INFLUENCE DE REFROIDISSEMENT DES SURFACES D'UN HABITAT SUR LA TEMPERATURE DE L'AIR INTERIEUR

* ***Abdelmadjid KADDOUR [a], S.M.A BEKKOUCHE[a], Boumédiène BENYOUCEF [b],***
[a]Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables, URAER, Centre Développement des Energies Renouvelables, CDER, 47133, Ghardaïa, Algéria
[b]Unité de Recherche Matériaux et Energies Renouvelables, URMER, Université de Tlemcen, 13000 Tlemcen, Algérie

* Abdelmadjid KADDOUR: kaddour.majid@gmail.com

Résumé
Cette étude examine comment le refroidissement par évaporation intégré de bâtiment peut contribuer à la réduction de la température dans de grands espaces vitrés. Le principe de refroidissement est basé sur le changement de phase de l'eau; c'est à dire la variation de la phase liquide de l'eau dans de l'eau vapeur. Le refroidissement par évaporation des bâtiments est la technique la plus ancienne pour l'amélioration de des conditions intérieures et confort. Récemment, l'intérêt dans ses perspectives d'application a été fortement renouvelée en raison des coûts de l'électricité a augmenté pour la climatisation et les problèmes environnementaux associés de la combustion de combustibles fossiles. La capacité de refroidissement et la température interne de l'air intérieur semblent plus sensibles pour le taux de ventilation naturelle et la résistance au transfert de chaleur à la surface interne.
La conception d'un système de refroidissement par évaporation de la construction intégrée en combinaison avec le grand espace vitré est un processus complexe. Pour appuyer ce processus une critique sur littérature récente est faite et la méthode de conception méthodique est utilisée. La méthodique méthode de conception est une méthodologie pour la structuration et la documentation des processus de conception étapes.

Les solutions résultant de cette méthode de conception méthodique sont évalués sur critères concernant le fonctionnement et la réalisation par la méthode Kesselring.
En conséquence, un procédé est proposé par le maintien d'un mince film d'eau sur les surfaces hydrophiles de construction de super-TiO2 revêtu de réduire les températures de surface de la libération de chaleur latente due à l'évaporation de l'eau. Les températures de surface inférieures contribuent à la réduction de la température de l'air ambiant depuis l'intensité du transfert de chaleur à travers la surface froide est réduite. Les variables qui affectent largement ce processus d'évaporation sont les différences de pression de vapeur d'eau dans l'air et en surface, la taille de la surface de contact et le coefficient de transfert de masse spécifique (renforcée par convection).La technologie de revêtement de TiO2 a permis de maintenir un mince film d'eau sur surfaces verticales et horizontales externe (transparents ou opaques) des bâtiments. Grâce à La lumière UV la surface revêtue catalyseur TiO2 photo devient très hydrophile et jeux un rôle important dans la réduction de la quantité de l'aspersion d'eau nécessaire pour former un film d'eau. Une couche très mince de l'eau d'une épaisseur d'environ 0,1 mm peut couvrir tout le matériel de TiO2 très hydrophile. Pour cette raison, l'utilisation de l'eau est minimale.

Mots-clés : Modèle de la chaleur et de l'humidité d'air (HAM), Modélisation, Refroidissement, Températures des surfaces, Ventilation

1. INTRODUCTION

Dans la pratique, les grands espaces vitrés sont pour la plupart désignés comme «circulation espaces ": les zones où les gens restent seulement pour de courtes périodes de temps. Le climat dans une telle zone de circulation peut être autorisé à varier, ce qui exclut la nécessité des mesures importantes.

Les personnes qui utilisent effectivement cet espace dans la pratique ne seront pas conscientes de cela, cependant, si la zone est attrayante, les gens seront généralement enclins à utiliser de façon plus intensive. Les sièges seront installés, éventuellement une réception, et peut-être même une salle de cantine ou au collège.

Cela laisse le problème de lacunes inévitables en termes de climat intérieur. De nombreuses techniques de refroidissement passif ont été proposées pour diminuer l'air ambiant par exemple de la température vitrage de haute réflectance solaire, peintures émission thermique élevées ou membranes, matériau d'isolation thermique, refroidissement par évaporation, etc. Entre ces techniques de refroidissement passif, le refroidissement par évaporation semble le seul qui peut être adoptée sans compromettre indûment la toiture de verre. Par conséquent, cette étude examinera comment le refroidissement par évaporation de construction intégré (directe ou indirecte) peut contribuer à la réduction de la température dans les grands espaces vitrés. Le refroidissement par évaporation a été utilisé pendant une longue période et, récemment, l'intérêt de son demande a été fortement renouvelée en raison des coûts de l'électricité a augmenté de climatisation et les problèmes environnementaux associés de la combustion de combustibles fossiles. L'objectif principal de cette étude est de concevoir et modéliser une solution passive de refroidissement par évaporation intégrée en se concentrant sur les flux d'énergie et le bilan thermique global.

2. METHODOLOGIE

Cette étude comprend plusieurs processus parallèles et série. D'abord une analyse sera faite du grand espace vitré lui-même, qui est principalement axée sur l'application de verre, les flux d'énergie et l'équilibre global de la chaleur. Deuxièmement une analyse est réalisée selon la technique de refroidissement par évaporation avec une revue de la littérature récente. La conception d'un système de refroidissement par évaporation en combinaison avec les grandes espaces recouvertes de verre est un processus complexe. Pour appuyer ce processus méthodique méthode de conception est utilisé. La méthode de conception méthodique est une méthodologie pour structuration et la documentation des étapes du processus de conception [1]. Les fonctions à remplir et fonctionnalités pour créer sont répertoriées dans un tableau morphologique. Dans un schéma morphologique des sous-fonctions de refroidissement par évaporation sont répertoriés verticalement. Les solutions possibles pour ces sous-fonctions sont énoncées horizontale. De cette façon, il devient clair ce que la solution différente sont pour chaque sous-fonction.
Cette vue d'ensemble des fonctions et leur solutions rend combinant différents sous solutions à des solutions globales plus faciles. Cette agrandit la possibilité que des solutions innovantes se produisent.

