

# MARCEAU

## GROUPE SCOLAIRE

### MARSEILLE (13)

MAÎTRISE D'OUVRAGE	Maîtrise d'ouvrage Ville de Marseille	Hôtel de Ville - Quai du Port 13 233 MARSEILLE CEDEX 20 tél: 04 91 55 18 13
BUREAU CONTROLE	QUALICONSLT	7/9 rue Jean Mermoz 13 008 MARSEILLE tél: 04 95 08 11 80
BUREAU C.S.P.S.	QUALICONSLT	7/9 rue Jean Mermoz 13 008 MARSEILLE tél: 04 95 08 11 80

MAÎTRISE D'OEUVRE	Architecte mandataire <b>Marjan Hessamfar &amp; Joe Vérons Architectes associés</b>	13 rue Cancera 33 000 BORDEAUX tél : 05 56 13 11 06 fax : 05 56 51 33 01 marceau@hessamfar-verons.fr
	Architecte associé <b>Bajolle &amp; Gianni architectes</b>	75 boulevard Charles Livon 13 007 MARSEILLE tél : 04 91 52 41 13
	Économiste de la construction <b>Fabrice BOUGON</b>	14 rue Sthrau 75 013 PARIS tel : 01 44 06 00 65
	Bureau d'étude structure <b>INGÉNIERIE 84</b>	40 avenue de la 1ère DB 84 306 CAVAILLON CEDEX tel : 04 90 71 38 38
	Bureau d'étude fluides <b>INEX</b>	2 rue Rabelais 93 100 MONTREUIL tel : 01 49 88 81 53
	Bureau d'étude acoustique <b>EMACOUSTIC</b>	6 bis rue Claude Taffanel 33 800 BORDEAUX tel : 05 56 85 96 89
	Paysagiste <b>TERRITOIRES</b>	22 rue Mégevand 25 000 BESANÇON tel : 03 81 82 06 66
	Bureau d'étude VRD <b>VIA INFRASTRUCTURE</b>	81 rue Bourbon 33 300 BORDEAUX tel : 05 56 10 43 85

## Notice Simulation Thermique Dynamique

INDICE	DATE	MODIFICATIONS				ÉTABLI PAR	VÉRIFIÉ PAR	VISÉ PAR
B	30-04-2021							
ECHELLE	N° AFFAIRE	CODE EMETTEUR	CODE LOT	REFERENCE DOCUMENT	INDICE	N° FOLIO	N° DOCUMENT	
	MAR	INEX			B		QE 02	



# DCE

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>Objet du document.....</b>	<b>4</b>
1.1.	Objectif	4
1.2.	Précisions sur les simulations thermiques dynamiques	4
1.3.	Logiciel utilisé	4
<b>2</b>	<b>HYPOTHESES DE SIMULATION .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Zones thermiques .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Modélisation géométrique .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Données climatiques .....</b>	<b>12</b>
<b>2.4</b>	<b>Projection réchauffement climatique dans le monde. ....</b>	<b>14</b>
2.4.1	A l'échelle mondiale	14
2.4.2	A l'échelle de la France	15
<b>2.5</b>	<b>Performance thermique de l'enveloppe .....</b>	<b>16</b>
2.5.1	Composition des parois	16
2.5.2	Menuiseries	16
2.5.3	Protections solaires	16
2.5.4	Etanchéité à l'air de l'enveloppe	16
<b>2.6</b>	<b>Hypothèses d'utilisation .....</b>	<b>17</b>
2.6.1	Synthèse	17
2.6.2	Occupation	18
2.6.3	Apports internes	18
2.6.4	Apports solaires	18
2.6.5	Chauffage et rafraîchissement	19
2.6.6	Ventilation hygiénique	19
<b>3</b>	<b>RESULTATS.....</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Solution pressentie .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Réduction des apports solaires .....</b>	<b>22</b>
3.2.1	Influence des apports solaires	22
3.2.2	Les brise-soleils	23
3.2.3	Performance du vitrage – Facteur solaire	24
3.2.4	Les stores	25
<b>3.3</b>	<b>Rafraîchissement passif et actif .....</b>	<b>26</b>
3.3.1	L'impact des apports internes	26
3.3.2	Ouverture des fenêtres pendant la période d'occupation	27
3.3.3	Surventilation nocturne – Free cooling	29
3.3.4	Un fichier météo caniculaire	30
3.3.5	Rafraîchissement adiabatique	31
3.3.6	Brasseur d'air	32

<b>3.4</b>	<b>Résultats détaillés par pièce .....</b>	<b>33</b>
3.4.1	Résultats détaillés par pièce - RDC	33
3.4.2	Résultats détaillés par pièce – R+1	34
3.4.3	Résultats détaillés par pièce – R+2	35
3.4.4	Résultats détaillés par pièce – R+3	36
<b>3.5</b>	<b>Confort estival entre Juillet et Août .....</b>	<b>37</b>
3.5.1	Préconisation 1 : Module adiabatique + brasseur d'air	38
3.5.2	Préconisation 2 : Module adiabatique + brasseur d'air + ventilation naturelle	39
<b>3.6</b>	<b>Solutions préconisées par pièces .....</b>	<b>40</b>
3.6.1	Solutions préconisées par pièces – SS1 (Ludothèque)	40
3.6.2	Solutions préconisées par pièces – RDC	41
3.6.3	Solutions préconisées par pièces – R+1	42
3.6.4	Solutions préconisées par pièces – R+2	43
3.6.5	Solutions préconisées par pièces – R+3	44
<b>4</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>45</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>46</b>
	<b>ANNEXE I – Scénario d'occupation .....</b>	<b>47</b>
	<b>ANNEXE II – Solutions préconisées par pièce sous l'hypothèse de la prise en compte de la ventilation naturelle .....</b>	<b>51</b>
	ANNEXE II.a - Solutions préconisées par pièce – RDC	51
	ANNEXE II.b - Solutions préconisées par pièce – R+1	52
	ANNEXE II.c - Solutions préconisées par pièce – R+2	53
	ANNEXE II.d - Solutions préconisées par pièce – R+3	54

# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Objet du document

Ce document présente les résultats obtenus au travers de l'étude de simulation thermique dynamique du projet de construction d'un groupe scolaire situé rue Masséna à Marseille (13). L'étude présentée a pour objectif de caractériser le confort thermique selon des modèles théoriques décrits ci-après.

Le bâtiment est composé :

- d'un espace enseignement d'une surface utile de sur 4 niveaux
- d'un espace de restauration scolaire de l'ordre de sur 1 niveau
- d'un logement de fonction
- d'une zone ludothèque au SS1

### 1.1. Objectif

Les exigences suivantes sont visées :

- la température moyenne des zones principales ne devra pas dépasser 28°C pendant plus de 70 heures sur l'année (heures d'occupation de l'école uniquement)
- la température moyenne des zones servant à l'Accueil Collectif de Mineurs en juillet et août ne devra pas dépasser 28 °C pendant plus de 80 heures sur cette période de l'année (heures d'occupation de l'école uniquement)

### 1.2. Précisions sur les simulations thermiques dynamiques

Il est important de noter que l'ensemble des résultats présentés dans ce rapport sont issus de simulations thermiques dynamiques qui ont nécessité l'établissement d'un certain nombre d'hypothèses, notamment concernant les données climatiques locales (température, ensoleillement, vent) et les conditions de fonctionnement du site (horaires de fonctionnement, taux de fréquentation). Ces paramètres ne peuvent être parfaitement maîtrisés, et peuvent varier tout au long de la durée de vie du bâtiment.

**En aucun cas les résultats du présent rapport ne peuvent être considérés comme des prévisions précisant des futures conditions de confort du bâtiment. Le principal intérêt de cette étude est d'évaluer la performance des solutions techniques et architecturales proposées pour optimiser le confort des occupants.**

### 1.3. Logiciel utilisé

Le calcul de confort thermique a été réalisé à l'aide du logiciel PLEAIDES (version 5.20.6.3).

## 2 HYPOTHESES DE SIMULATION

### 2.1 Zones thermiques

Le groupe scolaire a été découpé en zones thermiques. Plusieurs locaux peuvent appartenir à la même zone si leurs conditions d'utilisation sont identiques (température de consigne, horaires de présence...).

A chaque zone a été associé un ensemble de scénarios de fonctionnement incluant le taux et la période d'occupation, les apports de chaleur internes, le renouvellement d'air neuf, les températures de consignes en chauffage et refroidissement, et les protections solaires.

Au stade DCE, l'étude porte sur l'ensemble du groupe scolaire, excluant uniquement le logement de fonction.

Le fait de regrouper des pièces dans une unique zone thermique induisant des résultats moyennés, il a été choisi un zonage par pièce pour le DCE.

**Les pièces au SS1(LUDOTHEQUE) n'ont pas fait l'objet d'une étude de sensibilité, seules les résultats finaux sont présentés.**

Le zoning retenu pour les simulations thermiques dynamiques est représenté ci-après :

Zonage STD – SS1 - LUDOTHEQUE	Zonage STD – RDC
[SS1] - Bureaux - Nord n°1	[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud
[SS1] - Bureaux - Nord n°2	[RDC] - B22 / Atelier arts plastique - Nord
[SS1] - Bureaux - Nord n°3	[RDC] - B23 / Atelier cuisine - Sud
[SS1] - Bureaux - Nord n°4	[RDC] - B41 / Refectoire - Nord Ouest
[SS1] - Occupation passagère	[RDC] - B42 / Refectoire - Est
[SS1] - Occupation passagère LT	[RDC] - Bureau de direction maternelle - Est
[SS1] - Salle d'activité - Nord	[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord
[SS1] - Salle de reunion - Nord	[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1
	[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2
	[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est
	[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest
	[RDC] - C11 / SDC Petite section - Ouest n°1
	[RDC] - C11 / SDC Petite section - Ouest n°2
	[RDC] - C11 / SDC Très petite section - Ouest
	[RDC] - C13 / Salle de motricité et de confinement - Est
	[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°1
	[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°2
	[RDC] - C24 / Salle de repos - Ouest
	[RDC] - E3 / Salle des maîtres mutualisée - Nord
	[RDC] - G13 / Bureau - Nord
Zonage STD – R+1	
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	
[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud	
[R+1] - E3 / Salle des maîtres - Ouest	
[R+1] - E4 / SDR + Repro - Est	
[R+1] - F1 / Tisanerie - Nord Est	
[R+1] - F5 / Bureau Direction - Est n°1	
[R+1] - F5 / Bureau Direction - Est n°2	
[R+1] - Occupation passagère	

Zonage STD – R+2	Zonage STD – R+3
[R+2] - D11 / SDC - Nord Est	[R+3] - D11 / SDC - Nord
[R+2] - D11 / SDC - Nord Ouest	[R+3] - D11 / SDC - Nord Est
[R+2] - D11 / SDC - Ouest n°1	[R+3] - D11 / SDC - Nord Ouest
[R+2] - D11 / SDC - Ouest n°2	[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2
[R+2] - D11 / SDC - Sud Ouest	[R+3] - D11 / SDC - Sud Est
[R+2] - D13 / Atelier - Ouest	[R+3] - D13 / Atelier - Ouest
[R+2] - D13 / Atelier - Est n°1	[R+3] - D13 / Atelier - Est n°1
[R+2] - D13 / Atelier - Est n°2	[R+3] - D13 / Atelier - Est n°2
[R+2] - D14 / Salle d'adaptation - Nord	[R+3] - Logements - Sud Ouest
[R+2] - Occupation passagère	[R+3] - Occupation passagère

Le plan de repérage des zones est présent ci-après.

