

Recommandations pour la conception contre la surchauffe estivale dans les EMS

Juin 2017

Mandant:

Service de la santé publique

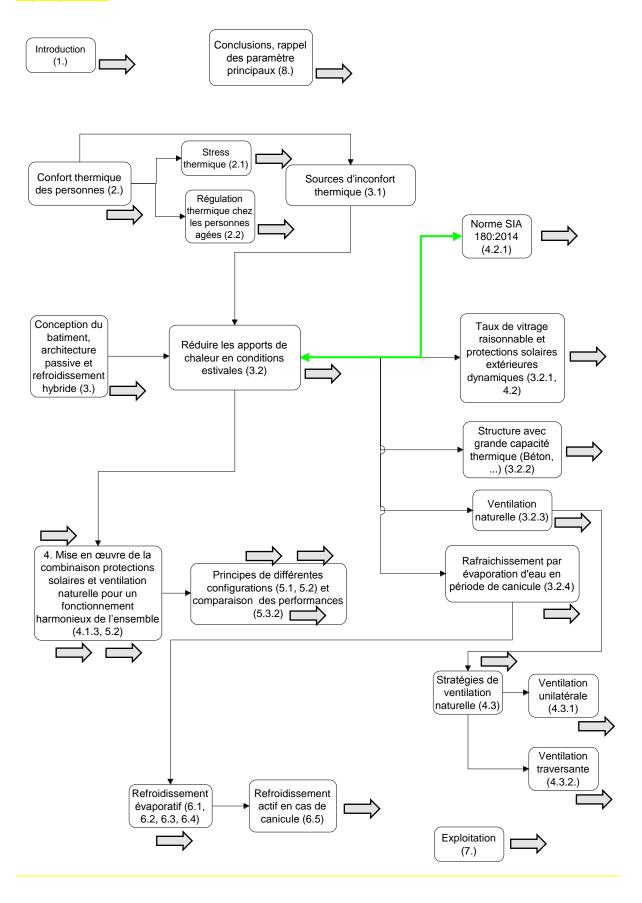
M. P. Hirt, (affaire traitée avec M. Pfister)

Av. des Casernes 2 Bâtiment administratif de la Pontaise 1014 Lausanne

Table des matières

1	Intro	oduction	4				
2		Confort thermique de la personne assise ou couchée					
_							
	2.1	Le stress thermique de la canicule					
	2.2	Régulation thermique du corps chez les personnes âgées					
	2.3	Apports et évacuation de la chaleur du corps humain					
2	2.3.1	hhe are a construction of the construction of					
3	Princ	cipes et conception	/				
	3.1	Les sources principales d'inconfort thermique estival par apports de chaleur non contrôlé	7				
	3.2	Fonctionnalité des composants réduction des apports de chaleur provoquant la surchauffe					
	3.2.1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					
	3.2.2	and the second s					
	3.2.3 3.2.4						
4	_	e en œuvre de la combinaison protections solaires et ventilation naturelle pour un					
		nement harmonieux de l'ensemble	13				
	4.1.1 4.1.2	στο					
		ventilation naturelle et protection solaire rencontrés sur des EMS existants					
	4.1.3						
	venti	lation naturelle					
	4.2	Stratégies de contrôle des apports solaires					
	4.2.1	,					
	4.3	Ventilation naturelle, méthodes de calcul rapides					
	4.3.1 4.3.2						
	4.3.3						
	4.3.4						
5	Турс	plogies et influence des choix sur les sur températures estivales en ventilation unilatérale.	29				
	5.1	Les symboles utilisés	. 29				
	5.2	Cinq cas typiques	. 30				
	5.3	Températures atteintes dans des chambres selon le choix de la configuration de la façade					
	5.3.1	the state of the Art of the state of the sta	. 33				
_	5.3.2						
6	Refr	oidissement évaporatif pour les zones de contrôle climatique actif	35				
	6.1	Principe physique du refroidissement par évaporation directe	. 39				
	6.2	Refroidissement d'air de ventilation par évaporation directe	. 40				
	6.3	Principe physique du refroidissement par évaporation indirecte	. 40				
	6.4	Combinaison de refroidissement par évaporation indirecte et directe	. 40				
	6.5	Refroidissement actif en cas de canicule					
	6.5.1	·					
7	Expl	oitation	41				
	7.1	Rappel des principes de base en exploitation avec ventilation naturelle	. 41				
	7.2	Stratégies d'amélioration par l'exploitation ou par des changements mineurs					
8	Cond		42				

Organigramme



1 Introduction

Les Etablissement Médico-Sociaux (EMS) sont occupés en majorité par des personnes âgées. Le confort thermique des personnes âgées en période de canicule est un sujet nécessitant la prise en compte de facteurs physiologiques et psychologiques pour définir les conditions acceptables de température, humidité, mouvements d'air, hydratation.

En effet, chez les personnes âgées, le nombre de glandes sudoripares (fonction de sécrétion de la sueur, transpiration) diminue avec l'âge, il arrive qu'en cas d'exposition à la chaleur de longue durée, ces glandes ne fonctionnent plus correctement, alors la température du corps augmente, pouvant créer des coups de chaleur et autres pathologies.

L'objectif de ce document est de sensibiliser à la problématique de la surchauffe estivale et d'assister à la conception et à l'exploitation d'EMS fournissant des conditions climatiques acceptables en période de canicule.

Les périodes caniculaires ne dépassent pas normalement quelques jours par an, mais les dégâts qu'elles peuvent provoquer chez des personnes âgées rendent nécessaires une conception et exploitation prenant en compte la gestion de ces périodes.

Ce guide présente les principes de base des conditions de confort et de sécurité sanitaire pour les personnes âgées et les stratégies constructives et d'exploitation permettant d'éviter des surchauffes importantes dans ces bâtiments sans recours au refroidissement actif à l'exception de zones spécifiques.

2 Confort thermique de la personne assise ou couchée

Le sentiment de confort thermique de l'être humain est réalisé par l'équilibre entre la chaleur dégagée par le corps (métabolisme) et l'évacuation de cette chaleur vers l'ambiance.

Lorsque qu'il y a déséquilibre entre la chaleur produite par le corps et son évacuation, l'inconfort (trop froid ou chaud) est alors ressenti.

Le niveau d'activité détermine et influence la quantité de chaleur à évacuer. Les personnes âgées sont en général moins actives et dégagent moins de chaleur que la population plus jeune.

2.1 Le stress thermique de la canicule

Normalement l'être humain maintien une température corporelle constante (appelée homéostasie qui est le mécanisme par lequel le corps maintient sa température constante ainsi que d'autres paramètres importants) par l'équilibre entre la production de chaleur métabolique et les pertes de chaleur à l'environnement proche. En réponse à des variations de l'activité métabolique ou un changement des conditions environnementales, le système nerveux augmente la vasodilatation et la sudation.

Lors d'épisodes caniculaires, il se crée un déséquilibre entre la chaleur entrant dans le corps et la chaleur perdue dans l'environnement immédiat. Les apports de chaleur causés par le métabolisme cellulaire et/ou l'exposition à des températures supérieures à celle de la peau dépassent les pertes de chaleur par conduction, convection, radiation et évaporation. Malgré cette réaction du système nerveux,, il se peut que la réaction en période caniculaire ne suffise pas et alors la température

corporelle augmente, ce qui peut provoquer des incidents pour les personnes âgées. C'est la raison pour laquelle il faut protéger les personnes âgées encore plus que le reste de la population.

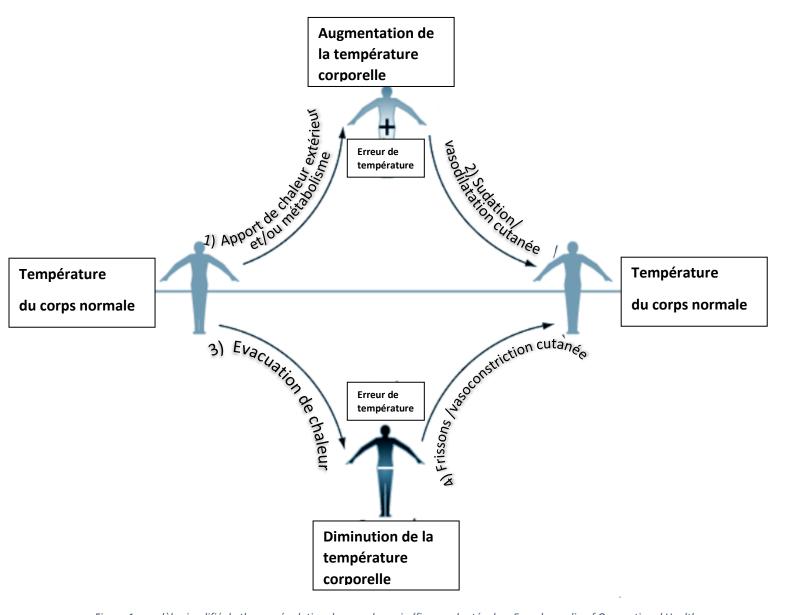


Figure 1 : modèle simplifié de thermorégulation du corps humain (figure adaptée de « Encyclopaedia of Occupational Health and Safety », publiée par le Bureau International du Travail¹)

La figure ci-dessus présente le principe de la thermorégulation du corps humain :

- 1) Lorsque la chaleur apportée au corps humain et/ou son activité métabolique augmentent, la température corporelle augmente
- 2) La thermorégulation du corps fait transpirer la peau et vasodilater les veines de la peau
- 3) Lorsque la chaleur perdue par le corps humain augmente, la température du corps diminue
- 4) Il y a des frissons, la sudation s'arrête et il y une vasoconstriction cutanée

¹ Http://www.iloencyclopaedia.org/part-vi-16255/heat-and-cold, Part VI. 42.Heat and Cold

2.2 Régulation thermique du corps chez les personnes âgées

En général, les personnes âgées ne perçoivent pas le confort thermique de la même manière que des personnes jeunes et adultes.

