

• Outils

• Adaptation aux fortes chaleurs

JUILLET 2024

Rénover et adapter les logements aux fortes chaleurs

Guide à destination des techniciens ayant pour objectif de :

- Présenter les notions et critères clés à connaître pour accompagner au mieux les ménages
- Décrire les principaux points de vigilance et garantir la cohérence entre conditions climatiques hivernales et estivales

Rénovation performante

Résilience

I. Comprendre la surchauffe et l'inconfort thermique dans les logements

L'année 2022 a été la plus chaude jamais mesurée en France métropolitaine, succédant ainsi à l'année 2020. Les records de températures battus ont été marqués par un ensoleillement exceptionnel conduisant à 33 jours de vagues de chaleur, un très large record en France.¹ Pourtant dans le contexte du réchauffement climatique mondial, d'après Météo France, cette situation « pourrait devenir la norme en France au milieu du XXI^e siècle ».

C'est pourquoi, il convient dès maintenant de travailler à l'amélioration de la résilience des bâtiments face à l'accentuation de ces conditions climatiques. La massification de la rénovation énergétique en France, en lien avec la Stratégie Nationale Bas Carbone, est donc l'opportunité d'intégrer dans cette démarche les gestes de

travaux nécessaires pour adapter les bâtiments aux conditions chaudes actuelles et futures.

Ainsi depuis le 1^{er} janvier 2024, certaines aides de l'Anah intègrent désormais des travaux d'adaptation des logements aux fortes chaleurs.

Ces travaux sont issus d'une réflexion collégiale avec les ministères et des experts techniques autour des principaux leviers de réduction de la surchauffe et de l'inconfort estival dans les logements décrits ci-après.

4 grands leviers d'actions se dégagent :

- **Limitier les apports de chaleurs extérieures par les fenêtres et les parois ;**
- **Faciliter la ventilation naturelle par ouverture des fenêtres pour évacuer la chaleur stockée dans le logement ;**
- **Diminuer la température ressentie grâce aux brasseurs d'air ;**
- **Limitier les apports de chaleur internes.**

Il existe d'autres leviers d'action dont une liste plus exhaustive a pu être réalisée dans le cadre du projet ADEME RESILIENCE². Les leviers ci-dessus sont néanmoins les principaux et les plus mobilisables en rénovation.

Grands principes de réduction des surchauffes dans les logements

Maitriser la surchauffe

Comment maitriser la surchauffe ?

1. Réduire les apports de chaleur

Comment réduire les apports ?

- Apports externes : Occultation performante des parois vitrées & isolation des parois opaques
- Apports internes : Efficacité des équipements et bons usages

→ Malgré ces adaptations, il y a toujours un minimum d'apports de chaleur qui augmente la quantité de chaleur à l'intérieur du logement d'où l'importance de la ventilation nocturne

2. Décharger thermiquement son logement

Comment décharger efficacement son logement ?

- Assurer une bonne ventilation nocturne, lorsque la température extérieure diminue

→ Si la décharge thermique est assurée, il est possible d'amortir l'augmentation de la température intérieure en journée en stockant la chaleur issue des apports dans des parois à forte inertie

Améliorer le confort grâce à une vitesse d'air

Comment obtenir une vitesse d'air suffisante ?

- Création d'un courant d'air grâce à une bonne ventilation naturelle traversante
- Utilisation de brasseurs d'air

¹ Bilan climatique définitif 2022, Météo France, Janvier 2023

² RESILIENCE : Adaptation des bâtiments aux changement climatiques, ADEME, 2023. <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/6409-resilience.html>

Limiter les apports de chaleurs extérieures par les fenêtres et les parois

En-dehors des apports de chaleur internes au logement (occupants, équipements électro-ménagers, réseau d'eau chaude...) dont l'incidence est non négligeable, les apports de chaleurs proviennent de l'extérieur et peuvent être décomposés en 3 types :

- Les apports par les parois vitrées ;
- Les apports par les parois opaques (mur, toiture, plancher bas) ;
- Les apports par renouvellement d'air par ouverture des fenêtres.

Si les apports liés au renouvellement d'air par ouverture des fenêtres sont simples à réduire en fermant les baies lorsque la température extérieure est supérieure à la température intérieure, les enjeux liés aux apports par les parois opaques et vitrées sont plus complexes et sont présentés ci-après.

— Limiter les apports de chaleur par les parois vitrées

Les apports solaires directs par les parois vitrées sont de loin la première source de chaleur en été. Il convient donc de s'en protéger efficacement.

Qu'est-ce qu'une protection solaire efficace ?

- Le **facteur solaire** représente le rapport entre le rayonnement reçu de l'extérieur et le rayonnement transmis à l'intérieur du logement. Plus le facteur solaire est élevé, plus le rayonnement est transmis au logement.

Ce facteur solaire est nommé "g" quand il caractérise un seul élément (le vitrage ou la protection solaire) ou " g_{tot} " quand il qualifie l'**efficacité combinée de la protection solaire et de la baie vitrée**. Il est considéré qu'un g_{tot} inférieur à 0,15 est une **protection performante**³.

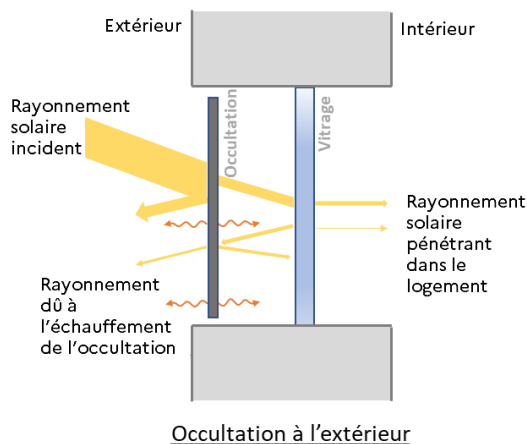
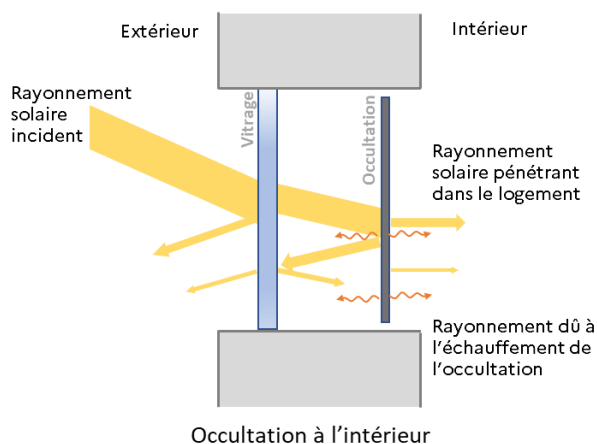
- Afin permettre de capter des apports solaires en hiver lorsqu'ils sont bénéfiques, il est important de **prioriser les protections solaires mobiles**. Dans le cas contraire, le dimensionnement des protections solaires fixes ou des vitrages à contrôle solaire qui limite les apports solaires en hiver doit tenir compte de leur impact sur les consommations de chauffage mais également leur capacité réelle à protéger la baie l'été (ex : casquette). Or ce dimensionnement n'est pas toujours correctement réalisé⁴.
- **Les protections solaires disposées à l'extérieur du vitrage sont plus efficaces** que les protections disposées côté intérieur du vitrage. En effet, placées à l'extérieur, elles réduisent le rayonnement solaire avant que celui-ci n'atteigne le vitrage et ne pénètre dans le logement. Une protection intérieure renvoie bien le rayonnement reçu mais ce dernier ne retransverse pas le vitrage et est conservé à l'intérieur du logement. On parle alors d'effet de serre, voir schéma ci-après. Avec un double vitrage standard (sans vitrage à contrôle solaire), les protections solaires intérieures permettent rarement d'atteindre un g_{tot} inférieur à 0,35 (35% du rayonnement reste à l'intérieur du logement) contre 0,03 pour les meilleures protections solaires extérieures.

