



Groupe Scolaire RUFFI

SIMULATION THERMIQUE DE CONFORT ESTIVAL

MAÎTRISE D'OUVRAGE : EPAEM

MISSION : MOE DEVELOPPEMENT DURABLE

22 FÉVRIER 2018

CHOISIR **EVEN Conseil**, C'EST CHOISIR...



SOMMAIRE

I. Introduction	1
II. Hypothèses	2
a. Fichier météo	2
b. Modèle géométrique	2
c. Zones thermiques.....	3
d. Conditions Internes.....	5
e. Matériaux.....	7
f. Protections solaires.....	10
g. Ouverture des fenêtres	10
h. Mise à jour de l'APD.....	12
III. Résultats	13
a. Tableau de valeurs	13
b. Analyse.....	14
IV. Conclusion	18

I. INTRODUCTION

Dans le cadre de la construction du futur Groupe Scolaire RUFFI sur la commune de Marseille, nous réalisons une Simulation Thermique Dynamique afin d'évaluer le confort hygrothermique des locaux où cela est un enjeu.

Ci-dessous une perspective du projet :



Les simulations reposent sur l'utilisation du logiciel Pléiades-Comfie (version 4.18.2.1), totalement spécialisé pour ce type de prestation.

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

Le logiciel réalise ensuite les calculs de la simulation dynamique, en intégrant l'ensemble des hypothèses.

L'interprétation des résultats permet alors d'évaluer les températures dans les locaux sur tous les mois de l'année en référence au fichier météorologique relevé par Météo-France sur une station située au plus proche du site.

L'étude de simulation thermique dynamique passe donc par différentes étapes :

- Détermination des données météorologiques de référence
- Modélisation en trois dimensions du projet à partir des éléments géométriques disponibles
- Application des caractéristiques thermiques des parois opaques et vitrées du modèle
- Détermination des zones thermiques
- Détermination et saisie des conditions internes
- Calcul
- Exploitation des résultats de simulation

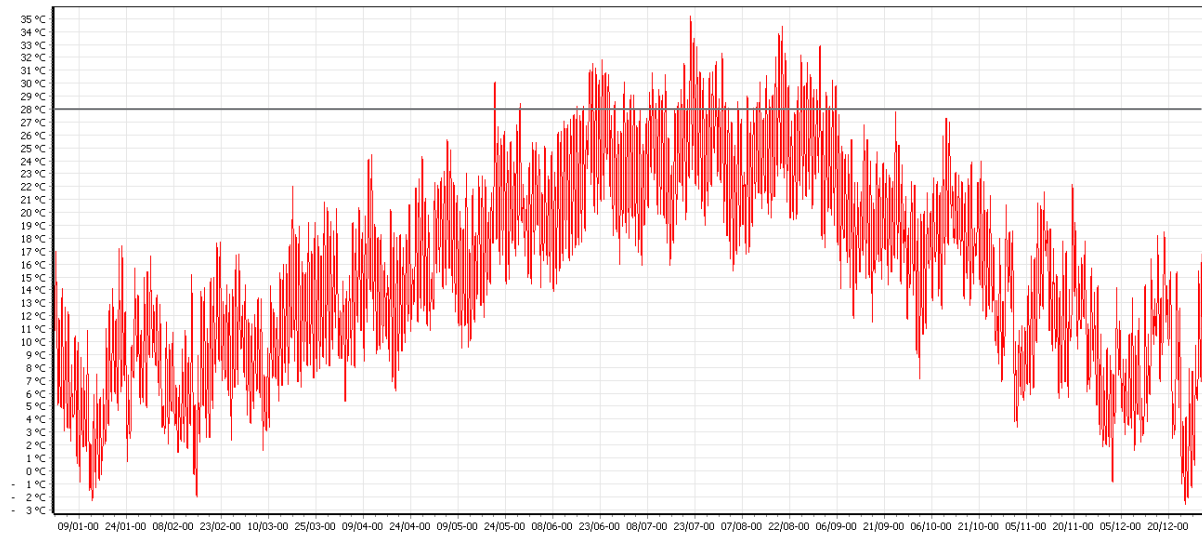
Le rapport ci-après reprend en premier lieu l'ensemble des hypothèses retenues pour la simulation. Ensuite, il s'attache à donner les résultats et enfin à fournir les commentaires.

L'objectif programmatique est de ne pas dépasser la température seuil de 28°C pendant plus de 70h durant les périodes d'occupation.

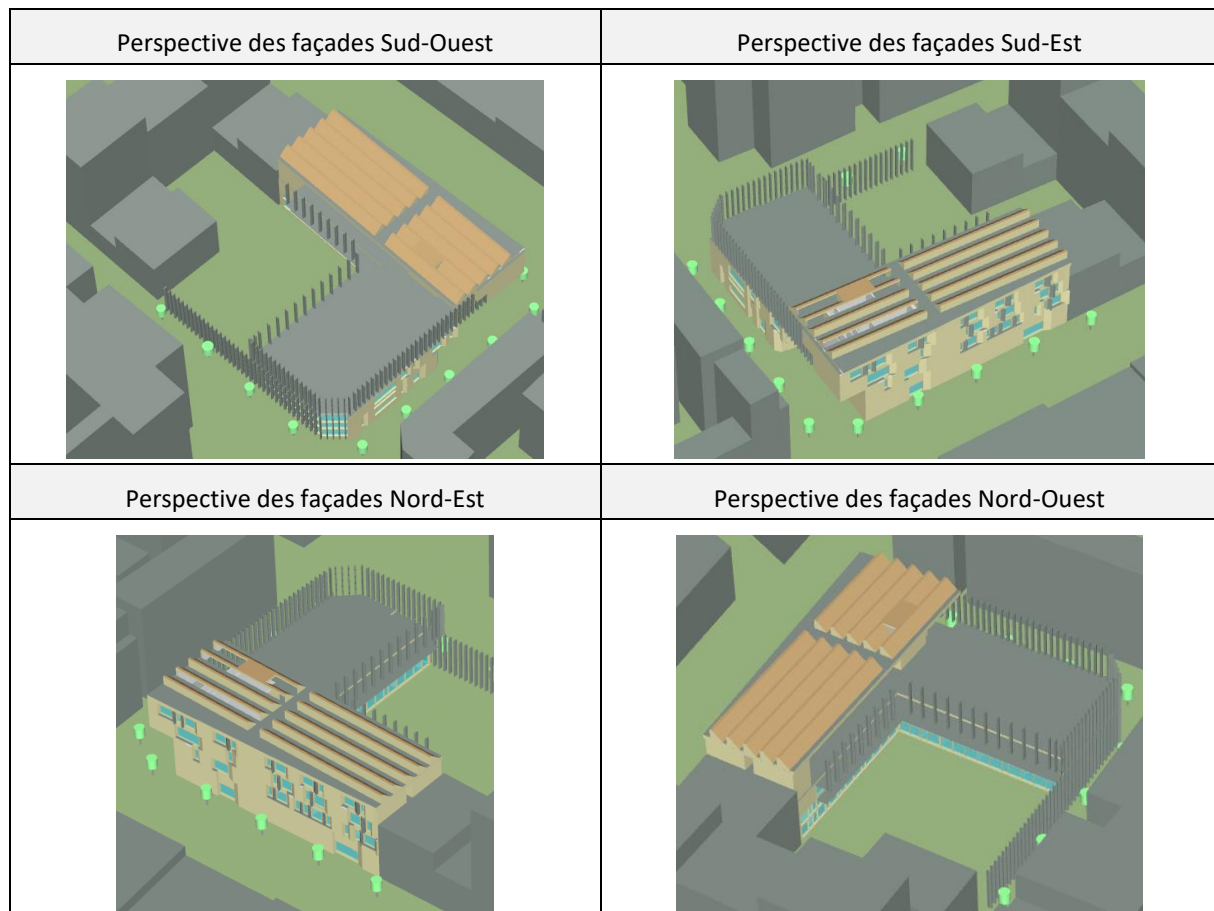
II. HYPOTHÈSES

a. FICHER MÉTÉO

Le projet étant situé sur la commune de Marseille (13), nous avons utilisé le fichier Météonorm de Marseille dont nous présentons ci-dessous l'évolution de la température sur l'année :

