Simulation dynamique | Démarche BDBFC

Bâtiments durables – Bourgogne Franche Comté

Crèche P'tite Fac | Dijon (21)

Université de bourgogne

Réf : 25D006
Phase : PRO
Version : v2.0
Réalisation : Mathias ROUIRE
Validation : Carlo SEORPIAN
Date : 28/04/2026

Maître d'ouvrage	
Université de Bourgogne	Esplanade Erasme 21000 Dijon
Architecte	
AAGroup Dijon	22 avenue de Marbotte 21000 Dijon

Historique		
Version	Evolution	Date
v1.0	Version initiale	26/04/2025
v1.1	Plans 10/06/2025	13/06/2025
v2.0	Plans 01/04/2026	28/04/2026

Sommaire

1) Généralités 4
1.1) Synthèse 4
1.2) Exigences 4
1.3) Simulation énergétique et thermique dynamique 5
1.4) Objet 6
1.5) Références des certifications environnementales applicables au projet 6
1.6) Validité de l'étude 7
1.7) Logiciels 7
2) Hypothèses de simulation 8
2.1) Localisation 8
2.2) Température et hygrométrie 9
2.3) Rayonnement solaire 9
2.4) Exposition au vent données moyennes 10
3) Saisie du bâtiment 11
3.1) Orientation et vue du projet 11
3.2) Récapitulatif des surfaces 12
3.3) Echantillonnage et zonage thermique du projet 13
4) Hypothèses d'enveloppe du bâtiment 14
4.1) Performances des parois opaques 14
4.2) Ponts thermiques 14
4.3) Performances des menuiseries extérieures 15
4.4) Etanchéité à l'air 15
4.5) Coefficient de compacité 15
4.6) Chauffage | Refroidissement 16
4.7) Eau chaude sanitaire 16
4.8) Ventilation 16
4.9) Eclairage artificiel 17
4.10) Eclairement naturel 18
4.11) Scénario et gestion du bâtiment 20
5) Résultats 24
5.1) Consommation 24
5.2) Apport interne 26
5.3) Confort thermique 30
6) Conclusion 44

6.1) Synthèse 44
6.2) Evaluation des critères BDBFC 44

1) Généralités

1.1) Synthèse

Le présent document est un rapport d'étude de la simulation énergétique/thermique dynamique en phase conception de l'opération de construction de l'extension de la crèche de **la P'tite Fac** situé à Dijon (21).

1.2) Exigences

Le projet est engagé dans la démarche de qualité environnementale BDBFC (Bâtiment Durable de Bourgogne Franche Compté). La présente étude devra ce conformer aux exigences décrites par le cahier des charges intitulé « Simulation thermique dynamique ». Les critères BDBFC mentionnés comme « validé » dans la présente étude feront l'objet d'une vérification

Le maître d'ouvrage souhaite également atteindre un niveau de performance « type RE2020 ».

Le référentiel applicable est le référentiel 1.23 de la démarche BD BFC, avec pour contextes :

- Typologie : Enseignement
- Travaux : Neuf
- Climat : Plaines & collines
- Densité : Urbain dense

L'accompagnateur BD BFC retenu pour le projet est Damien PATRET – **croqüs**

La démarche environnementale BDBFC *établit la norme des meilleures pratiques en matière de conception durable et confirme la performance environnementale d'un bâtiment. Elle garantit que les bâtiments sont performants en matière de construction, conception et d'exploitation durables.*

La simulation dynamique est basée sur la prise en compte la plus réelle possible des différents paramètres et contraintes du bâtiment. A partir du comportement réel du bâtiment, elle permet d'analyser ses performances thermiques et énergétiques globales. **Elle quantifie les besoins en chauffage et en climatisation à un moment et un endroit donné ainsi que les consommations engendrées par ces derniers,** pour des conditions climatiques données en tenant compte des caractéristiques du projet qui impactent son bilan énergétique :

- Orientations et interactions avec les aménagements voisins (masques solaires, etc…)
- Modes constructifs
- Configuration et organisation intérieure
- Scénarios d'occupation
- Usages et activités intérieures
- Apports internes spécifiques
- Système de chauffage
- Intérêt de la climatisation
- Impact de la ventilation
- Eau chaude sanitaire
- Eclairage artificiel

L'objectif de la STD/SED est d'orienter ou de valider les principes constructifs/architecturaux envisagés ainsi que les choix technologiques associés, le tout dans le but de limiter les besoins énergétiques tout en respectant les hypothèses de conditions extérieures et intérieures.

1.3) Simulation énergétique et thermique dynamique

1.3.1) Généralités

Une simulation thermique dynamique et une simulation énergétique dynamique sont des méthodes numériques utilisées pour évaluer les performances thermiques et énergétiques des bâtiments, notamment en tenant compte de l'évolution des conditions environnementales et de l'occupation du bâtiment sur une période donnée.

1.3.2) La simulation thermique dynamique (STD)

La simulation thermique dynamique se concentre principalement sur le comportement thermique d'un bâtiment en fonction du temps. Elle permet de modéliser la manière dont un bâtiment réagit aux variations de températures extérieures, à l'ensoleillement, à l'humidité, à l'occupation des espaces, et à l'utilisation d'équipements. Les principaux éléments pris en compte sont les suivants (liste non exhaustive) :

- L'inertie thermique du bâtiment,
- Les caractéristiques thermiques (isolation, ponts thermiques, performances des vitrages…),
- Les systèmes (chauffage, climatisation, ventilation…),

L'objectif principal est de prédire la température intérieure et d'autres variables thermiques (comme les flux de chaleur ou les charges thermiques) en fonction des conditions changeantes. Cela permet d'évaluer le confort thermique du bâtiment et d'optimiser leur conception pour limiter les besoins en chauffage ou en climatisation.

