

DGFIP

Audit énergétique du site de Nogent-sur-Marne(94)

RAPPORT DE SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE (STD)

Centre des finances publiques



DGFIP

Audit énergétique du site de Nogent-sur-Marne(94)
Centre des finances publiques
Rapport de simulation thermique dynamique (STD)

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
0	Emission initiale	J. GOMEZ	G. REGENT	10/02/2023
ARTELIA – Bâtiments Région & Equipements – BR&E – Région AURA – Agence de Limonest 135, allée des Noisetiers – Bâtiment A – 69760 Limonest – TEL : 04 37 49 19 20				

ARTELIA

Siège Social : 16, rue Simone Veil – 93400 SAINT-OUEN-S/ SEINE – France
SAS au Capital de 13 262 150 Euros – 444 523 526 RCS Bobigny - SIRET 444 523 526 00804 - APE 7112B N° Identification TVA : FR 40 444 523 526
www.arteliagroup.com

SOMMAIRE

1. PRÉAMBULE	4
2. MÉTHODOLOGIE	4
3. HYPOTHÈSES DE SIMULATION.....	5
3.1. LOGICIEL UTILISÉ	5
3.2. DONNEES DE SITE	5
3.2.1. LOCALISATION.....	5
3.2.2. DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES	5
3.2.3. MASQUES ALENTOURS	6
3.3. GEOMETRIE DU MODELE.....	7
3.3.1. VUE DU MODÈLE	7
3.3.2. ZONING DE L'ÉTUDE	9
3.4. HYPOTHESES CONSTRUCTIVES	9
3.4.1. PAROIS.....	9
3.4.2. MENUISERIES EXTÉRIEURES.....	10
3.4.3. PONTS THERMIQUES	11
3.5. HYPOTHESES DE FONCTIONNEMENT	12
3.5.1. SCENARIOS D'OCCUPATION	12
3.5.2. CONSIGNES DE TEMPÉRATURES	12
3.5.3. RENOUELEMENT D'AIR	13
3.5.4. PUISSANCES DISSIPÉES	13
4. RÉSULTATS	14
5. VARIANTES	15
5.1. VARIANTE 1 : MISE EN PLACE D'UNE ISOLATION PAR L'EXTÉRIEURE (ITE).....	15
5.2. VARIANTE 2 : ISOLATION DES PIGNONS.....	17
5.3. VARIANTE 3 : ISOLATION THERMIQUE DES FAÇADES – 10CM	19
5.4. VARIANTE 4 : REMPLACEMENT DES MENUISERIES EXTÉRIEURES	21

5.5. VARIANTE 5 : REMPLACEMENT DES MENUISERIES EXTERIEURES + ITE	23
6. CONCLUSION	25
ANNEXES	26

TABLEAUX

Tableau 1- Parois	9
Tableau 2- Menuiseries extérieures	10
Tableau 3- Ponts thermiques	11
Tableau 4- Scenarios d'occupation	12
Tableau 5- Débits de ventilation	13
Tableau 6- Puissances dissipées	13
Tableau 7- Existant – Besoins de chauffage	14
Tableau 7- Variante 1 – Besoins de chauffage	15
Tableau 9- Variante 2 – Besoins de chauffage	17
Tableau 10- Variante 3 – Besoins de chauffage	19
Tableau 11- Variante 4 – Besoins de chauffage	21
Tableau 12- Variante 5 – Besoins de chauffage	23
Tableau 13- Résultats	25

PHOTOS

Photo 1- Localisation	5
Photo 2- Vue aérienne	7

FIGURES

Figure 1- Valeur DJU	6
Figure 2- Relevés de températures extérieures	6
Figure 3- Vue 3D du modèle	8

1. PREAMBULE

ARTELIA a été missionné par la DDFIP (Direction départementale des finances publiques) pour réaliser un audit énergétique du site de Nogent sur Marne (94). Cet audit s'inscrit dans une démarche d'amélioration de la performance énergétique du bâtiment. Il doit permettre de dresser une proposition chiffrée et argumentée de programme d'économie d'énergie et amener la DDFIP à décider des investissements appropriés. La mission a pour objectif, via la réalisation de cet audit énergétique, de fournir au maître d'ouvrage les éléments d'aide à la décision afin de réduire les coûts liés aux consommations énergétiques.

Un premier rapport d'audit a été remis à la maîtrise d'ouvrage en novembre 2022. Le présent document constitue un complément d'étude avec la réalisation de simulations thermiques dynamiques (STD) visant à évaluer les gains énergétiques apportées par des scénarios de travaux.

2. METHODOLOGIE

La STD consiste à la modélisation sur un logiciel dédié d'un bâtiment en y associant ses caractéristiques d'enveloppe, de site, et également son occupation. Cette étude accompagne la conception de programme en permettant d'évaluer le confort thermique, les besoins de froid et de chaud, les consommations.

Le présent rapport comporte plusieurs parties :

- Une présentation des hypothèses retenues pour simuler le bâtiment ;
- Les résultats de calculs ;
- Les résultats des différentes variantes étudiées et les gains apportés.

3. HYPOTHESES DE SIMULATION

3.1. LOGICIEL UTILISE



Le logiciel utilisé est Pléiades-Comfie, développé par Izuba, version 5.22.11.2.

3.2. DONNEES DE SITE

3.2.1. Localisation

Le site est situé 1 Rue Jean Soules, 94130 Nogent-sur-Marne. Il est constitué d'un seul bloc (en rouge sur la capture) de forme rectangulaire, sans mur mitoyen.



Photo 1- Localisation

3.2.2. Données météorologiques

L'étude se base sur les données météo du site de Paris - Orly (94) , base été chaud dont les DJU et DJF sont :

Chauffage		Rafratchissement	
Température de base	18 °C	Température de base	18 °C
Saison de chauffage		Saison de climatisation	
Première semaine	42	Première semaine	25
Dernière semaine	18	Dernière semaine	38
DJU	2248	DJU	321
Période spécifique		Période spécifique	
Premier jour	1	Premier jour	1
Dernier jour	365	Dernier jour	365
DJU	2552	DJU	374

Figure 1- Valeur DJU

Les valeurs de températures sont les suivantes :

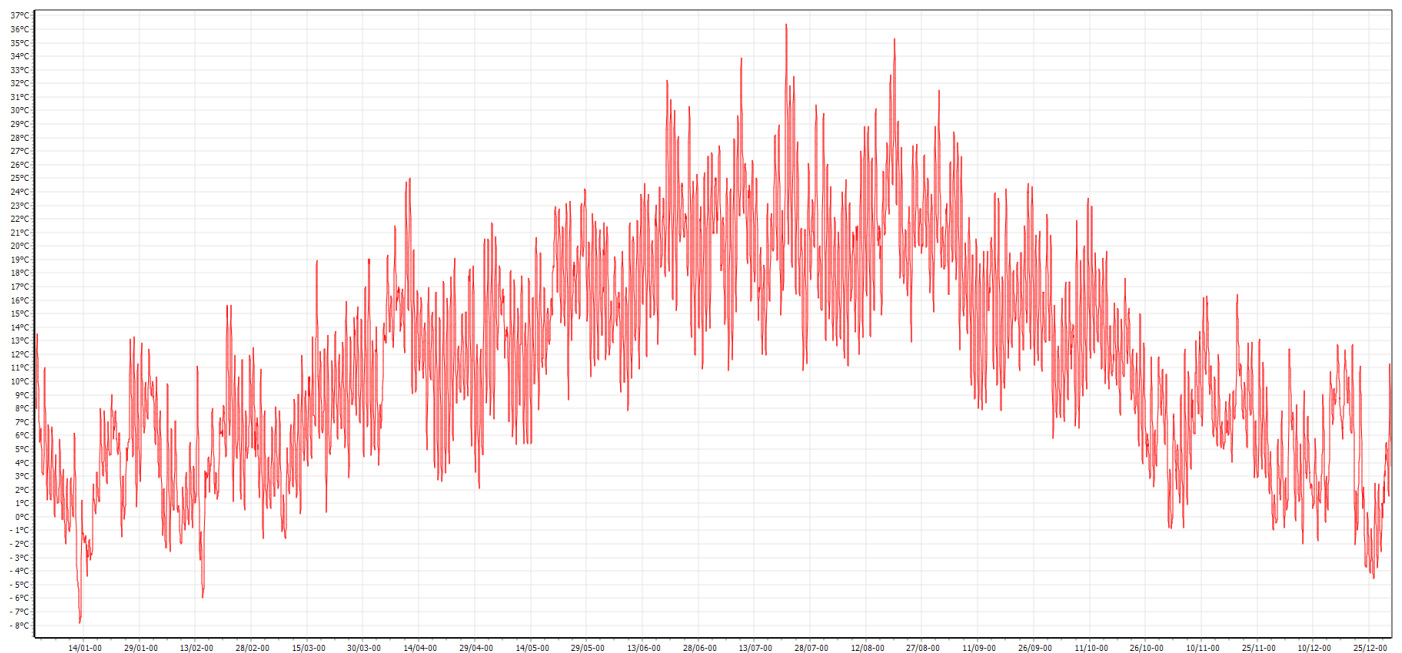


Figure 2- Relevés de températures extérieures

3.2.3. Masques alentours

Le site est impacté par les masques formés par les bâtiments alentours. Ceux-ci sont intégrés à la modélisation.