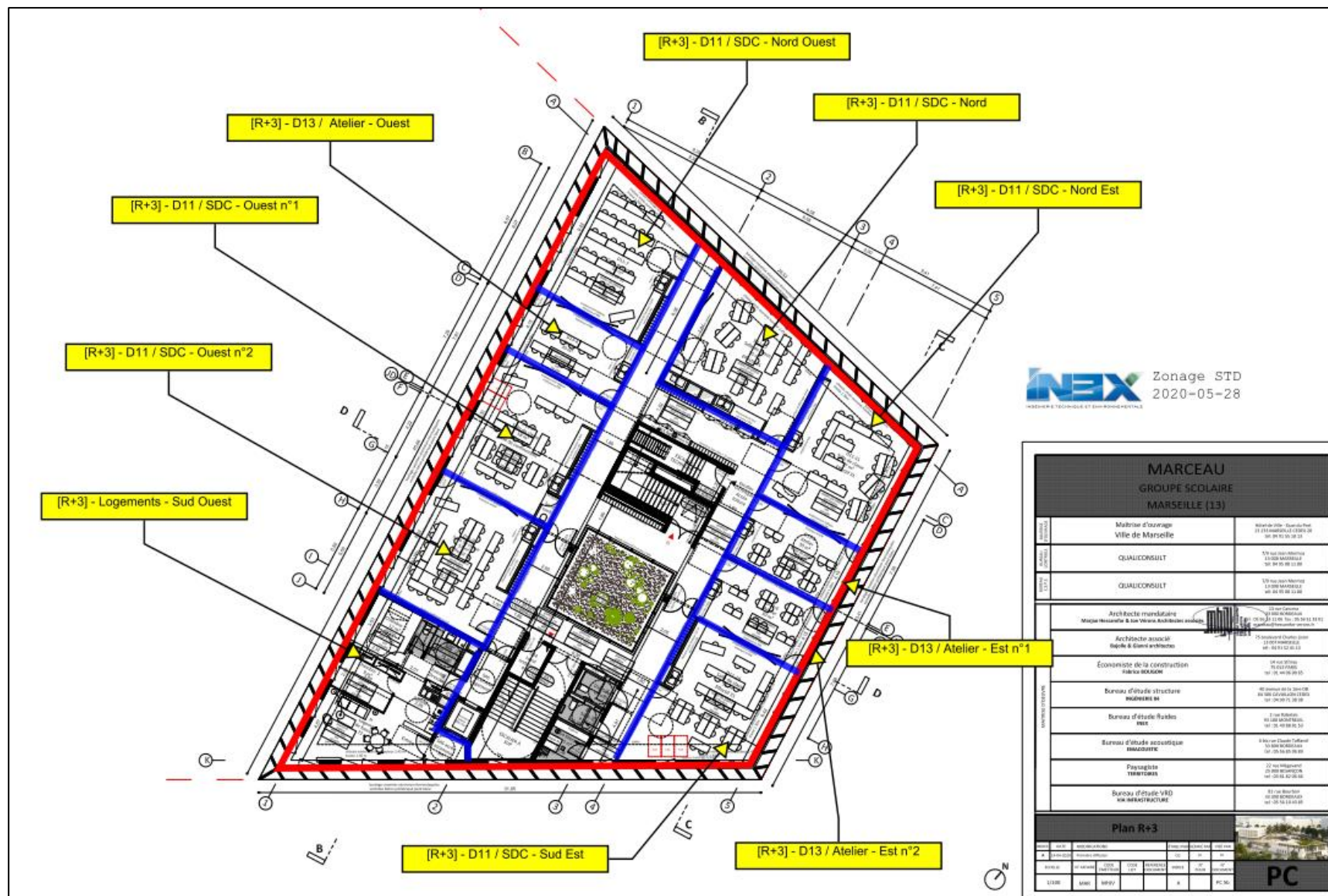


Figure 1 – Plan de zonage / R+3



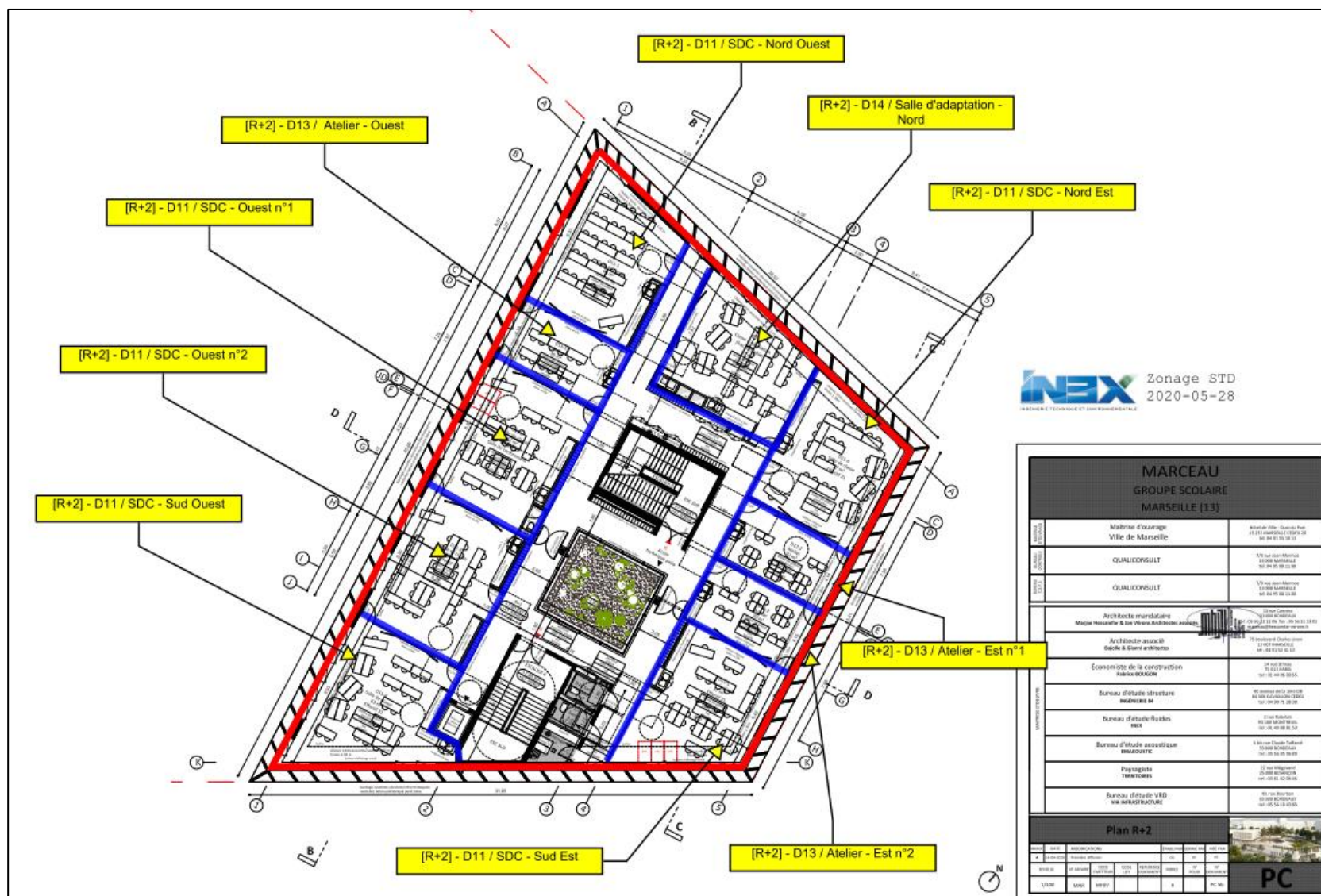
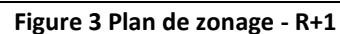
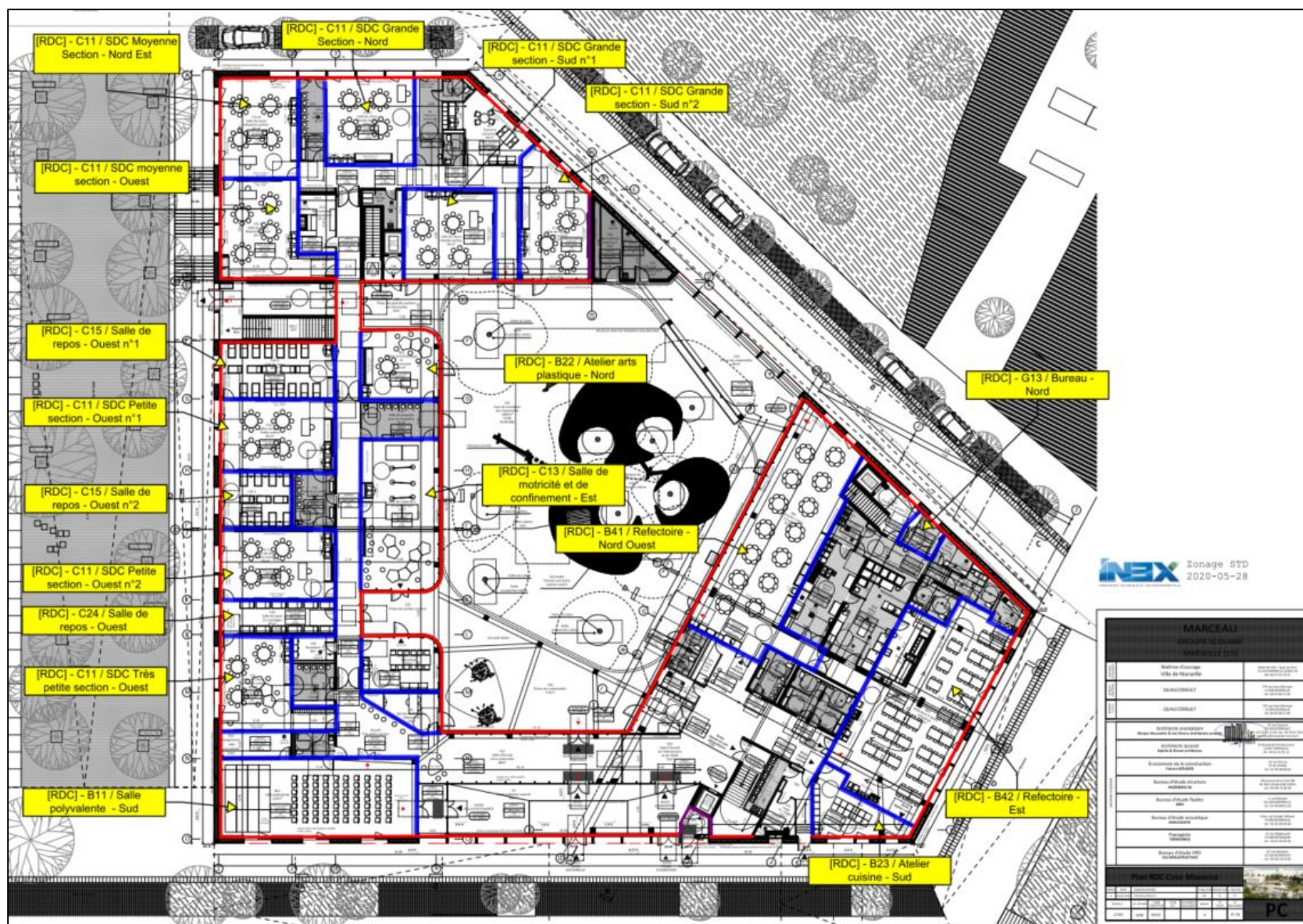


Figure 2 Plan de zonage - R+2

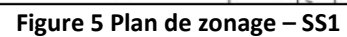












## 2.2 Modélisation géométrique

L'intégralité du bâtiment a été modélisée en 3D sur le logiciel de simulation numérique.

Le modèle prend également en compte :

- les masques du bâtiment sur lui-même (ombre portée),
- les masques proches (casquettes, préau de la cour, installation photovoltaïque...).

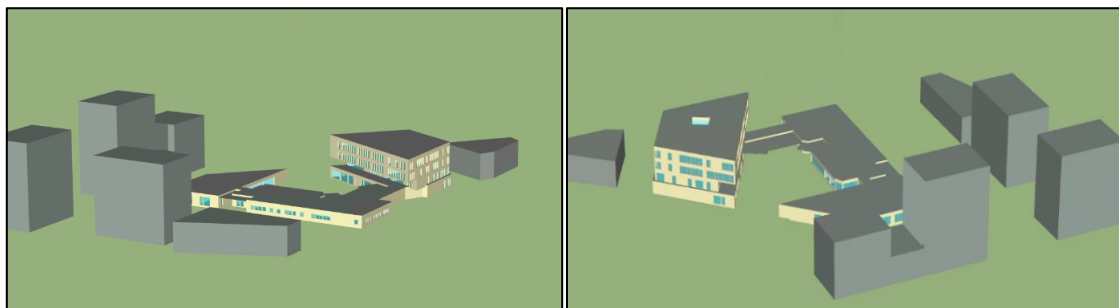


Figure 6 Modélisation 3D & masques proches

## 2.3 Données climatiques

Le bâtiment se situe dans la ville de Marseille dans les Bouches-du-Rhône (13).

- Latitude: 43.18 °N
- Longitude : 5.23 °E
- Altitude : 41 m

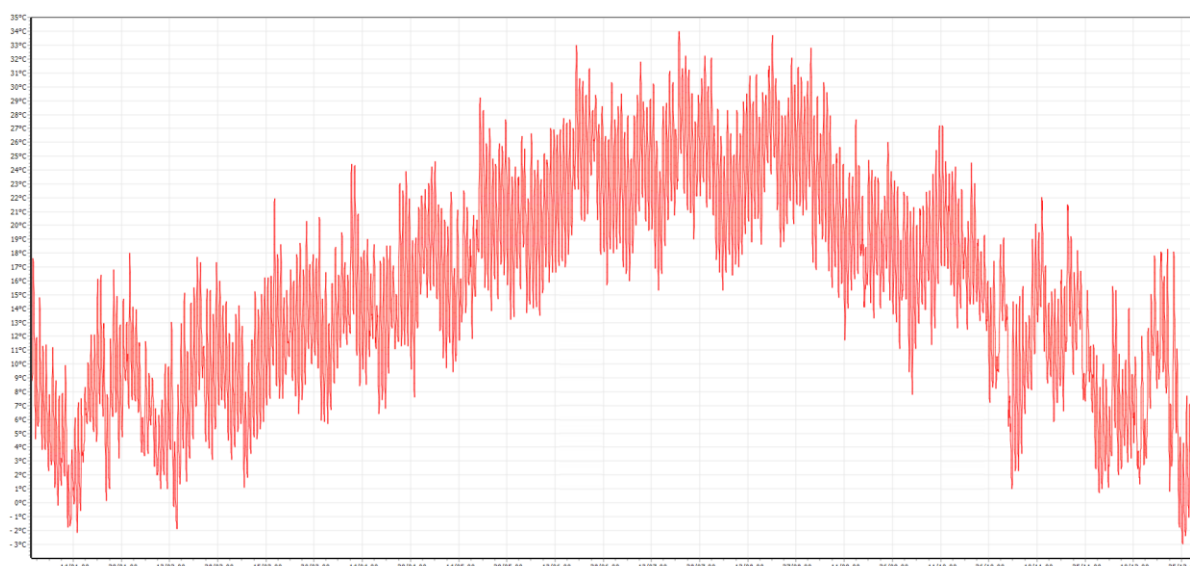
**Suite à la réunion du 4/10/19 en présence de la Maitrise d'Ouvrage et de la Maitrise d'œuvre, il a été convenu que les fichiers météorologiques seront transmis par INEX et non par la Maitrise d'Ouvrage.**

Les simulations sont effectuées sur la base de deux fichiers météorologiques.

### Fichier météo base :

Le fichier météo horaire utilisé pour les simulations thermiques dynamiques est celui de la station de Marseille, issu de la base de données METEONORM (fichier Marseille, période 2000-2009) :

- Température maximale : 34.20°C
- Température moyenne : 15.6°C
- Température minimale : - 2.80°C
- Nombre d'heures où Text > 28°C : 461 h/an
- Période considérée pour les températures : 2000-2009

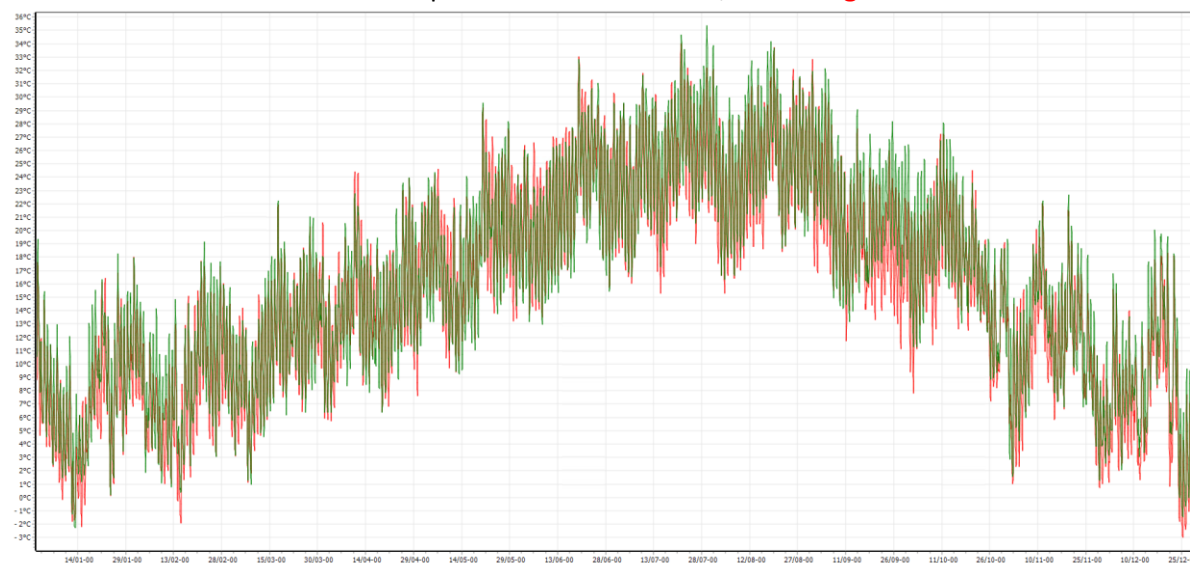


**Figure 7 Courbe de température extérieure, station météorologique Marseille, période 2000-2009**

#### Fichier météo scénario 2050 :

Le fichier météo horaire utilisé pour les simulations thermiques dynamiques est celui de la station de Marseille, issu de la base de données METEONORM (fichier Marseille, période 2000-2009) avec l'application d'un scénario de type réchauffement climatique du **GIEC type B1** à horizon **2040**.

