

# Phase PRO

---

## NOTICE TECHNIQUE

PROJET CIO MIRAIL – TOULOUSE (31)

Maîtrise  
d'Ouvrage : SERVICE REGIONAL ACADEMIQUE  
DE POLITIQUE IMMOBILIERE SRAP

Maîtrise  
d'œuvre : BUREAU VERITAS SOLUTIONS  
12 Rue Michel Labrousse Bâtiment  
15  
31 000 TOULOUSE  
  
André MOUTINHO  
  
06.83.45.05.19  
[andre.moutinhot@bureauveritas.com](mailto:andre.moutinhot@bureauveritas.com)

N°	Indice	Rédacteur	Date	Modifications
NC	01	A.MOUTINHO	03/12/2024	1 <sup>ère</sup> diffusion
	02			
	03			
	04			

1	Simulation thermique dynamique	2
1.1	Méthodologie et modèle	2
1.1.1	Hypotheses	3
1.1.2	Modele 3D	3
1.1.3	Zones thermiques	6
1.2	Résultats Simulation confort d'été	8
1.2.1	Scénario	8
1.1.1.	Etat des lieux	8
1.1.2.	BASE : Ventilateur plafonnier	9
1.1.3.	OPTION 1: CTA Double Flux	10
1.3	Résultats synthétiques	11
2	Simulation énergétique dynamique	12
2.1	Hypothèses	12
2.2	Résultats	12
3	Radiateurs	13
3.1	Tableau résultats	13

# 1 Simulation thermique dynamique

## 1.1 Méthodologie et modèle

Evaluation de l'état du confort hygrothermique d'été :

Le confort thermique correspond à un état d'équilibre thermique entre le corps humain et les conditions d'ambiance.

L'indice de confort utilisé est la température résultante : il s'agit de la température ressentie par un occupant, car elle tient compte des effets de la convection de l'air ambiant et du rayonnement thermique des parois.

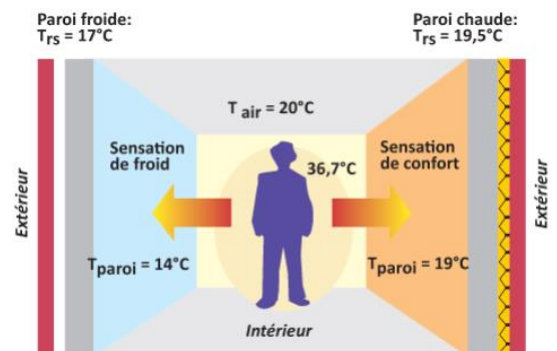
$$t_o = \frac{h_r t_{mr} + h_c t_a}{h_r + h_c}$$

$h_c$  = coefficient de transfert thermique convectif

$h_r$  = coefficient de transfert thermique radiatif linéaire

$t_a$  = température ambiante

$t_{mr}$  = température radiative moyenne.



Une température résultante de 28°C correspond au seuil au-delà duquel l'occupant ressent de l'inconfort.

La température résultante est déterminée pour chaque heure de l'année grâce à une simulation thermique dynamique.

Simulation thermique dynamique :

Une simulation thermique dynamique calcule au pas de temps horaire l'évolution thermique d'un bâtiment, il s'agit donc d'un outil très fin, précieux lors du processus de conception architecturale et technique.

Elle est effectuée avec le logiciel TAS™ (Thermal Analysis Software) développé par EDSL.

Le logiciel nécessite des « données d'entrée » regroupant l'ensemble des hypothèses les plus pertinentes concernant l'évolution hygrothermique du bâtiment :

- les caractéristiques d'enveloppe (isolation des parois, isolation des vitrages et des menuiseries, facteurs solaires des parois translucides, inertie, émissivité et absorption solaire de surfaces),
- les conditions d'occupation (nombre de personnes et période d'occupation, puissance et gestion de l'éclairage, débit et gestion de la ventilation),

- les conditions météorologiques (température extérieure, rayonnement solaire direct et indirect, couverture nuageuse, humidité extérieure, vitesse et direction du vent),
- les conditions de chauffage et de climatisation (consignes et gestion du traitement thermique).

