

Protection solaire / isolation

LES ENJEUX

En été, un bâtiment mal protégé du soleil est le siège de surchauffes donc de conditions thermiques inconfortables.

La conception d'une protection solaire estivale efficace est fondamentale pour qu'un bâtiment soit thermiquement et énergétiquement performant.

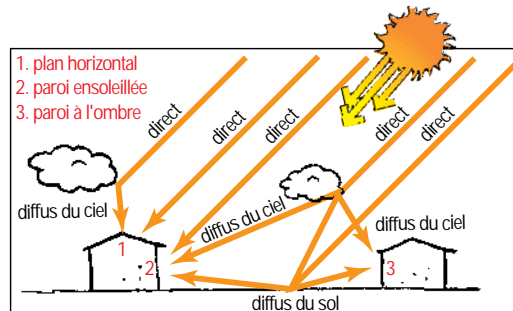
Cette protection solaire doit concerner toutes les parois extérieures du bâtiment, qu'elles soient transparentes ou opaques, si elles ne sont pas isolées thermiquement.

Elle doit répondre à une multiplicité d'objectifs :

- limiter les surchauffes
- limiter l'éblouissement
- doser l'éclairage naturel dans les pièces

Elle peut également contribuer à :

- l'occultation d'un local
- l'intimité des occupants
- l'esthétique de la façade.



l'ensoleillement sur les différents parois

FICHE 3. PROTECTION SOLAIRE / ISOLATION

- A. CONFORT D'ÉTÉ ET CLIMAT
- B. CONFORT D'ÉTÉ ET RÉGLEMENTATION
- 1. ORIENTATION / IMPLANTATION
- 2. TRAITEMENT DES ESPACES EXTÉRIEURS
- 4. INERTIE THERMIQUE
- 5. VENTILATION / RAFRAÎCHISSEMENT
- 6. ÉCLAIRAGE NATUREL / ARTIFICIEL

PROTECTION SOLAIRE DES PAROIS TRANSPARENTES

La protection solaire des baies doit être conçue en fonction de leur orientation et peut être du type fixe ou mobile, extérieure ou intérieure. La combinaison de ces différents types sera recherchée pour une efficacité maximum.

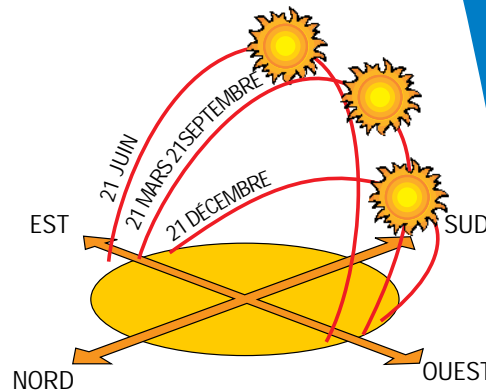
LES PROTECTIONS EXTÉRIEURES :

Les protections extérieures sont de loin les plus efficaces en confort d'été parce qu'elles évitent l'effet de serre derrière le vitrage. Fixes ou mobiles, elles doivent être bien ventilées pour éviter un effet de radiateur nuisible au confort intérieur.

Les protections fixes posent souvent des problèmes d'emplacement et de dimensionnement quand elles ne sont pas associées à un autre type de protection : en effet, un brise-soleil fixe donne la même ombre le 21 septembre, alors qu'il fait encore chaud et le 21 mars alors qu'il fait souvent froid et que les apports solaires pourraient être utiles.

En outre, les masques et protections fixes sont généralement moins efficaces que les mobiles. Ils ont un effet moindre sur les rayonnements diffus et réfléchis, qui, pendant l'été, représentent jusqu'à 50% de l'irradiation solaire d'une façade.

course du soleil selon la saison



Les protections mobiles

L'efficacité des protections mobiles de type stores est fonction à la fois de leur opacité et des possibilités de ventilation de l'espace entre la fenêtre et la protection.



