



passibat'

LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE  
ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE

# Etude de confort d'été des bâtiments passifs

Simulations et retours d'expériences

---

Lignie Camille

Congrès 2024

# SOMMAIRE

## 1. CONCEPTION

- a. Groupe scolaire Jean Jaurès et Jacqueline Auriol du Bourget
- b. Exigences programmatiques
- c. Simulation Thermique Dynamique
- d. Autres indicateurs de confort

## 2. EXPLOITATION

- a. Sensibilisation des usagers
- b. Instrumentation du bâtiment
- c. Détection des anomalies
- d. Gestion des protections solaires

1

# CONCEPTION

## Conception

Groupe scolaire Jean Jaurès et Jacqueline Auriol du B

2 Ecoles livrées en  
décembre 2022

Projet passif certifié

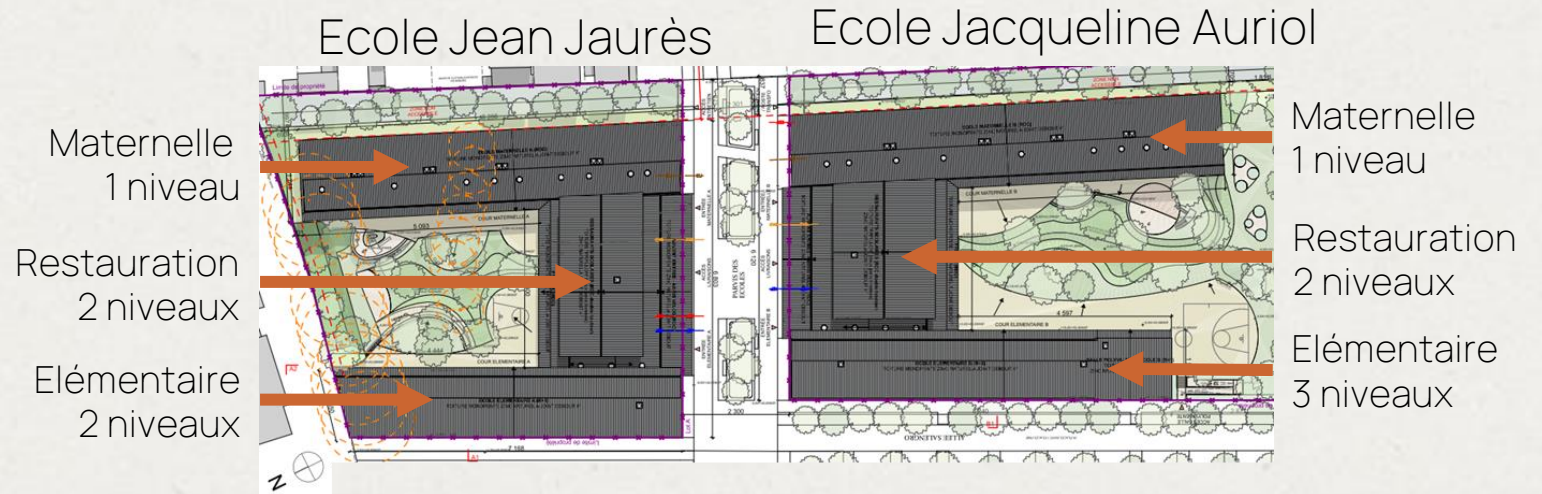
SRE Ecole Jaurès : 3150 m<sup>2</sup>  
SRE Ecole Auriol : 3885 m<sup>2</sup>

Enveloppe passive  
R toiture : 12,7 m<sup>2</sup>.K/W  
R murs : 7,5 m<sup>2</sup>.K/W  
R plancher bas : 9,1 m<sup>2</sup>.K/W  
Triple vitrage  $U_w < 0,9$   
W/(m<sup>2</sup>.K)

N50 : 0,45 et 0,52 vol/h



Architecte Tectoniques et Ajeance



## Conception

Groupe scolaire Jean Jaurès et Jacqueline Auriol du Bourget



*Architecte Tectoniques et Ajeance*



Structure bois

Éléments béton :

- Dalle basse RDC
- Allège béton
- Office

Surface vitrée importante

Exigences  
programmatisques sur la  
qualité visuelle

## Conception

Groupe scolaire Jean Jaurès et Jacqueline Auriol du Bourget

Protections solaires avec  
gestion semi-automatique



En fonctionnement depuis octobre  
2023

Période estivale de mai à septembre :  
Automatique sur programmation horaire avec dérogation  
manuelle

8h : ↓ 45°

12h : ↓ 45°

15h : ↓ 45°

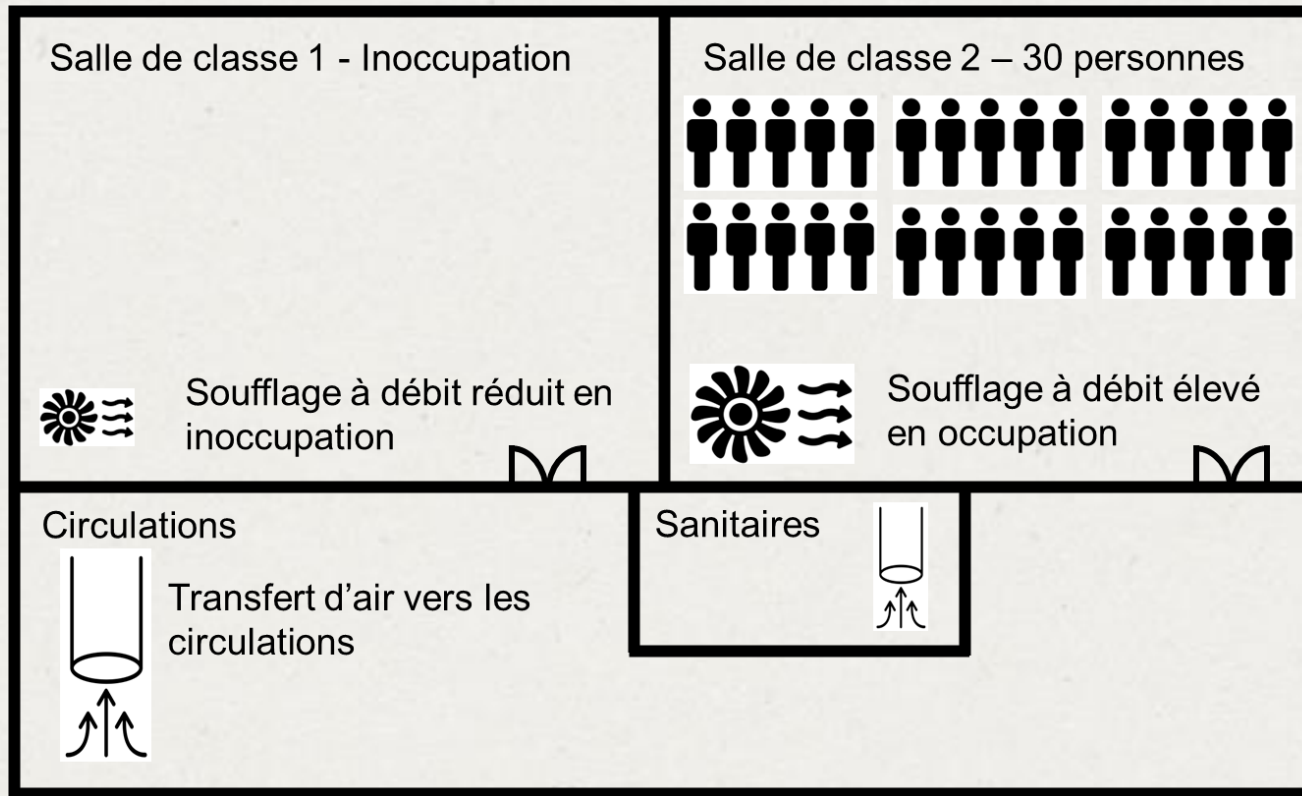
19h : ↓

Période hivernale :  
Gestion manuelle



## Conception

Groupe scolaire Jean Jaurès et Jacqueline Auriol du Bourget



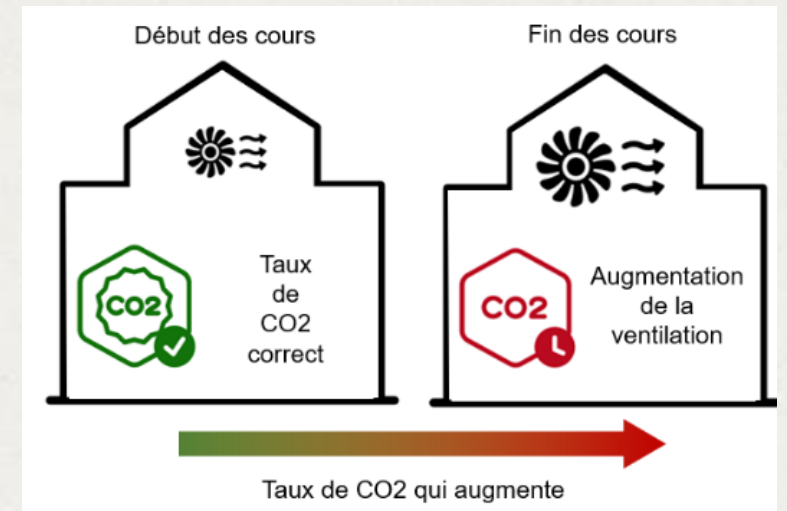
Ventilation double flux sur programmation horaire

Arrêt de fonctionnement en dehors des plages horaires

Transfert d'air

30 m<sup>3</sup>/h par personne

Boîtes à Débits Variables



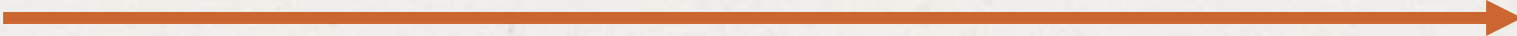
## Conception

Groupe scolaire Jean Jaurès et Jacqueline Auriol du Bourget

Ventilation mécanique  
nocturne

Rafrachissement par  
détente directe

Ordre de priorité de rafraichissement en période estivale



Fonctionnement estival	Ventilation mécanique	Night cooling mécanique	Rafrachissement
Occupation	OUI – débit variable en fonction du taux de CO <sub>2</sub>	NON	Si T int de reprise des CTA > 26°C – Débit selon CO <sub>2</sub>
Inoccupation	NON	OUI – Débit maximal	NON

Ventilation naturelle par  
ouverture des fenestres  
selon le taux de CO<sub>2</sub>