Ces données doivent être fournies pour chaque zone thermique prédéterminée et pour chaque heure d'une année type.

Les « données de sortie » fournies par le logiciel permettent de déterminer l'évolution horaire de diverses valeurs, telles que la température résultante, les besoins de chauffage et d'éclairage...

L'interprétation des résultats permet alors d'évaluer le projet sur son confort thermique et ses besoins énergétiques, sur tous les mois de l'année en référence au fichier météorologique utilisé.

### 1.1.1 Hypotheses

Les données météorologiques utilisées proviennent de la base de données MétéoNorm pour la station de Toulouse, et la période 2040.

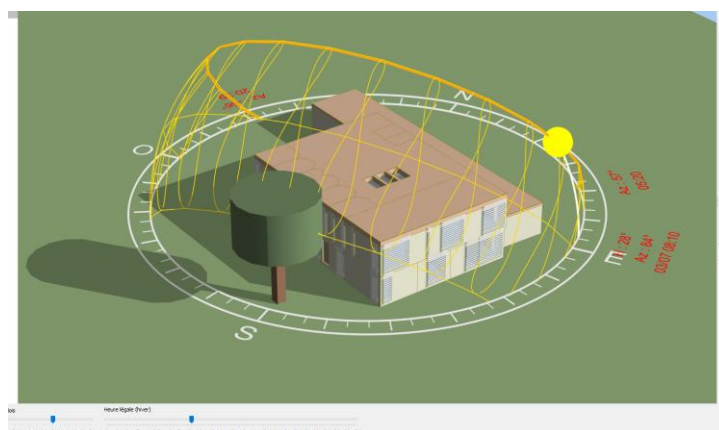
#### Données d'entrées :

- ITE avec Laine de bois avec un  $U = 3.7 \text{ W/m}^2.\text{K}$  (environ 14cm) + bardage bois ventilé ;
- Brise-soleil avec un décalage de 50cm en partie haute de la menuiserie ;
- Brise-soleil sur les ouvrants de toiture ;
- Remplacement des menuiseries sans ajout ou retrait :  $U \text{ vitrage} = 1.1 \text{ W/m}^2.\text{K}$  + cadre et surface opaque  $U = 2 \text{ W/m}^2.\text{K}$  /  $U_w = 1.6 \text{ W/m}^2.\text{K}$  + facteur solaire vitrage 0.57 ;
- Implantation des masques proches : Modélisation de l'arbre à proximité ;