Photo 2- Vue aérienne

3.3. GEOMETRIE DU MODELE

3.3.1. Vue du modèle

La première étape d'une Simulation Thermique Dynamique est la construction du modèle géométrique 3D du projet. Elle est réalisée sur la base des plans, coupes, façades à disposition. La modélisation a été réalisée sur la base :

- des plans, non datés, transmis par la MOA ainsi que du plan de repérage amiante du R-1 ;
- en l'absence de coupes et façades, nous avons approchés les hauteurs par rapport à un bâtiment standard.

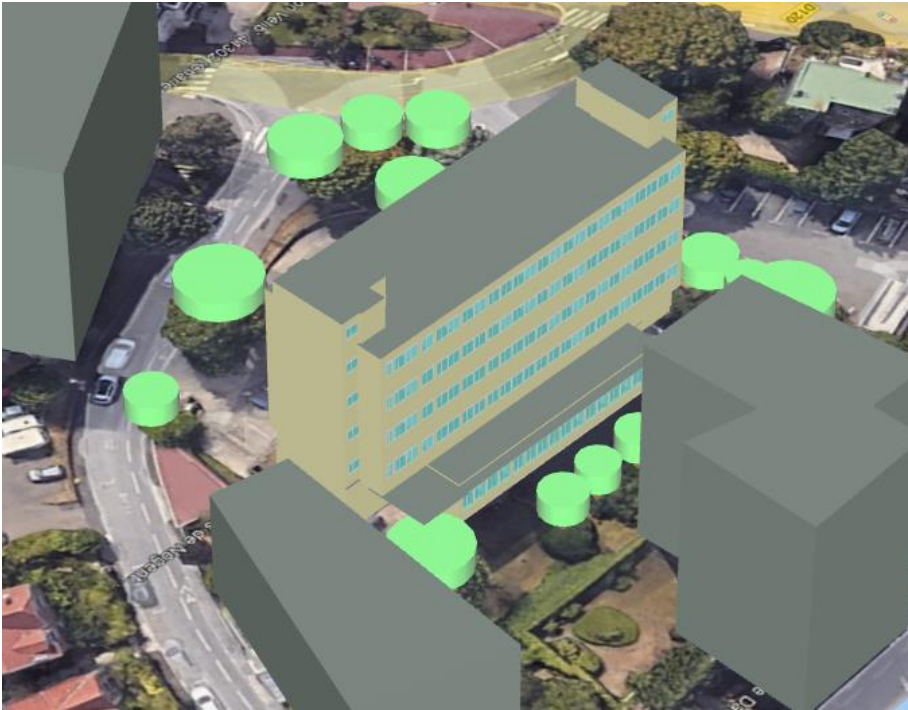


Figure 3- Vue 3D du modèle

3.3.2. Zoning de l'étude

Les locaux à l'intérieur des étages ont été renseignés en fonction de leur usages (bureau, sanitaires, circulations, accueil, restauration, locaux techniques). Il a été considéré que l'ensemble des plateaux des étages étaient utilisés en plateaux de bureaux.

Les plans de zoning sont disponibles en annexe du présent document.

3.4. HYPOTHESES CONSTRUCTIVES

Les hypothèses ci-dessous reprennent les valeurs de l'existant intégrées au modèle. Ces valeurs sont issues des investigations réalisées pour la réalisation de l'audit énergétique.

3.4.1. Parois

Les caractéristiques des parois sont les suivantes :

Tableau 1- Parois

Références	Composition					
M01 Murs extérieurs béton	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	00 Béton lourd	↓	20.000	460	1.75	0.11
M02 Façades rapportées	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	Verre plat	↓	0.500	12	1.16	0.00
	Laine de roche 0.038	↓	4.000	1	0.038	1.05
	00 BA 13	⌈	1.30	11	0.325	0.04
M03 SAS	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	Verre plat	↓	0.500	12	1.16	0.00
	Laine de roche 0.038	↓	4.000	1	0.038	1.05
	00 BA 13	⌈	1.30	11	0.325	0.04
CI01 Murs béton intérieurs	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	00 Béton lourd	↓	20.000	460	1.75	0.11
CI02 Cloisons	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	Placoplatre BA 13	⌈	1.30	11	0.325	0.04
	Lame d'air 50 mm flux asc.	⌈	5.00	0	0.313	0.16
	Placoplatre BA 13	⌈	1.30	11	0.325	0.04
PI Planchers intermédiaires	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	00 BA 13	⌈	1.30	11	0.325	0.04
	Lame d'air 300 mm flux horiz.	⌈	30.00	0	1.667	0.18
	00 Béton lourd	↓	20.000	460	1.75	0.11
PB01 Plancher bas sur parking	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	00 Béton lourd	↓	20.000	460	1.75	0.11

PB02 Plancher bas sur terre plein	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	00 Béton lourd	↓	20.000	460	1.75	0.11
	Lame d'air 100 mm flux horiz.	↕	10.00	0	0.556	0.18
	Bois léger	↓	1.000	5	0.15	0.07
	00 sols Tapis revêtement textile	↓	1.000	2	0.06	0.17
PB03 Plancher bas sur extérieur	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	00 Béton lourd	↓	20.000	460	1.75	0.11
	Lame d'air 100 mm flux horiz.	↕	10.00	0	0.556	0.18
	Bois léger	↓	1.000	5	0.15	0.07
	00 sols Tapis revêtement textile	↓	1.000	2	0.06	0.17
PH01 Plancher haut toiture terrasse	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	EFIGREEN DUO+ 100 mm 600x600	↕	10.00	4	0.022	4.50
	00 Béton lourd	↓	20.000	460	1.75	0.11
PH02 Plancher haut non isolé	Composants	T	cm	kg/m ²	λ	R
	00 Béton lourd	↓	20.000	460	1.75	0.11

Les plans de repérage sont donnés en annexe du document.

3.4.2. Menuiseries extérieures

Les caractéristiques des menuiseries sont les suivantes :

Tableau 2- Menuiseries extérieures

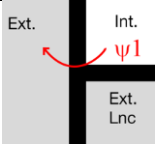
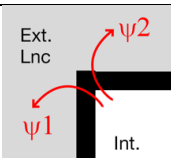
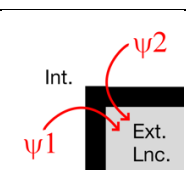
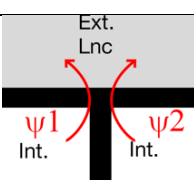
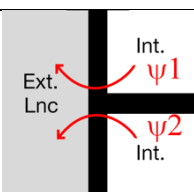
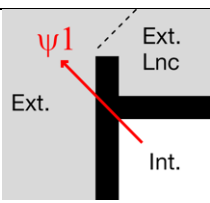
Référence	Dimensions (H x L)	Caractéristiques	Protection solaire
MEE01	1,5m x 1,35m	Uw = 2,635 W/m ² .K Sw = 0,55 TLw = 0,48	Store extérieur
MEE02	1,15m x 1,35m	Uw = 2,613 W/m ² .K Sw = 0,52 TLw = 0,45	Aucune
MEE03 – SAS d'entrée	2,1m x 3m	Uw = 2,2 W/m ² .K	Aucune
MEE04 – RDC Sud	2,1m x 1,35m	Uw = 2,656 W/m ² .K Sw = 0,58 TLw = 0,51	Volet roulant extérieur
MEE05 – RDC Nord	2,1m x 1,35m	Uw = 2,656 W/m ² .K Sw = 0,58 TLw = 0,51	Volet roulant extérieur
MEE06 – soupirail	0,4 m x 1m	Uw = 2,608 W/m ² .K Sw = 0,45 TLw = 0,38	Aucune

Les plans de repérage sont donnés en annexe du document.

3.4.3. Ponts thermiques

Les caractéristiques des ponts thermiques intégrés à l'étude sont les suivantes :

Tableau 3- Ponts thermiques

Plancher bas non isolé		Psi = 0,313
Angle sortant		Psi = 0,14
Angle rentrant		Psi = 0,6
Murs refends non isolés		Psi = 0,75
Plancher intermédiaire		Psi = 0,94
Plancher haut		Psi = 0,753

3.5. HYPOTHESES DE FONCTIONNEMENT

3.5.1. Scenarios d'occupation

Les scenarios utilisés pour l'étude sont les suivants :

Tableau 4- Scenarios d'occupation

Local	Horaires de présence en semaine	Présence sur l'année
Bureau	Du lundi au vendredi : De 8h à 12h : 100% soit 0,065 pers/m ² De 12h à 14h : 50% soit 0,03 pers/m ² De 14h à 17h : 100% soit 0,065 pers/m ² En dehors de ces horaires : 0%	Toutes les semaines sont simulées suivant le scenario ci-contre de façon identiques
Accueil	Du lundi au vendredi : De 8h à 12h : 100% soit 0,1 pers/m ² De 14h à 17h : 100% soit 0,1 pers/m ² En dehors de ces horaires : 0%	Toutes les semaines sont simulées suivant le scenario ci-contre de façon identiques
Réfectoire	Du lundi au vendredi : De 12h à 14h : 100% soit 0,2 pers/m ² En dehors de ces horaires : 0%	Toutes les semaines sont simulées suivant le scenario ci-contre de façon identiques

A noter que nous avons considéré un bâtiment utilisé dans sa globalité, ce qui n'est pas le cas actuellement. Cette hypothèse nous permet de nous projeter dans un avenir où les travaux de rénovation serviront à la valorisation du bâtiment, et donc pleinement chauffé.