1.3.3) La simulation énergétique dynamique (SED)

La simulation énergétique dynamique va plus loin que la STD en intégrant également les aspects énergétiques globaux du bâtiment. Elle prend en compte non seulement les échanges thermiques, mais aussi la consommation d'énergie liée aux systèmes de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et autres équipements. Cette simulation permet de :

- Calculer la consommation énergétique totale du bâtiment sur une période (ici une année),
- Évaluer l'impact de diverses stratégies d'efficacité énergétique (isolation, systèmes de chauffage/ventilation, énergies renouvelables, etc.),
- Simuler les interactions entre les occupants, les équipements et les systèmes de gestion énergétique,

L'objectif principal est d'optimiser les consommations d'énergie, de réduire l'empreinte carbone et de concevoir des bâtiments plus performants énergétiquement, tout en assurant le confort des occupants.

1.3.4) Conclusion

En résumé, la simulation thermique dynamique modélise le comportement thermique à court terme, tandis que la simulation énergétique dynamique fournit une évaluation globale de la consommation énergétique sur une période plus longue, intégrant de nombreux paramètres pour une approche plus approfondie.

1.4) Objet

Pour respecter les critères 7.1 de « Bien-être physique et pluri sensoriel » de la démarche BD-BFC visé par le programme du présent projet, cette étude permettra d'évaluer le confort thermique des futurs occupants en optimisant la conception technique et architecturale du bâtiment.

L'étude des consommations du bâtiment de la P'tite Fac permettra d'analyser les résultats et de formuler les préconisations nécessaires afin d'optimiser l'enveloppe et les systèmes du bâtiment. Cette approche vise à répondre aux exigences du critère 4.1, relatif à la réduction des besoins énergétiques, ainsi qu'à celles du critère 4.2, portant sur l'utilisation efficace de l'énergie, dans le cadre de la démarche environnementale BD-BFC.

1.5) Références des certifications environnementales applicables au projet

Dans le cadre de la démarche BD-BFC dont le projet fait l'objet, les résultats de cette étude permettent d'apporter tout ou partie des justifications nécessaires aux crédits suivants :

Référentiel	Crédit	Credit summary
Memento BDBFC V0_Octobre2023	1.2.1.6	Le projet justifie de l'utilisation d'un outil de calcul thermique différent de l'outil réglementaire, pour guider les choix de conception, y compris pour calculer le niveau d'exigence
	4.1.2.2	Les besoins en chauffage ne dépassent pas 25kWh/m2/an
	4.1.1.1	Le bâtiment fait un compromis entre compacité (thermique) et faible épaisseur du bâti (éclairage et ventilation naturelle favorisés)
	7.1.1.7	Réalisation d'une STD qui précise ou optimise les températures en saison de chauffe
	7.1.1.8	Temps d'inconfort limitée à 100h/an (Givoni)
	7.1.1.9	Temps d'inconfort limitée à 50h/an (Givoni)
	7.1.1.10	Temps d'inconfort limitée à 30h/an (Givoni)

L'étude est conduite de la manière suivante :

- **Modélisation géométrique** du projet avec prise en compte des masques environnants. (Volumes, pièces, orientations, surfaces vitrées)
- **Intégration des caractéristiques constructives** de l'enveloppe du bâtiment (caractéristiques des parois opaques et vitrées, perméabilité à l'air, ponts thermiques, inertie…)
- Intégration des **hypothèses d'occupation et d'usage** du bâtiment (consignes de température, apports internes par les personnes et les équipements, plages d'occupation, utilisation des équipements, utilisation de l'éclairage artificiel)
- **Modélisation des performances** des systèmes (chauffage / climatisation / ventilation / ECS / Eclairage, etc.)
- **Evaluation du confort et des consommations**

1.6) Validité de l'étude

L'ensemble des préconisations décrites dans cette étude doit être respecté. Toute modification entrainera la remise en cause des calculs et des résultats présentés dans ce document.

Les hypothèses de dimensionnement des installations techniques (chauffage, climatisation, chaufferie, gaines techniques, etc.) ne sont données qu'à titre indicatif et devront être confirmées par le bureau d'études Fluides.

1.7) Logiciels

Nous utilisons Pléiades pour la modélisation 3D et pour la partie Simulation Energétique et Dynamique.

PLEIADES

Logiciel : Pléiades

Version : 6.26.3.3

Date de mise à jour : 27/04/2026

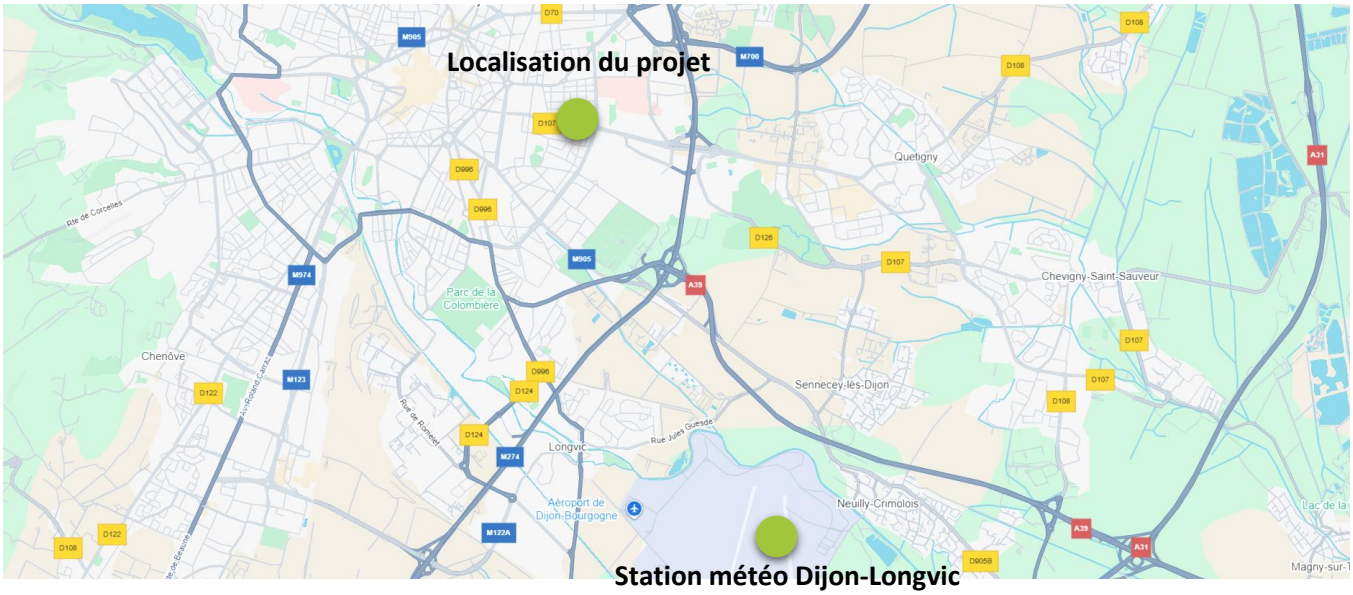
2) Hypothèses de simulation

2.1) Localisation

Les données météorologiques sont fondamentales dans une STD. Ces dernières incluent les conditions extérieures telles que la température, l'humidité, la direction et la vitesse du vent, le rayonnement solaire dans ces deux composants (rayonnement direct et diffus), indice de couverture nuageuse.