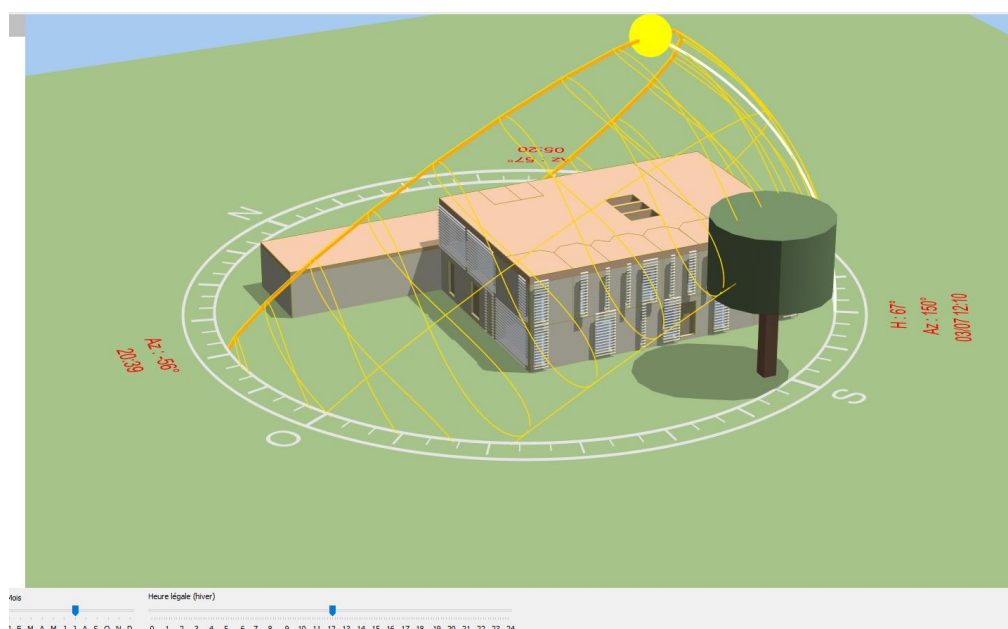
### 1.1.2 Modele 3D

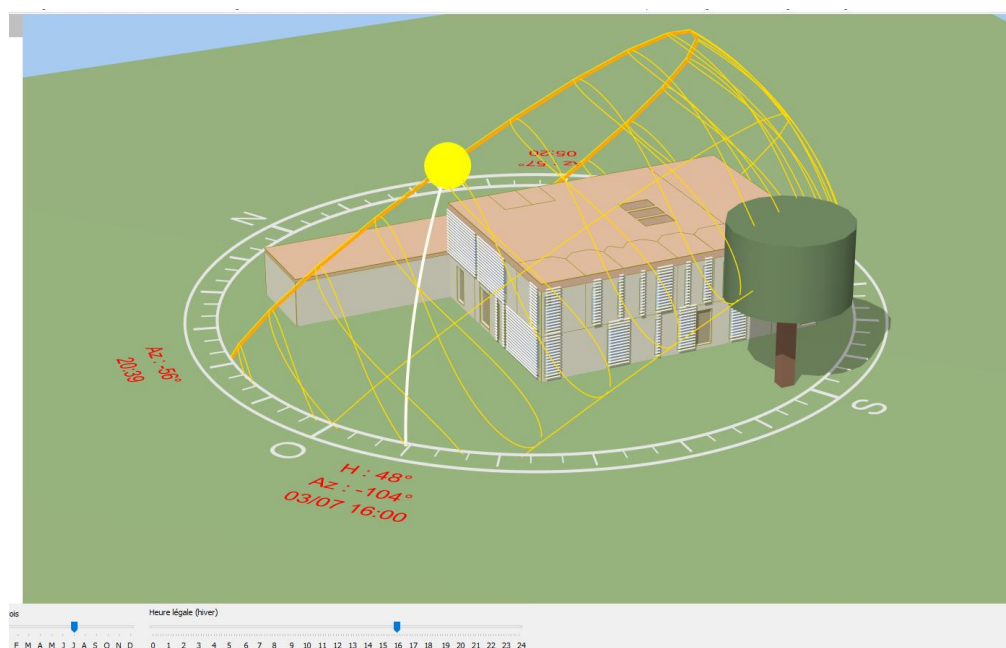
Le modèle 3D réalisé pour la STD est présenté sur les images ci-dessous.

#### Façade sud-est



Façade Sud-Ouest









### 1.1.3 Zones thermiques

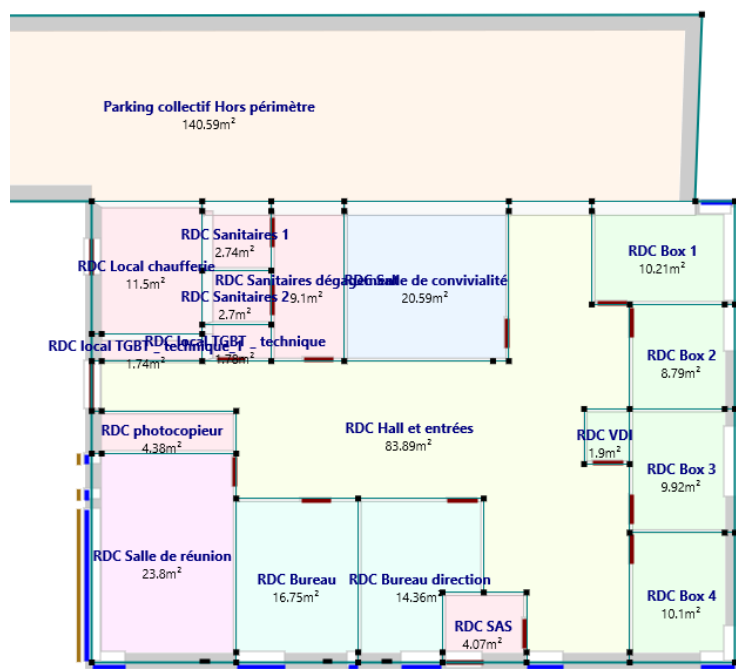
Les calculs thermiques d'une STD s'effectuent à l'échelle de zones thermiquement homogènes. Une zone peut représenter un local, une partie d'un local ou un ensemble de locaux dont le comportement thermique est similaire.