3.5.2. Consignes de températures

Les consignes de températures utilisées pour l'étude sont les suivantes :

- En occupation : 19°C
- En inoccupation : 16°C.

Les horaires associés sont :

Ouvré	16	16	16	16	16	16	16	16	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	16	16	16	16	16
Absence	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16

Les jours ouverts sont les lundis, mardis, mercredis, jeudis et vendredis.

Les jours d'absence sont les samedis et dimanches.

Il n'a pas été considéré de périodes de fermetures.

La période de chauffage est : du lundi 15 octobre (semaine 42) au Dimanche 6 Mai (semaine 18).

Aucune climatisation n'est présente sur le projet.

3.5.3. Renouvellement d'air

La ventilation est simulée par des bouches de ventilation aux débits réglementaires :

- WC : 15 m³/h (extraction)
- Bureaux : 25 m³/h.
- Réfectoire : 30 m³/h.

Au global, cela représente :

Tableau 5- Débits de ventilation

Etage	Débits
R+4	550 m ³ /h
R+3	550 m ³ /h
R+2	550 m ³ /h
R+1	550 m ³ /h
RDC	625 m ³ /h
R-1	150 m ³ /h

En complément, il est intégré au modèle une infiltration par les parois estimée à 0,3 vol/h, correspond environ à une valeur de Q4 de 3 m³/h/m² parois.

3.5.4. Puissances dissipées

Les puissances dissipées dans les espaces, par l'éclairage et par les équipements techniques, sont considérées comme étant les suivantes :

Tableau 6- Puissances dissipées

Local	Puissances dissipées (en W/m²)																											
Bureau	LMMJV	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	12.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	SD	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Circulation et sanitaires	LMMJV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Réfectoire	LMMJV	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	19.00	19.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	SD	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Local info	2000W 24h/24																											

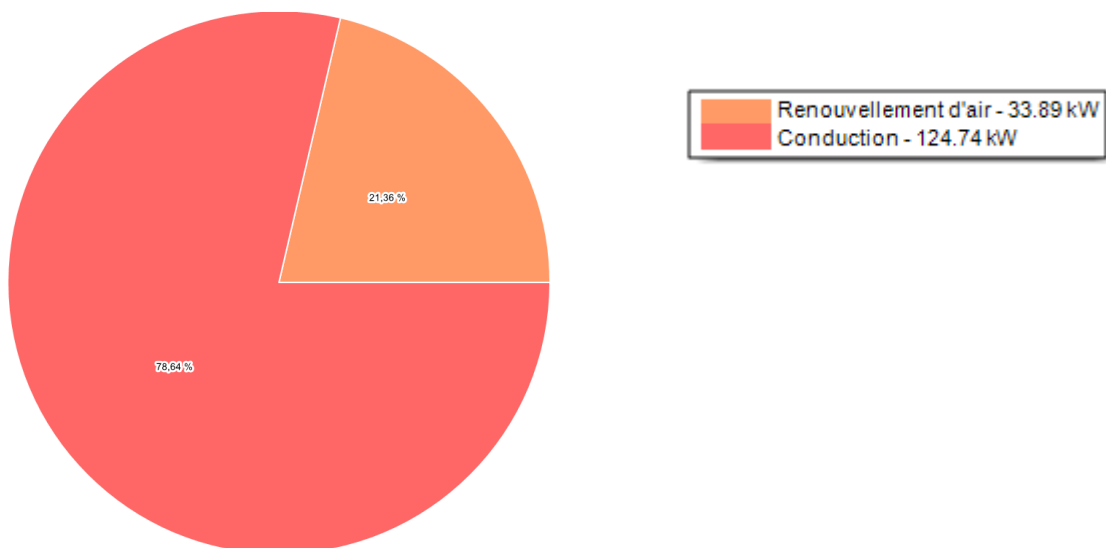
4. RESULTATS

Les besoins de chauffage pour atteindre les températures de consignes sont les suivantes :

Tableau 7- Existant – Besoins de chauffage

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.
	kWh	kWh/m ²
Total	232 428,00	111,00
Escalier	0,00	0,00
Ascenseur	0,00	0,00
Sanitaires	36 554,00	373,00
R+4_Bureau Nord	10 517,00	73,00
R+4_Bureau Sud	12 013,00	80,00
R+4_Circulation	3 146,00	43,00
R+3_Bureau	18 321,00	49,00
R+2_Bureau	18 453,00	49,00
LT info	0,00	0,00
R+1_Bureau	21 479,00	61,00
RDC_Accueil	10 921,00	98,00
RDC_Bureau Nord	34 993,00	336,00
RDC_Bureau Sud	37 560,00	293,00
RDC_Bureau centraux	4 590,00	59,00
RDC_SAS	4 465,00	348,00
RDC_Tisanerie	970,00	79,00
RDC_entrée	3 080,00	170,00
R-1_refectoire	15 367,00	231,00

Les déperditions sont au total de **158,63 kW** répartis comme suit :



5. VARIANTES

Plusieurs variantes de travaux ont été étudiées. Elles sont détaillées dans les paragraphes suivants. Celles-ci comportent plusieurs cas d'isolation des façades par l'extérieur et/ou de remplacement des menuiseries extérieures.

5.1. VARIANTE 1 : MISE EN PLACE D'UNE ISOLATION PAR L'EXTERIEURE (ITE)

Cette variante comprend :

- L'isolation des murs par une isolation extérieure avec une isolation extérieure de 14 cm :
 - Les parois M01 ont une nouvelle résistance de : 3,79 m².K/W
 - Les murs M02 ont une nouvelle résistance de : 3,72 m².K/W
 - Les ponts thermiques des planchers intermédiaires sont réduits à Psi = 0,07.

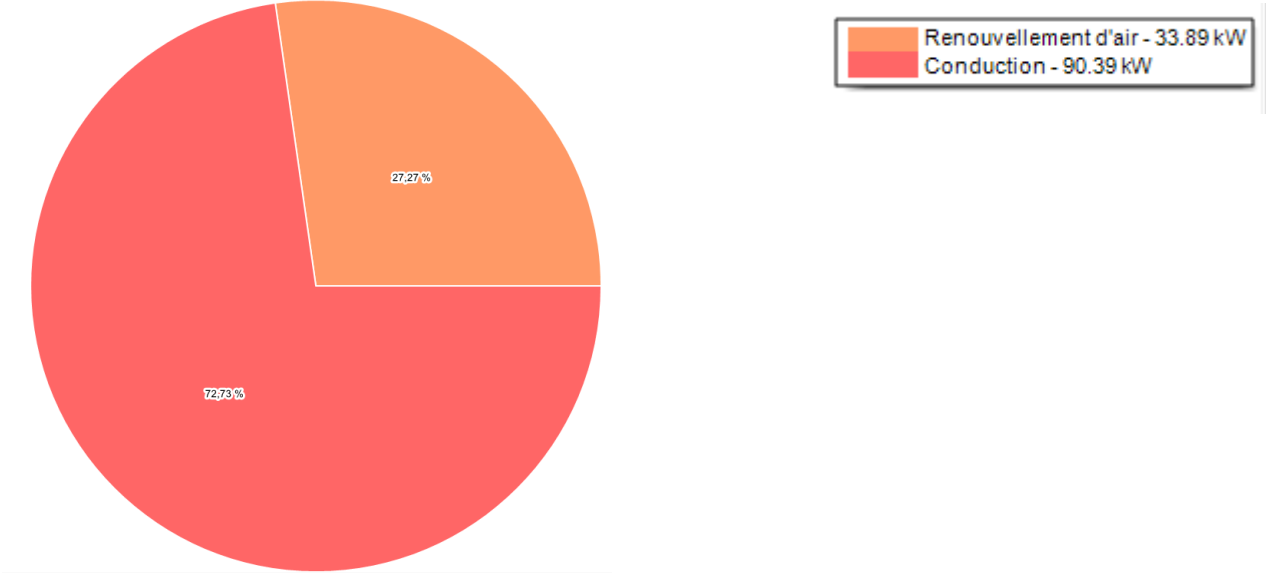
Seuls les pignons sont donc isolés, les façades principales (voir plan de repérage en annexe) sont conservées à l'identique.