3. SYSTEME ET MODELISATION

Aujourd'hui, photo catalyse est devenu un mot commun et de nombreux produits utilisant photo fonctions catalytiques ont été commercialisés. Parmi les nombreux candidats à catalyseur de photo, TiO2 est presque le seul matériau approprié pour une utilisation industrielle à l'heure actuelle et sans doute aussi à l'avenir. C'est parce que TiO2 a la photo la plus efficace l'activité, la stabilité la plus élevée et le moindre coût. De manière plus significative, il a été utilisé depuis les temps anciens, et donc, sa sécurité pour l'homme et l'environnement est garanti par l'histoire. [1]

Comme mentionné précédemment, est le maintien d'une fine pellicule d'eau sur le bâtiment surfaces une stratégie de refroidissement efficace pour réduire sensiblement les températures de surface. dans ce étudier une méthode de fixation est proposé de surfaces d'eau par aspersion continue l'eau sur les surfaces de la construction qui seront couverts avec un catalyseur de photo TiO2.

Dû à la lumière UV de la surface devient très hydrophile et joue un rôle important dans minimisant la quantité d'aspersion d'eau nécessaire pour former un film d'eau. En d'autres termes, l'irradiation de la lumière du soleil provoque alors l'angle de contact à diminuer progressivement, jusqu'à ce que finalement l'angle de contact devient 0º. Par conséquent, la surface de TiO2 revêtu entier est couvert avec de l'eau. [2]

Récemment scientifique prouvé qu'une très fine couche d'eau d'environ 0,1 mm épaisseur peut couvrir l'ensemble des substances hautement hydrophiles. L'eau peut être alimentée en continu en petites quantités pour un bâtiment vertical. Il est très important de soulignent que les bâtiments ne sont pas refroidis par l'eau elle-même, mais par le flux de chaleur latente lorsque l'eau se évapore. En fait, il est possible que la température de la surface de paroi est inférieure à de l'eau d'arrosage. Le plus mince de la couche d'eau, la température de surface plus efficace des bâtiments et la diminution de la température de l'air ambiant comme la quantité de flux de chaleur latente diminue pour refroidir le mince film d'eau. Le taux d'évaporation et la chute de température associée dépendent de la couleur et / ou le matériau de construction de type (coefficient d'absorption solaire), la vitesse du vent sur la surface du bâtiment, la température ambiante et l'humidité relative. Le refroidissement de la surface du bâtiment peut conduire à la réduction de la quantité d'électricité consommée pour la climatisation. [3]

Sur la figure 1 le principe de l'évaporation de la pellicule d'eau sur une paroi externe / construction est représentée schématiquement. Hypothèse est que l'ensemble du TiO2 revêtu surface est recouverte d'un mince film d'eau.

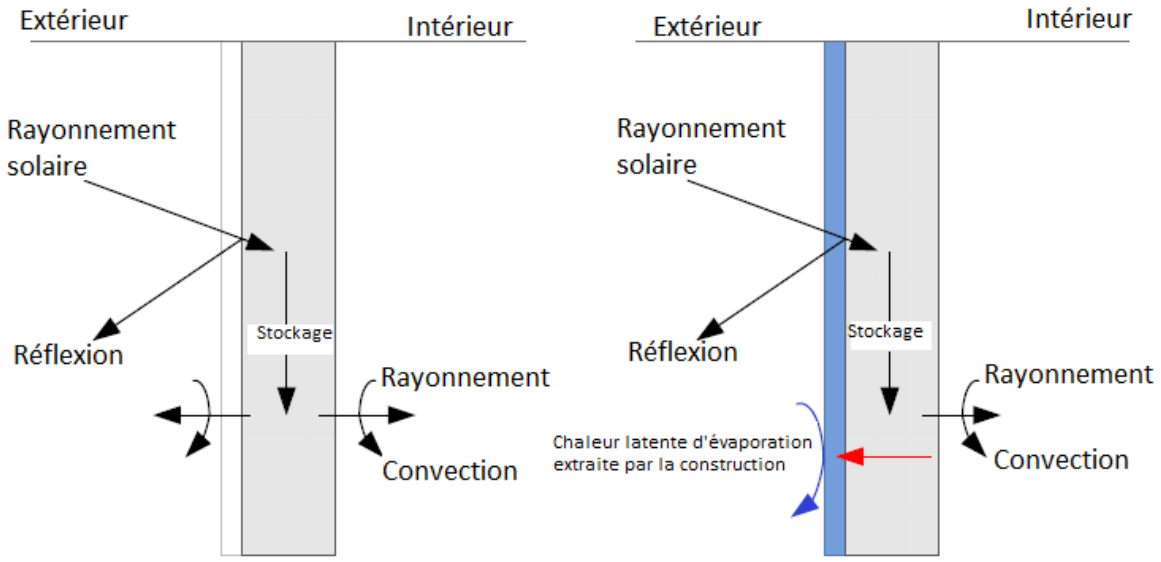

Fig. 1. Vue schématique de la couche d'eau sur la construction [4]

Le rayonnement solaire direct et diffus à la fois augmente la température de surface de la construction selon l'absorption et la réflexion du matériau de construction. Pour l'évaporation du mince film d'eau, la chaleur absorbée dans la construction sera utilisé. Il en résulte une température de surface externe décroissant (Ts, e). Le thermique la construction de réseau de couche d'eau est représenté sur la figure 2.