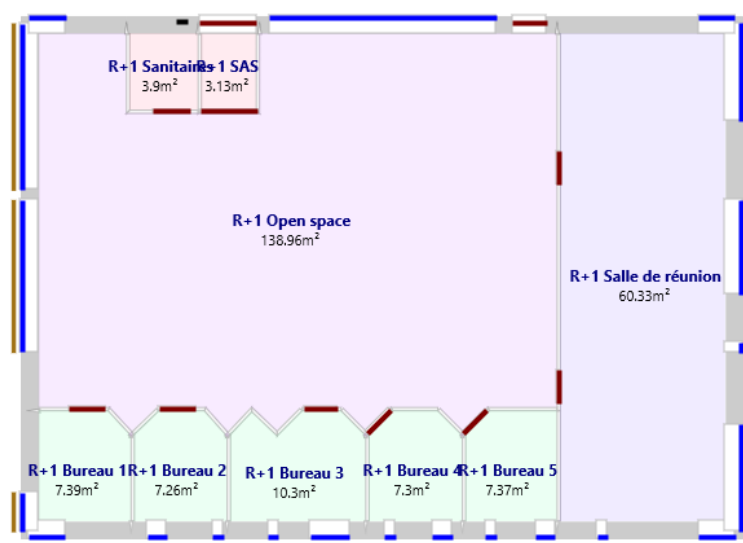
Les caractéristiques et la localisation des zones retenues pour le projet sont présentées ci-après sous forme de tableau et de planches colorées (les couleurs utilisées n'ont aucune connotation thermique).

La nomenclature des zones utilisée est la suivante :

Nom				
Zone RDC Box	5			0
Zone R+1 SDR	1			0
Hors périmètre (parking ext)	1			0
Zone RDC Bureaux	2			0
Zone RDC SDR	1			0
Zone RDC Hall	1			0
Zone RDC Salle de convivialité	1			0
LNC	10			0
Zone R+1 Bureaux	5			0
Zone R+1 Open space	1			0

