

# **Etude du risque de surchauffe dans une maison de repos à travers une simulation dynamique**

Ing. R. DASNOY  
Dr Ir V. HANUS  
PIERRARD – Virton

*Le bâtiment étudié est le projet d'une maison de repos à Neufchâteau, où l'isolation prévue est plus importante que dans un bâtiment dit traditionnel. Une simulation dynamique est donc nécessaire pour étudier son comportement et prévenir du risque de surchauffe. Sur base de ces résultats, des améliorations du confort sont proposées pour limiter la surchauffe.*

*Mots-clefs : étude du confort, simulation dynamique, normes de confort.*

*The studied building is a nursing home, located in Neufchâteau, where the insulation thickness is larger than in a traditional building. Therefore, its behaviour won't be identical. A simulation is necessary to assess the risks of overheating. Based on the results, comfort improvements are proposed in order to reduce the overheating in the building.*

*Keywords : comfort analysis, dynamic simulation, standards comfort.*

## 1. Introduction

La directive de performance énergétique de l'Union Européenne sur les bâtiments oblige les états-membres à faire en sorte qu'à l'horizon 2019 tous les nouveaux bâtiments publics soient à consommation d'énergie quasi nulle, soit avec des performances énergétiques très élevées. Pour assurer de telles performances, une production d'énergie à partir de sources renouvelables est obligatoire.

Dans cette optique, un projet de construction d'une maison de repos « basse énergie » a été réalisé. Ce bâtiment, où l'isolation est relativement élevée, a un risque de surchauffe en été plus important que les autres bâtiments. Une étude de son comportement à travers une simulation dynamique en vue d'évaluer la surchauffe est donc nécessaire. Cette simulation permet d'évaluer le confort des occupants et de l'améliorer si nécessaire.

Les objectifs de ce travail sont les suivants :

- relever les besoins annuels et les puissances en froid pour les différentes zones établies,
- relever les besoins annuels et les puissances de chauffage,
- vérifier le confort d'été et d'hiver des occupants par simulation dynamique (suivant les critères de la norme NBN EN 15251),
- proposer d'éventuelles solutions pour améliorer le confort des occupants.

## 2. Normes de confort

Cette étude se base sur diverses normes renseignant sur le confort dans les bâtiments :

- NBN EN 15251 : Critères pour l'environnement intérieur et évaluation des performances énergétiques des bâtiments couvrant la qualité d'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique (les valeurs d'entrée à respecter sont celles de la catégorie I : niveau élevé attendu qui est recommandé pour les espaces occupés par des personnes très sensibles et fragiles avec des exigences spécifiques) [2].
- NBN EN 13779 : Ventilation dans les bâtiments non résidentiels – Spécifications des performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation [5].
- Arrêté du Gouvernement wallon du 13 septembre 2012 relatif à l'hébergement et à l'accueil des personnes âgées [1].

Voici les points principaux à respecter :

- Température : Une température minimum de 22°C doit être atteinte dans les chambres des résidents et dans tous les locaux qui leur sont accessibles.

La nuit, soit entre 22 heures et 6 heures, la température peut être limitée à 18°C dans les locaux accessibles non occupés.

- Surchauffe : Le nombre d'heures au-delà de 25°C ne peut excéder 5% du temps d'occupation du bâtiment. La plage de température conseillée pour le rafraîchissement est la suivante : 23,5°C – 25,5°C. La température maximale admissible dépend de la température extérieure.
- Ventilation : Débit de ventilation recommandé : 36 [m<sup>3</sup>/h/pers]. Un tel débit est dimensionné pour répondre à une concentration maximale en CO<sub>2</sub> de 350 ppm au-dessus de la concentration à l'extérieur. Un débit minimal entre 0,18 et 0,36 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) pendant les heures d'inoccupation est recommandé.
- Éclairage : Un éclairage suffisant est requis en permanence dans tous les endroits accessibles aux résidents. Il est adapté en fonction de l'utilisation des locaux (voir NBN EN 15251). Un éclairage de nuit, éventuellement sous forme de veilleuses, doit également être mis en place.
- Humidité : L'humidification ou la déshumidification de l'air des locaux n'est généralement pas exigée.

### 3. Simulation dynamique

#### 3.1. Bâtiment étudié

Le bâtiment tertiaire à étudier, qui est encore à ce jour au stade de projet, est une maison de repos qui se situera en province du Luxembourg à Neufchâteau. Ce bâtiment de grande envergure est principalement composé de trois ailes ainsi que d'un hall d'entrée. Afin d'en faciliter sa visualisation, une maquette 3D du bâtiment est visible à la figure 1.

- En haut à droite, l'aile A.
- En haut au centre, l'aile B.
- En bas à gauche, l'aile C.



Figure 1 : Modélisation architecturale du bâtiment

### 3.2. Découpe en zones

Pour réaliser la simulation dynamique du bâtiment, il faut avant tout le modéliser thermiquement. Les modèles thermiques sont différents des modèles 3D architecturaux qui comprennent des informations sans importance pour la modélisation thermique. La première étape importante consiste à diviser le modèle architectural en zones thermiques. Ces zones sont établies en fonction des différentes ambiances thermiques du bâtiment. Lors de la définition de ces zones, on doit tenir compte de certaines remarques :

- Il faut définir les zones de façon relativement simple. La complexité et le nombre élevé de zones augmentent de manière significative le temps de calcul et pas nécessairement la précision.
- Un modèle thermique ne doit pas être une copie conforme du modèle architectural. Dans la plupart des cas, la géométrie peut être simplifiée.
- Les zones similaires qui montrent le même comportement thermique en ce qui concerne les gains solaires, la construction, l'utilisation et le conditionnement peuvent souvent être combinées en une zone.

La figure 2 représente la découpe en zones du rez-de-chaussée de l'aile A. La découpe des autres étages des différentes ailes est réalisée de la même manière.

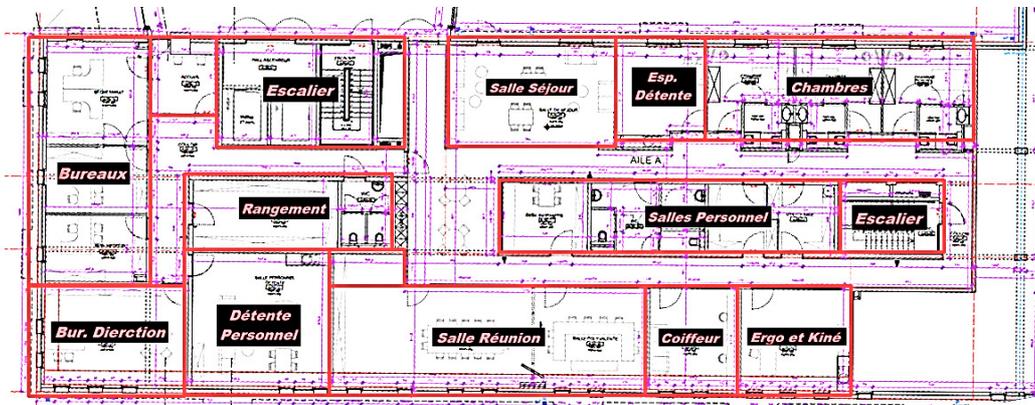


Figure 2 : Découpe en zones du rez-de-chaussée de l'aile A

### 3.3. Modélisation du bâtiment

Une fois les zones définies, il faut modéliser le bâtiment sous Sketchup. Pour cette étude, la modélisation est faite en 3 parties :

- l'aile A,
- l'aile B,
- l'aile C et le hall.