**En vert** ci-dessous la courbe de température du fichier 2040, et en **rouge** la courbe du fichier de base



**Figure 8 Courbe de température extérieure scénario réchauffement B1 2040**

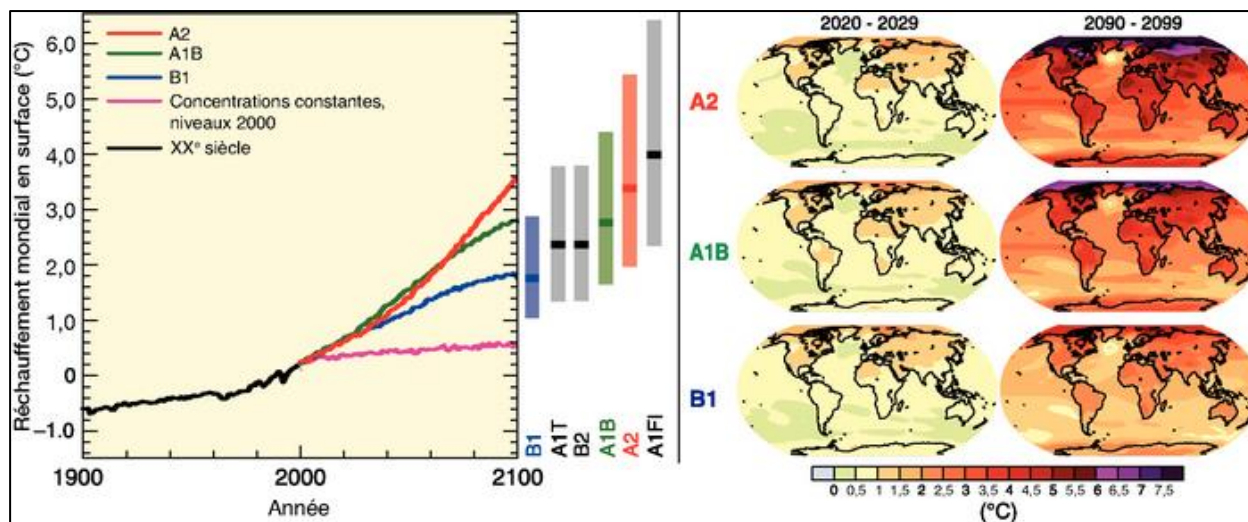
On peut voir que les pics de température sont plus fréquents. Il est à noter que le scénario de la GIEC n'est pas une simple translation verticale de la courbe de température. En effet, il se peut que par rapport au fichier météo de base, la température du scénario caniculaire soit plus faible pour des jours donnés.



## 2.4 Projection réchauffement climatique dans le monde.

La considération des évolutions climatiques futures permet d'anticiper le réchauffement afin que le bâtiment soit confortable sur toute la durée de vie du bâtiment.

### 2.4.1 A l'échelle mondiale



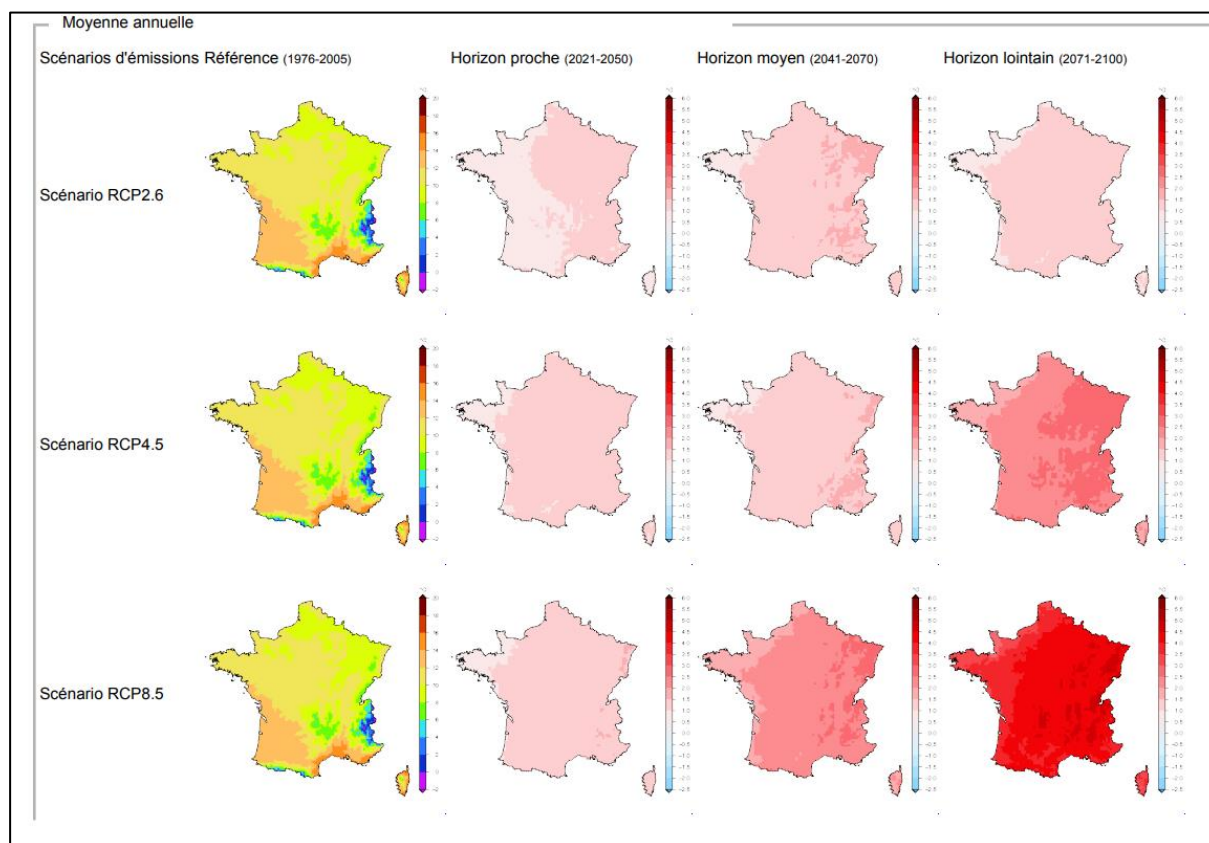
- À gauche : Les courbes en trait plein correspondent aux moyennes mondiales multimodèles du réchauffement en surface (par rapport à la période 1980-1999) pour les scénarios A2, A1B et B1 du SRES, dans la continuité des simulations relatives au XX<sup>e</sup> siècle. La courbe rose correspond au cas où les concentrations se maintiendraient au niveau de 2000.
- Les barres au milieu de la figure indiquent les valeurs les plus probables (zone foncée) et les fourchettes probables selon les six scénarios SRES de référence pour la période 2090-2099 par rapport à 1980-1999. Ces valeurs et ces fourchettes tiennent compte des projections établies à l'aide des modèles de la circulation générale couplés atmosphère océan (MCGAO) (partie gauche de la figure) ainsi que des résultats d'une hiérarchie de modèles indépendants et des contraintes liées à l'observation.
- À droite : Évolution projetée de la température en surface pour le début et la fin du XXI<sup>e</sup> siècle par rapport à la période 1980-1999, selon les projections moyennes obtenues à l'aide de plusieurs modèles MCGAO pour les scénarios A2 (en haut), A1B (au milieu) et B1 (en bas) du SRES, pour les décennies 2020-2029 (à gauche) et 2090-2099 (à droite).

Source : Site Intergovernmental Panel on climate change <https://www.ipcc.ch>



## 2.4.2 A l'échelle de la France

Les cartes ci-dessous représentent la température à 2 mètres en moyenne annuelle, simulée par un modèle climatique régional. Les résultats sont présentés pour plusieurs scénarios d'évolution socio-économique (les scénarios RCP - lignes); et plusieurs horizons temporels (colonnes) : une période de référence sur le XXème siècle, ainsi que trois horizons de projections sur le XXIème siècle.



Sur la zone géographique concernée, l'évolution à horizon proche (2021-2050) prévoit une augmentation de la température moyenne de 1°C dans le cas du scénario le plus favorable (scénario qui prend en compte les effets de politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre susceptibles de limiter le réchauffement planétaire à 2°C).

Pour un horizon moyen (2041-2070) l'augmentation de la température moyenne est de 2°C pour les scénarios RCP 2.6 et RCP 4.5.

Source : <https://drias-climat.fr>

Remarque : le scénario retenu pour les simulations prenant en compte le réchauffement climatique est le scénario B1, se rapprochant très fortement du nouveau scénario RCP 4.5.

## 2.5 Performance thermique de l'enveloppe

### 2.5.1 Composition des parois

Il a été considéré une isolation par l'intérieur pour le socle (SS1 et RDC), et une isolation par l'extérieur pour le R+1, R+2 et R+3.

Pour le détail des niveaux de performance des parois opaques ainsi que le repérage des isolants, se référer à la notice RT2012 jointe au présent dossier.

### 2.5.2 Menuiseries

Pour la solution de base, il a été considéré un double vitrage avec :

- Suncool Argent TLg = 50% et Sg = 30% dans tout le bâtiment
- Facteur solaire Sg de 30% pour le R+1, R+2 et R+3
- Facteur solaire Sg de 30% avec résille sur ouvrant pour le RDC

Pour le détail des niveaux de performance des parois vitrées, se référer à la notice RT2012 jointe au présent dossier.

### 2.5.3 Protections solaires

Les protections solaires considérées sont les suivantes :

- Un store intérieur faible émissivité de type MERMET Low E pour le socle et le R+1
- Un store intérieur de type MERMET SV 10\_0210 pour le R+2 et R+3. Leur pertinence sera évaluée dans le présent rapport.

Se référer à la partie **3.6** pour les préconisations pièce par pièce.

### 2.5.4 Etanchéité à l'air de l'enveloppe

L'objectif de performance visé pour ce projet est :  $Q_4 < 0.8 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ . Il constituera l'objectif affiché aux entreprises.

Nota : suite à la réunion du 4/10/19 avec la Maitrise d'Ouvrage, il a été vu que la valeur  **$Q_4 = 1.3 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$**  resterait la valeur prise en compte dans les modèles numériques pour les études de conception.

## 2.6 Hypothèses d'utilisation

### 2.6.1 Synthèse

Les hypothèses de fonctionnement détaillées ci-dessous ont été établies à partir du programme de l'opération.

Zone	Taux occupation maximal	Consigne hiver	Consigne été	Débit air neuf	Apports éclairage	Apports autres
Salle de classe primaire et maternelle GS et MS	30 + 1	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Salle de classe maternelle PS et TPS	30 + 2	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Salle de repos	20 + 1	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Réfectoire primaire	180	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Réfectoire maternelle	114	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Salle de motricité maternelle	35 + 2	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Salle de motricité élémentaire / BCD	35 + 2	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Salle polyvalente	35 + 2	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Atelier maternelle	15 + 1	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Ateliers élémentaires	15 + 1	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Bureau direction	1	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Salle des maîtres	20	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Salle de réunion	10	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-
Salle d'activité (ludothèque)	95	21°C occ 17°C inocc	Non contrôlé 27°C visé	25 m³/h.pers	5 W/m²	-

## 2.6.2 Occupation

Le détail des vacances scolaires considérées et des profils horaires d'occupation par zone est donné en ANNEXE I.

## 2.6.3 Apports internes

Les apports internes à considérer dans les calculs thermiques sont les dégagements par les personnes, par l'éclairage et par tout autre équipement producteur de chaleur.

Les valeurs retenues sont pour les apports par occupant sont :

- 80 W sensible par adulte
- 56 W sensible par enfant

Les apports internes par éclairage et équipements sont directement liés aux profils d'occupation détaillés en annexe.

## 2.6.4 Apports solaires

La modélisation prend en compte une utilisation efficace des protections solaires intérieures. C'est-à-dire une fermeture des protections entre mai et septembre permettant de réduire de 70% les apports solaires en été. Soit un facteur solaire vitrage + protection de l'ordre de 24 %.

Les scénarios d'occultation ci-dessous ont été intégrés dans l'étude.

### Scénario Store RDC-R+1

On considère les jours d'hivers pour les mois de Janvier, février, mars, novembre et decembre  
mi-saison : Avril-Mai-Octobre

Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Jour Hiver	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0
Jour Mi-saison	0	0	0	0	0	0	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	0	0	0	0
Jour Ete	0	0	0	0	0	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	0	0	0	0

### Scénario Store R+2-R+3

On considère les jours d'hivers pour les mois de Janvier, février, mars, novembre et decembre  
mi-saison : Avril-Mai-Octobre

Nom	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Jour Hiver	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0
Jour Mi-saison	0	0	0	0	0	0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0	0	0	0
Jour Ete	0	0	0	0	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0

Le R+2 et R+3 n'étant pas utilisé en Juillet et Aout et disposant de masque architectural important, les besoins en occultation sont plus faibles. Les résultats permettront de juger de la pertinence des stores.

## 2.6.5 Chauffage et rafraichissement

### Hiver

En hiver, il est prévu un ralenti de chauffage en inoccupation avec une chute de température de 4°C. La relance en température le matin est prévue sur 3 heures. Les locaux non chauffés seront uniquement maintenus hors-gel.

### Eté

La stratégie de confort d'été a été évoquée avec la Maitrise d'Ouvrage lors de la réunion du 4/10.

La stratégie de gestion du confort d'été repose dans l'ordre sur :

1. Gestion des apports solaires grâce à des protections solaires efficaces,
2. Surventilation mécanique nocturne pour évacuer la chaleur accumulée de la journée
3. Ventilation mécanique avec rafraichissement adiabatique, dès que la température d'air repris au niveau de la CTA dépasse 26°C
4. Brasseur d'air pour jouer sur la température ressentie

## 2.6.6 Ventilation hygiénique

La ventilation hygiénique des locaux est assurée par des CTA double flux à récupération de chaleur. Un bypass de l'échangeur devra être prévu afin de fonctionner en extraction simple lorsque les conditions extérieures le permettent.

Il est prévu un fonctionnement de la ventilation sur programme horaire pour les salles de classe et sur sondes CO2 pour les salles à occupation non régulière. Ce fonctionnement peut être forcé pour assurer une ventilation en inoccupation (pour évacuer les polluants de l'air type COV ou pour assurer une surventilation mécanique nocturne par exemple).

L'extraction des sanitaires est assurée par les CTA, et l'amenée d'air neuf par transfert depuis la circulation. La ventilation des sanitaires est donc arrêtée en période d'inoccupation.

Les débits d'air neuf par local sont précisés dans le CCTP CVC, joint au présent dossier.