En moyenne les personnes âgées ont un niveau d'activité plus faible est donc un métabolisme moins important. D'autre part, leur capacité à réguler la température du corps se réduit avec l'âge². On constate une réduction de la sudation comparée aux personnes plus jeunes. La température de démarrage de la sudation est également augmentée. Ces différences sont même plus prononcées chez les personnes âgées du sexe féminin¹. De ce fait, les personnes âgées sont plus rapidement sujettes à des malaises ou pathologies à cause de l'augmentation de température corporelle.

2.3 Apports et évacuation de la chaleur du corps humain

Cette section résume les principaux principes des échanges de chaleur entre le corps humain et son environnement.

2.3.1 Apports de chaleur au corps d'une personne

L'impact de la chaleur estivale sur les personnes est ressenti de plusieurs manières :

2.3.1.1 Le réchauffement des habits et de la peau

- o Par échange de chaleur par convection ente l'air et la peau
 - Convection naturelle entre la surface des habits, de la peau et l'air au repos
 - Convection forcée entre les surfaces des habits, de la peau et l'air au repos

2.3.1.2 Rafraichissement d'une personne par évacuation de la chaleur

Les principes de rafraichissement de la personne sont les suivantes

- Par échange de chaleur par convection ente l'air et la peau à condition que la température de l'air soit inférieure à celle de la peau ou/et de la surface des habits de la personne
 - Convection naturelle entre la surface des habits, de la peau et l'air au repos par mouvement par différence de densité
 - Convection forcée (mouvement d'air accéléré) entre les surfaces des habits, de la peau et l'air au repos par mouvement d'air naturel (vent, ventilation naturelle traversante) ou forcé (ventilateur, éventail, vitesse en vélo, moto). il est à noter que la vitesse de l'air sur la peau doit être appréciée différemment lorsque la température de l'air est inférieure à 24 °C ou bien lorsque la température de l'air est supérieure à 28 °C.
 - La vitesse de l'air maximale admise selon les normes en condition de chauffage est de 0.15 m/s
 - La vitesse de l'air maximale en été lorsque la température de l'air est supérieure à 28°C est de l'ordre de 1-3 m/s
 - Par rayonnement à ondes courtes (solaire direct et diffus, rayonnement à ondes courtes solaire, lumière) directement du soleil et indirectement par réflexion sur des surfaces exposées au rayonnement solaire direct (rayonnement à ondes courtes solaire, lumière)
 - Par échange de chaleur radiatif infra-rouge longue ondes entre les surfaces chaudes intérieures ou extérieures du bâtiment et les habits et la peau (rayonnement longue ondes infra-rouge)
- Par évaporation d'eau

² Van Hoof J., Hensen JLM (2206) thermal comfort and older adults, Gerontology, 4(4), 223-228

 La peau mouillée par une serviette humide ou par brumisation est refroidie par l'évaporation de l'eau à la surface de la peau au contact de l'air



3 Principes et conception

Ce chapitre introduit aux principes de conception architecturale contre la surchauffe.

Les bâtiments construits récemment sont très bien isoléset en général très confortables en période hivernale. Le confort estival n'est malheureusement pas assez souvent considéré comme un critère essentiel de la conception architecturale. Les normes et recommandations concernent essentiellement le confort hivernal. Les réglementations actuelles ne sont généralement pas respectées par manque de connaissance à ce sujet (voir le chapitre 5 « Protection thermique en été » de la Norme Suisse SN 520 180 /SIA 180 :2014).

La façade d'un EMS doit être conçue pour assurer le confort hivernal (les normes sont très précises à ce sujet). Mais elle doit aussi être conçue pour éviter la surchauffe estivale. Les normes actuelles en Suisse couvrent également le sujet, mais sont largement sous-utilisées lorsque l'on ne refroidit pas le batiment activement, comme si dans ce cas, il n'y avait pas besoin de le protéger. Cette habitude doit changer, il y a eu infiniment plus de dégâts sanitaires pour cause de surchauffe en Europe dans les EMS que de froid en hiver. Les personnes âgées ont en général une mémoire de la souffrance par rapport au froid mais pas de la surchauffe, et le froid est facile à résoudre par des couvertures ou autres méthodes. Les anciennes maisons ne présentaient que rarement les syndromes de surchauffe que l'on connait actuellement dans les maisons «sur isolées». En effet, les bâtiments actuels sont pour la plupart confortables en hiver, mais le comportement estival est souvent mal étudié, provoquant des surchauffes évitables dans tout ou partie du bâtiment.

C'est pourquoi il est fondamental de concevoir des EMS qui minimisent les surchauffes estivales. Lorsque la surchauffe arrive dans un EMS, les personnes âgées présentent des risques cardiaques plus importants que la population plus jeune (voir chapitre sur la physiologie des personnes âgées).

La fonction de la façade pour les chambres des pensionnaires et les différentes stratégies de contrôle du climat estival sont développés ci-après.

- 1. Amener suffisamment d'éclairage naturel
- 2. Se protéger contre le soleil estival et la surchauffe sans entraver la ventilation naturelle
- 3. Ventiler naturellement lorsque la température extérieure est inférieure à l'intérieur
- 4. Pourvoir obscurcir la nuit sans entraver la ventilation naturelle



3.1 Les sources principales d'inconfort thermique estival par apports de chaleur non contrôlé

- 1. Durant la journée
 - a. le rayonnement solaire entrant dans les locaux sans contrôle dynamique par l'extérieur
 - b. le manque de mouvement d'air
 - i. la limitation de l'ouverture des fenêtres par des compas (règle de sécurité de 10-12 cm maximum à 1 m de hauteur)
 - ii. la non utilisation de ventilateur plafonnier ou sur pied
 - c. la température élevée des surfaces
- 2. Durant la nuit

a. le manque d'apport d'air suffisant par ventilation naturelle permettant de refroidir l'air intérieur et la structure des locaux

La conception architecturale doit prendre en compte tous ces aspects dès l'avant-projet. La norme SN 520 180 (SIA 180 :2014) couvre de manière assez complète les conditions à remplir pour assurer une protection thermique en été (voir chapitre 5 de cette même norme).

3.2 Fonctionnalité des composants réduction des apports de chaleur provoquant la surchauffe

D'une manière générale, les EMS ne sont pas refroidis activement (pas de rafraichissement actif par des machines frigorifiques).

3.2.1 Taux de vitrage et protections solaires

La tendance architecturale qui consiste à avoir des taux de vitrage importants doit être contrebalancée par des protections solaires mobiles extérieures efficaces. En effet, les protections solaires intérieures sont nettement moins efficaces car l'énergie solaire une fois entrée dans le bâtiment n'est pratiquement plus réfléchie vers l'extérieur, en particulier lorsque les vitrages ont des couches à basse émissivité pour empêcher les pertes de chaleur.

Elles <u>doivent</u> être extérieures et mobiles et doivent répondre aux exigences de réduction des apports solaires de la norme SN 520 180 (SIA 180 :2014) au chapitre 5 (voir section 4.2.14.2.1 Nouvelle norme SIA 180 :2014 (Norme Suisse 520 180)). Cette norme précise comment les façades doivent être protégées contre les apports solaires

Il s'agit donc de protéger les façades contre les apports solaires de la même manière que l'on protège les bâtiments qui sont refroidis activement.

3.2.1.1 Résistance au vent des protections solaires mobiles

Le choix des systèmes de protection solaire doit être compatible avec des vents d'au moins 50 km/h. Souvent les stores en toile à projection, ne résistent pas à plus de 20 km/h et doivent être relevés pratiquement chaque jour, occasionnant des surchauffes incontrôlables. La norme SIA 180 :2014 précise que les solaires mobiles présenter une résistance au vent telle que recommandée dans la norme SIA 342. Il est précisé que les protections solaires extérieures mobiles sur toutes les fenêtres (y compris les stores à toile) doivent être au moins de classe 6 de résistance au vent (voir sous 5.2.2.1 de la norme SIA 180 :2014)

3.2.2 Capacité thermique du bâti

Il est également important d'éviter les faux-plafonds et faux-plancher afin de permettre à la masse du bâtiment d'accumuler le « froid » fourni par la ventilation naturelle nocturne.

