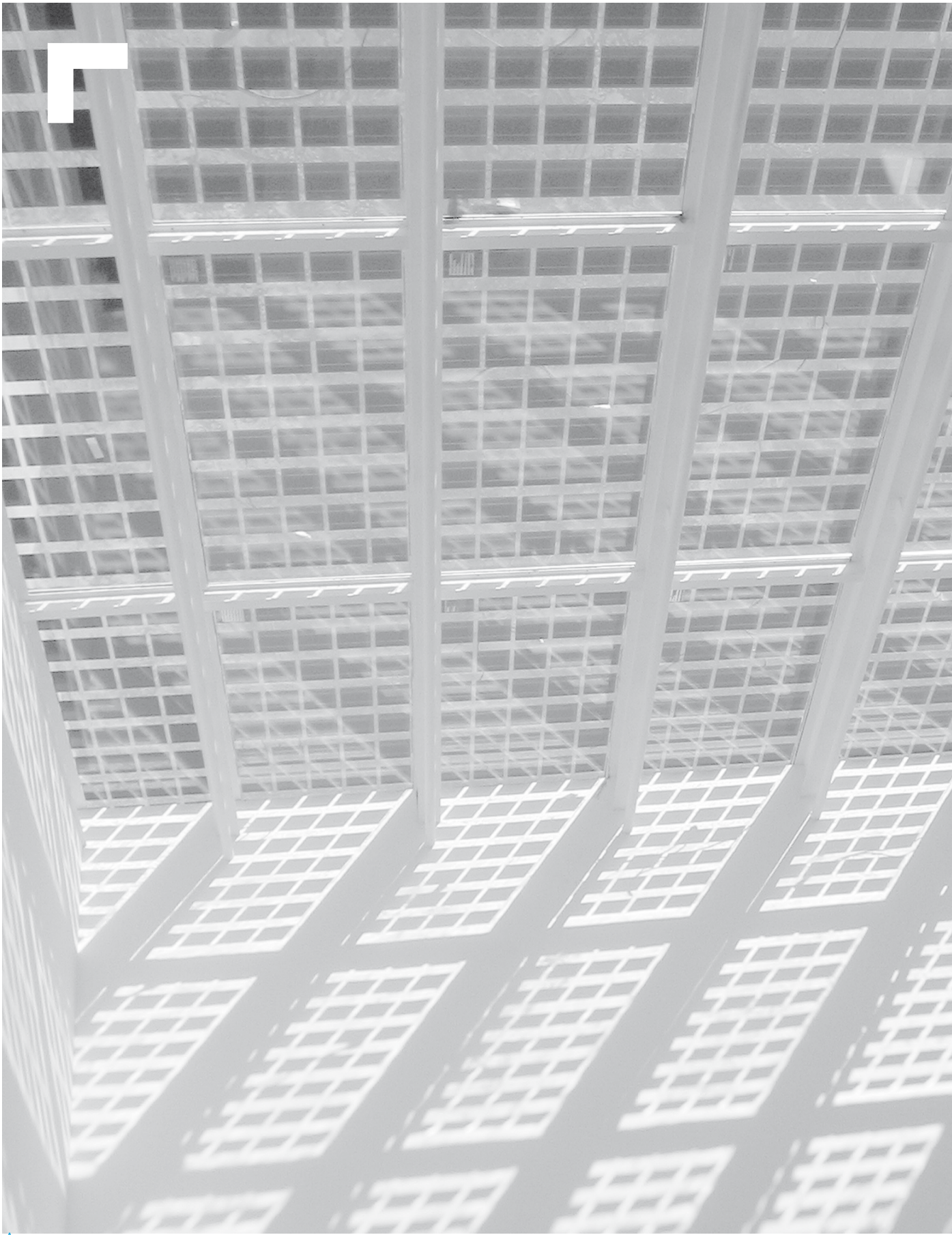


SYSTÈMES SOLAIRES

ENERGIE PHOTOVOLTAÏQUE





A



Technal et les systèmes photovoltaïques

Créée il y a 50 ans, Technal est choisie par les maîtres d'œuvre et investisseurs pour son design, la liberté de création et de personnalisation qu'elle permet et l'ergonomie de ses solutions. Précurseur de la prise en compte du facteur solaire et de la transmission lumineuse dans les menuiseries et les façades, Technal poursuit sa démarche avec l'intégration des systèmes photovoltaïques dans la perspective des bâtiments à énergie positive.

Pour cela Technal s'appuie sur l'engagement de Hydro pour le développement durable et en particulier sur une équipe de spécialistes dédiés à l'intégration des systèmes solaires dans les bâtiments.

Cette initiative permet à Technal de disposer du savoir technique nécessaire et de proposer aux architectes et professionnels des produits performants et un service d'ingénierie dédié aux projets avec intégration photovoltaïque.



Le contexte



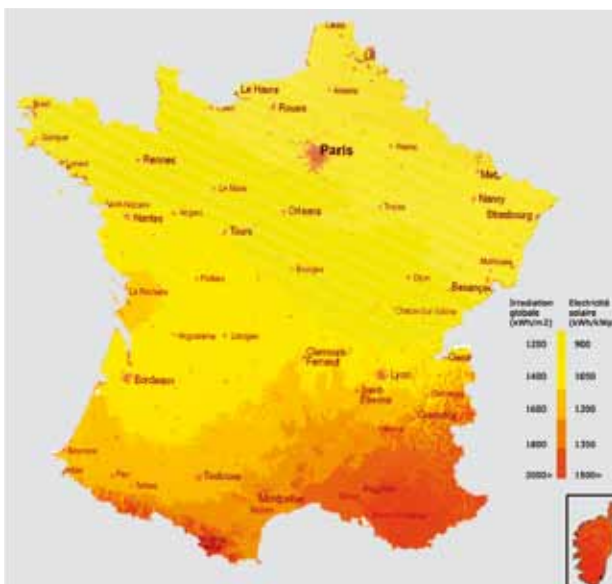
Le contexte

Le sommet de Rio de 1992, les protocoles et sommets qui ont suivi - Kyoto 2 en 2007, ont établi les bases et le programme d'actions mondiales pour un développement durable partagé par l'ensemble de la planète. En parallèle le GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat) quantifie avec précision les effets de la consommation excessive des énergies fossiles : augmentation de la concentration de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre, contribution au changement climatique.

S'il est reconnu que le secteur du bâtiment est responsable de 30 à 40% des émissions de CO₂, l'on sait moins qu'une grande partie de ces rejets pourraient être évités avec l'utilisation de quelques technologies appropriées. L'énergie solaire est l'un des principaux recours énergétiques identifiés par les experts internationaux.

La Commission Européenne a lancé le paquet "Energie Climat" (décembre 2008), qui fixe à 20% la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie de l'Union Européenne à l'horizon 2020, à comparer aux 7% actuels.

En France cette part est portée à 23% avec le Grenelle de l'environnement. De plus pour les territoires d'Outre-mer, l'objectif à terme est la totale autonomie énergétique avec une montée en puissance des énergies renouvelables, une meilleure maîtrise des consommations et une adaptation de la réglementation thermique.



Relation entre la radiation solaire et la production d'électricité photovoltaïque
Source : PVGIS Communauté Européenne

Utilisation de l'énergie solaire

L'énergie reçue sur terre en provenance de la radiation solaire est environ 6 000 fois supérieure à l'énergie actuellement utilisée.

L'énergie solaire peut être utilisée sous forme passive ou sous forme active.

■ La forme passive :

L'optimisation de la protection solaire en été et la captation du rayonnement solaire en hiver sont des exemples des stratégies traditionnelles utilisées depuis très longtemps pour améliorer le confort de vie à l'intérieur des édifices. Elle constitue l'un des piliers fondamentaux dans la conception d'une enveloppe bioclimatique.

■ La forme active :

Elle se fonde sur deux principes : le solaire thermique et le solaire photovoltaïque.

Dans le premier cas, la radiation solaire est utilisée pour élever la température de l'eau à usage sanitaire ou de chauffage.

Dans le second cas, la radiation solaire est convertie en électricité, qui peut être consommée directement ou reversée sur le réseau général.

RADIATION SOLAIRE INCIDENTE

Un même pays peut présenter un large spectre de radiation solaire.

En France métropolitaine la quantité annuelle de radiation solaire sur une surface horizontale se situe entre 1100 et 2000 kWh, ce qui correspond à un très bon potentiel (Espagne de 1200 à 2200 kWh, Allemagne 1100 à 1400 kWh)

Intégration des systèmes photovoltaïques

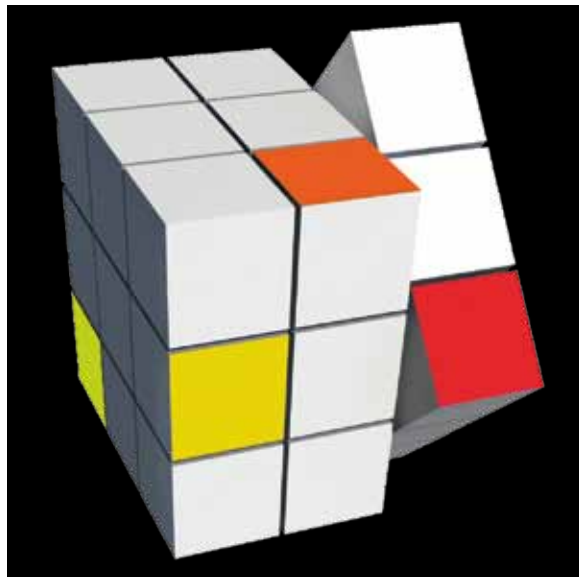
Une intégration photovoltaïque est réussie et durable lorsqu'elle est parvenue à atteindre et à équilibrer ces 3 objectifs principaux :

- 1- L'intégration architecturale, tant d'un point de vue esthétique que constructif.
- 2- L'amélioration du comportement énergétique passif du bâtiment, grâce à l'effet filtre des rayons solaires procuré par les différents types de cellules photovoltaïques.
- 3- La production d'électricité photovoltaïque.