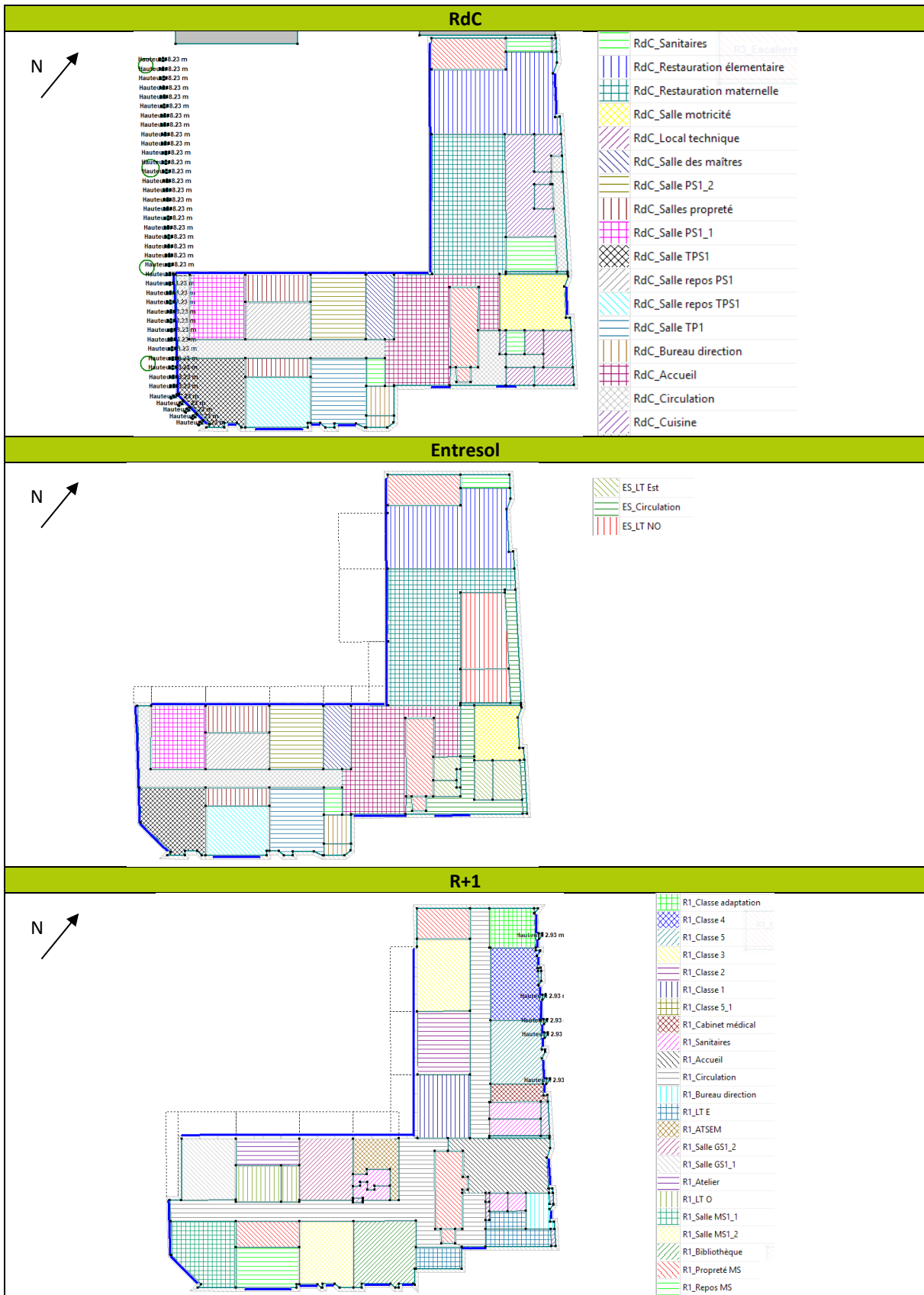


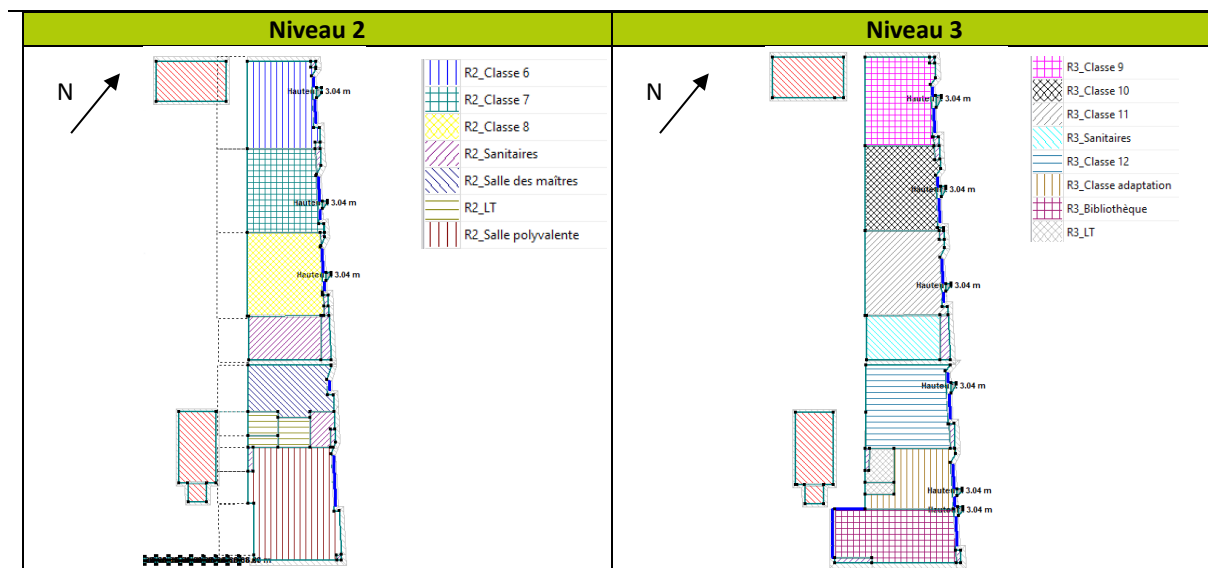
b. MODÈLE GÉOMÉTRIQUE



C.ZONES THERMIQUES

Afin de localiser la position et les limites géométriques de chacune des zones thermiques dans le bâtiment, nous présentons ci-après pour chaque niveau, un ensemble de planches colorées.