COMMENTAIRES :

N.R. T. : Nouvelle réglementation thermique (à paraître en 2000, Voir Fiche B).

Toute baie ou ensemble de baies accolées de plus de 0,5 m² devra être protégé des apports solaires par une protection mobile extérieure.

La protection des baies sera à adapter en fonction de plusieurs critères :

- Bâtiments non climatisés : respect d'une exigence de moyens d'inertie, de protection solaire et d'ouverture de baies pour limiter les températures excessives en saison chaude.
- Bâtiments climatisés : respect d'une exigence de limitation des apports solaires en saison chaude.



Produit par ARENE

Agence Régionale de l'Énergie
Provence-Alpes-Côte d'Azur
CMCI - 2 rue Henri Barbusse 13241 Marseille
Cedex 1
Tel: 33 4 91 91 53 00 - Fax: 33 4 91 91 94 36
Web : <http://www.arena.fr>

Coordination
Dominique RAULIN
ARENE

Rédaction

Denis JACOB - SOL.A.I.R.
Aix-en-Provence (13)
Thierry CABIROL - Ingénieur
Aix-en-Provence (13)
Olivier RIGAL - Architecte
Marseille (13)
Gérard SAUREL - Habitat et Société
Les Arcs (83)

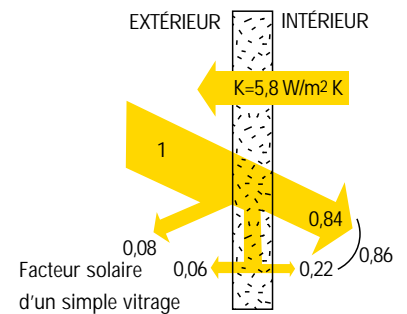
PERFORMANCE DES PARE-SOLEIL

La maîtrise du flux entrant s'apprécie par le facteur solaire (FS) de la baie munie de sa protection solaire.

Le facteur solaire est un coefficient définissant le rapport entre l'énergie solaire qui pénètre à l'intérieur d'un local par une fenêtre ou une paroi opaque et l'énergie solaire incidente sur cette même surface.

Le facteur solaire (FS) est un coefficient compris entre 0 et 1.

Une protection solaire pour être efficace doit avoir un facteur solaire (FS) $\leq 0,20$.



Pare-soleil extérieurs mobiles

Dans la N.R.T., le facteur de transmission solaire de la baie sera déterminé à partir des caractéristiques certifiées des protections mobiles placées à l'extérieur. Le facteur solaire pris en compte est celui de l'ensemble constitué de la protection extérieure et de sa partie vitrée (les protections intérieures ne sont pas prises en compte). Dans la période transitoire précédant l'approbation de la méthode, on adopte les valeurs indicatives de facteur de transmission solaire mentionnées dans le tableau ci-contre.

Type de protection extérieure mobile	F.S.
Volets et persiennes	0,10
Store vénitien extérieur à lames orientables	0,10
Store à enroulement vertical toile opaque	0,10
Store à enroulement vertical toile moyennement translucide	0,20
Store à enroulement vertical toile très translucide	0,35
Store entre deux parois vitrées	0,35
Store banne, à l'italienne, corbeille	0,40
Baie sans protection extérieure	0,72

N.R.T. : Valeurs indicatives du facteur solaire de protections extérieures mobiles

Pare-soleil extérieurs fixes

Efficacité selon la typologie, l'orientation et la période de l'année

“La casquette” est constituée d'une avancée au-dessus de la surface réceptrice : auvent, débord de toiture, balcon, ...

L'occultation au rayonnement direct est bonne l'été, de l'orientation Sud-Est à l'orientation Sud-Ouest. Elle est très faible à l'Est et à l'Ouest.

L'hiver, la casquette laisse passer le soleil quelle que soit l'orientation de la façade.

“Le flanc” est constitué par des plans verticaux placés à côté de la surface réceptrice.