## Conception

Groupe scolaire Jean Jaurès et Jacqueline Auriol du Bourget

Niveau CO<sub>2</sub> ≤ 800 ppm



800 ppm < Niveau CO<sub>2</sub> < 1400 ppm



Niveau CO<sub>2</sub> ≥ 1400 ppm



Ouverture des fenestres jusqu'à ce que le voyant passe en vert

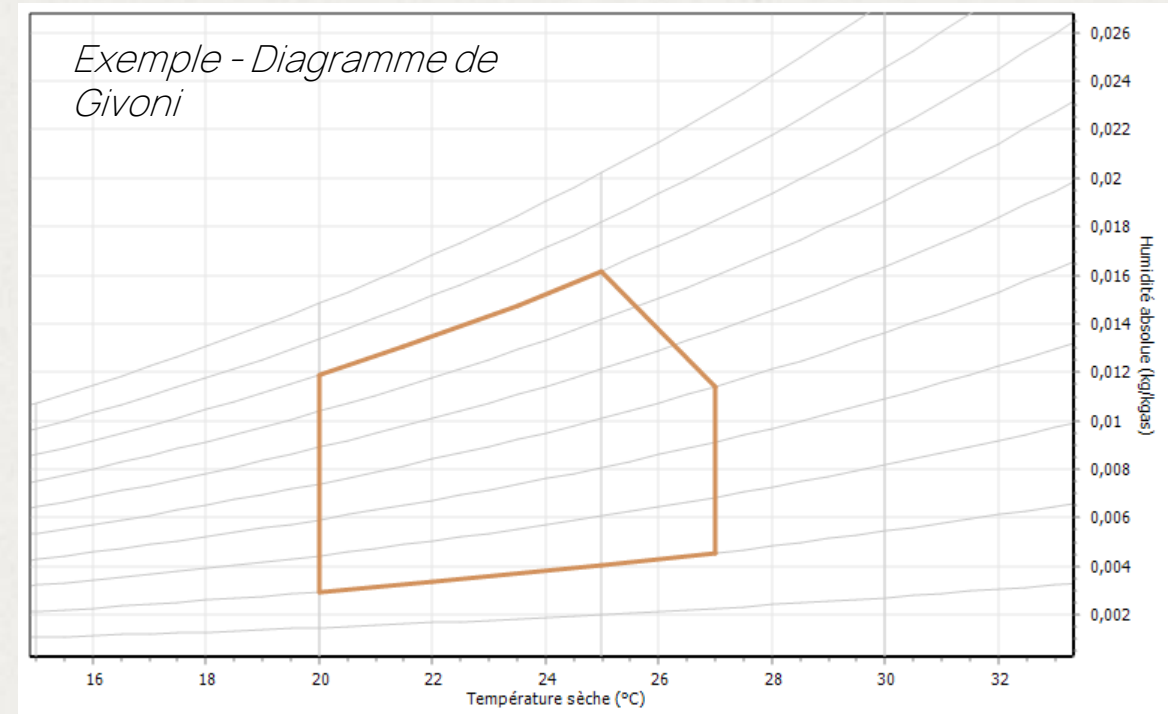
## Conception

### Exigences programmatiques

Etudes du confort sur un fichier météo médian et 3e quartile de Paris 2050

#### Programme :

- Inconfort sera maîtrisé et limité à 30h/an sur la base du diagramme de Givoni
- Taux d'inconfort ne devra pas dépasser 2% du temps d'occupation
- Confort atteint avec les fenêtres fermées car contraintes acoustiques au niveau de la parcelle



# Conception

## Simulation Thermique Dynamique

ECOLE AURIOL METEO STANDARD						ECOLE AURIOL METEO CANICULE				
	Confort pour Tint=28°C		Givoni		Temps occupation annuelle locaux	Confort pour Tint=28°C		Givoni		Temps occupation annuelle locaux
	Nb hors limites de t°	% inconfort	% confort en occup	h Givoni	h	Nb hors limites de t°	% inconfort	% confort en occup	h Givoni	h
Salle de Classe 1	0	0%	99,6%	5	1260	0	0%	97,3%	34	1260
Salle de Classe 2	0	0%	99,6%	5	1260	0	0%	96,9%	39	1260
Salle de Classe3	0	0%	99,6%	5	1260	0	0%	96,9%	39	1260
Salle de Classe 4	0	0%	99,7%	4	1260	0	0%	96,7%	42	1260

# Conception

## Simulation Thermique Dynamique

Diagramme de Givoni - Salle polyvalente (94.4% du temps occ.)

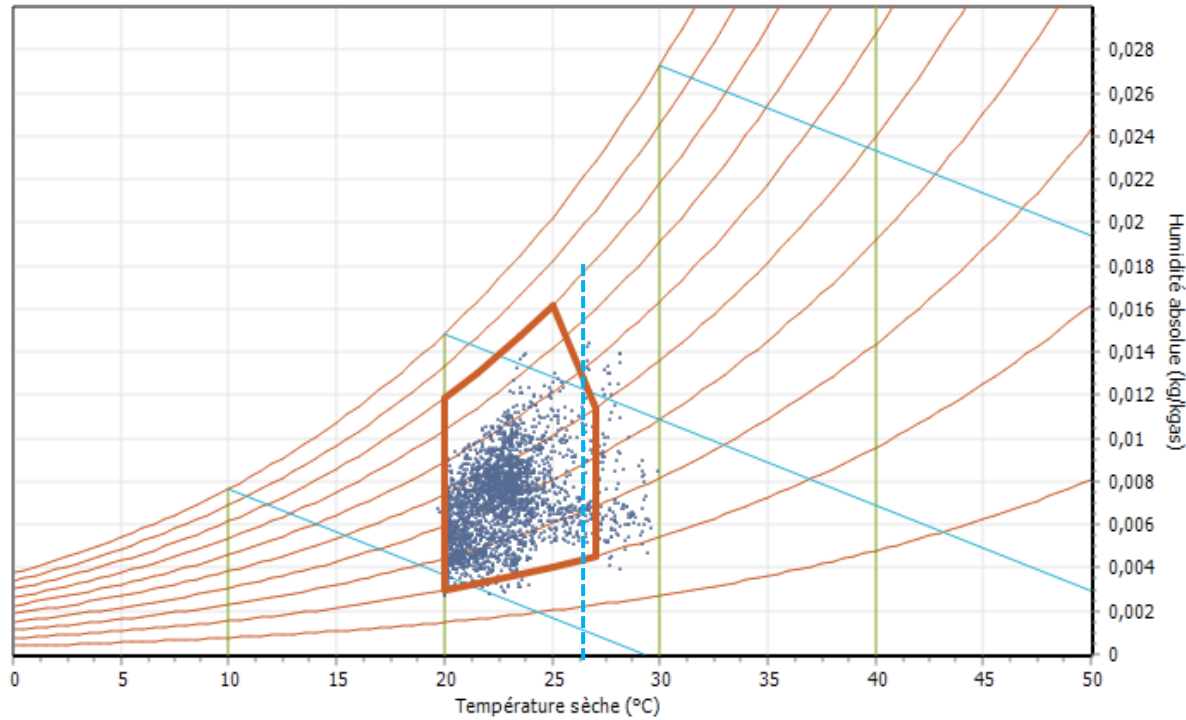


Diagramme de Givoni - Etude de la température et de l'humidité intérieure

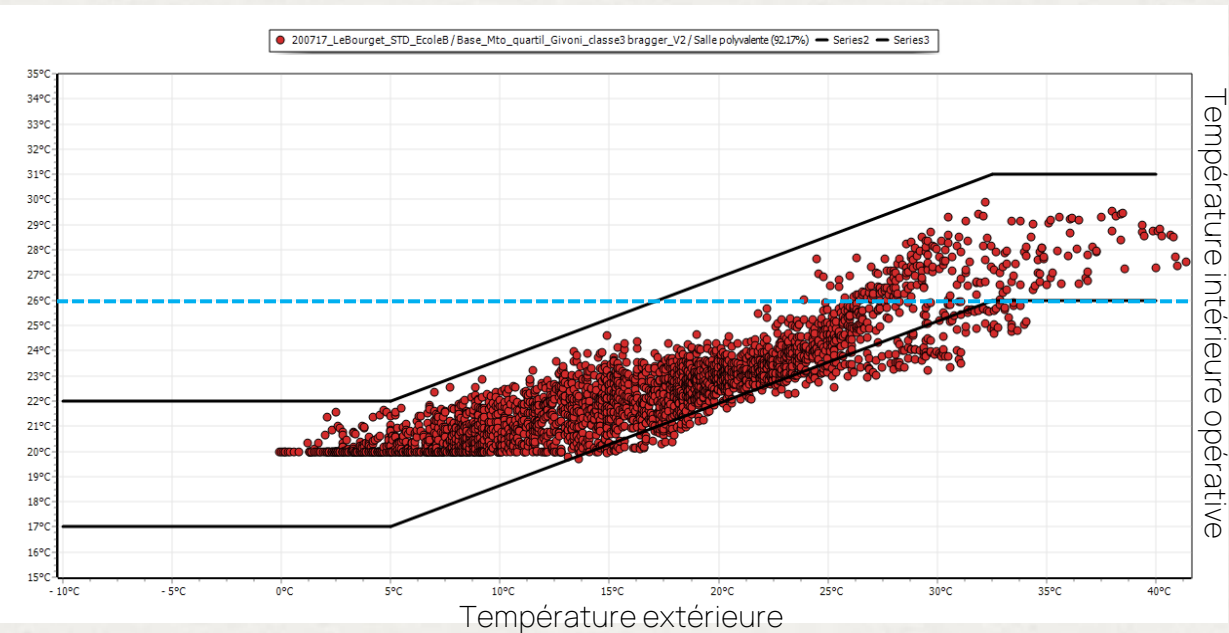
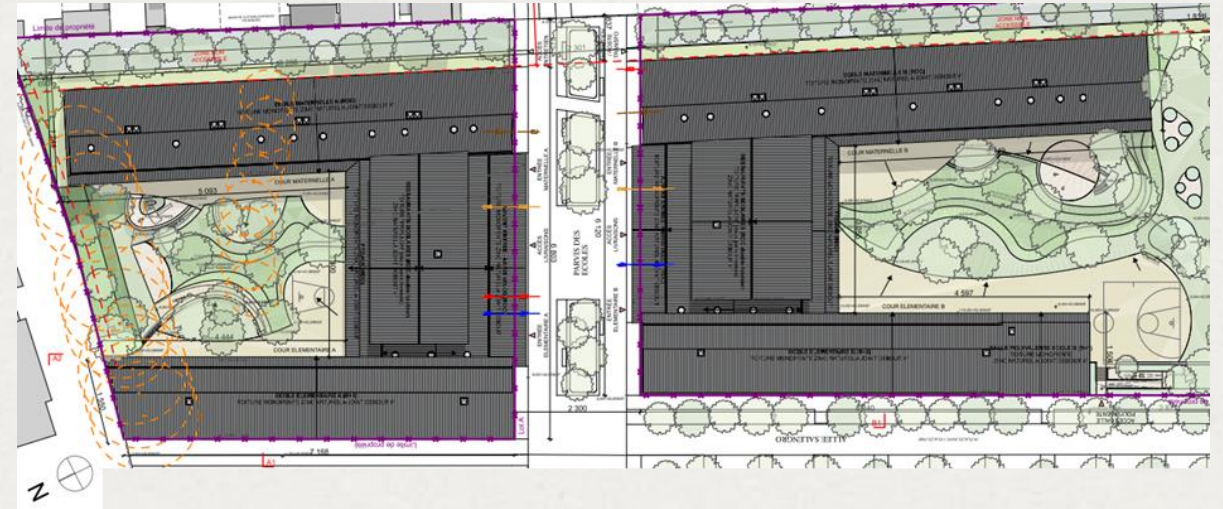