Ci-dessous les principales caractéristiques de chacune des zones thermiques présentées ci-dessus :

Zone	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Zone	Surface (m ²)	Volume (m ³)
Circulation verticale	72,7	954,3	R1_Circulation	236,5	692,8
RdC_Sanitaires	51,0	167,2	R1_Bureau direction	14,8	43,3
RdC_Restauration élémentaire	143,8	697,1	R1_LT E	45,7	133,8
RdC_Restauration maternelle	167,0	863,7	R1_ATSEM	29,1	85,1
RdC_Salle motricité	60,0	246,6	R1_Salle GS1_2	55,4	162,4
RdC_Local technique	41,1	98,7	R1_Salle GS1_1	56,4	165,3
RdC_Salle des maîtres	29,2	141,5	R1_Atelier	27,8	81,4
RdC_Salle PS1_2	57,1	276,6	R1_LT O	36,8	107,8
RdC_Salles propreté	46,1	222,4	R1_Salle MS1_1	64,0	187,5
RdC_Salle PS1_1	57,0	275,9	R1_Salle MS1_2	58,8	172,4
RdC_Salle TPS1	64,1	309,5	R1_Bibliothèque	67,0	196,4
RdC_Salle repos PS1	37,5	181,5	R1_Propreté MS	26,9	78,9
RdC_Salle repos TPS1	52,5	254,1	R1_Repos MS	42,8	125,3
RdC_Salle TP1	59,3	286,3	R2_Classe 6	57,8	175,6
RdC_Bureau direction	17,4	84,4	R2_Classe 7	57,9	175,9
RdC_Accueil	128,9	634,4	R2_Classe 8	60,8	184,9
RdC_Circulation	124,2	472,8	R2_Sanitaires	38,0	115,6
RdC_Cuisine	76,3	183,1	R2_Salle des maîtres	39,6	120,3
ES_LT Est	44,8	95,1	R2_LT	18,4	56,0
ES_Circulation	69,9	145,4	R2_Salle polyvalente	93,9	285,6
ES_LT NO	85,8	178,4	R3_Classe 9	57,3	174,1
R1_Classe adaptation	29,8	87,3	R3_Classe 10	58,2	177,0
R1_Classe 4	58,9	172,7	R3_Classe 11	61,9	188,1
R1_Classe 5	55,4	162,2	R3_Sanitaires	30,7	93,2
R1_Classe 3	64,5	188,9	R3_Classe 12	66,1	200,9
R1_Classe 2	56,8	166,3	R3_Classe adaptation	37,0	112,4
R1_Classe 1	56,3	165,1	R3_Bibliothèque	60,2	183,0
R1_Cabinet médical	15,4	45,1	R3_LT	10,8	32,7
R1_Sanitaires	54,0	158,3	Gaines techniques	6,6	88,8
R1_Accueil	80,1	234,6			

d.CONDITIONS INTERNES

Nous avons réalisé les conditions internes en nous basant sur les fiches programmatiques.

Ci-dessous un récapitulatif des conditions internes :

Nom de la CI	Nb Occupants	Occupants/m ²	T° consigne	Dégagements (W/m ²)	Ecl (Lux)	Q ventil	Equipements	
			Eté	Eté		m ³ /h	W	W/m ²
Accueil_RdC	5	0,03	28	1,8	200	1440	320	2,2
Accueil_R1	5	0,03	28	1,8	200	1250	320	2,2
Salle de classe maternelle	31	0,52	28	10,5	500	465	80	1,3
Salle de classe élémentaire	27	0,45	28	12,8	500	405	320	5,3
Classe d'adaptation	27	0,45	28	12,8	500	225	320	5,3
Salle de repos	30	0,60	28	11,8	300	540		0,0
Salle polyvalente	30	0,26	28	7,4	300	1170	200	1,7
Atelier	20	0,48	28	9,8	300	675		0,0
Salle des maîtres_RdC	8	0,27	28	14,3	300	150	130	4,3
Salle des maîtres_R2	14	0,35	28	18,7	300	250	130	3,3
Bureaux	1	0,08	28	4,5	300	25	80	6,7
Restauration maternelle	124	0,82	28	16,6	200	2700		0,0
Restauration élémentaire	108	0,63	28	17,8	200	2400		0,0
Motricité	31	0,52	28	28,2	300	720		0,0
Bibliothèque	30	0,50	28	14,2	200	540	80	1,3
Cabinet medical	1	0,02	28	1,1	300	75		0,0

La période estivale où la climatisation des locaux est possible se situe entre les semaines 18 et 41 à savoir du 30 Avril au 15 Octobre. Elle est assurée par un plancher rafraîchissant (limité à 30W/m²) dans l'ensemble des pièces (hors pièces humides).

Horaires de fonctionnement	Salle de classe, Motricité, Bibliothèque, Atelier							
	Occupation		Ventilation		Eclairage		Equipements	
	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi
De 0h à 1h								
De 1 à 2h								
De 2h à 3h								
De 3h à 4h								
De 4h à 5h								
De 5h à 6h								
De 6h à 7h								
De 7h à 8h								
De 8h à 9h								
De 9h à 10h								
De 10h à 11h								
De 11h à 12h								
De 12h à 13h								
De 13h à 14h								
De 14h à 15h								
De 15h à 16h								
De 16h à 17h								
De 17h à 18h								
De 18h à 19h								
De 19h à 20h								
De 20h à 21h								
De 21h à 22h								
De 22h à 23h								
De 23h à 0h								

Horaires de fonctionnement	Salle de Restauration							
	Occupation		Ventilation		Eclairage		Equipements	
	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi
De 0h à 1h								
De 1 à 2h								
De 2h à 3h								
De 3h à 4h								
De 4h à 5h								
De 5h à 6h								
De 6h à 7h								
De 7h à 8h								
De 8h à 9h								
De 9h à 10h								
De 10h à 11h								
De 11h à 12h		10%						
De 12h à 13h								
De 13h à 14h								
De 14h à 15h		10%						
De 15h à 16h								
De 16h à 17h								
De 17h à 18h								
De 18h à 19h								
De 19h à 20h								
De 20h à 21h								
De 21h à 22h								
De 22h à 23h								
De 23h à 0h								

Horaires de fonctionnement	Bureaux, Cabinet Medical							
	Occupation		Ventilation		Eclairage		Equipements	
	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi
De 0h à 1h								
De 1 à 2h								
De 2h à 3h								
De 3h à 4h								
De 4h à 5h								
De 5h à 6h								
De 6h à 7h								
De 7h à 8h								
De 8h à 9h								
De 9h à 10h								
De 10h à 11h								
De 11h à 12h								
De 12h à 13h								
De 13h à 14h								
De 14h à 15h								
De 15h à 16h								
De 16h à 17h								
De 17h à 18h								
De 18h à 19h								
De 19h à 20h								
De 20h à 21h								
De 21h à 22h								
De 22h à 23h								
De 23h à 0h								

Horaires de fonctionnement	Salle des maîtres							
	Occupation		Ventilation		Eclairage		Equipements	
	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi
De 0h à 1h								
De 1 à 2h								
De 2h à 3h								
De 3h à 4h								
De 4h à 5h								
De 5h à 6h								
De 6h à 7h								
De 7h à 8h								
De 8h à 9h								
De 9h à 10h								
De 10h à 11h								
De 11h à 12h								
De 12h à 13h								
De 13h à 14h								
De 14h à 15h								
De 15h à 16h								
De 16h à 17h								
De 17h à 18h								
De 18h à 19h								
De 19h à 20h								
De 20h à 21h								
De 21h à 22h								
De 22h à 23h								
De 23h à 0h								