La modélisation en 3 parties des différentes ailes n'affecte pas la simulation, mais il faut prendre en compte l'ombrage causé par les autres ailes. La figure 3 représente la modélisation thermique de l'aile A. L'ombrage causé par les autres ailes est bien représenté (à gauche).

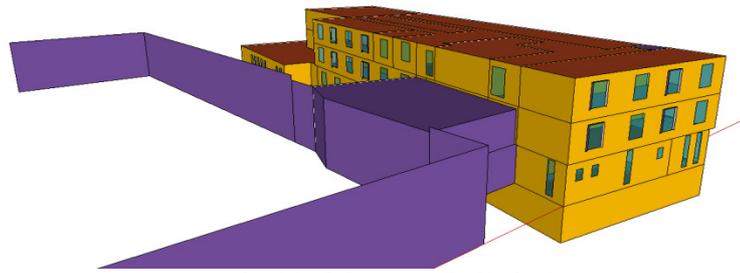


Figure 3 : Modélisation de l'aile A

### 3.4. Encodage du modèle dans TRNSYS

#### *Définition de l'implantation du bâtiment*

Le comportement du bâtiment dépend de son implantation. Pour l'encoder dans TRNSYS, il faut définir sa géolocalisation, afin de recueillir les données météorologiques et également définir son orientation.

#### *Définition des parois du bâtiment*

Les parois sont composées de différents matériaux (layer) se caractérisant par :

- la conductivité du matériau [W/m.K],
- la capacité thermique du matériau [J/kg.k],
- la masse volumique du matériau [kg/m<sup>3</sup>].

Une fois les différents matériaux encodés, il faut définir leur épaisseur au sein d'un mur.

#### *Définition des scénarios d'occupation des pièces du bâtiment*

Il faut déterminer les différents scénarios d'occupation dans les différentes pièces. Lors de cette définition, on prend en compte, uniquement les occupants de la maison de repos et les membres du personnel, excluant les personnes extérieures venant pour des visites. Le scénario d'occupation est établi en fonction de l'occupation type d'une maison de repos.

#### *Détermination des gains par personne :*

Il faut déterminer le métabolisme énergétique des personnes occupant le bâtiment, soit les membres du personnel et les personnes âgées. Le métabolisme énergétique des membres du personnel est déterminé selon la norme NBN EN ISO 7730 (voir figure 4) et dépend de l'activité des différentes personnes.

Cette norme précise que les personnes âgées ont souvent une activité moyenne plus faible que les personnes plus jeunes. Le métabolisme énergétique des occupants de la maison de repos est, lui, déterminé suivant la norme NBN EN ISO 8996. La méthode utilisée permet de déterminer le métabolisme énergétique à partir de la mesure de la fréquence cardiaque en fonction de l'âge et du poids du sujet (voir figure 5).

Activité	Métabolisme énergétique	
	W/m <sup>2</sup>	met
Repos, couché	46	0,8
Repos, assis	58	1,0
Activité sédentaire (bureau, domicile, école, laboratoire)	70	1,2
Activité légère, debout (achats, laboratoire, industrie légère)	93	1,6
Activité moyenne, debout (vendeur, travail ménager, travail sur machine)	116	2,0
Marche à plat:		
2 km/h	110	1,9
3 km/h	140	2,4
4 km/h	165	2,8
5 km/h	200	3,4

Figure 4 : Métabolisme énergétique en fonction de l'activité [4]

Âge (années)	Poids (kg)				
	50 kg	60 kg	70 kg	80 kg	90 kg
<b>Femmes</b>					
20	2,9 × HR – 150	3,4 × HR – 181	3,8 × HR – 210	4,2 × HR – 237	4,5 × HR – 263
30	2,8 × HR – 143	3,3 × HR – 173	3,7 × HR – 201	4,0 × HR – 228	4,4 × HR – 254
40	2,7 × HR – 136	3,1 × HR – 165	3,5 × HR – 192	3,9 × HR – 218	4,3 × HR – 244
50	2,6 × HR – 127	3,0 × HR – 155	3,4 × HR – 182	3,7 × HR – 207	4,1 × HR – 232
60	2,5 × HR – 117	2,9 × HR – 145	3,2 × HR – 170	3,6 × HR – 195	3,9 × HR – 219
<b>Hommes</b>					
20	3,7 × HR – 201	4,2 × HR – 238	4,7 × HR – 273	5,2 × HR – 307	5,6 × HR – 339
30	3,6 × HR – 197	4,1 × HR – 233	4,6 × HR – 268	5,1 × HR – 301	5,5 × HR – 333
40	3,5 × HR – 192	4,0 × HR – 228	4,5 × HR – 262	5,0 × HR – 295	5,4 × HR – 326
50	3,4 × HR – 186	4,0 × HR – 222	4,4 × HR – 256	4,9 × HR – 288	5,3 × HR – 319
60	3,4 × HR – 180	3,9 × HR – 215	4,5 × HR – 249	4,8 × HR – 280	5,2 × HR – 311

Figure 5 : Relation entre métabolisme et fréquence cardiaque en fonction de l'âge et du poids du sujet [3]

La norme précise que la méthode utilisée a une précision de  $\pm 10\%$ . Un coefficient de sécurité de 1,1 est donc appliqué aux métabolismes calculés. On considère que le poids moyen d'un homme de 60 ans est d'environ 77,4 kg et que celui d'une

femme de 60 ans est de 62,7 kg [6]. La fréquence cardiaque moyenne d'une personne âgée au repos est d'environ 65 battements par minute [7]. Suivant ces hypothèses, le métabolisme énergétique, d'une personne âgée au repos, est de 42,2 [Watt/m<sup>2</sup>].

### **Détermination des gains via l'éclairage**

Les gains via l'éclairage sont déterminés par la puissance des luminaires installés et la surface au sol des différentes pièces. Une fois, la puissance installée spécifique déterminée, il faut définir un horaire de fonctionnement des différents luminaires.