Diagramme de Brager - Etude de la température intérieure et extérieure

## Conception

Autres indicateurs de confort



		Outils de confort	Seuils max	Résultats calculs
Ecole Jaurès		STD – Taux d'inconfort à 28°C	2 %	0 %
		PHPP – Fréquence de surchauffe	5 %	1,7 %
Ecole Auriol		STD – Taux d'inconfort à 28°C	2 %	0 %
		PHPP – Fréquence de surchauffe	5 %	2,7 %

$h_{>25} \text{ } ^\circ\text{C}$	Évaluation
> 15 %	catastrophique
10 – 15 %	mauvais
5 – 10 %	acceptable
2 – 5 %	bon
0 – 2 %	excellent

*Evaluation de la fréquence de surchauffe - manuel PHPP V9*

2

# EXPLOITATION

# Exploitation

Sensibilisation des usagers

## Actions mises en place

- Livret d'accueil
- Signalétiques dans les salles de classes
- Réunions avec les enseignants sur place

# Utilisation des commandes manuelles - enseignants



## Sonde CO2

- **Voyant vert** : Rien à faire. La qualité de l'air est bonne.
- **Voyant Rouge** : Ouverture des fenêtres jusqu'à ce que le voyant passe au vert (le chauffage se coupe automatiquement). Privilégier les indications ci-dessous en fonction des saisons :



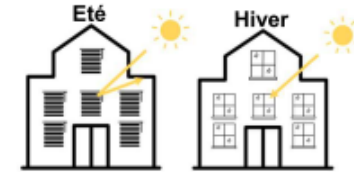
**En période estivale** : Ouvrir le matin car les températures y sont plus fraîches.

**En période hivernale** : Ouvrir 10 min en grand plutôt que 1h en oscillé battant car le chauffage se coupe si les fenêtres sont ouvertes.



## Protections solaires

**Gestion hivernale** : Maximiser les apports solaires = **ouvrir les stores**. En cas d'éblouissement, fermer les protections solaires **manuellement**



**Gestion estivale** : Minimiser les apports solaires = **abaisser au maximum les stores**  
=> Fermeture automatique d'avril à octobre des protections solaires 3 fois dans la journée avec une inclinaison des lames à 45° à 8h - 12h - 15h et une fermeture totale à 19h. Dérogation manuelle possible grâce aux boutons dans chaque salle

### Utilisation des boutons

NB: possibilité d'avoir les lames horizontales ou verticales manuellement uniquement. Pas d'autres inclinaisons possibles



Il est possible de stopper les BSO à la hauteur que l'on souhaite (avec les lames verticales ou horizontales. Pour cela, veuillez suivre la procédure suivante :

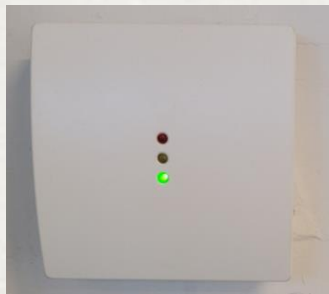
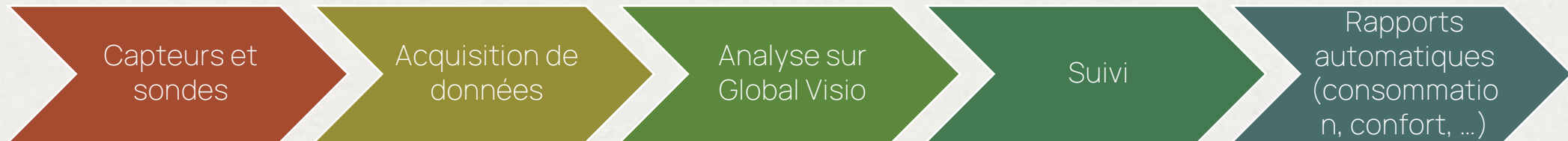
Arrêt à mi-course avec lames verticales Position initiale : BSO relevé		Arrêt à mi-course avec lames horizontales Position initiale : BSO baissé	
Baisser les stores jusqu'à la hauteur souhaitée	puis	Relever les stores jusqu'à la hauteur souhaitée	puis
Une fois la hauteur souhaitée atteinte	et	Une fois la hauteur souhaitée atteinte	et

Pour plus d'informations, voir le livret de performance des bâtiments



# Exploitation

Instrumentation du bâtiment



Exploitation

Instrumentation du bâtiment

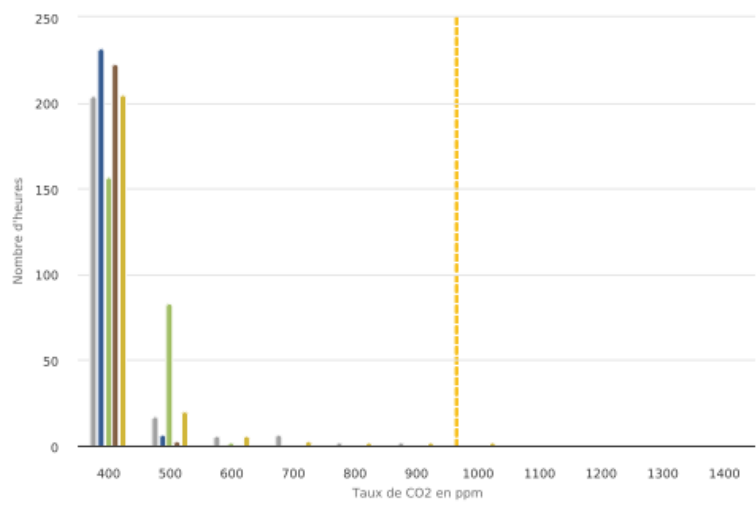
**Confort - Indice de confinement JAURES**  
Taux CO2 et Indice de confinement

Elementaire RDC



L'indice de confinement d'air permet d'évaluer la qualité de l'air en lui attribuant un score de 0 à 5. Il permet d'évaluer la qualité et l'efficacité des systèmes d'aération et de renouvellement de l'air dans un espace clos et occupé. Un score de 0 correspond à un confinement de l'air nul (les concentrations de CO2 sont toujours en-dessous de 1000 ppm pendant l'occupation), et constitue le cas le plus favorable pour une qualité de l'air sain dans un lieu clos. Un score de 5 correspond à un air extrêmement confiné.

	Indice	Performance
E14 salle d'évolution - niveau co2 ambiance	0	●
E18 salle d'accueil élémentaire - niveau co2 ambiance	0	●
E3 accueil gardien - niveau co2 ambiance	0	●
E17 atelier - niveau co2 ambiance	0	●
E5 salle des maîtres - niveau co2 ambiance	0	●



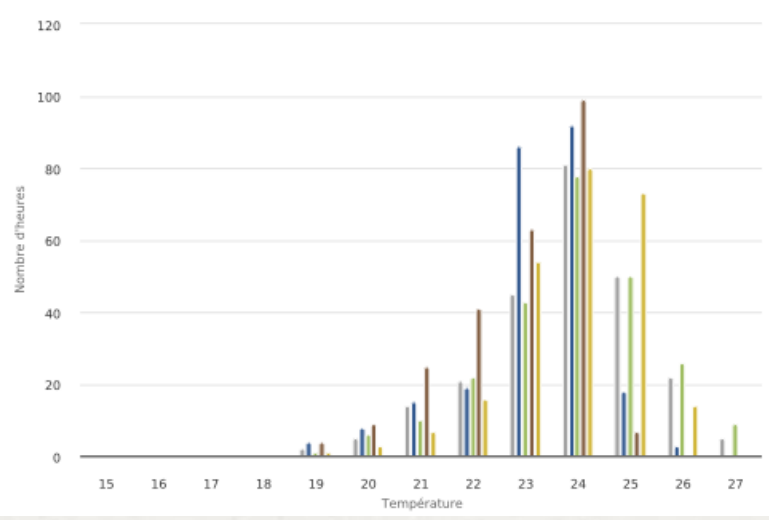
**Confort - Température JAURES**  
Suivi des températures d'ambiance