Horaires de fonctionnement	Accueil							
	Occupation		Ventilation		Eclairage		Equipements	
	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi	L, M, J et V	Mercredi
De 0h à 1h								
De 1 à 2h								
De 2h à 3h								
De 3h à 4h								
De 4h à 5h								
De 5h à 6h								
De 6h à 7h								
De 7h à 8h								
De 8h à 9h								
De 9h à 10h								
De 10h à 11h								
De 11h à 12h								
De 12h à 13h								
De 13h à 14h								
De 14h à 15h								
De 15h à 16h								
De 16h à 17h								
De 17h à 18h								
De 18h à 19h								
De 19h à 20h								
De 20h à 21h								
De 21h à 22h								
De 22h à 23h								
De 23h à 0h								

Annuel 
Hors été 

e.MATÉRIAUX

Ci-dessous nous présentons la composition des parois mises en œuvre sur le projet :

☑ MUR EXTÉRIEUR

	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton plein armé	12,0	2,300	2,35	20,000	0,05
Isolant PSE Th35	15,0	0,035	20,00	0,930	4,29
Béton plein armé	20,0	2,300	2,35	11,110	0,09
Total				0,217	4,43

☑ CLOISON INTÉRIEURE

	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Placoplâtre BA 13	1,3	0,325	850,00	25,000	0,04
Laine de verre	12,0	0,041	12,00	0,340	2,93
Placoplâtre BA 13	1,3	0,325	850,00	25,000	0,04
Total				0,306	3,01

☑ MUR SUR LNC

	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton plein armé	20,0	2,300	2,35	11,110	0,09
Prégymax R3.40	10,0	0,030	2000,00	0,300	3,33
Total				0,272	3,42

☑ MUR CAGE ESCALIER

	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton plein armé	20,0	2,300	2,350	11,110	0,09
Prégymax R3.40	10,0	0,030	2000,00	0,300	3,33
Total				0,279	3,42

☑ MUR BOIS EXTÉRIEUR

	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Métisse RT	5,0	0,040	20,00	0,800	1,25
Ossature bois 6cm	6,0	0,010			
Métisse RT	12,0	0,040	20,00	0,330	3,05
Total				0,250	4,47

☑ REFEND NON ISOLÉ

	Epaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton plein armé	25,0	2,300	2,35	9,090	0,11
Total				2,700	0,11

PLANCHER R1 SUR EXTÉRIEUR

	Épaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Fibra Ultra FC	12,5	0,034	20,00	0,270	3,68
Béton plein armé	30,0	2,300	2,35	7,690	0,13
Béton plein léger	5,0	1,650	2150,00	33,330	0,03
Total				0,250	3,84

 PLANCHER R1 SUR LNC

	Épaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Fibra Ultra FC	12,5	0,034	20,00	0,270	3,68
Béton plein armé	30,0	2,300	2,35	7,690	0,13
Béton plein léger	5,0	1,650	2150,00	33,330	0,03
Total				0,242	3,84

 PLANCHER BAS

	Épaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton plein armé	20,0	2,300	2350,00	0,080	0,03
TMS	5,2	0,022	20,00	2,360	2,40
Béton plein léger	5,0	1,650	2150,00	0,030	0,03
Total				0,375	2,46

 PLANCHER INTERMÉDIAIRE

	Épaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Béton plein armé	30,0	2,300	2,35	7,690	0,13
PU	3,0	0,030	35,00	1,000	1,00
Béton plein léger	3,0	1,650	2150,00	50,000	0,02
Total				0,671	1,15

 TOITURE

	Épaisseur (cm)	λ W/(m.K)	ρ kg/m ³	U W/(m ² .K)	R (m ² .K)/W
Efigreen duo +	12,0	2,300	2350,00	20,000	0,05
Béton plein armé	30,0	2,300	2,35	7,690	0,13
Total				3,125	0,18

☑ **MENUISERIES AVEC BSO**

Vitrage de type 4/16/4 Menuiseries alu à rupteur	Coeff Uw (W/(m ² .K))	Facteur Solaire Sw	Transmission Lumineuse TL
	1,40	0,62	0,82

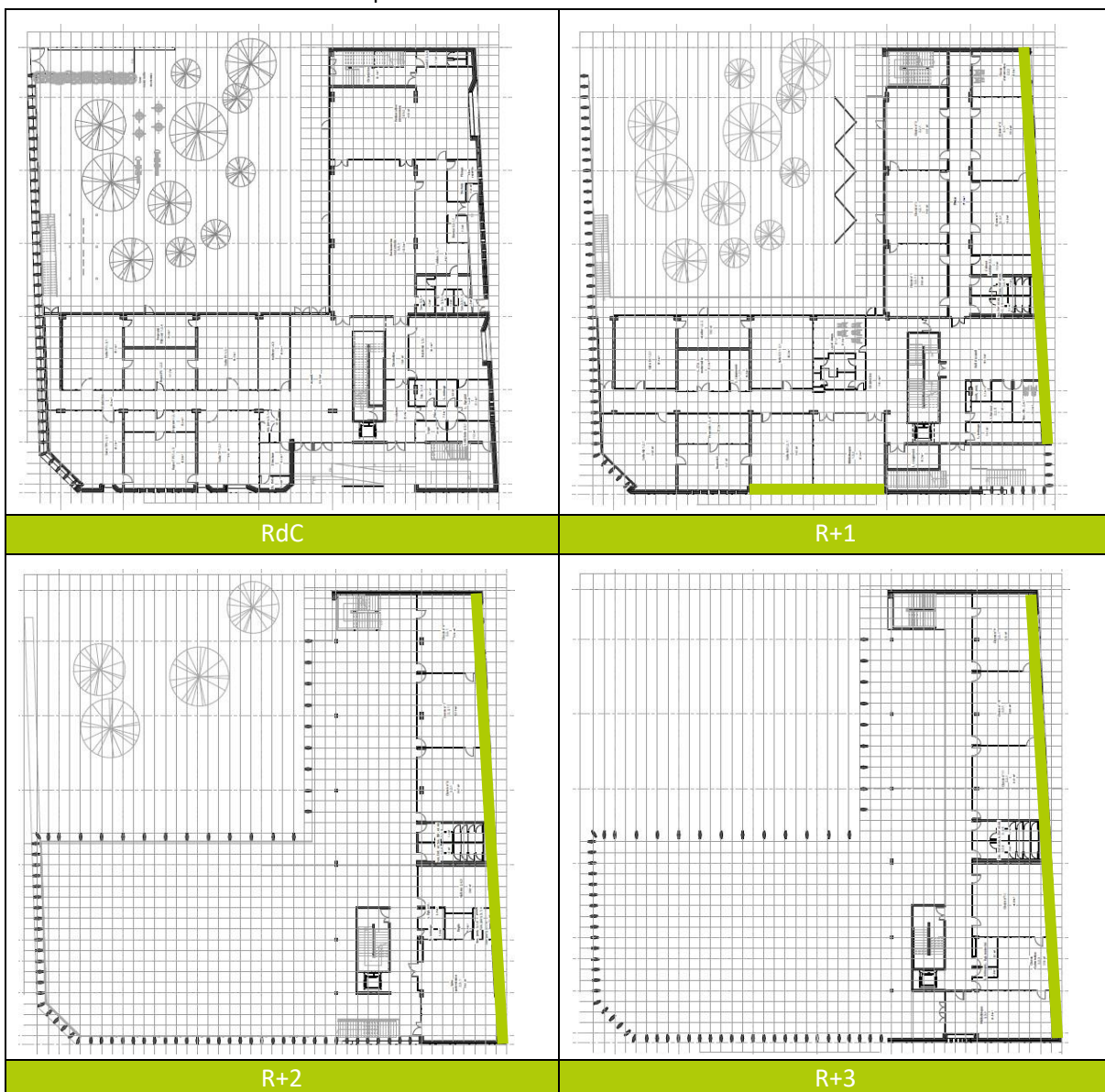
☑ **MENUISERIES SANS BSO**

Caractéristiques globales	Coeff Ucw (W/(m ² .K))	Facteur Solaire Sw	Transmission Lumineuse TL
	1,40	0,37	0,71