³ Attention le g_{tot} exprime le facteur du couple occultation et baie. Sa valeur dépend donc largement du type de vitrage considéré. Les norme EN 14501 et EN 13363 encadrent la méthode de calcul du g_{tot} et définissent 4 vitrages de référence allant du simple vitrage, au double vitrage en passant par le double vitrage doté de vitrage à contrôle solaire. Une occultation performante atteint 0,15 avec un double vitrage sans contrôle solaire dit de type C dans la norme (vitrage de type C = $U=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ et de facteur solaire du vitrage seul

$g=0,59$). Attention aux documentations techniques d'occultation qui affichent un g_{tot} calculé avec un vitrage à contrôle solaire de type D. Pour en savoir plus: http://www.textinergie.org/pdf/notions_de_base.pdf.

⁴ AQC - Rapport REX « Confort d'été et réduction des surchauffes. <https://qualiteconstruction.com/wp-content/uploads/2019/10/r-rex-confort-ete-reduction-surchauffes.pdf>

— Impact de la position de l'occultation sur la réduction du rayonnement solaire



- **Une attention particulière est à porter aux fenêtres de toit ou inclinées**

Les fenêtres non verticales (exemple fenêtre de toit) sont les plus exposées au rayonnement solaire. Elles doivent donc être équipées d'occultations extérieures performantes ($g_{\text{tot}} < 0,15$).

Les fenêtres peu ou pas exposées aux rayonnements solaires directs car ombragées par des masques proches (architecturaux, végétation) ou lointain (relief, autres bâtiments, ...) ou orientées nord sont moins sensibles et représentent un apport de lumière naturelle important lorsque les autres baies doivent absolument être occultées pour réduire le risque de surchauffe. Elles peuvent malgré tout constituer une source de chaleur car :

- Le rayonnement solaire diffus constitue un apport de chaleur non négligeable ;
- En été, le soleil du matin ou du soir atteint parfois les fenêtres orientées plein nord.

De plus, une occultation possédant un fort taux de passage d'air peut avoir un intérêt sur les baies peu exposées pour faciliter la ventilation naturelle du logement (*voir partie « Faciliter la ventilation naturelle par ouverture des fenêtres » p.6*)

Il est conseillé de privilégier les occultations mobiles qui, déployées, protègent du rayonnement solaire direct tout en laissant passer la lumière

et permettent une vue partielle sur l'extérieur. Ces occultations, altérant moins le confort visuel et lumineux de l'occupant, permettent d'augmenter la probabilité de fermeture par ce dernier. **Un glossaire en fin de guide présente les différents volets et autres protections solaires possibles.**

- **L'intérêt des vitrages isolants en été**

La capacité isolante des baies (caractérisée par le U_w) est également utile pour limiter les apports de chaleur par conduction. Les simulations menées dans le cadre du projet RESILIANCE montrent qu'un double/triple vitrage performant sera plus efficace qu'un simple vitrage pour diminuer l'inconfort estival.

Limiter les apports de chaleur par les parois opaques

Si l'isolation des parois opaques (mur, toiture, etc...) permet de réduire fortement les besoins en chauffage, elle limite également les apports de chaleur en été. Néanmoins, l'isolation des parois opaques peut limiter la décharge thermique du bâtiment la nuit lorsque la température extérieure est plus faible que la température intérieure. Il convient donc d'associer au geste d'isolation, une ventilation naturelle par ouverture des baies suffisante pour permettre la décharge thermique du logement.

Pour une maison individuelle non isolée (simulée dans le cadre du projet RESILIANCE, p204), l'isolation de la maison par 10 cm d'isolant engendre les effets suivants sur l'inconfort estival (exprimé en degrés heures) :

- Baisser l'inconfort estival de 50% si la maison est fortement ventilée la nuit (10vol/h)⁵.
- Baisser l'inconfort estival de 25% si la maison est moins ventilée la nuit (2vol/h).

Certains revêtements extérieurs des parois et notamment de la toiture (peinture réfléchissante, végétalisation, présence de bardage ventilé...) ont également un impact sur les apports chaleurs qui pénètrent à l'intérieur du logement. Cependant si cet impact est significatif dans le cas d'une paroi non isolée, il est faible lorsque celle-ci est isolée car l'isolation de la paroi diminue largement son facteur solaire. Ainsi les gestes de mise en place de **revêtement extérieur limitant les apports solaires sont à privilégier uniquement lorsqu'ils ne représentent qu'un faible surcoût ou bien lorsqu'il n'est pas possible d'isoler la paroi de manière satisfaisante.**

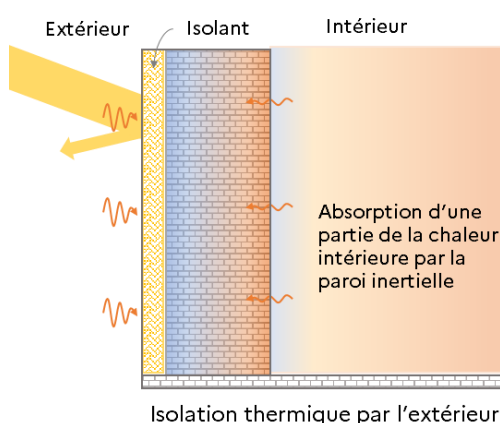
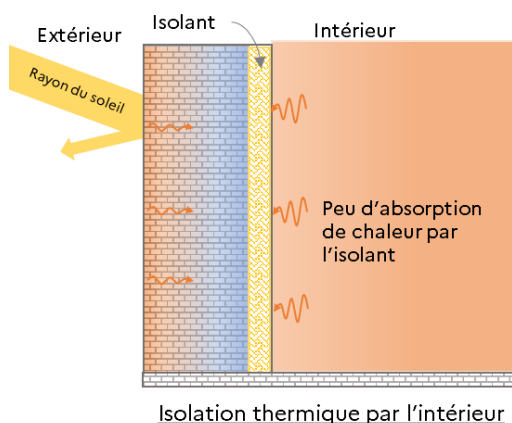
Réguler l'ambiance grâce aux matériaux à forte inertie

L'inertie du bâtiment caractérise la capacité des matériaux lourds (terre, béton, pierre, plâtre...) en contact avec le volume intérieur à stocker et déstocker la chaleur présente dans le bâtiment. On parle alors d'inertie d'absorption ou d'inertie interne. Cette capacité de stockage et de déstockage dépend de l'effusivité thermique du matériau constructif. Elle permet notamment d'atténuer les hausses de température intérieure en stockant la chaleur et de la restituer plus tard lorsque la température intérieure diminue.