Maternelle



Moyenne d'heure(s) >28°C  
**0**

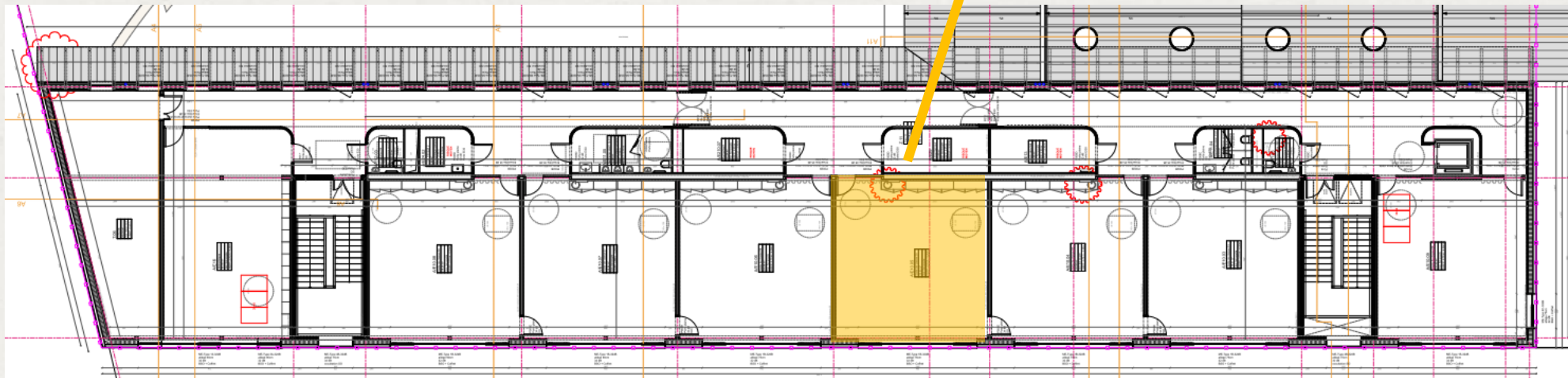
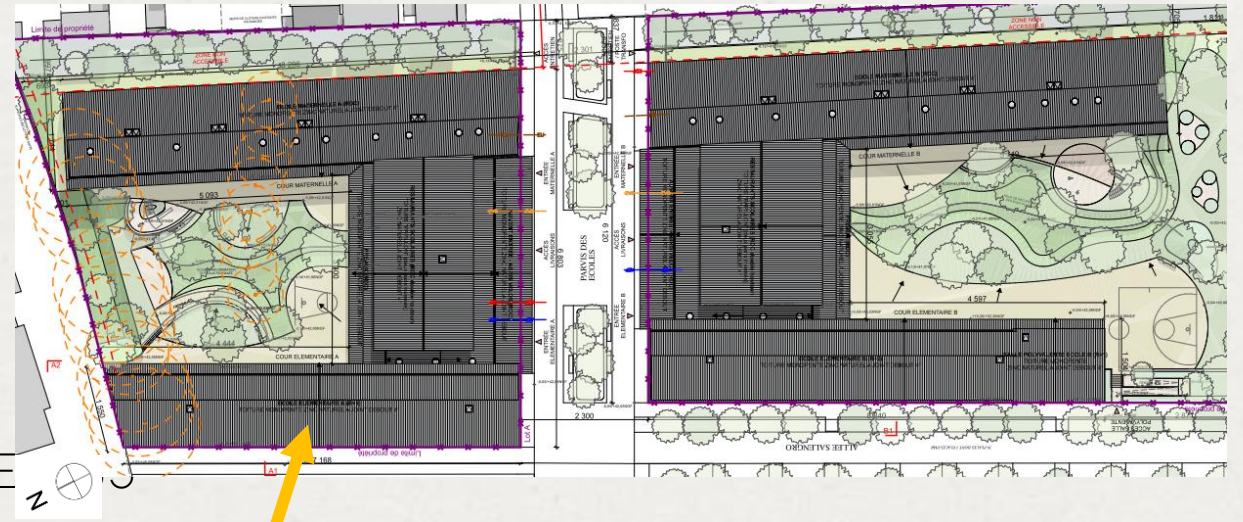
	Moyenne	Min	Max	H > seuil	Performance
M06.01 salle de repos 1 - température ambiance	24.2	19	27	0 h	●
M12 atelier - température ambiance	23.4	18	26	0 h	●
M5.01 salle d'activité 1 - température ambiance	24	19	27	0 h	●
M11 bibliothèque - température ambiance	23.1	19	25	0 h	●
M9 salle motricité - température ambiance	24	19	26	0 h	●

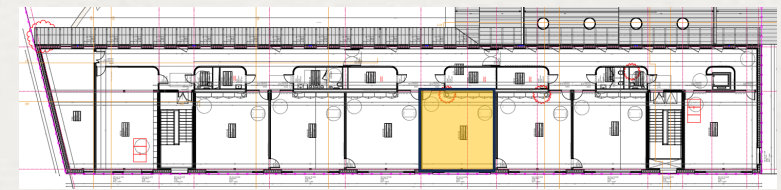


# Exploitation

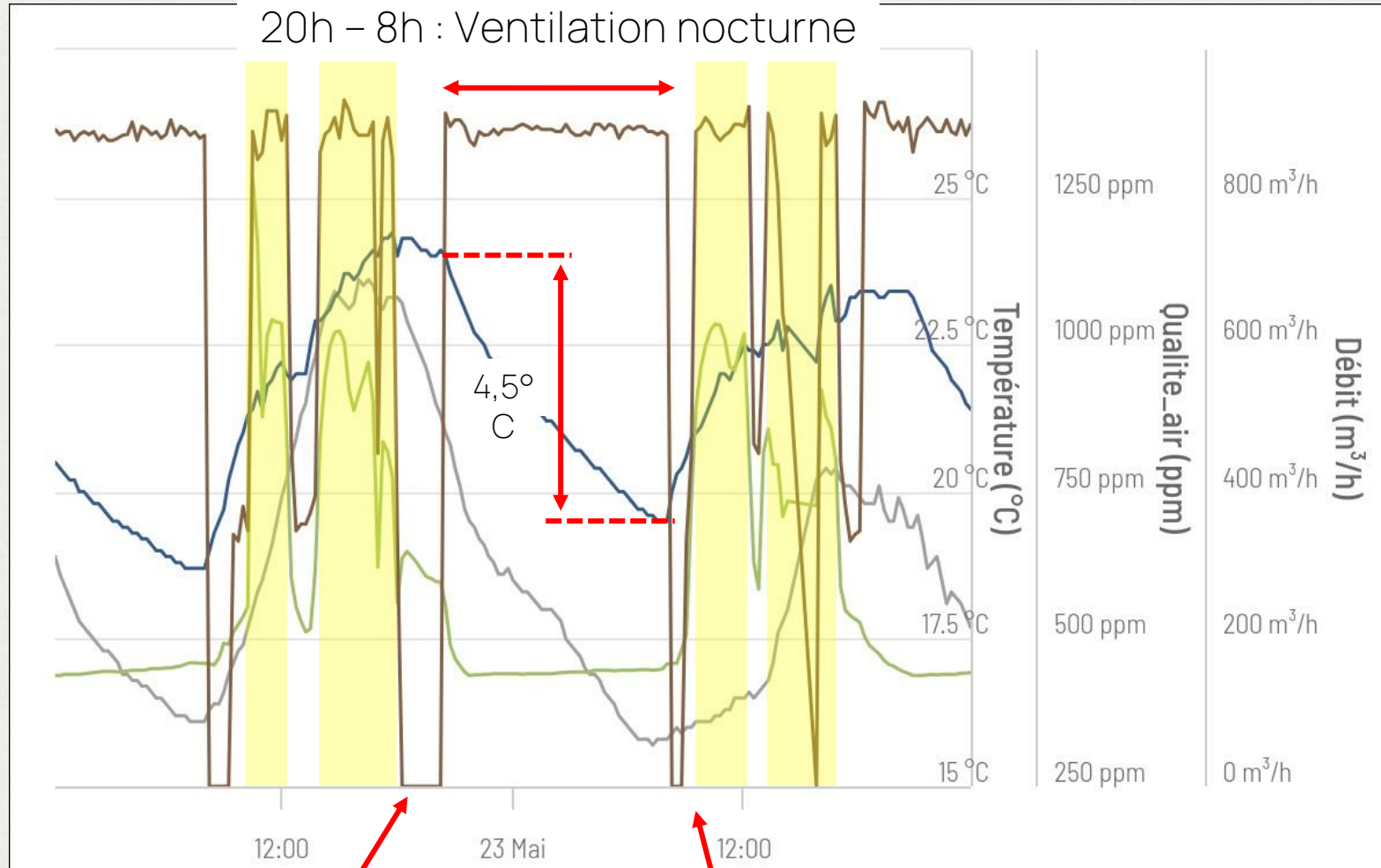
## Instrumentation du bâtiment

Ecole Jaurès – Elémentaire R+1 – Salle de classe E  
Façade exposée Nord-Ouest





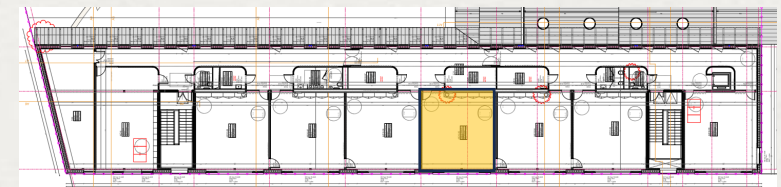
Ecole Jaurès - Elémentaire R+1 - Salle de classe E10.05