Le fichier météorologique utilisé a été créé à partir de données historiques issues de Météonorm et collectées à la station météo de Dijon-Longvic :

Latitude : 47.27° N
Longitude : 5.09° E



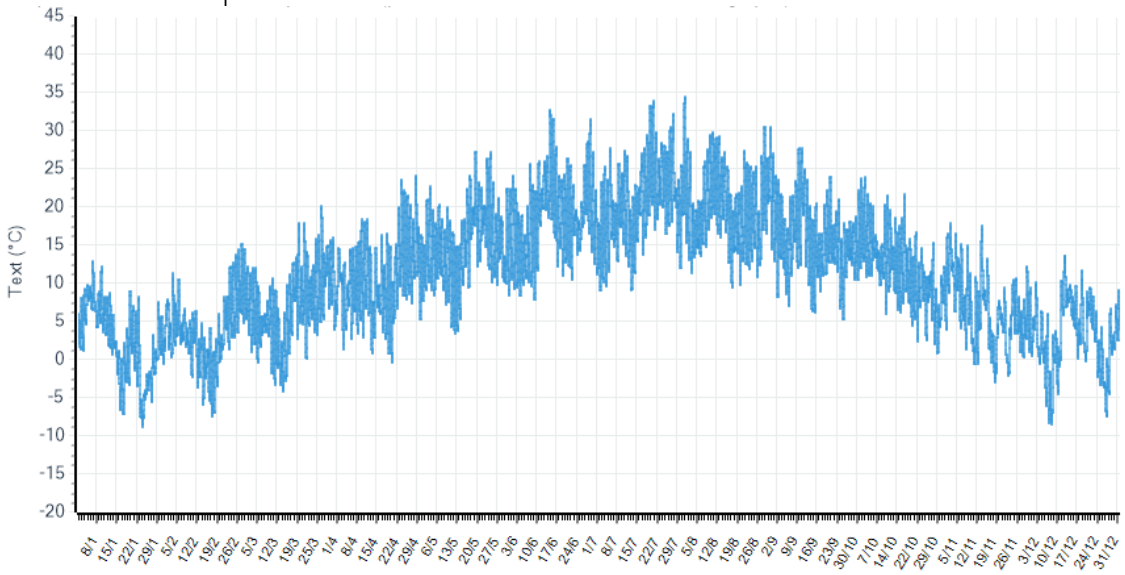
Le projet se situe à environ 5,7 km du site météo.

2.2) Température et hygrométrie

Zone climatique : H1c
Statistique mensuelle des températures extérieures

Température (°C)												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Min	-8.8	-7.4	-4.2	-0.3	3.4	8.0	9.1	9.5	5.3	0.9	-3.0	-8.4
Max	13.0	15.2	20.2	24.2	27.2	32.7	34.0	34.4	27.8	23.9	18.0	13.7
Moy	4.3	3.8	6.2	9.6	14.0	18.4	19.3	22.6	17.3	14.9	8.7	2.6

Evolution des températures extérieures sur l'année



2.3) Rayonnement solaire

Le rayonnement solaire est l'un des facteurs météorologiques les plus importants dans la conception d'un projet performant du fait de son effet important sur le comportement thermique du bâtiment.

Le rayonnement solaire présente deux composantes :

Rayonnement direct : provient directement du soleil dans une situation de ciel clair. Le rayonnement est directionnel.

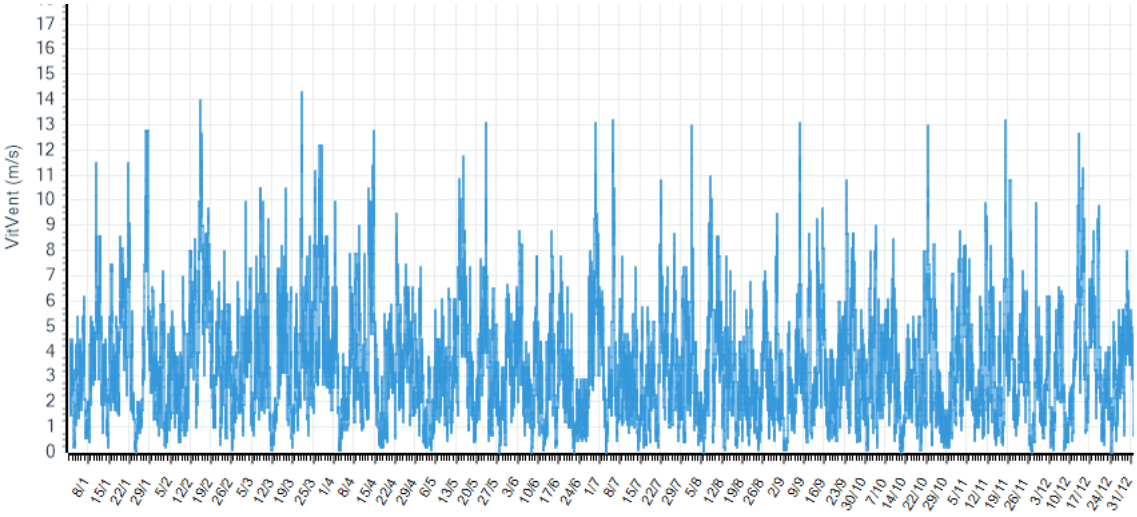
Rayonnement diffus : provient du soleil et est réémis par l'atmosphère de manière éclatée. Le rayonnement est non directionnel et vient de toutes directions.