3.2.3 Ventilation naturelle

3.2.3.1 Sécurité

Il faut déterminer la surface d'ouverture libre nécessaire en prenant en compte les limitations physiques telles les compas de limitation (12 cm maximum à 1m d'une hauteur praticable), L'ouverture étant limitée selon les mesures de sécurité à 12 cm jusqu'à 1 m depuis une surface praticable (> 12 cm).

De manière générale, il serait préférable d'éviter les compas et utiliser de garde-corps (voir ci-après).

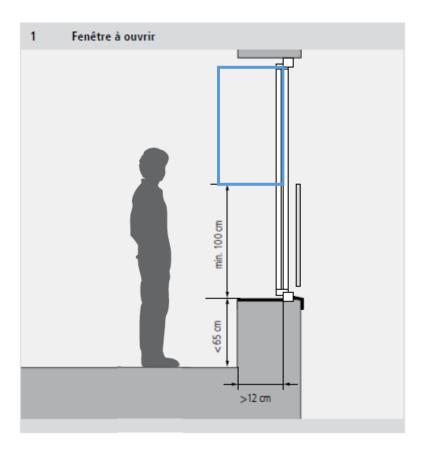


Figure 2 : hauteur de garde minimale pour une prise d'appui possible à 65 cm au maximum

Afin de pouvoir ouvrir les fenêtres pour la ventilation de manière plus efficace (angle d'ouverture de 45° au moins) il est recommandé d'équiper les ouvertures des fenêtres de garde-corps, ce qui permet d'ouvrir des fenêtres de manière efficace (on augmente la surface d'échange d'air de manière significative).

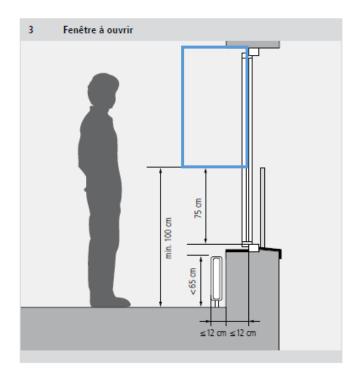


Figure 3 : hauteur minimale du garde-corps sans possibilité d'appui intermédiaire



3.2.3.2 Protection de la pluie

Les ouvrants doivent être protégés de la pluie

- 1. par une grille pare-pluie
 - a. les grilles pare-pluies doivent avoir une surface libre d'ouverture d'au moins 70%

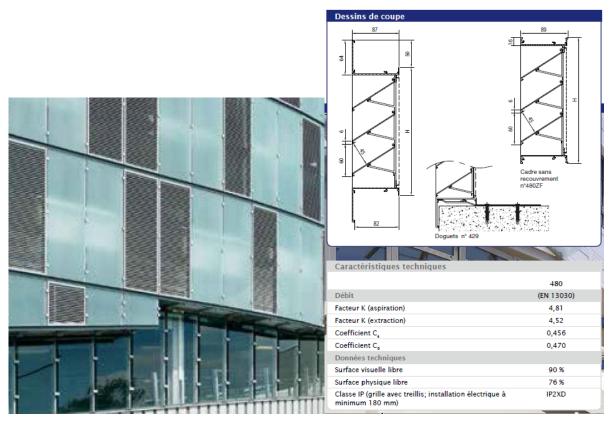


Figure 4 : exemple de grille pare-pluie de ventilation naturelle (le coefficient de décharge peut atteindre 50%-70% ; source Renson)

- 2. par un store à lame situé devant un ouvrant de type oscillant qui ramène l'eau qui pourrait atteindre le vitrage vers l'extérieur
 - a. lorsqu'un store à lames est « fermé », il n'est généralement pas totalement étanche mais est suffisant pour une protection contre une pluie avec un ouvrant oscillant derrière

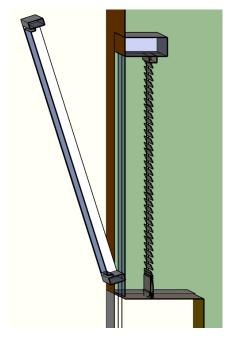
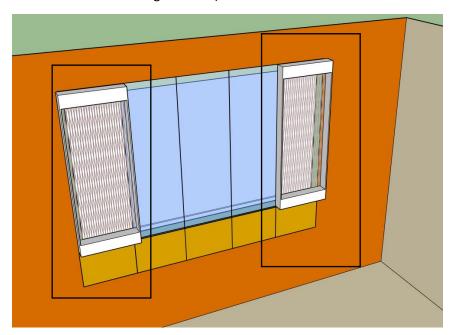


Figure 5 : vue d'un store à lame avec un vitrage oscillant derrière

3.2.3.3 Moustiquaire

Lorsqu'il y a présence prévue de moustiquaire, le dimensionnement des ouvrants doit en tenir compte à cause des pertes de charge occasionnée par une moustiquaire (le coefficient de décharge est réduit de manière significative)



La figure ci-dessus illustre la mise en place de moustiquaire ou autre grillage. Le taux de passage libre doit être d'au moins 80%, et il faut en tenir compte dans les calculs des ouvrants.

3.2.4 Rafraichissement par évaporation d'eau à la personne ou de l'air par brumisation

En période estivale chaude, le taux d'humidité de l'air ambiant est généralement faible. L'évaporation d'eau requiert de l'énergie qui est fournie par l'air qui est humidifié par la vapeur d'eau, et qui se refroidit par cette prise de chaleur par l'évaporation.

Ce phénomène permet de réduire la température de manière significative de l'air ou de la peau humide

3.2.4.1 Refroidissement de la peau par humidification/ Utilisation de brumisation d'eau

- On peut humecter la peau avec des lingettes, ce qui refroidit la peau par évaporation
- On peut brumiser directement des fines gouttelettes sur la peau et autour des personnes soit avec des brumisateurs ou avec de l'eau brumisée devant les ventilateurs sur pied
- Suite à la canicule de 2003, des recherches dans le domaine de la santé et de la protection contre les troubles liés à la chaleur pour les personnes âgées ont été effectuées. Les pertes par sudation ne font pas que perdre de l'eau, elles font également perdre des électrolytes comme le sodium et le chlore³. Il est donc important de se mouiller régulièrement la peau en plus de boire régulièrement. Ce mouillage peut s'effectuer à l'aide de brumisateurs manuels⁴.



³ Physiopathologie et prévention des troubles liés à l'exposition à la chaleur ou au froid, Gustave Savourey, Médecin en chef, et altr. Département des facteurs humains, Centre de recherches du Service de santé des armées, France

⁴ Fortes chaleurs prévenir les risques sanitaires chez la personne âgée, Document destiné aux professionnels de santé - Etat des connaissances : mars 2015, Institut national de prévention et d'éducation pour la santé, France 2015

3.2.4.2 Refroidissement de l'air par évaporation directe ou indirecte

- o de l'air humidifié par brumisation d'eau se refroidit lorsque les fines gouttelettes s'évaporent (c'est le même phénomène qui se produit lorsque la pluie arrive lors d'un orage en été, il y a un refroidissement considérable de la température de l'air du fait de l'évaporation des gouttelettes de pluie)
- 4 Mise en œuvre de la combinaison protections solaires et ventilation naturelle pour un fonctionnement harmonieux de l'ensemble

Les composants du contrôle climatique estival doivent être opérationnels chacun pour leur fonction (protection solaire, ventilation naturelle, ...) mais ne doivent pas contrarier le fonctionnement d'un autre composant et sa fonction.

On présente ci-après quelques exemples de conflits entre protection solaires et ventilation naturelle.

4.1.1 Stores et obscurcissement freinant l'échange d'air par ventilation naturelle nocturne.

L'obscurcissement des chambres est de plus en plus effectué à l'aide de stores à lames extérieurs. Cette solution est optimale pour la journée et permet de résoudre relativement correctement l'obscurcissement nocturne. Les utilisateurs ferment souvent complètement le store la nuit. Dans cette position fermée, ils sont pratiquement étanches à l'air à moins qu'ils soient détachés suffisamment de la fenêtre pour permettre une ventilation naturelle en laissant l'air circuler pratiquement sans résistance .