L'inertie est particulièrement intéressante en termes de confort d'été lorsqu'elle est associée à une bonne ventilation naturelle (ex : ouverture des fenêtres) nocturne, lorsque les températures extérieures sont faibles, de manière à évacuer la chaleur stockée en journée.

Si un matériau doté d'une forte inertie (ex : paroi en pierre) est séparé du volume intérieur par un élément isolant (isolation, revêtement de sol isolant, etc.), son impact sur la régulation de l'ambiance est alors largement atténué. C'est pour cette raison qu'il est **préférable d'isoler une paroi lourde par l'extérieur et préserver l'inertie de la paroi, si tant est qu'elle n'est pas initialement isolée par l'intérieur.**

— Impact de la position de l'isolant sur l'inertie d'absorption de la paroi



— L'isolation extérieure permet de conserver la capacité de la paroi à absorber la chaleur présente à l'intérieur du logement

⁵ A titre de comparaison une VMC renouvelle l'air à raison de 0,8 vol/h.

- **Différence entre inertie interne et déphasage d'une paroi**

L'inertie interne du bâtiment, c'est-à-dire la capacité des matériaux en contact direct avec l'intérieur du bâtiment à stocker la chaleur, est à différencier du déphasage d'une paroi extérieure qui correspond au temps que met la chaleur à traverser la paroi. Si cette dernière propriété est intéressante pour retarder les apports, la résistance thermique (liée à l'isolation) de la paroi a un impact prépondérant car elle diminue la quantité de chaleur qui traverse la paroi. **Améliorer le déphasage d'une paroi bien isolée revient à retarder la transmission d'une quantité de chaleur plus faible.** Cela dépendant des matériaux de la paroi.

- **Faut-il privilégier des isolants denses à fort déphasage ?**

Le projet RESILIANCE a réalisé des simulations pour évaluer le bénéfice de ce type d'isolant dense : « *L'intérêt de ce type d'isolants n'apparaît que dans le cas de locaux sans aucun accès des matériaux à forte inertie thermique, comme des locaux situés sous une toiture isolée sous rampants ou des combles : le choix d'isolants denses pour ces parois présente alors un intérêt pour ces locaux directement concernés, mais il reste peu significatif par rapport à une inertie forte* ». Les simulations réalisées montrent notamment que l'usage d'un isolant dense de résistance thermique équivalente engendre une baisse de la température maximale atteinte en été de 1,2°C, mais que les températures atteintes restent élevées.

Les matériaux à fort déphasage sont donc intéressants pour les pièces à faible inertie dotées de parois légères comme les combles aménagés ou la construction bois.

Il est à noter que l'inertie ne dépend pas uniquement des murs donnant sur l'extérieur. Les planchers horizontaux et les murs de refend jouent un rôle important. Il est également possible de rajouter de l'inertie dans les cloisons intérieures.

Les simulations menées dans le cadre du projet RESILIANCE², sur une année complète, montrent qu'une inertie forte est favorable au confort d'été. Néanmoins, lorsque les températures nocturnes restent élevées (en cas de vague de chaleur prolongée) l'inertie devient inefficace car la ventilation naturelle ne permet plus de décharger la chaleur accumulée.

Faciliter la ventilation naturelle par ouverture des fenêtres

Lorsque la température extérieure est inférieure à la température intérieure, la ventilation naturelle par ouverture des fenêtres est efficace pour décharger la chaleur accumulée dans l'air et les parois durant la journée. La ventilation nocturne du logement est donc fondamentale pour éviter ou réduire la surchauffe. De plus le mouvement d'air participe à la sensation de confort.

Le besoin d'une ventilation nocturne efficace appelle donc à l'ouverture des ouvrants (fenêtres, portes, imposte) la nuit. Les enquêtes menées⁶ sur ces usages révèlent d'importants enjeux sociologiques liés notamment à la perte d'intimité, à un sentiment d'insécurité ou à des gênes acoustiques et des nuisances.

Plusieurs éléments permettent de favoriser l'ouverture des ouvrants :

- **Privilégier des protections solaires avec un taux de passage d'air élevé** permet de conserver l'intimité en cas de vis-à-vis. De plus, leur perméabilité augmente la probabilité de fermeture en journée puisqu'en position fermée elles peuvent laisser passer la lumière voire permettre une vue sur l'extérieur plus importante.

⁶ Travaux menés par EnviroBat BDM et ENERTECH pour l'Anah : Confort d'été dans l'habitat après rénovation étude technique et sociologique exploratoire été 2020

- Pour les ouvrants en rez-de-chaussée, premier ou dernier étage, leur ouverture est fortement corrélée au sentiment de sécurité de l'occupant. **L'ajout de dispositifs anti-effraction** (occultation anti-effraction ou grilles) peut rassurer et permettre leur ouverture nocturne. Certaines protections solaires perméables peuvent également contribuer à ce sentiment de sécurité.
- En présence de moustiques, l'ouverture des ouvrants est très fortement contrariée sans **moustiquaires**. Si celles-ci peuvent diminuer jusqu'à 60% le débit entrant, elles restent un élément qui peut s'avérer primordial pour permettre une ventilation nocturne.

La ventilation naturelle est favorisée par le **caractère traversant d'un logement**. Difficilement aménageable dans le cadre d'une réhabilitation, il est néanmoins important de ne pas le supprimer au quotidien en fermant les portes intérieures ou lors de réhabilitations lourdes par cloisonnement ou découpage de logements.

Posséder un thermomètre intérieur et extérieur permet de mesurer la différence de température et mieux gérer l'usage de la ventilation naturelle. En effet, le flux d'air ressenti peut être trompeur et l'habitant peut faire rentrer de l'air chaud alors qu'il pense refroidir son logement.

• Limiter les apports internes

La chaleur ne vient pas que de l'extérieur ! Tous les équipements électriques et électroménagers réchauffent le logement. Lors de fortes chaleurs, il convient donc de limiter autant que possible leur utilisation en journée. Si le four est le plus évident, le lave-vaisselle, lave-linge et sèche-linge sont également des équipements produisant de la chaleur domestique qui doivent être utilisés la nuit lors de fortes chaleurs.