Statique mensuelle du flux solaires

Flux solaire (kW/m²), total annuel : 1187 kWh/m²												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Dir	42.6	62.8	101.0	111.9	144.6	171.0	166.9	138.1	102.2	69.7	44.8	30.9
Dif	19.4	27.0	46.0	66.4	78.1	74.8	77.4	76.2	56.1	37.0	20.4	16.1
Tot	62.0	89.8	146.9	178.3	222.7	245.8	244.3	214.2	158.3	106.7	65.2	47.0

2.4) Exposition au vent données moyennes

L'exposition au vent est prise en compte dans le calcul de la ventilation naturelle et des infiltrations du bâtiment.



Courbe d'évolution des vitesses de vent en fonction du mois de l'année – Dijon

3) Saisie du bâtiment

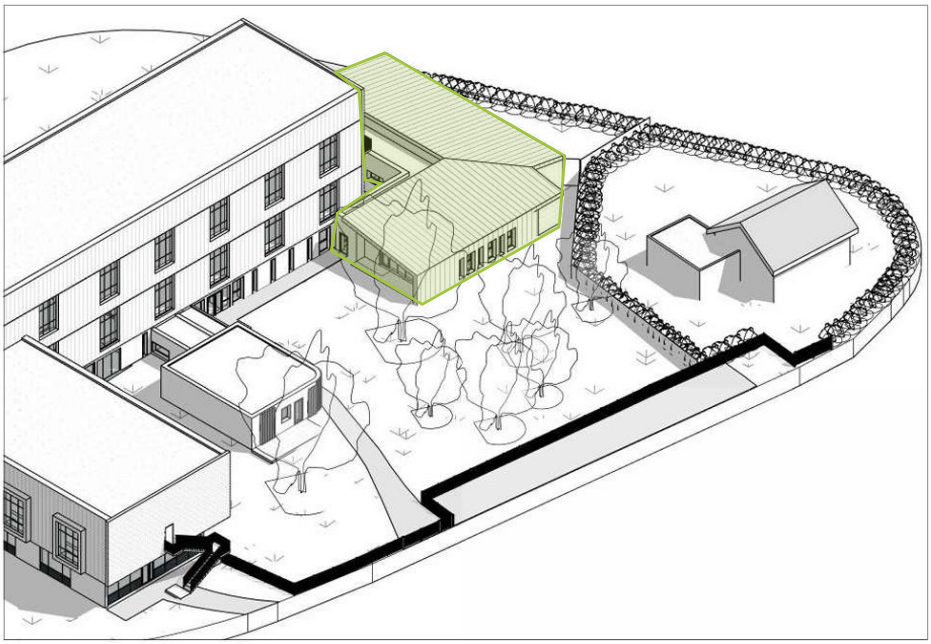
La modélisation 3D du bâtiment s'est faite sur la base des plans architectes phase conception en format DWG.

Elle vise à reproduire au plus juste les particularités du projet tout en le simplifiant à des fins de modèle énergétique.