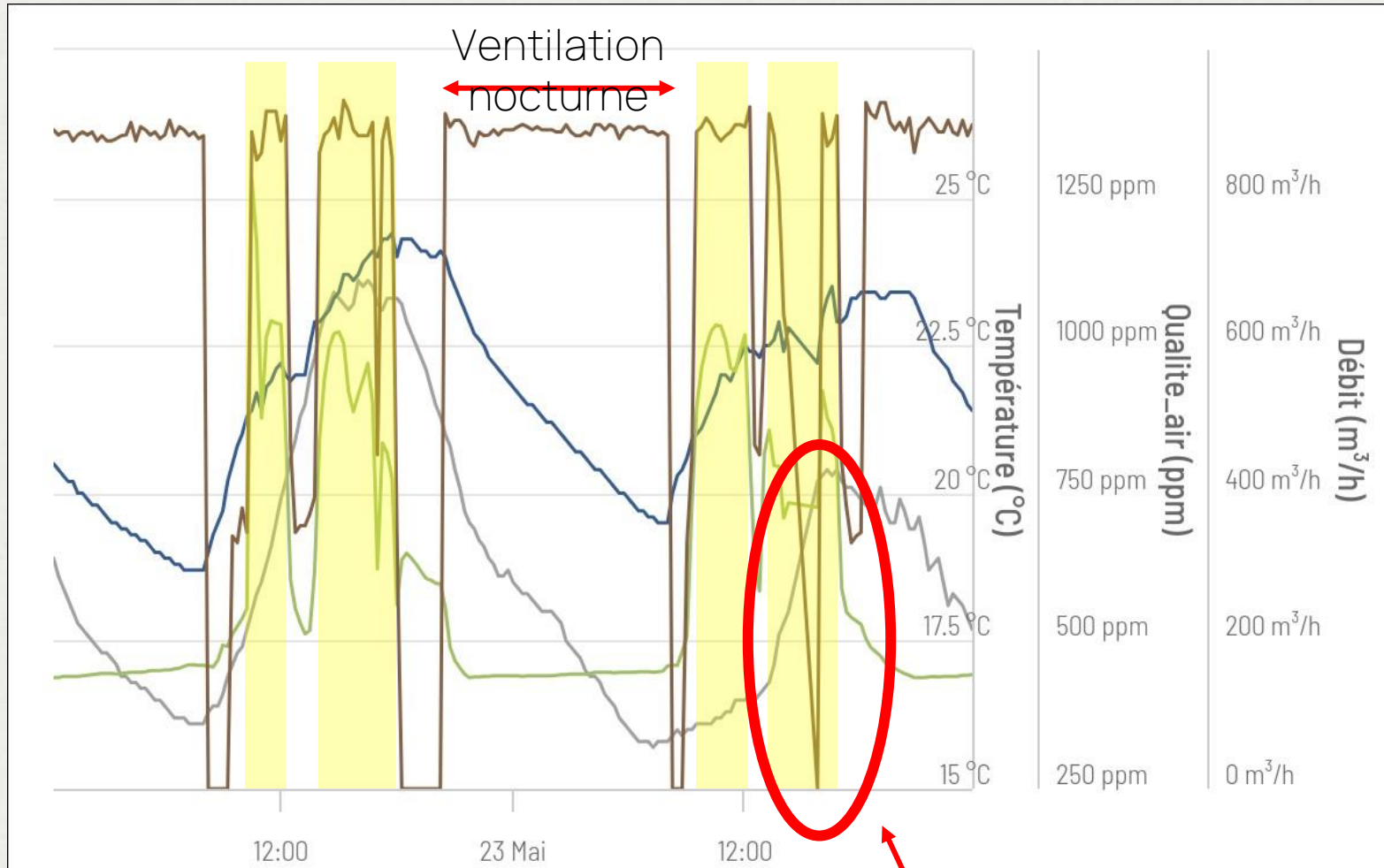
18h : Arrêt ventilation

8h30h : Marche ventilation

- Température
- extérieure
- Température intérieure
- Débit de ventilation
- Niveau CO<sub>2</sub>
- Occupation

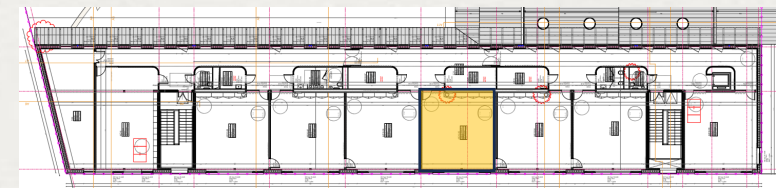


Ecole Jaurès – Elémentaire R+1 – Salle de classe E10.05



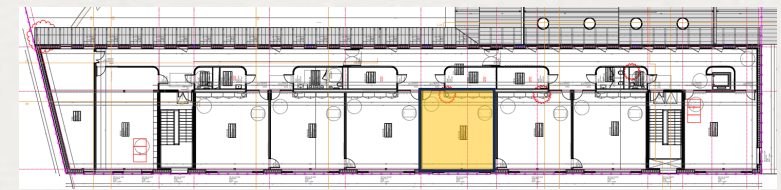
Erreurs de données

- Température
- extérieure
- Température intérieure
- Débit de ventilation
- Niveau CO<sub>2</sub>
- Occupation



Ecole Jaurès – Elémentaire R+1 – Salle de classe  
E10.05

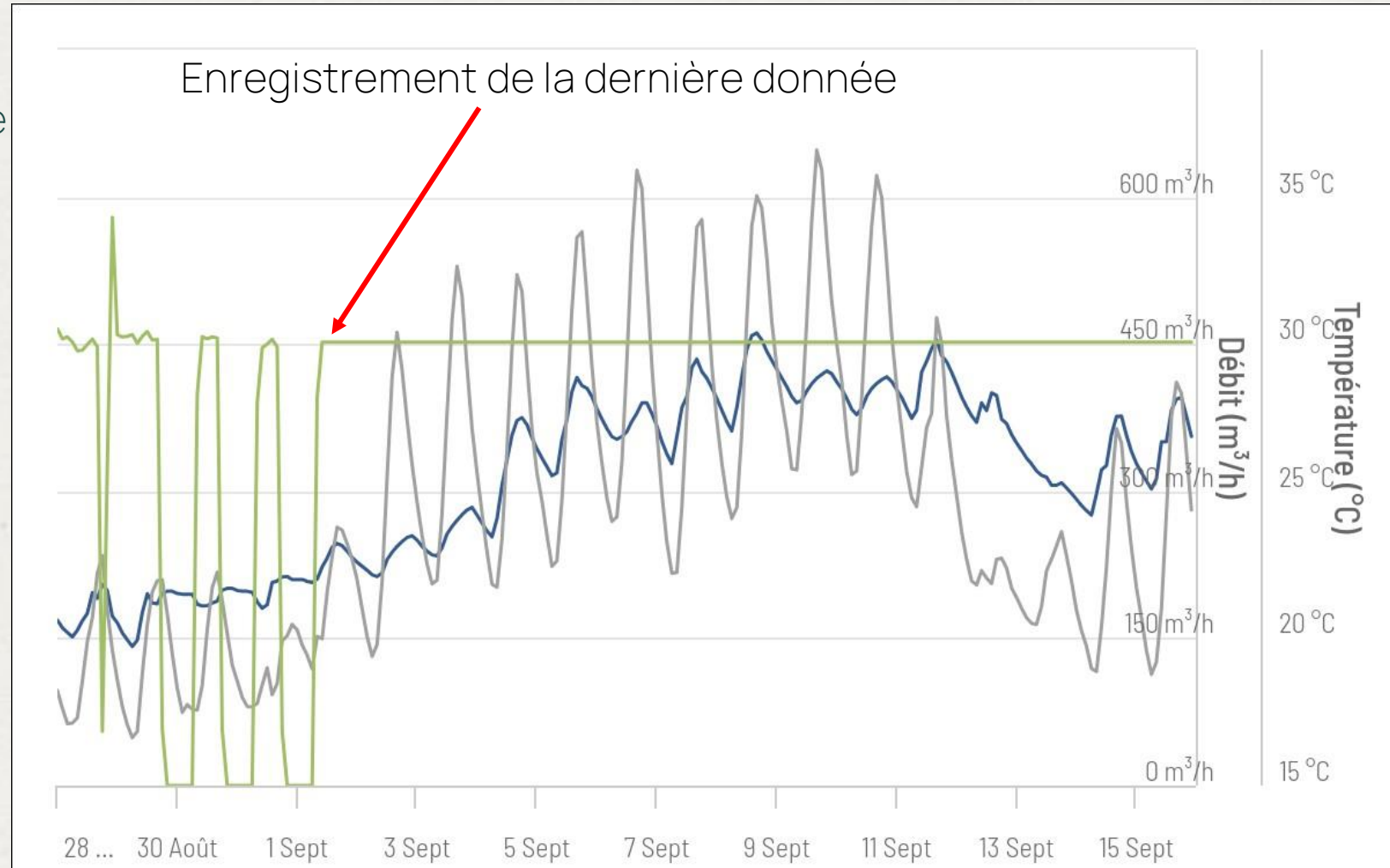
Mois	Taux d'inconfort	Température intérieure maximale	Commentaires
Janvier	0 %	23,0 °C	
Février	0 %	23,9 °C	
Mars	0 %	25,0 °C	
Avril	0 %	27,3 °C	
Mai	0 %	26,1 °C	
Juin	1,2 %	28,3 °C	8h avec température > 28°C
Juillet	3,3 %	28,8 °C	7h avec température > 28°C
Aout	0 %	26,0 °C	
Septembre	11,9 %	30,7 °C	Arrêt de fonctionnement de la CTA
Octobre	0 %	26,9 °C	
Novembre	0 %	23,6 °C	
Décembre	0 %	23,5 °C	



Ecole Jaurès - Élémentaire R+1 - Salle de classe E10.05

## Exploitation

Détection d'anomalie

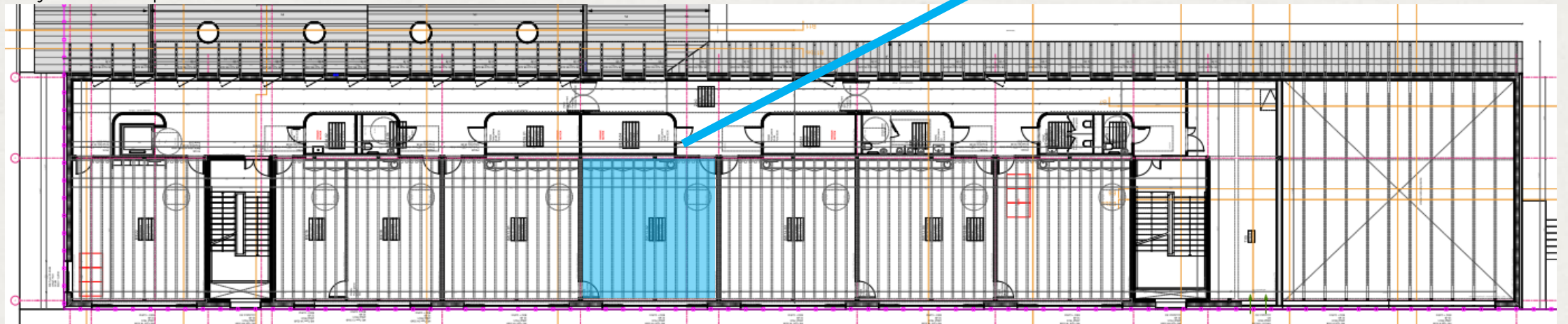
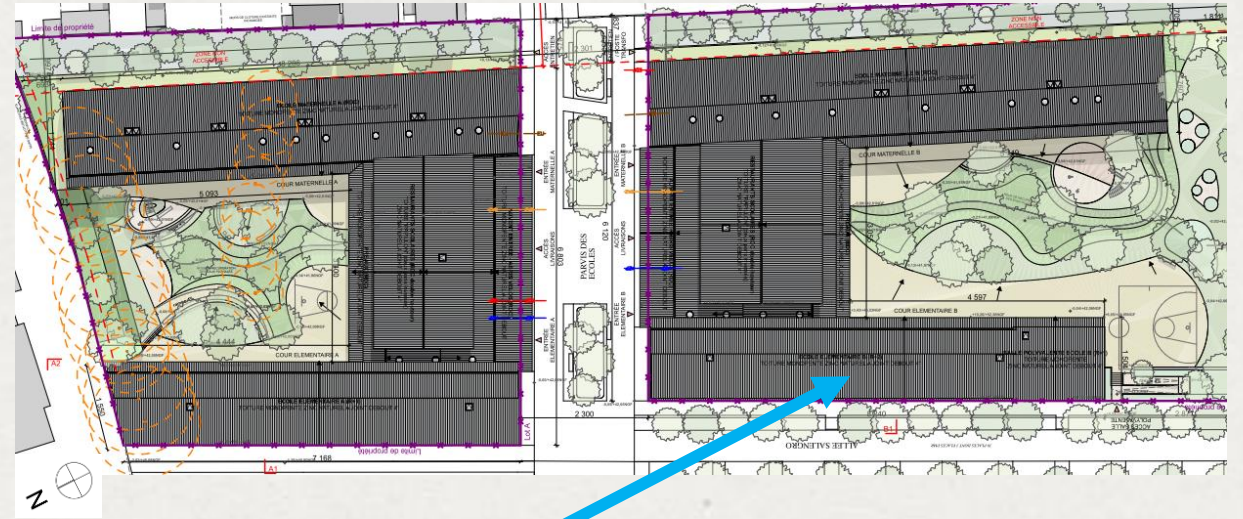