4.1.1.1 Les photos ci-dessous illustrent la différence entre les manières de gérer des stores.

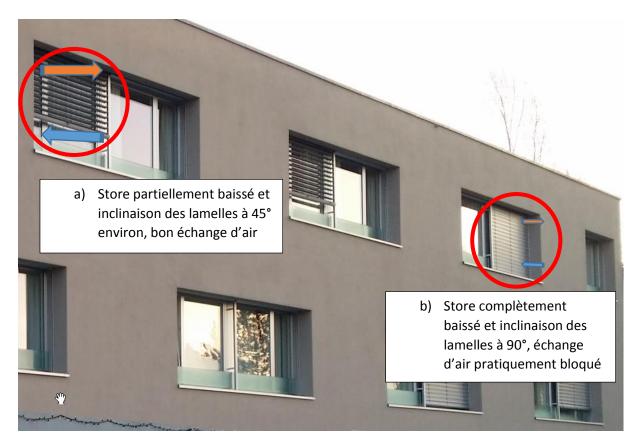


Figure 6 : vue de différents modes d'usage des stores à lame extérieurs pour deux chambres

La photo ci-dessus présente deux modes d'utilisation des stores

- a) La personne occupant cette chambre n'obscurcit pas à l'aide du store, la ventilation naturelle (en cas d'ouverture nocturne estivale) fonctionne parfaitement
- b) Si la personne occupant cette chambre abaisse complètement et ferme le store, la ventilation naturelle ne fonctionne pratiquement plus





Figure 7 : Lorsque le store est fermé, l'ouverture de ventilation est obstruée (la photo ci-dessus montre deux cas de positionnement des stores appropriés à la ventilation naturelle. Si le store est abaissé et mis en position fermée, alors l'échange d'air de ventilation naturelle est bloqué. Il serait préférable d'avoir le vitrage seul recouvert par le store, le volet de ventilation étant indépendant de la position du store.

- 4.1.2 Quelques autres exemples classiques de typologie de combinaison fonctionnelle présentant des conflits entre ventilation naturelle et protection solaire rencontrés sur des EMS existants
- 4.1.2.1 Conflit de gestion : Store à toile « étanche » et ventilation naturelle par ouverture de la fenêtre située derrière

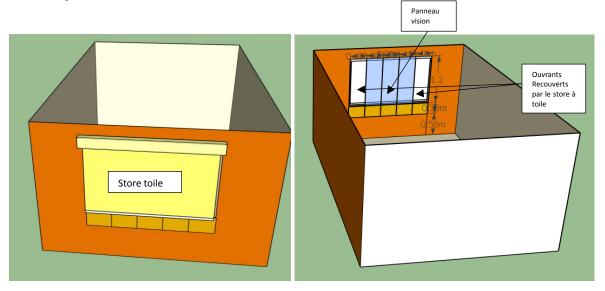


Figure 8 : vues d'une configuration avec store à toile sans projection

Le store à toile (très peu transparent) protège bien du rayonnement solaire durant les périodes chaudes de la journée en période estivale, mais par contre, les ouvrants situés sur les côtés du panneau vision sont obstrués par le store à toile. Conséquence \rightarrow la ventilation naturelle ne fonctionne pas à cause de l'obstruction par le store à toile.

4.1.2.3 Conflit de gestion : Store à lame et ventilation naturelle par ouverture de la fenêtre située derrière le store

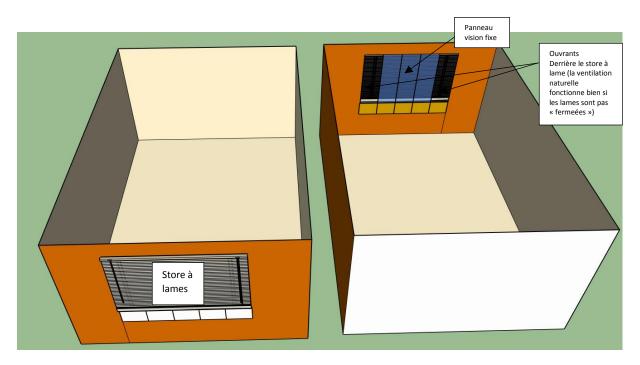


Figure 9 : configuration avec store à lames

Le store à toile protège bien du rayonnement solaire durant les périodes chaudes de la journée en période estivale. L'orientation réglable des lamelles permet de laisser passer de l'air de ventilation naturelle par les ouvrants. Cependant, certaines personnes aiment obscurcir en fermant les lamelles. Dans ce cas la ventilation naturelle nocturne ne fonctionne pratiquement plus.



4.1.2.4 Correction du conflit : Store à lame et ventilation naturelle par ouverture de la fenêtre située derrière avec rideau d'obscurcissement intérieur pour la ventilation nocturne



Figure 10 : vue depuis l'intérieur d'un rideau d'obscurcissement laissant l'air de ventilation naturelle passer au-dessus et au-dessous (voir ci-dessous)

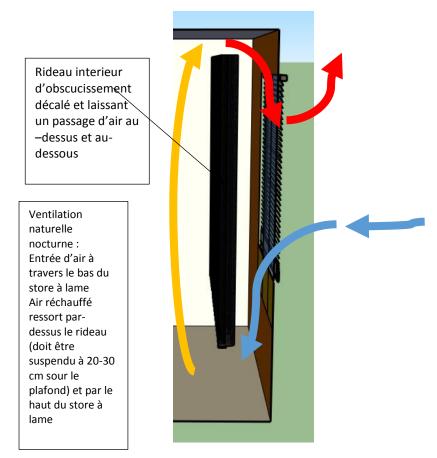


Figure 11 : Vue en coupe d'un système de ventilation naturelle nocturne avec obscurcissement par un rideau intérieur suspendu à 20-30 cm du plafond et avec sa partie basse à environ 30 cm du plancher

4.1.3 Combinaison harmonieuse permettant la gestion indépendante de la protection solaire et de la ventilation naturelle

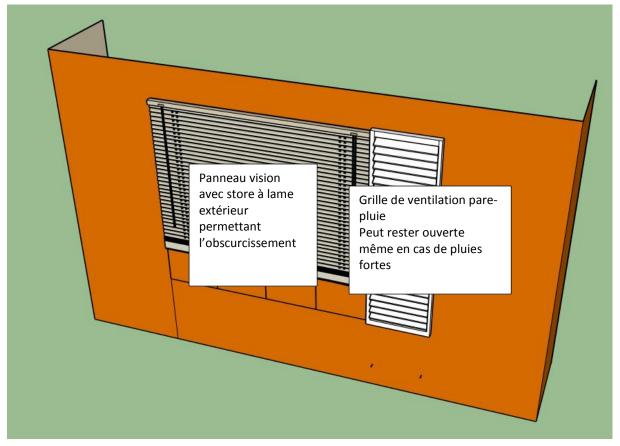


Figure 12 : vue de l'extérieur

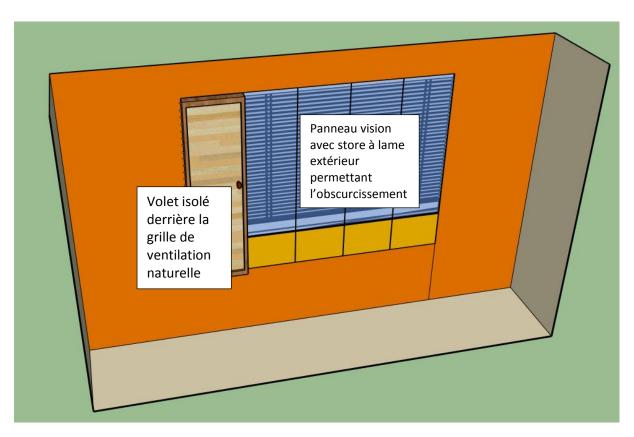


Figure 13: vue de l'intérieur

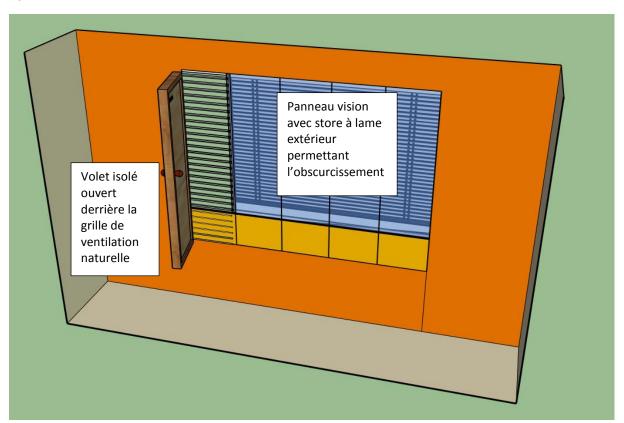


Figure 14: vue de l'intérieur avec volet ouvert

Les figures ci-dessus montrent une combinaison permettant à la ventilation naturelle et les protections solaires d'être toujours fonctionnelles indépendamment de jour comme de nuit.



4.2 Stratégies de contrôle des apports solaires

4.2.1 Nouvelle norme SIA 180 :2014 (Norme Suisse 520 180)

Le contrôle des apports solaires doit être conforme aux valeurs de transmission solaire prescrite par la norme SIA 180 :2014 au chapitre 5.