#### RDC



R+1

## 1.2 Résultats Simulation confort d'été

### 1.2.1 Scénario

#### 1.1.1. *Etat des lieux*

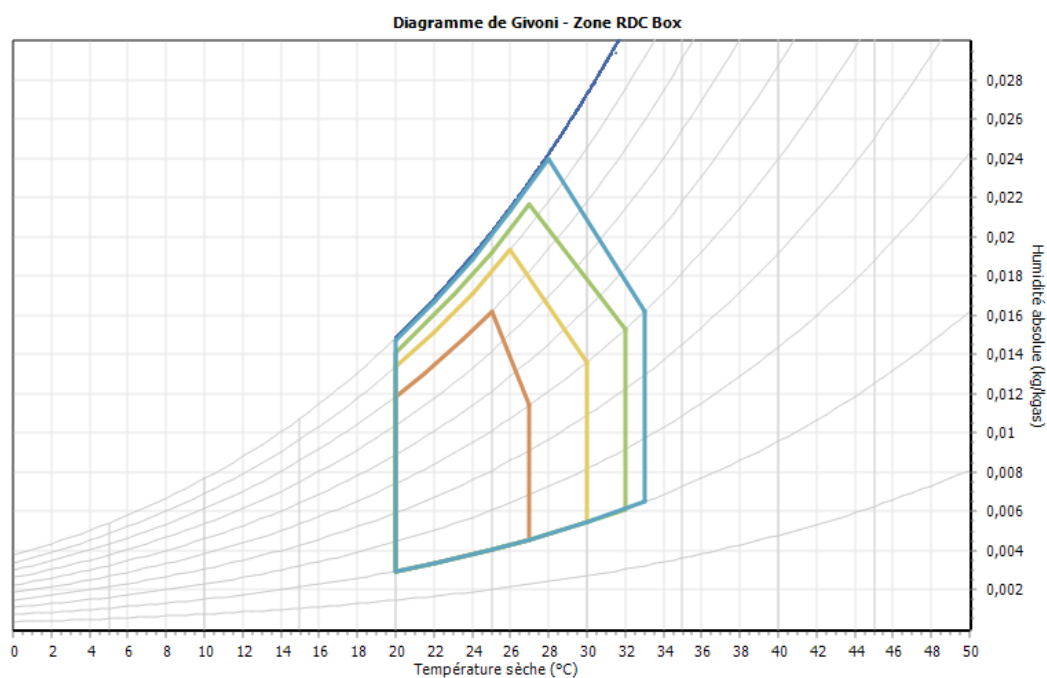
<b>Zones</b>	<b>Apports solaires bruts</b>	<b>Heures &gt; T°Inconfort</b>	<b>Taux d'inconfort</b>	<b>Surface</b>	<b>Volum</b>
	<i>kWh</i>	<i>h</i>	<i>%</i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>m<sup>3</sup></i>
Total	26 993,8			629,12	792,98
Zone RDC Box	4 166,3	<b>475</b>	<b>26</b>	40,40	115,15
Zone R+1 SDR	4 859,3	<b>498</b>	<b>23.9</b>	59,58	169,79
Zone RDC Bureaux	1 633,0	<b>473</b>	<b>26</b>	30,91	88,08
Zone RDC SDR	3 416,1	<b>568</b>	<b>27.3</b>	23,54	67,08
Zone RDC Hall	1 226,8	<b>417</b>	<b>22.9</b>	83,75	238,70
Zone RDC Salle de convivialité	0,00	<b>93</b>	<b>35.8</b>	20,59	58,69
Zone R+1 Bureaux	3 125,3	<b>516</b>	<b>28.4</b>	39,08	111,39
Zone R+1 Open space	7 099,1	<b>406</b>	<b>22.3</b>	138,39	394,40

1.1.2. *BASE : Ventilateur plafonnier*

Tableaux heures d'inconfort

Zones	Apports solaires bruts	Heures > T°Inconfort	Taux d'inconfort	Surface	Volum e
	<i>kWh</i>	<i>h</i>	<i>%</i>	<i>m²</i>	<i>m³</i>
Total	21 802,5			624,86	780,85
Zone RDC Box	3 297,7	<b>429,00</b>	<b>23,6</b>	40,93	116,65
Zone R+1 SDR	3 701,0	<b>471,00</b>	<b>22,6</b>	60,33	171,94
Zone RDC Bureaux	994,8	<b>433,00</b>	<b>23,8</b>	31,11	88,66
Zone RDC SDR	1669,7	<b>483,00</b>	<b>23,2</b>	23,80	67,83
Zone RDC Hall	765,1	<b>464,00</b>	<b>22</b>	83,89	239,07
Zone RDC Salle de convivialité	0,00	<b>63</b>	<b>24,2</b>	20,59	58,69
Zone R+1 Bureaux	1540,6	<b>442,00</b>	<b>24,3</b>	39,61	112,89
Zone R+1 Open space	8 623,6	<b>418,00</b>	<b>23</b>	138,96	396,03

Diagramme de Givoni :