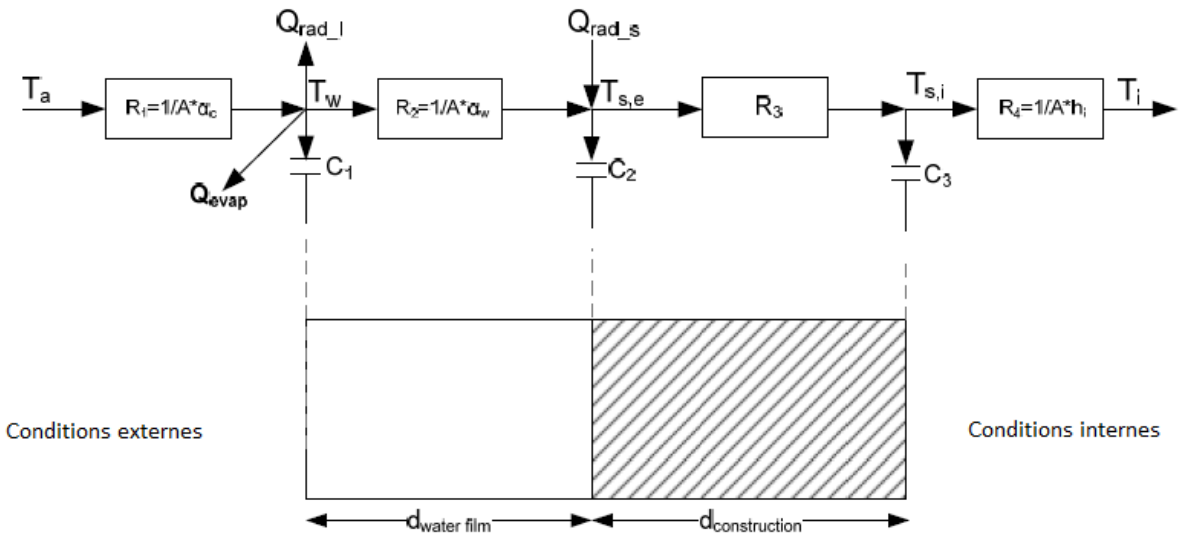

Fig. 2. Réseau thermique de la pellicule d'eau sur une construction

$$C_1 \frac{dT_w}{dt} = \frac{T_a - T_w}{R_1} - \frac{T_w - T_{s,e}}{R_2} - Q_{rad} - Q_{evap} \qquad (1)$$

$$C_1 \frac{dT_w}{dt} = \underbrace{\frac{T_a - T_w}{R_1}}_{\text{Convection}} - \frac{T_w - T_{s,e}}{R_2} - \underbrace{A * \varepsilon\sigma\left(T_w^4 - T_{sky}^4\right)}_{\text{Rayonnement (ondes longues)}} - \underbrace{A * l \frac{\alpha_c}{c_m}\left(X_{s,e} - X_a\right)}_{\text{Evaporation}} \quad [W]$$

$$C_2 \frac{dT_{s,e}}{dt} = \frac{T_w - T_{s,e}}{R_2} + Q_{rad} - \frac{T_{s,e} - T_{s,i}}{R_3}$$

$$C_2 \frac{dT_{s,e}}{dt} = \underbrace{\frac{T_w - T_{s,e}}{R_2}}_{\text{Convection}} + \underbrace{A * \frac{T_w - T_{s,e}}{R_2} \alpha R_s}_{\text{Rayonnement (ondes courtes)}} - \underbrace{\frac{T_{s,e} - T_{s,i}}{R_3}}_{\text{Conduction}} \quad [W] \qquad (2)$$

$$C_3 \frac{dT_{si}}{dt} = \underbrace{\frac{T_{s,e} - T_{s,i}}{R_3}}_{\text{Conduct}} - \underbrace{\frac{T_{s,i} - T_i}{R_4}}_{\text{Convection}} \quad [W] \qquad (3)$$

Les équations de transfert de chaleur 1-dimensionnelles pour la construction de bâtiments y compris le mince film d'eau sont présentés dans les équations (1) à (3).

Le second terme de l'équation (1) est le transfert de chaleur par convection de l'air ambiant à la pellicule d'eau. Le coefficient de transfert de chaleur par convection est considéré comme une fonction de la vitesse du vent est donnée par l'équation (5) : Jurges. [4]

$$R_1 = \frac{1}{\alpha_c * A} \quad [K/W] \qquad (4)$$

$$\alpha_c = 4.2 * w + 6.2 \quad [W/m^2K] \qquad (5)$$

Le troisième terme de l'équation (1) est le transfert de chaleur par convection à partir de la pellicule d'eau à la surface du bâtiment de TiO2 revêtu. Le coefficient de transfert de chaleur par convection est déterminé comme suit, voir l'équation (7). Le nombre de Nusselt est calculé suivantl'équation Johnson-Rubesin [7].

$$R_2 = \frac{1}{\alpha_w * A} \quad [K/W] \qquad (6)$$

$$\alpha_w = \frac{N_u \lambda_w}{z} \quad [W/m^2K] \qquad (7)$$

$$N_u = 0.0296\, R_e^{0.8} P_r^{0.6} \qquad (8)$$

$$R_e = \frac{U_w z}{v} \qquad (9)$$

$$P_r = \frac{v}{a} \qquad (10)$$

$$a = \frac{\lambda_w}{\rho_w * c_w} \quad [W/m^2K] \qquad (11)$$

Le quatrième terme de l'équation (1) est le rayonnement net longueur d'onde entre le ciel et le film d'eau et le cinquième terme est la chaleur latente de l'évaporation. Du haut importance est à souligner que la surface externe du bâtiment est refroidi par le latent le flux de chaleur en fonction de la différence de pression de vapeur du mélange de vapeur d'eau dans la air et la pression de vapeur d'eau à la surface, la taille de la zone de contact et la coefficient de transfert de masse et non pas par un flux de chaleur sensible.

Pour déterminer l'humidité absolue de l'air ambiant (Xa) et de l'humidité absolue de la pellicule d'eau sur la surface du bâtiment (Xs, e) la pression de vapeur des mélanges sont nécessaire. Le calcul de la pression de vapeur saturante est selon Künzel. Il convient de noter que les températures T dans la formule (12) sont en degrés Celsius.

$$P_{sat} = 611 * e^{\left(\frac{17.08*T}{234.18+T}\right)} \quad [Pa] \qquad (12)$$

$$P_v = RH * P_{sat} \quad [Pa] \qquad (13)$$

$$x = f * \frac{P_v}{P_T - P_v} = f * \frac{(RV * P_{sat})}{P_T - (RV * P_{sat})} \quad \left[\frac{kg}{kg}\right] \; with\, f = 0.622 \qquad (14)$$

L'humidité absolue de l'air ambiant et l'humidité absolue de l'immeuble surfaces peuvent être déterminés selon la formule (14).

$$x_a = 0.622 * \frac{(RV * P_{sat@Ta})}{P_T - (RV * P_{sat@Ta})} \quad \left[\frac{kg}{kg}\right] \qquad (14a)$$

$$x_{s,e} = 0.622 * \frac{(RV * P_{sat@Ts,e})}{P_T - (RV * P_{sat@Ts,e})} \quad \left[\frac{kg}{kg}\right] \qquad (14b)$$