Taux de transmission d'énergie globale g façade

En fonction de leur orientation et du taux de surface vitrée f_g de la pièce, le taux de transmission d'énergie globale g des fenêtres en façade ne doit pas dépasser, avec leur protection solaire, les valeurs suivantes (selon SIA 180, chiffre 5.2.4.1):

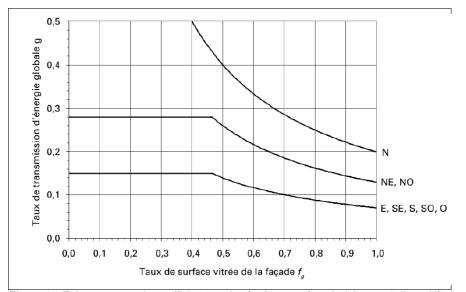


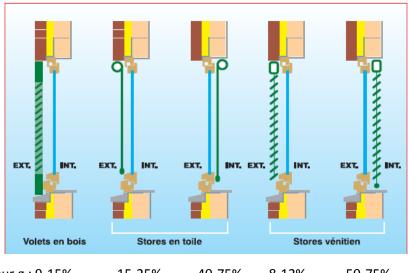
Figure 1: Exigences pour le coefficient g_{tot} des fenêtres en façade (vitrage et dispositif de protection solaire) selon le taux de surface vitrée et l'orientation. Source : SIA 180, figure 12

Figure 15 : figure tirée de ⁵

Les valeurs exigées par la norme SIA 180:2014 ne peuvent être obtenues pratiquement que par l'utilisation de protections solaires extérieures du type stores à lames ou volets.



⁵ Aide à l'application EN-102 «Isolation thermique des bâtiments», Edition août 2016 CONFERENCE DES SERVICES CANTONAUX DE L'ENERGIE, page 14



Valeur g: 9-15% 15-25% 40-75% 8-12% 50-75%

Figure 16 : valeurs indicatives du facteur g pour différents types de protections solaires⁶

4.3 Ventilation naturelle, méthodes de calcul rapides

4.3.1 Ventilation unilatérale

Dans les chambres et les zones communes, il est recommandé de recourir à la ventilation naturelle traversante autant que possible. Cependant, lorsque cela n'est pas possible, la ventilation naturelle unilatérale par la façade est un moyen efficace pour autant que les ouvrants de ventilation naturelle soient bien dimensionnés.

L'abaque ci-dessous permet d'estimer rapidement la surface d'ouverture de ventilation naturelle en fonction du rapport hauteur sur largeur d'une ouverture.

⁶ Traité d'Architecture et d'Urbanisme Bioclimatiques, Concevoir, édifier et aménager avec le développement durable, A. Liébard, A De Herde, Observ'ER, Le Moniteur, 2000, page 138b

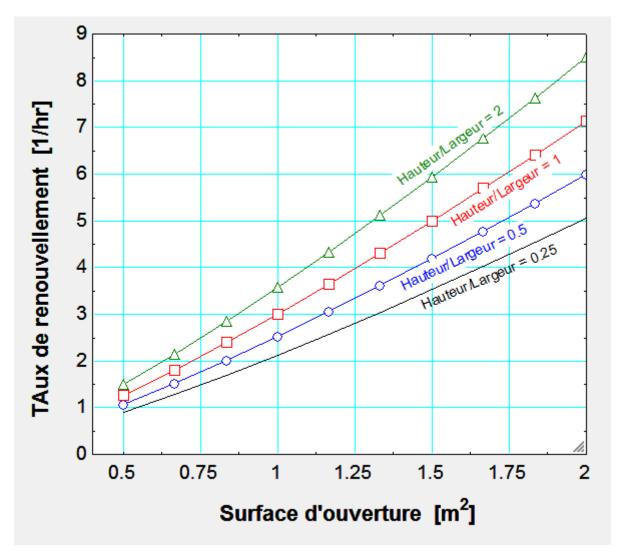


Figure 17 : abaque de dimensionnement de la surface d'ouverture de ventilation naturelle pour une chambre de 15 m² et 3 °C de différence entre l'intérieur et l'extérieur

On admet en général, basé sur l'expérience, qu'il faudrait dimensionner la surface d'ouverture pour obtenir sur cet abaque au moins 4-6 renouvellement par heure.

4.3.2 Ventilation traversante

D'une manière générale, la ventilation naturelle traversante est plus efficace que la ventilation naturelle unilatérale.

Dans le cas où il est possible de prévoir une ventilation traversante, la solution déjà optimisée avec protection solaire et ventilation naturelle en façade peut être nettement améliorée par une ouverture sur le couloir. En cas de brise, la ventilation naturelle traversante est plus efficace que la ventilation en façade seulement.

La figure ci-dessous un abaque de dimensionnement pour une ventilation traversante avec la surface d'ouvrant d'un coté en fonction de la vitesse du vent face à la façade du coté sous le vent.

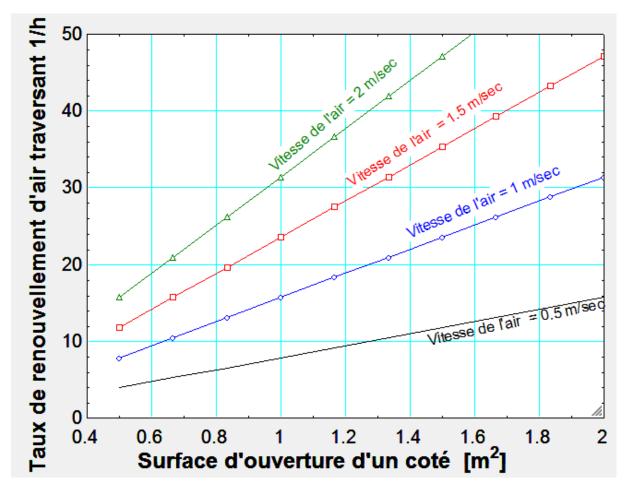


Figure 18 : Taux de renouvellement d'air par heure en fonction de la vitesse du vent incident et de la surface d'ouverture d'un côté (on admet que la surface de sortie est égale à celle d'entrée). On a admis un coefficient de décharge de 0.25 pour l'ensemble.

En cas de régime de vent connus, les ouvertures de ventilation naturelle peuvent être de taille plus petite que pour la ventilation naturelle unilatérale.

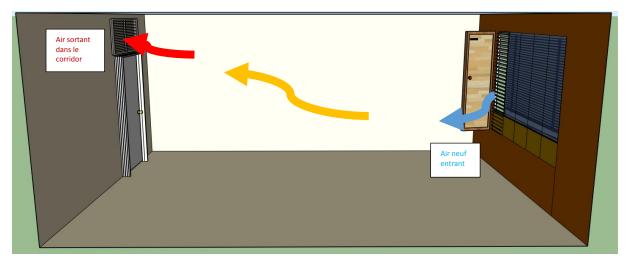


Figure 19 : ventilation naturelle traversante avec grille de transfert au-dessus de la porte (cette disposition n'est pas toujours acceptée selon les différentes 'interprétations des normes AEAI)



4.3.3 Inertie à maximiser pour optimiser l'impact de la ventilation nocturne

La ventilation naturelle nocturne « refroidit » de manière efficace si la structure du bâtiment est en contact direct avec l'air. Il faut éviter les faux-plafonds « fermés ».

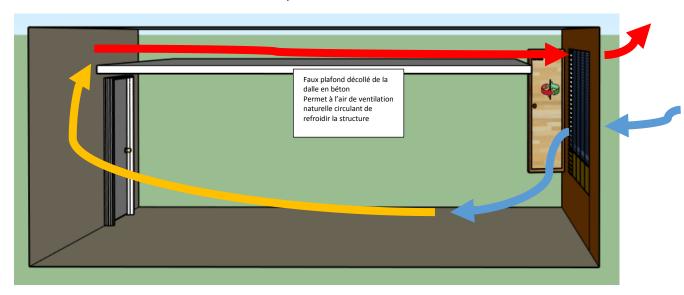


Figure 20 : air pouvant transmettre du « froid » par passage au-dessus du faux plafond qui est ouvert

4.3.3.1 Quelques exemples à détailler en cas de réalisation par des études de simulation et conformité de sécurité des personnes et incendie



Figure 21 : exemple de ventilation naturelle traversant pouvant être mise ne œuvre simplement (La Girarde, salle à manger polyvalente)

La figure ci-dessus présente la possibilité de mettre en pratique une ventilation traversante en utilisant les ouvrants existants.