En tant que partie intégrante du bâtiment, les modules photovoltaïques doivent être considérés comme un véritable composant, un outil supplémentaire au service de l'architecte. Ils peuvent apporter des réponses aux exigences particulières en termes d'esthétiques et de fonctionnalités (semi-transparence, transmission de la lumière, finition, couleur, texture, etc. ...), production électrique et performance thermique.

Rendement (%)

50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100



L'optimisation de la production électrique est liée à plusieurs facteurs.

■ Orientation

Les surfaces d'un édifice reçoivent des quantités de radiations différentes en fonction de leur orientation et de leur inclinaison ; celles-ci sont donc des facteurs essentiels à prendre en compte dans les choix du projet. Les orientations optimales varient en fonction de la latitude de chaque lieu. En France métropolitaine, une orientation comprise entre 35 et 40° permet une production d'électricité solaire photovoltaïque maximale.

Cependant dans certains cas, d'autres orientations ou inclinaisons peuvent se révéler intéressantes du point de vue du design architectural, en favorisant le comportement passif et les performances thermiques du bâtiment par le remplacement des matériaux constructifs traditionnels.

Chaque projet nécessite une évaluation précise des coûts et des bénéfices afin de sélectionner le type d'installation le plus adapté.

■ Ombrage, température et maintenance

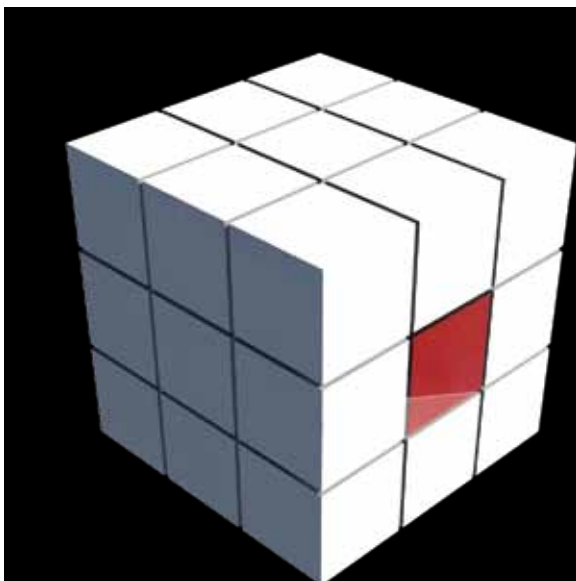
Lors de la conception du projet, il convient de prendre en compte également ces éléments afin de réduire leurs effets au minimum et ainsi d'optimiser l'installation photovoltaïque :

- Les ombres projetées : elles peuvent altérer sensiblement le rendement d'une installation photovoltaïque.
- La surchauffe : elle peut affecter négativement la performance du système photovoltaïque.
- La propreté de la surface : le rendement d'un système photovoltaïque peut être influencé par des effets comme la poussière ou autres impuretés de surfaces, qui vont réduire l'apport de rayonnement solaire.

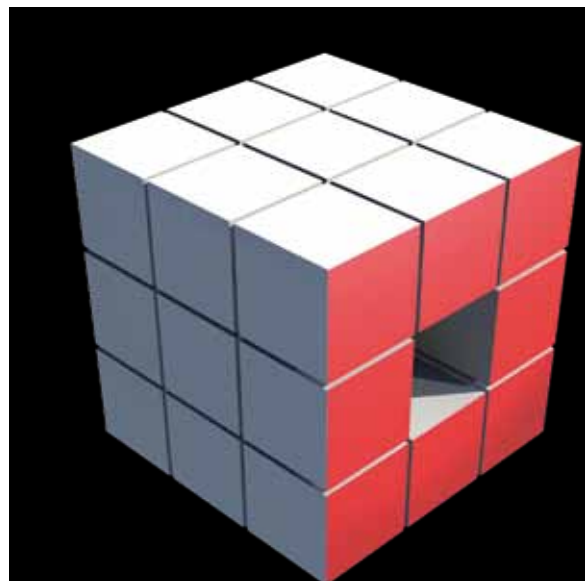
Par conséquent une maintenance s'avère nécessaire qui consiste simplement en une inspection visuelle périodique et un nettoyage des poussières accumulées.

Classification architecturale

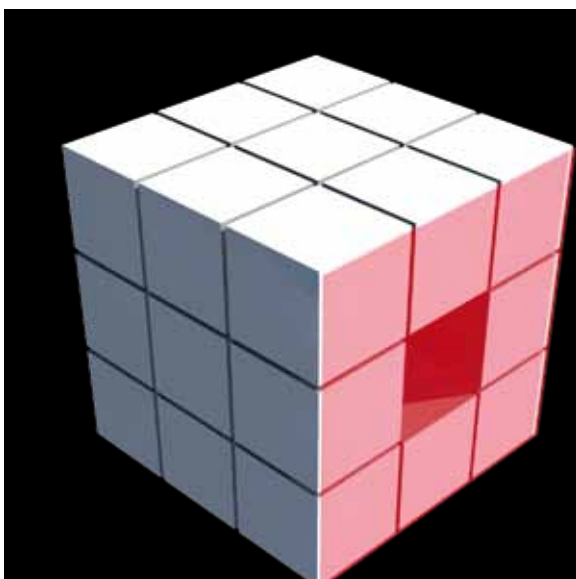
A / Systèmes photovoltaïques intégrés dans les ouvrants et les parties transparentes de la façade.



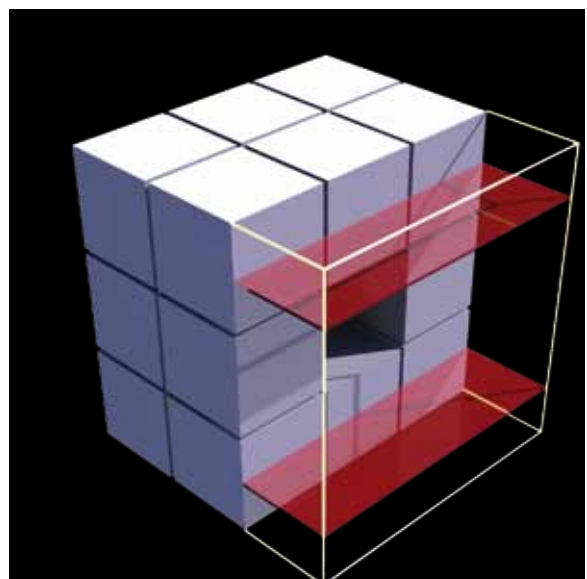
B / Systèmes photovoltaïques intégrés dans les parties opaques de la façade, autour des ouvrants et des parties transparentes.



C / Systèmes photovoltaïques intégrés créant une double peau indépendante, transparente ou opaque, passant devant la façade initiale.



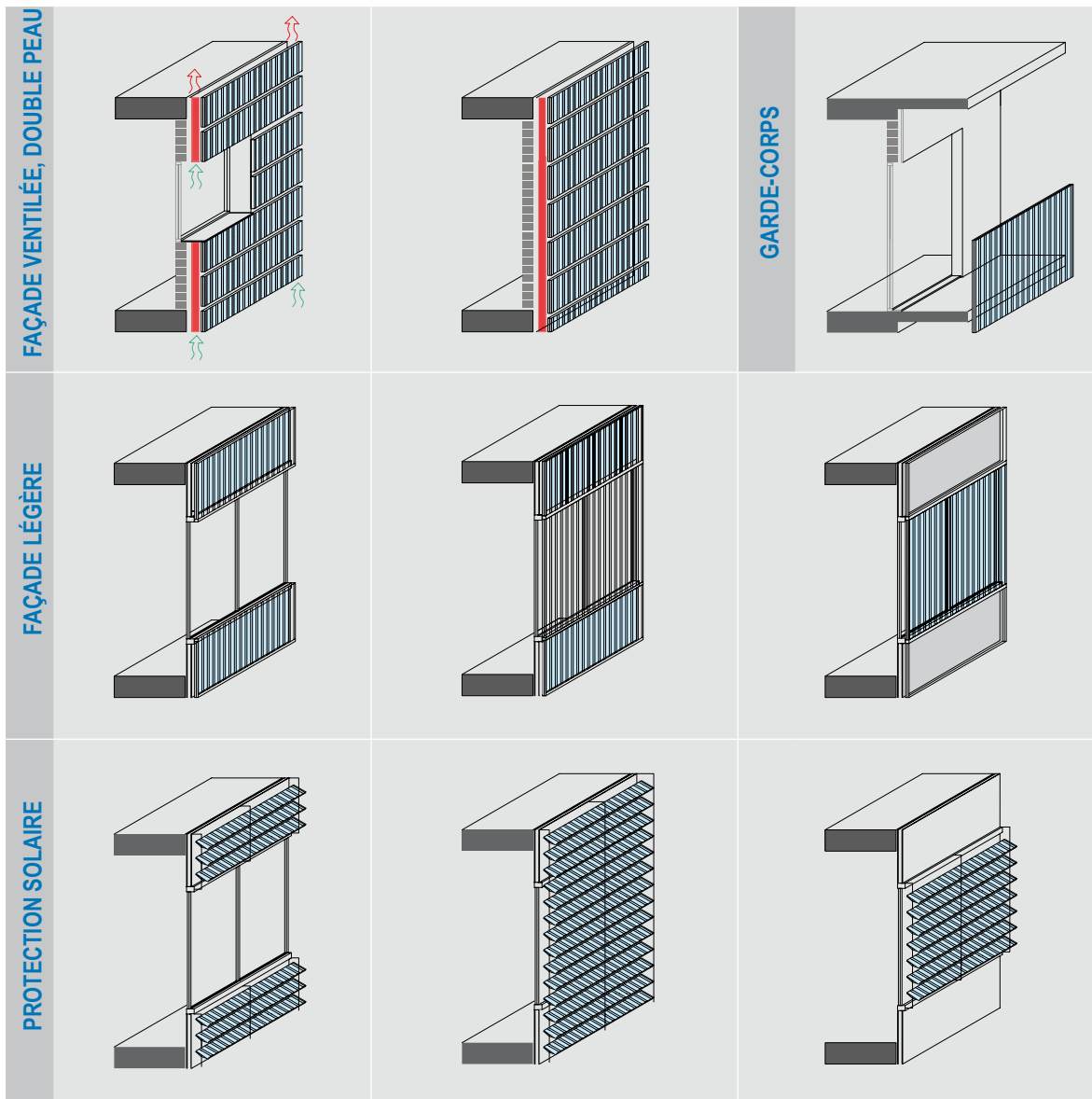
D / Système de protection solaire, transparent ou opaque, pour les ouvrants, les murs-rideaux, les verrières.