Le flux de chaleur entrant dans l'enceinte du bâtiment par la construction peut être déterminé par la formule (15). Dans le cas du refroidissement, le flux de chaleur sera négatif dû au fait que la température de surface interne est inférieure à la température de l'air intérieur.

$$\dot{q} = \frac{T_{s,i} - T_i}{R_4} \quad [W] \qquad (15)$$

Le flux de chaleur entrant dans l'enceinte du bâtiment par le revêtement de verre n'est pas seulement par conduction, mais surtout par le rayonnement solaire à travers la feuille de verre semi-transparent. Un mécanisme outre, liée à l'absorption du verre, contribue à la charge thermique en dessous. En effet, le rayonnement solaire absorbé par la feuille de verre est ensuite libérée à la fois par rayonnement et par convection thermique à l'environnement, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

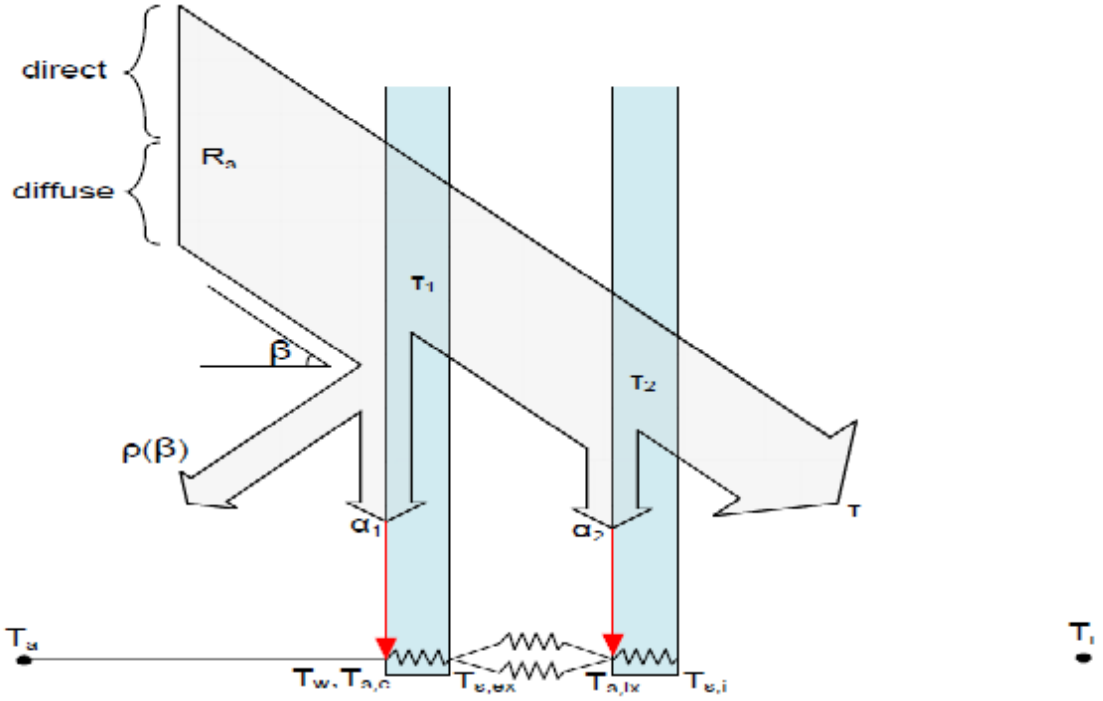

Fig. 3. Rayonnement solaire sur un système de vitrage semi-transparent

Le rayonnement solaire à la fois diffuse et directe est généralement limitée à 0,25 <λ <3 gamme de longueurs d'onde pm. Pour chaque longueur d'onde, la somme des fractions de la somme d'énergie réfléchie, transmise et absorbée par le verre est égale à un. C'est l'une des lois fondamentales de la conservation de l'énergie: α (λ) + ρ (λ) + τ (λ) = 1. Le coefficient d'absorption (α) est divisé en deux fractions, l'une pour la vitre extérieure (α_1) et l'autre pour le panneau de verre intérieur (α_2). Le rayonnement solaire qui entre directement dans l'espace sous-jacent est définie comme la combinaison des transmittances τ_1 et τ_2.

$$\tau = \tau_1 \tau_2 \, A \, R_s \qquad [W] \qquad (16)$$

Les résistances au transfert de chaleur entre les plaques de verre dans la cavité sont données par les résistances R_R et R_c pour respectivement rayonnement et par convection. Ces résistances individuelles sont remplacées par une résistance totale de la cavité, appelé R_{cav} (R_4). Le coefficient de transmission thermique totale (valeur U) pour le double vitrage (sans film d'eau) peut être calculé comme suit:

$$U_{gl} = \left(2\left(\frac{d_{gl}}{\lambda_{gl}}\right) + R_i + R_{cav} + R_e\right)^{-1} \qquad [W/m^2K] \qquad (17)$$

Dans le cas d'un film d'eau sur le double vitrage, la résistance Re externe sera remplacées par des résistances de transfert de chaleur de l'air extérieur (R1) et le film d'eau (R2). Dans la figure 4 le réseau thermique du mince film d'eau sur double vitrage est montré.