L'occultation est quasiment constante (mais faible) toute l'année en orientation Sud.

Elle est assez forte à l'Est et à l'Ouest en hiver, ce qui n'est généralement pas souhaité, et quasi nulle en été.

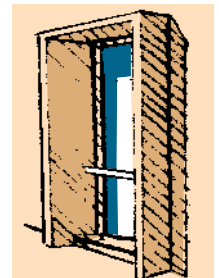
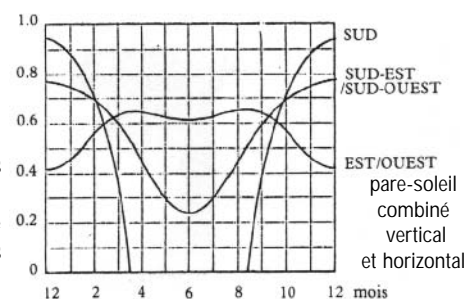
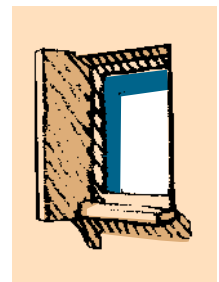
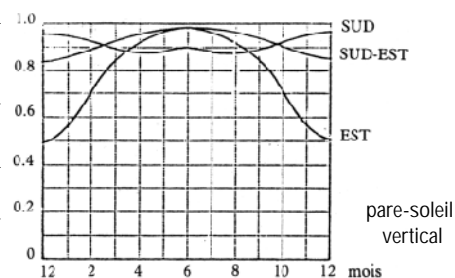
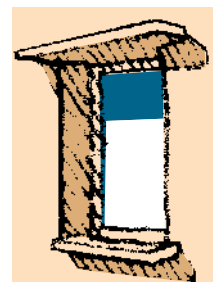
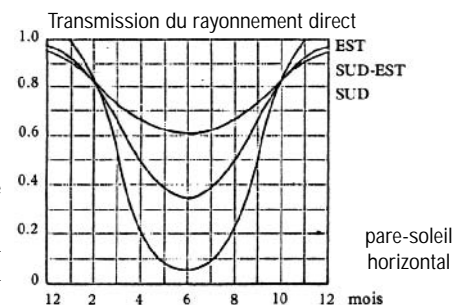
La “loggja” combine les pare-soleil horizontaux et verticaux.

La protection solaire est bonne l'été, du Sud-Est au Sud-Ouest.

Elle est moyenne toute l'année à l'Est et à l'Ouest.

Conclusion :

L'auvent et surtout la loggia constituent une excellente protection des vitrages S-E à S-O, qui maintient un ensoleillement satisfaisant l'hiver. Ils doivent être complétés par des protections mobiles en septembre car les apports solaires n'y sont généralement pas souhaités alors qu'ils le sont en mars.