3.1) Orientation et vue du projet



Implantation du projet



Vue axonométrique du projet

3.2) Récapitulatif des surfaces



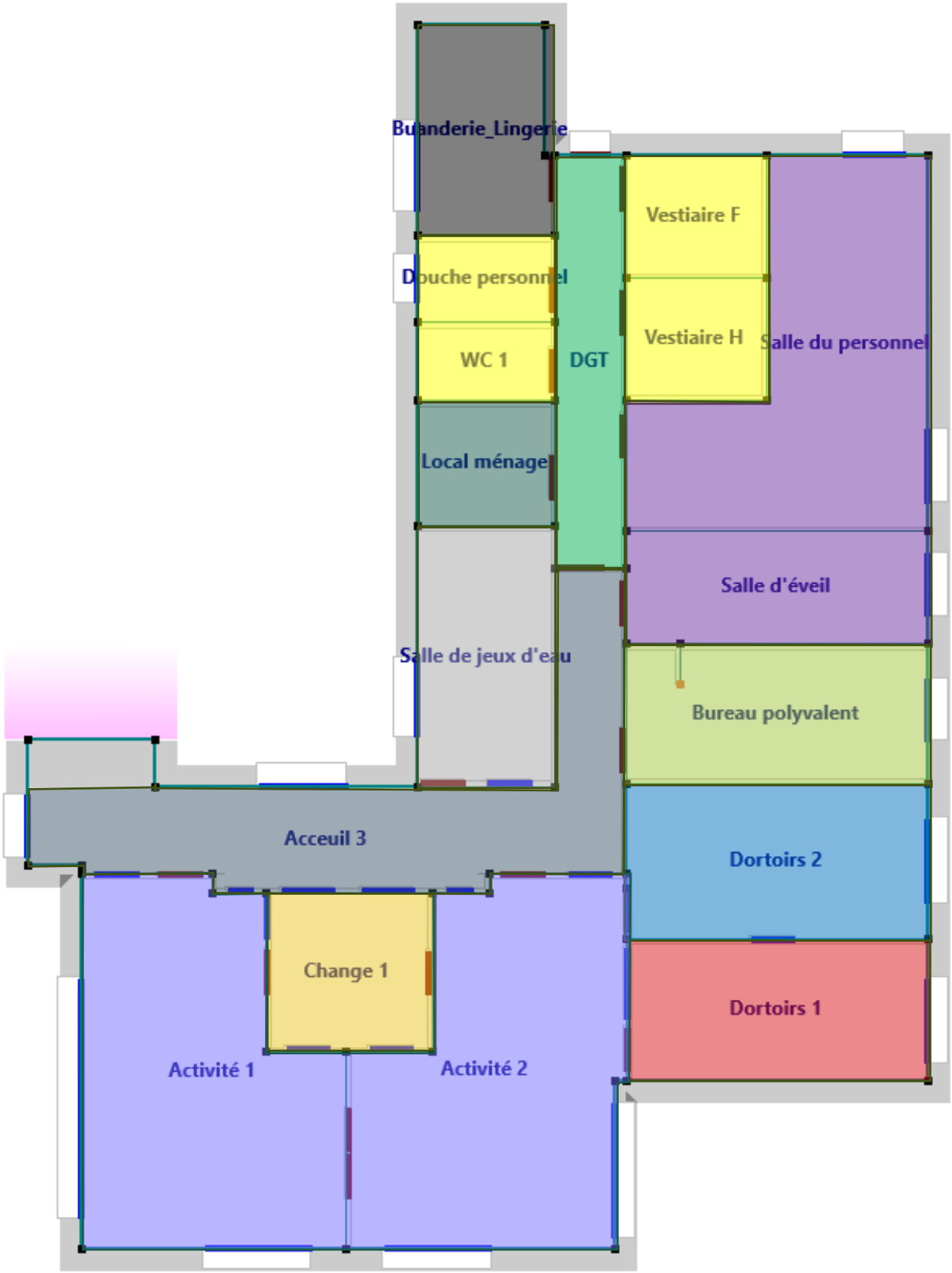
Représentation des surfaces étudiées

Nom	Surface (m^2)
Accueil 3	34,1
Activité 1	41,0
Activité 2	42,0
Change 1	12,0
Dortoirs 1	20,3
Dortoirs 2	23,0
Salle de jeux d'eau	16,4
Bureau polyvalent	19,2
Salle d'éveil	16,8
Salle du personnel	38,4
DGT	13,4
Local ménage	7,9
Vestiaire H	7,9
Vestiaire F	7,9
W.C.	4,8
Douche personnel	5,3
Buanderie - Lingerie	13,5

Les locaux seront chauffés.

3.3) Echantillonnage et zonage thermique du projet

Afin d'étudier le confort du bâtiment, plusieurs zones thermiques sont créées en fonction d'usage des locaux et de leurs orientations. Ci-dessous un repérage des locaux étudiés :

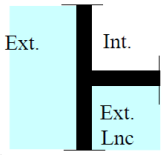
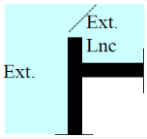
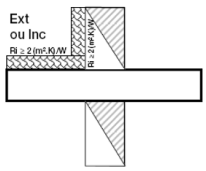
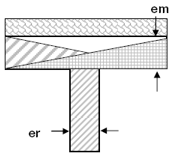
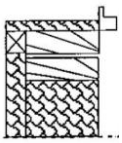


4) Hypothèses d'enveloppe du bâtiment

4.1) Performances des parois opaques

Désignation	Contact	Structure		Isolation				
		Type	Epaisseur (cm)	Localisation	Type	Epaisseur (mm)	Résistance (m^2.K/W)	U (W/m^2.K)
Mur bois-paille sur extérieur	Extérieur	Ossature bois	55	Intérieur Extérieur	Laine de chanvre Paille comprimée	60 370	1,54 7,12	0,135
Mur béton sur extérieur	Extérieur	Béton	20	Intérieur Extérieur	Laine de chanvre Fibre de bois	60 200	1,54 3,33	0,203
Plancher sur terre-plein	Terre-plein	Béton	13	Terre-plein	Polyuréthane	100	4,17	0,225
Rampant	Extérieur	Ossature bois	35	Intérieur	Laine de verre	350	10,00	0,098

4.2) Ponts thermiques

Schéma	Traitement
	Aucun traitement des jonctions mur / plancher bas.
	Rampant : Traitement des jonctions mur / plancher haut par liaison de l'isolant des murs par l'extérieur des rampants.
	Traitement des liaisons plancher haut/mur extérieur avec refend par jonction de l'isolant des murs extérieurs avec l'isolant sous chape
	Traitement des liaisons façade/refend par continuité de l'isolation par l'extérieur
	Les menuiseries seront posées en applique intérieur avec un retour d'isolant en appui, en linteau et en tableau. L'isolant aura une résistance thermique supérieure à 1 m^2.K/W.

4.3) Performances des menuiseries extérieures

Désignation	Menuiserie			Vitrage				Protection mobile		
	Châssis	Uw moyen ($W/m^2.°C$)	RCL moyen (%)	Type	Compo	FS (%)	TL (%)	Type	U_{coffre} ($W/m^2.°C$)	Position
Menuiserie Bois/Alu SUD-EST	Bois/Alu	1,30	75	--	4/16 argon/4	52	79	BSO motorisé	-	Extérieur
Menuiserie bois/Alu NORD-OUEST	Bois/Alu	1,30	75	--	4/16 argon/4	52	79	VR motorisé	0,50	Extérieur
Porte de secours	Acier	2,0	--	--	--	--	--	--	--	Extérieur

Les baies d'un même local autre qu'à occupation passagère doivent pouvoir s'ouvrir sur au moins 30% de leur surface totale. Cette limite est ramenée à 10% dans le cas où la différence d'altitude entre le point bas de son ouverture la plus basse et le point haut de son ouverture la plus haute est égale ou supérieure à 4m (article 25 de l'arrêté du 4 août 2021).

4.4) Etanchéité à l'air

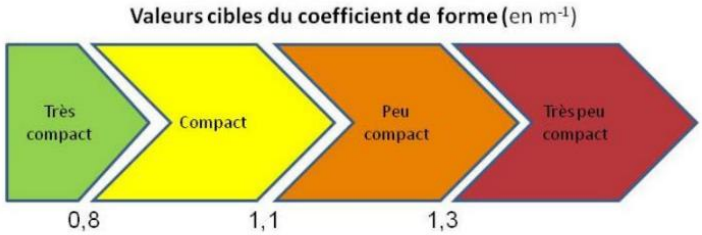
Conformément au cahier des charges Effilogis et afin de respecter les critères relatifs à la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment de la P'tite Fac, le projet devra atteindre une étanchéité maximale de Q4 ≤ 0,80 $m^3/h/m^2$ sous 4 Pa.

4.5) Coefficient de compacité

La compacité est un facteur déterminant de la performance thermique d'un bâtiment. Elle se mesure à travers le coefficient de forme (Cf), exprimé en m^{-1}, qui correspond au rapport entre la surface des parois déperditives donnant sur l'extérieur et le volume chauffé.