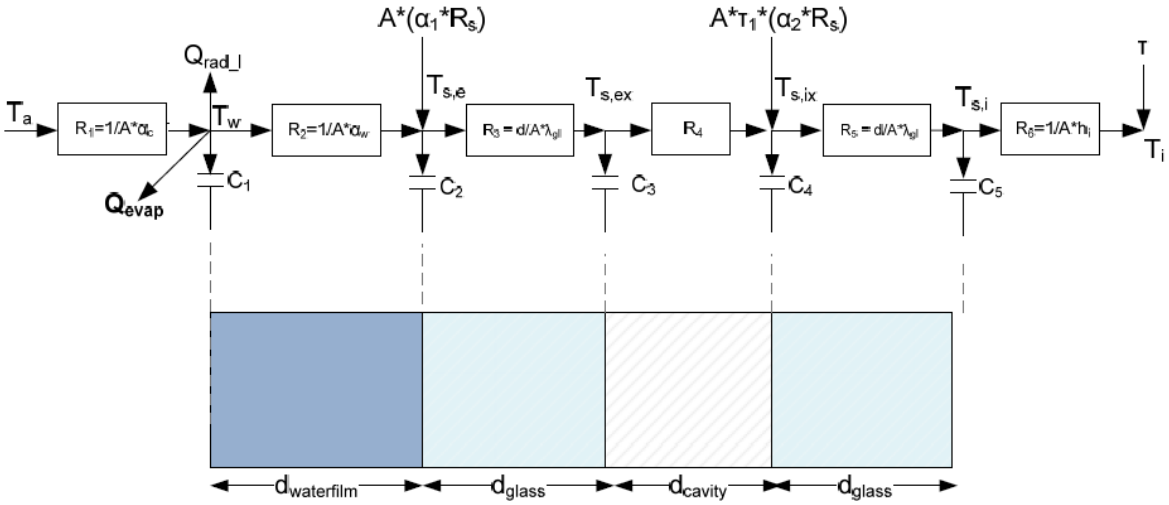

Fig. 4. Réseau thermique du film d'eau sur double vitrage

Les équations différentielles pour ce réseau thermique peuvent être écrites comme suit :

$$C_1 \frac{dT_w}{dt} = \frac{T_a - T_w}{R_1} - \frac{T_w - T_{s,e}}{R_2} - A * \varepsilon\sigma\left(T_w^4 - T_{sky}^4\right) - A * l \frac{\alpha_c}{c_m}\left(X_{s,e} - X_a\right) \quad [W] \qquad (18)$$

$$C_2 \frac{dT_{s,e}}{dt} = \frac{T_w - T_{s,e}}{R_2} + A(\alpha_1 R_s) - \frac{T_{s,e} - T_{s,i}}{R_3} \quad [W] \qquad (19)$$

$$C_3 \frac{dT_{si}}{dt} = \frac{T_{s,e} - T_{s,i}}{R_3} - \frac{T_{s,i} - T_i}{R_4} \quad [W] \qquad (20)$$

$$C_4 \frac{dT_{s,i}}{dt} = \frac{T_{s,e2} - T_{s,ix}}{R_4} + A\tau_1(\alpha_2 R_s) - \frac{T_{s,ix} - T_{s,i}}{R_5} \quad [W] \qquad (21)$$

$$C_5 \frac{dT_{si}}{dt} = \frac{T_{s,ix} - T_{s,i}}{R_5} - \frac{T_{s,i} - T_i}{R_6} \quad [W] \qquad (22)$$

Le flux de chaleur entrant dans l'espace peut être déterminé par l'équation (23).

$$\dot{q} = \left(\frac{T_{s,i} - T_i}{R_6} + \tau\right) \quad [W] \qquad (23)$$

Comme mentionné précédemment est le gain de chaleur solaire Coefficient (CGS) la fraction de éclairement incident (de rayonnement solaire incident sur le vitrage) qui pénètre dans le bâtiment et devient la chaleur dans l'espace. Il comprend à la fois la partie directement transmis (τ) et la partie absorbée et réémise du rayonnement solaire.
Lorsque la valeur U du système de vitrage est connue, la résistance thermique combinée de la cavité pour à la fois le rayonnement et la convection peut être calculée comme suit:

$$R_{cav} = R_4 = \left(\frac{1}{U_{gl}} - 2\left(\frac{d_{gl}}{\lambda_{gl}}\right) - R_1 - R_2 - R_6\right) \quad [W/m^2K] \qquad (24)$$

4. HABITAT DE REFERENCE

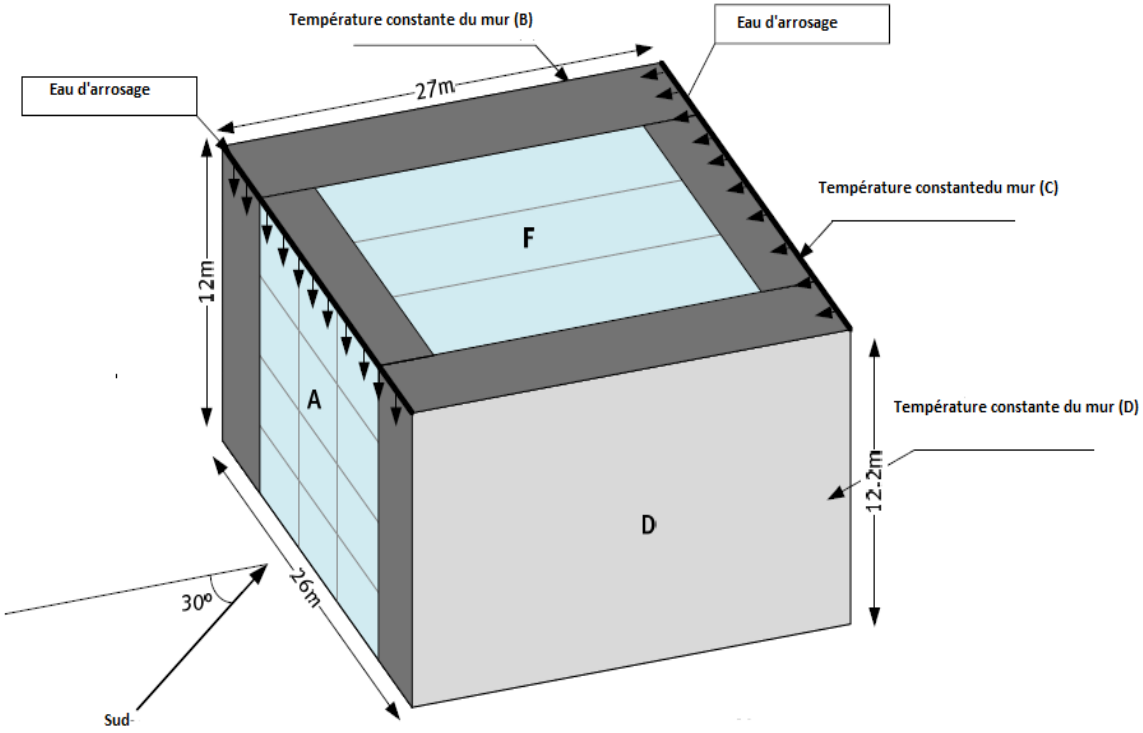

Fig. 5. Habitat de référence

Ce grand espace vitré est conçu comme «espace de circulation»: une zone où les gens ne restent que pour de courtes périodes de temps. En pratique, cette oreillette est utilisée plus intensivement, car un grand nombre d'activités, comme des «Jeux-de-boulles», sont organisées. Cela laisse le problème de lacunes inévitables en termes de climat intérieur.