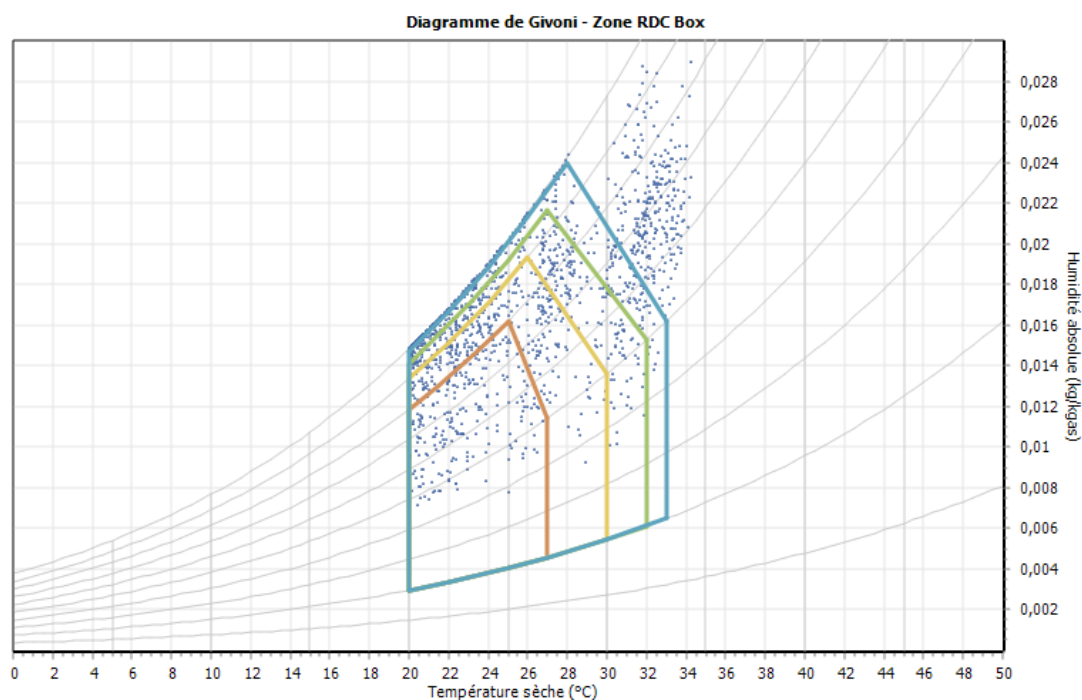


1.1.3. *OPTION 1: CTA Double Flux*

Tableaux heures d'inconfort

Zones	Apports solaires bruts	Heures > T°Inconfort	Taux d'inconfort	Surface	Volum
	<i>kWh</i>	<i>h</i>	<i>%</i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>m<sup>3</sup></i>
Total	21 802,5			624,86	781,08
Zone RDC Box	3 297,7	412,00	22,6	40,93	116,65
Zone R+1 SDR	3 701,0	453,00	21,8	60,33	171,94
Zone RDC Bureaux	994,8	409,00	22,5	31,11	88,66
Zone RDC SDR	1669,7	469,00	22,5	23,80	67,83
Zone RDC Hall	765,1	370,00	20,3	83,89	239,07
Zone RDC Salle de convivialité	0,00	61,00	23,5	20,59	58,69
Zone R+1 Bureaux	1540,6	412,00	22,6	39,61	112,89
Zone R+1 Open space	8 623,6	399,00	21,9	138,96	396,26

Diagramme de Givoni :



### 1.3 Résultats synthétiques

Opportunités d'amélioration du confort d'été					
Scénario n°	Actions	Intervalle d'inconfort suivant pièce (h)	Heures d'inconfort max	Heures d'inconfort max	Gain
			Heures	%	%
0	Etat des lieux	93 - 568	914	25,5%	-
1	BASE : Ventilateur plafonnier	63 - 483	483	23%	10%
2	Option 1 – CTA Double Flux	61 - 469	469	22%	14%

## 2 Simulation énergétique dynamique

L'objectif de cette partie est de présenter les résultats de la SED pour les différents scénarios de travaux. Contrairement à une STD, dans la SED, les différents systèmes énergétiques sont saisis afin d'obtenir une estimation de la consommation annuelle du bâtiment. Cette étude vient donc en complément de la STD pour évaluer l'impact des différents scénarios de travaux en termes de consommation. Les trois scénarios modélisés sont les suivants :

- État des lieux (avec ventilation simple flux dans les sanitaires du RDC, mise en place lors de la phase 1)
- Travaux d'amélioration du bâti + PAC Air/Eau + automatisation de l'ouverture du lanterneau et ventilation par ouverture des ouvrants

### 2.1 Hypothèses

Les trois scénarios reposent sur les mêmes hypothèses (occupation, chauffage, éclairage, puissance électrique dissipée ...). La comparaison des modèles sera donc d'autant plus réaliste.