Plus le coefficient de forme est faible, plus le bâtiment est thermiquement performant, car les pertes de chaleur sont réduites.

Se (surface déperditive sur l'extérieur)	V (volume des espaces chauffés)	Cf (coefficient de forme)
717,90	1115,58	0,644



Source : guide Qualité Environnementale des Bâtiments - Manuel à l'usage de la maîtrise d'ouvrage et des acteurs du bâtiment, ADEME, 2003

Le coefficient de forme de l'extension de la P'tite Fac est inférieur à 0,8, ce qui en fait un bâtiment considéré comme très compact.
Le critère 4.1.1.1 de la démarche BD-BFC est donc validé.

4.6) Chauffage | Refroidissement

4.6.1) Production

Le chauffage sera assuré par le réseau de chaleur urbain « Dijon Énergies – Dijon Chaud », qui présente les caractéristiques suivantes :

- Taux d'énergies renouvelables (ENR) : 80,5 %
- Émission de CO_2 : 0,061 kg/kWh

La puissance d'échange de la sous-station, en conditions nominales, sera de 20 kW.

4.6.2) Emission

Les émetteurs de chaleur seront des radiateurs à eau chaude spéciaux pour l'enfance, de marque FINIMETAL, type Reggane 3010 Maternelle (ou équivalent technique).

Ils seront équipés de robinets thermostatiques certifiés, avec une variation temporelle (CA) de 0,20 °C.

Le régime de température du réseau de distribution sera de 50/40 °C.

Les réseaux de distribution seront calorifugés :

- En traversée de locaux non chauffés ainsi qu'en gaines techniques : classe 4.
- En traversée de locaux chauffés ainsi qu'en gaines techniques : classe 2.

Les réseaux collectifs seront équipés d'organes d'équilibrage à chaque pied de colonne.

Les circulateurs seront munis de dispositifs permettant leur arrêt.

4.7) Eau chaude sanitaire

L'eau chaude sanitaire sera produite par deux ballons thermodynamiques de 180 litres chacun situés en volume chauffé et desserviront les vestiaires et la salle de jeux d'eaux.

Les ballons respecteront les caractéristiques suivantes :

- Marque : VIESSMANN ou techniquement équivalent,
- Type : Vitocal 060-A TOE sur air extérieur,
- Nombre : 2
- Capacitée : V = 178 L
- Pertes thermiques : 2,18 W/K.

Les émetteurs seront des mitigeurs thermostatiques ou des mitigeurs mécaniques économe de type C3 ou CH3.

4.8) Ventilation

La ventilation des locaux sera réalisée par une centrale de traitement d'air double flux avec récupération d'énergie de marque France Air de type Plate Box (ou techniquement équivalant).

L'échangeur sera certifié NF EN 308

Les caractéristiques de la CTA respecteront les valeurs suivantes :

CTA – Plate Box	
Efficacité minimale de l'échangeur (%)	89
Puissance absorbée Maximale – Soufflage (W/(m³/h))	0,18
Puissance absorbée Maximale – Reprise (W/(m³/h))	0,18

Les réseaux de ventilation auront une étanchéité de classe A selon la norme NF EN 12237 (conduits rigides à emboitement et joints à lèvres). Une mesure aéraulique est obligatoire en fin de chantier.

La résistance thermique moyenne des réseaux aéraulique étant situées hors volume chauffé sera à minima :

- Soufflage : 1,20 m2.K/W,
- Reprise : 1,20 m2.K/W.

La CTA sera équipée d'une batterie électrique chaude d'une puissance de 8 kW, avec une consigne de préchauffage de l'air à 21 °C. Elle sera activée lorsque la température extérieure sera inférieure à 10 °C.

La CTA sera équipée d'un bypass, qui permettra le basculement automatique entre le mode de free-cooling et le mode échangeur en fonction des conditions extérieures et intérieurs. Les consignes de fonctionnement du bypass seront les suivantes :

Bypass		
	Saison de chauffage	Saison de refroidissement
Température d'air neuf >	20 °C	12 °C
Température de reprise d'air <	19 °C	20 °C

La CTA possède la fonctionnalité free-cooling : Le free cooling d'une centrale de traitement d'air (CTA) est une technique qui utilise l'air extérieur frais, lorsque sa température est inférieure à celle de l'air intérieur, pour refroidir directement les locaux sans recourir à un système de climatisation mécanique.

Le free-cooling se mettra en marche durant la nuit, de 1h00 à 7h00. Les consignes pour son démarrage et son arrêt seront les suivantes :

Free-cooling			
Condition de T° intérieur		Condition de T° extérieur	
Démarrage si t° intérieur >	19 °C	Arrêt si t° extérieur <	5 °C
Arrêt si t° intérieur <	18 °C	Arrêt si t° int – t° ext <	1 °C

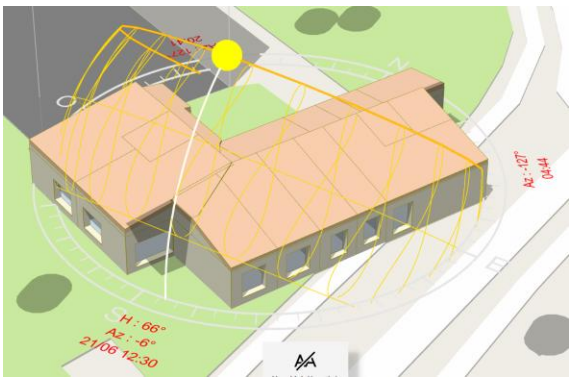
4.9) Eclairage artificiel

Les puissances d'éclairage ont été spécifiées selon le plan d'implantation des luminaires et les caractéristiques techniques de chaque dispositif pour chaque local. Conformément aux exigences BDBFC, les surfaces de calcul garantiront un minimum de 300 lux à une hauteur de 0,8 m, appelée "plan utile". Les détails de la puissance pour chaque local sont présentés dans le tableau suivant :