### **Définition des systèmes de ventilation**

Le système de ventilation du bâtiment est une ventilation double flux, couplée à une batterie de chauffe pour amener l'air de la ventilation à 22°C. L'échangeur utilisé est un échangeur à plaque, muni d'un système de by-pass (voir figure 6 et tableau 1).

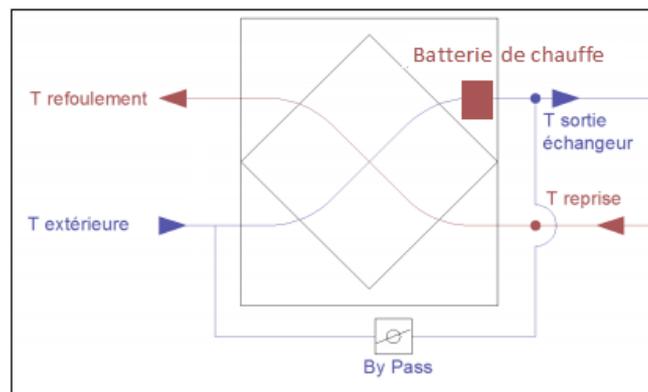


Figure 6 : Représentation de l'échangeur

	Hiver		Été	
	Soufflage	Extraction	Soufflage	Extraction
T <sub>in</sub> [°C]	-10	22	30	26
T <sub>out</sub> [°C]	15,8	2,9	27,2	28,8
Puissance [kW]	94,2		10,6	

Tableau 1 : Régime de l'échangeur

Avec le régime de fonctionnement spécifié de l'échangeur, il est possible de déterminer le coefficient de transfert de chaleur de l'échangeur ( $UA$ ).

$$q = UA.\Delta T_{lm}$$

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln\left(\frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}\right)}$$

Pour un échangeur contre-courant :

$$\Delta T_1 = T_{h,i} - T_{c,o} \quad \Delta T_2 = T_{h,o} - T_{c,i}$$

Avec « h » qui se réfère au fluide chaud, « c » qui se réfère au fluide froid (hot – cold), « i » et « o » se référant respectivement au fluide entrant et sortant (in – out).

Il faut également déterminer la température de reprise, étant donné qu'elle n'est pas identique dans toutes les salles :

$$T_{reprise} = \frac{\sum T_i \cdot q_i}{\sum q_i}$$

Où  $T_i$  = température dans les différentes pièces, et  
 $q_i$  = débit dans les différentes pièces.

## 4. Vérification du confort des occupants

### 4.1. Vérification du confort d'été

La figure 7 représente l'évolution de la température dans une chambre située sud-est dans l'aile B sur une année.

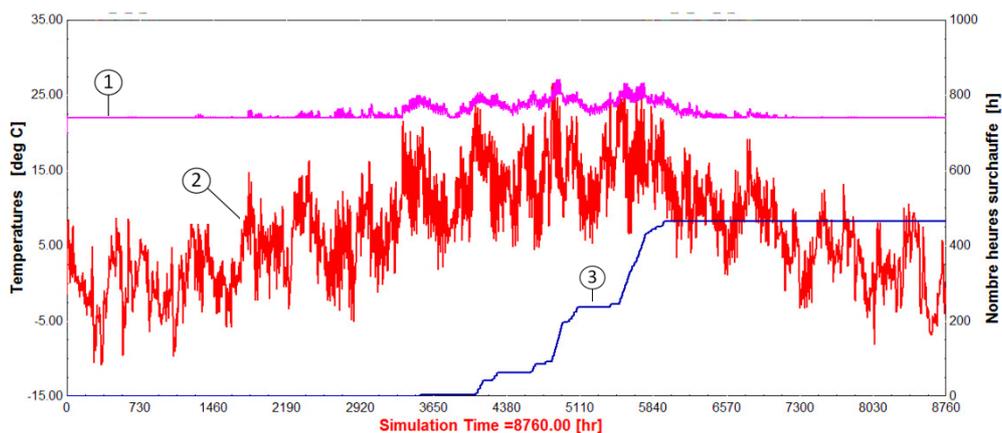


Figure 7 : Évolution de la température de la rangée de chambre sud-est de l'aile B sur une année

La courbe 2 représente la température extérieure tandis que la courbe 1 représente l'évolution de la température dans les chambres. La courbe 3 est la sommation des heures de surchauffe. Ce graphique montre qu'en période estivale, le nombre d'heures de surchauffe est relativement important. Sur une année, la température dépasse les 25°C pendant 480 heures, soit 5,48% du temps. Lors de fortes chaleurs, la température dans les chambres atteint pratiquement les 28°C. On constate dans un premier temps que des mesures, afin de réduire cette surchauffe, doivent être prises.

#### 4.2. Vérification du confort d'hiver

Afin de vérifier le confort d'hiver, il faut s'assurer que la puissance prévue pour le chauffage auxiliaire (radiateur dans les chambres) est suffisante. La puissance maximum des radiateurs défini dans la simulation est de 1,8kW par chambres (et 2kW pour les chambres avec un balcon). La figure 8 représente l'évolution de la température d'une rangée de chambres lors d'une période froide. La rangée de chambre simulée est située dans l'aile C et possède des fenêtres situées nord-est, pour minimiser les apports solaires. La courbe 1 représente la température dans la rangée de chambres qui reçoit le moins d'apports solaires. La courbe 2 représente la température extérieure. Cette figure permet de vérifier que la puissance est suffisante pour garantir un certain confort en hiver et que les températures ne descendent jamais en-dessous des 22°C, conformément aux normes de confort.

Lors de cette simulation, la puissance maximum délivrée par un radiateur est de 0,86 kW (soit un coefficient de sécurité de plus de deux). Les radiateurs prévus sont dimensionnés pour permettre une température de 24°C dans les chambres.



Figure 8 : Évolution de la température dans une rangée de chambre sud-est de l'aile B, lors d'une période froide

## **5. Solutions mises en place pour minimiser la surchauffe**

### **5.1. Utilisation de protections solaires extérieures**

Une protection solaire (structurelle ou des stores) prévient une surchauffe. La chaleur indésirable ne pénètre pas, ce qui permet d'abaisser la température en été. Les stores prévus sont des Fixscreens extérieurs à commande électrique. Les protections solaires sont indispensables afin de ne pas avoir un inconfort visuel. Pour cette raison, cette solution est d'office préconisée. Le facteur de transmission de l'énergie totale des stores vaut 0,1933. Soit 80,67% de transmission de l'énergie sont arrêtés via la protection solaire.