Intégration des systèmes photovoltaïques

Les systèmes photovoltaïques intégrés sont utilisés en remplacement des matériaux de construction conventionnels, dans différentes parties de l'enveloppe du bâtiment, comme la toiture et les façades.

Ils sont considérés comme un véritable composant, outil supplémentaire au service du projet, et peuvent être déclinés en des applications multiples et variées :



Caractéristiques et performances des produits

■ Les systèmes

Les systèmes photovoltaïques intégrés sont formés de différents éléments, qui eux-mêmes sont constitués de différents composants.

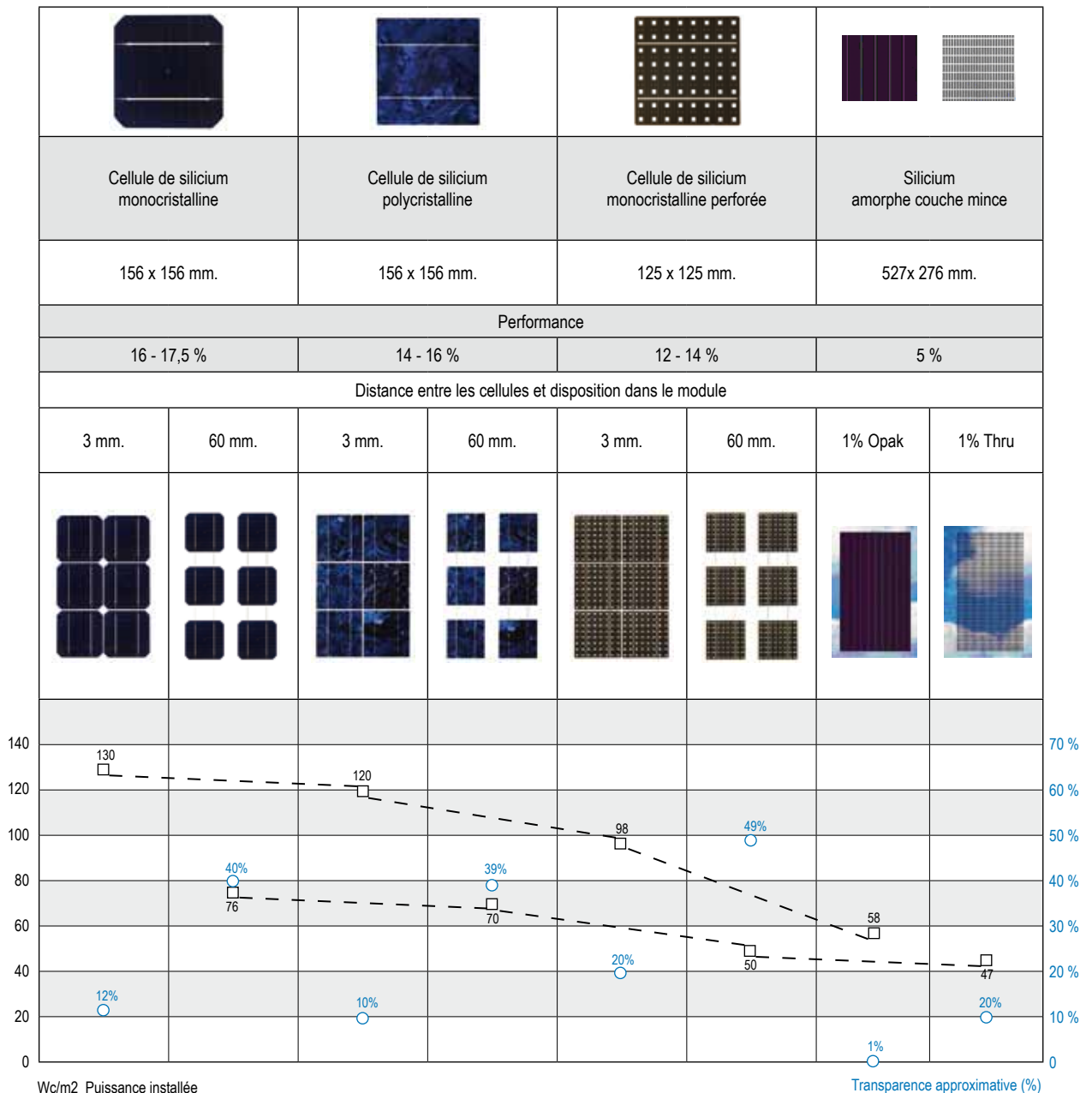
Les systèmes spécifiques à l'installation photovoltaïque viennent compléter et intégrer le système de structure aluminium.

- modules photovoltaïques / cellules photovoltaïques
- système électrique

■ Cellules : types et possibilités

Une cellule photovoltaïque est un semi-conducteur qui convertit directement la radiation solaire en électricité. 95% de la production mondiale repose aujourd'hui sur les technologies à base de silicium (cristallin et amorphe).

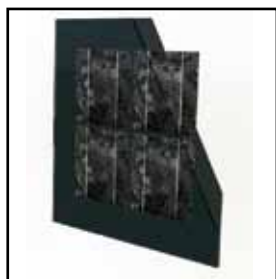
Le silicium cristallin, technologie établie et mature, domine très largement avec près de 90% de parts de marché ; le rendement des cellules les plus puissantes avoisine les 20%. Différents matériaux, dimensions, couleurs et dispositions peuvent procurer une grande flexibilité dans l'intégration architecturale.



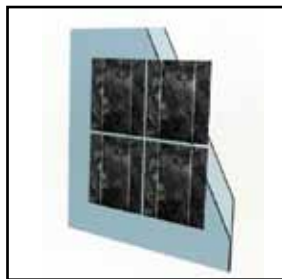
■ Vitrages photovoltaïques cristallins

Les cellules photovoltaïques peuvent être incorporées dans différents types de vitrages, feuilletés, trempés, isolants répondant ainsi aux multiples exigences techniques.

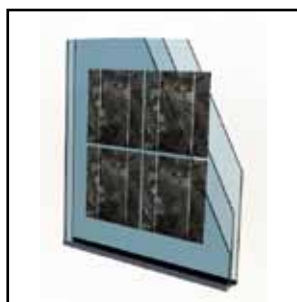
Ci-dessous quelques solutions standard qui peuvent être renforcées selon les exigences de chaque projet.



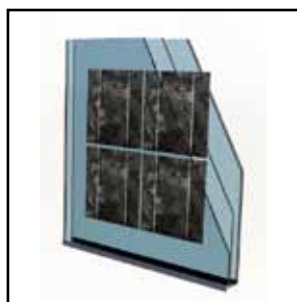
Vitrage feuilleté émaillé PV
mini. 4 + 1,5 + 4 mm.



Vitrage feuilleté PV
mini. 4 + 1,5 + 4 mm.



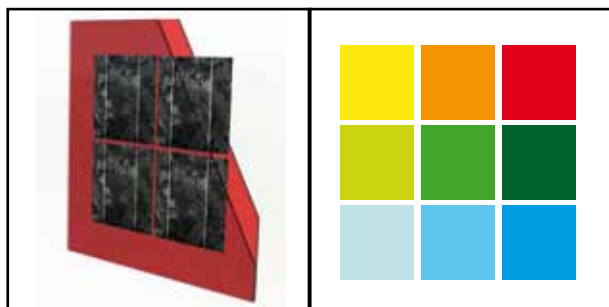
Vitrage feuilleté PV + vide d'air
+ vitrage trempé
mini. 4 + 1,5 + 4 / c* / 4 mm.
*c Vide d'air variable



Vitrage feuilleté PV + vide d'air
+ vitrage feuilleté
mini. 4 + 1,5 + 4 / c* / 4 + 4 mm.
*c Vide d'air variable

■ Butyral de Polyvynil coloré (PVB) et sérigraphie

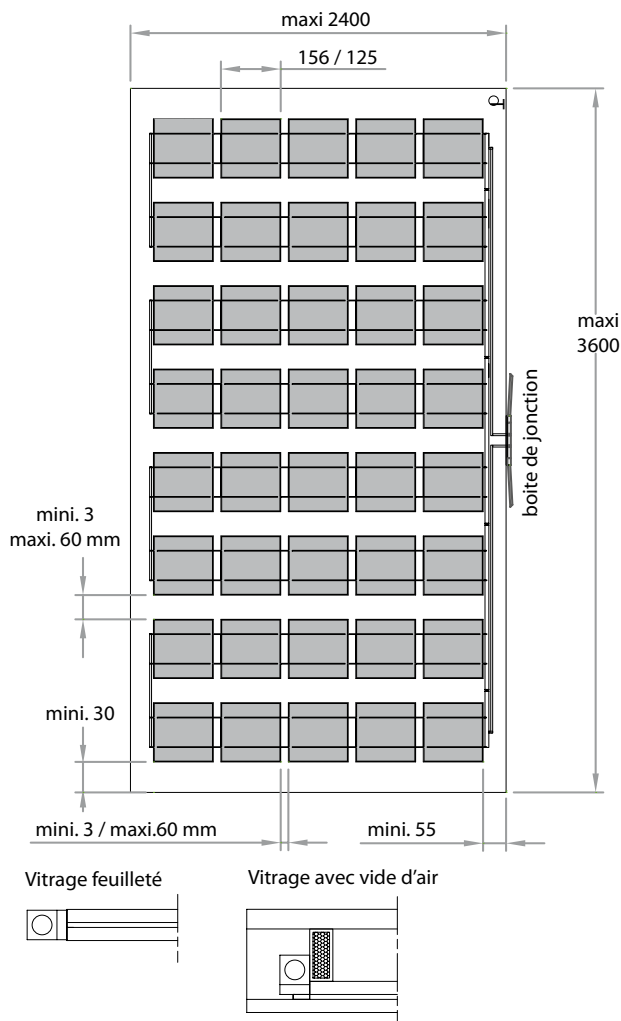
Des intercalaires PVB colorés et la réalisation de sérigraphie sur la face intérieure du vitrage permettent des designs personnalisés et de filtrer le rayonnement solaire



■ Dimensions générales

Elles sont variables et adaptables.