Par conséquent, la paroi extérieure orientée au sud (A) et le toit vitré (F) sont équipé d'un revêtement de TiO2. Le système de refroidissement est une application de la super hydrophilie de ce revêtement de TiO2. Par conséquent, un film mince d'eau peut être formé en continu par aspersion d'eau sur la surface et l'évaporation de l'eau à travers la surface peut ainsi être réalisé.
Propriétés spécifiques du projet sont présentées dans le tableau 1. Les parois internes (B à D) seront modélisés comme des murs de température constants dus à des espaces adjacents climatisées. Pour la surface de la terre adjacente à la construction de plancher une température constante de 10 ° C sera supposé.

Tableau 1. *Propriétés de l'édifice de l'atrium de référence*

Paramètre	Composition	Symbole	Surface [m²]	Orientation
Mur extérieur	Béton (30%) Verre (70%)	A	317.2	[90.0, 30.0]
Mur intérieur	Béton léger	B C D	329.4 317.2 329.4	[90.0, 120.0] [90.0, 210.0] [90.0, -60.0]
Etage	Béton (isolé)	E	702	[0.0, 30.0]
Toit	Béton (30%) Verre (70%)	F	702	[0.0, 30.0]
Autres	Calendrier d'utilisation Taux de ventilation Gains de chaleur interne	8h -18 h 1[1/hr] 1000 [W]		

Au cours des simulations de l'écoulement d'air de ventilation à travers l'atrium et la chaleur interne gains seront maintenues constantes pendant les heures de fonctionnement de 8-18h. De ce fait l'effet de refroidissement par évaporation de l'eau est mieux prévisible et indépendant de ces variables.

5. RESULTATS ET DISCUSSION

Le modèle d'air et l'humidité d'air est capable de simuler la température intérieure, l'humidité de l'air et la consommation d'énergie intérieure pour le chauffage et le refroidissement d'un bâtiment multi-zone.Pour résoudre les équations 1 dimensions de transfert de chaleur, des données climatiques détaillées, en tant que en fonction du temps est nécessaire. La température ambiante (T_a), par l'humidité relative (Rh_e), la vitesse du vent (w) et le rayonnement solaire à la fois diffus ($Q_{sol\text{-}dif}$) et ($Q_{sol\text{-}dir}$) directe sont importants paramètres d'entrée.

L'azimut (0-360º) et l'inclinaison (0-90º) des différentes surfaces de construction seront entré dans le modèle. Après avoir défini les propriétés des différents matériaux de construction (épaisseur, la conductivité thermique, d'absorption solaire, la capacité, etc.) et le film d'eau (épaisseur, la vitesse de l'eau, etc.) les unidimensionnels équations de bilan de chaleur sont résolues pour toutes les surfaces de construction. Le transfert de chaleur à une dimension correspond aux formules (1-3) et (18 à 22) respectivement pour les pièces de construction et des systèmes de vitrage. Les flux de chaleur (formules 15 et 23) à travers la façade du bâtiment et le toit sont additionnés et serviront comme paramètre d'entrée pour l'ensemble du bâtiment dans le modèle de HAMBase. La température de l'air ambiant de sortie résultant du modèle de HAMBase est réinjecté à l'entrée des 1D équations de transfert de chaleur. Sur la base des flux thermiques avec ou sans évaporation de la capacité de refroidissement peut être calculée:

$$q_{cooling} = q_{in} - (q_{in})^* \quad [W] \qquad (25)$$

* : sans évaporation

Tout d'abord un aperçu a été créé de paramètres d'entrée qui sont nécessaires pour spécifier un modèle de HAMBase dans l'environnement MATLAB. D'autre part, les paramètres d'entrée qui sont susceptibles d'avoir un impact sur l'effet de refroidissement de l'ensemble du système ont été sélectionnés et énumérés dans le Tableau 2.

Tableau 2. *Vue d'ensemble des valeurs maximales et minimales des paramètres sélectionnés*

Paramètre	Symbole	Unité	Valeur	
Conditions externes			Minimal	Maximal
Vitesse du vent	w	[m/s]	2	10
Humidité relative	RH	[%]	40	90
Film mince d'eau			Minimal	Maximal
Vitesse d'écoulement d'eau	U_w	[m/s]	0.1	0.5
Epaisseur du film mince d'eau	d_w	[m]	0.0001	0.001
Couche de construction			Minimal	Maximal
Epaisseur de couche	d	[m]	0.05	0.30
Facteur d'absorption	α	[-]	0.40	0.90
Couche de verre			Minimal	Maximal
absorption solaire de la vitre extérieure	α_{glass}	[-]	0.05	0.4
Valeurs de U du verre	U_{glass}	[W/m²K]	1	4

Le système d'équations d'énergie (1) à (25) a été résolu pour la semaine d'été typique du 1 au 7 juin 2014. Les températures des surfaces de toit (T_S) à la fois pour la construction et le système de vitrage sont représentées sur les figures 6 et 7 respectivement.