### 3 RESULTATS

Les résultats des modélisations sont présentés et analysés ci-après. Ces éléments permettent :

- D'identifier les éléments impactant fortement le confort d'été,
- D'évaluer l'impact du réchauffement climatique sur les heures d'inconfort

Ils doivent constituer des supports d'échanges avec la Maitrise d'Ouvrage afin :

- De valider les moyens à mettre en œuvre pour améliorer le confort d'été (faisabilité des modes de fonctionnement simulés),
- De sensibiliser la Maitrise d'Ouvrage sur l'implication des usagers du bâtiment pour en maintenir le confort intérieur.

**Les heures d'inconfort sont calculées uniquement en période d'occupation de chaque salle (planning d'occupation des salles disponible en annexe).**

**Le confort estival des locaux occupés entre Juillet et Août a été étudié séparément dans la [partie 3.5](#).**



### 3.1 Solution pressentie

La solution pressentie permettant un confort thermique optimal inclut les préconisations suivantes :

- a) Brise-soleil de 81cm et orienté à 53°
- b) Des stores intérieurs de type MERMET LOW E pour le socle et le R+1 ou équivalent
- c) Des stores intérieurs de type MERMET SV 10% 0210 pour le R+2 et R+3 ou équivalent
- d) Surventilation nocturne (free cooling) entre 21h et 8h
- e) Sans rafraîchissement adiabatique
- f) Sans brasseur d'air

Les solutions préconisées ci-avant ont été justifiées par une étude de sensibilité, séparée en deux thèmes :

- 1. Les solutions étudiées pour réduire les apports solaires
  - 1.1. Brise-soleil
  - 1.2. Store
  - 1.3. Facteur solaire du vitrage
- 2. Les solutions étudiées pour rafraîchir sans système de climatisation
  - 2.1. Ventilation naturelle par ouverture des fenêtres pendant la période d'occupation
  - 2.2. Surventilation nocturne
  - 2.3. Rafraîchissement adiabatique (scénario caniculaire)
  - 2.4. Brasseur d'air

Afin d'évaluer la pertinence des systèmes employés pour maintenir un confort thermique satisfaisant, l'étude de sensibilité se porte uniquement sur les pièces jugées critiques, c'est-à-dire les salles de cours (SDC), les ateliers et les réfectoires.

**Le confort thermique des locaux occupés entre Juillet et Août a été étudié séparément dans la [partie 3.5](#).**

## 3.2 Réduction des apports solaires

### 3.2.1 Influence des apports solaires

Données d'entrée	Base	V1
Fichier météo	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui
Rafrâchissement adiabatique	Non	Non
Apports solaires	Avec	<b>Sans</b>
Apports internes	Avec	Avec
Store	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans

Résultats	Base	V1 - Sans apport solaire
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	15
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	22
[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud	89	0
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	25
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	25
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	21
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	24
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	0
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	18
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	0
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	0
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	2
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	0

#### Analyse

En fonction de l'orientation et de la typologie de la pièce, les apports solaires sont responsables entre 30h et 50h de temps d'inconfort, c'est-à-dire la période pendant laquelle la température intérieure dépasse 28°C pendant le temps d'occupation.

Dans la solution pressentie, les apports solaires induisent une augmentation de la température intérieure de plus de 2°C.

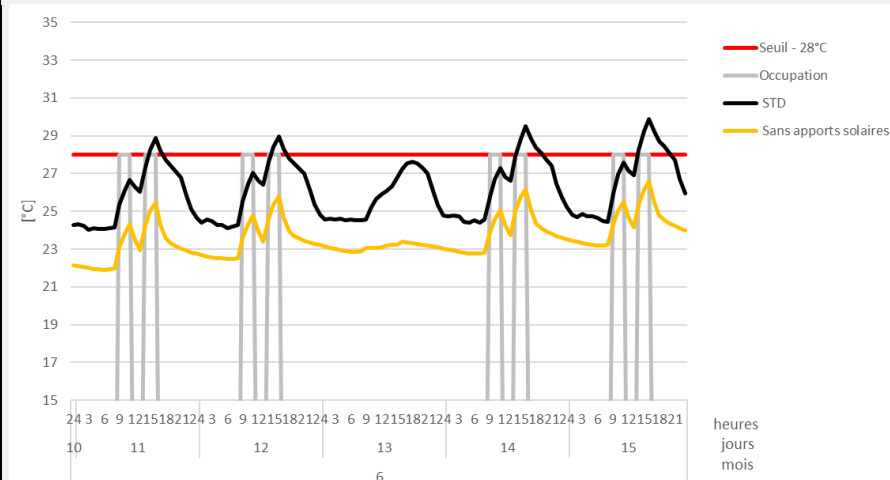


Figure 9 Comparaison entre la solution de base avec les apports solaires en noir et la solution de base sans les apports solaires en jaunes – mi-juin

#### Solution

Afin de diminuer les apports solaires, il a été proposé de mettre place des protections solaires (brise-soleil et/ou stores) ou d'améliorer le facteur solaire.

### 3.2.2 Les brise-soleils

Données d'entrée	Base	V9	V10
Fichier météo	Moyen	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui	Oui
Rafrâchissement adiabatique	Non	Non	Non
Apports solaires	Avec	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec	Avec
Store	Avec	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	<b>Sans</b>	[90° ; 55cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans	Sans

Résultats	Base	V9 - Sans brise soleil	V10 - Brise-soleil 90°
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	76	76
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	149	149
[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud	89	92	92
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	144	139
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	116	100
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	148	121
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	151	117
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	90	90
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	80	80
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	79	79
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	108	108
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	115	115
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	75	75

#### Analyse

Des brise-soleils sont envisagés au R+2 et R+3 pour réduire les apports solaires. Deux cas ont été étudiés :

- Angle 90° et 55cm de largeur
- Angle 53° et 88cm de largeur (mis à jour à 81cm à la fin du document)

D'après le tableau de gauche, un brise-soleil orienté à 53° et de 88cm permet de diminuer le temps d'inconfort de plus de 40h, une diminution de plus de 1°C est constaté avec cette solution dans la figure ci-dessous.

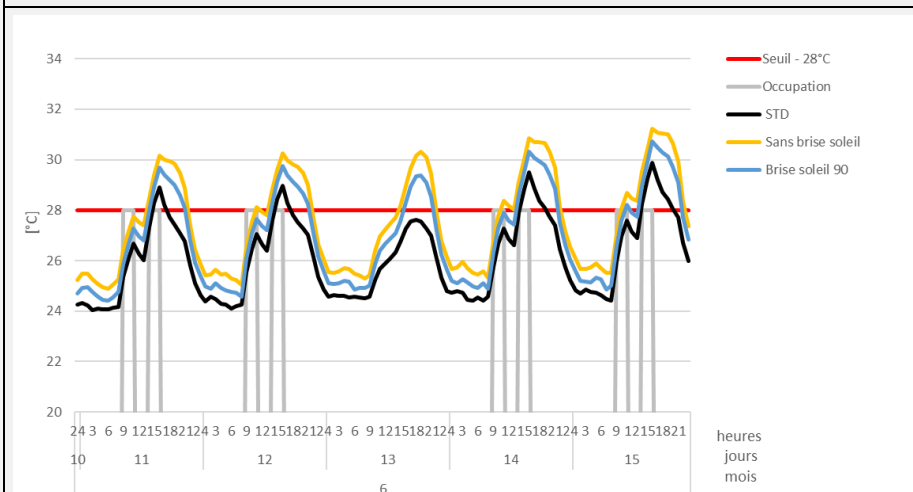


Figure 10 Comparaison entre la solution de base avec des brise-soleils verticaux [53° ; 88cm] en noir, la solution de base sans les brise-soleils en jaunes et la solution de base avec des brise-soleils à 90° – Fin Juin

#### Solution

La solution pressentie recours à des brise-soleils de 88cm de largeur et orientés à 53°, jugé le plus performant pour atteindre les exigences du programme.

### 3.2.3 Performance du vitrage – Facteur solaire

Données d'entrée	Base	V7	V8
Fichier météo	Moyen	Moyen	Moyen
Sg	31%	<b>22%</b>	<b>50%</b>
% d'ouvrant	0%	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui	Oui
Rafrâchissement adiabatique	Non	Non	Non
Apports solaires	Avec	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec	Avec
Store	Avec	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans	Sans

Résultats	Base	V7 - Sg = 22%	V8 - Sg = 50%
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	57	116
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	100	267
[R+1] - E2 / Direction élémentaires - Sud	89	38	179
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	57	106
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	60	85
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	72	111
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	56	88
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	59	121
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	58	110
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	58	128
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	76	196
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	88	200
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	58	113

#### Analyse

Le facteur solaire des vitrages est un paramètre crucial dans le confort estival des locaux. Le facteur solaire mesure la contribution d'un vitrage à l'échauffement de la pièce. Plus le facteur solaire est petit, plus les apports solaires sont faibles.

Par rapport à un Sg de 31%, un Sg de 50% induit une augmentation de 1°C et un Sg de 22% induit une diminution de la température intérieure de 1.5°C.

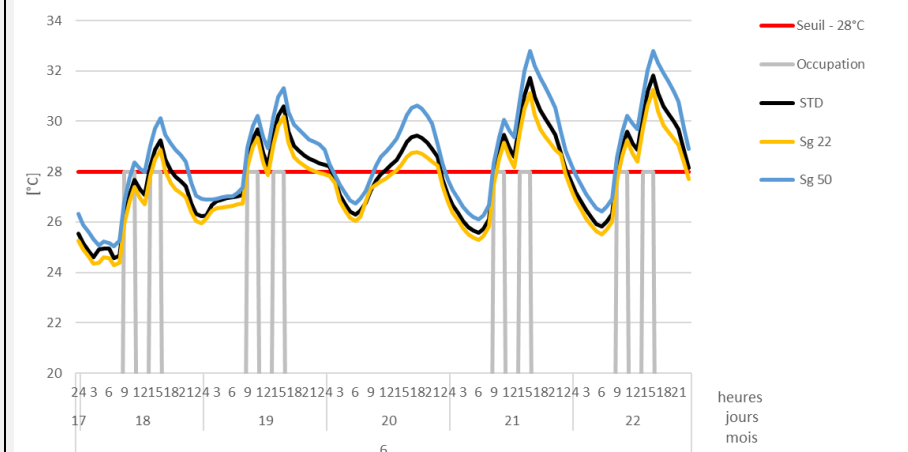


Figure 11 Comparaison entre la solution de base avec un Sg de 31% en noir, la solution de base avec un Sg de 22% en jaunes et la solution de base avec un Sg de 50% - Fin Juin

#### Solution

Un facteur solaire de 31% dans l'ensemble des vitrages a été sélectionné, jugeant être le meilleur compromis entre confort thermique / esthétique / visuel.

### 3.2.4 Les stores

Données d'entrée	Base	V11
Fichier météo	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui
Rafrâchissement adiabatique	Non	Non
Apports solaires	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec
Store	Avec	Sans
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans

Résultats	Base	V11 - Sans Store
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	84
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	166
[R+1] - E2 / Direction élémentaires - Sud	89	100
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	82
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	74
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	94
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	72
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	92
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	85
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	84
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	120
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	126
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	78

#### Analyse

Un des moyens permettant de diminuer le facteur solaire globale de la baie est de mettre en œuvre des stores (intérieurs ou extérieurs). Des brise-soleils étant prévu au R+2 et R+3, des stores intérieurs sont la seule possibilité.

On constate que l'ombre portée par les brise-soleils permet de ne plus recourir à des stores intérieurs pour le R+2 et R+3.

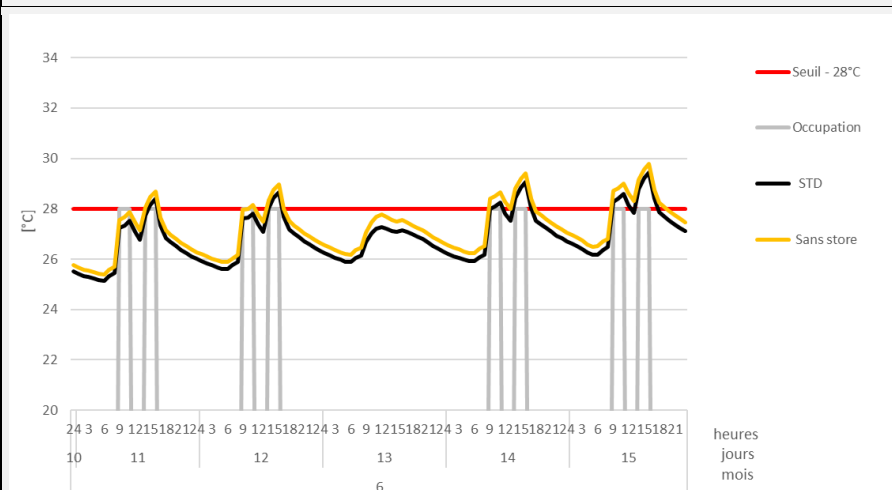


Figure 12 Comparaison entre la solution de base avec store en noir et la solution de base sans les stores en jaunes pour un local au R+3 Ouest – mi-Juin

#### Solution

Il est préconisé la mise en place de store faible émissivité uniquement pour le socle et le R+1, avec des scénarii d'occlusion de 70% d'occlusion pendant les périodes de mi-saison ou été.

### 3.3 Rafraîchissement passif et actif

#### 3.3.1 L'impact des apports internes

Données d'entrée	Base	V2
Fichier météo	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui
Rafrâchissement adiabatique	Non	Non
Apports solaires	Avec	Avec
Apports internes	Avec	<b>Sans</b>
Store	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans

Résultats	Base	V2 - Sans Apport interne
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	0
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	0
[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud	89	0
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	0
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	0
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	0
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	0
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	0
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	0
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	0
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	0
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	0
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	0

#### Analyse

Les apports internes sont incompressibles, car le taux d'occupation est fixé.

Les occupants, l'éclairage ainsi que les équipements électriques induisent une augmentation de la température intérieure de l'ordre de 2.5°C.

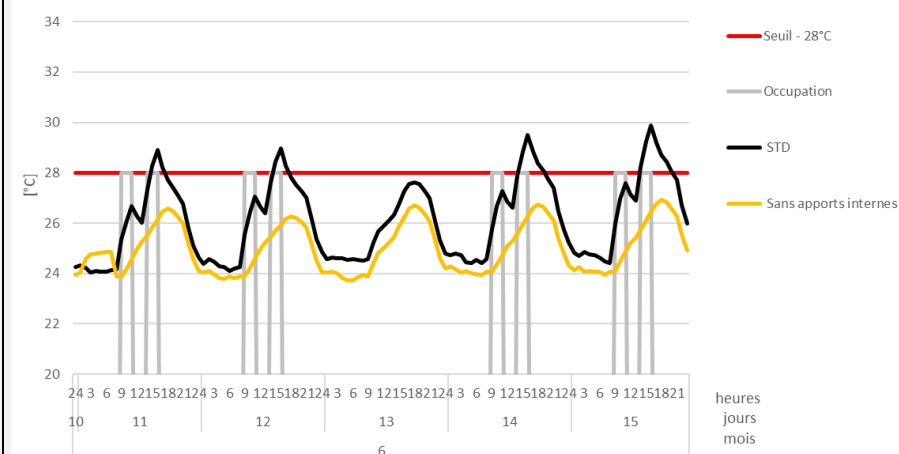


Figure 13 Comparaison entre la solution de base avec les apports internes en noir et la solution de base sans les apports internes en jaunes pour un local au R+3 Ouest – Fin Juin

#### Solution

Afin d'évacuer la chaleur accumulée (apport interne), il est préconisé de recourir à des systèmes peu énergivores, comme la ouverture des ouvrants, la surventilation nocturne, des modules adiabatiques ou des brasseurs d'air.