☑ **SHED**

Caractéristiques globales	Coeff Ucw (W/(m ² .K))	Facteur Solaire Sw	Transmission Lumineuse TL
	1,40	0,22	0,41

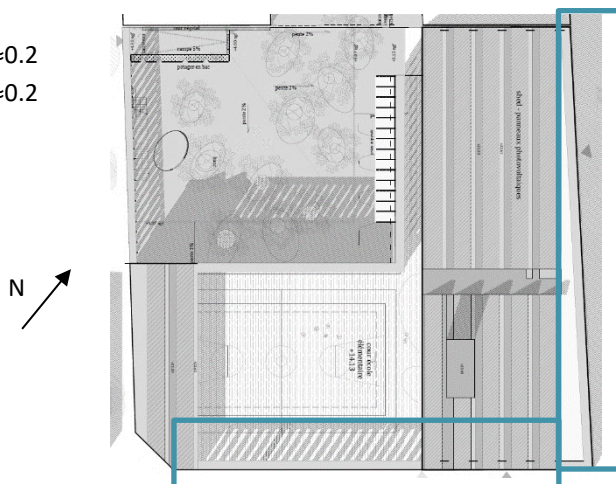
Les menuiseries avec BSO sont représentées ci-dessous :



f. PROTECTIONS SOLAIRES

Afin de limiter les apports solaires sur les façades les plus exposées, nous avons mis en œuvre les protections solaires suivantes :

- ➔ **Façade Salengro** : Brise soleil mobile FS≈0.2
- ➔ **Façade Urbain V** : Brise soleil mobile FS≈0.2

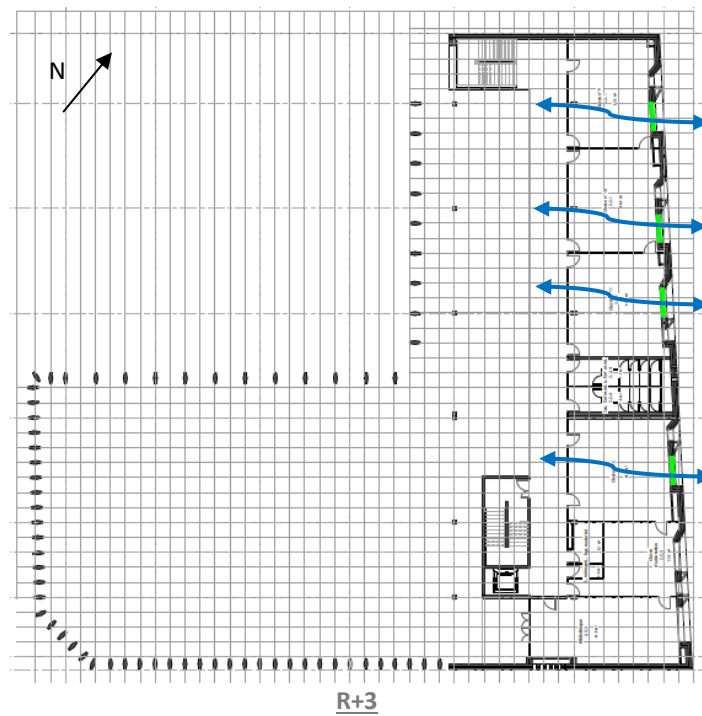
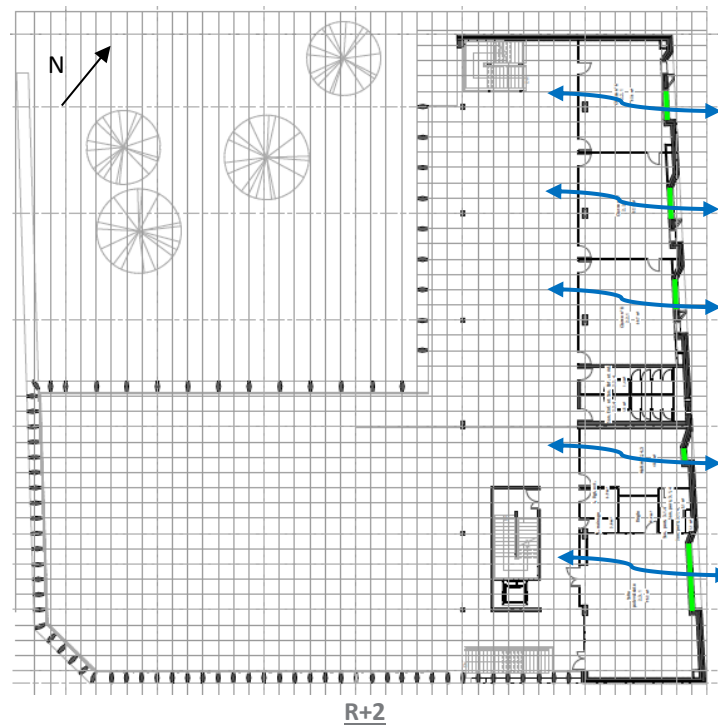


g. OUVERTURE DES FENÊTRES

Dans l'objectif d'optimiser le confort estival dans les locaux pendant les périodes d'occupation, l'ouverture des fenêtres à l'Est des locaux situés au R+2 et R+3 sera automatisée lorsque cela est possible afin de créer une ventilation traversante avec les fenêtres placées à l'Ouest.