Les besoins de chauffage pour atteindre les températures de consignes sont les suivantes :

Tableau 8- Variante 1 – Besoins de chauffage

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.
	kWh	kWh/m ²
Total	143 422,00	68,00
Escalier	0,00	0,00
Ascenseur	0,00	0,00
Sanitaires	14 958,00	153,00
R+4_Bureau Nord	6 727,00	46,00
R+4_Bureau Sud	6 926,00	46,00
R+4_Circulation	2 182,00	30,00
R+3_Bureau	9 262,00	25,00
R+2_Bureau	9 256,00	25,00
LT info	0,00	0,00
R+1_Bureau	15 110,00	43,00
RDC_Accueil	6 594,00	59,00
RDC_Bureau Nord	24 481,00	235,00
RDC_Bureau Sud	27 245,00	212,00
RDC_Bureau centraux	2 718,00	35,00
RDC_SAS	4 311,00	336,00
RDC_Tisanerie	666,00	54,00
RDC_entrée	1 544,00	85,00
R-1_refectoire	11 442,00	172,00

Les déperditions sont au total **de 124,28 kW** répartis comme suit :



5.2. VARIANTE 2 : ISOLATION DES PIGNONS

Cette variante comprend :

- L'isolation des murs par une isolation extérieure avec une isolation extérieure de 14 cm :
 - Les parois M01 ont une nouvelle résistance de : 3,79 m².K/W

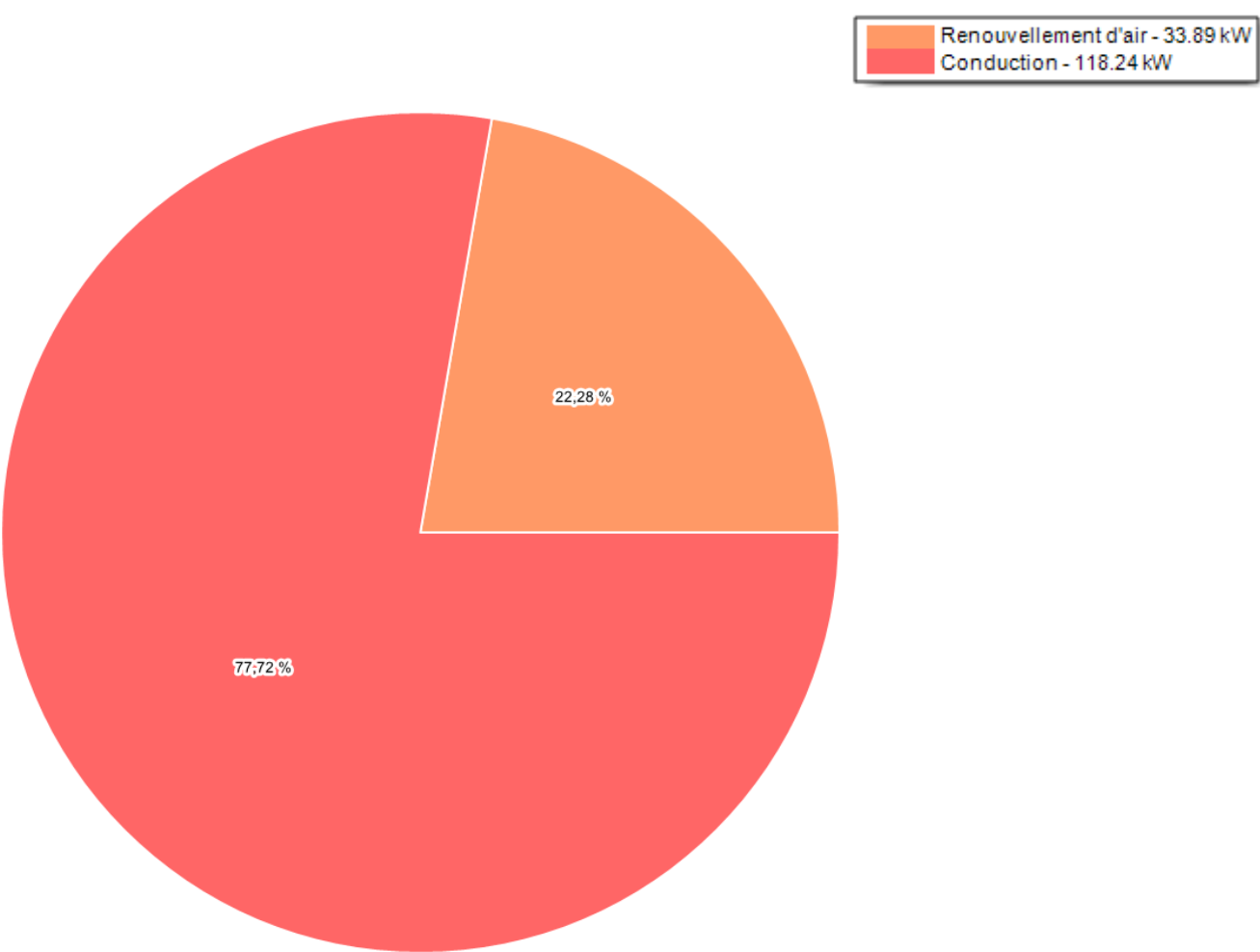
Seuls les pignons sont donc isolés, les façades principales (voir plan de repérage en annexe) sont conservées à l'identique.

Les besoins de chauffage pour atteindre les températures de consignes sont les suivantes :

Tableau 9- Variante 2 – Besoins de chauffage

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.
	kWh	kWh/m ²
Total	197 599,00	94,00
Escalier	0,00	0,00
Ascenseur	0,00	0,00
Sanitaires	19 682,00	201,00
R+4_Bureau Nord	9 112,00	63,00
R+4_Bureau Sud	9 701,00	64,00
R+4_Circulation	2 505,00	34,00
R+3_Bureau	14 216,00	38,00
R+2_Bureau	14 213,00	38,00
LT info	0,00	0,00
R+1_Bureau	18 242,00	52,00
RDC_Accueil	10 004,00	90,00
RDC_Bureau Nord	34 951,00	336,00
RDC_Bureau Sud	37 472,00	292,00
RDC_Bureau centraux	4 427,00	57,00
RDC_SAS	4 441,00	346,00
RDC_Tisanerie	939,00	76,00
RDC_entrée	2 368,00	131,00
R-1_refectoire	15 327,00	231,00

Les déperditions sont au total **de 152,13 kW** répartis comme suit :



5.3. VARIANTE 3 : ISOLATION THERMIQUE DES FAÇADES – 10CM

Cette variante comprend :

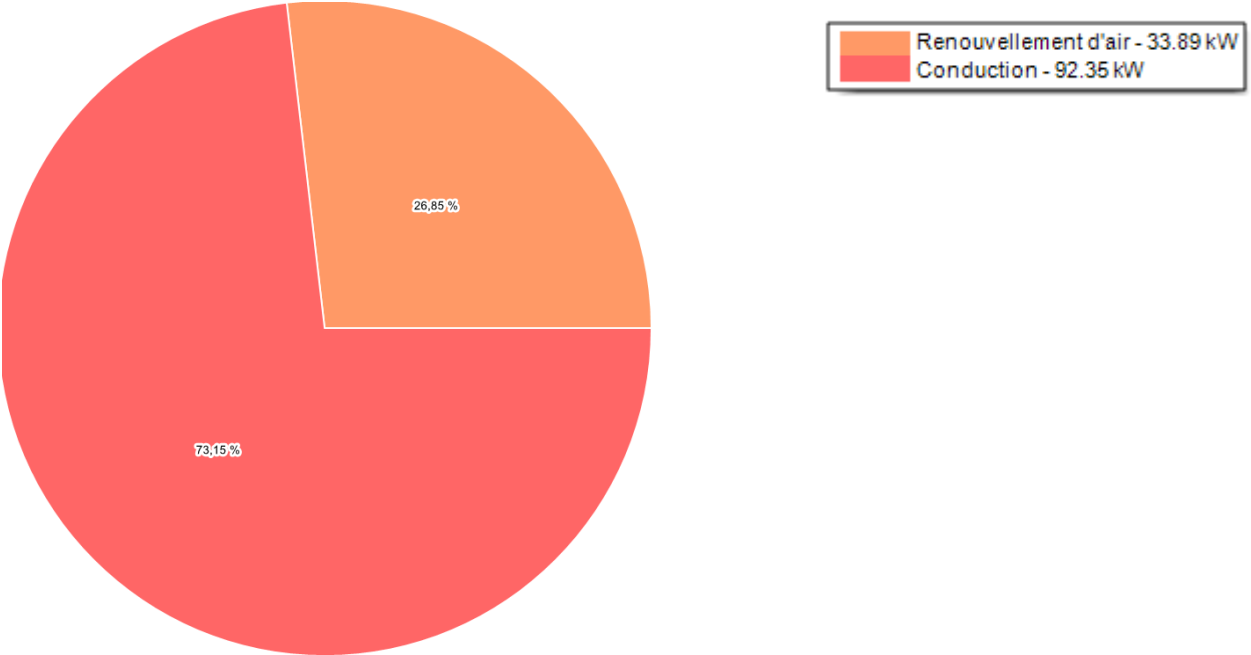
- L'isolation des murs par une isolation extérieure avec une isolation extérieure de 10 cm :
 - Les parois M01 ont une nouvelle résistance de : 2,74 m².K/W
 - Les murs M02 ont une nouvelle résistance de : 2,67 m².K/W
 - Les ponts thermiques des planchers intermédiaires sont réduits à Psi = 0,07.

