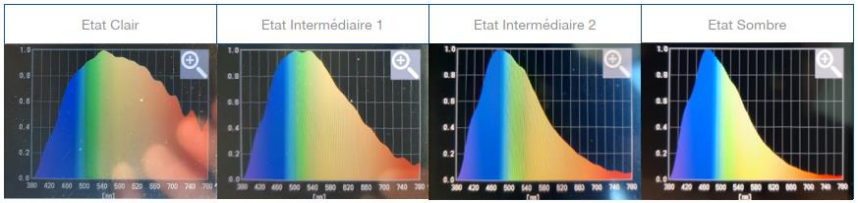
Electrochrome:
- Sageglass Harmony
- Sageglass Lightzone
- Halio

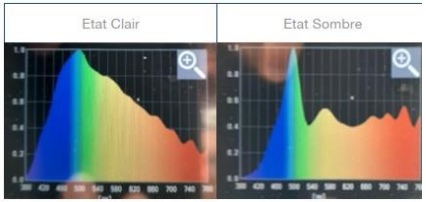
Thermochrome
- SECM

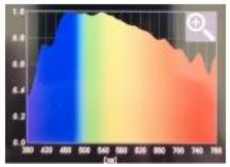
Standard:
- Double verre
- Double verre + store

Valeurs contrôlées:
- Transmission lumineuse
- Rapidité transition
- Spectre lumineux
- Température de couleur
- Température de surface
- Température interne
- Confort visuel
- Utilisateurs réels

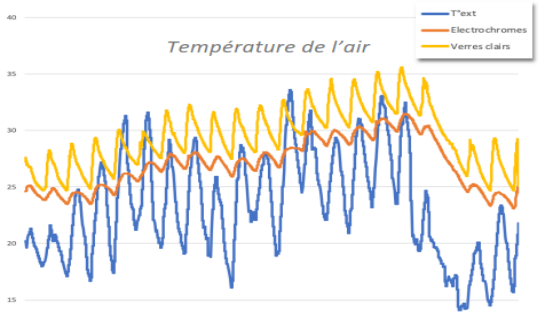
PROTECTION SOLAIRE ET LE VERRE
Verres à teinte variable – Comparatif







Températures (°C)	A	B	C	D	E	Store Lames 100% fermés	Store Lames Horizontales	Vitrage Nord
Teinte Claire	33.5	33.2	33.1		33.9	33.9	30.9	24.4
Teinte Sombre	30.9	30.8	31.4	32.2				



PROTECTION SOLAIRE ET VERRE
Verres à teinte variable – Comparatif

Vitrages électrochrome	View Glass	SageGlass	E-Control Glas	Commentaire
Fabricant	View Inc.	Sage Electrochromics Inc.	E-Control AG	
Groupe industriel	non	Groupe Saint-Gobain	non	Un Groupe industriel permet d'assurer une pérénité de la garantie / service après garantie.
Date de création	2011	1989 (groupe créé en 1765: 350 ans)	2006	
Lieu de production	Missipi, USA	Minnesota, USA	Allemagne, Plauen	
Distribution / Distributeur Europe	Directe / Aucun	Directe / Vetrotech Saint-Gobain International AG	Indirecte / E-Control et fabricant de vitrages isolants licenciés	Une vente indirecte cré un risque supplémentaire en cas de problème
Distribution / Distributeur Suisse	Directe / Aucun	Directe / Vetrotech Saint-Gobain International AG	Indirecte / Rachglas AG	Distribution et soutien technique assurée par des équipes européennes
Support prescription	un prescripteur à Berlin	Equipe Architectural Projects : 10 prescripteurs en Europe et moyen orient	Vendeurs E-Controls (4?)	
Projets visitables	USA (anglais)	USA, Europe, Suisse, Japon	Allemagne	
Support technique (langues)	USA (anglais)	Suisse à Berne (français, allemand & anglais)	Allemagne à Plauen (allemand)	
Temps d'intervention en cas d'urgence	72h	1h	24h	
Dépannage téléphonique	horaires US, +10h de décalage	immédiat	immédiat	
Capacité maximale/an	300.000m2	300.000m2	10.000m2	
Offre	Vitrages et contrôles auto/manuels	Vitrages et contrôles autos/manuels	Vitrages et interrupteurs	
Technologie électrochrome	Couches céramiques	Couches céramiques	Polymères organiques	Les matériaux organiques sont sensibles aux rayons UV (une dégradation substantielle du produit est à attendre dans le temps) contrairement aux matériaux tout solide type céramiques.
Temps de commutation à 20°c	15mn jusqu'à 3% de TL	2 à 5mn jusqu'à 15% de TL 5 à 10mn jusqu'à 1% de TL	15 à 20 mn de clair à 12% de TL	
Temps de commutation à 10°c	x2,5	x1,5	x2,5	
Fonctionnement en dessous de 0°c	?	oui	non, système bloqué électroniquement en clair	
Homogénéité des vitrages dans les états	Moyenne	Bonne	Moyenne	
Taille maximales	3x1,5	3x1,5	3,3x1,35m	
Apportées de courant au centre du vitrage (busbar)	non	non	non	
Commutation en plusieurs zones dans un verre	non	oui, 1, 2 ou 3 zones	non	Maximise l'éclairage naturel et le confort
Equipement de contrôle propre	oui, système complet automatisé et manuel	oui, système complet automatisé et manuel	interrupteurs et câbles uniquement	
Equipement de contrôle marqué CE	?	oui	oui	
Equipement facile à intégré	Non sur moyen/gros projets, oui sur petits projets, peu de raccords mais câble de grosse sections à intégrer dans les cadres. Création de pont thermiques et travail de menuiserie important	oui, câbles flexibles de fin diamètre à passer dans les cadres et chantiers	oui	
Contrôle automatisé	oui	oui en fonction de la luminosité extérieur	non	
Algorythmes automatiques de contrôles éprouvés	aucun retour projet	oui, expérience depuis 2003	non, pas de système automatique propre	
Compatible avec d'autres systèmes BMS		BACnet, TCP IP, LonWorks	?	
Délais de livraison	12 semaines	12 semaines	10 semaines, faible capacité de production	
Vitrage isolant marqué CE	?	oui	oui	
Transmissions lumineuses en triple vitrage	Clair: 52% - foncé 3%	Clair: 55% - foncé < 1%	Clair 48% - foncé 13%	
Etats intermédiaires	oui	oui 16 et 6%	oui	
Protection de l'éblouissement indirect	oui	oui	oui sauf forte luminosité	
Protection de l'éblouissement direct du soleil	Pas suffisant sous très forte luminosité	oui, <1% de TL	non, pas assez foncé	
Besoin de stores	oui	non	oui	
Performance thermique Ug W/m2.K	0.7	0.6	0.5	
Esthétique extérieure	Jaune en clair, noir en foncé (peu de réflexion)	Légèrement verte en clair, Neutre en foncé. Réflexion de 12%		
Vitrage feuilleté extérieur	non	oui	oui	
Vitrage extérieur d'une autre couleur	non	oui, vert, bleu, gris ou marron	oui	
Garantie vitrage isolant	10 ans	10 ans	10 ans	
Garantie fonctionnalité électrochrome	10 ans	5, extension à 10 ans possible	10 ans	
Garantie sur le matériel de contrôle	5 ans	5 ans	2 ans	