Figure 22 : vue arrière d'un bâtiment ayant des problèmes de surchauffe dans le réfectoire

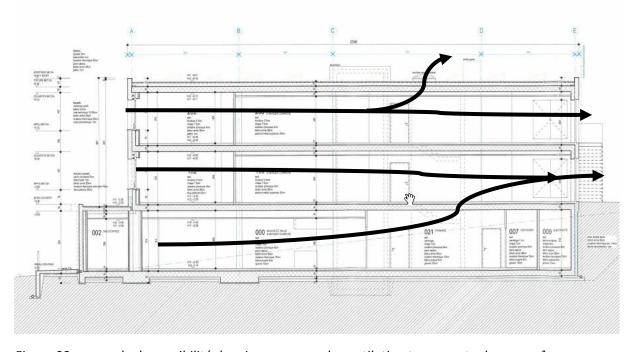


Figure 23 : exemple de possibilité de mise en œuvre de ventilation traversante dans ce même bâtiment avec modification des ouvrant nécessaire (sécurité psycho-gériatrique, sécurité incendie à controler en cas de réalisation)

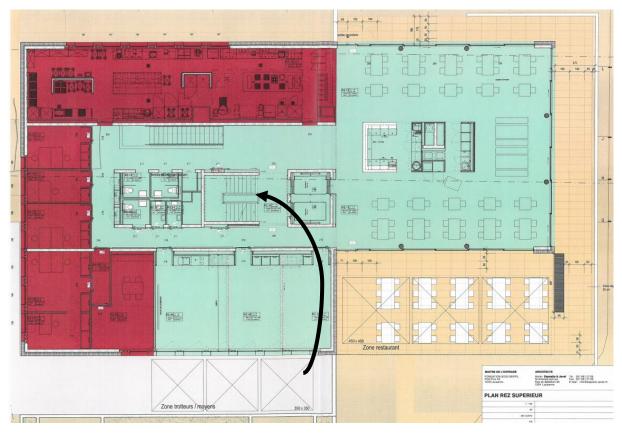


Figure 24 : Vue en plan étage supérieur (BG 2), stratégie de ventilation nocturne de refroidissement de la cage d'escalier mise en œuvre

4.3.4 Autres paramètre importants

4.3.4.1 Les mouvements d'air pour le confort estival

La ventilation peut être subdivisée en trois types de ventilation (voir figure ci-dessous) :

- 1. La ventilation hygiénique, c'est celle qui garantit par renouvellement naturel ou mécanique de l'air pour le minimum nécessaire à la respiration et à l'hygiène (0-2 renouvellements d'air par heure)
- 2. La ventilation naturelle avec laquelle on recherche un renouvellement de l'air plus élevé afin d'avoir assez de capacité pour refroidir la masse d'un bâtiment de nuit (4-10 renouvellements d'air par heure)
- 3. La ventilation avec laquelle on crée des mouvements d'air que l'on ressent et augmente le confort en période de chaleur estivale (plus de 25 renouvellements par heure, essentiellement par brassage intérieur)

Les 3 dimensions de la ventilation SURCHAUFFE VITESSE AIR **HYGIENE** 1,25 CONCENTRATION 3 CO2, COV... 1,0 0,5 1 Dilution des Dilution des Vitesse d'air pour le pollutions apports 0,25 Pag confort thermiques Débit en Vol/h 2 0 4 10 25 100

Figure 25 : graphique tiré d'un cours présenté par le professeur François Garde de l'université de la Réunion

Les études effectuées après la canicule de 2003 en France⁷ ont conclu à l'intérêt de l'installation de **ventilateurs plafonniers à faible vitesse**. C'est le ventilateur à vitesse variable qui permet aux personnes de régler elle-même l'intensité du courant d'air qui est la meilleure solution.



⁷ Cahier pratique, Améliorer le confort d'été dans les établissements pour personnes âgées et handicapées, ADEM, La Gazette Santé Social

Intérêt des brasseurs d'air



« Il existe des brasseurs d'air fonctionnant à très basse vitesse, qui font du 0,2 ou 0,3 m/s sur la peau. C'est à peu près la vitesse d'air provoquée par un éventail, donc ça convient très bien aux personnes fragiles. En facilitant les mécanismes d'évapotranspiration, ce brassage d'air abaisse la température sur la peau, et permet un ressenti de 2 ou 3 degrés de moins. » - Robert Celaire, Ingénieur Conseil (Lambesc)

Figure 26 : tiré de la référence²

Dans le cas où on n'installe pas de ventilateur plafonnier, on peut donner temporairement aux personnes des **ventilateurs sur pied**. Ils devraient être **à vitesse variable** afin que les personnes puissent régler l'intensité du courant d'air généré.





5 Typologies et influence des choix sur les sur températures estivales en ventilation unilatérale On présente ici quelques-unes des typologies rencontrées sur différents EMS.

5.1 Les symboles utilisés

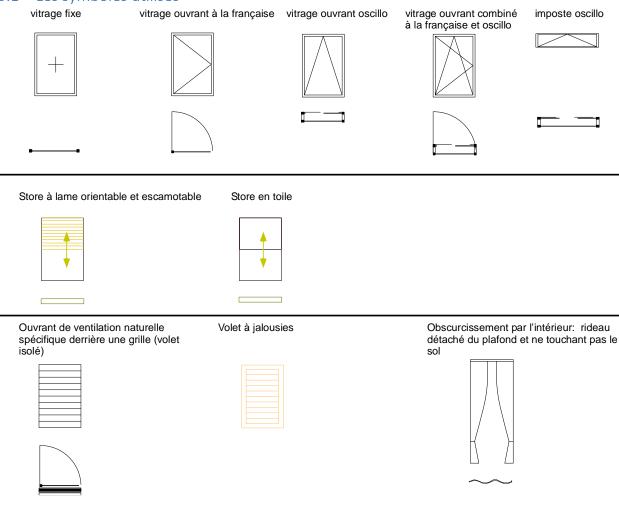


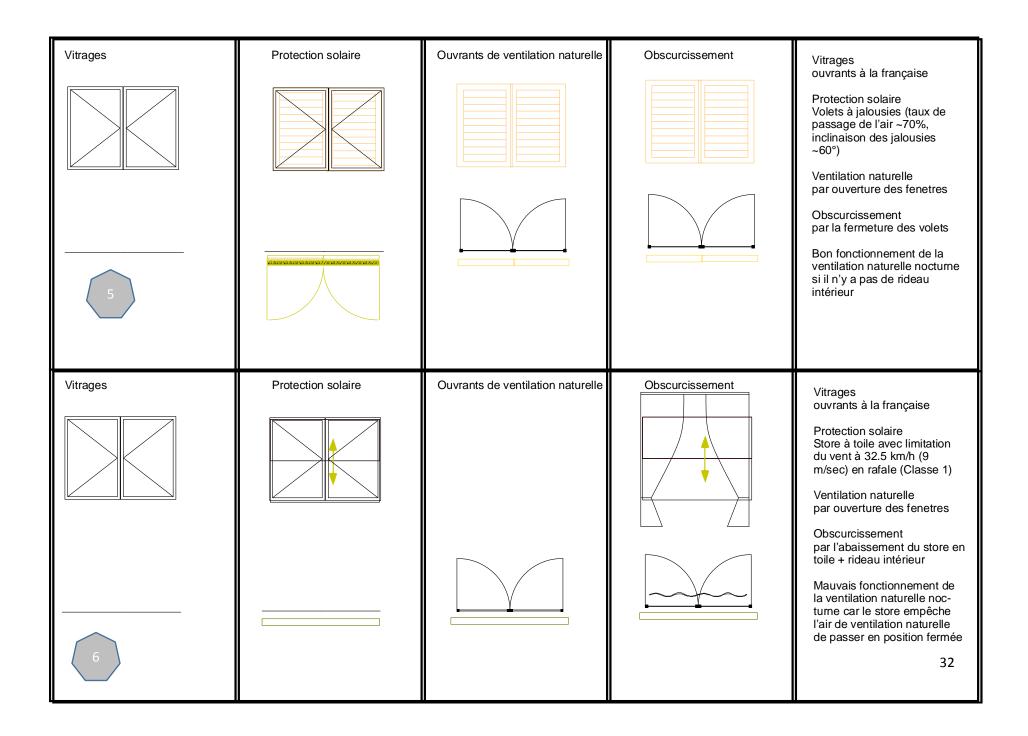
Figure 27 : Symboles utilisés dans la présentation des configurations ci-après

5.2 Cinq cas typiques

Vitrages	Protection solaire	Ouvrants de ventilation naturelle	Obscurcissement	Vitrages panneaux vision fixes
			Par le store à lame	Protection solaire Store à lame re-couvrant la partie vitrée fixe Ventilation naturelle par ouverture du volet isolé derrière la grille
				Obscurcissement par l'abaissement du store devant les vitrages fixe
				pas de conflit
•				
<u>+</u>		Par l'imposte	Par le store et par un rideau intérieur	Vitrages panneau vision fixe Protection solaire Store à lame re-couvrant la partie vitrée fixe Ventilation naturelle par ouverture de l'imposte Obscurcissement par un rideau intérieur Fonction ouverture en imposte insuffisante pour une ventila- tion unilatérale Conflit de fonction si le rideau n'est pas assez décollé avec un passage d'air en dessus et en dessous 30