### 2.2 Résultats

	Ubat (W/m <sup>2</sup> K)	Gain Ubat (%)	Cep (kWEp/m2)	Gain Cep (%)
Etat des lieux	1,36		93,4	
Scénario 1 Base	0,74	-45%	50,3	-46%

## 3 Radiateurs

### 3.1 Tableau résultats

Nous vous présentons ci-dessous un tableau dans lequel figurent les puissances des radiateurs présents dans le bâtiment pour un régime de haute température (DT50), un régime de moyenne température (DT30), ainsi qu'un comparatif avec les besoins en chauffage.

Ce tableau doit permettre à la maîtrise d'ouvrage de choisir l'option de remplacement des radiateurs.

Salle		Nombre	Puissance avant travaux DT50(W)	Puissance après travaux DT30(W)	Besoin de chauffage après travaux (W) à -5°C	Puissance atteinte en %	Besoin de chauffage après travaux (W) à -2°C	Puissance atteinte en %	Besoin de chauffage après travaux (W) à 0°C	Puissance atteinte en %
R+1	Bureau 1	1	896	394	520	76%	450	88%	410	96%
	Bureau 2	1	448	197	270	73%	240	82%	220	90%
	Bureau 3	1	1280	563	380	148%	340	166%	300	188%
	Bureau 4	1	448	197	300	66%	260	76%	240	82%
	Bureau 5	1	448	197	300	66%	260	76%	230	86%
	Salle de réunion	3	6528	3041	2500	122%	2180	140%	1970	154%
	Open space / informatique	4	11776	5181	4350	119%	3810	136%	3450	150%
	Sanitaires	NC								
SAS	NC									
RDC	Box 1	1	1099	495	710	70%	630	79%	580	85%
	Box 2	1	1099	495	310	160%	280	177%	250	198%
	Sanitaires PMR	1	785	353	350	101%	320	110%	290	122%
	Hall	4	9577	4310	1780	242%	1620	266%	1520	284%
	Box 3	1	1099	495	450	110%	400	124%	370	134%
	Box 4	1	1099	495	510	97%	460	108%	420	118%
	Salle	1	942	424	520	82%	470	90%	440	96%
	Bureau direction	1	1413	636	490	130%	440	145%	410	155%
	Salle de réunion	1	6280	2826	1360	208%	1210	234%	1110	255%
Salle de convivialité	1	942	424	300	141%	280	151%	270	157%	
	Total		46159	20722	15400	135%	13650	152%	12480	166%

Dans un premier temps, on observe une diminution importante de la puissance fournie par les radiateurs en fonction du régime de température. La réduction de puissance pour le régime DT30 est estimée à environ 55 %. Ceci est dû au fait que la puissance d'un radiateur est proportionnelle à la surface d'échange ainsi qu'à la température moyenne de l'eau qui y circule.

Lorsque l'on compare la puissance des radiateurs aux besoins de chauffage, on constate que, pour certaines salles, le besoin n'est pas couvert à 100 %, notamment pour une température extérieure de -5°C. Néanmoins, il faut prendre en compte deux facteurs :

- Les besoins de chauffage ont été calculés dans des conditions extrêmes de température extérieure. La plupart du temps, la température sera bien supérieure, et donc les besoins de chauffage seront inférieurs, ce qui rendra la puissance des radiateurs suffisante.

- Le calcul des déperditions ne prend en compte aucun apport interne. Il est réalisé pour une température extérieure de  $-5^{\circ}\text{C}$ , par exemple, sans considérer les apports internes tels que les apports solaires, la bureautique ou la puissance dégagée par les personnes. Il faut savoir, par exemple, qu'une personne dégage 80 W et qu'un ordinateur portable consomme 100 W. Ces puissances participeront au chauffage de la pièce, en complément des radiateurs.