### 3.3.2 Ouverture des fenêtres pendant la période d'occupation

Données d'entrée	Base	V3
Fichier météo	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%
% d'ouvrant	0%	<b>10%</b>
Surventilation nocturne	Oui	Oui
Rafrâchissement adiabatique	Non	Non
Apports solaires	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec
Store	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans

Résultats	Base	V3 - 10 % ouvrant
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	47
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	50
[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud	89	44
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	39
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	59
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	70
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	46
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	82
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	59
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	62
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	51
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	60
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	57

#### Analyse

La ventilation naturelle par les ouvrants des fenêtres est le meilleur moyen pour rafraîchir une pièce passivement. Cette solution consiste à ouvrir les fenêtres pendant quelques heures pendant les périodes d'occupation lorsque l'utilisateur ressent un inconfort, afin de rafraîchir le bâtiment dans sa globalité. Étant donné les potentielles nuisances sonores de l'environnement extérieur, la solution de base a été étudiée sans les ouvertures des ouvrants.

Pour rappel, l'article 18 de l'arrêté du 28 décembre 2012 impose a minima 30% d'ouvrant pour la ventilation naturelle. Les simulations indiquent que la prise en compte de 10% d'ouvrant (**pendant la période d'occupation**) permet une diminution de la température intérieure de l'ordre de 1.5°C, et un gain de plus de 30h sur le temps d'inconfort.

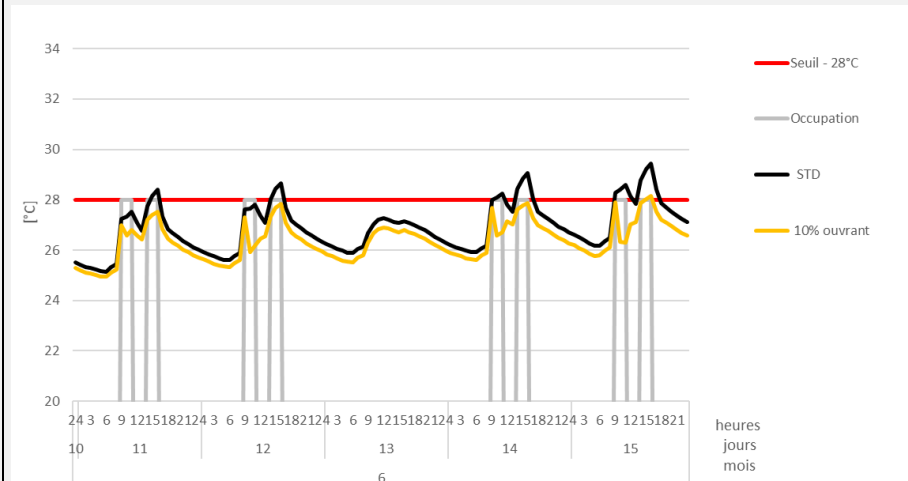
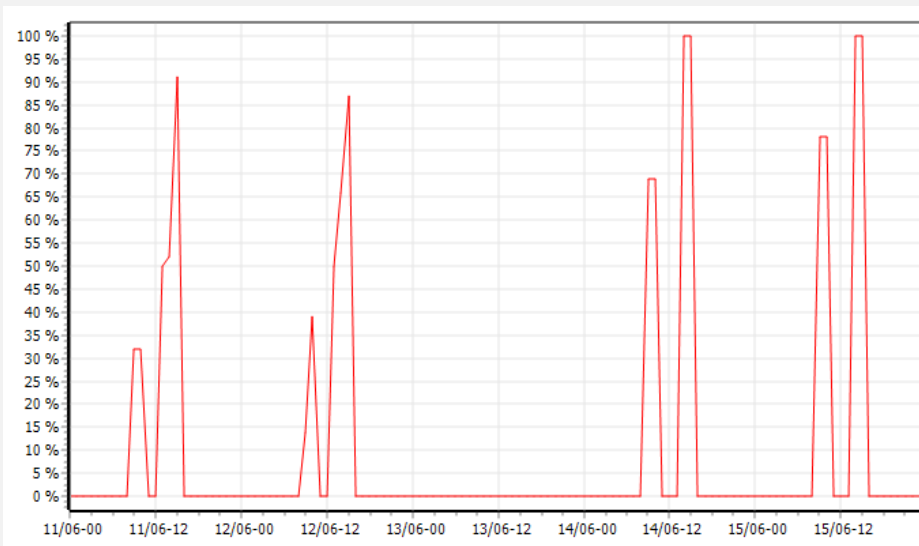


Figure 15 Comparaison entre la solution de base avec les apports solaires en noir et la solution de base sans les apports solaires en jaunes – Fin Juin



**Figure 14 Exemple d'ouverture d'une fenêtre en relatif par rapport à un maximum de 10% d'ouvrant pour la ventilation naturelle**

Il n'a pas été considéré de scénario d'ouverture des fenêtres pendant la nuit. L'ouverture des fenêtres a lieu uniquement en fonction de la température intérieure ressentie et pendant la période d'occupation. Le pourcentage d'ouverture a été limité à 10%, afin de prendre en compte les contraintes exprimées par la maîtrise d'ouvrage quant à la nuisance sonore. (Il est à noter que l'article 22 de l'arrêté du 26/10/10 sur les 30 % d'ouvrant est respecté dans le cadre de ce projet.)

La figure de gauche présente les périodes d'ouverture des fenêtres d'une pièce occupée. Il s'avère que pendant les périodes de surchauffe, l'occupant aura tendance à ouvrir la fenêtre pendant 2 heures le matin et 2 heures l'après-midi afin de ventiler naturellement la pièce pour ainsi évacuer les calories et ainsi rafraichir passivement la zone.

### Solution

La solution de base a été étudiée sans les ouvertures des ouvrants, cas irréaliste et très défavorable. En effet, sans la présence d'un système de climatisation, un occupant aura tendance à ouvrir une fenêtre lors des périodes de surchauffe.

### 3.3.3 Surventilation nocturne – Free cooling

Données d'entrée	Base	V5
Fichier météo	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	<b>Non</b>
Rafrâchissement adiabatique	Non	Non
Apports solaires	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec
Store	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans

Résultats	Base	V5 - Sans surventilation nocturne
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	127
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	215
[R+1] - E2 / Direction élémentaires - Sud	89	125
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	163
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	151
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	155
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	129
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	171
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	138
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	77
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	103
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	109
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	69

#### Analyse

Afin d'évacuer les calories présentes dans une pièce, la surventilation nocturne est envisagée entre 21h et 8h. Cette solution consiste à mettre en fonctionnement la ventilation la nuit. L'inconvénient de cette solution est l'augmentation de la consommation électrique des ventilateurs.

Cette solution permet une diminution de la température intérieure d'environ 4°C et de plus de 60h d'inconfort. La surventilation nocturne (free cooling) est efficace dans notre cas, car le projet a été considéré sans possibilité d'ouvrir les fenêtres.

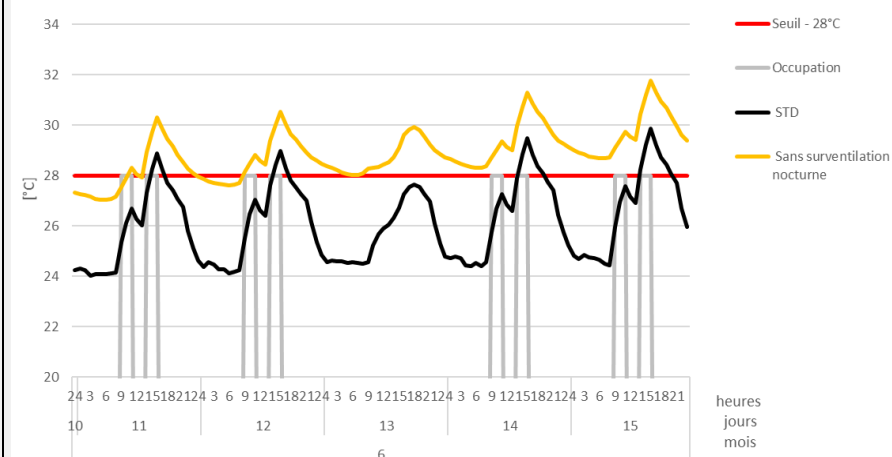


Figure 16 Comparaison entre la solution de base avec les apports solaires en noir et la solution de base sans les apports solaires en jaunes – Fin Juin

#### Solution

La solution de base a été étudiée avec la surventilation nocturne dans les salles de cours du R+1, R+2 et R+3 ainsi que la salle de cours Grande Section Nord au RDC et la salle polyvalente au RDC.

/

### 3.3.4 Un fichier météo caniculaire

Données d'entrée	Base	V4
Fichier météo	Moyen	<b>A1 2040</b>
Sg	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui
Rafrâchissement adiabatique	Non	Non
Apports solaires	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec
Store	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans

Résultats	Base	V4 - Fichier météo chaud
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	75
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	183
[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud	89	130
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	77
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	82
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	102
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	63
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	75
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	87
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	113
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	165
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	155
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	103

#### Analyse

Le fichier météo caniculaire permet de visualiser les surchauffes dans un cas défavorable, et prévu par les scénarii du GIEC.

Ce scénario induit une augmentation de la température intérieure de 2° et un temps d'inconfort augmenté de plus de 20h.

D'après la comparaison des fichiers météorologiques, il s'avère que pendant des périodes données, la température du fichier caniculaire peut être inférieure à la température extérieure du fichier de base, de même pour les apports solaires. Ceci peut expliquer des temps d'inconfort plus faibles dans certaines pièces.

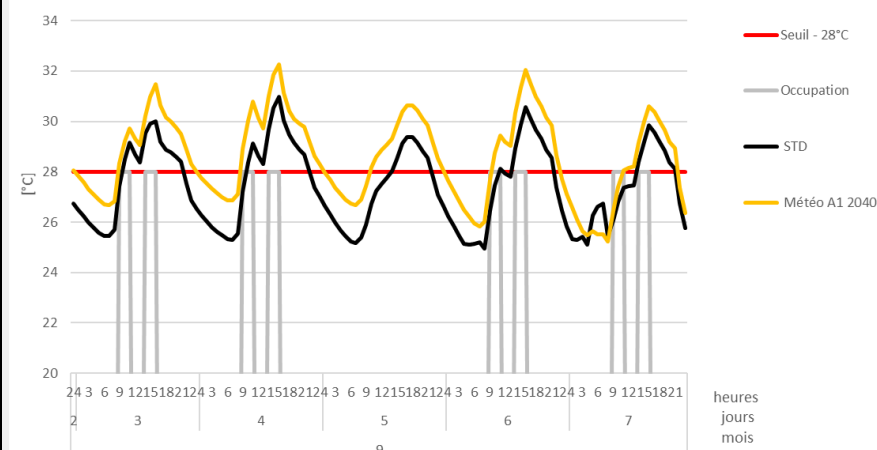


Figure 17 Comparaison entre la solution de base avec les apports solaires en noir et la solution de base sans les apports solaires en jaunes – Fin Juin

#### Solution

Un module adiabatique sera prévu pour pallier les futures surchauffes prévues par les scénarios caniculaires.

/

### 3.3.5 Rafraîchissement adiabatique

Données d'entrée	V4	V6
Fichier météo	A1 2040	A1 2040
Sg	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui
Rafrâchissement adiabatique	Non	Oui
Apports solaires	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec
Store	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans

Résultats	V4 - Fichier météo chaud	V6 - Adiabatique
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	75	55
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	183	162
[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud	130	118
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	77	50
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	82	57
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	102	79
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	63	45
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	75	52
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	87	64
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	113	103
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	165	158
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	155	143
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	103	92

#### Analyse

Dans le cadre d'un scénario caniculaire, le rafraîchissement adiabatique est une solution active, moins énergivore qu'un système de climatisation. Le concept repose sur le rafraîchissement de l'air repris au niveau de la CTA, permettant une diminution de la température d'air soufflé après l'échangeur.

Cette solution permet un gain de 1.5°C sur la température intérieure par rapport à un scénario caniculaire et un gain de plus de 20h sur le temps d'inconfort.

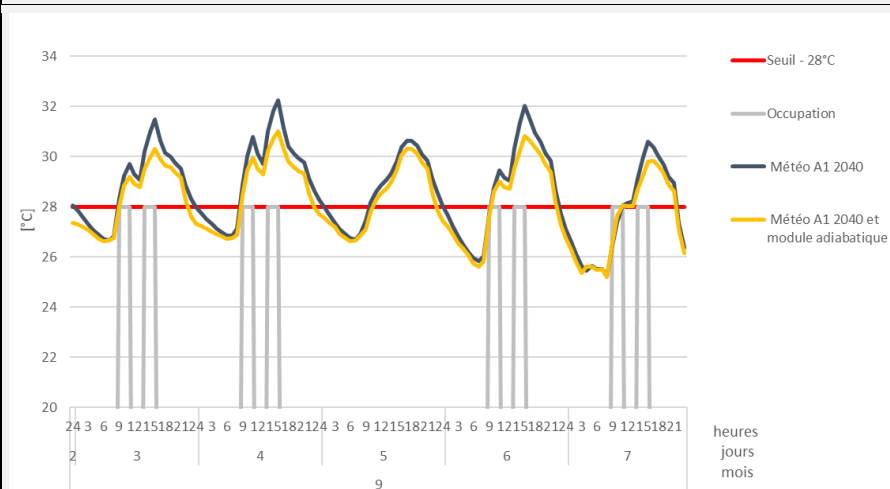


Figure 18 Comparaison entre la solution de base avec les apports solaires en noir et la solution de base sans les apports solaires en jaunes – Fin Juin

#### Solution

La mise en place du module adiabatique est recommandée pour anticiper les surchauffes prévues par la GIEC.

/



### 3.3.6 Brasseur d'air

Données d'entrée	Base	V12
Fichier météo	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui
Rafrâichissement adiabatique	Non	Non
Apports solaires	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec
Store	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Avec

Résultats	Base	V12 - Avec brasseur
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	14
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	41
[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud	89	10
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	14
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	14
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	21
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	18
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	0
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	24
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	16
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	59
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	67
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	35

#### Analyse

La mise en œuvre de brasseurs d'air permettrait d'améliorer le confort des occupants. En effet, un flux d'air de 1m/s équivaut à un ressenti de  $T_{int} - 2^{\circ}C$ .