Vitrages	Protection solaire	Ouvrants de ventilation naturelle	Obscurcissement	Vitrages	
		uniquement par ouverture des vitrages		panneaux visions fixe Protection solaire Store à lame re-couvrant toute l'embrasure lorsqu'il est baissé Ventilation naturelle par ouverture des fenetres Obscurcissement par l'abaissement du store	
3				Conflit de fonction conflit potentiel si le rideau n'est pas assez décollé de la fenêtre et si il ne laisse pas assez de passage d'air par le dessus et le dessous	
Vitrages	Protection solaire	Ouvrants de ventilation naturelle	Obscurcissement	Vitrages panneaux visions fixe	
			Par le store à lame	Protection solaire Store à lame re-couvrant toute l'embrasure lorsqu'il est baissé Ventilation naturelle par ouverture du volet isolé derrière la grille Obscurcissement	
4				par l'abaissement du store Conflit de fonction lorsque l'on baisse le store et ferme les lamelles pour obscurcir la ventilation naturelle ne fonctionne plus	





5.3 Températures atteintes dans des chambres selon le choix de la configuration de la façade

5.3.1 La chambre type (sans prendre en compte la salle de bain)

La chambre type considérée pour cette analyse a les caractéristiques suivantes (tirés d'une moyenne sur quelques EMS récents) :

Chambre		
Profondeur	5	m
Largeur	3	m
Surface de façade	15.1	m ²
Hauteur libre	2.4	
Surface des parois latérales internes	11.3	m ²
Surface de façade	8	m²
Fenêtres		
Largeur	2	m
Hauteur	1.5	m
Surface	3.0	m ²
Taux de vitrage en % de la surface de façade	37.5%	-

5.3.2 Températures sur une période de canicule

Les simulations dynamiques (TRNSYS 17 + TRNFLOW⁸) se basent sur des données météoritiques horaires de l'année 2003 (Pully, MeteoSuisse), année exceptionnellement chaude. Les simulations ont été effectuées pour les orientations Sud et Ouest, qui sont les plus exposées à la surchauffe.

Les légendes des figures ci-dessous sont explicitées :

Orient orientation de la façade (0 = Sud, 90 = Est, 180 = Nord, 270 = Ouest)

⁸ http://sel.me.wisc.edu/trnsys/index.html, IRNSYS17

g-store coefficient g du store extérieur (-)

passagelibre taux de passage de l'air par rapport à l'ouverture de ventilation sans autre obstruction

ouvrant HxL Hauteur et Largeur de l'ouverture de ventilation H (m) L(m)

Cd Ouvert coefficient de décharge (en général 0.7 pour une ouverture libre dans une embrasure, 0.2-0.3 pour une ouverture oscillo-battante

avec un angle d'ouverture de 15-30°), 0.2-0.5 pour les grilles pare-pluie

Text Température extérieure

5.3.2.1 Orientation Sud

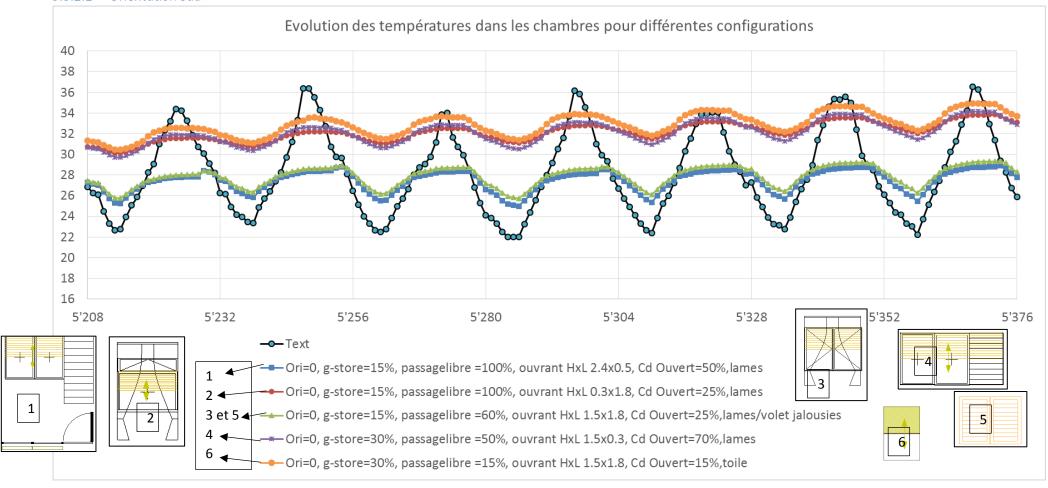


Figure 28 : température dans une chambre type durant une semaine de canicule pour une orientation Sud (selon configurations 1-6 présentées avant)

5.3.2.2 Orientation Ouest

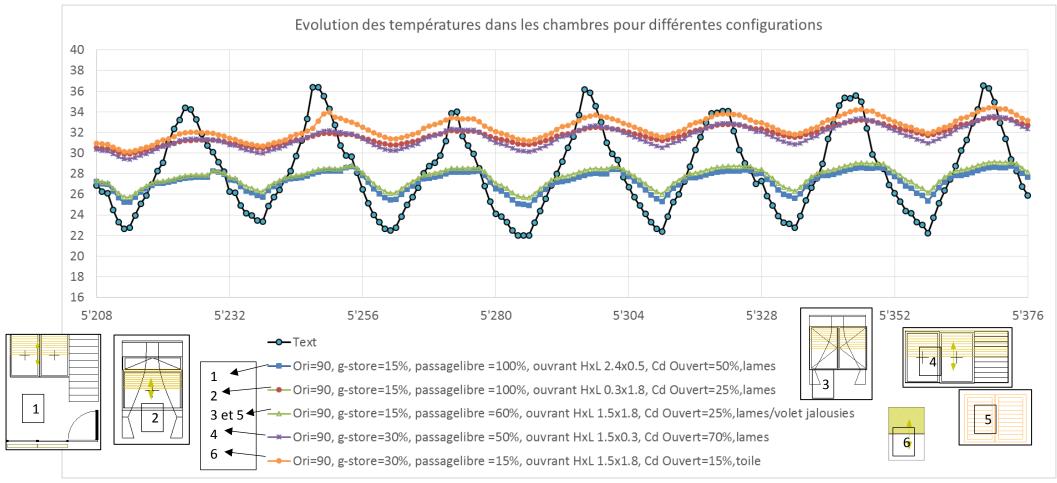


Figure 29 : température dans une chambre type durant une semaine de canicule pour une orientation Ouest (selon configuration 1-6 présentées avant)



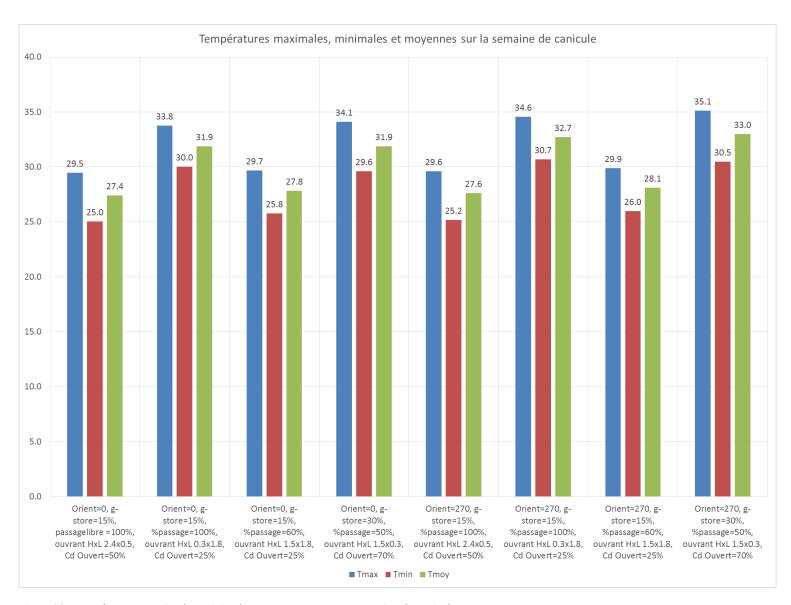


Figure 30 : Températures maximales, minimales et moyennes sur une semaine de canicule



6 Refroidissement évaporatif pour les zones de contrôle climatique actif

Durant les périodes caniculaires, sous nos latitudes, l'air est en général très sec. Il est possible de le refroidir en brumisant avec de fines gouttelettes d'eau à très haute pression qui permette de refroidir l'air par humidification évaporation de ces gouttelettes.

6.1 Principe physique du refroidissement par évaporation directe

Le diagramme de l'air humide ci-dessous présente un exemple de refroidissement par évaporation directe d'air extérieur à 35° et 20 % d'humidité jusqu'à 22° et 70 % d'humidité. La seule énergie nécessaire et le pompage de l'eau à haute pression pour la brumisation. De tels systèmes sont extrêmement efficaces et très peu voraces en énergie en particulier pendant les périodes caniculaires.