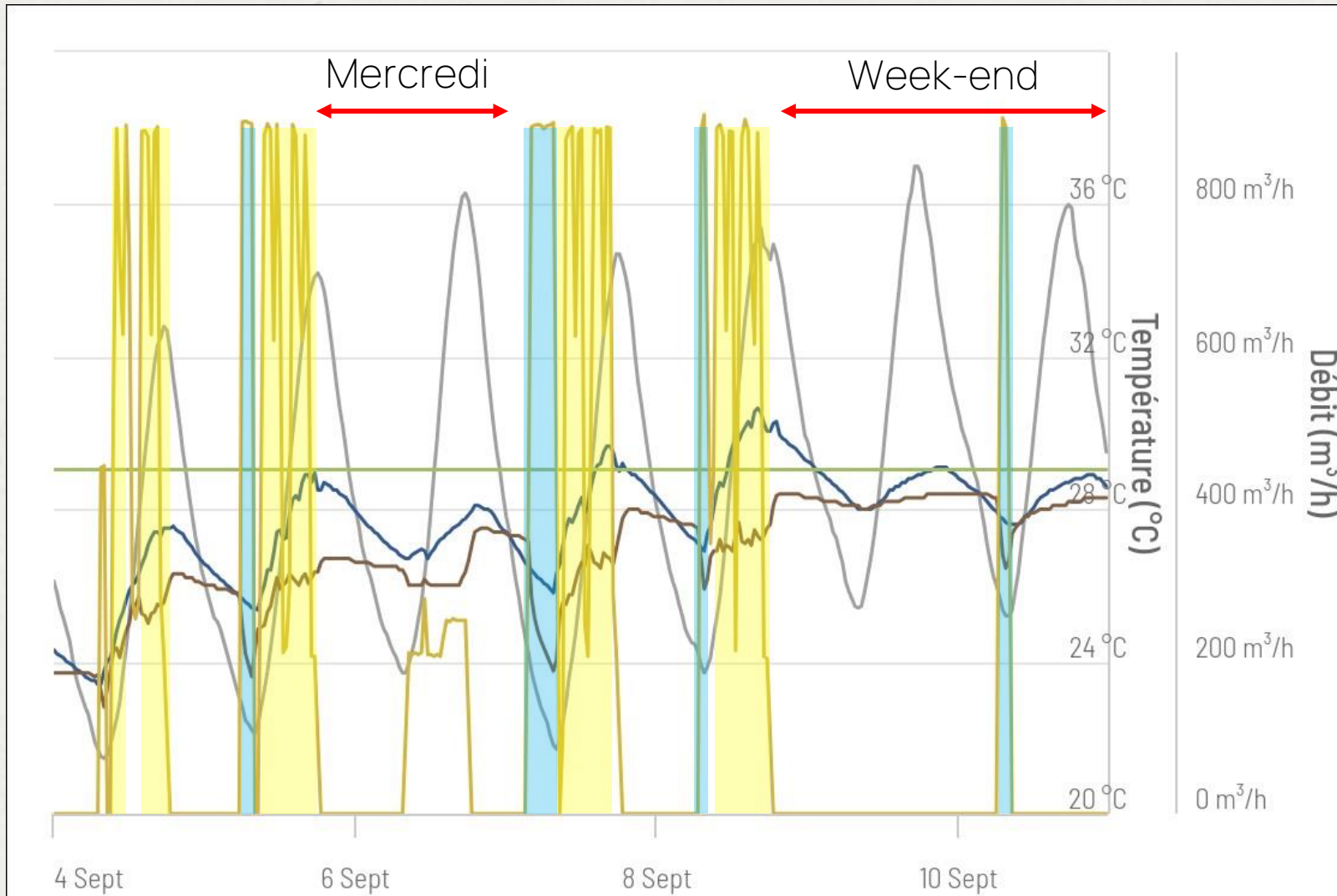
- Température
- extérieure
- Température intérieure
- Débit de ventilation

# Exploitation

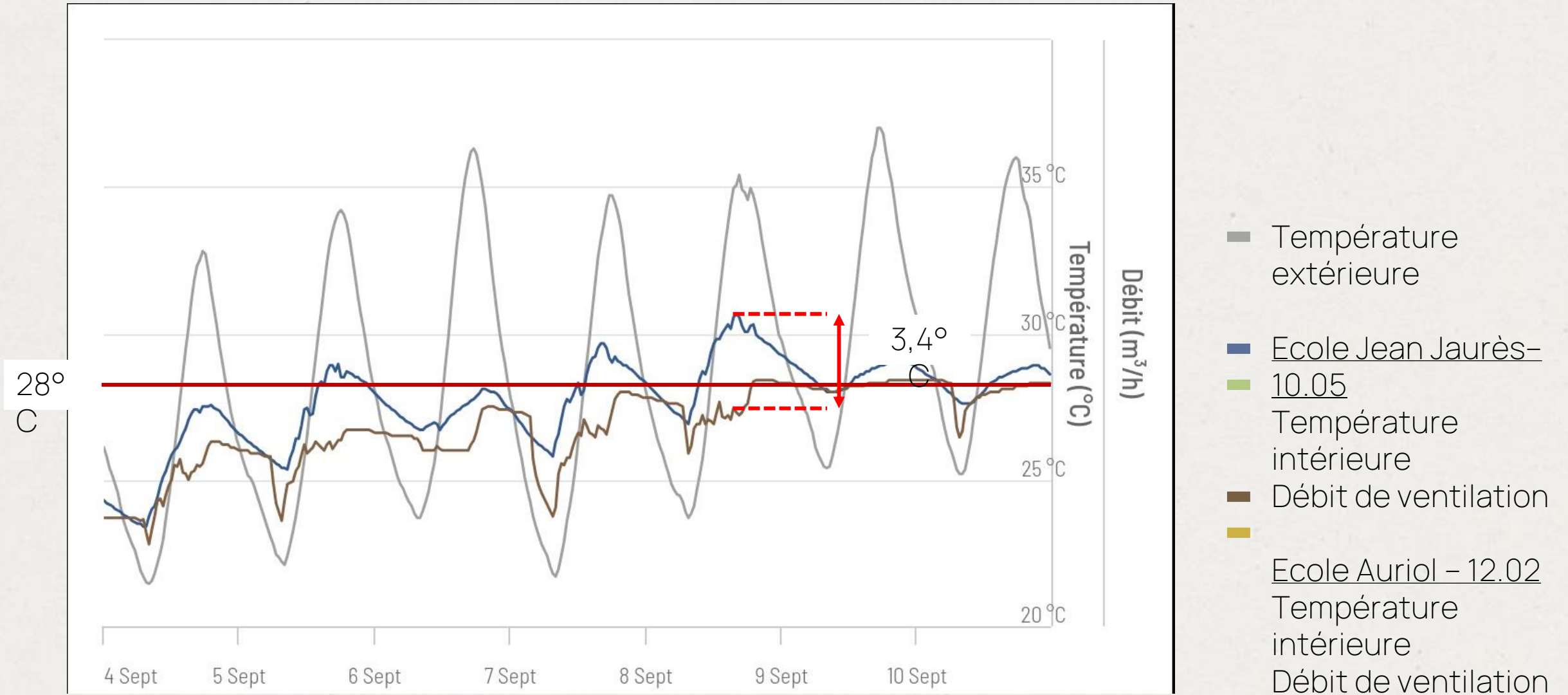
## Détection d'anomalie

Ecole Auriol – Elémentaire R+1 – Salle de classe  
E12.02  
Façade exposée Nord-Ouest