Certains équipements peuvent difficilement être interrompus en journée. Cependant leur efficacité énergétique et leur état de conservation font fortement varier la quantité de chaleur produite. Entre un réfrigérateur de classe A++ bien aéré et dépoussiéré à l'arrière, dégivré à l'intérieur et placé contre un mur frais et un équipement ancien, non entretenu placé contre un mur chaud, la chaleur produite peut être dix fois supérieure (250 W au lieu de 25 W) !

Le calorifugeage des réseaux d'eau chaude sanitaire en partie commune limite également l'apport de chaleur. En plus de permettre des économies d'énergie en hiver, cela évite de réchauffer les espaces intérieurs l'été. Il est donc important de l'intégrer dans les gestes de travaux lors d'un projet de rénovation global.

En résumé, pour réduire autant que possible les apports internes dans un logement il convient de :

- Utiliser des équipements domestiques performants, sobre en énergie ;
- Ne pas utiliser les appareils de production de chaleur (four, sèche-linge, lave-vaisselle, fer à repasser, ...) en journée ;
- Réduire l'usage des appareils électriques ;
- S'assurer du bon état de fonctionnement de ses équipements (poussière, disposition dans l'espace) ;
- Isoler les réseaux d'eau chaude.

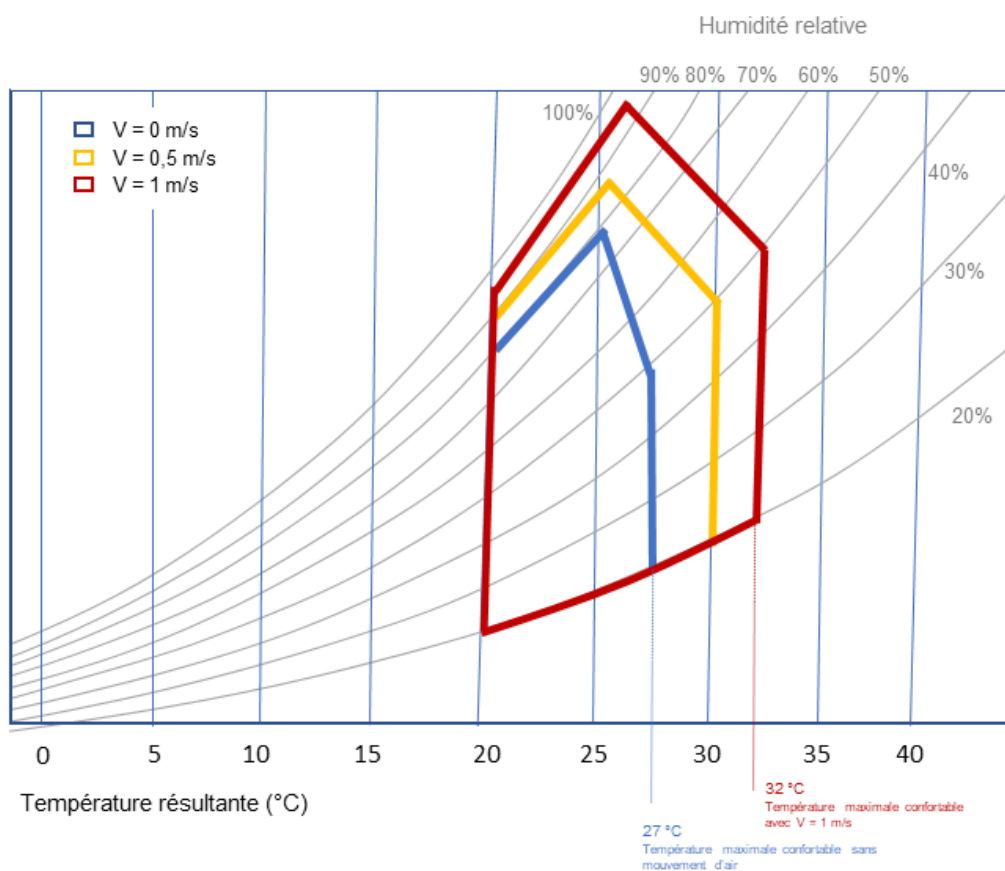
Diminuer la température ressentie grâce au mouvement d'air

La température de l'air intérieur n'est pas le seul facteur qui définit la sensation de confort ou d'inconfort ressentie par l'occupant. Celle-ci est également influencée par l'habillement, le niveau d'activité, la température de rayonnement des parois, l'humidité de la pièce et la vitesse d'air. Pour éviter l'inconfort dans les logements, il faut donc limiter la surchauffe mais également s'assurer que les autres facteurs soient acceptables. Le diagramme de Givoni est communément utilisé pour traduire graphiquement les conditions permettant d'atteindre un confort thermique, **la zone de confort initiale est définie en fonction de la température ambiante et l'humidité et est élargie en fonction de la vitesse d'air.**

D'après le diagramme de Givoni ci-dessous, à autres conditions constantes, la présence d'une vitesse d'air de 1 m/s permet de conserver une sensation de confort pour une température jusqu'à 5 degrés supérieure. Si l'utilisation d'un brasseur d'air n'a pas d'impact direct sur la température d'ambiance, le mouvement d'air qu'il crée, pouvant atteindre localement plus de 1 m/s lorsque le brasseur est performant et bien installé, a donc un impact significatif sur la sensation de confort de l'occupant.

Une ventilation naturelle ou un brasseur d'air peuvent tous les deux participer à l'amélioration de ce confort. Attention toutefois à l'ouverture des fenêtres lorsque la température extérieure est supérieure à celle intérieure. En effet le ressenti de l'habitant peut être faussé de par le mouvement d'air, provoquant la surchauffe du logement.

— Représentation des zones de confort thermique selon la vitesse d'air



II. Les travaux d'adaptation aux fortes chaleurs éligibles

Depuis janvier 2024 des dispositifs d'aides de l'Anah intègrent à l'assiette des dépenses éligibles des gestes d'adaptions aux fortes chaleurs, notamment ceux en rénovation globale. Le taux de prise en charge dépend des conditions du dispositif. Les deux gestes sont : les protections solaires mobiles extérieures et les brasseurs d'air.

Les protections solaires mobiles extérieures

Selon la méthode 3CL-2021, tous les volets apportent un supplément d'isolation. Ils peuvent donc d'être valorisés dans les audits énergétiques utilisés pour les aides à la rénovation globale. Néanmoins, tous les volets ne possèdent pas les mêmes atouts et faiblesses. Chaque habitat étant différent, il s'agit donc d'effectuer un compromis entre architecture, protection solaire, perméabilité, résistance thermique, facilité et confort d'usage.

Pour une bonne efficacité estivale, il est recommandé d'atteindre :

- $g_{tot} \leq 0,15$ sauf si l'occultation permet de protéger la baie de tout rayonnement solaire direct ;
- Une surface ajourée de 30% minimum⁷, ou bien que la protection dispose d'un système de projection.