COMPARAISON DE DIFFERENTS TYPES DE PROTECTIONS SOLAIRES EXTERIEURES

TYPE DE PROTECTION EFFICACITE et CARACTERISTIQUES	Brise-soleil à lames horizontales	Brise-soleil à lames verticales	Volet roulant ajouré	Store volet	Store toile	Volet à projection	Volet à la française	Treille végétale	Brise-soleil horizontal au vent	Brise-soleil à lames verticales	Avancée verticale flanc
	MOBILES								FIXES		
PROTECTION SOLAIRE SUR FACADE	4	Est/Ouest : 4	3	4	2 à 3	3	3	3	S.Est S./S.Ouest : 3 Est et Ouest : 1	1	1
OCCULTATION	2	2	4	4	2	3	PL = 4 PER = 2	2	1	0	0
CONTROLE DE L'ECLAIRAGE NATUREL	4	4	2	4	3	3	PL = 2 PER = 3	0	0	0	0
VENTILATION INTERIEURE	3	3	2	3	2	3	PL = 2 PER = 3	4	4 et 3	4	4
RAYONNEMENT DIFFUS ET REFLECHI	3	3	3	3	2 à 3	2	PL = 2 PER = 3	2	1	1	0
CONTROLE CONTRE L'INTRUSION	2	2	2	2	0	2	PL = 4 PER = 3	0	0	1 à 2	0
DURABILITE	2	2	2	2	1	2	PL = 4 PER = 3	3	3 à 4	3 à 4	3 à 4
COÛT	\$\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$	\$\$\$	\$	\$\$	\$	\$	\$\$	\$\$	\$
FACILITE DE MANŒUVRE	Manuel : 2 Auto : 4	Manuel : 2 Auto : 4	Manuel : 3 Auto : 4	Manuel : 3 Auto : 4	Manuel : 3 Auto : 4	3 project : 3	3	X	X	X	X
RESISTANCE AU VENT	2	2	3	2	1	2	4	3	3	3	3
POSSIBILITE D'AUTOMATISME	4	4	4	4	4	0	0	X	X	X	X
APPLICATION											
LOGEMENT	1	1	4	4	2	4	4	4	4	0	3
SCOLAIRE	3	3	3	3	4	2	1	1	4	3	3
SPORTIF	3	3	3	1	1	0	0	1	4	3	3
BUREAUX	4	4	3	4	4	1	1	1	4	3	3
DIVERS	A EVITER par VENT très VIOLENT. FRAGILE et BRUYANT si trop légers						fragilité au vent	PL= PLEINS PER=PER- SIENNES	entretien régulier à assurer		à associer avec auvent horizontal

EFFICACITE : 0 nulle ; 1 faible ; 2 moyenne ; 3 bonne ; 4 très bonne - COÛT : de faible (\$) à important (\$\$\$\$)

EXEMPLE D'AIDE AU CHOIX DES PROTECTIONS SOLAIRES EN FONCTION DE L'ORIENTATION POUR DES LOCAUX SCOLAIRES

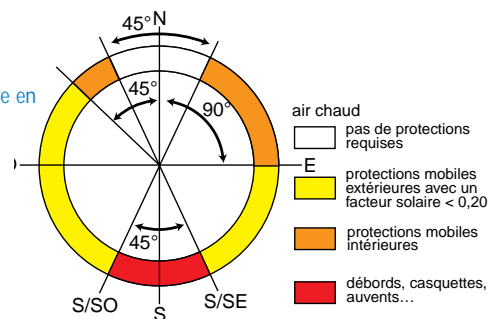
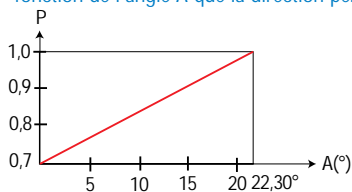
Le rapport : $P = \frac{\text{Portée du pare-soleil}}{\text{Différence de niveau entre le pare-soleil et le bas de la baie}}$

sera égal à, quelle que soit la latitude :

- 0,7 pour l'orientation S

- 1 pour les orientations S-SE et S-SO

- une valeur comprise entre 0,7 et 1 pour les orientations intermédiaires déterminées d'après la figure ci-contre en fonction de l'angle A que la direction perpendiculaire à la façade forme avec le sud.



LES PROTECTIONS INTÉRIEURES

Les protections intérieures type stores ou rideaux même opaques sont assez peu efficaces sur le plan thermique. En effet, lorsque le rayonnement solaire a traversé le vitrage, il se trouve partiellement piégé et chauffe l'air entre la vitre et la protection (effet de serre). Ces protections intérieures sont surtout utiles pour lutter contre l'éblouissement. Elles doivent être associées à des protections extérieures.

La couleur des protections intérieures opaques doit être claire pour gagner en efficacité.

Les volets intérieurs en bois, traditionnels en Provence, relativement isolants, présentent une assez bonne efficacité vis à vis des apports solaires.

LES VITRAGES

Lorsque le flux solaire et lumineux frappe une vitre, une partie est directement transmise à l'intérieur et l'autre est réfléchi vers l'extérieur.