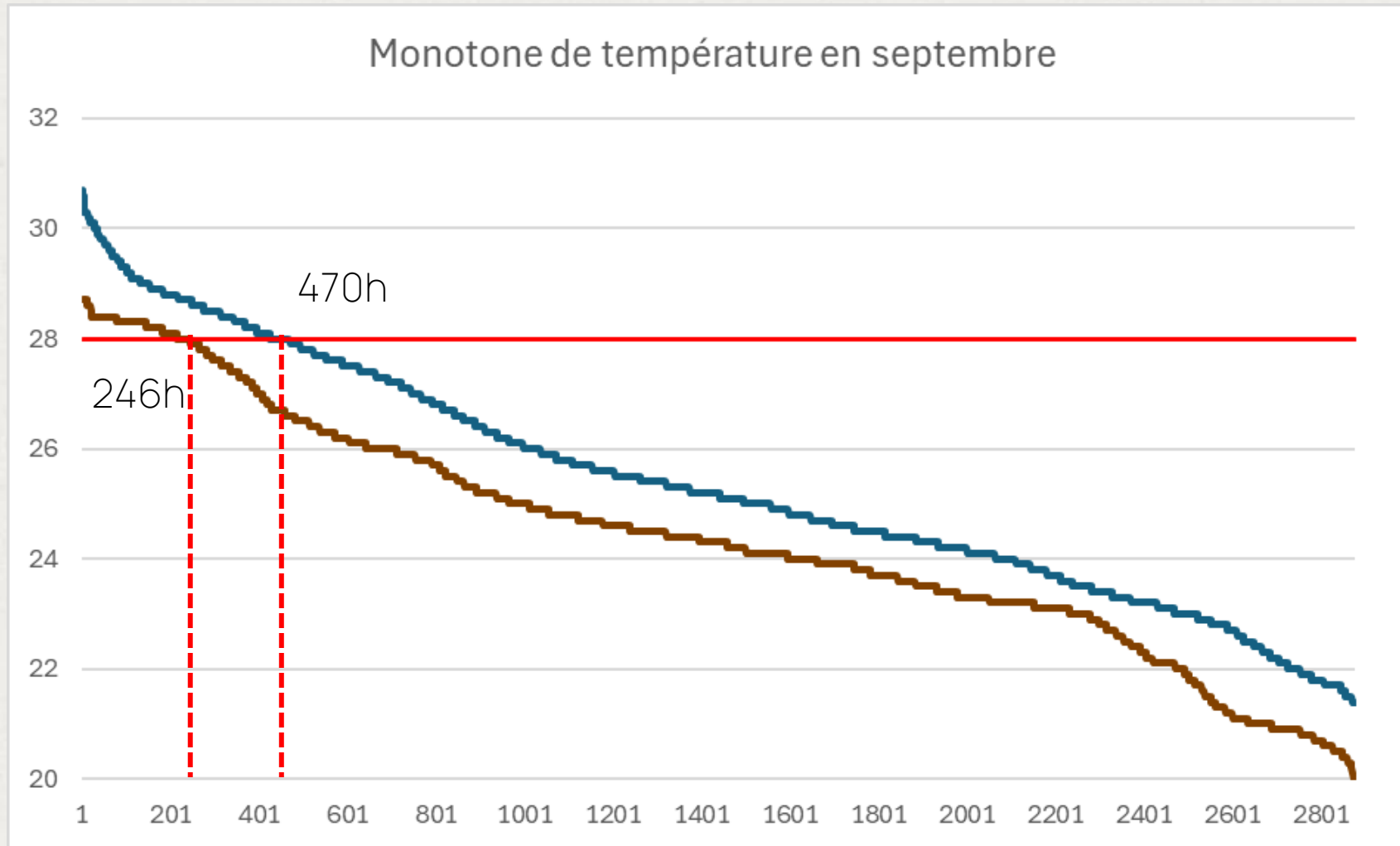




- Température extérieure
- Ecole Jean Jaurès – 10.05  
Température intérieure
- Débit de ventilation
- Ecole Auriol – 12.02  
Température intérieure  
Débit de ventilation
- Occupation
- Ventilation nocturne



- Température extérieure
- Ecole Jean Jaurès-10.05
- Température intérieure
- Débit de ventilation
- Ecole Auriol - 12.02
- Température intérieure
- Débit de ventilation



- Ecole Jaurès – 10.05  
■ Température intérieure
- Ecole Auriol – 12.02  
■ Température intérieure

# Exploitation

## Détection d'anomalie

- Instrumenter les bâtiments
  - Suivi du confort des usagers
  - Vérification du bon fonctionnement des équipements

## Exploitation

### Gestion des protections solaires

		Hiver		Eté	
		STD	Projet	STD	Projet
Occupation 7h – 19h	Occultation	NON	Gestion manuelle	OUI	Programmation automatique fonctionnelle en octobre 2023
	Taux d'occultation	-	-	64%	Selon usage et inclinaison des lames
Inoccupation 19h – 7h	Occultation	OUI avec alarme	Uniquement RDC	OUI avec alarme	Uniquement RDC
	Taux d'occultation	80%	Totalement fermées	80%	Totalement fermées

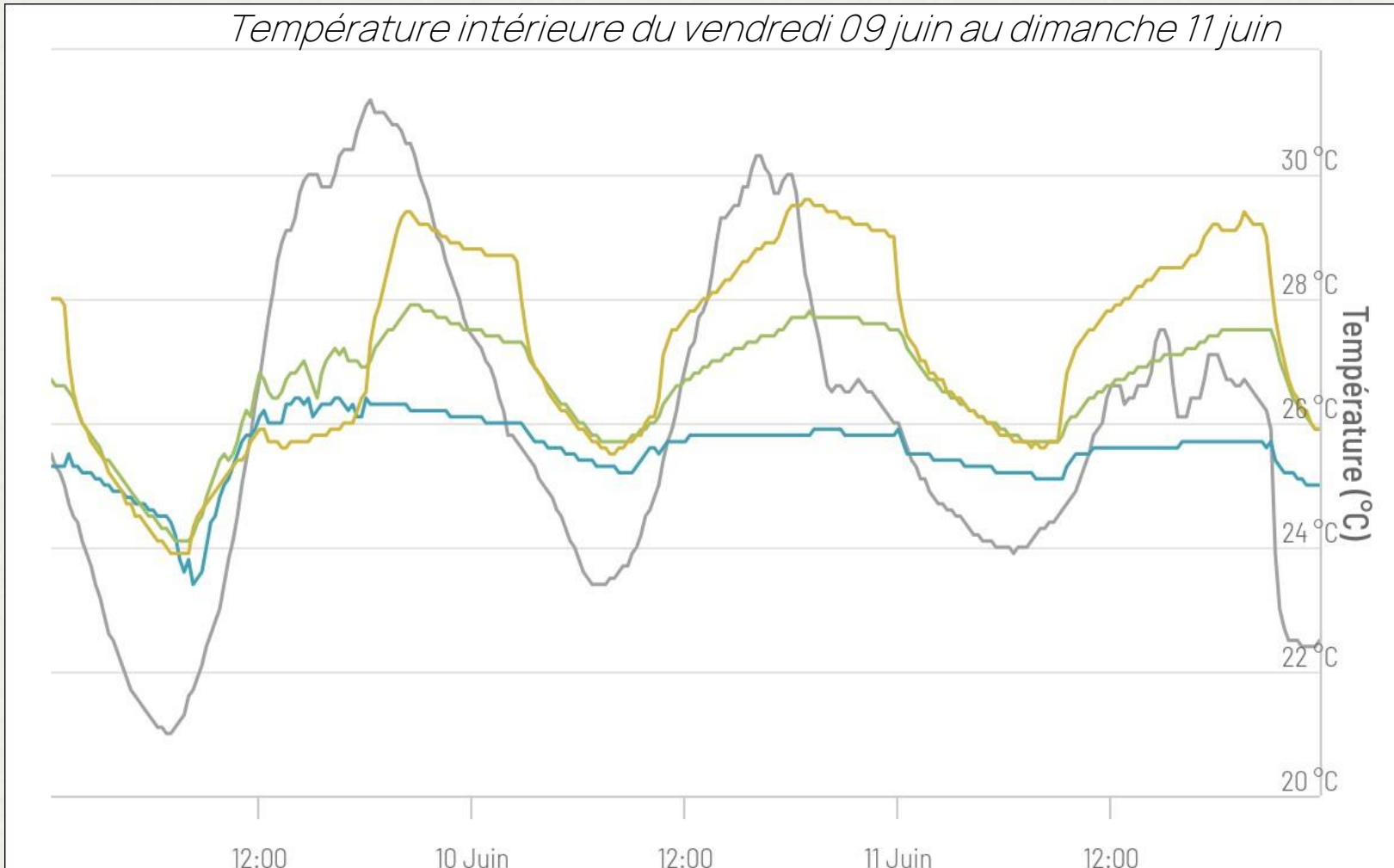
Automatisation des protections solaires  
effectives depuis octobre 2023

# Exploitation

## Gestion des protections solaires

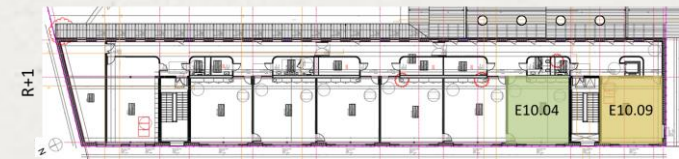


Température intérieure du vendredi 09 juin au dimanche 11 juin

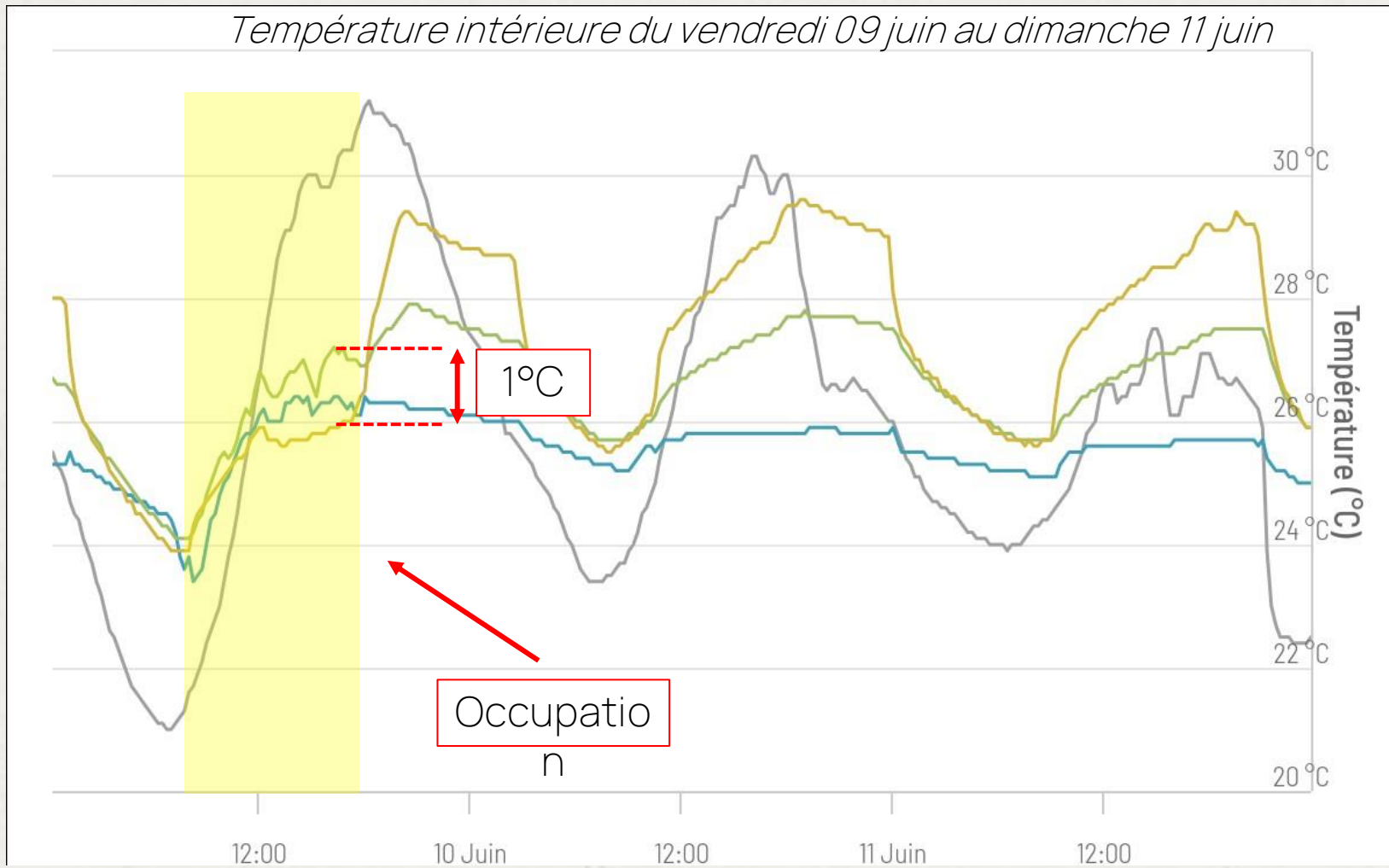


Ecole Jaurès - Élémentaire RDC et R+1

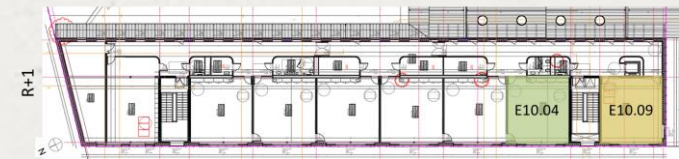
- Température extérieure
- Température intérieure E10.02
- Température intérieure E10.04
- Température intérieure E10.09