L'on peut voir que la mise en œuvre d'un moyen permettant des mouvements d'air augmente fortement la zone de « confort », on estime que la mise en œuvre de brasseur d'air permet d'atteindre 0.5 m/s, soit des températures « confortables » pouvant atteindre 30°C.

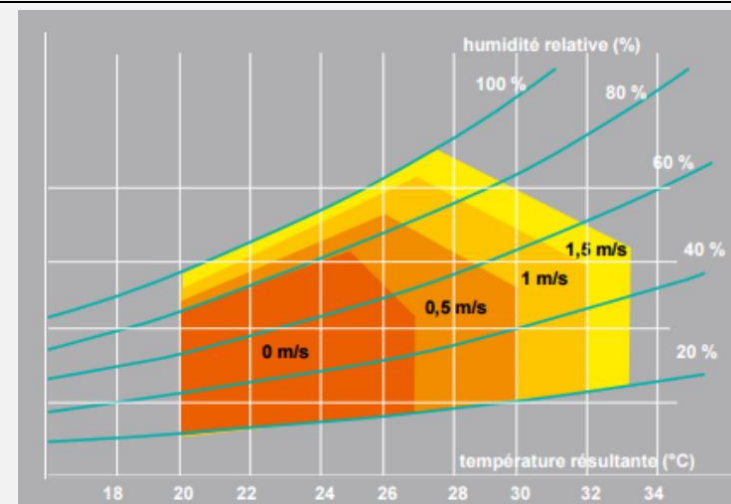


Figure 19 Diagramme de Givoni

#### Solution

La mise en place de brasseur d'air est recommandée pour l'ensemble des pièces occupées pendant la période estivale.

### 3.4 Résultats détaillés par pièce

#### 3.4.1 Résultats détaillés par pièce - RDC

Données d'entrée	Base	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
Fichier météo	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	A1 2040	Moyen	A1 2040	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%	31%	31%	31%	31%	31%	22%	50%	31%	31%	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Rafraîchissement adiabatique	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Apports solaires	Avec	Sans	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec	Sans	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec
Store	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Sans	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	Sans	[90° ; 55cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Avec
Résultats	Base	V1 - Sans apport solaire	V2 - Sans Apport interne	V3 - 10 % ouvrant	V4 - Fichier météo chaud	V5 - Sans surventilation nocturne	V6 - Adiabatique	V7 - Sg = 22%	V8 - Sg = 50%	V9 - Sans brise soleil	V10 - Brise soleil 90°	V11 - Sans Store	V12 - Avec brasseur
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	90	0	0	82	75	171	52	59	121	90	90	92	0
[RDC] - B22 / Atelier arts plastique - Nord	47	6	0	33	42	88	29	34	72	47	47	52	8
[RDC] - B23 / Atelier cuisine - Sud	100	4	0	71	133	167	124	55	273	98	97	120	28
[RDC] - B41 / Refectoire - Nord Ouest	46	0	0	38	63	46	60	32	74	46	46	50	21
[RDC] - B42 / Refectoire - Est	59	13	0	48	71	62	64	42	84	59	59	66	29
[RDC] - Bureau de direction maternelle - Est	41	0	0	31	35	43	32	4	92	41	41	54	0
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	81	18	0	59	87	138	64	58	110	80	80	85	24
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	80	0	0	62	113	77	103	58	128	79	79	84	16
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	109	0	0	51	165	103	158	76	196	108	108	120	59
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	115	2	0	60	155	109	143	88	200	115	115	126	67
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	76	0	0	57	103	69	92	58	113	75	75	78	35
[RDC] - C11 / SDC Petite section - Ouest n°1	63	0	0	51	93	57	82	37	111	64	64	68	3
[RDC] - C11 / SDC Petite section - Ouest n°2	60	0	0	49	98	57	82	34	108	60	60	66	2
[RDC] - C11 / SDC Très petite section - Ouest	57	0	0	45	83	55	65	34	101	58	58	63	2
[RDC] - C13 / Salle de motricité et de confinement - Est	51	3	0	39	47	110	23	38	73	50	50	53	1
[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°1	0	0	0	0	7	29	2	0	0	0	0	15	0
[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°2	6	0	0	0	11	33	5	1	10	6	6	32	0
[RDC] - C24 / Salle de repos - Ouest	10	0	0	0	13	34	7	2	15	10	10	40	0
[RDC] - E3 / Salle des maîtres mutualisée - Nord	21	0	0	14	19	21	14	14	29	21	21	22	3
[RDC] - G13 / Bureau - Nord	39	0	0	25	40	54	36	2	104	38	38	55	0

### 3.4.2 Résultats détaillés par pièce– R+1

Données d'entrée	Base	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
Fichier météo	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	A1 2040	Moyen	A1 2040	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%	31%	31%	31%	31%	31%	22%	50%	31%	31%	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Rafrâichissement adiabatique	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Apports solaires	Avec	Sans	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec	Sans	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec
Store	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Sans	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	Sans	[90° ; 55cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Avec

Résultats	Base	V1 - Sans apport solaire	V2 - Sans Apport interne	V3 - 10 % ouvrant	V4 - Fichier météo chaud	V5 - Sans surventilation nocturne	V6 - Adiabatique	V7 - Sg = 22%	V8 - Sg = 50%	V9 - Sans brise soleil	V10 - Brise soleil 90°	V11 - Sans Store	V12 - Avec brasseur
[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest	76	15	0	47	75	127	55	57	116	76	76	84	14
[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est	153	22	0	50	183	215	162	100	267	149	149	166	41
[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud	89	0	0	44	130	125	118	38	179	92	92	100	10
[R+1] - E3 / Salle des maîtres - Ouest	18	0	0	16	19	28	12	10	32	20	20	21	1
[R+1] - E4 / SDR + Repro - Est	27	0	0	20	28	34	27	20	48	27	27	30	6
[R+1] - F1 / Tisanerie - Nord Est	32	0	0	15	27	34	26	22	60	33	33	36	17
[R+1] - F5 / Bureau Direction - Est n°1	156	0	0	52	147	170	141	97	275	157	157	176	72
[R+1] - F5 / Bureau Direction - Est n°2	119	0	0	48	92	146	88	76	226	121	121	136	49
[R+1] - Occupation passagère	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3.4.3 Résultats détaillés par pièce – R+2

Données d'entrée	Base	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
Fichier météo	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	A1 2040	Moyen	A1 2040	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%	31%	31%	31%	31%	31%	22%	50%	31%	31%	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Rafrâichissement adiabatique	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Apports solaires	Avec	Sans	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec	Sans	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec
Store	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Sans	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	Sans	[90° ; 55cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Avec

Résultats	Base	V1 - Sans apport solaire	V2 - Sans Apport interne	V3 - 10 % ouvrant	V4 - Fichier météo chaud	V5 - Sans surventilation nocturne	V6 - Adiabatique	V7 - Sg = 22%	V8 - Sg = 50%	V9 - Sans brise soleil	V10 - Brise soleil 90°	V11 - Sans Store	V12 - Avec brasseur
[R+2] - D11 / SDC - Nord Est	60	26	0	35	62	121	43	49	85	122	122	65	14
[R+2] - D11 / SDC - Nord Ouest	43	8	0	33	44	113	30	32	70	78	81	44	4
[R+2] - D11 / SDC - Ouest n°1	34	11	0	25	35	131	19	25	53	56	62	33	1
[R+2] - D11 / SDC - Ouest n°2	41	14	0	36	47	141	27	34	68	75	78	45	4
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	79	25	0	39	77	163	50	57	106	144	139	82	14
[R+2] - D11 / SDC - Sud Ouest	65	0	0	36	72	131	61	44	113	108	113	70	9
[R+2] - D13 / Atelier - Ouest	21	9	0	22	22	91	4	17	33	29	30	21	1
[R+2] - D13 / Atelier - Est n°1	35	18	0	26	35	135	11	31	55	90	95	36	1
[R+2] - D13 / Atelier - Est n°2	27	12	0	20	28	110	3	20	45	74	77	30	1
[R+2] - D14 / Salle d'adaptation - Nord	68	2	0	49	71	109	49	53	85	95	89	70	4
[R+2] - Occupation passagère	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3.4.4 Résultats détaillés par pièce – R+3

Données d'entrée	Base	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
Fichier météo	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	A1 2040	Moyen	A1 2040	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Sg	31%	31%	31%	31%	31%	31%	31%	22%	50%	31%	31%	31%	31%
% d'ouvrant	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Rafraîchissement adiabatique	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
Apports solaires	Avec	Sans	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec	Sans	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec
Store	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Avec	Sans	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]	Sans	[90° ; 55cm]	[53° ; 88cm]	[53° ; 88cm]
Brasseur d'air	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Sans	Avec

Résultats	Base	V1 - Sans apport solaire	V2 - Sans Apport interne	V3 - 10 % ouvrant	V4 - Fichier météo chaud	V5 - Sans surventilation nocturne	V6 - Adiabatique	V7 - Sg = 22%	V8 - Sg = 50%	V9 - Sans brise soleil	V10 - Brise soleil 90°	V11 - Sans Store	V12 - Avec brasseur
[R+3] - D11 / SDC - Nord	57	13	0	50	53	107	39	54	63	93	76	56	13
[R+3] - D11 / SDC - Nord Est	54	25	0	39	50	105	35	49	68	122	98	57	13
[R+3] - D11 / SDC - Nord Ouest	67	20	0	42	75	119	57	53	88	118	99	68	16
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	74	25	0	59	82	151	57	60	85	116	100	74	14
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	88	21	0	70	102	155	79	72	111	148	121	94	21
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	74	24	0	46	63	129	45	56	88	151	117	72	18
[R+3] - D13 / Atelier - Ouest	83	25	0	57	88	159	62	70	89	123	103	83	17
[R+3] - D13 / Atelier - Est n°1	41	17	0	45	39	112	21	40	50	111	89	40	4
[R+3] - D13 / Atelier - Est n°2	35	14	0	39	34	106	13	34	46	105	81	36	4
[R+3] - Logements - Sud Ouest	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[R+3] - Occupation passagère	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

La prise en compte de la ventilation naturelle, c'est-à-dire la solution V3 correspondant à la solution pressentie avec 10% d'ouverture des baies, permettrait d'atteindre les objectifs du programme dans l'ensemble des pièces, sans mettre en œuvre des systèmes énergivores.



### 3.5 Confort estival entre Juillet et Août

Les zones concernées par le confort d'été entre Juillet et Août sont les pièces occupées, c'est-à-dire :

- Les salles de repos
- Le réfectoire de la primaire
- Le réfectoire de la maternelle
- La salle de motricité de la maternelle
- La salle de motricité de l'élémentaire
- La salle polyvalente
- L'atelier de la maternelle
- La ludothèque

D'après l'exigence programmatique, le nombre d'heure d'inconfort ne devra pas dépasser 80h pendant les périodes d'occupation entre Juillet et Août.

### 3.5.1 Préconisation 1 : Module adiabatique + brasseur d'air

Données d'entrée	Base	V13	V14	V14 delta = V14 – V13
Fichier météo	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Sg	31% + resille sur ouvrant	31% + resille sur ouvrant	31% + resille sur ouvrant	31% + resille sur ouvrant
% d'ouvrant	0%	0%	0%	0%
Surventilation nocturne	Oui	Oui	Oui	Oui
Rafrâichissement adiabatique	Non	Non	Oui	Oui
Apports solaires	Avec	Avec	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec	Avec	Avec
Store	Avec	Avec	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	Sans	Sans	Sans	Sans
Brasseur d'air	Sans	Sans	Avec	Avec
Période de simulation	Mai, Juin et Septembre	De Mai à Septembre	De Mai à Septembre	Juillet et Août

Résultats	Base	Base	Adiabatique + brasseur	Adiabatique + brasseur
<b>[RDC] - B23 / Atelier cuisine - Sud</b>	100	453	317	217
<b>[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud</b>	90	473	12	0
<b>[RDC] - B42 / Refectoire - Est</b>	59	104	58	0
<b>[RDC] - C13 / Salle de motricité et de confinement - Est</b>	51	261	2	0
<b>[RDC] - B22 / Atelier arts plastique - Nord</b>	47	368	103	56
<b>[RDC] - B41 / Refectoire - Nord Ouest</b>	46	88	22	0
<b>[RDC] - C24 / Salle de repos - Ouest</b>	10	63	0	0
<b>[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°2</b>	6	49	0	0
<b>[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°1</b>	0	19	0	0

**Analyse :** L'atelier B23 au RDC orienté SUD ne respecte pas l'exigence de 80h d'inconfort (217h) entre Juillet et Août avec le rafraichissement adiabatique et le brasseur d'air. Tous les autres locaux respectent cette exigence sous réserve d'un rafraichissement adiabatique pendant la période d'occupation, couplée à une ventilation nocturne entre 21h et 8h, et la mise en place de brasseurs d'air.

### 3.5.2 Préconisation 2 : Module adiabatique + brasseur d'air + ventilation naturelle

Données d'entrée	Base	V13	V15	V15 delta = V15 - V13
Fichier météo	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
Sg	31% + resille sur ouvrant	31% + resille sur ouvrant	31% + resille sur ouvrant	31% + resille sur ouvrant
% d'ouvrant	0%	0%	<b>30%</b>	<b>30%</b>
Surventilation nocturne	Oui	Oui	Oui	Oui
Rafrâichissement adiabatique	Non	Non	<b>Oui</b>	<b>Oui</b>
Apports solaires	Avec	Avec	Avec	Avec
Apports internes	Avec	Avec	Avec	Avec
Store	Avec	Avec	Avec	Avec
Brise-soleil [angle ; longueur]	Sans	Sans	Sans	Sans
Brasseur d'air	Sans	Sans	Avec	Avec
Période de simulation	Mai, Juin et Septembre	De Mai à Septembre	De Mai à Septembre	Juillet et Août

Résultats	Base	Base	Adiabatique + brasseur	Adiabatique + brasseur
<b>[RDC] - B23 / Atelier cuisine - Sud</b>	100	453	104	4
<b>[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud</b>	90	473	12	0
<b>[RDC] - B42 / Refectoire - Est</b>	59	104	57	0
<b>[RDC] - C13 / Salle de motricité et de confinement - Est</b>	51	261	1	0
<b>[RDC] - B22 / Atelier arts plastique - Nord</b>	47	368	57	10
<b>[RDC] - B41 / Refectoire - Nord Ouest</b>	46	88	22	0
<b>[RDC] - C24 / Salle de repos - Ouest</b>	10	63	0	0
<b>[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°2</b>	6	49	0	0
<b>[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°1</b>	0	19	0	0

**Analyse :** Avec la prise en compte de la ventilation naturelle pendant la période d'occupation (via 30% d'ouvrant), l'atelier cuisine B23 au RDC respecte l'exigence du programme avec un nombre d'heures d'inconfort inférieur à 80 h entre Juillet et Août.