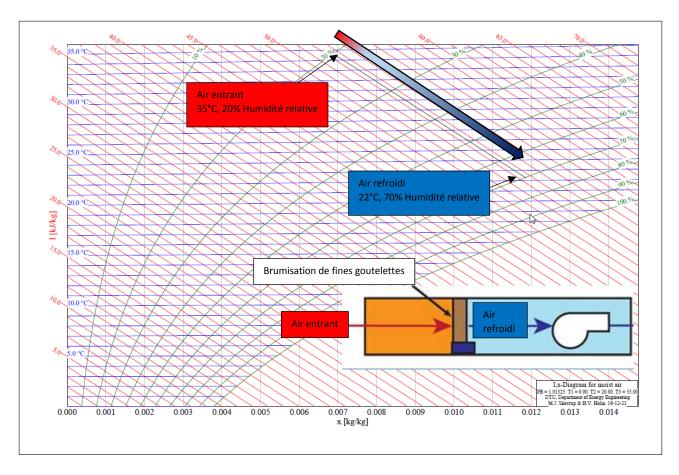


Figure 31 : Exemple de refroidissement par évaporation directe (l'air à 35°C et avec 20% d'humidité relative est refroidi par brumisation de fines gouttelettes et est refroidi à environ 22°C et 70% d'humidité relative)



6.2 Refroidissement d'air de ventilation par évaporation directe

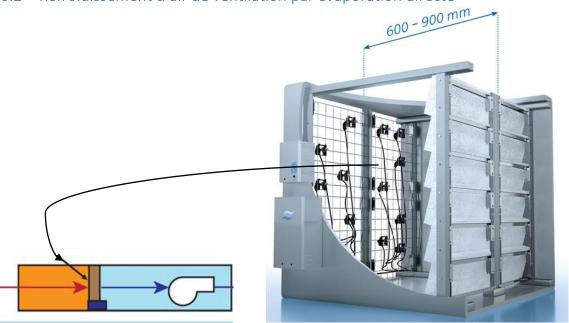


Figure 32 : vue d'un système de brumisation pour le refroidissement de l'air par évaporation (pris de la documentation du fabricant Condair) qui s'intègre dans une unité de traitement d'air conventionnelle



6.3 Principe physique du refroidissement par évaporation indirecte

Le système de refroidissement évaporatif peut être assuré par un système de refroidissement appelé adiabatique indirect qui permet de refroidir l'air sans humidifier par échange de chaleur entre de l'air humidifié pratiquement à 100 % et l'air entrant. Air ainsi refroidi pulsé par la ventilation n'est pas humidifié.

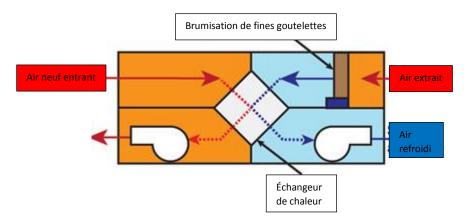


Figure 33 : schéma simplifié d'une installation de traitement d'air ave refroidissement par évaporation indirecte (brumisation de l'air extrait, et refroidissement de l'air entrant par échangeur de chaleur entre l'air extrait refroidi par brumisation et l'air neuf entrant)



6.4 Combinaison de refroidissement par évaporation indirecte et directe

Il est possible de descendre des températures inférieures à la température de bulbe humide si l'on combine les deux refroidissements dans une même installation de traitement d'air. Une telle stratégie ne nécessite aucun apport de froid d'une machine frigorifique.

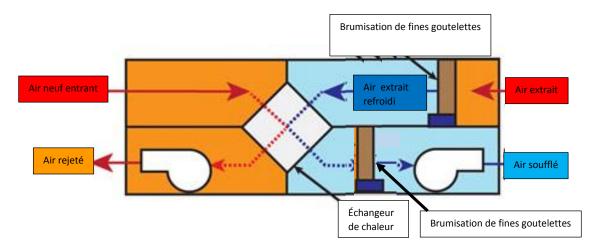


Figure 34 : schéma simplifié d'une installation de traitement d'air avec refroidissement par évaporation indirecte (brumisation de l'air extrait, et refroidissement de l'air entrant par échangeur de chaleur entre l'air extrait refroidi par brumisation et l'air neuf entrant) et directe (brumisation de l'air extrait après pré-refroidissement par l'échangeur de chaleur)



6.5 Refroidissement actif en cas de canicule

Les pratiques récentes introduisent souvent une zone refroidie activement pour garantir des températures acceptables pour les personnes fragiles.

6.5.1 Emplacement de la zone et installations spécifiques

Afin d'éviter tout apport de chaleur d'origine solaire, il est préférable de situer cette zone au centre du bâtiment, ou sur une façade nord avec un faible taux de vitrage.

On peut utiliser les méthodes de refroidissement évaporatif présentées ci-dessus, et les compléter par une installation de refroidissement spécifique refroidissant l'air déjà refroidi par évaporation.

Cette installation de faible puissance ne nécessitera son utilisation que lors des canicules et lorsque le taux d'humidité de l'air est élevé. Elle peut être du type à évaporation directe du fluide dans la batterie de froid.



7 Exploitation

7.1 Rappel des principes de base en exploitation avec ventilation naturelle

Des études par simulation, on a démontré qu'il n'y a pas besoin sous nos latitudes de fermer les ouvrants de ventilation naturelle très tôt le matin. Si les protections solaires sont efficaces, on peut très bien laisser les fenêtres ouvertes jusqu'à 11h du matin environ.

La ventilation naturelle nocturne permet de réduire la température initiale du matin, et de cette manière, de réduire la température maximale durant la journée.

7.2 Stratégies d'amélioration par l'exploitation ou par des changements mineurs

Voir les différentes sections relatives à la conception et déterminer si des modifications simples ne peuvent pas changer le mode de fonctionnement des protections solaires et de la ventilation naturelle.



8 Conclusions, rappel des paramètres principaux et des règles de conception

Lors de la conception d'un nouvel EMS ou lors de sa rénovation, il est important de considérer que la surchauffe estivale, qui peut être néfaste voir fatale pour certains des occupants de ces établissements. On peut la combattre par des méthodes passives essentiellement.

- 1. D'une manière générale il faut éviter les taux de vitrage supérieur à 40 % de la surface de façade
- 2. Les orientations avec des taux de vitrages éventuellement supérieurs ne doivent en tout cas pas être sur les orientations Sud-est, Sud, Sud-Est et Ouest
- 3. Dans tous les cas protections solaires extérieures tels que des stores à lame ou des volets à jalousie sont les systèmes permettant de réduire les apports solaires au maximum
 - la nouvelle norme SIA 180 :2014 (SN 520 180) prescrit de protéger contre les apports solaires les façades des bâtiments non refroidis activement aussi bien que ceux qui sont refroidis activement
 - b. l'utilisation de store à toile peut être considérée à deux conditions
 - i. que les vitesses de vent nécessitant de les relever ne soient pas plus fréquentes que 20 fois par année
 - ii. que leur atténuation des apports solaires soit d'au moins 85 %
- 4. Il faut absolument étudier le fonctionnement coordonné les protections solaires (souvent utilisées également pour l'obscurcissement) avec les ouvrants de ventilation naturelle (voir le chapitre 4 Mise en œuvre de la combinaison protections solaires et ventilation naturelle pour un fonctionnement harmonieux de l'ensemble)
- 5. Les ouvrants de ventilation naturelle doivent être dimensionnés pour obtenir un taux d'échange d'air par heure d'au moins six renouvellements pour une différence de température de 2 à 3° entre l'intérieur et l'extérieur
 - a. dans le cas où l'on n'est pas assuré de pouvoir utiliser la ventilation naturelle traversante assistée par le vent, il faut dimensionner les ouvrants de ventilation pour uneventilation naturelle unilatérale
 - dans le cas de ventilation traversante à travers plusieurs ouvertures et grilles, il faut calculer les écoulements d'air à l'aide de logiciels de simulation d'écoulement tridimensionnels prenant en compte ces pertes de pression additionnelles
- 6. dans le but de maximiser l'inertie thermique des zones, il faut éviter d'utiliser des faux plafonds et faux plancher. Dans le cas où cela est nécessaire, il faut les laisser ouverts thermiquement, c'est-à-dire que l'air doit pouvoir circuler entre le faux plafond et la structure porteuse du bâtiment.
- 7. En période de canicule, la pratique qui consiste à concevoir une zone, dont le confort thermique est assuré, se généralise.
 - a. Sous nos climats, en période de canicule, les plus hautes températures sont en général atteintes avec un taux d'humidité relativement faible. On peut donc recourir à des systèmes de refroidissement de type évaporatif. Cette technologie est bien connue et peut facilement être intégrée dans des installations de ventilation mécanique.
 - b. Ce type d'installation permettra de garantir le climat dans une zone désignée pour la plus grande partie de l'été. À fin de pouvoir contrôler le climat également pendant une période de canicule avec une humidité élevée, on peut ajouter une batterie de

- refroidissement après le refroidissement évaporatif qui est alimenté par une petite machine frigorifique à détente directe.
- c. Dans le cas où le chauffage est effectué avec des pompes à chaleur avec une prise de chaleur dans le terrain par des sondes verticales, on peut également concevoir un réseau de refroidissement hybride utilisant l'énergie froide stockée pendant l'hiver par le système de chauffage