Il existe différents formats de modules selon les technologies et les fabricants. Le positionnement par rapport au bord du panneau, la taille et l'espace entre les cellules sont variables. L'emplacement du boîtier de jonction est aussi flexible.



■ Normes et certifications

- Marquage CE, produits du bâtiment. Les modules peuvent être réalisés en feuilleté et vitrage de sécurité.
- Certification pour la fabrication de double vitrage : homologation de la production et du contrôle qualité
- Contrôle qualité de l'ensemble du processus selon la norme ISO9001:2000
- Modules photovoltaïques certifiés :
IEC 61215 (performance)
IEC 61730 (sécurité Class 2)



Description du système électrique

Un système photovoltaïque est constitué des panneaux solaires photovoltaïques, du système constructif aluminium, des connexions électriques entre les panneaux, de l'onduleur courant continu-courant alternatif, du système de monitoring et de la connexion au réseau électrique.

La plupart des systèmes installés correspondent à ce schéma ; toutefois des systèmes autonomes avec batteries peuvent être utiles à certains bâtiments isolés.

■ Choix du système photovoltaïque

Selon les conditions particulières du projet, du degré d'ensoleillement et de la capacité de production électrique des différentes parties de l'installation, le choix se portera sur un système centralisé ou décentralisé.

Le système centralisé est idéal pour les installations de toutes tailles qui ont peu de problèmes d'ombrage et qui présentent des orientations et inclinaisons globalement identiques.

A l'opposé le système décentralisé est plus adéquat pour les installations avec des expositions solaires différentes : La taille et le type de composants photovoltaïques vont déterminer le nombre d'onduleurs et l'espace nécessaire à son installation.

■ L'onduleur

L'onduleur convertit le courant continu (CC) des modules photovoltaïques en courant alternatif (CA) identique à celui du réseau ; il garantit que les modules travaillent à leur puissance maximale et est responsable de la stabilité du courant émis au réseau général.

La localisation de l'onduleur est primordiale pour optimiser son efficacité :

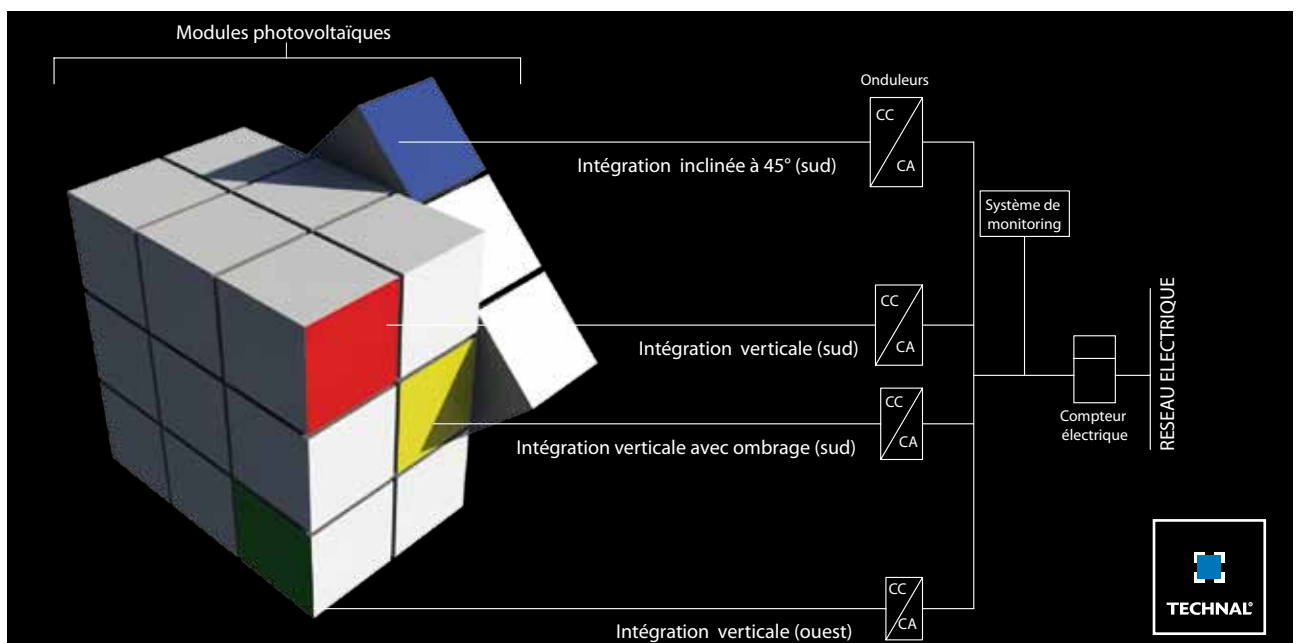
- un lieu ventilé pour maintenir une température et un degré d'humidité adéquats
- une pièce spécifique ou un petit réceptacle selon la taille de l'installation et le nombre d'onduleurs
- le plus près possible des panneaux photovoltaïques pour limiter les pertes en ligne.

■ Compteur électrique

L'électricité produite et injectée sur le réseau est comptabilisée par un compteur (kWh) qui doit être visible par le gestionnaire de réseau.

■ Système de monitoring

C'est un système optionnel utilisé pour vérifier les performances de l'installation photovoltaïque. Il réalise une mesure constante du courant continu et alternatif. Les incidents du système peuvent ainsi être détectés et corrigés pour maintenir le rendement à son niveau maximum.



Considérations économiques

Un certain nombre de pays européens ont établi des mesures incitatives, comme des tarifs réglementés, pour favoriser la production d'énergie électrique photovoltaïque. Ces pays garantissent ces tarifs sur une période qui va de 10 à 25 ans.

■ Pay back

On appelle PAY BACK (retour sur investissement) le temps nécessaire pour récupérer le montant de l'investissement financier de l'installation photovoltaïque.

Ce bilan doit être analysé dans l'ensemble du processus constructif et de la vie d'un édifice.

Il faut prendre en compte dans l'analyse le double effet : comportements passif et actif du bâtiment. C'est-à-dire d'un côté l'économie sur la consommation énergétique totale du bâtiment apportée par l'aspect protection solaire et de l'autre les gains financiers obtenus par la revente de l'électricité photovoltaïque produite.

Ainsi, si le coût d'un système photovoltaïque intégré (BIPV) est supérieur aux autres systèmes traditionnels, l'analyse à long terme démontre que la production électrique photovoltaïque générée permet d'amortir l'investissement et de réaliser des bénéfices.

■ Conditions et tarifs de rachat en France

Le Grenelle 2 de l'environnement a établi les tarifs de rachat de l'électricité photovoltaïque produite en fonction du type d'installation. Les solutions d'intégration architecturale sont nettement valorisées, par rapport au « non intégré » ou au « surimposé » (en applique, sans étanchéité sur une toiture par exemple).

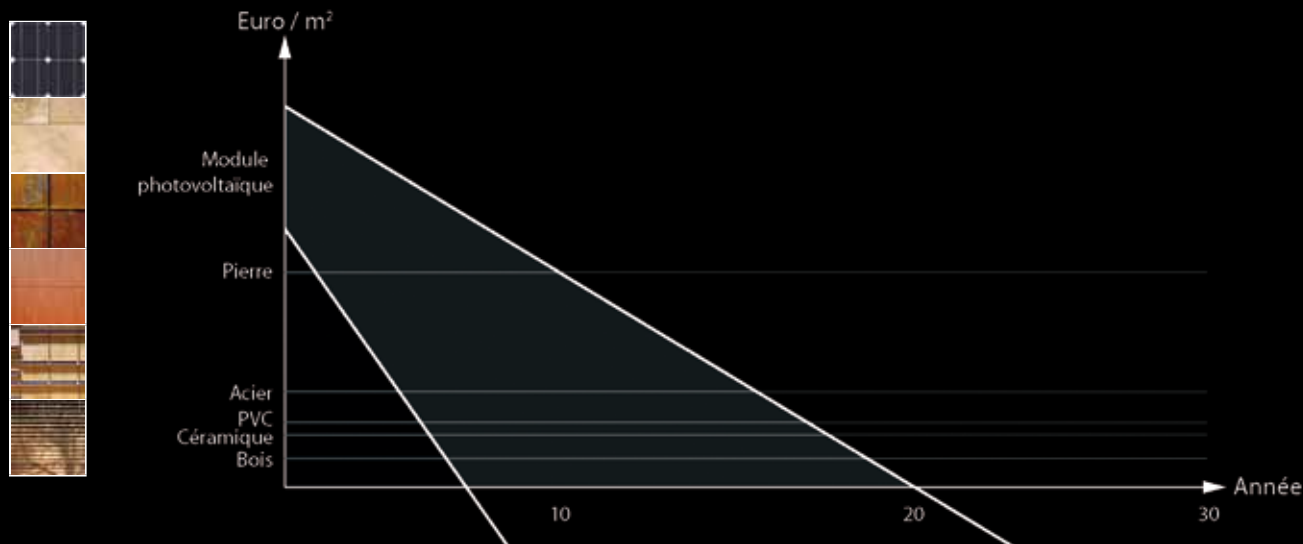
■ Tarifs

Tarifs pour tout contrat de revente à EDF
signé entre le 01-01-2010 et 31-12-2012,
d'une durée de 20 ans

Tarif	Classification	Destination
0,60 €/kWh	- Intégré au bâti	- Résidentiel - Tertiaire
0,45 €/kWh	- Semi intégré - Sup à 3kWc*	- Bâtiments industriels, professionnels, - Supermarchés
0,32 à 0,39 €/kWh	- Non intégré	- Installations au sol