Les besoins de chauffage pour atteindre les températures de consignes sont les suivantes :

Tableau 10- Variante 3 – Besoins de chauffage

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.
	kWh	kWh/m ²
Total	147 815,00	70,00
<i>Escalier</i>	0,00	0,00
<i>Ascenseur</i>	0,00	0,00
<i>Sanitaires</i>	15 776,00	161,00
<i>R+4_Bureau Nord</i>	6 966,00	48,00
<i>R+4_Bureau Sud</i>	7 213,00	48,00
<i>R+4_Circulation</i>	2 236,00	31,00
<i>R+3_Bureau</i>	9 778,00	26,00
<i>R+2_Bureau</i>	9 785,00	26,00
<i>LT info</i>	0,00	0,00
<i>R+1_Bureau</i>	15 771,00	45,00
<i>RDC_Accueil</i>	6 852,00	62,00
<i>RDC_Bureau Nord</i>	24 762,00	238,00
<i>RDC_Bureau Sud</i>	27 615,00	215,00
<i>RDC_Bureau centraux</i>	2 821,00	36,00
<i>RDC_SAS</i>	4 351,00	339,00
<i>RDC_Tisanerie</i>	678,00	55,00
<i>RDC_entrée</i>	1 650,00	91,00
<i>R-1_refectoire</i>	11 559,00	174,00

Les déperditions sont au total **de 126,24 kW** répartis comme suit :



5.4. VARIANTE 4 : REMPLACEMENT DES MENUISERIES EXTERIEURES

Cette variante comprend :

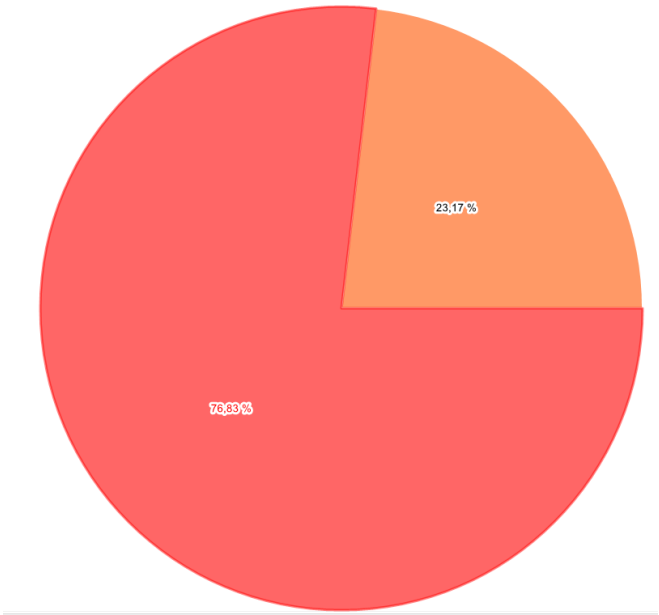
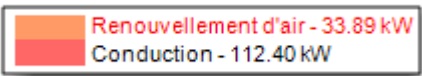
- Le remplacement des menuiseries extérieures suivant les prescriptions de la variante n°2 soit :
 - Les menuiseries MEE01 sont remplacées par des menuiseries avec $U_w = 1,55 \text{ W/m}^2.\text{K}$
 - Les menuiseries MEE04 sont remplacées par des menuiseries avec $U_w = 1,51 \text{ W/m}^2.\text{K}$
 - Les menuiseries MEE05 sont remplacées par des menuiseries avec $U_w = 1,51 \text{ W/m}^2.\text{K}$.

Les besoins de chauffage pour atteindre les températures de consignes sont les suivantes :

Tableau 11- Variante 4 – Besoins de chauffage

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.
	<i>kWh</i>	<i>kWh/m²</i>
Total	209 867,00	100,00
<i>Escalier</i>	0,00	0,00
<i>Ascenseur</i>	0,00	0,00
<i>Sanitaires</i>	35 464,00	362,00
<i>R+4_Bureau Nord</i>	8 520,00	59,00
<i>R+4_Bureau Sud</i>	9 712,00	65,00
<i>R+4_Circulation</i>	2 985,00	41,00
<i>R+3_Bureau</i>	14 122,00	38,00
<i>R+2_Bureau</i>	14 192,00	38,00
<i>LT info</i>	0,00	0,00
<i>R+1_Bureau</i>	17 360,00	49,00
<i>RDC_Accueil</i>	10 839,00	97,00
<i>RDC_Bureau Nord</i>	32 853,00	316,00
<i>RDC_Bureau Sud</i>	35 430,00	276,00
<i>RDC_Bureau centraux</i>	4 556,00	58,00
<i>RDC_SAS</i>	4 462,00	348,00
<i>RDC_Tisanerie</i>	960,00	78,00
<i>RDC_entrée</i>	3 053,00	168,00
<i>R-1_refectoire</i>	15 357,00	231,00

Les déperditions sont au total **de 146,29 kW** répartis comme suit :



5.5. VARIANTE 5 : REMPLACEMENT DES MENUISERIES EXTERIEURES + ITE

Cette variante comprend :

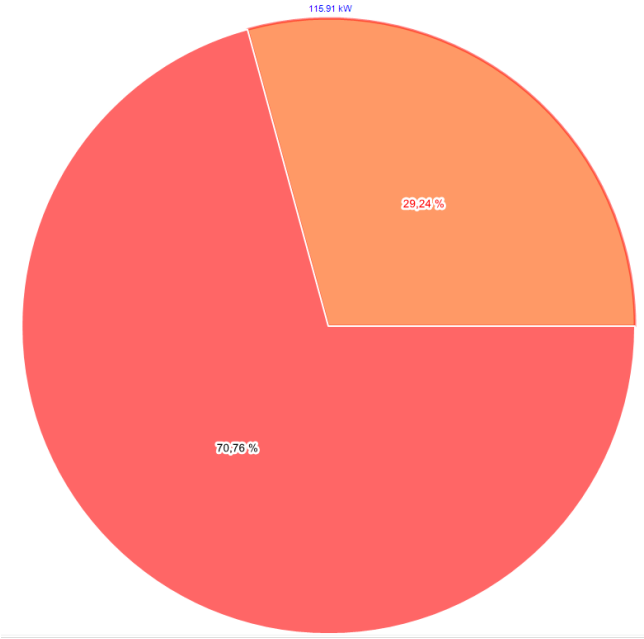
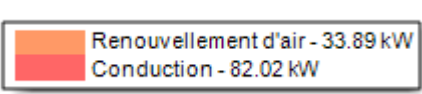
- Le remplacement des menuiseries extérieures suivant les prescriptions de la variante n°2 soit :
 - Les menuiseries MEE01 sont remplacées par des menuiseries avec $U_w = 1,55 \text{ W/m}^2.\text{K}$
 - Les menuiseries MEE04 sont remplacées par des menuiseries avec $U_w = 1,51 \text{ W/m}^2.\text{K}$
 - Les menuiseries MEE05 sont remplacées par des menuiseries avec $U_w = 1,51 \text{ W/m}^2.\text{K}$.
- L'isolation des murs par une isolation extérieure avec une isolation extérieure de 10 cm :
 - Les parois M01 ont une nouvelle résistance de : $2,74 \text{ m}^2.\text{K/W}$
 - Les murs M02 ont une nouvelle résistance de : $2,67 \text{ m}^2.\text{K/W}$
 - Les ponts thermiques des planchers intermédiaires sont réduits à $\Psi = 0,07$.

Les besoins de chauffage pour atteindre les températures de consignes sont les suivantes :

Tableau 12- Variante 5 – Besoins de chauffage

Zones	Besoins Ch.	Besoins Ch.
	<i>kWh</i>	<i>kWh/m²</i>
Total	131 580,00	63,00
<i>Escalier</i>	0,00	0,00
<i>Ascenseur</i>	0,00	0,00
<i>Sanitaires</i>	14 691,00	150,00
<i>R+4_Bureau Nord</i>	5 023,00	35,00
<i>R+4_Bureau Sud</i>	5 081,00	34,00
<i>R+4_Circulation</i>	2 023,00	28,00
<i>R+3_Bureau</i>	6 118,00	16,00
<i>R+2_Bureau</i>	6 093,00	16,00
<i>LT info</i>	0,00	0,00
<i>R+1_Bureau</i>	11 736,00	33,00
<i>RDC_Accueil</i>	7 081,00	64,00
<i>RDC_Bureau Nord</i>	22 817,00	219,00
<i>RDC_Bureau Sud</i>	25 966,00	202,00
<i>RDC_Bureau centraux</i>	2 982,00	38,00
<i>RDC_SAS</i>	4 346,00	339,00
<i>RDC_Tisanerie</i>	696,00	57,00
<i>RDC_entrée</i>	1 620,00	89,00
<i>R-1_refectoire</i>	15 308,00	230,00

Les déperditions sont au total de **118,91 kW** répartis comme suit :



6. CONCLUSION

Les résultats des différentes études et variantes sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 13- Résultats

N° Cas	Mise en œuvre d'ITE	Remplacement des menuiseries extérieures	Besoins de chauffage	Dépénitions
Initial	-	-	232 428 kWh	158,63 kW
Variante 1	14 cm	<i>Existant conservé</i>	143 422 kWh Gain de 38%	124,28 kW
Variante 2	14 cm uniquement sur pignons	<i>Existant conservé</i>	197 599 kWh Gain de 15%	152,13 kW
Variante 3	10 cm	<i>Existant conservé</i>	147 815 kWh Gain de 36%	126,24 kW
Variante 4	<i>Existant conservé</i>	Remplacées	209 867 kWh Gain de 10%	146,29 kW
Variante 5	10 cm	Remplacées	131 580 kWh Gain de 43%	115,91 kW

On note des gains apportés par le remplacement des menuiseries et l'isolation des parois. Ceux ci devront être affinés dans le cas où des travaux sont engagés afin d'approcher au mieux l'optimum économique et technique.