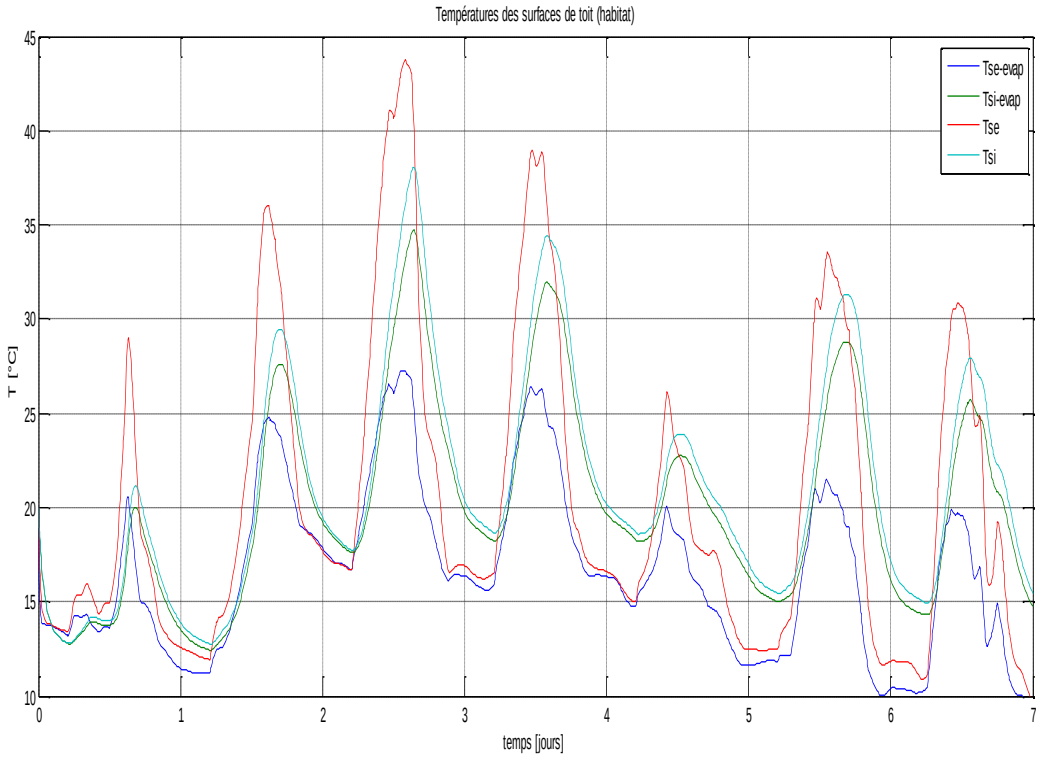

Fig. 6. Les températures de surface (avec ou sans évaporation) de la construction en fonction du temps

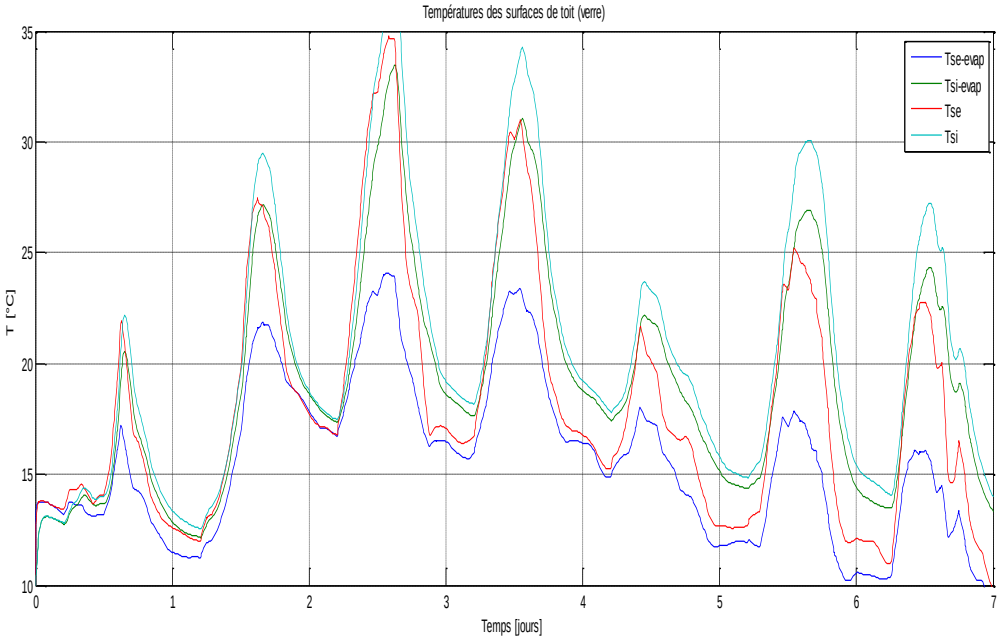

Fig. 7. Les températures de surface (avec ou sans évaporation) de l'enveloppe de verre (α = 0,35) en fonction du temps

Sur la figure 7, les températures de surface du revêtement de verre (avec ou sans évaporation en surface) sont montrées pour un coefficient d'absorption solaire constante de α = 0,35.
La capacité de refroidissement et les effets sur la température de l'air intérieur du système de refroidissement proposé sur le toit de TiO2-couché et façade sud sont présentés dans les figures 8 et 9 .