* Tarifs annoncés en octobre 2009

Retour sur investissement des différents matériaux de façade



Introduction à l'étude de faisabilité

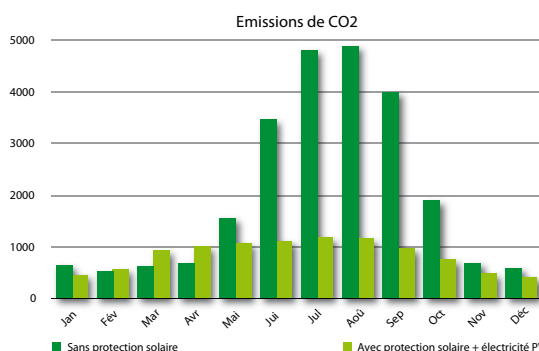
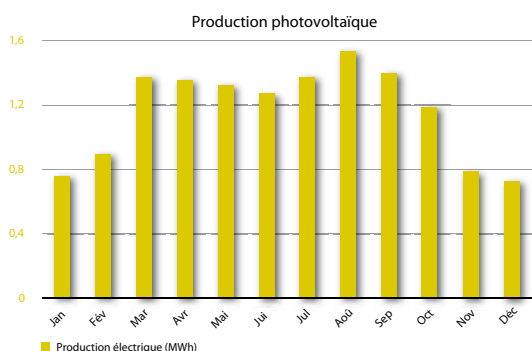
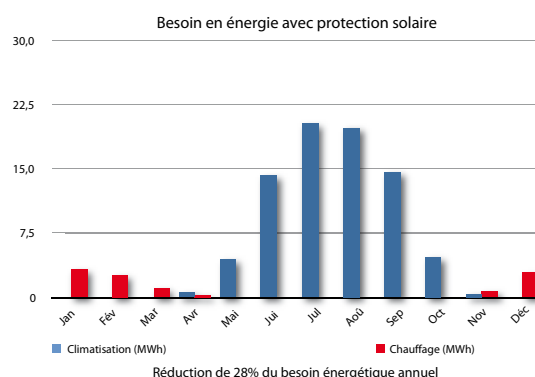
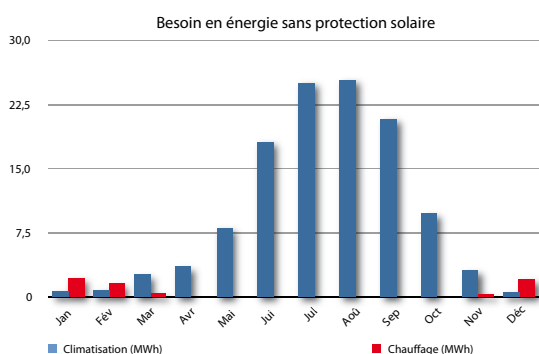
L'intégration photovoltaïque doit être prise en compte dans le bilan énergétique global du bâtiment.

L'optimisation du comportement passif vient en premier lieu, avec pour objectif de diminuer la consommation énergétique en faisant le meilleur usage des systèmes constructifs disponibles comme la protection solaire. L'intégration photovoltaïque doit faire partie de cette stratégie passive.

De l'autre côté la production d'électricité photovoltaïque, en tant que système actif, contribue à améliorer le bilan énergétique et à diminuer les émissions annuelles de CO2.

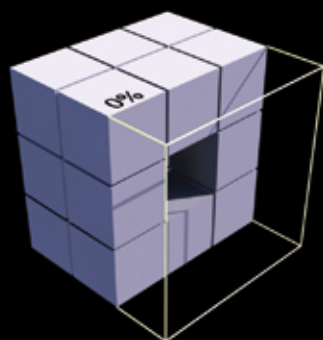
Ces deux stratégies combinées apportent une amélioration considérable de l'efficacité énergétique du bâtiment et une importante économie financière.

Exemple : bâtiment tertiaire avec installation de brise soleil photovoltaïque à Marseille



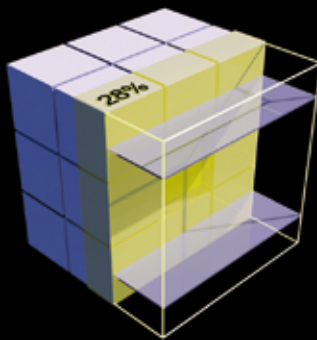
Répercussion économique du bilan énergétique d'un bâtiment tertiaire (Marseille)

Economies annuelles



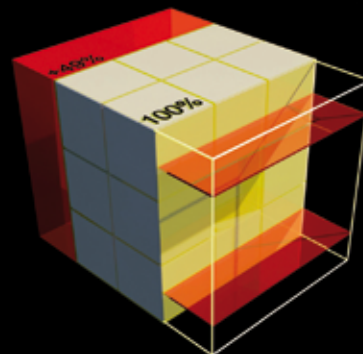
Sans protection solaire

Economies annuelles



Avec protection solaire

Economies et gains annuels (revente)



Avec protection solaire et système photovoltaïque

Réglementation

L'Europe a fixé 3 objectifs à l'horizon 2020 :

- Diminution de 20% de gaz à effet de serre.
- 20% d'énergies renouvelables dans la consommation totale.
- Diminution de 20% de consommation d'énergie.

En France des objectifs précis en matière de construction et de rénovation des bâtiments ont été établis, accompagnés de mesures incitatives.

Grenelle de l'environnement

NEUF	
Bâtiment public et tertiaire	2010 : Consommation 50 kWh/m ² .an
Logement privé	2010 : Consommation inférieure à 80 kWh/m ² .an 2020 : Construction passive ou à énergie positive
RÉNOVATION	
Bâtiment privé	2012 : Rénovation obligatoire avant 2027 2020 : Consommation totale entre 50 et 150 kWh/m ² .an
Bâtiment public	2015 : Ensemble du parc rénové environ 80 kWh/m ² .an

La Réglementation Thermique

La RT 2012, obligatoire dès 2011 dans le tertiaire et en 2013 dans le résidentiel : au-delà des exigences en matière de consommation d'énergie primaire et de confort, elle ajoute clairement une prise en compte de la conception bioclimatique avec l'introduction d'un nouveau coefficient Bbio (Besoin bioclimatique)

	RT 2005	RT 2012 (projet)
Conso. énergie an/ m ²	80 à 250 kWh	50 kWh

L'arrêté ministériel du 3 mai 2007 définit les exigences réglementaires des 5 niveaux de performance énergétique des constructions neuves :

HPE	Haute performance énergétique
HPE EnR	HPE avec énergies renouvelables
THPE	Très haute performance énergétique
THPE EnR	THPE avec énergies renouvelables
BBC	bâtiment basse consommation énergétique (50 kWh/m ² /an)

LE LABEL ET LA CERTIFICATION BBC-EFFINERGIE (officialisés en juin 2009) PRÉCONISENT :

- Pour les constructions résidentielles neuves :	Consommation maximale en énergie primaire 50 kWh/m².an , à moduler selon la zone climatique et l'altitude.
- Pour les bâtiments à usages autres que d'habitation :	Consommation maximale en énergie primaire 50% de la consommation conventionnelle de référence.

Les aides financières

Les installations photovoltaïques intégrées contribuent à atteindre les nouvelles exigences de la RT 2012 et de nombreuses aides ont été mises en place pour favoriser ces intégrations :

Pour les particuliers : crédit d'impôt, ECO-prêt à taux 0% (jusqu'à 30 000€), TVA 5,5%,

Pour les entreprises : amortissement rapide

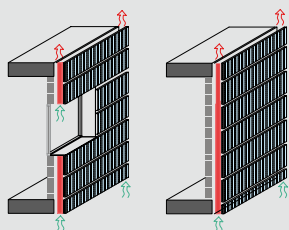
Et aides ou subventions spécifiques :

Anah, Ademe, Collectivités territoriales, Villes...

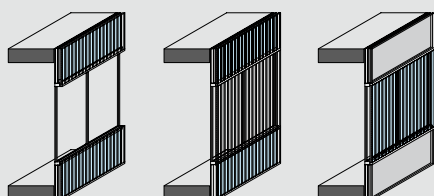


Catalogue de solutions techniques

Système de façade GEODE

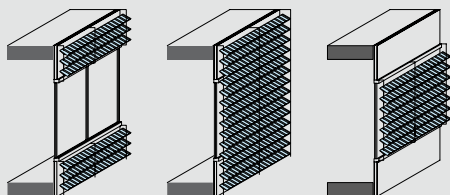


Façade MX ventilée, double peau, habillage



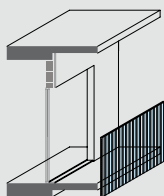
Façade MX grille
Façade MX trame horizontale
Façade MX parties opaques

Brise soleil photovoltaïque SUNEAL



Lames aluminium avec modules photovoltaïques

Garde corps GYPSE



Garde corps BY

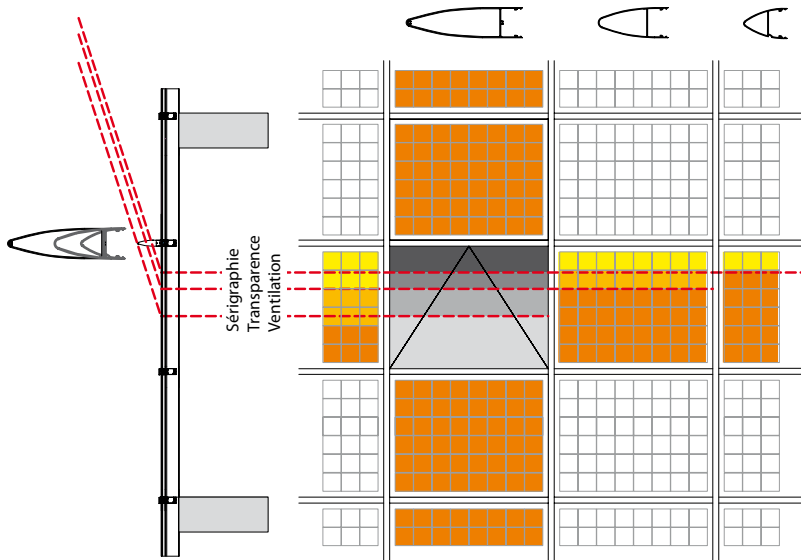


Recommandations de conception

L'intégration photovoltaïque dans les systèmes de menuiserie aluminium introduit une option supplémentaire dans le design architectural de la façade. Une large gamme de profilés peut être utilisée. Une réflexion complémentaire vient s'ajouter au processus habituel, qui prend en compte l'orientation, les ombres portées et l'optimisation de la production énergétique.