ANNEXES



- 1- ZONING
- 2- PLANS DE REPERAGE PAROIS
- 3- PLANS DE REPERAGE MENUISERIES

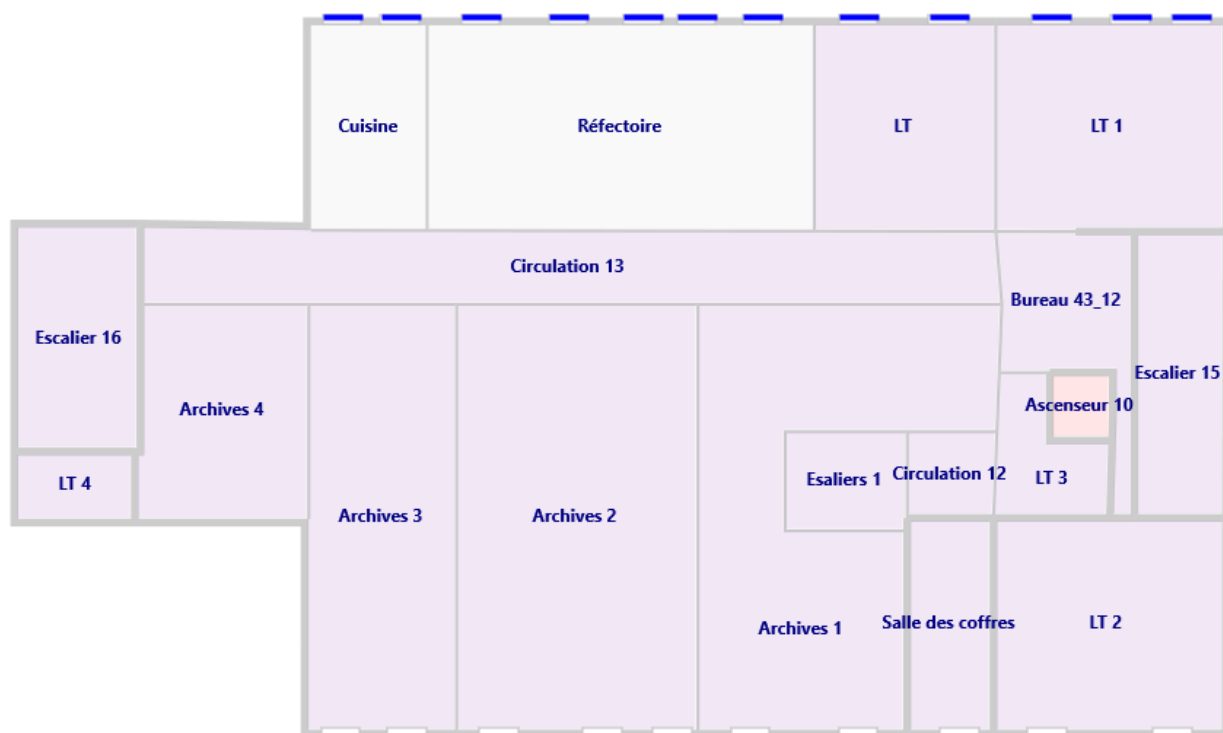


ANNEXE 1 ZONING

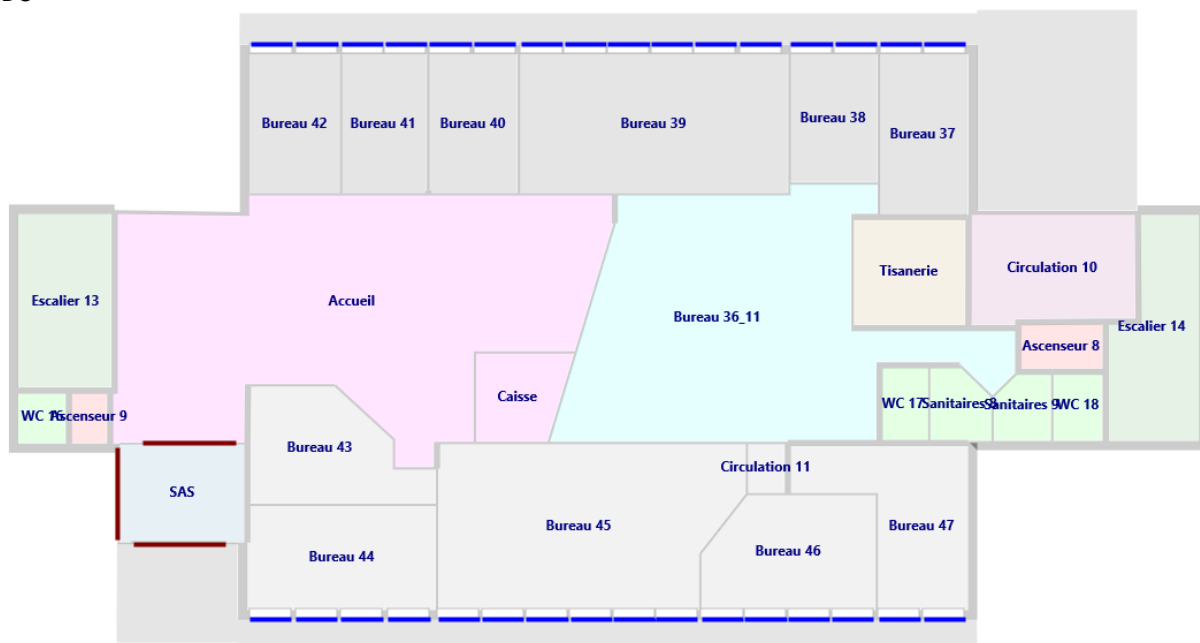
Légende :

Escalier
Ascenseur
Sanitaires
R+4_Bureau Nord
R+4_Bureau Sud
R+4_Circulation
R+3_Bureau
R+2_Bureau
LT info
R+1_Bureau
RDC_Accueil
RDC_Bureau Nord
RDC_Bureau Sud
RDC_Bureau centraux
RDC_SAS
RDC_Tisanerie
RDC_entrée
R-1_refectoire
R-1_LT