Afin de réduire les heures de surchauffe du bâtiment, une protection solaire s'active lorsque les apports solaires dépassent 250 [W/m<sup>2</sup>] (correspond à un inconfort dû à un éblouissement). Une station météorologique peut être utilisée pour contrôler les screens dans les chambres. Dans ce cas, la station météorologique comportera des capteurs de luminosité (en lux) pour 6 façades. Ce capteur est utilisé comme commande de protection solaire.

Il faut donc faire la correspondance entre [Lux] et [W/m<sup>2</sup>]. Cette correspondance ne peut pas être déterminée sans connaissance du spectre de la source lumineuse. Le flux lumineux provenant du soleil se trouve dans la zone de lumière visible (380 nm à 780 nm). Pour un tel flux lumineux, 250 W/m<sup>2</sup> correspondent à environ 25000 lux.

### **5.2. Utilisation du « free-cooling »**

Le free-cooling consiste à refroidir naturellement un bâtiment par ventilation en utilisant de l'air extérieur plus froid. Le système de ventilation doté d'un by-pass permet de réaliser cette opération : lorsque les températures extérieures sont comprises dans les plages de confort thermique, l'air extérieur est directement amené dans les locaux sans passer par l'échangeur et la batterie de chauffe.

Les conditions d'activation du by-pass sont les suivantes:

- Température intérieure > 25°C
- 16°C < Température extérieure < 25°C

### **5.3. Résultats de la simulation avec les améliorations (aile B)**

Les résultats sont visibles au tableau 2.

Surchauffe							
Locaux aile B		Sans améliorations		Avec protection solaire		Avec by-pass	
		[heure]	[%]	[heure]	[%]	[heure]	[%]
Rez-de-chaussée	Snoezelen	656	7,49	456	5,21	305	3,48
	Ch. sud-est	177	2,02	157	1,79	89	1,02
	Ch1. nord-ouest	203	2,32	102	1,16	34	0,39
	Ch2. nord-ouest	184	2,10	87	0,99	27	0,31
	Couloir	166	1,89	18	0,21		
Etage	Ch. nord-ouest	689	7,87	564	6,44	324	3,70
	Ch. sud-est	428	4,89	262	2,99	182	2,08
	Couloir	105	1,20	38	0,43	21	0,24
	Personnel	18	0,21				

Tableau 2 : Résultats exportés de TRNSYS du nombre d'heures de surchauffe pour les pièces de l'aile B

### Critiques des résultats

Le snoezelen est la pièce la plus affectée par la surchauffe. Ce résultat est logique, du fait que ce local possède une façade complètement vitrée orientée à l'ouest. Les apports solaires sont donc maximum fin d'après-midi. Les apports via l'occupation de la pièce sont encodés suivant le cas le plus défavorable : une occupation maximale, lorsque les gains solaires sont maximum. Le snoezelen étant une pièce de grande envergure situé au milieu de l'aile B, sa surchauffe affecte les autres pièces.

La rangée de chambres « Ch. nord-ouest » de l'étage possède également un niveau de surchauffe assez élevé. Cette valeur est compréhensible par le fait que ces chambres se trouvent à l'étage : la dalle de sol est en contact avec une pièce chauffée et non le sol. En plus, une partie d'entre elles possèdent un plancher donnant sur l'extérieur. Lors de fortes chaleurs, les apports sont donc augmentés. Au rez-de-chaussée, les chambres « Ch. sud-est » se trouvant exposées sud-est reçoivent le plus d'apports solaires. La surchauffe est donc plus importante que les chambres exposées nord-ouest (Ch1 et Ch2).

Avec l'activation du by-pass et les protections solaires, le pourcentage de surchauffe dans l'aile B est inférieur à 5% des heures d'occupation du bâtiment (maximum de 3,7% de surchauffe dans les chambres). Ces améliorations sont donc suffisantes au point de vue de la norme. Néanmoins, une étude approfondie permet d'améliorer au mieux le confort des occupants. La figure 9 représente l'évolution de la température dans les chambres lors d'une période chaude.

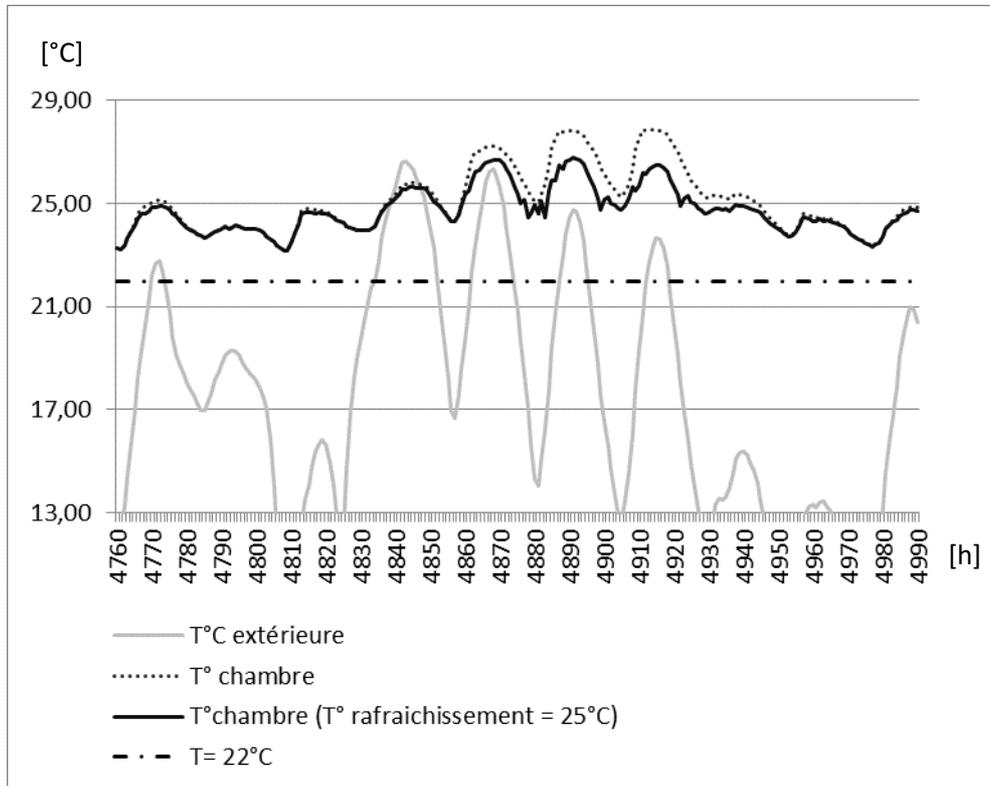


Figure 9 : Évolution de la température dans une chambre avec activation du by-pass à une température de 25°C

On constate que lorsque les températures extérieures dépassent les 25°C, le refroidissement est insignifiant (aux alentours des 4845 heures). Par contre, lorsque le by-pass est activé, le rafraîchissement se fait nettement plus ressentir. Sur ce graphique, la température monte jusque 26,8°C. Bien que les normes citées ci-dessus soient respectées, le confort peut être amélioré en diminuant cette température maximale.

## 6. Amélioration du confort (aile B)

### 6.1. Rafraîchir plus tôt

On peut activer le by-pass lorsque la température intérieure est à 23,5°C au lieu de 25°C. De cette manière, il y a une diminution de la température tout en restant dans les plages de températures du rafraîchissement (23,5°C – 25,5°C).

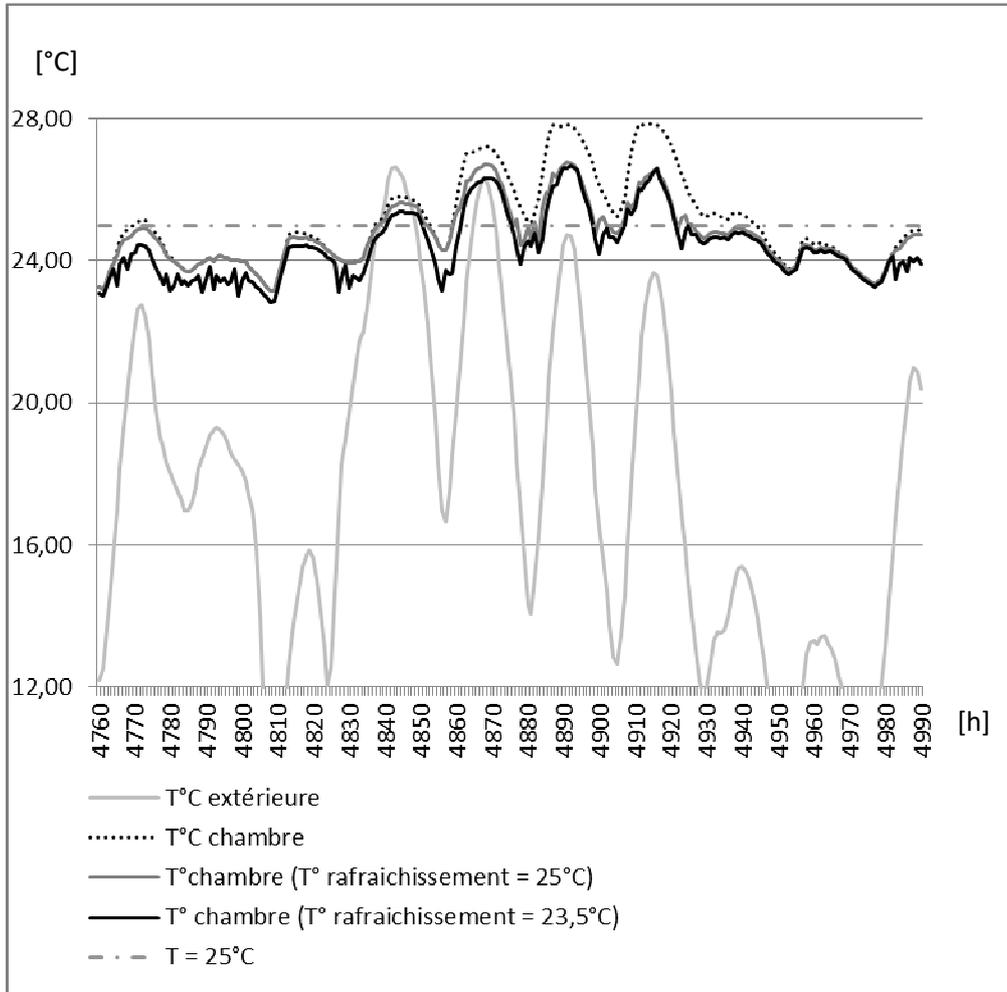


Figure 10 : Évolution de la température dans une chambre avec activation du by-pass à une température de 23,5°C

On remarque que, si les températures sont, de manière générale, plus basses, c'est dû au rafraîchissement qui se fait plus tôt. Cependant, la différence lors de pics de chaleur est assez faible. On obtient un pic avec une température maximale de 26,6°C (pour 26,8°C lorsque la température de rafraîchissement était à 25°C).

## 6.2. Faire du night-cooling lors des périodes chaudes

Lorsque la température dépasse les 23,5°C en journée, on peut rafraîchir la nuit et y abaisser la température à 22°C. Ce rafraîchissement aura lieu de mai à septembre inclus, la nuit (de 22h à 6h du matin).

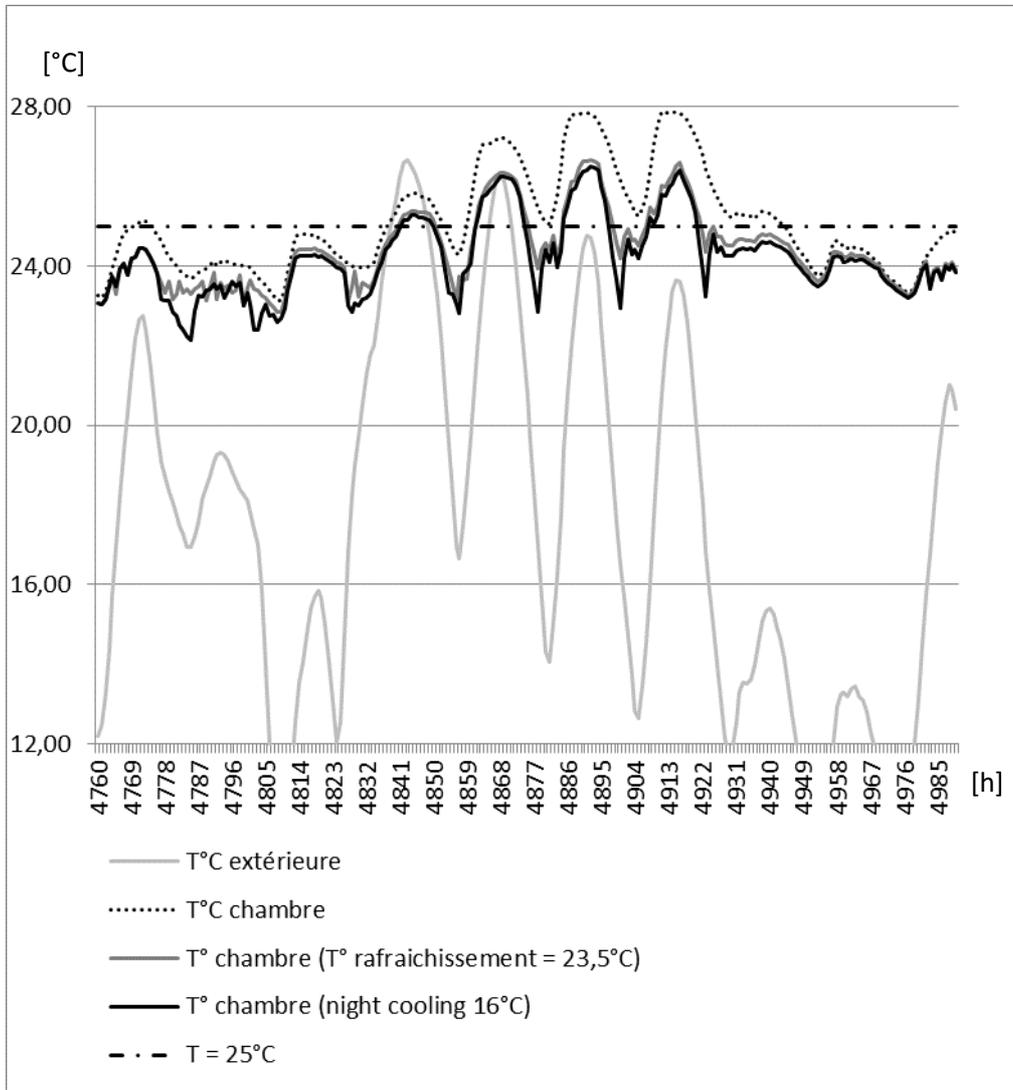


Figure 11 : \u00c9volution de la temp\u00e9rature dans une chambre avec rafraichissement nocturne

On remarque \u00e0 la figure 11 que la temp\u00e9rature de nuit ne diminue que sur une p\u00e9riode de temps tr\u00e8s courte. Cela est d\u00fb au fait que les temp\u00e9ratures ext\u00e9rieures, la nuit, ne sont pas dans la plage de confort (16\u00b0C \u00e0 23,5\u00b0C) et que donc le by-pass ne s'active pas. Pour r\u00e9aliser un rafraichissement nocturne, il faut donc diminuer la temp\u00e9rature de pulsion minimum.

### 6.3. Diminuer la température de pulsion de l'air la nuit

L'air pulsé est originellement à 16°C. L'abaisser à 12°C diminue la température de nuit. Le programme LINDAB permet de vérifier le confort thermique de cette pulsion de froid. La norme autorise une différence de 1 K au centre de la pièce. La simulation montre une variation de seulement 0,1 K si on pulse de l'air à 12°C. Cette diminution peut donc être effectuée.

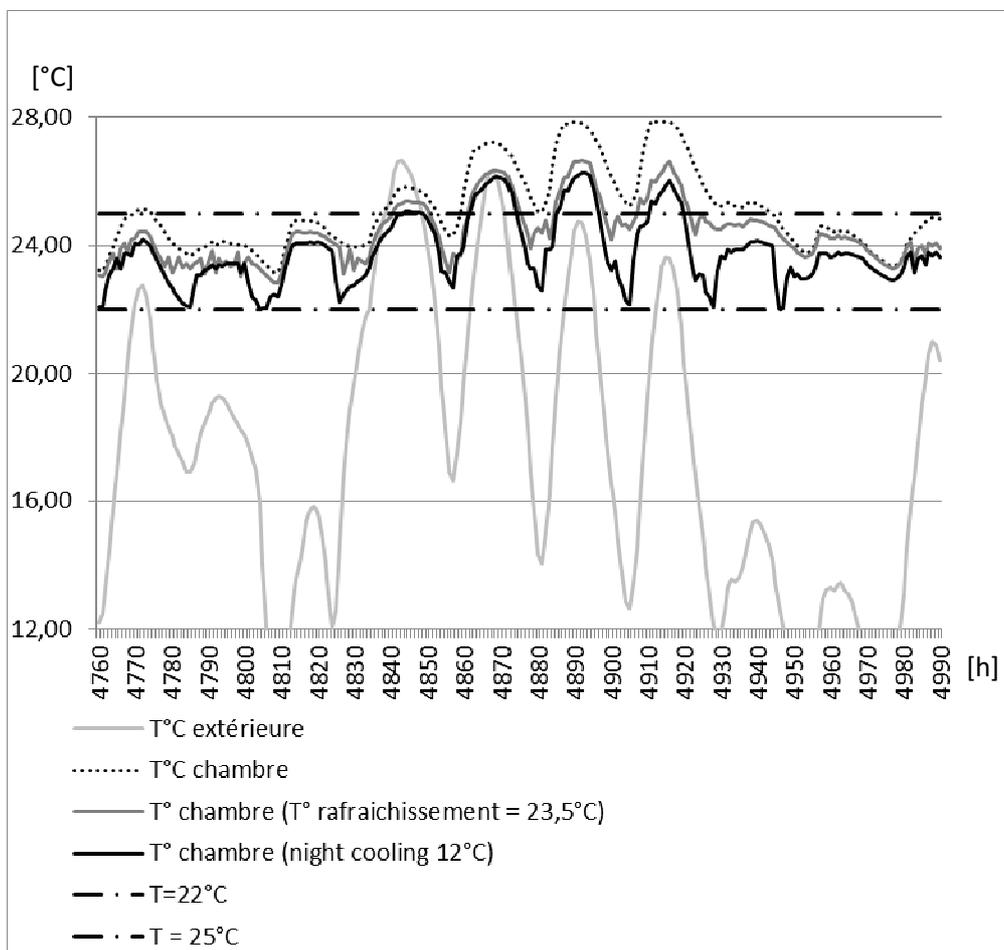


Figure 12 : Évolution de la température dans une chambre avec diminution de la température de pulsion de l'air lors du rafraîchissement nocturne

Comme le montre la figure 12, avec une température de pulsion à 12°C, le refroidissement la nuit est plus efficace et le confort en journée amélioré. Cette solution est efficace, mais il faut faire attention à ne pas rafraîchir de trop car cela oblige à chauffer à nouveau la nuit. Pour empêcher cette action, il convient de désactiver le

by-pass lorsque la température de la chambre atteint les 22,5°C. De cette manière, la température des bureaux et des chambres, ne descend pas en dessous des 22°C la nuit.

#### **6.4. Conclusion**

L'utilisation de stores est nécessaire afin de ne pas avoir de désagréments causés par un éblouissement. Cependant, un investissement dans une station météorologique pour contrôler automatiquement l'abaissement de ceux-ci sur une façade entière n'est pas indispensable. Afin de respecter les normes de confort dans le bâtiment, l'utilisation du by-pass s'avère nécessaire. En effet, sans celui-ci, le pourcentage de surchauffe dans les chambres excède 5% et les exigences de la norme ne sont pas respectées. Afin d'avoir un confort optimum, le by-pass s'active dans les conditions suivantes :

- Température intérieure > 23,5°C
- 16°C < Température extérieure < 23,5°C

Le night-cooling permet également d'améliorer le confort des occupants. Il n'est pas indispensable de rafraîchir la nuit en été, mais ce type de rafraîchissement est conseillé lorsque plusieurs journées à forte chaleur se succèdent. Le rafraîchissement de nuit se fait dans les conditions suivantes :

- De mai à septembre inclus, la nuit (de 22h à 6h du matin)
- Température intérieure > 22,5°C
- 12°C < Température extérieure < 23,5°

### **7. Résultats obtenus avec les améliorations (ailes A, B, C et Hall)**

Les conditions d'activation du by-pass pour la simulation de l'aile A, C et du Hall sont définies de la même manière qu'au point 6.4. Le tableau 3 montre les résultats obtenus pour les trois simulations.