La nature du vitrage a une influence sur la transmission énergétique du rayonnement solaire selon les caractéristiques suivantes :

- le nombre de feuilles de verre.
- le facteur de transmission de chaque feuille.
- le facteur de réflexion ou d'absorption.

Certains vitrages dits " anti-solaires " sont traités pour réfléchir le rayonnement solaire ou pour l'absorber ; dans les deux cas, il y a bien diminution de l'énergie transmise y compris sous forme lumineuse.

Des films réfléchissants peuvent être utilisés en rénovation, à encoller sur des vitrages existants.

Des vitrages " sandwich " à protection solaire incorporée de type microlames (par exemple KOOLSHADE) permettent d'obtenir un bon facteur solaire (0,21) mais avec une transmission lumineuse réduite (0,40).

En règle générale, la surface vitrée doit être limitée, mais de nouveaux types de vitrages permettent d'augmenter celle-ci sans dégrader le confort.

Les nouveaux matériaux d'isolation transparents présentent un coefficient de transmission thermique très faible et seront très utiles en hiver.

En revanche, ils sont de peu d'intérêt sur le confort d'été.

En confort d'été, le vitrage idéal serait celui qui présenterait un facteur de transmission énergétique allant en diminuant lorsque l'énergie solaire incidente augmente. Des produits expérimentaux devraient atteindre le stade industriel dans les prochaines années .



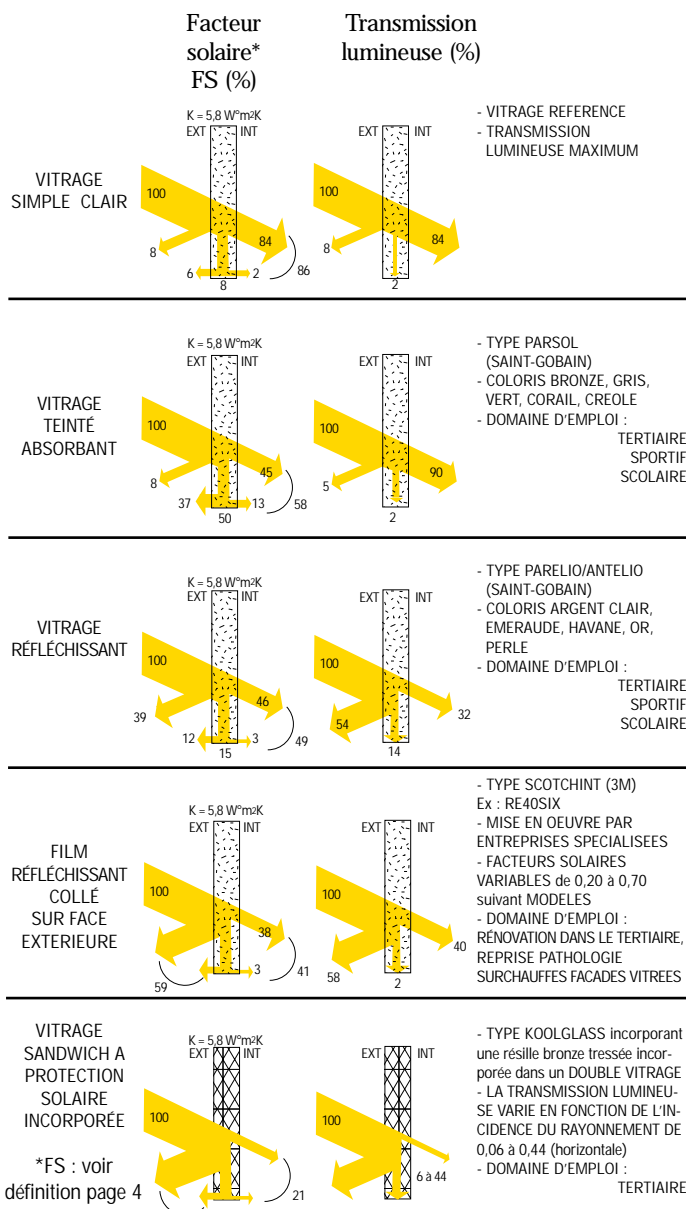
NOTA : Les vitrages "sélectifs" dont le facteur d'émission est réduit, que l'on peut choisir pour améliorer le bilan radiatif d'hiver, n'ont pas d'intérêt sur le bilan d'été, au contraire.