Pour rappel, la réglementation thermique impose la présence de 30% d'ouvrant par rapport à la surface de passage d'air des baies dans chaque local.

### 3.6 Solutions préconisées par pièces

#### 3.6.1 Solutions préconisées par pièces – SS1 (Ludothèque)

Remarques :

- La période de simulation du fichier « BASE » est mai, juin et septembre
- La période de simulation du fichier « BASE + adiabatique + brasseur » est **juillet et août**
- Les solutions suivantes devront a minima être respectées pour se rapprocher des exigences du programme.

Résultats	Base actualisée - Inconfort <70h	Base + adiabatique + brasseur Inconfort <80h	Exigence de confort entre Juillet et Août	Sg	% d'ouvrant	Surventilation nocturne	Rafrâichissement adiabatique	Store	Brise soleil vertical	Brasseur d'air
<b>[SS1] - Bureaux - Nord n°1</b>	0	0	x	31% et resille	0 %					
<b>[SS1] - Bureaux - Nord n°2</b>	0	0	x	31% et resille	0 %					
<b>[SS1] - Bureaux - Nord n°3</b>	0	0	x	31% et resille	0 %					
<b>[SS1] - Bureaux - Nord n°4</b>	0	0	x	31% et resille	0 %					
<b>[SS1] - Salle d'activité - Nord</b>	43	37	x	31%	0 %	x		MERMET SV 10% 0210		Conseillé
<b>[SS1] - Salle de réunion - Nord</b>	0	0	x	31% et resille	0 %	x				

### 3.6.2 Solutions préconisées par pièces – RDC

Remarques :

- La période de simulation du fichier « BASE » est mai, juin et septembre
- La période de simulation du fichier « BASE + adiabatique + brasseur » est juillet et août
- Les solutions suivantes devront a minima être respectées pour se rapprocher des exigences du programme.

Résultats	Base actualisée- Inconfort <70h	Base + adiabatique + brasseur Inconfort <80h	Exigence de confort entre Juillet et Août	Sg	% d'ouvrant	Surventilation nocturne	Rafraîchissement adiabatique	Store	Brise soleil vertical	Brasseur d'air
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	84	0	x	31% et resille	0 %	x	Obligatoire	MERMET LOW E		Obligatoire
[RDC] - B22 / Atelier arts plastique - Nord	46	57	x	31% et resille	0 %	x	Obligatoire	MERMET LOW E		Obligatoire
[RDC] - B23 / Atelier cuisine - Sud	99	218	x	31% et resille	0 %	x	Obligatoire	MERMET LOW E		Obligatoire
[RDC] - B41 / Refectoire - Nord Ouest	44	0	x	31% et resille	0 %			MERMET LOW E		
[RDC] - B42 / Refectoire - Est	59	0	x	31% et resille	0 %	x		MERMET LOW E		
[RDC] - Bureau de direction maternelle - Est	32			31% et resille	0 %					
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	80			31% et resille	0 %	x	Conseillé	MERMET LOW E		Conseillé
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	75			31% et resille	0 %	x	Conseillé	MERMET LOW E		Conseillé
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	103			31% et resille	0 %	x	Conseillé	MERMET LOW E		Conseillé
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	114			31% et resille	0 %		Conseillé	MERMET LOW E		Conseillé
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	73			31% et resille	0 %		Conseillé	MERMET LOW E		Conseillé
[RDC] - C11 / SDC Petite section - Ouest n°1	22			31% et resille	0 %			MERMET LOW E		
[RDC] - C11 / SDC Petite section - Ouest n°2	25			31% et resille	0 %			MERMET LOW E		
[RDC] - C11 / SDC Très petite section - Ouest	43			31% et resille	0 %			MERMET LOW E		
[RDC] - C13 / Salle de motricité et de confinement - Est	50	0	x	31% et resille	0 %	x	Obligatoire	MERMET LOW E		Obligatoire
[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°1	0	0	x	31% et resille	0 %	x		Store intérieur		
[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°2	6	0	x	31% et resille	0 %	x		Store intérieur		
[RDC] - C24 / Salle de repos - Ouest	10	0	x	31% et resille	0 %	x		Store intérieur		
[RDC] - E3 / Salle des maîtres mutualisée - Nord	20			31% et resille	0 %					
[RDC] - G13 / Bureau - Nord	22			31% et resille	0 %			MERMET LOW E		



### 3.6.3 Solutions préconisées par pièces – R+1

Remarques :

- La période de simulation du fichier « BASE » est mai, juin et septembre
- La période de simulation du fichier « BASE + adiabatique + brasseur » est juillet et août
- Les solutions suivantes devront a minima être respectées pour se rapprocher des exigences du programme.

Résultats	Base actualisée- Inconfort <70h	Base + adiabatique + brasseur / Inconfort <80h	Exigence de confort entre Juillet et Août	Sg	% d'ouvrant	Surventilation nocturne	Rafrâichissement adiabatique	Store	Brise soleil vertical	Brasseur d'air
<b>[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest</b>	76			31%	0 %	x	Conseillé	MERMET LOW E		
<b>[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est</b>	153			31%	0 %	x		MERMET LOW E		Conseillé
<b>[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud</b>	88			31%	0 %		Conseillé	MERMET LOW E		
<b>[R+1] - E3 / Salle des maîtres - Ouest</b>	18			31%	0 %					
<b>[R+1] - E4 / SDR + Repro - Est</b>	27			31%	0 %			MERMET LOW E		
<b>[R+1] - F1 / Tisanerie - Nord Est</b>	32			31%	0 %			MERMET LOW E		
<b>[R+1] - F5 / Bureau Direction - Est n°1</b>	157			31%	0 %	x		MERMET LOW E		Conseillé
<b>[R+1] - F5 / Bureau Direction - Est n°2</b>	119			31%	0 %	x		MERMET LOW E		Conseillé
<b>[R+1] - Occupation passagère</b>	0			31%	0 %			MERMET LOW E		

### 3.6.4 Solutions préconisées par pièces – R+2

Remarques :

- Les résultats de la simulation « BASE » ont été actualisés avec des brise-soleils de 81cm de largeur et non plus 88cm, et n'incluent pas les effets du rafraîchissement adiabatique et des brasseurs d'air.
- La période de simulation du fichier « BASE » est mai, juin et septembre
- La période de simulation du fichier « BASE + adiabatique + brasseur » est juillet et août
- Les solutions suivantes devront a minima être respectées pour se rapprocher des exigences du programme.

Résultats	Base actualisée- Inconfort <70h	Base + adiabatique + brasseur / Inconfort <80h	Exigence de confort entre Juillet et Août	Sg	% d'ouvrant	Surventilation nocturne	Rafraîchissement adiabatique	Store	Brise soleil vertical	Brasseur d'air
[R+2] - D11 / SDC - Nord Est	65			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+2] - D11 / SDC - Nord Ouest	46			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+2] - D11 / SDC - Ouest n°1	37			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+2] - D11 / SDC - Ouest n°2	47			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+2] - D11 / SDC - Sud Est	88			31%	0 %	x	Conseillé		[53° ; 81cm]	
[R+2] - D11 / SDC - Sud Ouest	72			31%	0 %	x	Conseillé		[53° ; 81cm]	
[R+2] - D13 / Atelier - Ouest	21			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+2] - D13 / Atelier - Est n°1	38			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+2] - D13 / Atelier - Est n°2	30			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+2] - D14 / Salle d'adaptation - Nord	69			31%	0 %				[53° ; 81cm]	

### 3.6.5 Solutions préconisées par pièces – R+3

#### Remarques :

- Les résultats de la simulation « BASE » ont été actualisés avec des brise-soleils de 81cm de largeur et non plus 88cm, et n'incluent pas les effets du rafraîchissement adiabatique et des brasseurs d'air.
- La période de simulation du fichier « BASE » est mai, juin et septembre
- La période de simulation du fichier « BASE + adiabatique + brasseur » est juillet et août
- Les solutions suivantes devront a minima être respectées pour se rapprocher des exigences du programme.

Résultats	Base actualisée- Inconfort <70h	Base + adiabatique + brasseur / Inconfort <80h	Exigence de confort entre Juillet et Août	Sg	% d'ouvrant	Surventilation nocturne	Rafraîchissement adiabatique	Store	Brise soleil vertical	Brasseur d'air
[R+3] - D11 / SDC - Nord	58			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+3] - D11 / SDC - Nord Est	60			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+3] - D11 / SDC - Nord Ouest	71			31%	0 %	x	Conseillé		[53° ; 81cm]	
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1	79			31%	0 %	x	Conseillé		[53° ; 81cm]	
[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2	95			31%	0 %	x	Conseillé		[53° ; 81cm]	
[R+3] - D11 / SDC - Sud Est	75			31%	0 %	x	Conseillé		[53° ; 81cm]	
[R+3] - D13 / Atelier - Ouest	89			31%	0 %	x	Conseillé		[53° ; 81cm]	
[R+3] - D13 / Atelier - Est n°1	40			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	
[R+3] - D13 / Atelier - Est n°2	37			31%	0 %	x			[53° ; 81cm]	

L'ANNEXE II présente les solutions préconisées par pièce en prenant en compte la ventilation naturelle via les fenêtres pendant la période d'occupation. Il indique que l'ensemble des pièces respecterait les objectifs du programme pour les mois de mai, juin et septembre sans brasseur d'air et ni rafraîchissement adiabatique.

Il s'avère qu'avec la ventilation naturelle :

- Il n'est plus nécessaire de mettre en fonctionnement le module adiabatique en mai, juin et septembre
- Le nombre de pièces ayant besoin de brasseurs d'air a diminué, en passant de 13 pièces sans ventilation naturelle à 2 pièces. Seules les pièces « [RDC] - B23 / Atelier cuisine – Sud » et « [RDC] - B22 / Atelier arts plastique – Nord » devraient recourir à des brasseurs d'air et un rafraîchissement adiabatique.

## 4 CONCLUSION

Une étude a été menée afin d'optimiser la performance des protections solaires verticales fixes (épines), se référer à la notice environnementale. Il apparaît que ces protections ne peuvent être suffisantes pour approcher les objectifs programmatiques de confort d'été. Des protections solaires mobiles intérieures ainsi que des brise-soleils sont donc prévus.

Une optimisation des surfaces vitrées a été menée de façon à limiter les apports solaires tout en garantissant un niveau d'éclairage naturel suffisant. Il est à noter que les apports internes liés à l'occupation ainsi que les apports de chaleur liée au renouvellement d'air participent fortement à la montée en température des espaces.

Sur la période septembre-juin, la conception permet de se rapprocher des objectifs du programme sans la respecter dans toutes les pièces. Sur les zones occupées pendant la période estivale, le niveau d'inconfort excède l'objectif visé. A mi-saison, la ventilation mécanique nocturne (free cooling) permet d'évacuer les calories emmagasinées en journée. Toutefois, le système présente une efficacité moindre sur la période estivale lorsque les températures nocturnes ne redescendent pas suffisamment.

La mise en place du système de rafraîchissement adiabatique permet de réduire sensiblement le nombre d'heures d'inconfort, sans pour autant permettre d'atteindre le niveau visé sur l'ensemble des zones occupées l'été. La mise en œuvre de brasseurs d'air permettrait d'améliorer le confort des occupants. En effet, un flux d'air de 1m/s équivaut à un ressenti de -2°C.

L'hypothèse la plus impactant dans ce projet est la non prise en compte de la ventilation naturelle pendant la période d'occupation, via les ouvrants des baies. Or la RT2012 impose un seuil d'ouvrant à respecter pour cette raison.

Sous l'hypothèse de la prise en compte de la ventilation naturelle, les solutions suivantes sont conseillées pour atteindre les objectifs du programme :

- a) Brise-soleil de 81cm et orienté à 53°
- b) Des stores intérieurs de type MERMET LOW E ou équivalent pour le socle et le R+1
- c) Sans stores intérieurs pour le R+2 et R+3
- d) Surventilation nocturne (free cooling)
- e) Rafraîchissement adiabatique entre Juillet et Août pour les pièces occupées
- f) Brasseur d'air uniquement pour 2 pièces pour pallier les surchauffes entre Juillet et Août.

Sous l'hypothèse de l'absence de ventilation naturelle, les solutions suivantes sont conseillées pour atteindre les objectifs du programme :

- a) Brise-soleil de 81cm et orienté à 53°
- b) Des stores intérieurs de type MERMET LOW E ou équivalent pour le RDC et le R+1
- c) Sans stores intérieurs pour le R+2 et R+3
- d) Surventilation nocturne (free cooling)
- e) Rafraîchissement adiabatique entre Mai et Septembre
- f) Brasseur d'air pour 13 pièces qui présentent des surchauffes entre Mai et Septembre

## NOTICE STD - ANNEXES



INEX - Ingénierie technique et environnementale

2 rue Rabelais – 93100 MONTREUIL

Tél : 01.49.88.81.53 - Fax : 01.43.60.57.74

E-mail : [contact@inex.fr](mailto:contact@inex.fr)

N° Affaire	18.081	Phase	DCE
Référence	Construction d'un groupe scolaire Marceau		
Titre	Notice STD		

Ind.	Date	Diffusion	Elaboré par	Approuvé par
0	Avril 2021	Annexes	P. S	

Ce document est la propriété de INEX B.E.T. SAS. Il ne pourra être divulgué, ni copié sans son autorisation.