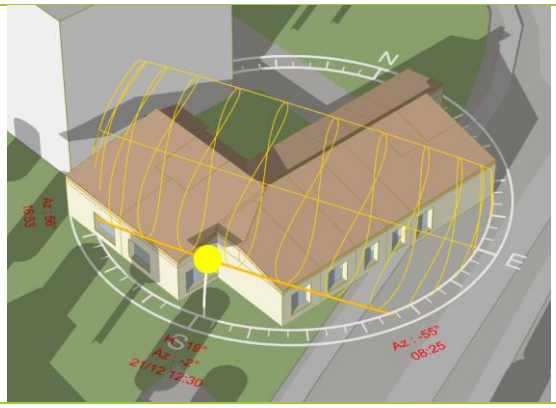
Local	Puissance (W/m^2)	Commande	Gestion
Accueil 3	2	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Activité 1	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Activité 2	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Change 1	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Dortoirs 1	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Dortoirs 2	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Salle de jeux d'eau	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Bureau polyvalent	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Salle d'éveil	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Salle du personnel	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
DGT	2	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Local ménage	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Vestiaire H	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Vestiaire F	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
W.C.	2	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Douche personnel	2	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour
Buanderie - Lingerie	4	Interrupteur manuel	Gestion manuelle – lumière jour

4.10) Eclairement naturel

Les surfaces de calcul comportent de nombreux espaces vitrés. Il est donc essentiel non seulement de surveiller ces apports, mais aussi de les exploiter afin de réduire la consommation énergétique du bâtiment. Il convient d'optimiser les apports solaires pour bénéficier d'un éclairage naturel, d'un apport de chaleur en saison de chauffe, tout en maîtrisant la surchauffe en période de refroidissement.



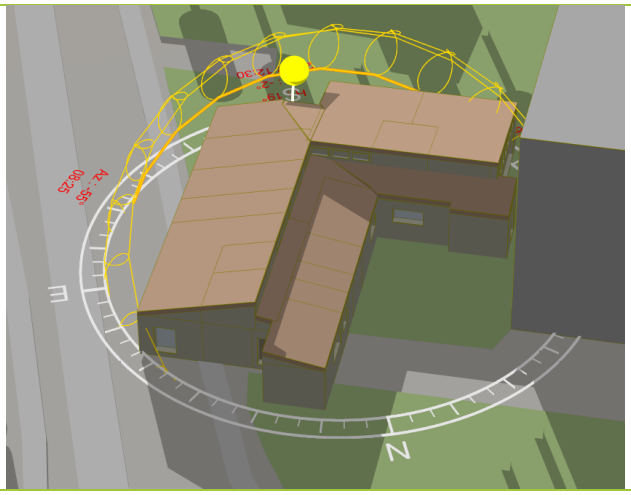
Ombre portée été façade Sud/Est (12h)



Ombre portée Hiver façade Sud/Est (12h)



Ombre portée été façade Nord/Ouest (12h)



Ombre portée Hiver façade Nord/Ouest (12h)

L'analyse de l'ensoleillement par façade est détaillée comme suit :

	Façade Nord-Est	Façade Nord-Ouest	Façade Sud-Est	Façade Sud-Ouest
Ensoleillement (nombre d'heures d'exposition)	500	655	2 262	2 728

4.11) Scénario et gestion du bâtiment

4.11.1) Généralité

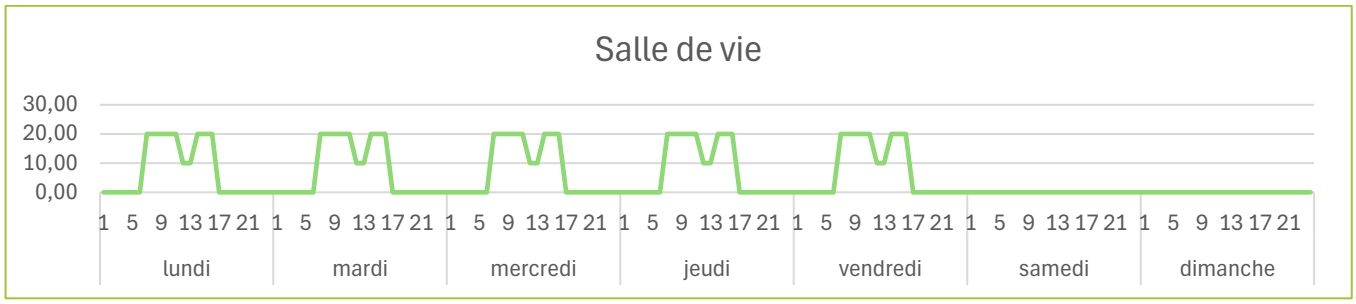
Dans une Simulation Dynamique d'un bâtiment, le principe d'un scénario consiste à définir des hypothèses et des paramètres qui représentent le comportement attendu des utilisateurs et les conditions environnementales dans le bâtiment au cours du temps. Ces scénarios sont essentiels pour simuler de manière réaliste l'évolution de la température intérieure, des consommations énergétiques et des besoins en confort.