FACTEUR SOLAIRE D'UNE PROTECTION SOLAIRE INTERIEURE

TYPE DE PROTECTION A L'ARRIERE D'UN VITRAGE SIMPLE	COLORIS			
	SOMBRE	MOYEN	BLANC OU CLAIR	ALU POLI
STORE VENITIEN A LAMES	0.65	0.56	0.48	0.39
STORE RIDEAU (AMERICAIN)	0.70	0.53	0.35	
RIDEAU ISOLANT OPAQUE OU VOLET INTERIEUR	0.50	0.40	0.34	



COMMENTAIRES : La N.R.T. ne prend pas en compte les protections intérieures dans le calcul du facteur solaire.



- La perméabilité au soleil des enveloppes d'édifices. Un concept pour juger de leur qualité de confort d'été - Pierre Lavigne in actes de la conférence EPIC'98 - Lyon 19-21 novembre 1998
- Guide de l'énergie solaire passive - E. MAZRIA - Editions Parenthèses 1979
- Architectures d'été - J. L. Izard - Editions EDISUD 1993



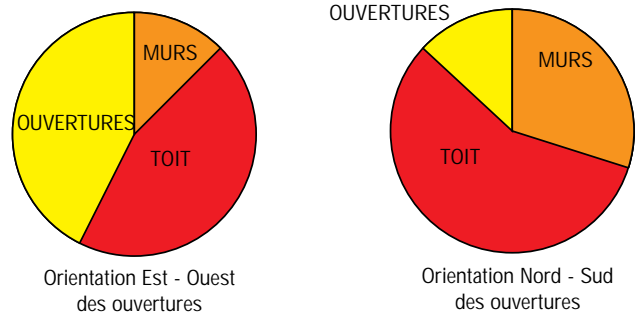
PROTECTION SOLAIRE DES PAROIS OPAQUES

En été, les parois du bâtiment sont fortement sollicitées par le rayonnement solaire. Les apports solaires transmis à l'intérieur dépendent principalement des ouvertures, mais aussi des toitures et des murs.

Ce schéma montre la nécessité de choisir les actions à mener pour améliorer le confort thermique selon 2 principes :

- Tenir compte des caractéristiques de chaque élément du bâti :
 - ouvertures (vitrages)
 - toiture
 - murs
- Agir en priorité sur les éléments les plus exposés au soleil.

La toiture constitue la principale surface de l'enveloppe exposée au soleil, et son exposition dure toute la journée, contrairement à celles des surfaces verticales.



PROTECTION DES TOITURES

La durée d'exposition de la toiture et son importance relative l'amènent à être à l'origine d'une part importante des apports thermiques extérieurs (les apports à travers la toiture peuvent représenter un tiers à la moitié des apports totaux dans le cas d'un bâtiment d'un seul niveau).

Les locaux situés sous toiture sont donc toujours plus inconfortables que les locaux des autres niveaux en raison des apports supplémentaires parvenant par cette voie.

Il est donc prioritaire de réduire ces apports solaires, qui bien que moins apparents que ceux parvenant à travers les vitrages verticaux, sont quantitativement importants.