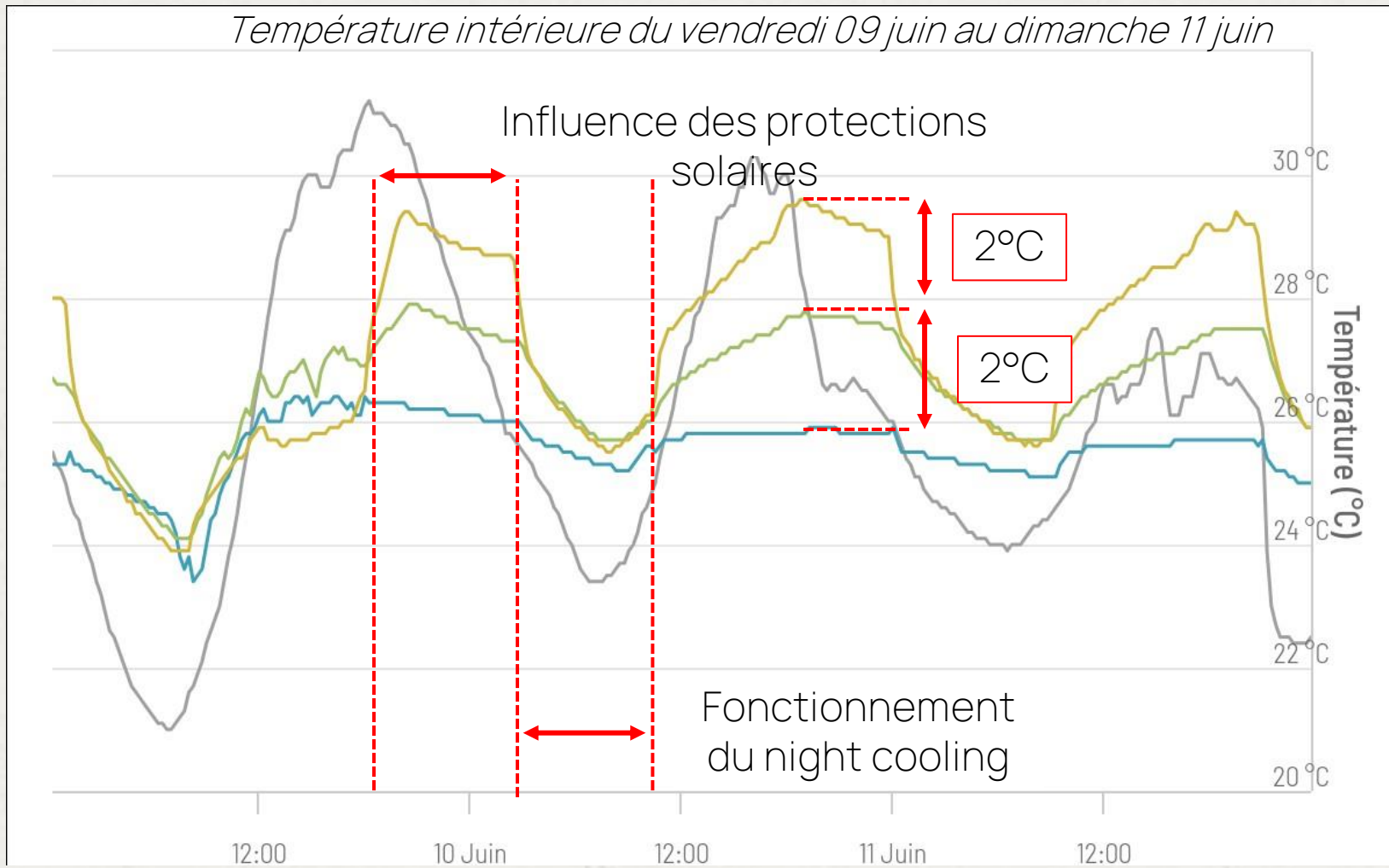
Ecole Jaurès - Élémentaire RDC et R+1



- Température extérieure
- Température intérieure E10.02
- Température intérieure E10.04
- Température intérieure E10.09



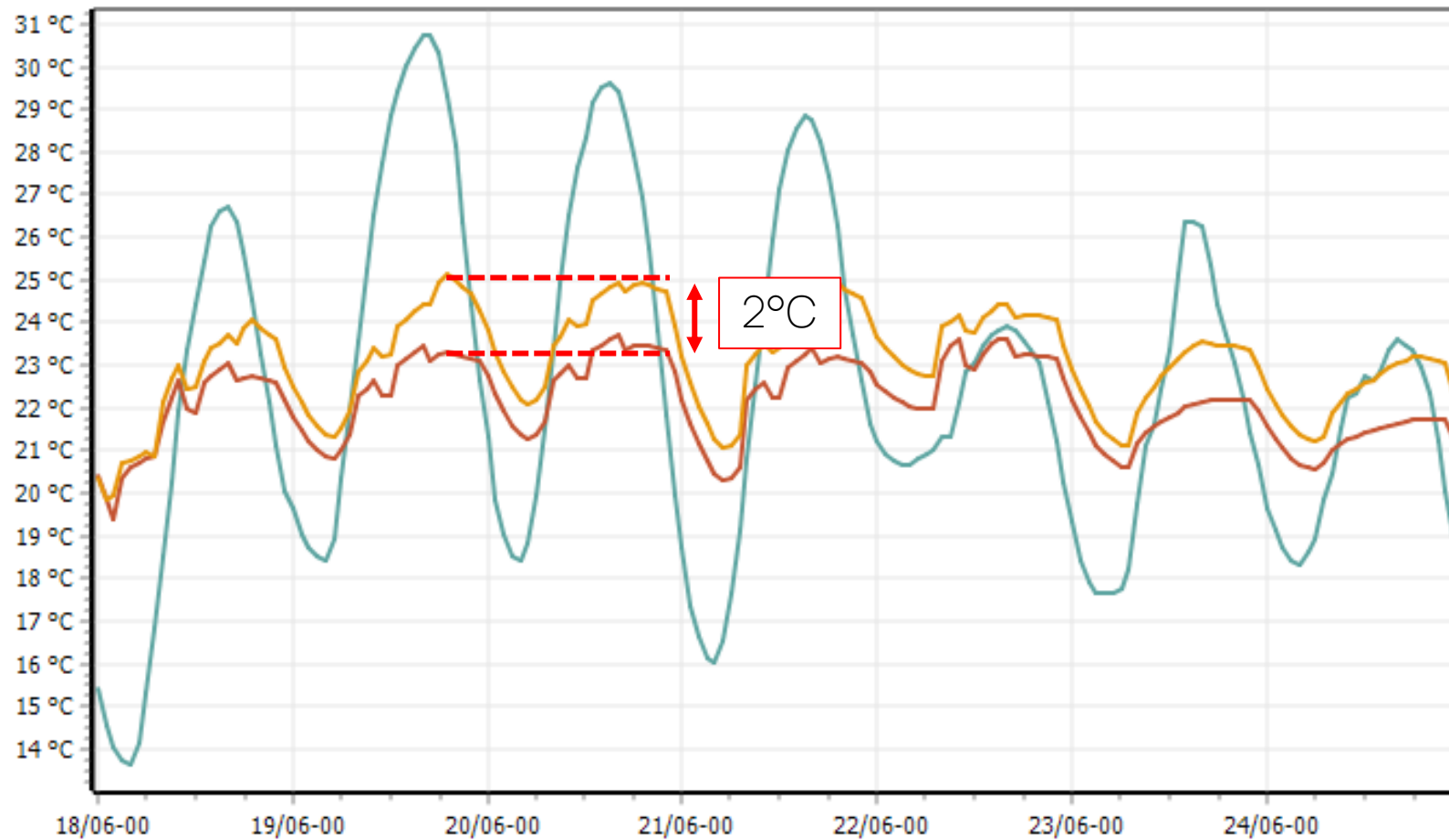
Ecole Jaurès - Élémentaire RDC et R+1



- Température extérieure
- Température intérieure E10.02
- Température intérieure E10.04
- Température intérieure E10.09



Ecole Jaurès - Élémentaire RDC et R+1



Confrontation avec les résultats STD

- Température extérieure
- Avec protections solaires
- Sans protections solaires

## Exploitation

### Gestion des protections solaires

- Sans fermeture des BSO en inoccupation : Consommation de Night cooling inutile pour rafraichir les locaux
  
- Retour à la maitrise d'ouvrage :
  - Sensibilisation des enseignants sur l'importance d'une bonne gestion des protections solaires
  - Modification du fonctionnement de fermeture des protections solaires

## Conclusion

### Retour des usagers

- Satisfaction globale du projet

### Sensibiliser les usagers

### Confrontation simulation et retour :

- Confort des usagers
- Fonctionnement correct des

équipements

### Instrumenter les bâtiments

Informar la maitrise d'ouvrage avec un  
suivi des bâtiments

Capitaliser les retours d'expérience pour  
améliorer la conception des bâtiments

futurs



passibat'

LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE  
ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE