

# Evaluation du confort d'été en logements collectifs dans le cadre de la RT2012

## Collectif Isolons La Terre Contre le CO<sub>2</sub>

### Rapport final Synthèse



Membre fondateur de



Direction	Nathalie Tchang	Date	18/11/2013
Chef de projet	Jules Drique	N°version	1
Chargés d'études	Hubert Helouis	Phase	
Diffusion			

# SOMMAIRE

<b>1. PREAMBULE .....</b>	<b>3</b>
1.1. CONTEXTE .....	3
1.2. OBJECTIFS .....	3
1.3. LE FUTUR INDICATEUR DE CONFORT D'ETE : LA DUREE D'INCONFORT D'ETE STATISTIQUE (DIES).....	3
<b>2. PERIMETRE DE L'ETUDE.....</b>	<b>7</b>
2.1. ZONES CLIMATIQUES.....	7
2.2. CHOIX DU BATIMENT .....	7
<b>3. SYNTHESE DES RESULTATS .....</b>	<b>9</b>
<b>4. HYPOTHESES .....</b>	<b>10</b>
4.1. HYPOTHESES SUR LES PRESTATIONS D'ENVELOPPE.....	10
4.2. HYPOTHESES SUR LES VARIANTES ETUDIEES .....	11
4.2.1. 2 valeurs de perméabilité à l'air simulées .....	11
4.2.2. 3 types de façade .....	11
4.2.3. 3 types de vitrages étudiés.....	12
4.2.4. 5 ratios d'ouverture maximum de fenêtre simulés .....	12
4.2.5. 2 expositions au bruit simulées : Br1 et Br2/Br3 .....	12
4.2.6. 3 types de ventilation simulés .....	12
<b>5. ANALYSE DES RESULTATS .....</b>	<b>14</b>
5.1. INFLUENCE DE LA ZONE D'EXPOSITION AU BRUIT ET DU ROUV_MAX SUR LA DIES.....	14
5.2. INFLUENCE DU SYSTEME DE VENTILATION SUR LA DIES .....	15
5.3. INFLUENCE DU TYPE DE PAROI VITREE SUR LA DIES .....	16
5.4. INFLUENCE DU TYPE DE FAÇADE SUR LE DIES .....	17
5.5. INFLUENCE DE LA PERMEABILITE SUR LE DIES .....	18
5.6. INFLUENCE DE LA POROSITE DES PROTECTIONS MOBILES SUR LA DIES.....	19
<b>6. COMPARAISON AVEC L'ETUDE DE CONFORT D'ETE AVEC SIMULATIONS THERMIQUES DYNAMIQUES SUR LE MEME IMMEUBLE DE LOGEMENTS COLLECTIFS.....</b>	<b>20</b>
6.1. VARIATION DE LA PERMEABILITE A L'AIR.....	20
6.2. VARIATION DE LA CLASSE D'INERTIE .....	20
6.3. VARIATION DE LA VENTILATION.....	20
<b>7. CONCLUSIONS GENERALES.....</b>	<b>21</b>

# 1. Préambule

## 1.1. Contexte

La RT2012 a pour l'instant conservé l'exigence  $T_{ic} < T_{icréf}$  (en °C) pour le confort d'été, identique à celle de la RT2005. Mais la DHUP a annoncé sa volonté de faire évoluer cette exigence vers un indicateur plus représentatif du confort des occupants. Cet indicateur devrait être mis en place au cours de l'année 2014.

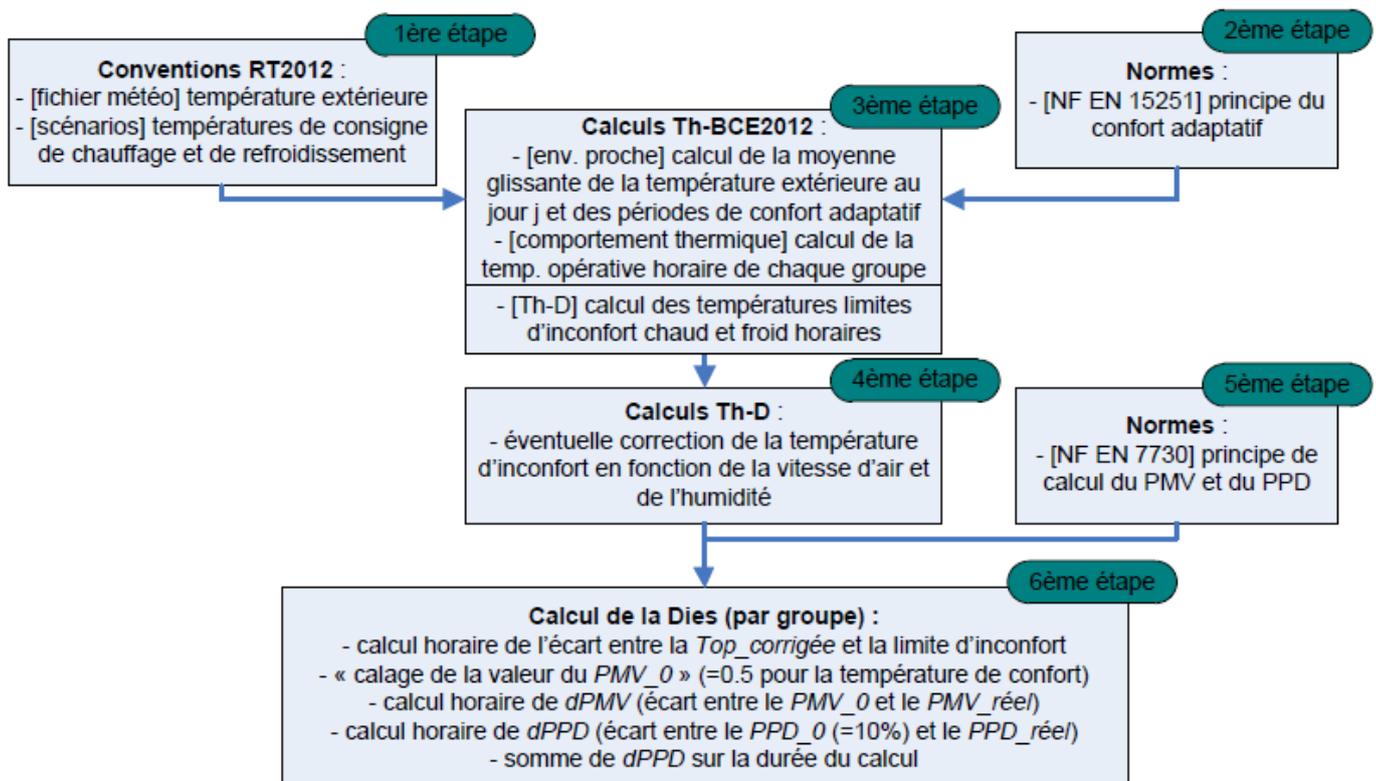
Pour cela un groupe de travail s'est réuni en 2012 pour échanger sur les problématiques de confort d'été et le CSTB a présenté l'indicateur retenu et les évolutions de la méthode de calcul. Depuis le début de l'année 2013, un groupe de travail constitué des applicateurs de la RT2012 réalise des calculs afin de caler cet indicateur pour les différents secteurs de la construction.

Le Collectif « Isolons la Terre contre le CO<sub>2</sub> » avait confié une mission à TRIBU ENERGIE en 2012 afin de contribuer aux travaux entrepris par la DHUP et le CSTB à partir de calcul de simulation thermique dynamique. Aujourd'hui le collectif « Isolons la Terre contre le CO<sub>2</sub> » complète cette étude pour réaliser les calculs avec le moteur de calcul réglementaire.

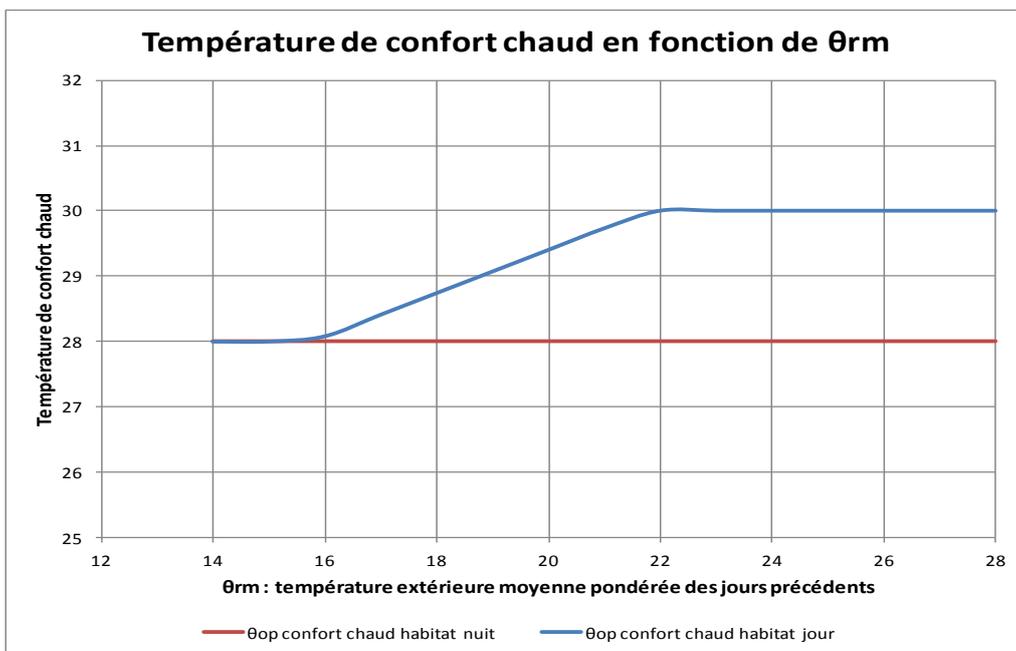
## 1.2. Objectifs

L'objectif est d'évaluer le nouvel indicateur de confort d'été de la RT2012, la DIES pour le secteur du logement collectif en fonction de différents paramètres d'entrée.

## 1.3. Le futur indicateur de confort d'été : la Durée d'inconfort d'été statistique (Dies)

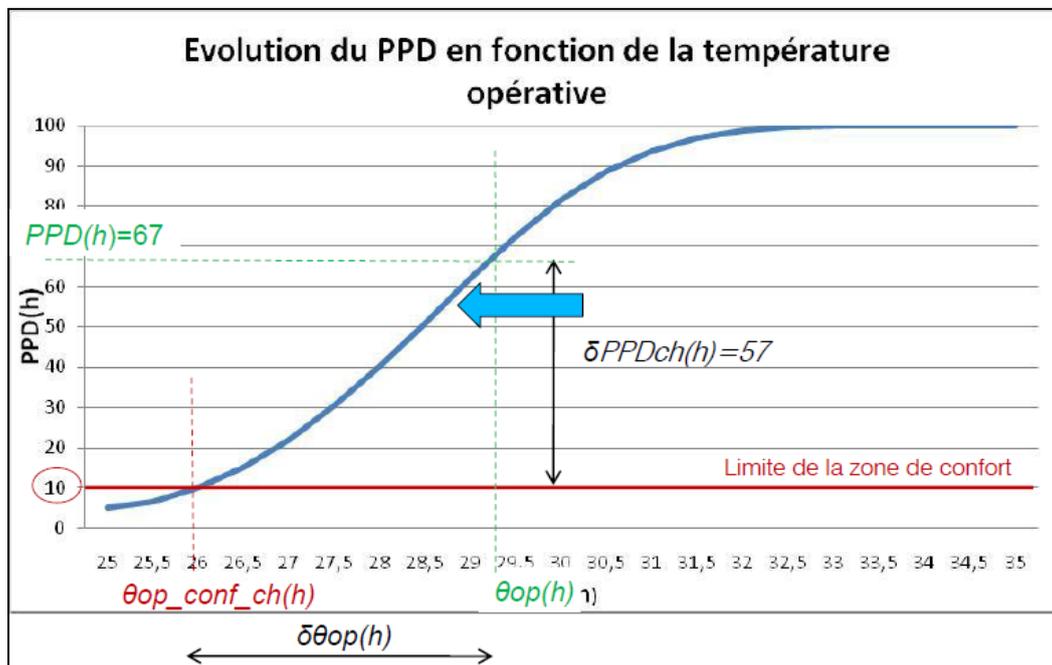


Le calcul de la Dies en logements a une approche adaptative en journée et une approche non adaptative la nuit :



Le graphique ci-dessus permet de déterminer la température limite d'inconfort chaud en fonction de la température extérieure.

Le pourcentage prévisible d'insatisfaits (*PPD : Predicted Percentage of Dissatisfied*) est calculé au pas de temps horaire en supposant le PPD égal à 0 à la température limite d'inconfort chaud  $\theta_{op\_conf\_ch}(h)$ .



$\delta\theta_{op}(h)$  correspond à l'écart entre la température limite d'inconfort chaud  $\theta_{op\_conf\_ch}(h)$  et la température opérative  $\theta_{op}(h)$  au pas de temps h.

L'écart de pourcentage d'insatisfaits  $\delta PPD(h)$  correspond à l'écart de PPD entre  $PPD(\theta_{op}(h))$  et  $PPD(\theta_{op\_conf\_ch}(h))=10\%$ .

L'écart de pourcentage d'insatisfaits est ensuite intégré sur la période de confort adaptatif, en occupation :

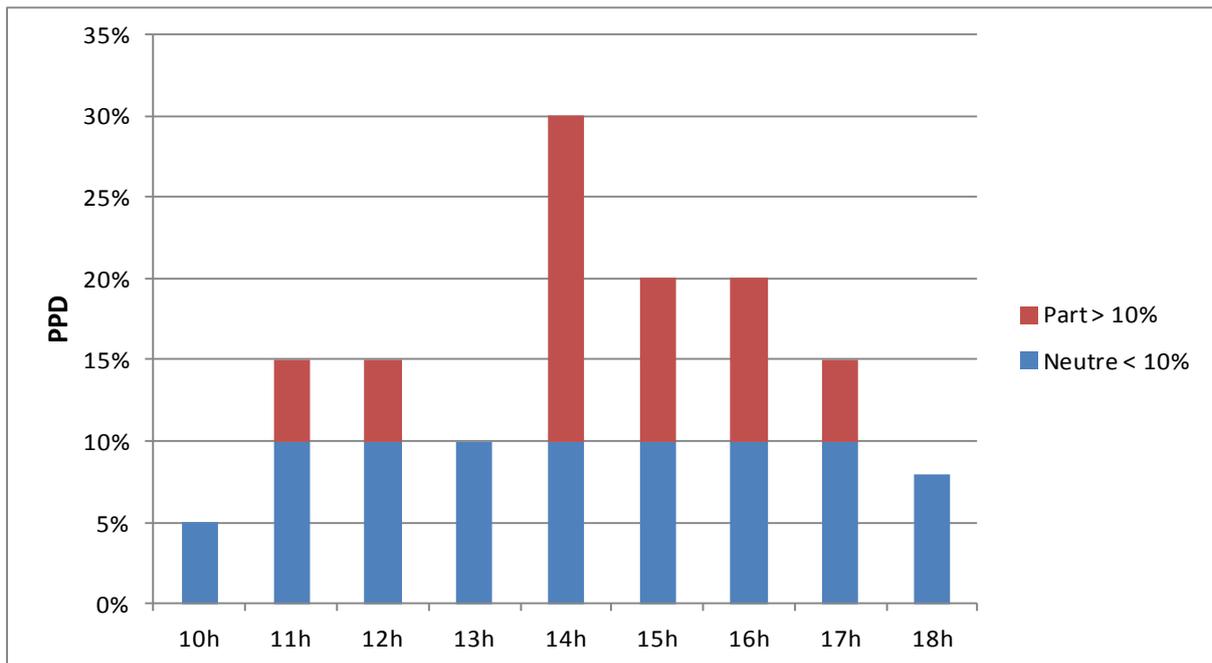
$$Dies = \sum_h \Delta PPD(h)$$

La Dies s'exprime en heures.

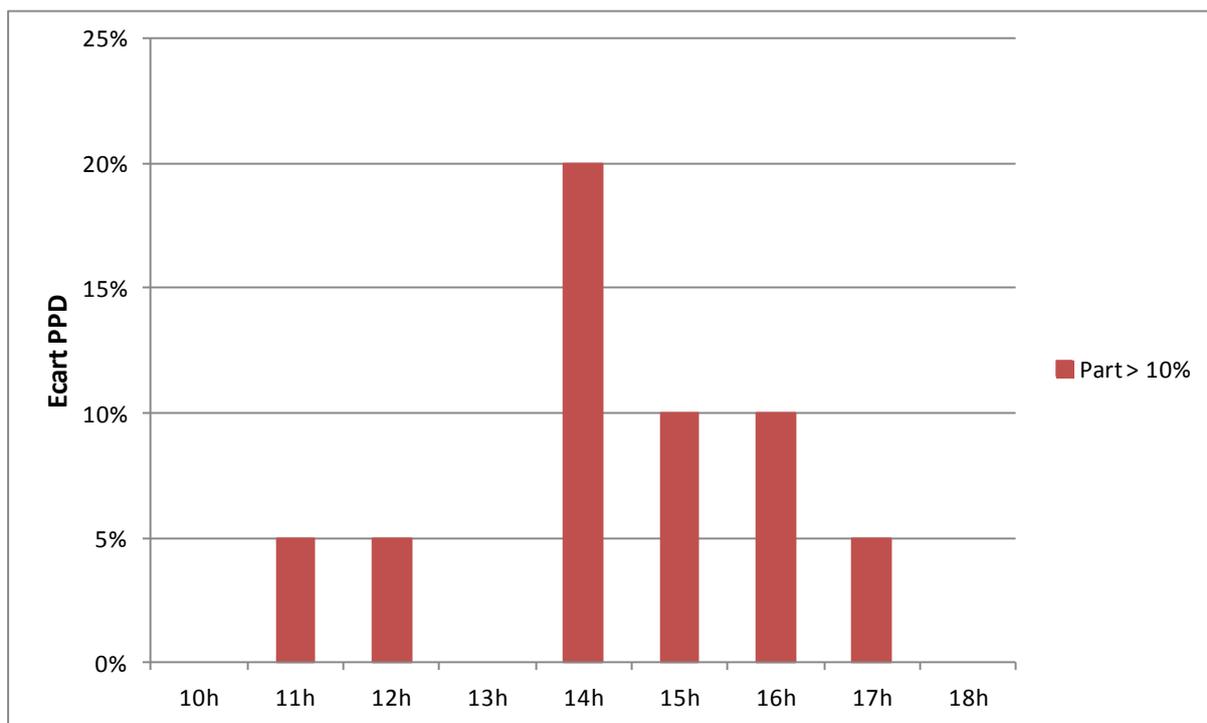
**Exemple d'application :**

Estimation du pourcentage d'insatisfaits statistiques sur une séquence chaude (supposée en période de confort adaptatif et en occupation)

	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
<b>Vote PPD</b>	5%	15%	15%	10%	30%	20%	20%	15%	8%
<b>Neutre &lt; 10%</b>	5%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	8%
<b>Part &gt; 10%</b>	0%	5%	5%	0%	20%	10%	10%	5%	0%



Ce qui donne :



On pondère les heures par le pourcentage d'insatisfaits statistiques :

	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h
Nb heures	0h	0.05h	0.05h	0h	0.2h	0.1h	0.1h	0.05h	0h

$$\text{Donc Dies} = \sum \Delta \text{PPD}(h) = 0 + 0.05 + 0.05 + 0 + 0.2 + 0.1 + 0.1 + 0.05 + 0$$

**Dies = 0.55h**



## 2. Périmètre de l'étude

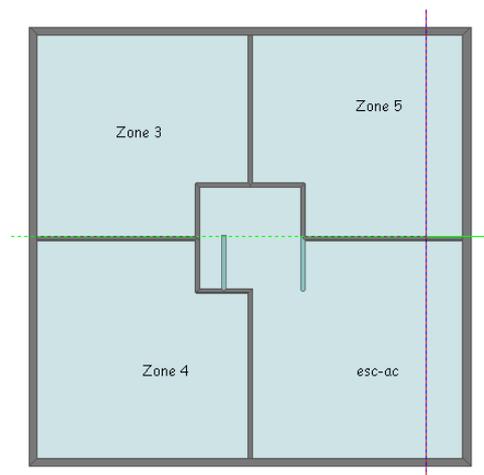
### 2.1. Zones climatiques

L'étude a été réalisée sur 3 zones climatiques :

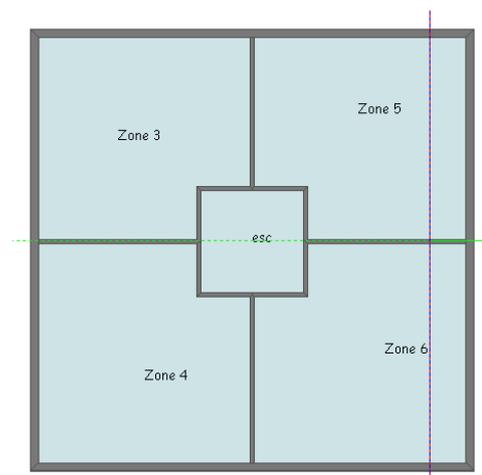
- H1b : climat de Nancy
- H2d : climat de Carpentras
- H3 : climat de Marseille

### 2.2. Choix du bâtiment

Le bâtiment étudié sera le bâtiment de logement collectif utilisé pour l'étude réalisée en juillet 2012 sur l'évaluation du confort d'été grâce à la simulation thermique dynamique :



Répartition des logements au RDC



Répartition des logements pour les autres niveaux

Caractéristiques architecturales		
Nombre de logements		27
Surface habitable		1653 m <sup>2</sup>
Nombre de niveau		7 (R+6)
Typologie des appartements		T3
Surface de déperdition totale		1736 m <sup>2</sup>
Surface vitrée		275 m <sup>2</sup>
Taux de surface totale de baies		23.4%
Répartition des surfaces vitrées selon leur orientation	Nord	25%
	Est	25%
	Sud	25%
	Ouest	25%
Perméabilité à l'air (m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> ) sous 4 Pa dans le cas de base		1

### 3. Synthèse des résultats

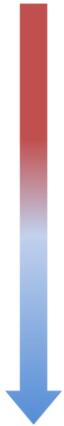
Le Collectif « Isolons la Terre contre le CO<sub>2</sub> » avait confié une mission à TRIBU ENERGIE en 2012 afin de contribuer aux travaux entrepris par la DHUP et le CSTB à partir de calcul de simulation thermique dynamique. Aujourd'hui le collectif « Isolons la Terre contre le CO<sub>2</sub> » complète cette étude pour réaliser les calculs avec le moteur de calcul réglementaire.

L'objectif est d'évaluer le nouvel indicateur de confort d'été de la RT2012, la DIES pour le secteur du logement collectif en fonction de différents paramètres d'entrée.

Les variantes suivantes ont été étudiées :

- l'inertie du bâtiment
- le type de vitrage
- l'exposition au bruit des baies vitrées
- le ratio d'ouverture max des baies
- la perméabilité à l'air du bâtiment
- le système de ventilation

Le tableau ci-dessous indique les résultats observés au cours de l'étude en classant les variantes du plus impactant au moins impactant pour la Dies.

<p><b>Plus impactant</b></p>  <p><b>Moins impactant</b></p>	<b>Inertie du bâtiment</b>	La Dies diminue lorsque la classe d'inertie du bâtiment augmente.	L'impact est renforcé quand les baies sont exposées Br2/Br3
	<b>Ratio d'ouverture max des fenêtres</b>	La Dies diminue lorsque le ratio d'ouverture max augmente.	L'impact est renforcé quand les baies sont exposées Br2/Br3
	<b>Type de vitrage</b>	La Dies diminue lorsque le facteur solaire des fenêtres baisse.	L'impact est renforcé quand les baies sont exposées Br2/Br3
	<b>Système de ventilation</b>	La mise en place d'une double flux impacte légèrement la Dies. La surventilation mécanique nocturne entraîne une réduction efficace de la Dies	L'impact est similaire en Br1 et en Br2/Br3
	<b>Perméabilité à l'air du bâtiment</b>	Ce paramètre joue de façon négligeable sur la Dies	L'impact est similaire en Br1 et en Br2/Br3

La Dies présente une évolution par rapport à la Ticref car ce nouvel indicateur prend en compte les notions de confort adaptatif et d'insatisfaction de l'occupant. De plus, les conventions utilisées pour le calcul de la Ticref ne sont pas assez exigeantes et ne permettent pas de garantir un bon confort d'été, ce qui a pour effet de ne pas limiter le développement de la climatisation dans les logements. La Dies a pour principal objectif de garantir un bon confort d'été dans les logements non climatisés.

Cette étude montre également qu'il est possible d'optimiser la conception de certains bâtiments qui apportent a priori un mauvais confort d'été.

Par exemple, le fait d'installer des vitrages performants avec d'importants ratio d'ouverture sur un immeuble de logements en ossature bois en zone H3 permet de réduire de façon considérable sa Dies et cela même en zone d'exposition au bruit Br2.

## 4. Hypothèses

### 4.1. Hypothèses sur les prestations d'enveloppe

Parois opaques	Parois verticales	<p><i>Base : Isolation par l'extérieur</i></p> <p>0,8 cm de parement en ciment            14 cm d'isolant : <math>\lambda=0.032 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> ; <math>\rho=46 \text{ kg/m}^3</math> ; <math>C_p=1000 \text{ J}/(\text{kg}.\text{K})</math>            18 cm de béton banché  <math>U = 0,245 \text{ W/m}^2.\text{K}</math>            Couleur façade, coef <math>\alpha=0,6</math></p>
		<p><i>Variante : Parois en ossature bois</i></p> <p>1,5 cm de parement            20 cm d'isolant : <math>\lambda=0.035 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> ; <math>\rho=46 \text{ kg/m}^3</math> ; <math>C_p=1000 \text{ J}/(\text{kg}.\text{K})</math>            1,3 cm de plaque de plâtre  <math>U = 0,162 \text{ W/m}^2.\text{K}</math>            Couleur façade, coef <math>\alpha=0,6</math></p>
		<p><i>Variante : Isolation par l'intérieur</i></p> <p>0,8 cm d'enduit de façade            18 cm de béton banché            12 cm d'isolant : <math>\lambda=0.032 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> ; <math>\rho=46 \text{ kg/m}^3</math> ; <math>C_p=1000 \text{ J}/(\text{kg}.\text{K})</math>            1,3 cm de plaque de plâtre  <math>U = 0,245 \text{ W/m}^2.\text{K}</math>            Couleur façade, coef <math>\alpha=0,6</math></p>
	Plancher Haut (toiture terrasse)	<p>15 cm d'isolant : <math>\lambda=0.029 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> ; <math>\rho=27 \text{ kg/m}^3</math> ; <math>C_p=1400 \text{ J}/(\text{kg}.\text{K})</math>            20cm de béton banché  <math>U = 0,165 \text{ W/m}^2.\text{K}</math>            Couleur toiture, coef <math>\alpha=0,8</math></p>
	Plancher Bas (sur cave)	<p>20 cm de Dalle de Béton            12 cm d'isolant : <math>\lambda=0.040 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> ; <math>\rho=56 \text{ kg/m}^3</math> ; <math>C_p=710 \text{ J}/(\text{kg}.\text{K})</math>  <math>U = 0,304 \text{ W/m}^2.\text{K}</math></p>
Parois Vitrées	<p><i>Base : Double vitrage 4/16argon/4</i></p> <p><math>U_w = 1,5</math>  <math>Sw1\_e=0,45 // Sw2\_e=0,09 // Sw3\_e=0</math>  <math>Tli\_sp=0,55 // Tlid\_sp=0</math></p>	
	<p><i>Variante : Climaplust Planistar Sun 4/16argon/4</i></p> <p><math>U_w = 1,5</math>  <math>Sw1\_e = 0,21 // Sw2\_e=0,06 // Sw3\_e=0</math>  <math>Tli = 0,4725 // Tlid = 0</math></p>	
	<p><i>Variante en zone H3 : Cool Lite X-Trem 4/16argon/4</i></p> <p><math>U_w = 1,5</math>  <math>Sw1\_e=0,195 // Sw2\_e=0,015 // Sw3\_e=0</math>  <math>Tli\_sp=0,45 // Tlid\_sp=0</math>            Orientées sud et ouest            Fenêtre du cas base pour les autres orientations</p>	

Protection solaires	Volets battant Bois Uw_ap = 1,159 Sw1_ap=0,09 // Sw2_ap=0,08 // Sw3_ap=0 Tli_ap=0,08 // Tlid_ap=0,03
Portes extérieures	Isolation thermique : U = 2 W/m².K
Ventilation	<i>Base : Simple flux hygro B</i> Débit Moyen en occupation= 2100 m3/h
	<i>Variante : Ventilation double flux</i> Rendement échangeur = 80% Débit soufflé= 2100 m3/h Débit repris= 2100 m3/h
	<i>Variante : Ventilation double flux + surventilation nocturne</i> Rendement échangeur = 80% Débit soufflé= 2100 m3/h Débit repris= 2100 m3/h  Surventilation nocturne l'été et hors période de chauffage en doublant le débit soufflé pour rafraichir le bâtiment de manière passive

## 4.2. Hypothèses sur les variantes étudiées

Les calculs ont été menés avec le moteur de calcul Maestro V1.1.6.8.

Les variantes envisagées pour cette étude sont décrites ci-après.

### 4.2.1. 2 valeurs de perméabilité à l'air simulées

Configuration de base : perméabilité à l'air = 1 m³/h.m²

Variante simulée : perméabilité = 0.5 m³/h.m²

### 4.2.2. 3 types de façade

Les différents types de façades permettent d'analyser l'impact de l'inertie sur l'indicateur de confort d'été.

Chaque type de façade est caractérisé par le coefficient de transmission thermique des parois (Uk), les facteurs solaires de la paroi (Sf,ck et Sf,ek) et l'inertie du bâtiment.

VARIANTES	ITE	ITI	Bois
Uk	0,245	0,245	0,162
Sf_ck	0,0059	0,0059	0,0039
Sf_ek	0,0103	0,0103	0,0068
Inertie quotidienne	Très lourde	Lourde	Moyenne
Inertie Séquentielle	Par défaut	Par défaut	Par défaut
Inertie Annuelle	Par défaut	Par défaut	Par défaut

Les inerties sont calculées d'après la méthode des « points d'inertie » des règles Th-I.

Pour l'inertie séquentielle, le paramètre « par défaut » correspond une classe d'inertie séquentielle deux niveaux plus légère que la classe d'inertie quotidienne comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

	Classe d'inertie quotidienne	Classe d'inertie séquentielle
Pas de paroi lourde	Très légère	Très légère
Une paroi lourde par niveau	Moyenne	Très légère
Deux parois lourdes par niveau	Lourde	Légère
Trois parois lourdes par niveau	Très lourde	Moyenne

#### 4.2.3. 3 types de vitrages étudiés

- Pour les 3 zones climatiques : configurations avec vitrage de base et avec Planistar Sun sur les 4 façades
- Pour la zone H3 uniquement : configuration avec vitrage Cool Lite Xtrem sur les façades Sud et ouest uniquement.

#### 4.2.4. 5 ratios d'ouverture maximum de fenêtre simulés

Rouv\_max simulés : 40%, 50%, 60%, 70% et 80%

Les différents ratios d'ouverture des fenêtres permettent de prendre en compte différentes perméabilités de protections solaires ainsi que différents pourcentages d'ouvertures de fenêtres.

Par exemple, une fenêtre pouvant d'ouvrir sur 80% de sa surface avec une protection solaire permettant de laisser passer 25% du débit lorsque celle-ci est descendu correspondra avec une fenêtre pouvant s'ouvrir sur 40% et muni d'une protection mobile permettant de laisser passer 50 % du débit lorsque celle-ci est descendu.

#### 4.2.5. 2 expositions au bruit simulées : Br1 et Br2/Br3

Les zones de bruits influencent le scénario conventionnel d'ouverture des fenêtres. On considère qu'en zone de bruit importante (Br2/Br3), l'occupation a moins la possibilité d'ouvrir les fenêtres pour augmenter son confort qu'en zone de bruit faible (Br1).

#### 4.2.6. 3 types de ventilation simulés

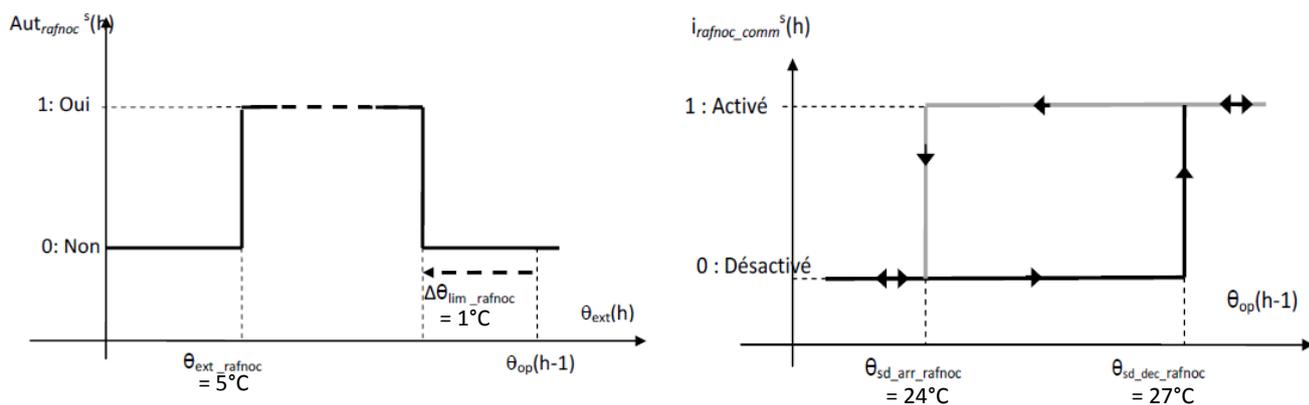
- Simple flux : débit d'extraction : 2100 m<sup>3</sup>/h
- Double flux : efficacité de l'échangeur : 80%

##### Caractéristiques du ByPass

<b>Température extérieure de consigne au dessus de laquelle l'échangeur peut être by-passé en période de chauffage</b>		
T_ext_bp_hiver	<input type="text" value="12"/> °C	Min: -infini Max : +infini
<b>Température intérieure de consigne au dessus de laquelle l'échangeur peut être by-passé en période de chauffage</b>		
T_int_bp_hiver	<input type="text" value="24"/> °C	Min: -infini Max : +infini
<b>Température extérieure de consigne au dessus de laquelle l'échangeur peut être by-passé hors période de chauffage</b>		
T_ext_bp_ete	<input type="text" value="12"/> °C	Min: -infini Max : +infini
<b>Température intérieure de consigne au dessus de laquelle l'échangeur peut être by-passé hors période de chauffage</b>		
T_int_bp_ete	<input type="text" value="24"/> °C	Min: -infini Max : +infini

- Double flux + surventilation mécanique nocturne : mêmes caractéristiques que le cas précédant avec une surventilation entre 23h et 6h.

La gestion de la surventilation mécanique nocturne est mise en place pour rafraîchir le bâtiment la nuit suivant ce fonctionnement :



Le graphique de gauche montre l'autorisation à surventiler suivant la température extérieure et le graphique de droite montre l'indicateur d'utilisation du rafraîchissement nocturne suivant les températures opératives de début et d'arrêt.

Matrice de surventilation mécanique nocturne dans Maestro :

Param_Rafnoc_Ete	
Limit lower :	-infini
Type : 'double'	Limit high : +infini
Separator :	Unit : -
	Value
▶ Hleg_deb_tafnc	23
Hleg_fin_rafnoc	6
Theta_sd_dec_	27
Theta_sd_arr_r	24
Delta_Theta_lim	1
Theta_ext_rafnc	5

Débit de surventilation : 4200 m<sup>3</sup>/h

En tout 1620 simulations ont été menées..

## 5. Analyse des résultats

### 5.1. Influence de la zone d'exposition au bruit et du Rouv\_max sur la Dies

Dans l'ensemble des cas, la Dies est plus importante lorsque les baies sont exposées BR2 ou BR3 que lorsqu'elles sont exposées BR1.

L'augmentation de la Dies en BR2/BR3 est due au fait que dans ces zones, la durée d'ouverture des baies est inférieure de 30% à 70% à ce qu'elle est en BR1.

Extrait des règles Th-BCE :

En période d'occupation				
	Matinée : h <sub>lég</sub> de 7h à 9h	Journée : h <sub>lég</sub> de 9h à 18h	Soirée : h <sub>lég</sub> de 18h à 22h	Nuit : h <sub>lég</sub> de 22h à 7h
BR1	$P_{occ}$	$P_{occ}$	$P_{occ}$	$P_{occ}$
BR2 et BR3	$0.7 \times P_{occ}$	$0.7 \times P_{occ}$	$0.7 \times P_{occ}$	$0.3 \times P_{occ}$

**Tableau 40: Valeurs de Cpr(h) en période d'occupation**

Sur l'ensemble des 3 zones climatiques simulées, dans le cas d'une exposition au bruit BR2/BR3 des baies, l'évolution de la Dies en fonction du Rouv\_max est linéaire : lorsque le ratio d'ouverture maximum augmente, la Dies diminue. Ceci s'explique par le fait que plus le ratio d'ouverture est important, plus le débit d'air passant à travers la baie vitrée est important.

Dans le cas d'une exposition au bruit BR1 des baies, l'évolution de la Dies en fonction du Rouv\_max n'est linéaire que dans pour la zone H3. Les résultats sont non linéaires pour les zones H1b et H2d.

Les non-linéarités observées sont dues au caractère traversant du groupe au sens de la surventilation par ouverture des baies.

Extrait des règles Th-BCE §7.15.3.2 :

*Le caractère traversant d'un groupe est lié à la possibilité d'ouvrir les portes intérieures entre deux façades d'orientations différentes. En logement collectif, le caractère traversant dépend de la configuration du groupe. Il est à saisir par l'utilisateur au cas par cas, et peut-être différent pour plusieurs groupes appartenant à une même zone d'habitation collective.*

La gestion de l'ouverture des baies dépend de l'écart de température entre la température limite de confort et la température de consigne de refroidissement, ce qui confère au ratio d'ouverture maximum des baies un pouvoir efficace pour diminuer l'inconfort estival, il est d'autant plus efficace que l'environnement est bruyant et que le climat est chaud. Par exemple Par exemple, le graphique des résultats en H3 (climat chaud) montre que la Dies évolue linéairement en fonction du ratio d'ouverture maximum des baies alors qu'en H1b (climat plus doux) cette évolue n'est plus linéaire en Br1.

En H1b, en configuration ITE, on observe peu d'écarts de Dies entre les différents ratios d'ouverture des baies et les différentes expositions au bruit, ce qui indique que la gestion de l'ouverture des fenêtres impacte de manière limitée l'inconfort chaud du groupe. On peut supposer que les causes de cet inconfort chaud sont principalement dues à la conception du bâti.

## 5.2. Influence du système de ventilation sur la Dies

Le tableau ci-dessous résume les variations de Dies observées entre les différents systèmes de ventilation. Les pourcentages négatifs montrent une diminution de la Dies et les pourcentages positifs une augmentation.

		DF / SF	DF+s / SF	DF+s / DF
H1b	ITE	8,6%	-6,2%	-13,7%
	ITI	1,6%	-7,8%	-9,0%
	Bois	-1,1%	-7,5%	-6,4%
	<b>Moyenne</b>	<b>3%</b>	<b>-7%</b>	<b>-10%</b>
H2d	ITE	-3,2%	-13,2%	-10,4%
	ITI	-3,4%	-8,9%	-5,5%
	Bois	-2,8%	-4,0%	-0,7%
	<b>Moyenne</b>	<b>-3%</b>	<b>-9%</b>	<b>-6%</b>
H3	ITE	0,0%	-7,2%	-7,2%
	ITI	0,5%	-5,4%	-5,9%
	Bois	0,5%	-4,1%	-4,5%
	<b>Moyenne</b>	<b>0%</b>	<b>-6%</b>	<b>-6%</b>

SF : Simple Flux

DF : Double Flux

DFs : Double Flux+ surventilation mécanique nocturne

La mise en place d'une ventilation double flux n'a que très peu d'effet sur la Dies par rapport à la ventilation simple flux, ce qui est logique : la ventilation double flux permet de faire des gains effectifs sur la consommation de chauffage grâce à la récupération de chaleur et le contrôle de son by-pass permet de ne pas dégrader le confort estival.

On constate que la mise en place de la surventilation mécanique nocturne (2x débits en fonctionnement normal) entraîne une diminution de la Dies par rapport à la ventilation simple flux et la ventilation double flux sur l'ensemble des zones climatiques simulées (entre 6% et 10% de diminution). Cette diminution est d'autant plus forte que le débit de surventilation nocturne est important.

### 5.3. Influence du type de paroi vitrée sur la Dies

En moyenne, sur l'ensemble des configurations, on observe une diminution de la Dies lorsque les baies sont équipées de Planistar Sun sur toutes les orientations par rapport au vitrage de base. En moyenne, on observe une diminution de la Dies de 39% sur les zones H1b et H2d et une diminution de 28% sur la zone H3. Cette diminution est due au facteur solaire été plus faible pour le Planistar Sun (division par 2 : de 0,54 à 0,27 du facteur solaire entre les 2 vitrages).

En zone H3, lorsque les baies sont équipées de Cool Lite Xtrem sur les façades Sud et Ouest, la Dies diminue de 20% en moyenne par rapport au vitrage de base.

Bien que les caractéristiques du vitrage Cool lite Xtrem soient plus performantes que celles du Planistar Sun (facteur solaire plus faible), on constate que la Dies est plus faible en moyenne avec la configuration Planistar Sun qu'avec la configuration Cool Lite Xtrem. En effet, le vitrage Cool Lite Xtrem est mis en place sur l'orientation Sud et Ouest du bâtiment, le vitrage de base est conservé pour le Sud alors que la configuration Planistar Sin est mise en place sur toutes les orientations. En moyenne, la Dies est plus élevée de 12% avec le Cool Lite Xtrem sur 2 façades que le Planistar Sun sur les 4 façades.

		Planistar Sun/Base			Cool Lite Xtrem/Base	Cool Lite Xtrem/Planistar Sun
		H1b	H2d	H3	H3	H3
Simple Flux	ITE	-51%	-38%	-28%	-20%	12%
	ITI	-38%	-36%	-27%	-19%	11%
	Bois	-37%	-41%	-30%	-22%	12%
	<b>Moyenne</b>	<b>-42%</b>	<b>-38%</b>	<b>-28%</b>	<b>-20%</b>	<b>12%</b>
Double Flux	ITE	-39%	-39%	-29%	-20%	12%
	ITI	-37%	-39%	-27%	-19%	11%
	Bois	-39%	-43%	-30%	-22%	12%
	<b>Moyenne</b>	<b>-38%</b>	<b>-40%</b>	<b>-29%</b>	<b>-20%</b>	<b>12%</b>
Double Flux + surventilation mécanique nocturne	ITE	-39%	-39%	-29%	-20%	12%
	ITI	-36%	-39%	-27%	-19%	11%
	Bois	-40%	-41%	-30%	-22%	12%
	<b>Moyenne</b>	<b>-38%</b>	<b>-40%</b>	<b>-28%</b>	<b>-20%</b>	<b>12%</b>

## 5.4. Influence du type de façade sur le Dies

L'inertie liée à chaque solution d'isolation influe considérablement sur la Dies :

Plus l'inertie est lourde, plus la Dies est faible, c'est pourquoi la Dies est la plus faible avec l'isolation par l'extérieure (inertie quotidienne très lourde) et la Dies la plus forte est atteinte avec l'ossature bois (inertie quotidienne moyenne).

On observe cependant en H3 que pour des baies exposées BR2/BR3, les écarts de Dies entre ITI et ossature bois sont très faibles (en moyenne 11%) et même que la Dies en ossature bois est parfois légèrement plus faible qu'en ITI.

Les écarts de Dies observées selon les différents modes constructifs sont similaires pour les cas double-flux seul et double-flux avec surventilation mécanique nocturne.

Le tableau ci-dessous résume les écarts de Dies constatés entre les différents types d'isolation:

	Simple flux			Double flux			Double flux + surventilation nocturne mécanique		
	H1b	H2d	H3	H1b	H2d	H3	H1b	H2d	H3
<b>ITI / ITE</b>	160%	671%	103%	140%	680%	104%	150%	742%	107%
<b>Bois / ITE</b>	328%	1323%	127%	283%	1331%	128%	312%	1480%	134%
<b>Bois / ITI</b>	66%	72%	11%	61%	74%	11%	65%	81%	12%

## 5.5. Influence de la perméabilité sur le Dies

De manière générale, la variation de la perméabilité à l'air de  $1 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  à  $0.5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  influe peu sur le Dies comme le montre le tableau suivant qui recense les résultats observés :

	$\Delta \text{Dies perméa } 0,5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2 / \text{perméa } 1 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$								
	Simple flux			Double flux			Double flux + surventilation nocturne mécanique		
	H1b	H2d	H3	H1b	H2d	H3	H1b	H2d	H3
<b>ITE</b>	-0,1%	0,1%	0,0%	4,5%	0,5%	0,5%	6,9%	0,2%	0,5%
<b>ITI</b>	-0,5%	0,0%	0,0%	3,4%	0,4%	0,6%	2,1%	0,4%	0,5%
<b>Bois</b>	-0,3%	-0,3%	0,0%	-0,1%	0,2%	0,4%	0,8%	-0,3%	0,2%

Certains écarts paraissent importants notamment en H1b avec les solutions double flux mais en réalité c'est parce que les valeurs de Dies sont faibles pour ces cas.

Par exemple, l'écart relatif de Dies le plus important est obtenu pour le cas ITE, fenêtres équipées de Planistar Sun, exposées BR2/BR3 avec un ratio d'ouverture max de 40%. La valeur de Dies avec la perméabilité de  $1 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  est de 1.38h alors qu'elle est de 1.78h pour la perméabilité de  $0.5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ .

## 5.6. Influence de la porosité des protections mobiles sur la Dies

Sur le cas simple flux, deux types de protections mobiles ont été simulés afin d'étudier l'impact de leur porosité sur la Dies :

- Stores à lames horizontales : perméabilité à l'air de 25%
- Volets pleins : perméabilité à l'air  $\approx$  0%

On constate que lorsque la perméabilité à l'air des protections mobiles diminue, la Dies augmente, notamment dans le cas de faibles ratios d'ouverture max des fenêtres.

Cela s'explique par le fait que pour des volets pleins, moins d'air peut circuler à travers la protection mobile qu'avec des stores à lames horizontales ce qui ne permet pas d'évacuer la chaleur aussi efficacement.

## 6. Comparaison avec l'étude de confort d'été avec simulations thermiques dynamiques sur le même immeuble de logements collectifs

Le Collectif « Isolons la Terre contre le CO<sub>2</sub> » avait confié une mission à TRIBU ENERGIE en 2012 afin de contribuer aux travaux entrepris par la DHUP et le CSTB à partir de calcul de simulation thermique dynamique sur le même immeuble de logements.

Différentes variantes avaient été simulées, notamment :

- Passage d'une perméabilité à l'air de 1 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> à 0.5 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>
- Passage d'une isolation par l'extérieur à une isolation par l'intérieur et ensuite à une ossature bois (variation de la classe d'inertie)
- Passage d'une ventilation simple flux hygro B à une ventilation double flux

Le calcul STD avait été mené sur les 3 mois d'été : juin, juillet et août et non sur l'ensemble de l'année. L'inconfort chaud de mi-saison n'était donc pas pris en compte.

### 6.1. Variation de la perméabilité à l'air

Avec le calcul STD, le nombre d'heures d'inconfort chaud ne varie pas lorsque la valeur de la perméabilité passe de 1 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> à 0.5 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> en zones H1b et H2d et augmente légèrement en zone H3.

Avec le moteur de calcul réglementaire, on observe plutôt une légère diminution de la Dies en zone H1b et une Dies constante en H2d et H3 lorsque la perméabilité passe de 1 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup> à 0.5 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>

### 6.2. Variation de la classe d'inertie

On constate que le nombre d'heures en inconfort chaud augmente lorsque la classe d'inertie diminue conformément à ce qui est observé avec le moteur de calcul réglementaire.

### 6.3. Variation de la ventilation.

Lorsqu'on passe d'une ventilation simple flux hygro B à une ventilation double flux, le nombre d'heures d'inconfort chaud ne varie pas en H1b et en H2d et diminue légèrement en H3.

Avec le moteur de calcul réglementaire, on observe plutôt une augmentation de la Dies en h1, une diminution en H2d et une Dies constante en H3 lorsqu'on passe d'une ventilation simple flux hygro B à une ventilation double flux.

## 7. Conclusions générales

Les différentes sensibilités étudiées dans cette étude ont des impacts différents sur le futur indicateur réglementaire de confort d'été. La liste suivante recense ces variantes de la plus impactante à la moins impactante :

- **L'inertie du bâtiment** : la Dies diminue lorsque la classe d'inertie augmente. Un bâtiment bien isolé aura moins d'inconfort chaud qu'un bâtiment à plus faible inertie thermique, on observe ainsi en ossature bois une Dies plus de 10x supérieure à celle obtenue en isolation par l'extérieur en H2d.
- **Le type de vitrage** : la mise en place de fenêtres avec des facteurs solaires plus performants permet de réduire sensiblement la Dies. L'utilisation de vitrage Planistar Sun en lieu des vitrages types permet ainsi de réduire la Dies de 30% à 40% selon les zones climatiques.  
Egalement, la mise en place des vitrages sur les 4 faces du bâtiment est plus efficace que seulement sur les faces Sud et ouest.
- **Le ratio d'ouverture maximum des baies vitrées** : plus on peut ouvrir les fenêtres, plus on va pouvoir évacuer la chaleur excessive du bâtiment. Ce paramètre est à mettre en parallèle avec la zone d'exposition au bruit des baies (caractéristique indépendante de la conception du bâtiment) ; il est moins aisé d'ouvrir ses fenêtres dans une zone bruyante (Br2 ou Br3) que dans une zone calme (Br1) et il est donc plus difficile de réduire l'inconfort chaud. On constate d'ailleurs que les valeurs de Dies les plus élevées sont obtenues pour de faibles ratios d'ouverture (40% ou 50%) et notamment en zone d'exposition Br2 ou Br3.
- **Le système de ventilation** : l'intérêt de la mise en place d'une ventilation double flux en lieu d'une ventilation simple flux hygro B, au sens du confort d'été, dépend de la zone climatique et de l'inertie du bâtiment. Le passage à une ventilation double flux va se révéler plutôt défavorable en H1b, bénéfique en H2d et inutile en H3.  
Cependant, l'ajout d'une fonction de surventilation mécanique nocturne à la double flux se révèle bénéfique sur l'ensemble des zones climatiques et pour les différentes inerties étudiées. On observe une réduction de la Dies entre 4% et 13%.
- **La perméabilité à l'air du bâtiment** : ce paramètre joue de façon négligeable sur la Dies.

Egalement, la porosité des protections mobiles joue sur la Dies. Plus la protection est imperméable, plus la Dies est importante. (cf graphe en annexe).

Cette étude montre également qu'il est possible d'optimiser la conception de certains bâtiments qui apportent a priori un mauvais confort d'été.

Par exemple, le fait d'installer des vitrages performants avec d'importants ratio d'ouverture sur un immeuble de logements en ossature bois en zone H3 permet de réduire de façon considérable sa Dies et cela même en zone d'exposition au bruit Br2.

Entre les configurations [Vitrage base/BR2/Rouv\_max=40%] et [Vitrage Planistar Sun/Br2/Rouv\_max=70%] en ossature bois en H3, on observe en effet une réduction de la Dies de 54.6h à 15.5h soit une diminution de 72% !

On peut également envisager d'autres alternatives comme l'augmentation de l'inertie thermique du bâtiment ou bien la mise en place d'une surventilation mécanique nocturne.

La Dies présente une évolution par rapport à la Ticref car ce nouvel indicateur prend en compte les notions de confort adaptatif et d'insatisfaction de l'occupant. De plus, les conventions utilisées pour le calcul de la Ticref ne sont pas assez exigeantes et ne permettent pas de garantir un bon confort d'été, ce qui a pour effet de ne pas limiter le développement de la climatisation dans les logements. La Dies a pour principal objectif de garantir un bon confort d'été dans les logements non climatisés.