## ANNEXES



## ANNEXE I – Scénario d’occupation

### Calendrier considéré

CALENDRIER
------------

1	JANVIER	AU	7	JANVIER
8	JANVIER	AU	14	JANVIER
15	JANVIER	AU	21	JANVIER
22	JANVIER	AU	28	JANVIER
29	JANVIER	AU	4	FÉVRIER
5	FÉVRIER	AU	11	FÉVRIER
12	FÉVRIER	AU	18	FÉVRIER
19	FÉVRIER	AU	25	FÉVRIER
26	FÉVRIER	AU	4	MARS
5	MARS	AU	11	MARS
12	MARS	AU	18	MARS
19	MARS	AU	25	MARS
26	MARS	AU	1	AVRIL
2	AVRIL	AU	8	AVRIL
9	AVRIL	AU	15	AVRIL
16	AVRIL	AU	22	AVRIL
23	AVRIL	AU	29	AVRIL
30	AVRIL	AU	6	MAI
7	MAI	AU	13	MAI
14	MAI	AU	20	MAI
21	MAI	AU	27	MAI
28	MAI	AU	3	JUIN
4	JUIN	AU	10	JUIN
11	JUIN	AU	17	JUIN
18	JUIN	AU	24	JUIN
25	JUIN	AU	1	JUILLET
2	JUILLET	AU	8	JUILLET
9	JUILLET	AU	15	JUILLET
16	JUILLET	AU	22	JUILLET
23	JUILLET	AU	29	JUILLET
30	JUILLET	AU	5	AOÛT
6	AOÛT	AU	12	AOÛT
13	AOÛT	AU	19	AOÛT
20	AOÛT	AU	26	AOÛT
27	AOÛT	AU	2	SEPTEMBRE
3	SEPTEMBRE	AU	9	SEPTEMBRE
10	SEPTEMBRE	AU	16	SEPTEMBRE
17	SEPTEMBRE	AU	23	SEPTEMBRE
24	SEPTEMBRE	AU	30	SEPTEMBRE
1	OCTOBRE	AU	7	OCTOBRE
8	OCTOBRE	AU	14	OCTOBRE
15	OCTOBRE	AU	21	OCTOBRE
22	OCTOBRE	AU	28	OCTOBRE
29	OCTOBRE	AU	4	NOVEMBRE
5	NOVEMBRE	AU	11	NOVEMBRE
12	NOVEMBRE	AU	18	NOVEMBRE
19	NOVEMBRE	AU	25	NOVEMBRE
26	NOVEMBRE	AU	2	DÉCEMBRE
3	DÉCEMBRE	AU	9	DÉCEMBRE
10	DÉCEMBRE	AU	16	DÉCEMBRE
17	DÉCEMBRE	AU	23	DÉCEMBRE
24	DÉCEMBRE	AU	30	DÉCEMBRE

	HORS VACANCES SCOLAIRES
	VACANCES SCOLAIRES
	VACANCES SCOLAIRES ÉTÉ

## SCENARIOS D'OCCUPATION DU GROUPE SCOLAIRE HORS VACANCES SCOLAIRES

Les plages d'occupation sont repérées en couleur. Dans chaque case est précisé le nombre d'occupants considérés.

### Occupation journalière

#### Hors vacances scolaires

##### Lundi - Mardi - Jeudi - Vendredi

Salle de classe primaire et maternelle GS et MS

Salle de classe maternelle PS et TPS

Réfectoire primaire

Réfectoire maternelle

Salle de motricité maternelle

Salle de motricité élémentaire / BCD

Salle polyvalente

Atelier maternelle (1)

Ateliers élémentaires (6)

Bureau direction

Salle des maîtres

Salle de réunion

#### Plages d'occupation et nombre de personnes

de 0h à 7h30	8h30	9h30	10h30	11h30	12h30	13h30	14h30	15h30	16h30	17h30	18h	de 18h à 24h
		30+1	30+1	30+1			30+1	30+1	30+1			
		30+2	30+2	30+2				15+1	30+2			
							30+1	15+1				
					180	180						
					114	114						
		30+2	30+2	30+2			30+2	30+2	30+2	35+2		
		30+1	30+1	30+1	35+2	35+2	30+1	30+1	30+1			
	35+2	30+1	30+1	30+1			30+1	30+1	30+1	35+2	35+2	
		15+1	15+1	15+1			15+1	15+1	15+1			
		15+1	15+1	15+1			15+1	15+1	15+1			
		1	1	1	1	1	1	1	1			
					20	20						
					10	10						

##### Mercredi

Salle de classe primaire et maternelle GS et MS

Salle de classe maternelle PS et TPS

Salle de repos

Réfectoire primaire

Réfectoire maternelle

Salle de motricité maternelle

Salle de motricité élémentaire

Salle polyvalente

Atelier maternelle (1)

Ateliers élémentaires (6)

Bureau direction

Salle des maîtres

Salle de réunion

de 0h à 7h30	8h30	9h30	10h30	11h30	12h30	13h30	14h30	15h30	16h30	17h30	18h	de 18h à 24h
							20+1	20+1				
					70							
					35							
		35+2	35+2	35+2		35+2	35+2	35+2	35+2	35+2		
		35+2	35+2	35+2		35+2	35+2	35+2	35+2	35+2		
	35+2	35+2	35+2	35+2		35+2	35+2	35+2	35+2			
	114											

## SCENARIOS D'OCCUPATION DU GROUPE SCOLAIRE PENDANT LES VACANCES SCOLAIRES

### Vacances scolaires (Toussaint / Hiver / Printemps/Eté)

#### Lundi - Mardi - Mercredi - Jeudi - Vendredi

Salle de classe primaire et maternelle GS et MS

Salle de classe maternelle PS et TPS

Salle de repos

Réfectoire primaire

Réfectoire maternelle

Salle de motricité maternelle

Salle de motricité élémentaire

Salle polyvalente

Atelier maternelle (1)

Ateliers élémentaires (6)

Bureau direction

Salle des maîtres

Salle de réunion

#### Plages d'occupation et nombre de personnes

de 0h à 7h30	8h30	9h30	10h30	11h30	12h30	13h30	14h30	15h30	16h30	17h30	18h	de 18h à 24h
							20+1	20+1				
					90							
					35							
		35+2	35+2	35+2		35+2	35+2	35+2	35+2	35+2		
		35+2	35+2	35+2		35+2	35+2	35+2	35+2	35+2		
	35+2	35+2	35+2	35+2		35+2	35+2	35+2	35+2	35+2		
		20+1	20+1	20+1		20+1	20+1	20+1	20+1	20+1		

## Scénarios d'occupation ludothèque

Il a été considéré 95 occupants pour la salle d'activité au SS1 et sur toute la plage horaire (cas défavorable).

### mardi, jeudi vendredi

	Heures	Effectifs enfants et accompagnateurs	commentaires
Salle d'activités	9h00 12h00 – 13h30 18h	Variable de 20 à 95	+ 1 agent à l'accueil
Bureau resp	9h00 12h00 – 13h30 18h	1	
Bureau animateurs	9h00 12h00 – 13h30 18h	2	
Salle de réparation	Présence ponctuelle	2	
Salle de réunions tisanderie	12h 14 h +présence ponctuelle lors des réunions	10	

### Mercredi

	Heures	Effectifs enfants et accompagnateurs	commentaires
Salle d'activités	9h00 12h00 – 13h30 18h30	Variables de 20 à 95	+ 1 agent à l'accueil
Bureau resp	9h00 12h00 – 13h30 18h30	1	
Bureau animateurs	9h00 12h00 – 13h30 18h30	2	
Salle de réparation	Présence ponctuelle	2	
Salle de réunions tisanerie	12h 14 h +présence ponctuelle lors des réunions	10	

### Samedi

	Heures	Effectifs enfants et accompagnateurs	commentaires
Salle d'activités	9h30 12h30–13h30 18h30	Variables de 20 à 95	+ 1 agent à l'accueil
Bureau resp	9h30 12h30-13h30 18h30	1	
Bureau animateurs	9h30 12h30–13h30 18h30	2	
Salle de réparation	Présence ponctuelle	2	
Salle de réunions tisanerie	12h 14 h +présence ponctuelle lors des réunions	10	

### Petites et grandes vacances scolaires du lundi au vendredi

	Heures	Effectifs enfants et accompagnateurs	commentaires
Salle d'activités	9h00 12h00-13h30 18h30	Variables de 20 à 95	+ 1 agent à l'accueil
Bureau resp	9h00 12h00-13h30 18h30	1	
Bureau animateurs	9h00 12h00-13h30 18h30	2	
Salle de réparation	Présence ponctuelle	2	
Salle de réunions tisanerie	12h 14 h +présence ponctuelle lors des réunions	10	

## ANNEXE II – Solutions préconisées par pièce sous l'hypothèse de la prise en compte de la ventilation naturelle

### ANNEXE II.a - Solutions préconisées par pièce – RDC

Remarques :

- Les résultats de la simulation « BASE » incluent la ventilation naturelle, mais n'incluent pas les effets du rafraîchissement adiabatique et des brasseurs d'air.
- La période de simulation du fichier « BASE » est mai, juin et septembre
- La période de simulation du fichier « BASE + adiabatique + brasseur » est juillet et août

Résultats	Base + ouvrant	Base + Ouvrant +Adiabatique + brasseur	Exigence de confort entre Juillet et Août	Sg	% d'ouvrant	Surventilation nocturne	Rafraîchissement adiabatique	Store	Brise- soleil vertical	Brasseur d'air
[RDC] - B11 / Salle polyvalente - Sud	82	0	x	31% et resille	30 %	x	Conseillé	MERMET LOW E		Conseillé
[RDC] - B22 / Atelier arts plastique - Nord	33	24	x	31% et resille	30 %	x	Conseillé	MERMET LOW E		
[RDC] - B23 / Atelier cuisine - Sud	71	33	x	31% et resille	30 %	x	Conseillé	MERMET LOW E		Conseillé
[RDC] - B41 / Refectoire - Nord Ouest	38	0	x	31% et resille	10 %			MERMET LOW E		
[RDC] - B42 / Refectoire - Est	48	9	x	31% et resille	10 %	x		MERMET LOW E		
[RDC] - Bureau de direction maternelle - Est	31			31% et resille	10 %					
[RDC] - C11 / SDC Grande Section - Nord	59			31% et resille	10 %	x		MERMET LOW E		
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°1	62			31% et resille	10 %	x		MERMET LOW E		
[RDC] - C11 / SDC Grande section - Sud n°2	51			31% et resille	10 %	x		MERMET LOW E		
[RDC] - C11 / SDC Moyenne Section - Nord Est	60			31% et resille	10 %			MERMET LOW E		
[RDC] - C11 / SDC moyenne section - Ouest	57			31% et resille	10 %			MERMET LOW E		
[RDC] - C11 / SDC Petite section - Ouest n°1	51			31% et resille	10 %			MERMET LOW E		
[RDC] - C11 / SDC Petite section - Ouest n°2	49			31% et resille	10 %			MERMET LOW E		
[RDC] - C11 / SDC Très petite section - Ouest	45			31% et resille	10 %			MERMET LOW E		
[RDC] - C13 / Salle de motricité et de confinement - Est	39	0	x	31% et resille	10 %	x	Conseillé	MERMET LOW E		
[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°1	0	0	x	31% et resille	10 %	x		Store intérieur		
[RDC] - C15 / Salle de repos - Ouest n°2	0	0	x	31% et resille	10 %	x		Store intérieur		
[RDC] - C24 / Salle de repos - Ouest	0	0	x	31% et resille	10 %	x		Store intérieur		
[RDC] - E3 / Salle des maîtres mutualisée - Nord	14			31% et resille	10 %					
[RDC] - G13 / Bureau - Nord	25			31% et resille	10 %			MERMET LOW E		

## ANNEXE II.b - Solutions préconisées par pièce – R+1

### Remarques :

- Les résultats de la simulation « BASE » incluent la ventilation naturelle, mais n'incluent pas les effets du rafraîchissement adiabatique et des brasseurs d'air.
- La période de simulation du fichier « BASE » est mai, juin et septembre
- La période de simulation du fichier « BASE + adiabatique + brasseur » est juillet et août

Résultats	Base + ouvrant	Base + Ouvrant +Adiabatique + brasseur	Exigence de confort entre Juillet et Août	Sg	% d'ouvrant	Surventilation nocturne	Rafrâichissement adiabatique	Store	Brise- soleil vertical	Brasseur d'air
<b>[R+1] - B13 / Salle de motricité - Nord Ouest</b>	47			31%	10 %	x		MERMET LOW E		
<b>[R+1] - B21 / Médiathèque - Sud Est</b>	50			31%	10 %	x		MERMET LOW E		
<b>[R+1] - E2 / Direction elementaires - Sud</b>	44			31%	10 %			MERMET LOW E		
<b>[R+1] - E3 / Salle des maîtres - Ouest</b>	16			31%	10 %					
<b>[R+1] - E4 / SDR + Repro - Est</b>	20			31%	10 %			MERMET LOW E		
<b>[R+1] - F1 / Tisanerie - Nord Est</b>	15			31%	10 %			MERMET LOW E		
<b>[R+1] - F5 / Bureau Direction - Est n°1</b>	52			31%	10 %	x		MERMET LOW E		
<b>[R+1] - F5 / Bureau Direction - Est n°2</b>	48			31%	10 %	x		MERMET LOW E		
<b>[R+1] - Occupation passagère</b>	0			31%	10 %			MERMET LOW E		



ANNEXE II.c - Solutions préconisées par pièce – R+2

Remarques :

- Les résultats de la simulation « BASE » incluent la ventilation naturelle, mais n'incluent pas les effets du rafraîchissement adiabatique et des brasseurs d'air.
- La période de simulation du fichier « BASE » est mai, juin et septembre
- La période de simulation du fichier « BASE + adiabatique + brasseur » est juillet et août

Résultats	Base + ouvrant	Base + Ouvrant +Adiabatique + brasseur	Exigence de confort entre Juillet et Août	Sg	% d'ouvrant	Surventilation nocturne	Rafraîchissement adiabatique	Store	Brise- soleil vertical	Brasseur d'air
<b>[R+2] - D11 / SDC - Nord Est</b>	35			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - D11 / SDC - Nord Ouest</b>	33			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - D11 / SDC - Ouest n°1</b>	25			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - D11 / SDC - Ouest n°2</b>	36			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - D11 / SDC - Sud Est</b>	39			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - D11 / SDC - Sud Ouest</b>	36			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - D13 / Atelier - Ouest</b>	22			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - D13 / Atelier - Est n°1</b>	26			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - D13 / Atelier - Est n°2</b>	20			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - D14 / Salle d'adaptation - Nord</b>	49			31%	10 %				[53° ; 81cm]	
<b>[R+2] - Occupation passagère</b>	0			31%	10 %				[53° ; 81cm]	

## ANNEXE II.d - Solutions préconisées par pièce – R+3

### Remarques :

- Les résultats de la simulation « BASE » incluent la ventilation naturelle, mais n'incluent pas les effets du rafraîchissement adiabatique et des brasseurs d'air.
- La période de simulation du fichier « BASE » est mai, juin et septembre
- La période de simulation du fichier « BASE + adiabatique + brasseur » est juillet et août

Résultats	Base + ouvrant	Base + Ouvrant +Adiabatique + brasseur	Exigence de confort entre Juillet et Août	Sg	% d'ouvrant	Surventilation nocturne	Rafraîchissement adiabatique	Store	Brise- soleil vertical	Brasseur d'air
<b>[R+3] - D11 / SDC - Nord</b>	50			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - D11 / SDC - Nord Est</b>	39			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - D11 / SDC - Nord Ouest</b>	42			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°1</b>	59			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - D11 / SDC - Ouest n°2</b>	70			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - D11 / SDC - Sud Est</b>	46			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - D13 / Atelier - Ouest</b>	57			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - D13 / Atelier - Est n°1</b>	45			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - D13 / Atelier - Est n°2</b>	39			31%	10 %	x			[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - Logements - Sud Ouest</b>	0			31%	10 %				[53° ; 81cm]	
<b>[R+3] - Occupation passagère</b>	0			31%	10 %				[53° ; 81cm]	

### Il s'avère qu'avec la ventilation naturelle :

- Il n'est plus nécessaire de mettre en fonctionnement le module adiabatique en mai, juin et septembre
- Le nombre de pièces ayant besoin de brasseurs d'air a diminué, passant de 13 pièces à 2 pièces.