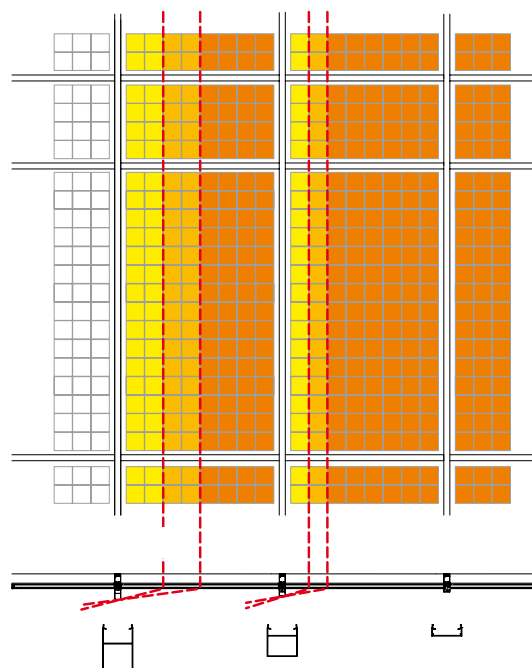
Une grande variété de produits photovoltaïques est disponible pour l'intégration dans les systèmes aluminium Technal avec des caractéristiques esthétiques et constructives différentes. Cette diversité autorise toute flexibilité pour sélectionner la technologie la plus appropriée à chaque projet, en réponse aux exigences des architectes.

Une fois les positions optimales pour le rendement photovoltaïque et les options esthétiques architecturales identifiées, les superficies non rentables peuvent être traitées de plusieurs façons avec des sérigraphies ou des cellules inactives et ainsi maintenir l'unité esthétique de l'ensemble et limiter les coûts de la prestation.



Choix des capots de traverses.

Etablir un équilibre entre :
Composition / protection solaire/
transparence / production photovoltaïque



Capacité de production photovoltaïque:
Les ombres portées des profils de la façade influencent
la capacité de production photovoltaïque

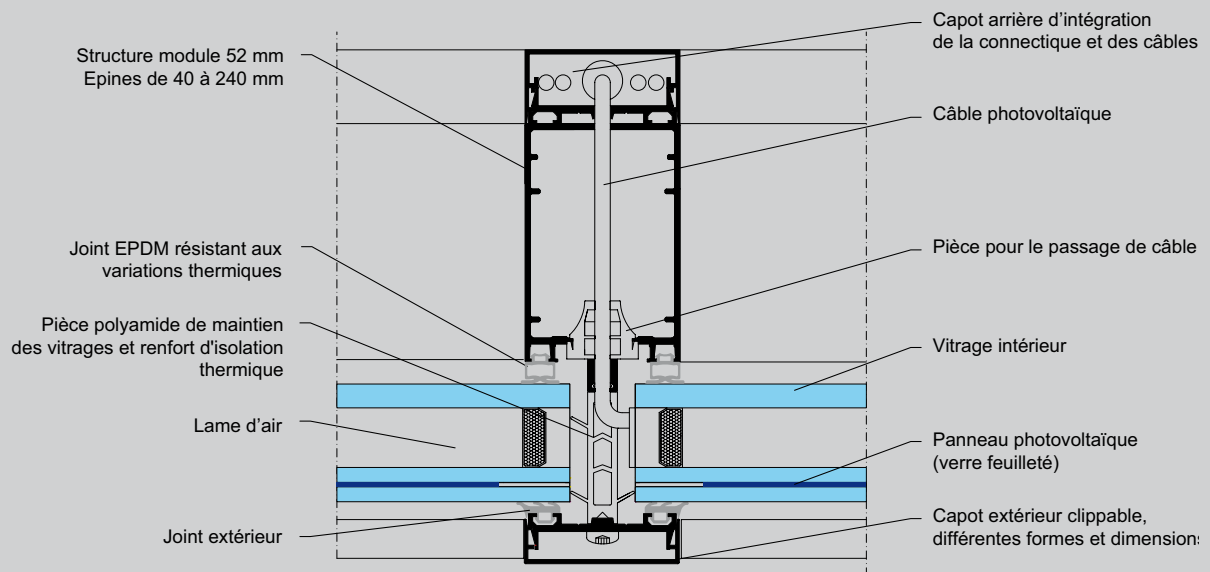
Choix des capots des montants.



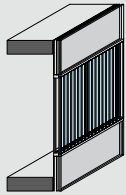
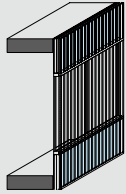
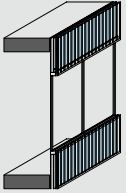
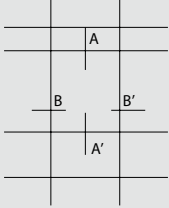
Catalogue de solutions techniques

PRINCIPE

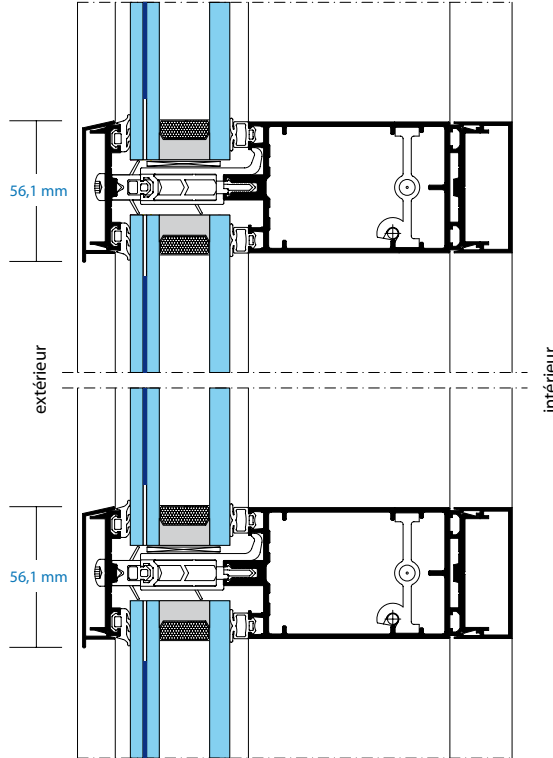
Les pièces spécifiques à l'intégration d'un module photovoltaïque dans une façade Technal sont présentées dans la coupe ci dessous. Ce principe se décline dans les différentes applications de façade.



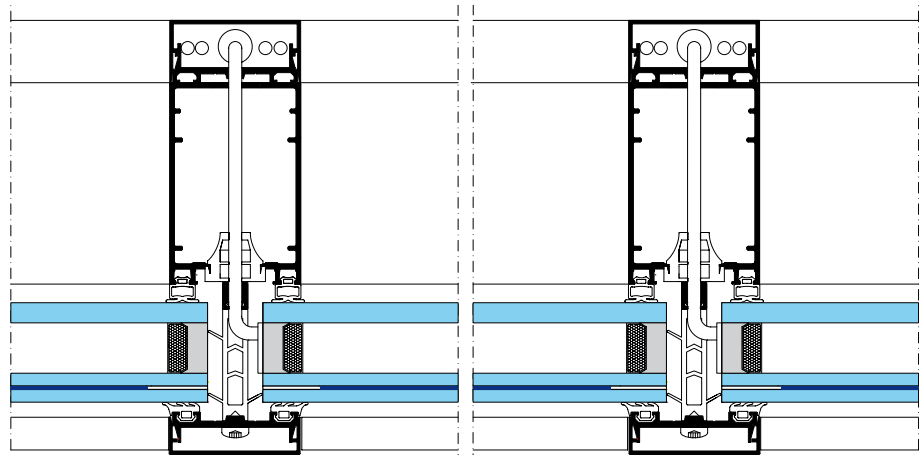
Façade MX
grille traditionnelle



coupe verticale (A A')