L'ouverture des fenêtres la nuit concerne celles mentionnées dans le tableau et les plans ci-dessous :

Pièce	Hauteur (m)	Largeur (m)	Surface (m ²)	Surface _{eq,10%} (m ²)	Surface de passage A _{ouv} (m ²)
R2_Classe 6	2,4	2,3	5,5	0,55	0,55
R2_Classe 7	2,4	2,3	5,5	0,55	0,55
R2_Classe 8	2,4	2,3	5,5	0,55	0,55
R2_Salle des maîtres	2,4	0,9	2,2	0,22	0,22
R2_Salle polyvalente	2,4	5,0	12,0	1,20	1,20
R3_Classe 9	2,4	2,3	5,5	0,55	0,55
R3_Classe 10	2,4	2,3	5,5	0,55	0,55
R3_Classe 11	2,4	2,3	5,5	0,55	0,55
R3_Classe 12	2,4	2,3	5,5	0,55	0,55



L'ouverture a été estimée à 10 %, afin de prendre en compte la seule partie ouvrante de la baie ainsi que le mécanisme oscillo-battant. La ventilation traversante a été mise en place uniquement dans les salles bénéficiant d'une surface suffisante sur les 2 façades opposées.

h.MISE À JOUR DE L'APD

Des changements ont été effectués sur les hypothèses de départ entre la phase APD et la phase PRO. Les modifications concernent :

- ⇒ La mise à jour des bâtiments avoisinants,
- ⇒ L'occupation estivale en Juillet et Août des salles de restauration, de la salle motricité et de la salle polyvalente
- ⇒ L'inoccupation des bureaux durant les vacances d'été
- ⇒ La mise à jour des protections solaires (Les stores toiles sont remplacés par des BSO)
- ⇒ La mise à jour des dimensions des menuiseries
- ⇒ La mise à jour des caractéristiques des vitrages

III. RÉSULTATS

a. TABLEAU DE VALEURS

Ci-dessous nous présentons le nombre d'heures où la température seuil de 28°C est dépassé pour les zones où le confort thermique est un enjeu. Nous comparons ici les résultats de la phase APD avec ceux du projet actuel :

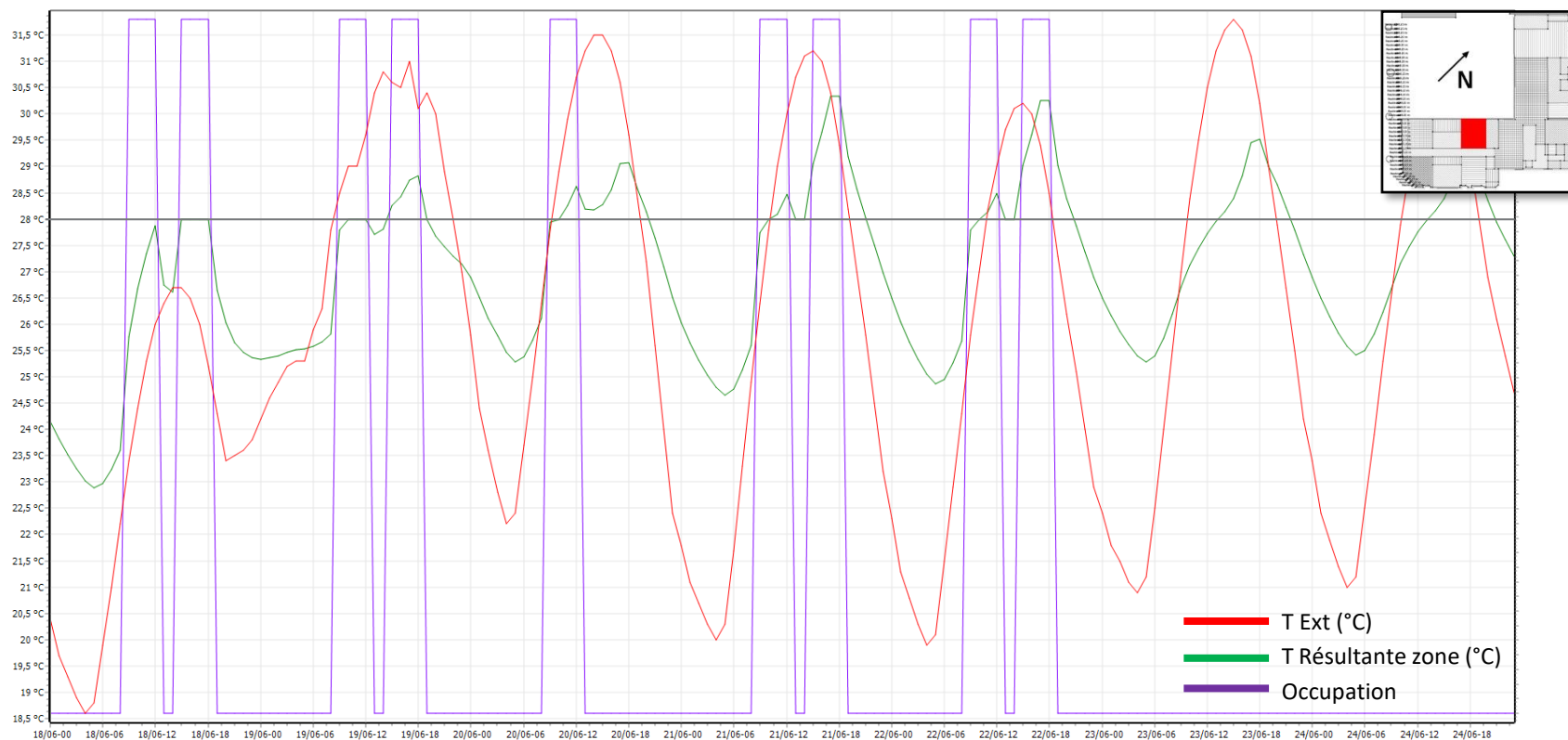
	APD	PRO
RdC_Restauration élémentaire	17	52
RdC_Restauration maternelle	26	95
RdC_Salle motricité	15	65
RdC_Salle des maîtres	41	13
RdC_Salle PS1_2	92	66
RdC_Salle PS1_1	81	61
RdC_Salle TPS1	77	67
RdC_Salle repos PS1	16	11
RdC_Salle repos TPS1	13	11
RdC_Salle TP1	32	19
RdC_Bureau direction	5	0
RdC_Accueil	0	0
R1_Classe adaptation	17	3
R1_Classe 4	24	4
R1_Classe 5	8	17
R1_Classe 3	65	57
R1_Classe 2	69	63
R1_Classe 1	64	49
R1_Cabinet médical	8	2
R1_Accueil	0	0
R1_Bureau direction	2	0
R1_Salle GS1_2	82	70
R1_Salle GS1_1	79	62
R1_Atelier	50	43
R1_Salle MS1_1	94	82
R1_Salle MS1_2	66	54
R1_Bibliothèque	63	50
R1_Repos MS	21	21
R2_Classe 6	4	3
R2_Classe 7	7	0
R2_Classe 8	0	0
R2_Salle des maîtres	0	0
R2_Salle polyvalente	0	16
R3_Classe 9	14	4
R3_Classe 10	20	13
R3_Classe 11	4	0
R3_Classe 12	4	2
R3_Classe adaptation	20	4
R3_Bibliothèque	74	62

Nous observons que la mise à jour de la phase PRO permet une amélioration des conditions estivales. Quasiment l'ensemble des pièces atteignent l'exigence programmatique (pour rappel : 70h/an max d'inconfort). Seules les salles de restauration, de motricité et polyvalente présentent plus d'heures d'inconfort qu'en phase APD ceci étant dû à la prise en compte de leur utilisation en période estivale.