#### ***Critique des résultats de l'aile A:***

Le bureau de direction est le plus affecté par la surchauffe. Cette pièce possède 5 fenêtres de grandes dimensions situées sud – est. En plus des apports solaires non négligeables, les apports d'une personne et d'un ordinateur de 8h à 18h augmentent considérablement la température dans la pièce. Le résultat obtenu est donc compréhensible. Ensuite, les chambres « CH3 » possèdent des fenêtres situées au sud et ont donc un niveau de surchauffe plus élevé que les autres rangées de chambres. Les rangées de chambres CH2 sont moins affectées par la surchauffe, étant ombragées par l'aile B.

Locaux aile A		Sans améliorations		Avec by-pass		Avec night-cooling	
		[heure]	[%]	[heure]	[%]	[heure]	[%]
Rez-de-chaussée	Bureau	1176	13,42	377	4,30	219	2,50
	Personnel	497	5,67	27	0,31		
	Coiffeur	21	0,24				
Etage +1	CH3	579	6,61	50	0,57	15	0,17
	CH1	275	3,14	8	0,09		
	Personnel	130	1,48				
	CH2	36	0,41				
Etage +2	CH3	534	6,10	76	0,87	48	0,55
	CH1	368	4,20	68	0,78	31	0,35
	CH2	128	1,46	7	0,08		
	Infirmierie	71	0,81	2	0,02		
Locaux aile B		Sans améliorations		Avec by-pass		Avec night-cooling	
		[heure]	[%]	[heure]	[%]	[heure]	[%]
Rez-de-chaussée	Snoezelen	656	7,49	149	1,70	97	1,11
	CH1	177	2,02	6	0,07		
	CH3	203	2,32	13	0,15		
	CH2	184	2,10	8	0,09		
	Couloir	166	1,89				
Etage	CH2	689	7,87	130	1,48	77	0,88
	CH1	428	4,89	73	0,83	37	0,42
	Couloir	105	1,20				
	Personnel 2	18	0,21				
Locaux aile C et Hall		Sans améliorations		Avec by-pass		Avec night-cooling	
		[heure]	[%]	[heure]	[%]	[heure]	[%]
Rez-de-chaussée	Hall	39	0,45	8	0,09		
Etage +1	Hall	305	3,48	111	1,27	93	1,06
	CH1	364	4,16	62	0,71	51	0,58
	CH2	239	2,73	54	0,62	39	0,45
	Couloir hall	31	0,35	11	0,13		

Tableau 3 : Récapitulatif des résultats de surchauffe dans les différentes ailes

L'activation du by-pass dans les conditions décrites permet d'arriver à 3,47% d'heures de surchauffe. Ce résultat est acceptable au point niveau des normes. La figure 13 reprend l'évolution de la température du bureau lors d'une période chaude avec les différentes améliorations.

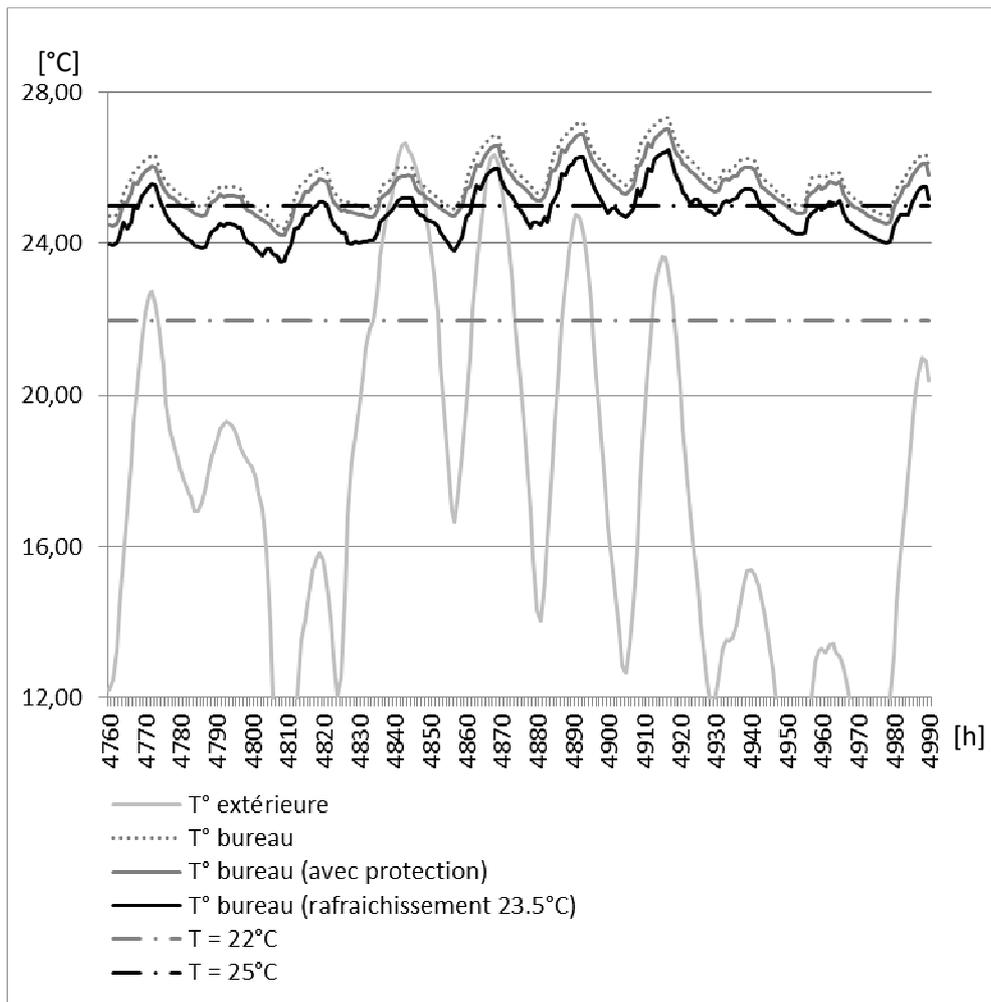


Figure 13 : Evolution de la température dans le bureau de direction avec activation du by-pass à une température de 23,5°C

On constate sur la figure 13, une baisse de la température au sein de la pièce après les améliorations. Néanmoins, les températures maximales restent relativement élevées, elles montent jusque 26,5°C. Un rafraichissement de nuit est donc conseillé, afin de diminuer cette température maximale.