Certaines occultations mobiles permettent de bénéficier de tous ces atouts (isolation, perméabilité à l'air et faible facteur solaire), tels que :

- Volet roulant à lame orientable ;
- Volet roulant à projection ;

- Volet battant plein avec entrebâilleur.

D'autres occultations moins isolantes permettent de bénéficier de la perméabilité à l'air et d'un faible facteur solaire :

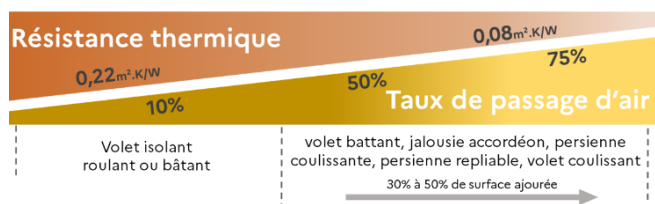
- Les brise-soleils orientables ;
- Les volets battants, coulissants ou à accordéon ajourés ou à lames orientables ;
- Les stores toiles à projection.

Le glossaire de ce document présente plus en détail les types de protections solaires existantes ainsi que le mode de calcul de la perméabilité.

Le coût moyen estimatif d'une protection solaire, dans les dimensions courantes, est de l'ordre de 300 € et 1400 € HT, pose comprise.

Une qualification RGE de l'artisan est nécessaire comme pour tous les autres travaux de gain énergétique.

— **Ordre de grandeur entre perméabilité et résistance thermique d'une protection solaire sans système à projection.**



⁷ Le ratio de 30% est issu des travaux réalisés dans le cadre de la RE2020. La dimension minimale des ajours (1cm) est recommandée car le passage de l'air à travers une multiplicité de petites ouvertures

est fortement réduit par rapport à des ouvertures de même surface totale mais de dimension unitaire plus importante.

Brasseur d'air plafonnier fixe à pales

Issus des projets de recherche Brise⁸ et Brasse, quatre critères de performances cumulatives ont été déterminés pour les brasseurs d'air :

- Être plafonnier, fixe et à pales ;
- Respecter un diamètre d'au moins 1,32 mètre ;
- Posséder au moins trois vitesses de fonctionnement ;
- Atteindre un niveau sonore d'au plus 45dB(A) à vitesse maximale et d'au plus 35 dB(A) à vitesse minimale.

A ces critères, il est recommandé d'apporter **une attention particulière aux règles de dimensionnement** disponibles dans les guides des deux projets de recherche précités. Ces règles permettent le bon positionnement des appareils afin d'en assurer l'efficacité. Cette même efficacité ne repose pas nécessairement sur le volume maximum d'air brassé sur un temps court, mais bien l'apport d'une brise confortable sous le brasseur d'air.

Il n'y a pas de limite au nombre de brasseurs d'air qui peuvent être installés par logement de fait il est parfois utile d'en installer plusieurs, répartis dans une même pièce, notamment lorsque celle-ci dépasse les 20 à 30 m². Malgré tout, il convient de les installer dans les pièces les plus utilisées en été, en fonction des usages des habitants avec un flux d'air adapté selon l'aménagement de la pièce ou bien d'un besoin de brassage homogène sur une zone donnée.

Le coût moyen estimatif d'un brasseur d'air est de l'ordre de 200 € à 450 € HT, pose comprise.

Si une qualification RGE n'est pas nécessaire, une qualification Qualifelec est recommandée.

III. Indications opérationnelles

Cette partie s'attache à répondre aux différentes questions qui pourraient être posées dans le cadre de l'intégration de ces nouveaux gestes de travaux.

Quels sont les principaux points d'attention permettant la bonne intégration d'occultations extérieures dans un projet de rénovation traitant plusieurs lots dont notamment une isolation thermique ?

Associer la mise en place des occultations extérieures avec une isolation demande un travail supplémentaire afin d'éviter la rupture d'isolant engendrant un pont thermique. L'étanchéité à l'air des parois peut également être altérée au niveau des attaches des protections solaires si aucune mesure corrective n'est mise en place.

La réalisation d'une isolation thermique en présence d'occultations extérieures doit donc faire face à certaines difficultés dont les principales sont listées ci-dessous selon le type d'occultation :

- **Store extérieur posé dans l'embrasure de la baie :**

La réalisation d'un retour de baie isolante lors d'une ITE peut être difficile.

La modification a posteriori de la position de la protection et de la baie est impossible.

- **Volet roulant :**

Dans le cas d'une rénovation énergétique, il est important de sélectionner des coffres de volet isolant et de veiller à ce que leur pose n'engendre pas de pont thermique.

Il est possible de rendre un coffre de volet intérieur plus performant thermiquement en l'isolant sur toutes ses faces donnant sur le volume chauffé, tout en veillant à avoir as-

⁸ Voir : <https://guide-brise.org/>

sez de place pour maintenir le bon fonctionnement du volet. De plus, l'étanchéité à l'air devra être entièrement reprise.

Pour les volets motorisés via un système photovoltaïque ou si le coffre du volet dispose d'une trappe d'accès, le recouvrement du coffre lors de la pose de l'ITE est impossible sans détériorer son fonctionnement ou sa maintenance.

La modification a posteriori de la position de la protection et de la baie est impossible.

- **Volet battant et volet coulissant :**

Les volets battants doivent être fixés de préférence sur des gonds à visser, car il n'y a pas de reprise de l'enduit de façade comme dans le cas de gonds scellés. Les volets doivent avoir les mêmes dimensions que l'ouverture, afin que la lame d'air entre eux et la baie soit la plus étanche possible. Dans le cas d'une isolation par l'extérieur, le remplacement ou l'adaptation des volets d'origine est nécessaire pour permettre un retour d'isolant au niveau des appuis, tableaux et linteaux. Dans ce contexte on privilégiera l'utilisation des gonds à visser à rupture de pont thermique.

Certains guides référencés en bas de page permettent d'aller plus loin sur la mise en œuvre et les points de vigilance.^{9,10}

La mise en œuvre d'une occultation peut être normée par la NF DTU 34.4.

Quel impact lors d'une rénovation en copropriété ?

Dans le cadre d'un projet de rénovation de l'enveloppe en copropriété, la présence potentielle d'occultations variées à l'état initial peut freiner le déploiement de l'isolation extérieure car les méthodes de jonction ne seront pas identiques sur l'ensemble de la paroi.

Comment anticiper le bon usage des protections solaires et la ventilation nocturne ?