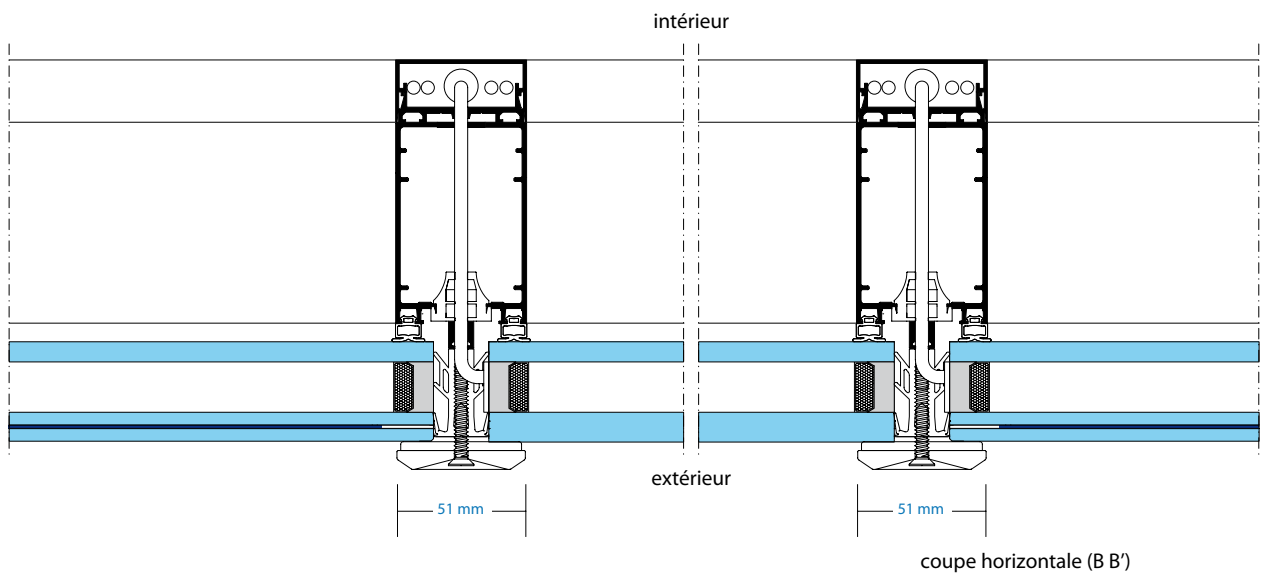
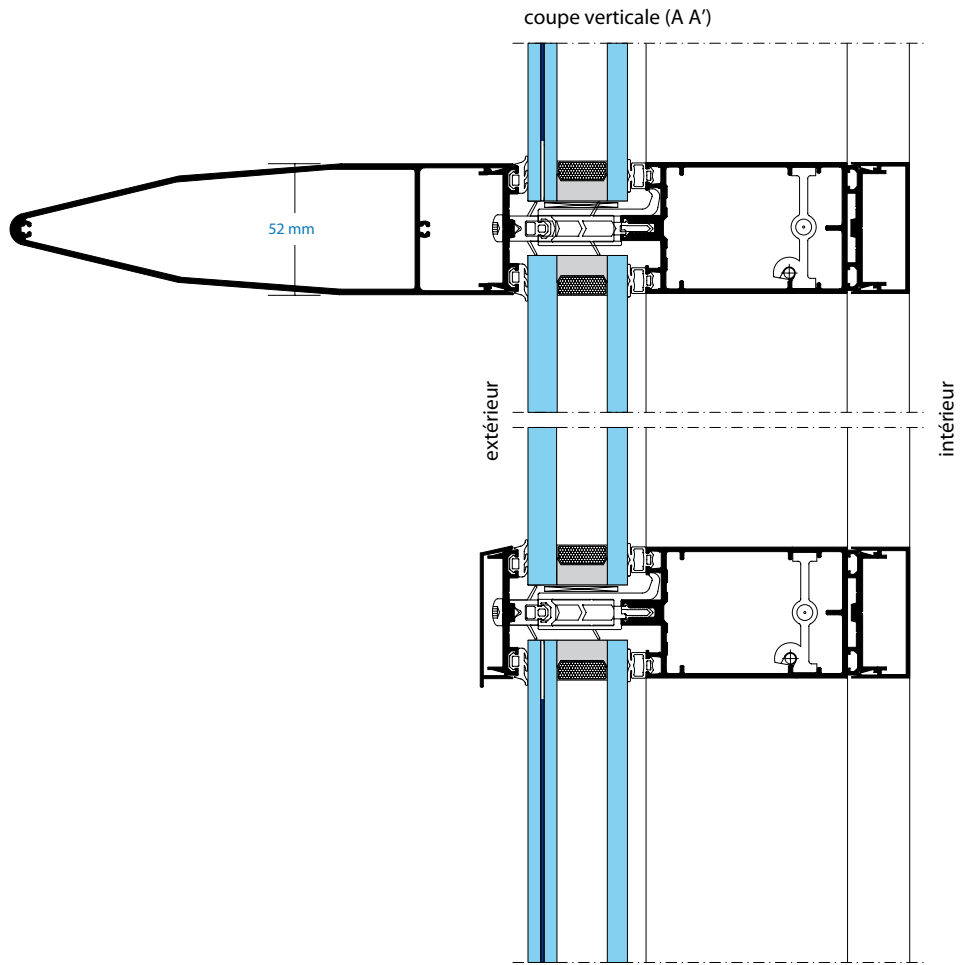
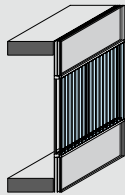
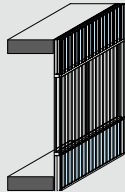
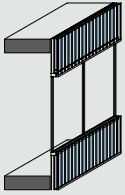
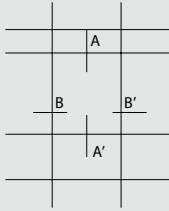
intérieur



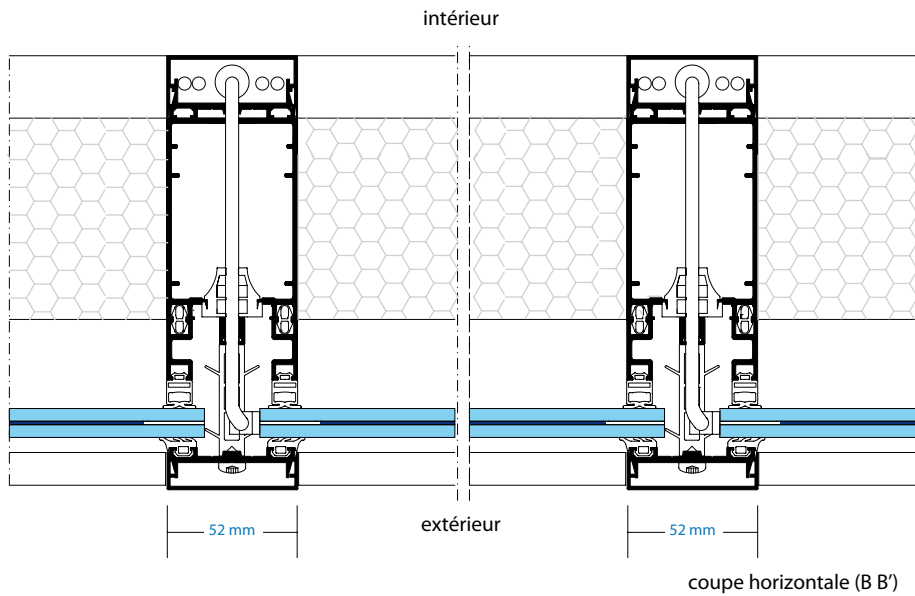
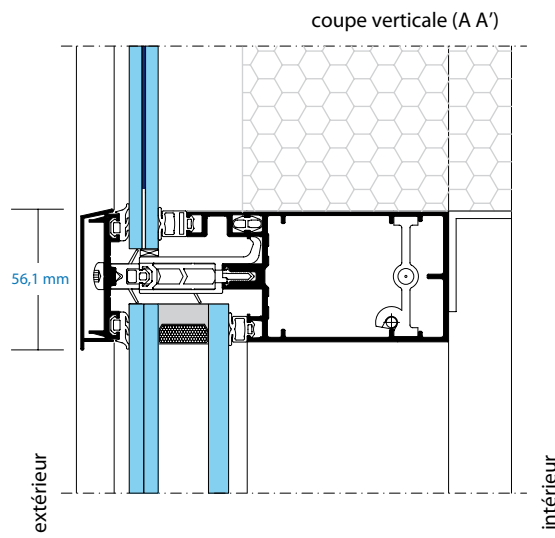
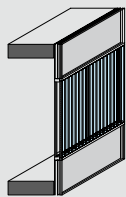
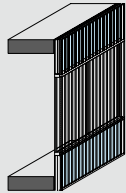
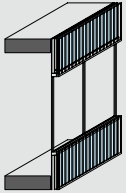
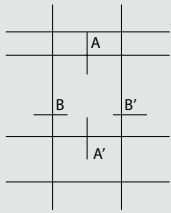
coupe horizontale (B B')

Echelle 1/3

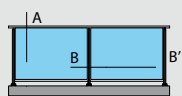
Façade MX
trame horizontale



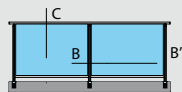
Façade MX
simple vitrage
partie opaque



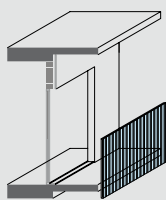
Garde corps Gypse remplissage toute hauteur