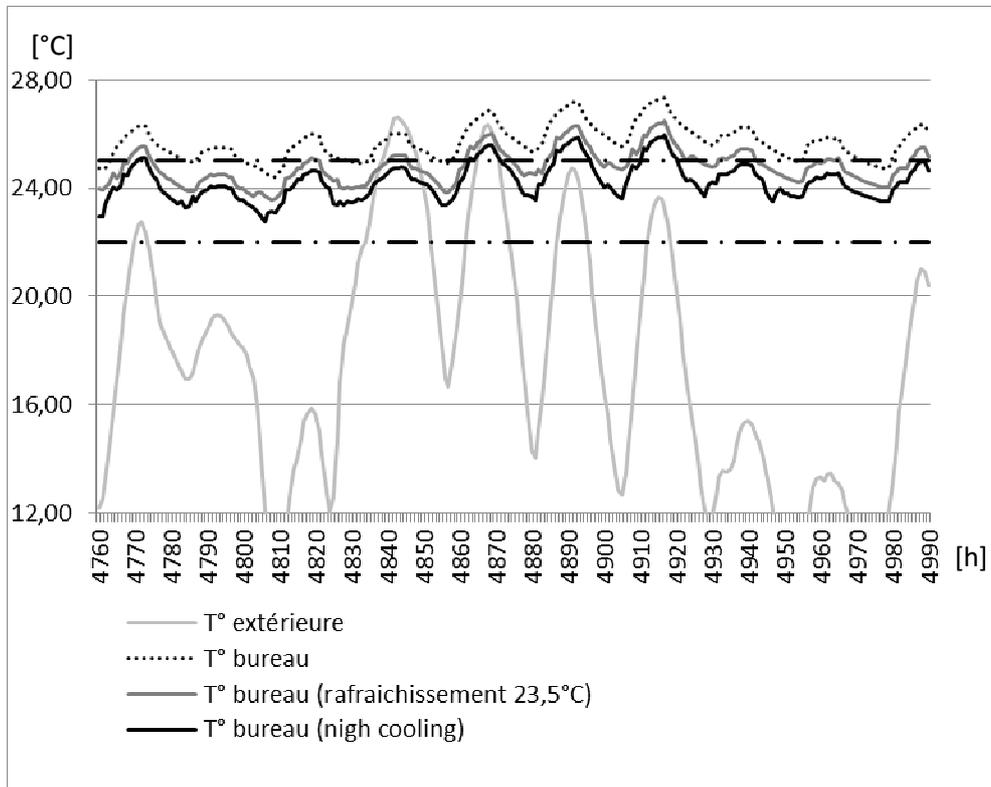


Figure 14 : Évolution de la température dans le bureau de direction avec rafraîchissement nocturne

Comme on peut le constater sur la figure 14, en diminuant la température pendant la nuit, les températures maximales sont abaissées. Les températures maximales atteignent désormais 26,0°C.

### **Critiques des résultats aile C et Hall**

Le hall possède deux grandes surfaces vitrées et il est donc logique que celui-ci soit le plus affecté par la surchauffe. Ensuite, les chambres situées au sud sont les plus affectées. Les résultats obtenus lors de la simulation de l'aile C ne nécessitent pas d'amélioration nécessaire. Néanmoins, le système de ventilation étant commun à celui de l'aile B, il a été vérifié que lorsqu'on réalise un night-cooling, dans les conditions décrites au point 6.4, la température des chambres ne descend pas en dessous des 22°C.

## 8. Conclusion générale

Les différentes ailes du bâtiment ne sont pas fortement sujettes à la surchauffe. La présence de protections solaires (stores) est prévue, mais l'installation d'une station météorologique pour contrôler l'abaissement de ceux-ci n'est pas nécessaire. L'activation d'un by-pass sur le système de ventilation, dans les conditions suivantes, est nécessaire :

- Température intérieure  $> 23,5^{\circ}\text{C}$
- $16^{\circ}\text{C} < \text{Température extérieure} < 23,5^{\circ}\text{C}$

Il est possible d'améliorer le confort des habitants en procédant à un rafraîchissement de nuit dans les conditions suivantes :

- De mai à septembre inclus, la nuit (de 22h à 6h du matin)
- Température intérieure  $> 22,5^{\circ}\text{C}$
- $12^{\circ}\text{C} < \text{Température extérieure} < 23,5^{\circ}\text{C}$

Pour l'aile A, dans les pièces dont les fenêtres sont exposées au sud (bureaux et secrétariat), le rafraîchissement de nuit est conseillé en été.

Pour l'aile B, le rafraîchissement de nuit (night-cooling) en été n'est pas nécessaire. Il s'avère intéressant lorsque plusieurs nuits de fortes chaleurs se font ressentir.

Pour l'aile C, la surchauffe est moins importante que dans les autres ailes. L'activation du by-pass dans les conditions ci-dessus est suffisante.

## 9. Sources

- [1] *Arrêté du Gouvernement wallon modifiant l'arrêté du Gouvernement wallon du 15 octobre 2009 portant exécution du décret du 30 avril 2009 relatif à l'hébergement et à l'accueil des personnes âgées*, Namur, 2009.
- [2] CEN, *Critères pour l'environnement intérieur et évaluation des performances énergétiques des bâtiments couvrant la qualité d'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique*, NBN EN 15251, Bruxelles, 2007, 51p.
- [3] CEN, *Ergonomie de l'environnement thermique – Détermination du métabolisme énergétique*, NBN EN ISO 8996, Bruxelles, 2004, 35p.
- [4] CEN, *Ergonomie des ambiances thermiques ; Détermination analytique et interprétation du confort thermique par le calcul des indices PMV et PDD et par des critères de confort thermique local*, NBN EN ISO 7730, Bruxelles, 2005, 63p.

- [5] CEN, *Ventilation dans les bâtiments non résidentiels – Spécifications des performances pour les systèmes de ventilation et de climatisation*, NBN EN 13779, Bruxelles, 2007, 79p.
- [6] *Description du poids corporel* (consulté le 09/03/2015).  
Adresse URL : [http://www.santenpdc.org/opac\\_css/doc\\_num.php?explnum\\_id=932](http://www.santenpdc.org/opac_css/doc_num.php?explnum_id=932)
- [7] *Les pulsations* (mis en ligne le 27/10/2008).  
Adresse URL : <http://www.soins-infirmiers.com/pulsations.php>