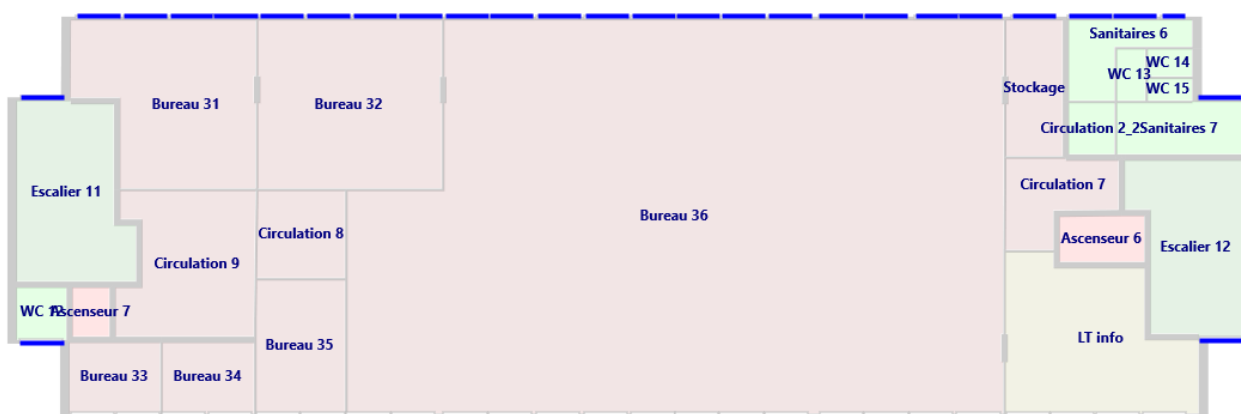
R-1



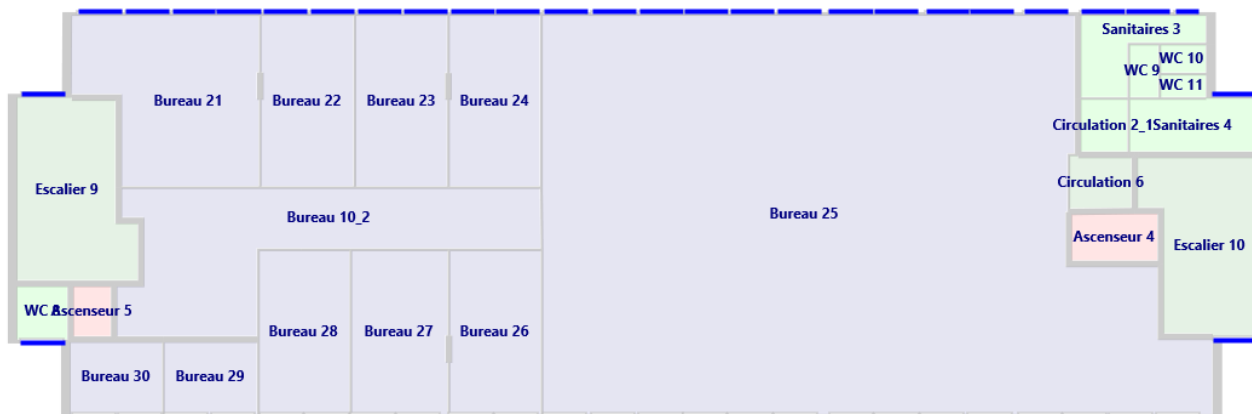
RDC

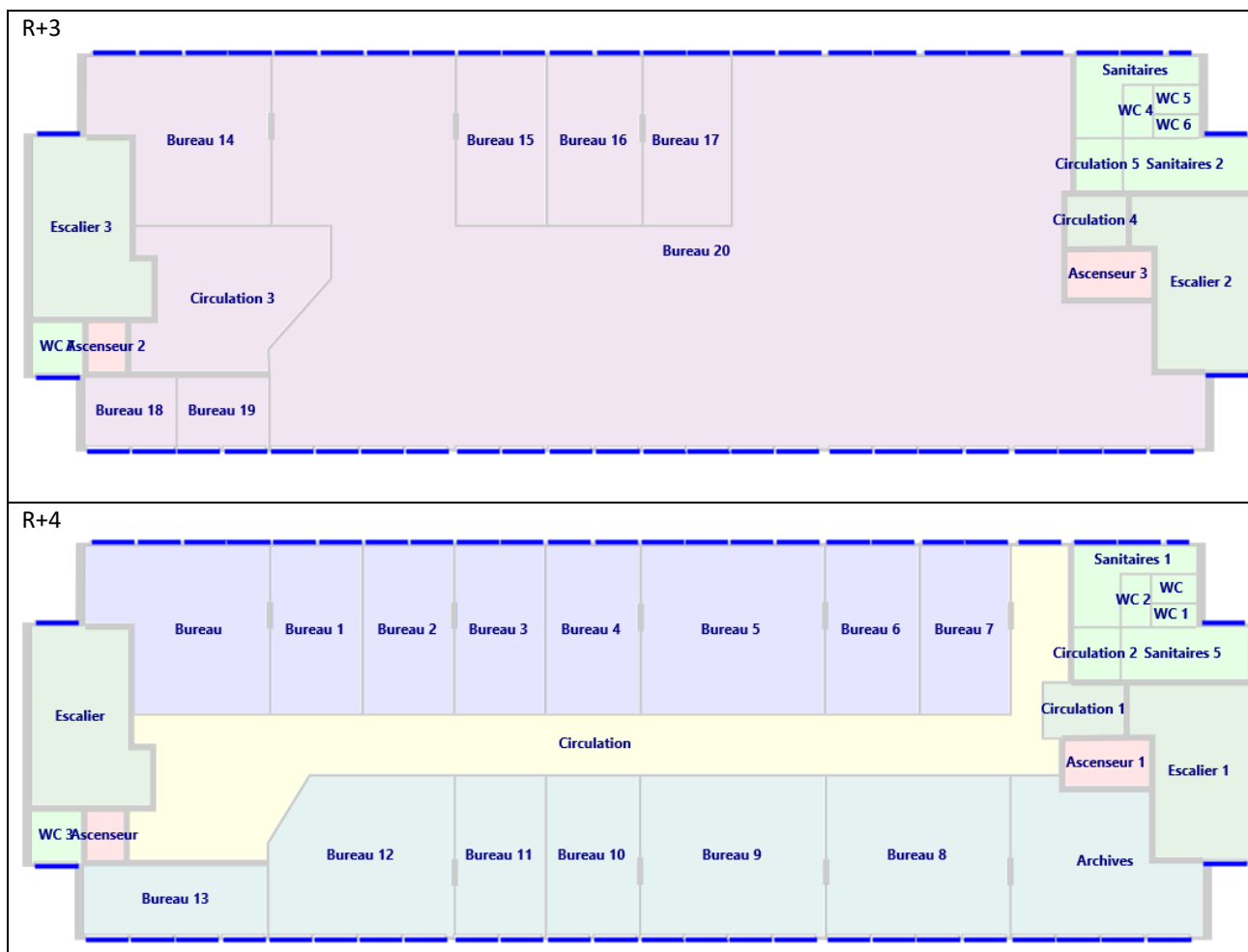


R+1



R+2







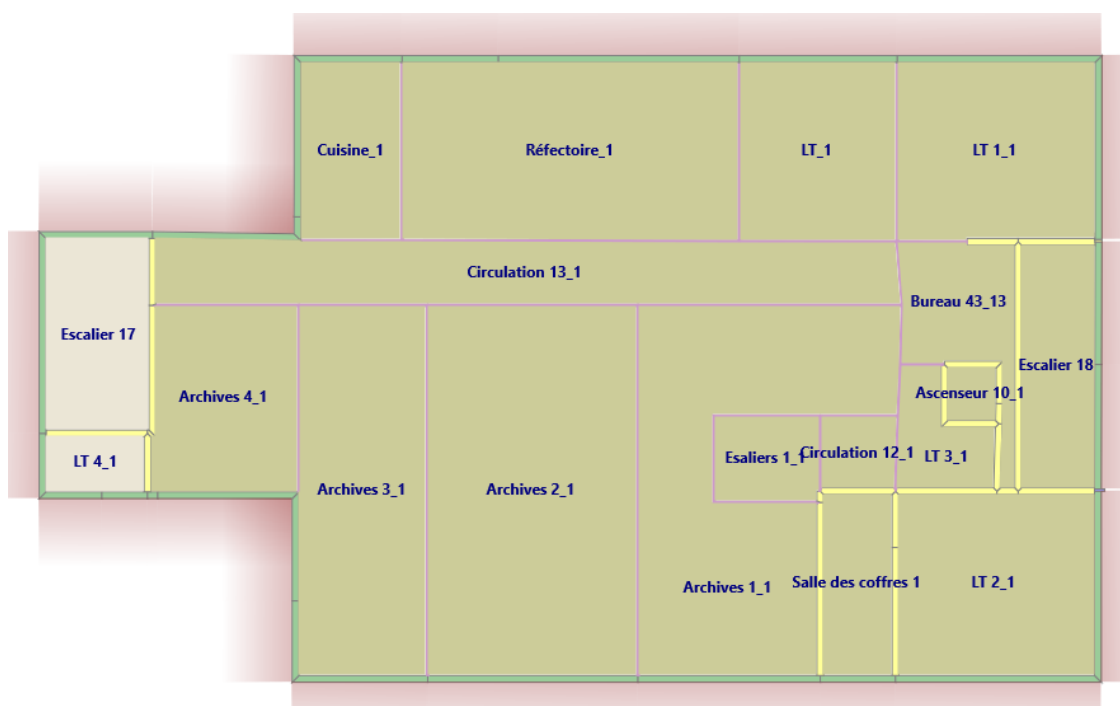
ANNEXE 2

PLANS DE REPERAGE PAROIS

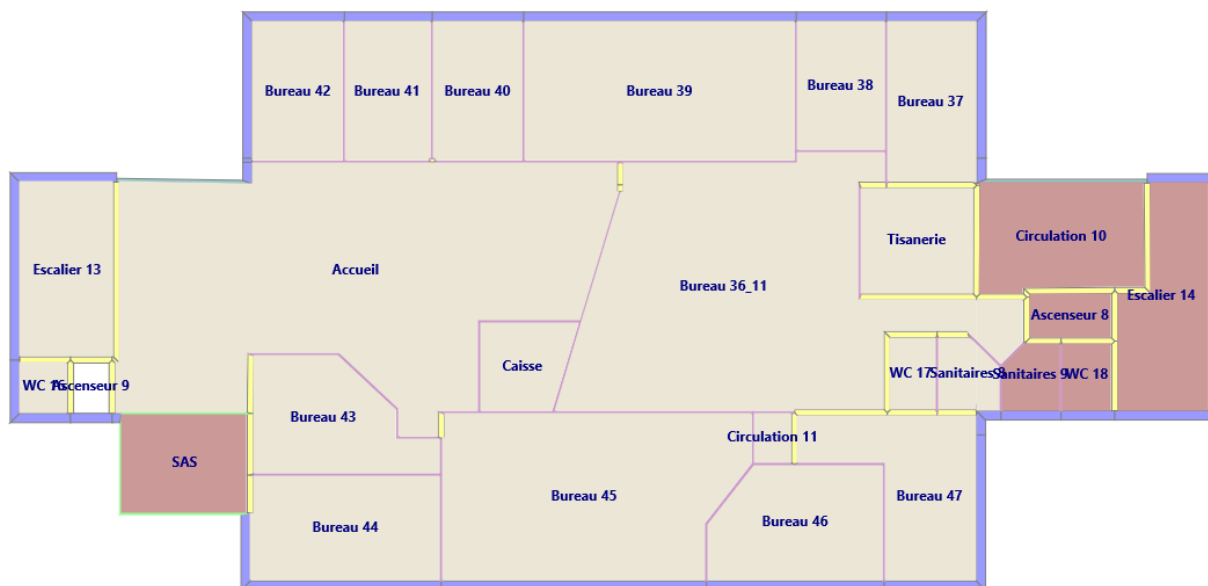
Légende :

	M01 - Mur béton
	M01.1 - Mur béton Isolé
	Cl01 - Murs béton
	Cl02 - legere
	PI
	PB01 - sur Parking
	M02.1 - Façades rapportées isolée