b.ANALYSE

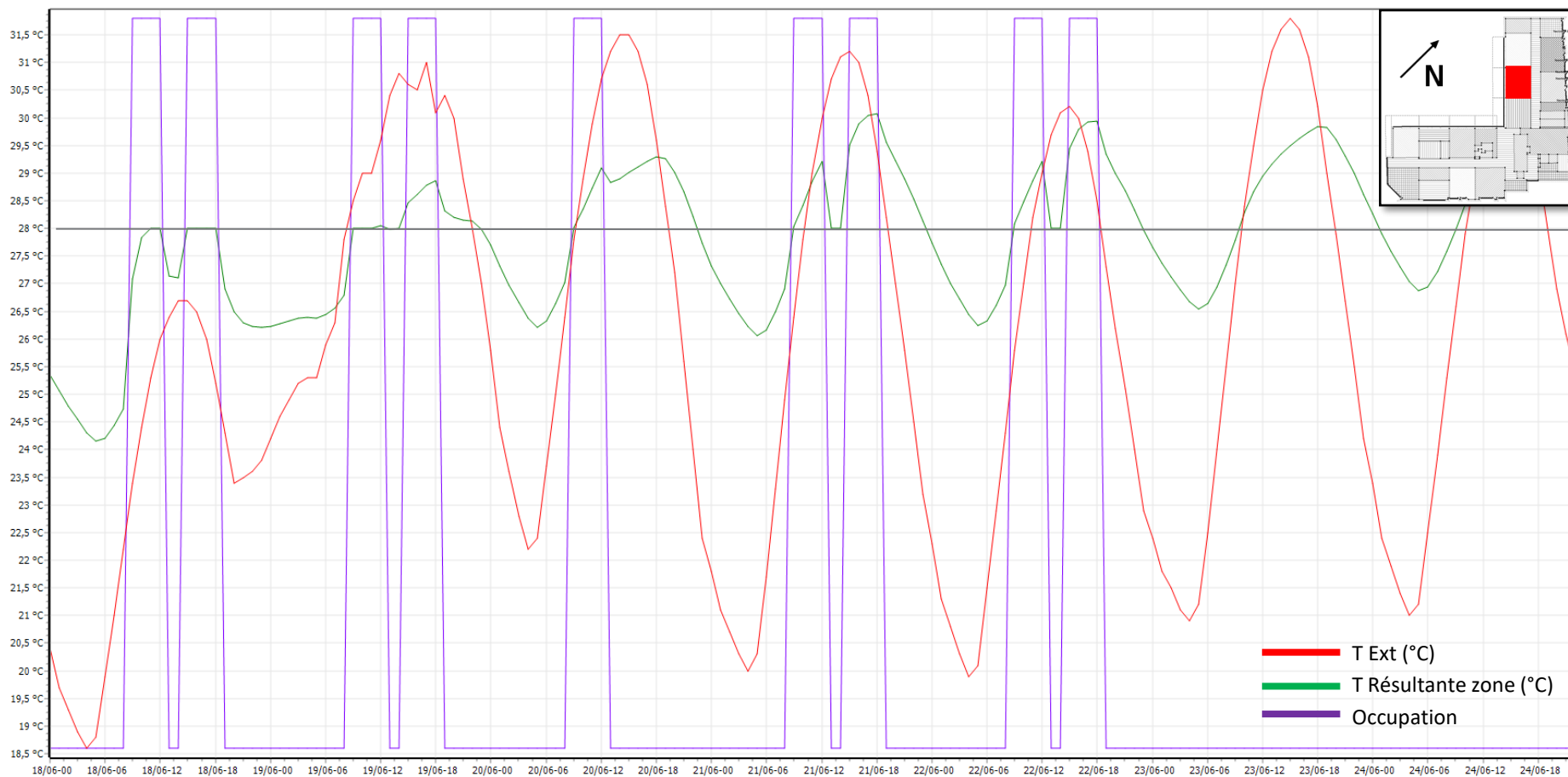
Ci-dessous, nous présentons l'évolution de la température dans 4 zones d'orientations différentes afin d'observer les phénomènes responsables de ces heures de dépassement. Nous avons pris une semaine où la température extérieure est élevée, à savoir la semaine du 18 Juin.

☑ SALLE DE CLASSE RdC_PS1_2



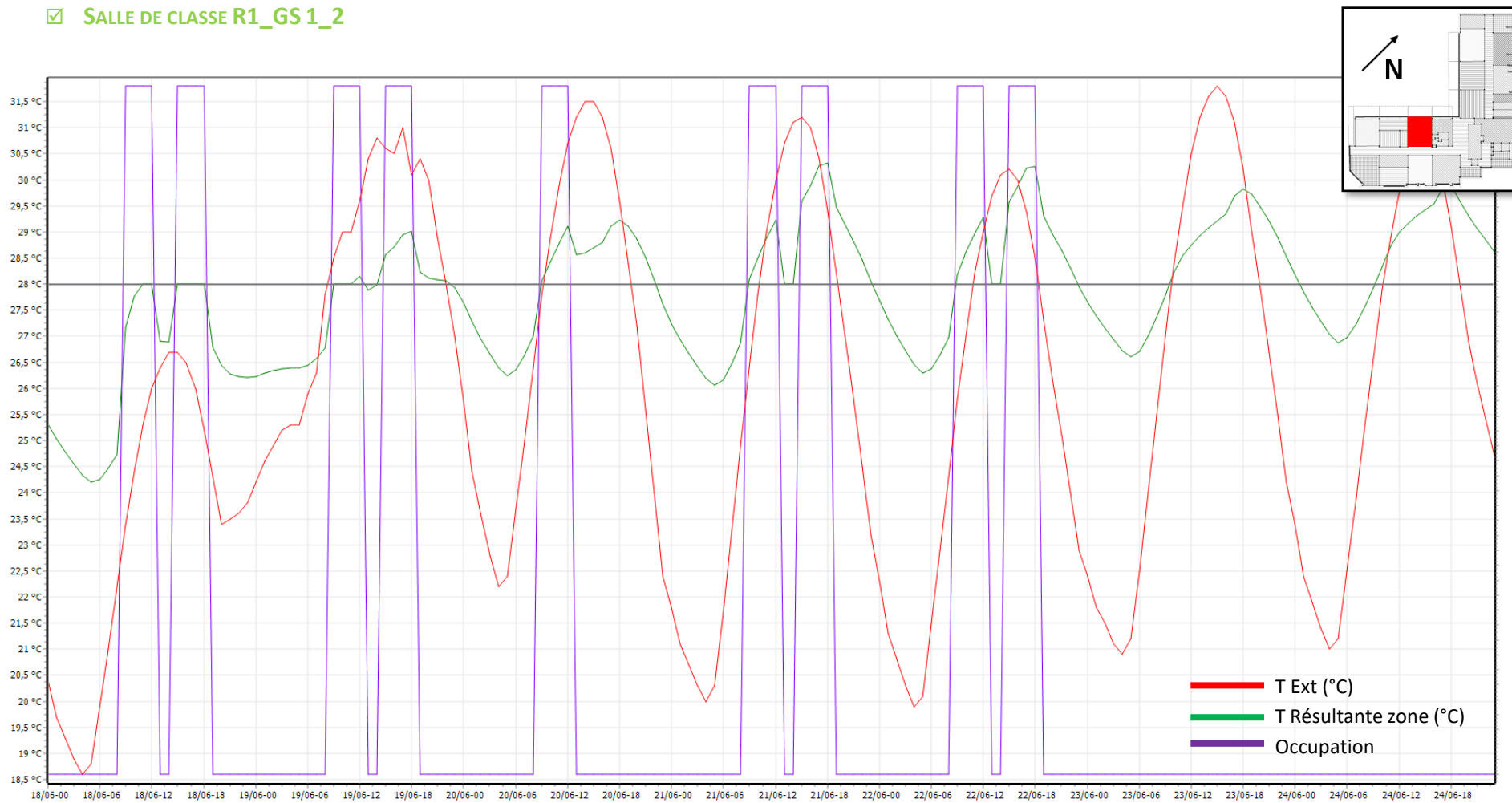
Tout comme à l'APD, nous observons sur ce graphique que la mise en place de la surventilation nocturne est très efficace. Elle permet de décharger très efficacement le local. Cependant, nous remarquons que dès que les enfants sont à l'intérieur du local la température monte très rapidement. La ventilation double flux n'est pas suffisante pour évacuer toutes les charges internes. Nous remarquons aussi que la dernière heure (de 17h à 18h), les apports solaires sont importants et marquent un pic de température. Le nombre d'heures d'inconfort durant cette heure peut être relativisé car elle correspond à la sortie des élèves.