Outre les considérations techniques et patrimoniales que les volets doivent respecter, le confort et la facilité d'usage doivent être des éléments à prendre en compte pour bien conseiller les ménages. En effet, l'efficacité des volets repose sur leur bon usage tant pour la protection solaire en journée, que le refroidissement du logement durant la nuit. Les principales limites liées aux pratiques sont :

- Les difficultés physiques à **actionner les volets** manuellement. Il convient d'anticiper cette future difficulté en cas d'âge avancé ou en prévention. La motorisation des volets peut être une solution.
- La **sensation d'enfermement en journée en cas de volet opaque ou faiblement ajouré**. La mise en place de volets ajourés, à lame orientable ou bien à projection, peut réduire cette sensation.
- Le **sentiment d'insécurité** lors de l'ouverture des baies pour ventiler le logement : installation de volet perméable à l'air anti-effraction ou de grille anti-effraction sur les baies.
- Les **moustiques**, si la région y est sujet : des moustiquaires peuvent être installées en complément bien qu'elles réduisent d'environ 60% le taux de perméabilité de l'ouverture. A noter que le flux d'air engendré au-dessus d'un lit par un brasseur d'air peut éloigner les moustiques.
- Les **nuisances sonores**, principalement lors de l'endormissement.
- Le **noir total** durant la nuit et au lever ou coucher de soleil ne peut pas être assuré par certaines protections solaires ajourées. Ce paramètre bien que culturel peut jouer un rôle important sur le choix de la protection solaire : la compléter par un rideau ou s'orienter vers des protections comportant une flexibilité d'usage (système à projection,

⁹ Guide RAGE : https://www.programmepacte.fr/sites/default/files/pdf/guide-rage-menuiseries-exterieures-ite-2014-11_0.pdf

¹⁰ Guide Pouget pour la région Normandie : https://cheque-eco-energie.normandie.fr/sites/default/files/contents/outils_res-sources/fiches_pouget/Fiche%20gestion%20des%20occultations.pdf

lames orientables...) peuvent être des réponses facilitatrices. Comme d'autres systèmes, il est important que les habitants se questionnent sur ces limites afin de choisir des équipements adaptés à leurs pratiques lors des fortes chaleurs.

Comment assurer l'efficacité d'un brasseur d'air ?

Afin d'assurer un effet maximum, la pose des brasseurs d'air doit être optimisée selon des règles de calepinages définis notamment par des projets de recherche dans leurs guides respectifs disponibles en ligne¹¹. La pose d'un brasseur peut nécessiter la création d'une arrivée électrique qui doit être prise en compte dans le projet. Le raccordement électrique doit être réalisé par un professionnel conformément avec la notice technique du produit.

Comment assurer l'installation sécurisée d'un brasseur d'air ?

Il convient de s'assurer que le brasseur est bien fixé à une structure pouvant supporter son poids et les vibrations causées par son utilisation. Le support du brasseur se fixe donc généralement sur un plafond béton ou bois, en utilisant les fixations appropriées à la structure. Les structures fines, creuses ou les faux plafonds sans renforts ne sont pas adaptés à la fixation d'un brasseur d'air. En termes de hauteur, il convient de respecter une distance de sécurité d'au moins 2m²⁰ entre le plan de rotation des pales et le sol. La distance de sécurité conseillée par le constructeur est précisée dans la notice technique du produit. A noter que certains brasseurs d'air sont dotés de sécurité qui arrête la rotation des pâles si l'occupant les touche.

¹¹ Voir : Guide BRISE (<https://guide-brise.org/>) ; projet Ademe BRASSE

IV. GLOSSAIRE

Vocabulaire associé aux protections solaires mobiles

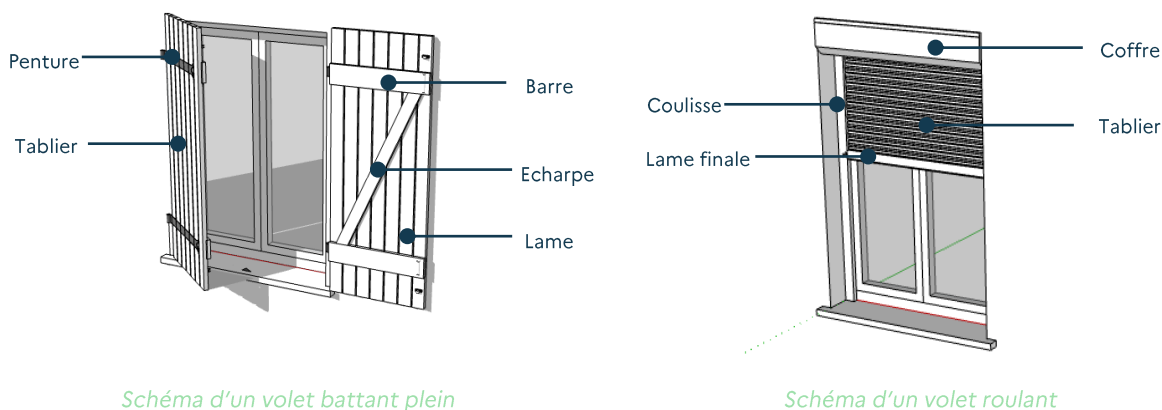


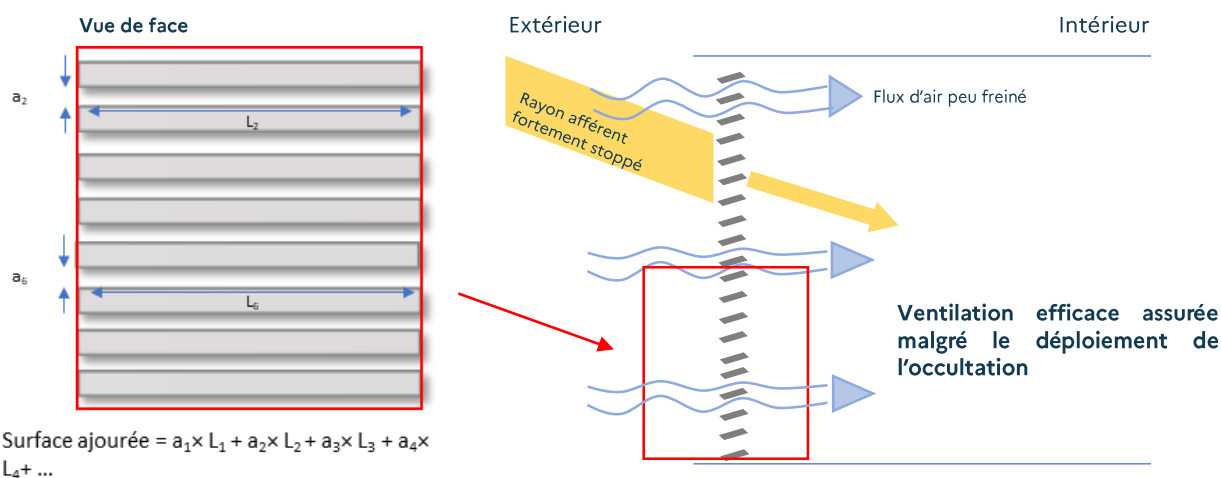
Schéma d'un volet battant plein

Schéma d'un volet roulant

- **Tablier** : partie du produit qui est mise en mouvement par le système de manœuvre et qui remplit la fonction du store, de la banne ou du volet. Dans le cadre de ce guide, le terme générique « tablier » désigne la partie du dispositif qui remplit la fonction d'occultation.
- Le **coffre** de volet roulant ou de store désigne le caisson dans lequel vient se loger le tablier lorsqu'il est réplié.
- La **surface ajourée** d'une occultation correspond à la surface percée du tablier, laissant donc passer l'air. Elle définit la perméabilité de l'occultation.

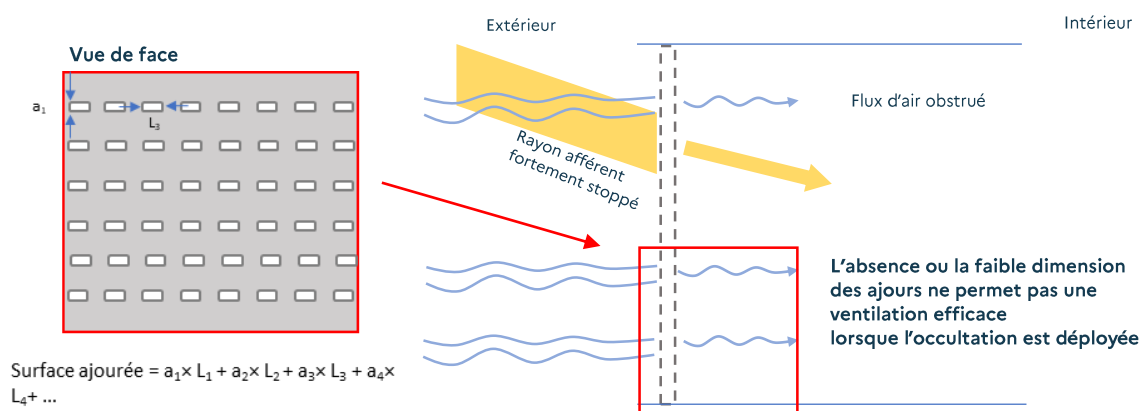
Critères de calcul des surfaces ajourées

— Schéma de principe d'une occultation perméable

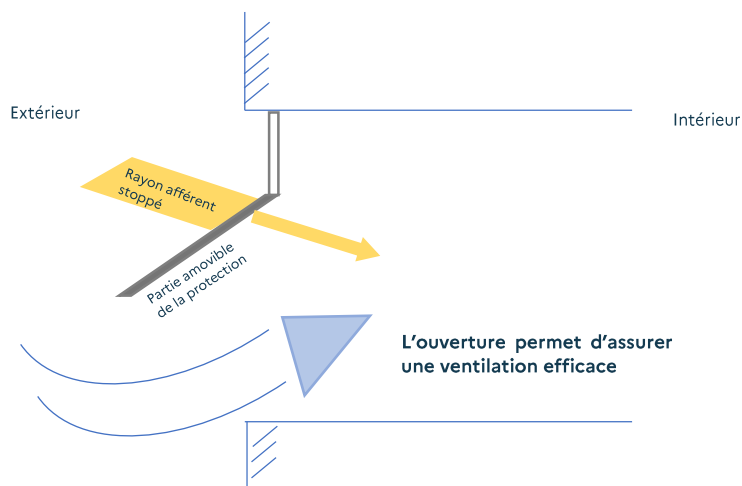


Afin de garantir un passage d'air suffisant, une occultation est considérée comme perméable si au moins 30% de la surface du tablier déployé est ajourée par des ajours d'une dimension minimale d'un centimètre.

— Schéma de principe d'une occultation peu perméable



— Schéma de principe d'une occultation à projection



Exemple des différentes protections solaires extérieures

— Volet battant plein

Volet dont le tablier se compose d'un ou plusieurs vantaux et qui se replie par un mouvement de pivotement*. Les volets battants pleins assurent une occultation solaire performante. Cependant, leur déploiement sans entrebâilleur ne permet pas de laisser passer la lumière en journée ni de ventiler le logement la nuit.

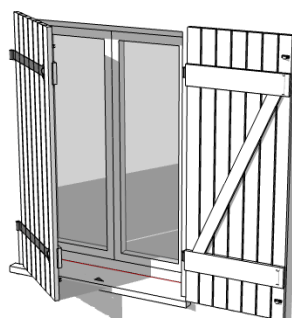
Protection solaire : garantie par les battants opaques

Taux de passage d'air : très faible sans entrebâilleur

Luminosité : très faible sans entrebâilleur

Respect de l'intimité : lorsque les battants sont fermés, l'intimité visuelle est assurée. Elle reste bonne avec entrebâilleur (faible visibilité directe)

Rigidité : tablier rigide



— Volet battant ajouré à lames fixes ou lames orientables

On dit d'un volet battant qu'il est ajouré à lames lorsque que son tablier est composé de lames horizontales orientées de façon à conserver un ajourement. Dans le cas des lames orientables, celles-ci peuvent pivoter de façon à réduire totalement l'ajourement (voir schéma ci dessous).

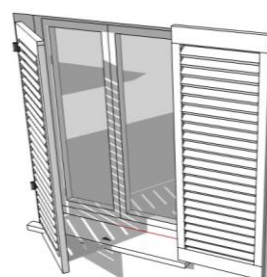
Protection solaire : garantie par les battants

Taux de passage d'air :

- Pour les lames fixes, les ouvertures entre les lames fixes respectent le ratio fixé
- Pour les lames orientables, l'occultation est perméable lorsque les lames ne sont pas trop inclinées

Luminosité : variable de très faible à forte

Respect de l'intimité : L'orientation des lames garantit usuellement une occultation de l'intérieur et donc une intimité



Orientation possible des lames
(position ajourée à gauche, position fermée à droite)

* Définitions issues de la norme EN 12216

— Jalousie accordéon

Volet dont le tablier se compose de plusieurs vantaux interconnectés qui se replient en accordéon et qui présentent un aspect en zig-zag en position déployée. *

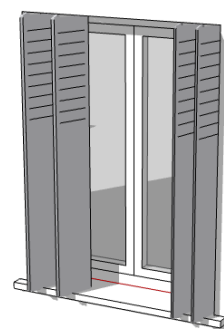
Protection solaire : garantie par les vantaux

Taux de passage d'air : suffisante si les ajours respectent le ratio fixé. Mauvaise perméabilité sinon

Luminosité : si ajourée, ce type d'occultation garanti un apport de lumière minimum

Respect de l'intimité : fermé, ce type d'occultation garantit l'intimité de l'occupant

Rigidité : tablier rigide



— Volet coulissant ajouré

Volet dont le tablier se compose d'un ou plusieurs vantaux qui se replient par un mouvement de coulissement latéral. *

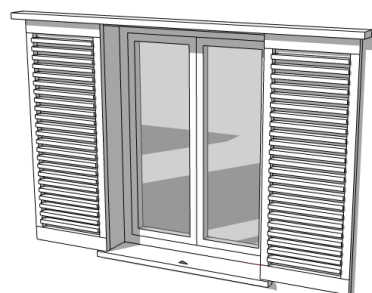
Protection solaire : garantie par le vantail