Plusieurs solutions permettent d'assurer une bonne protection :

Les toits " parasols " ou " surtoitures "

Cette solution n'est valable que si la surtoiture est fortement ventilée sur tout le périmètre suivant la formule

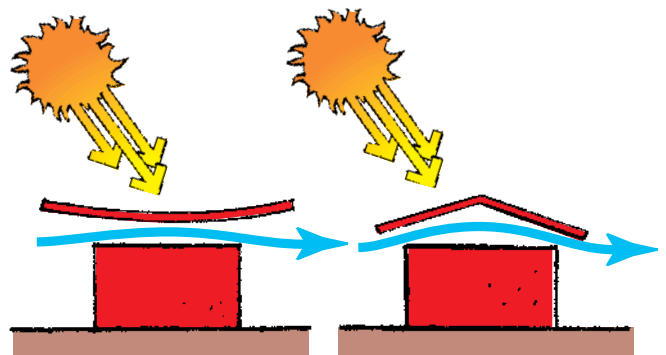
$$\frac{\text{Surface totale d'ouverture}}{\text{Surface de toiture}} > 0,15$$

- Avantage de la surtoiture
 - pas de surchauffe directe des plafonds
 - gain de plusieurs degrés en saison d'été (3 à 4°)
 - esthétique intéressante en architecture contemporaine.

- Inconvénients
 - surcoût
 - tenue au vent.
 - maintenance de l'espace ventilé (poussières, animaux,...).

Les toitures avec combles ventilés (toitures froides)

Les toitures avec combles fortement ventilés sont préférables. Les plafonds sont isolés thermiquement pour le confort d'hiver, l'isolant étant dans le comble pour conserver au maximum l'inertie intérieure.



PROTECTION DES MURS

Plusieurs types de traitement permettent une protection solaire efficace :

- Les masques architecturaux : traités dans la rubrique " Protection des ouvertures " de la présente fiche.
- Les masques végétaux : voir Fiche 2 "Traitement des espaces extérieurs".
- Les claustras doivent être fortement ventilés et de couleur claire pour être efficaces.
- L'isolation thermique des murs.

L'isolation par l'intérieur

Avantages :

Coût faible

Expression architecturale des murs porteurs.

Inconvénients :

Annule l'inertie thermique de la paroi isolée.

Demande un traitement particulier des ponts thermiques.

N'évite pas les chocs thermiques sur la maçonnerie.

L'isolation par l'extérieur

Elle constitue la meilleure isolation pour le confort d'été et d'hiver, car elle permet de conserver l'inertie thermique forte des murs intérieurs et supprime les ponts thermiques.

Les vêtues constituent une bonne manière de matérialiser cette solution.

Avantages :

Evite les chocs thermiques sur maçonnerie

Evite les ponts thermiques Eté comme Hiver

Permet de conserver l'inertie des murs intérieurs par stockage de fraîcheur en Eté et de chaleur en Hiver.





Inconvénients :

Coût supérieur à une isolation traditionnelle par l'intérieur

Fragilité des solutions économiques de type enduit mince sur polystyrène.

Nota : Les épaisseurs d'isolant préconisées par la réglementation thermique pour l'hiver sont très largement supérieures à celles nécessaires en confort d'été

TEINTES PASTEL

		
0,31 - 5228	0,39 - 5182	0,43 - 5009
		
0,37 - 5521	0,42 - 5207	0,42 - 5235
		
0,33 - 5260	0,37 - 5546	0,41 - 5529
		
0,38 - 5491	0,43 - 5509	0,42 - 5966
		
0,46 - 5806	0,48 - 5460	0,53 - 5055

TEINTES VIVES

		
0,46 - 5542	0,48 - 5543	0,59 - 5809
		
0,54 - 5472	0,60 - 5811	0,52 - 5518
		
0,65 - 5836	0,76 - 5839	0,60 - 5969
		
0,71 - 5770	0,68 - 5742	0,61 - 5422

0,46 = coefficient d'absorption lumineuse
5770 = référence du nuancier

COMPARAISON DES ENDUITS,
PEINTURES DE RAVALEMENT

Coefficients de luminance et d'absorption
Source : extrait guide des couleurs
édition Provence-Alpes-Côte d'Azur (LA SEIGNEURIE)