☑ SALLE R1_CLASSE 2



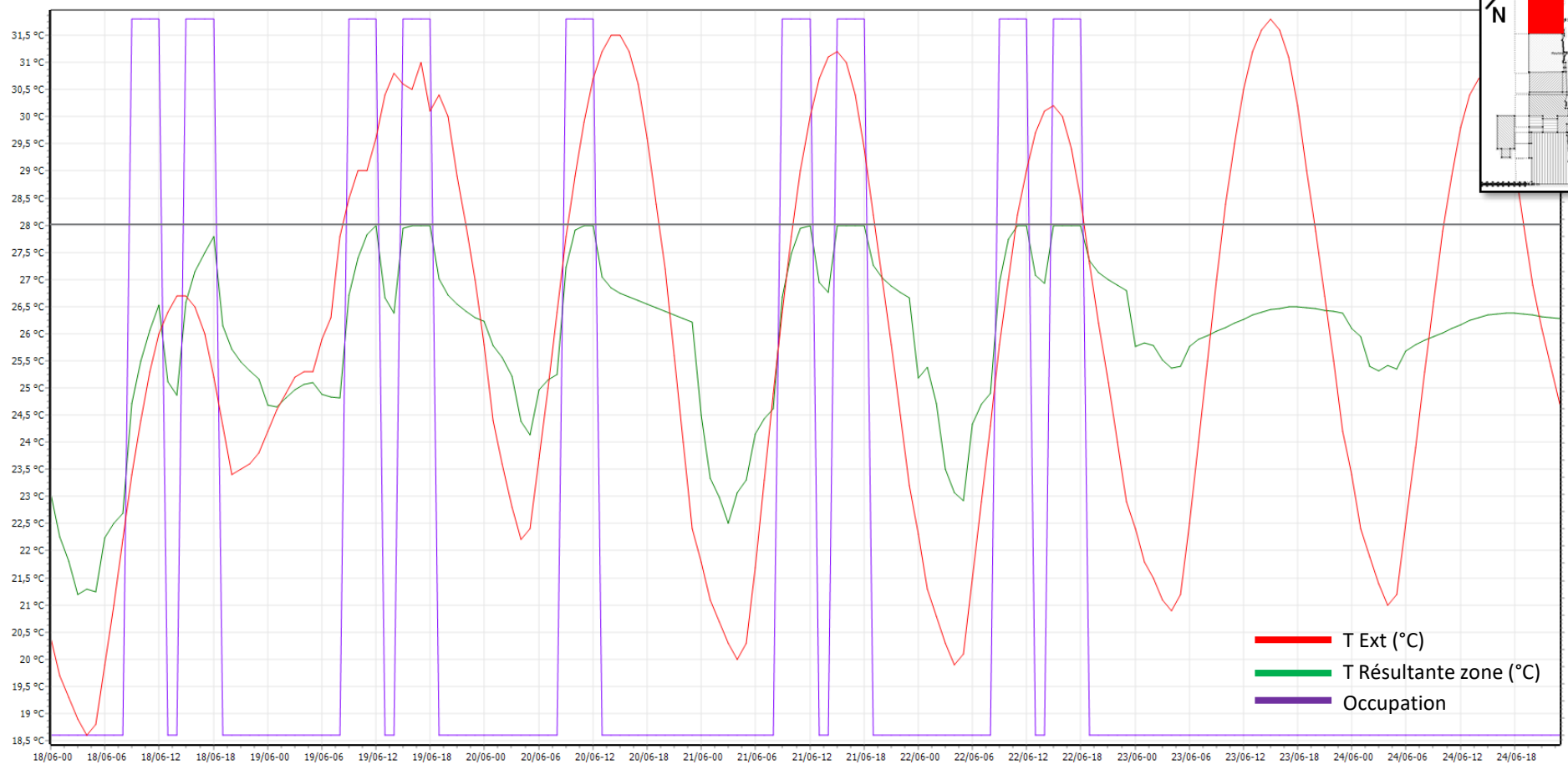
Nous pouvons dresser ici le même constat que dans le local précédent. On observe néanmoins que la décharge nocturne pourrait être bien plus importante. Cela impliquerait cependant une augmentation des débits d'extraction et donc un surdimensionnement important des centrales de traitement d'air. Le comportement bioclimatique est cependant correct puisque l'on observe en dehors des jours d'occupation (WE) que la température du local fluctue beaucoup moins que la température extérieure. Cela peut principalement s'expliquer par la forte inertie du bâtiment.

☑ SALLE DE CLASSE R1_GS 1_2



Dans ce local, nous pouvons observer les mêmes phénomènes que les pièces précédentes.

☑ SALLE DE CLASSE R2_CLASSE 7



Nous observons le même phénomène que dans les salles précédentes. Ici, la décharge nocturne est assurée par l'ouverture des fenêtres de part et d'autre de la salle entre 0h et 6h, permettant un passage traversant de l'air.

IV. CONCLUSION

L'objectif de cette étude est d'évaluer le confort des locaux en période estivale à occupation autre que passagère. L'exigence programmatique étant, pour rappel, de 70h de dépassement de la température seuil de 28°C.

La qualité de l'air et la qualité acoustique nécessaire au bon fonctionnement des salles de classe ne permettent pas l'ouverture des vitrages pendant les périodes d'occupation des salles.

Ainsi la solution que nous avons proposée consiste en l'ouverture des baies, en dehors des périodes d'occupation aux R+2 et R+3 ainsi que le maintien de l'extraction à un volume 2 fois supérieur à celui réglementaire au RdC et R+1. Cela permet de surventiler les locaux la nuit et ainsi de décharger la chaleur emmagasinée. Cette surventilation n'étant pas suffisante, l'ajout d'un plancher rafraîchissant permet d'assurer le confort d'été des occupants.

Dans les locaux donnant sur la cour maternelle et orientés Ouest, nous observons sur la dernière heure de la journée un fort pic de température, dus aux apports solaires. Cet aspect est négligeable car cette période de 17h à 18h correspond à la sortie de l'établissement des enfants, l'occupation est donc décroissante.

Nous observons que le principe de décharge thermique est efficace et permet de faire fortement chuter la température dans les locaux. Cependant, les apports internes pendant les périodes d'occupation sont trop importants et engendrent de fortes montées en température. Sans climatisation en période d'occupation, il est complexe de respecter les exigences programmatiques (cf rapport phase APD).

Les modifications apportées entre la phase APD et la phase PRO ont permis une amélioration du confort en période estivale notamment grâce à la diminution de la taille des menuiseries et de leurs caractéristiques associées (vitrages, protections solaires).

Il est ainsi indispensable de mettre en place un système de rafraîchissement actif couplé à une surventilation nocturne.