Taux de passage d'air : Suffisante si les ouvertures entre les lames fixes respectent le ratio fixé

Luminosité : ce type d'occultation garantit un apport de lumière minimum

Respect de l'intimité : fermé, ce type d'occultation garantit l'intimité de l'occupant

Rigidité : tablier rigide



* Définitions issues de la norme EN 12216

— Volet roulant

Volet dont le tablier se replie par enroulement et se compose de lames horizontales interconnectées, orientables ou non, qui se meuvent dans des coulisses latérales. Les volets roulants sont efficaces lorsqu'ils sont totalement déployés, cependant dans cette position, ils ne garantissent pas une bonne luminosité. Déployés de manière à conserver l'intimité, ils ne permettent pas non plus une ventilation nocturne suffisante lorsqu'ils ne sont pas à lame orientables. Il est donc nécessaire de les remonter au moins partiellement ce qui peut entraîner un sentiment d'insécurité ou une perte d'intimité.

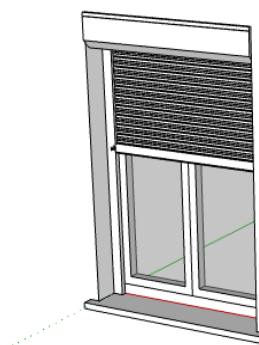
Protection solaire : doit garantir un $g_{tot} < 0,15$ usuellement respecté par ce type d'occultation (lorsque le tablier est totalement déployé), impliquant des ajours très fins

Taux de passage d'air : faible perméabilité lorsque le tablier est totalement déployé (les ajours sont de petite dimension).

Luminosité : faible lorsque le tablier est totalement déployé

Respect de l'intimité : intimité garantie seulement lorsque le tablier est totalement déployé

Rigidité : tablier rigide



— Volet roulant à projection

Un volet roulant est dit « à projection » lorsque le tablier se projette au moyen de bras à articulation latéral. *

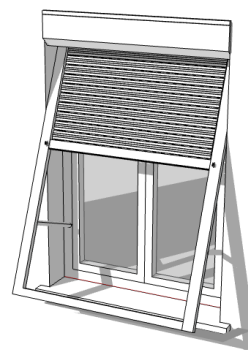
Protection solaire : doit garantir un $g_{tot} < 0,15$ usuellement respecté par ce type d'occultation (lorsque le tablier est totalement déployé), impliquant des ajours très fins

Taux de passage d'air : garantie lorsque le volet est en position « projeté »

Luminosité : variable de très faible à forte

Respect de l'intimité : Lorsque le tablier est totalement déployé, l'intimité est respectée même en position « projeté »

Rigidité : tablier rigide, possible fragilité des bras latéraux



* Définitions issues de la norme EN 12216

— Brise soleil orientable / Volet à lames orientables

Également nommé « store vénitien extérieur », il s'agit d'un store dont le tablier se compose de lames horizontales guidées qui peuvent être orientées et le tablier peut être replié en empilant les lames.

Protection solaire : doit garantir un $g_{tot} < 0,15$ (lorsque le tablier est totalement déployé)

Taux de passage d'air : selon l'inclinaison des lames

Respect de l'intimité : selon l'inclinaison des lames

Luminosité : variable, moyennement faible à forte

Rigidité : Lames rigides mais possible fragilité de la structure au niveau des câbles et lacet de tirage. Les volets à lames orientables sont plus rigides mais moins modulables



— Persienne (à projection)

Volet dont le tablier se compose de plusieurs vantaux non guidés reliés par des charnières qui se replient par enroulement autour de la première lame et qui présentent un aspect plan en position déployée. Est dit « à projection » lorsque le tablier se projette au moyen de bras à articulation latérale. *

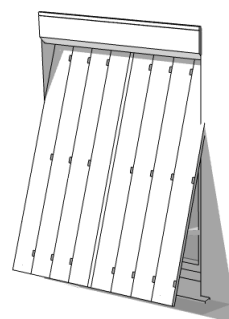
Protection solaire : garantie par le tablier opaque lorsque fermé

Taux de passage d'air : garantie en position « projetée », mauvaise sinon (si l'occultation n'est pas ajourée)

Luminosité : variable de très faible à forte

Respect de l'intimité : l'intimité de l'occupant est respectée même en position projetée

Rigidité : tablier rigide



* Définitions issues de la norme EN 12216

— Store vénitien

Store dont le tablier se compose de lames horizontales qui peuvent être orientées. Le tablier peut être replié en empilant les lames. *

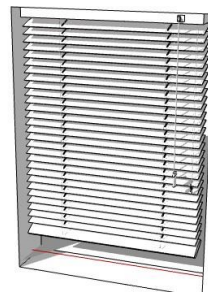
Protection solaire : doit garantir un $g_{tot} < 0,15$ (lorsque le tablier est totalement déployé)

Taux de passage d'air : selon l'inclinaison des lames

Luminosité : variable, moyennement faible à forte

Respect de l'intimité : selon l'inclinaison des lames

Rigidité : structure non rigide, plus fragile



— Store à projection

Store dont le tablier se compose d'une toile qui se projette au moyen de bras à articulation se déployant dans deux plans verticaux latéraux. Lorsque la partie supérieure du tablier se déplace parallèlement à la baie jusqu'à ce qu'une barre de roule en autorise la projection on parle alors de « marquisolette ».

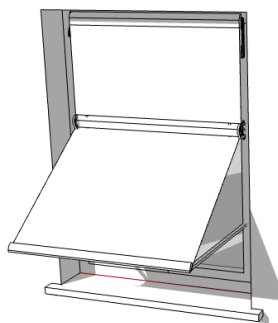
Protection solaire : la toile doit garantir un $g_{tot} < 0,15$

Perméabilité : garantie en position « projetée »

Luminosité : variable de très faible à forte

Respect de l'intimité : selon le niveau de projection du store, l'intimité peut être plus ou moins respectée.

Rigidité : toile souple, avec possible fragilité des bras latéraux

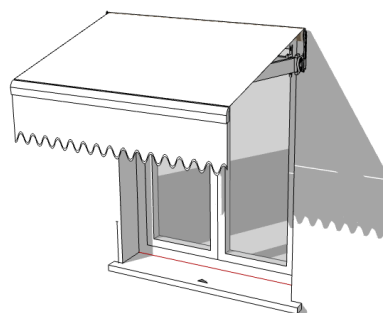


* Définitions issues de la norme EN 12216

— Store banne

*Store dont le tablier se compose d'une toile qui se projette au moyen de bras à ressorts se déployant sensiblement parallèlement à la toile, et qui se replie par enroulement. **

Le store banne n'est pas un équipement éligible car il n'est pas considéré comme une protection solaire de baie mais plutôt comme un dispositif d'ombrage pour l'extérieur. *



* Définitions issues de la norme EN 12216