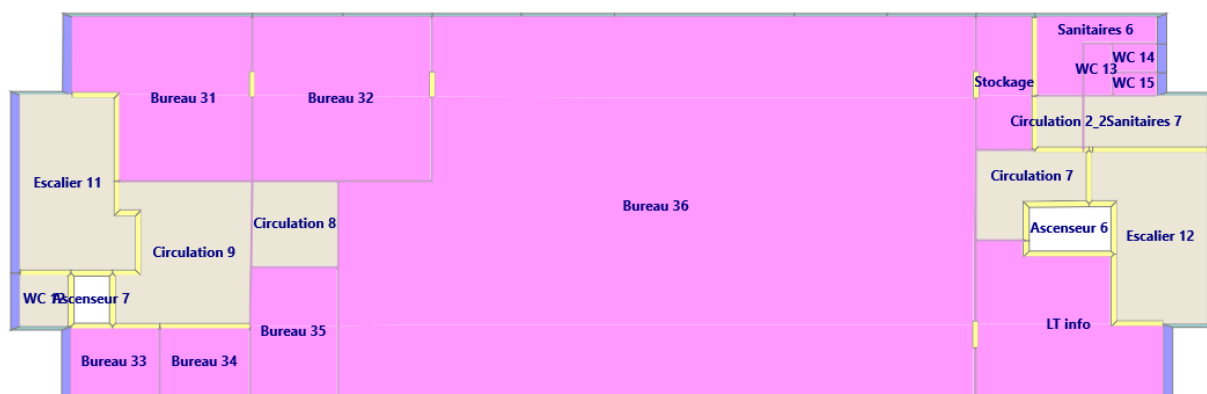
R-1



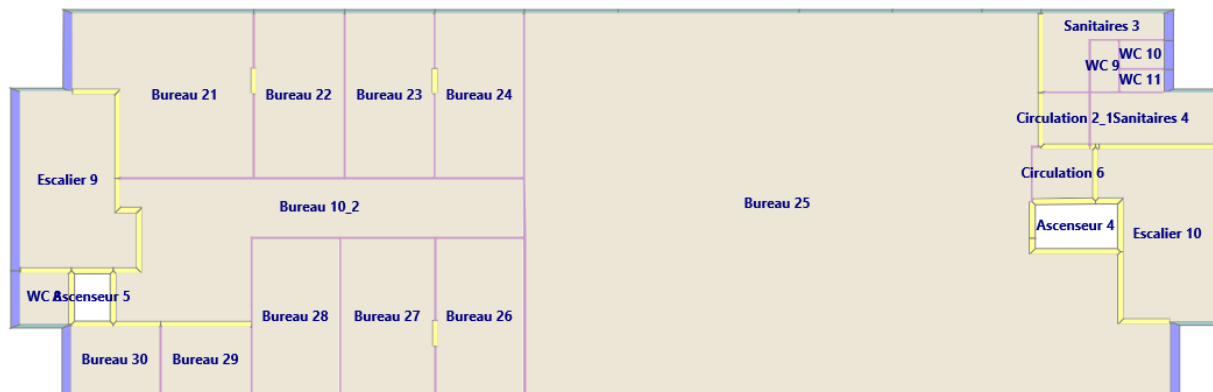
RDC



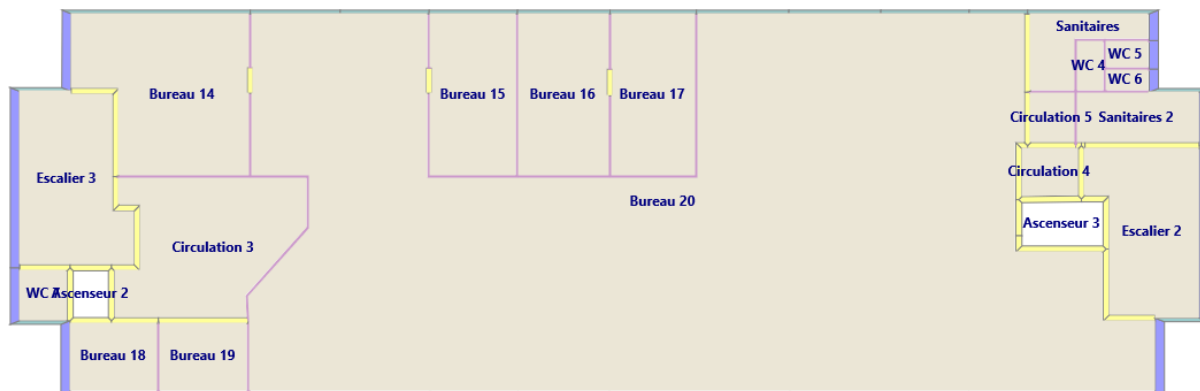
R+1



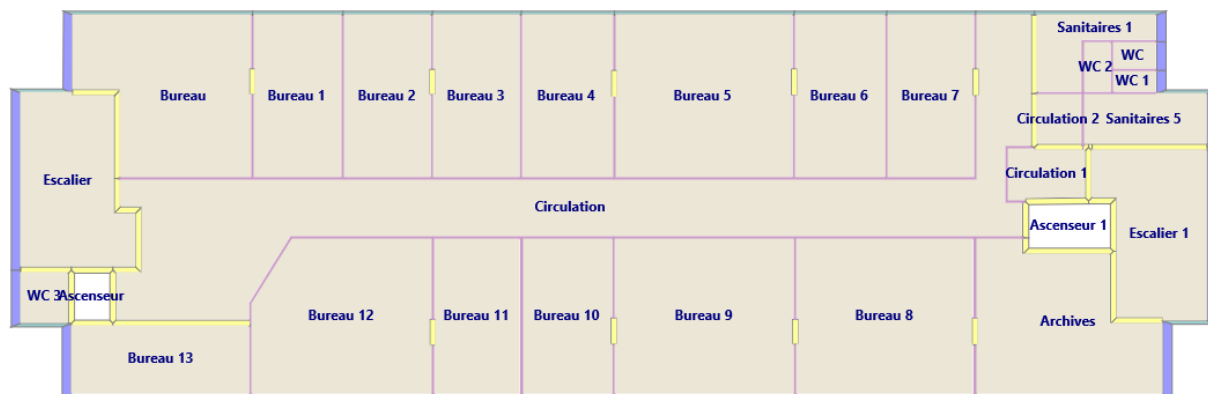
R+2



R+3



R+4



Toiture






ANNEXE 3

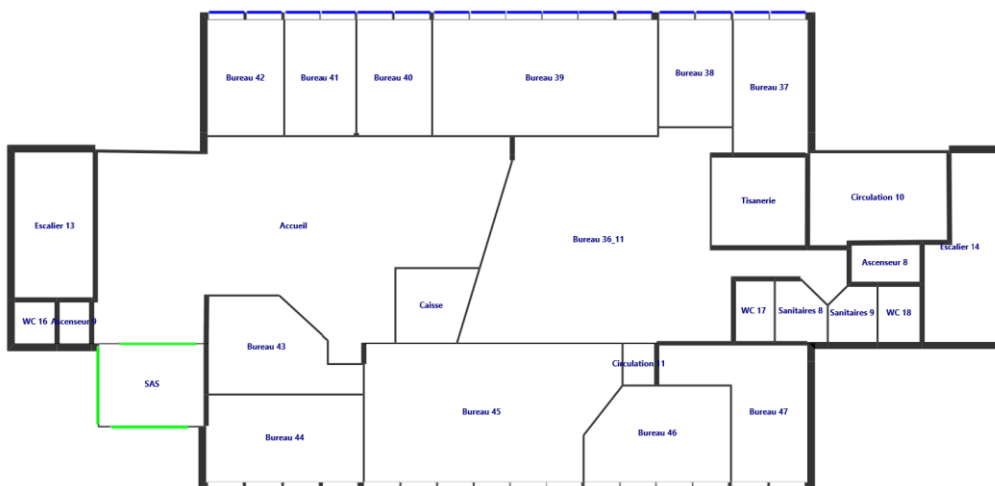
PLANS DE REPERAGE MENUISERIES




R-1



Menuiseries R-1	
	MEE06 soupirell 0.4x1 Nombre :22 Uw =2.61 / Sw =0.45 - Ug =

RDC

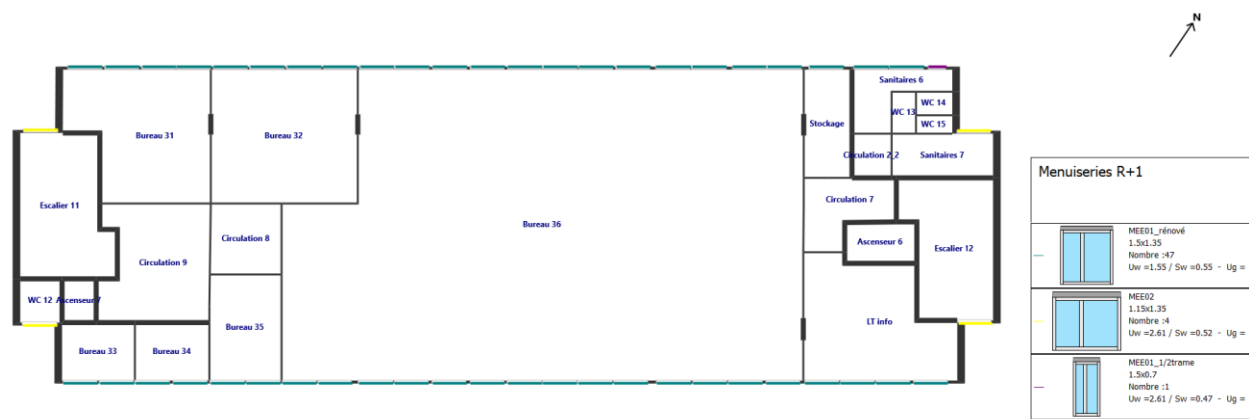


Menuiseries RDC	
	MEE04 RDC Sud_rénové 1.8x1.35 Nombre :16 Uw =1.53 / Sw =0.57 - Ug =
	MEE03 - SAS 2.1x3 Nombre :3 Uw =2.2 / Sw =0.05 - Ug =0
	MEE05 RDC Nord_rénové 1.8x1.35 Nombre :16 Uw =1.53 / Sw =0.57 - Ug =

RDC – partie haute



R+1



R+2