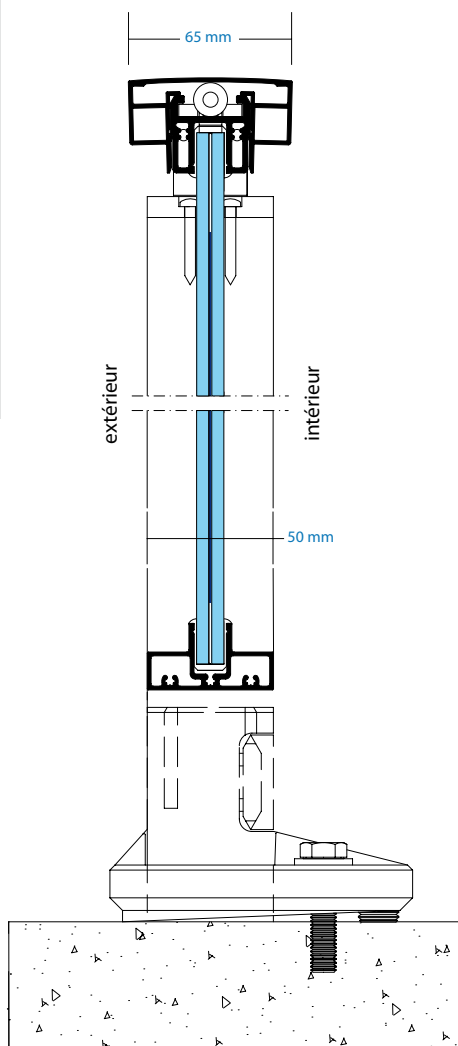
| A' |



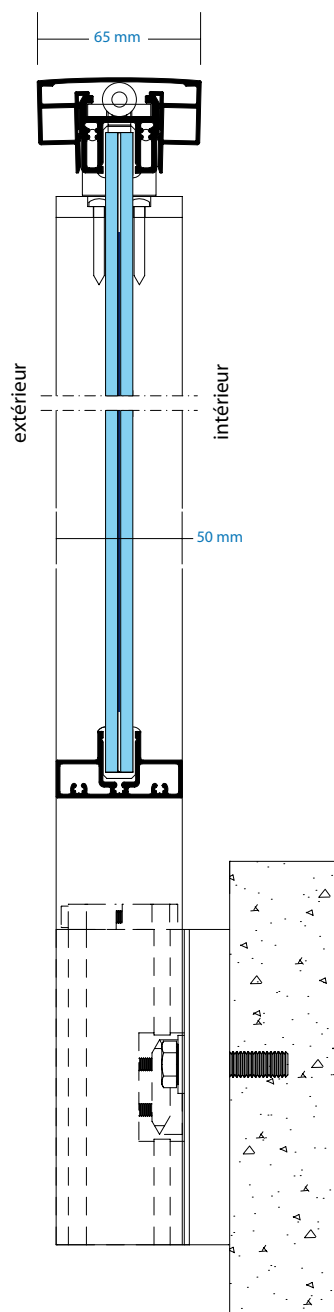
| C' |



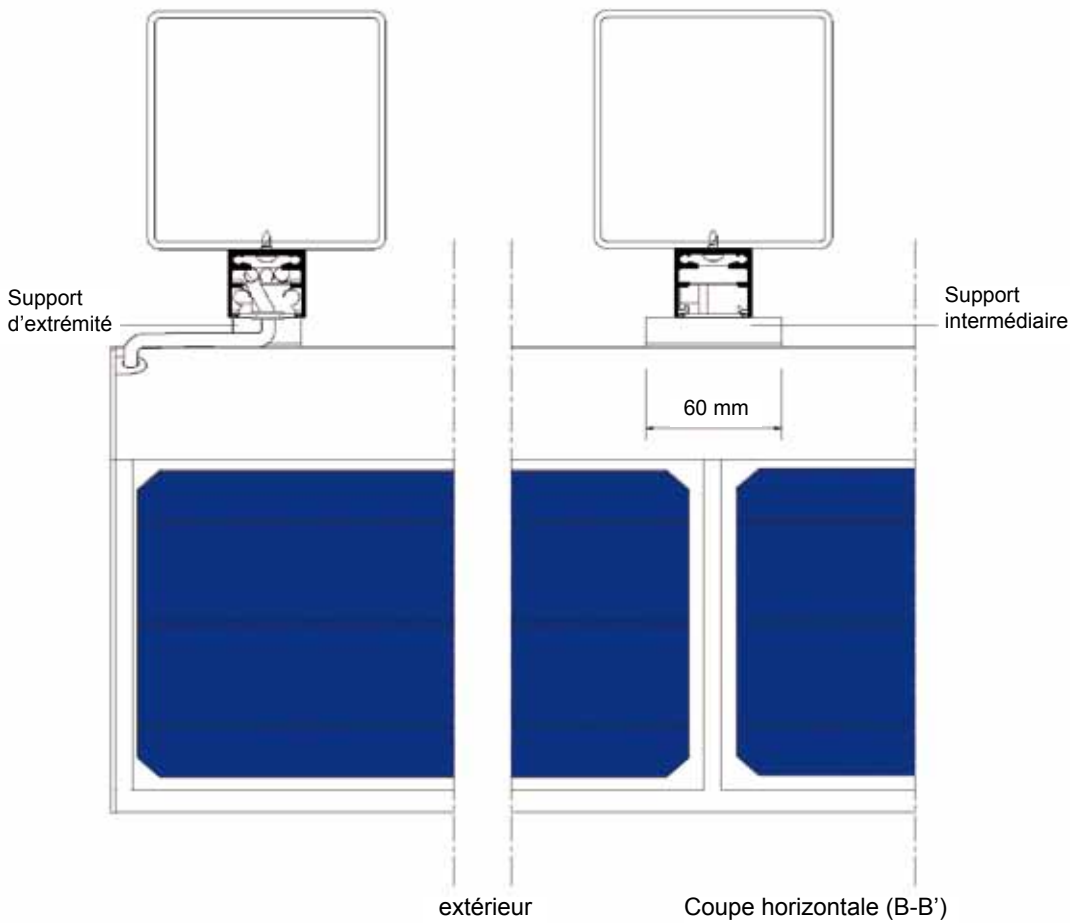
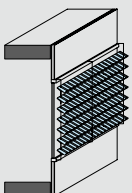
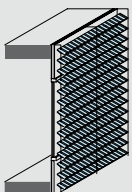
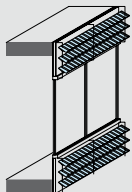
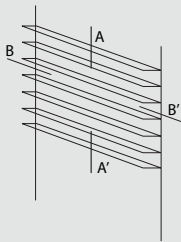
coupe verticale (A A')

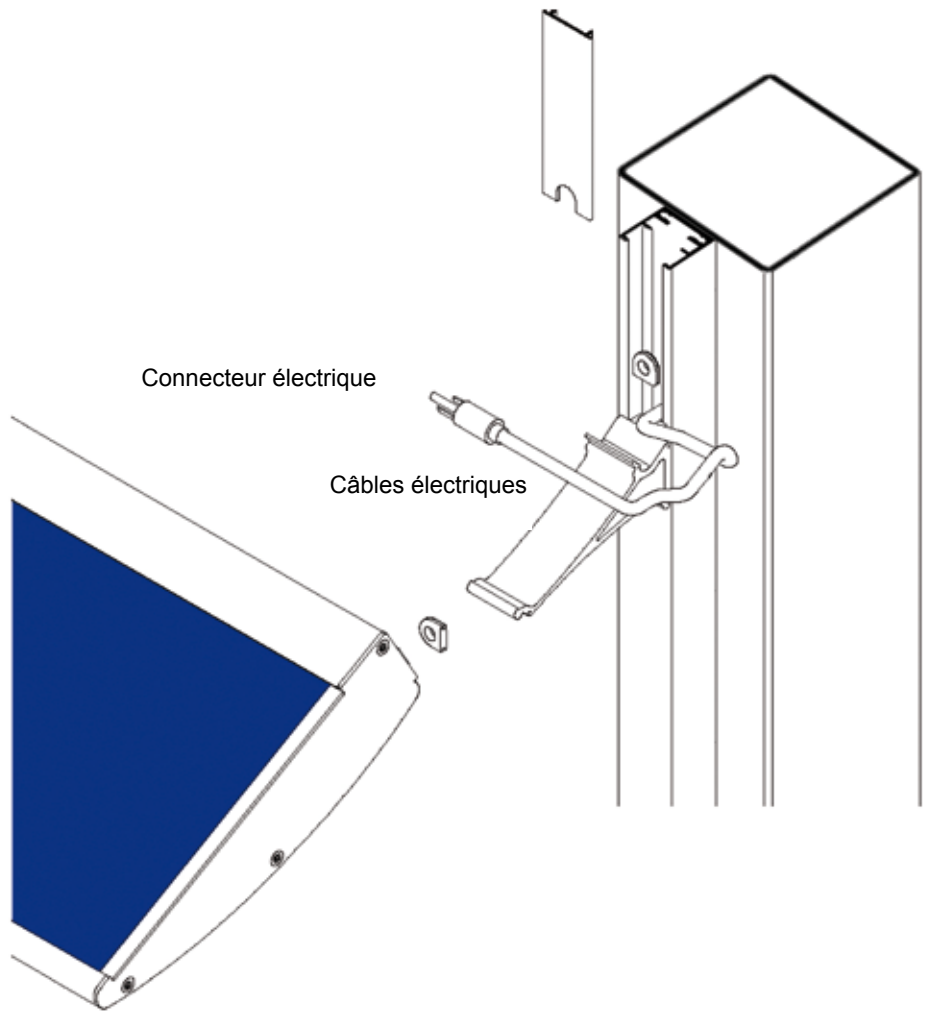
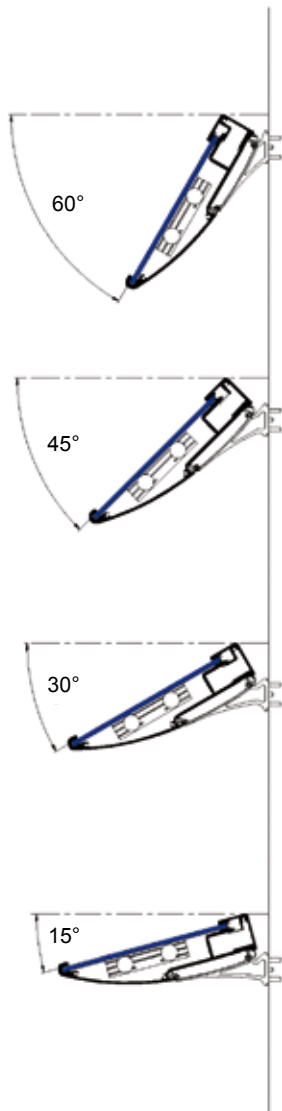


coupe verticale (C C')

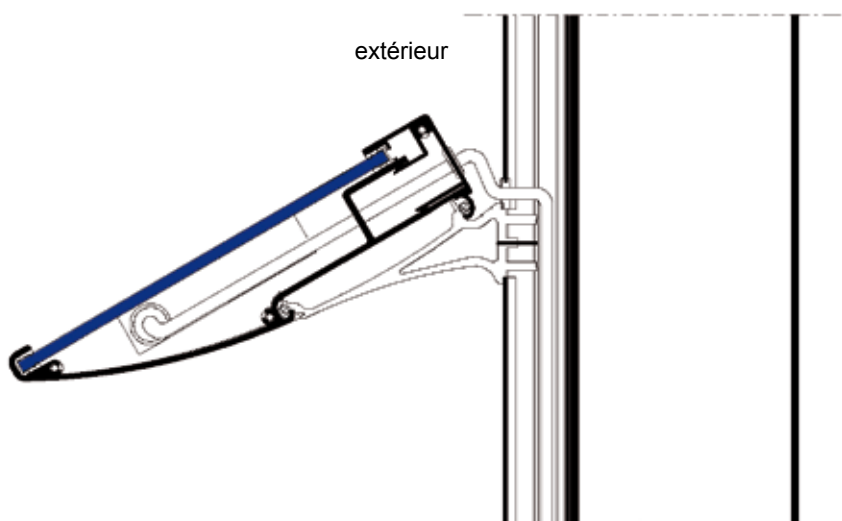


Lame fixe Suneal
sur structure
indépendante





Coupe horizontale (A-A')





Technal est une marque Hydro

Technal (Siège Social) : 270, rue Léon-Joulin - BP 63 709 - 31037 TOULOUSE Cedex 1
Tél. +33 (0)5 61 31 28 28 - Fax : +33 (0)5 61 31 25 00
<http://www.technal.fr> - E-mail : technal-affaires@technal.fr