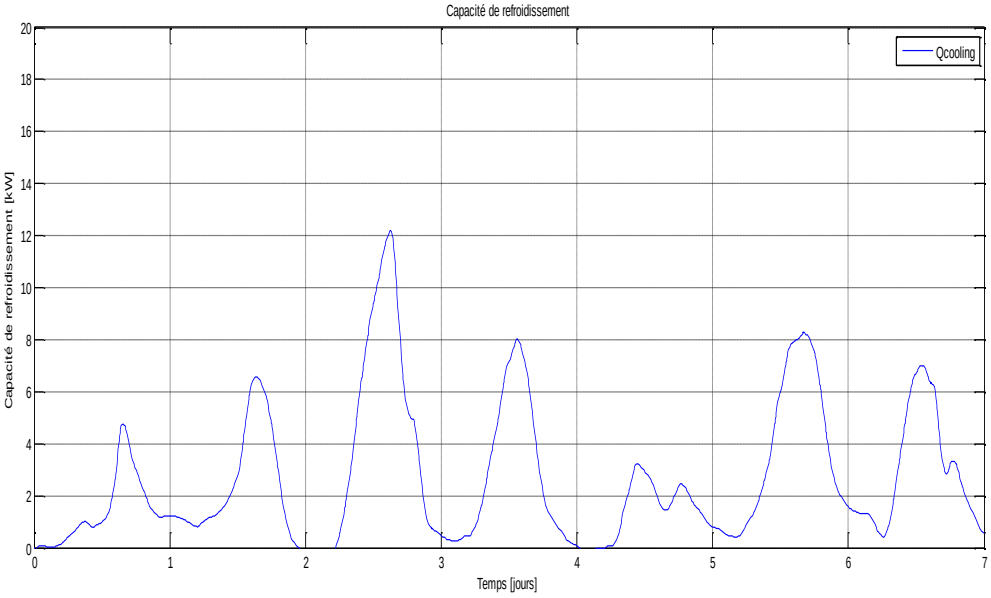

Fig. 8. Capacité de refroidissement du système en fonction du temps

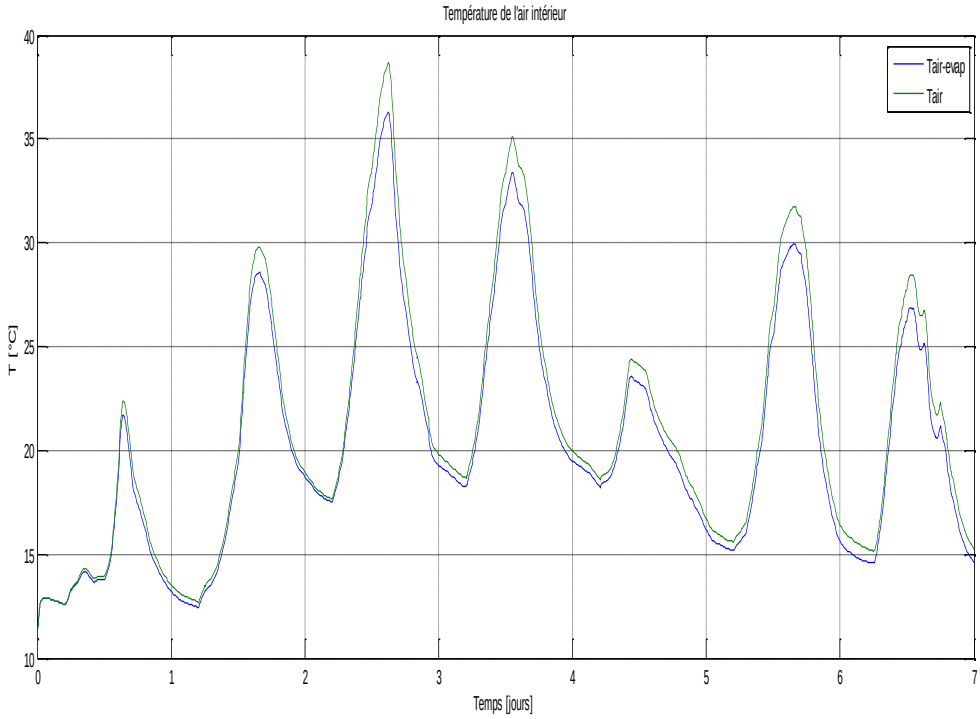

Fig. 9. Températures de l'air intérieur en fonction du temps

Les réductions de température simulées dans le grand espace vitré en raison de l'effet de l'évaporation du film mince d'eau sont entre 1K pour moins de jours ensoleillés et 3K pour les beaux jours (pour U = 1.5W / m^2K). Le nombre de jours 3, l'humidité relative est diminué jusqu'à 45% et le rayonnement solaire est maximale (voir Figure 5.1). Pour ça raison de la différence de pression de vapeur du mélange de vapeur d'eau dans l'air et la pression de vapeur d'eau à la surface du bâtiment est maximale. Cela permet plus d'eau pour évaporer, ce qui entraîne une augmentation du flux de chaleur latente et une capacité de refroidissement plus élevée. Ainsi, le système fonctionne de refroidissement optimal sur la partie la plus chaude de la journée, lorsque le refroidissement est souhaitable.

En prenant en compte l'énergie totale qui est nécessaire pour maintenir la température intérieure inférieure à 24 ° C, la réduction de la charge de renforcement de refroidissement peut être déterminée. Les économies d'énergie d'environ 15% sont possibles pour le simulée grand verre couverte espace avec l'air conditionné.

6. CONCLUSION

Le refroidissement par évaporation est considéré comme un moyen approprié pour atténuer l'extrême environnement thermique des grands espaces vitrés. Utilisation de la conception méthodique méthode, les concepts issus comme matériaux poreux et TiO2- super-hydrophile
surfaces de bâtiments revêtus montrent le plus grand potentiel pour les grands espaces vitrés.
Les variables qui affectent largement le processus d'évaporation de ces concepts:

-La Taille de la surface de contact;
- Le coefficient de transfert de masse spécifique.

Les résultats des simulations montrent que le taux d'évaporation dépend fortement de la extérieure la température de la toiture ou de façade surface. En raison de sa forte dépendance sur cette la température de surface est élevée, plus la capacité d'absorption de verre est élevée, plus le potentiel de transport de vapeur d'eau est. En raison du taux élevé d'absorption solaire du verre, la rayonnement solaire direct transmis dans l'espace vitré est réduite. Cet effet est opposé de ce qui se passe sur les murs et les toits opaques, où le faible rayonnement solaire absorptivité est souhaitable de réduire le flux de chaleur par conduction vers l'enceinte.
Les températures de surface externe de la toiture de verre sont réduites par 3-9K due à la libération de la chaleur latente de l'évaporation de l'eau. Les réductions de température simulées dans le grand espace vitré sont entre 1K et 3.5K pour les jours respectivement moins ensoleillées et ensoleillées.

Enfin, on peut conclure que le renforcement de catalyseur revêtu super-hydrophile photo surfaces avec mince film d'eau sont en mesure de contribuer de manière significative à l'air intérieur la réduction de la température. Aussi, l'augmentation d'absorption du rayonnement solaire en verre ($\alpha = 0,3$) est nécessaire, parce que l'efficacité du processus de refroidissement par évaporation est basée sur sa capacité à évacuer la chaleur absorbée à partir du toit ou de façade, avant son entrée dans l'espace situé derrière.

REFERENCES

[1] Zeiler, W, Methodical Design 1972-2006: A historical Overview about a Design model, Design Principles and Practices: An International Journal, Vol..1, 2007.

[2] P. Blesgraaf (1996) Grote Glasoverkapte Ruimten – Atria, serres, passages. Novem.

[3] M. Dubois (1998) Solar-protective glazing for cold climates. A parametric study of energy use in offices. Department of Building Science, Lund University Sweden.

[4] Zeiler, W., Savanovic, P., Boxem, G. (2009). Nanotechnology for sustainable building facades. In J.-L Scartezzini (Ed.), Proceedings of the CISBAT 2009 International Scientific Conference "Renewables in a Changing Climate: from Nano to Urban Scale" (pp. 167-172). Lausanne.