PROTECTION SOLAIRE ET VERRE
Verres à teinte variable – Comparatif

1400 CHF/m^2

- Solar SmartGlass™
- Eyrise™ s350
- View™ Smart Window
- Halio®
- EControl®
- Suntuitive® Dynamic Glass
- SageGlass®

SPD- Technologie

Cristaux liquides

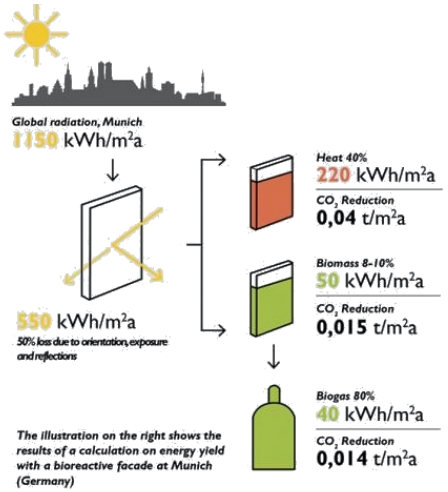
Thermochromie

Electrochromie

500 CHF/m^2

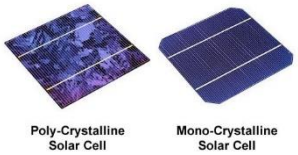
PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

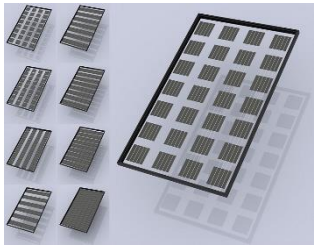
Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Oklalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)

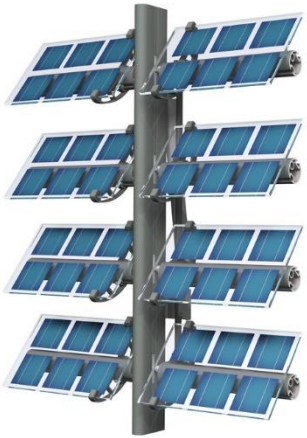


PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Oklalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)

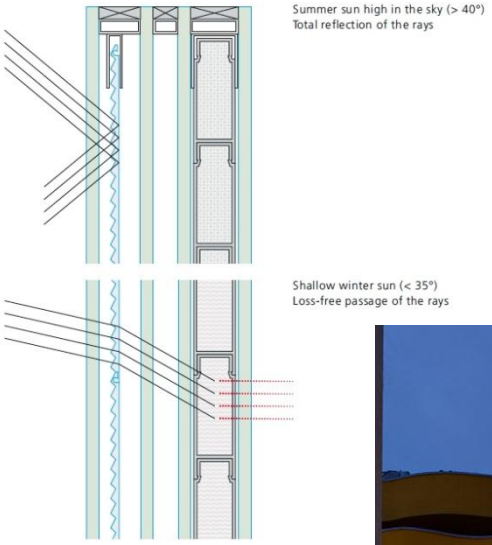






PROTECTION SOLAIRE ET VERRE

Couche solaire
Sérigraphies
Mailles & tissus intégrés
Oklalux
Store vénitien intégré au verre
Electrochrome
Thermochrome
Cristaux liquides
Micro algues
Photovoltaïque translucide
PCM (GlassX crystal)



INGÉNIERIE FAÇADE

PHYSIQUE DU BÂTIMENT

DIRECTION DE TRAVAUX

EXPERTISES

B I

F F

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Ingénieurs & Spécialistes
ENVELOPPE DU BÂTIMENT
INGÉNIERIE FAÇADE | DIRECTION DE TRAVAUX
PHYSIQUE DU BÂTIMENT | EXPERTISES

Av. de la Gare 50
1003 Lausanne
T +41 21 601 83 23
F +41 21 601 83 24

Rue de Monthoux 64
1201 Genève
T +41 22 786 89 20

info@biffsa.ch
www.biffsa.ch