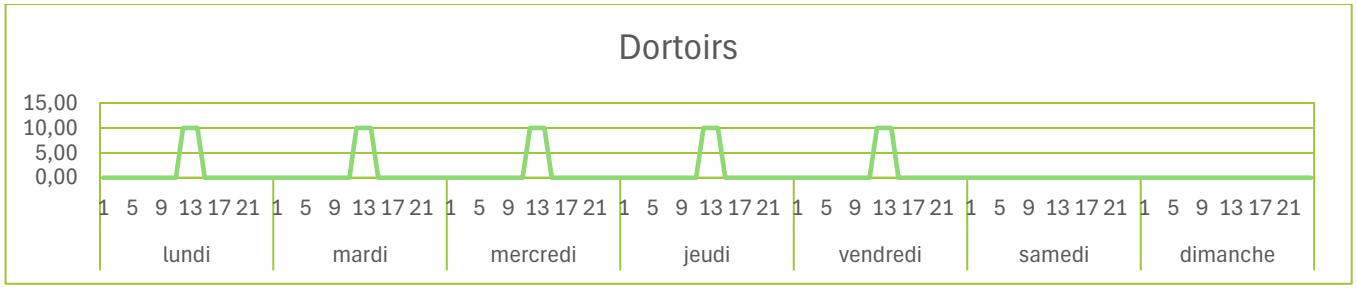
4.11.2) Occupation

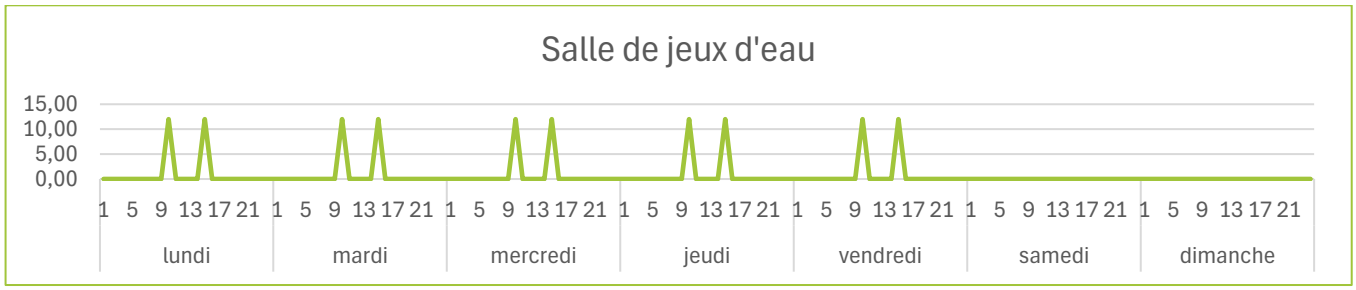
Les scénarios d'occupation définissent les horaires d'utilisation des différentes zones du bâtiment au cours de la journée, tout au long de l'année. Ces scénarios influencent directement les apports internes (chaleur, CO_2, etc.) et les besoins énergétiques.

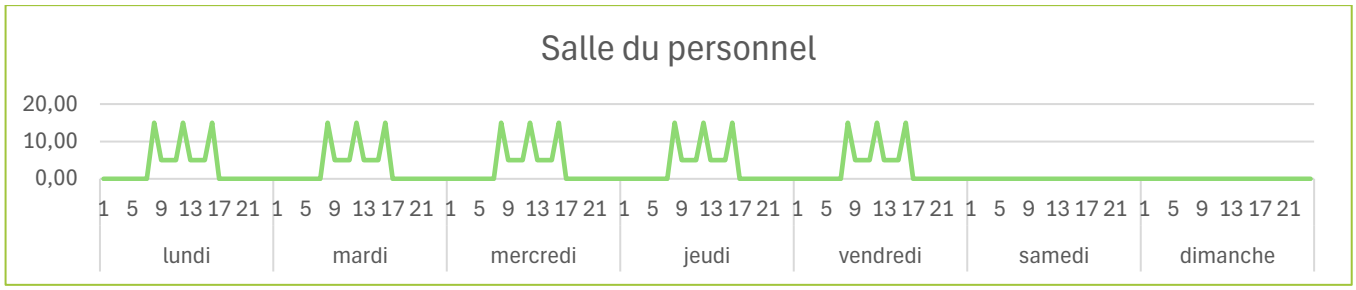
Dans cette étude, des scénarios théoriques ont été établis sur la base d'hypothèses de fréquence d'occupation des différentes pièces. Ces hypothèses visent à représenter le fonctionnement type de la P'tite Fac et à modéliser de manière réaliste les usages des locaux.

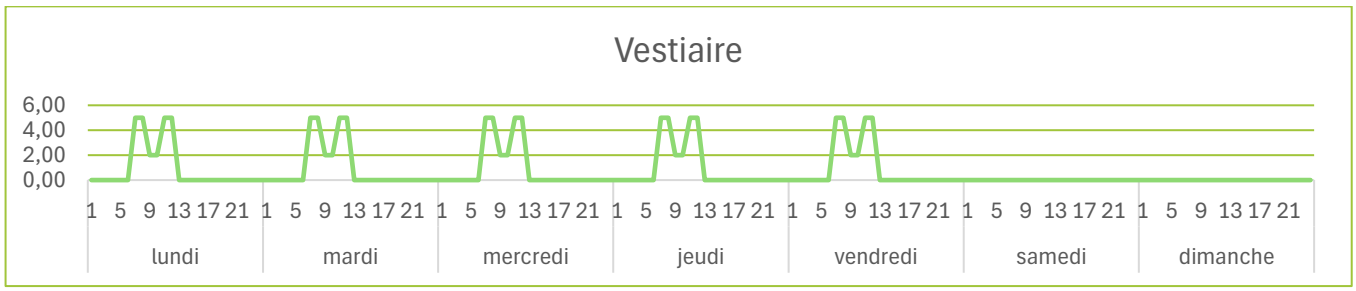
Les différents scénarios pris en compte sont les suivants :

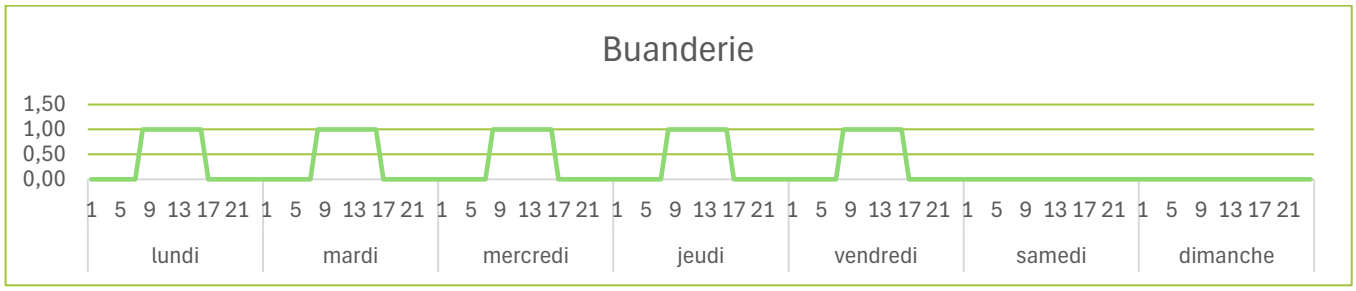


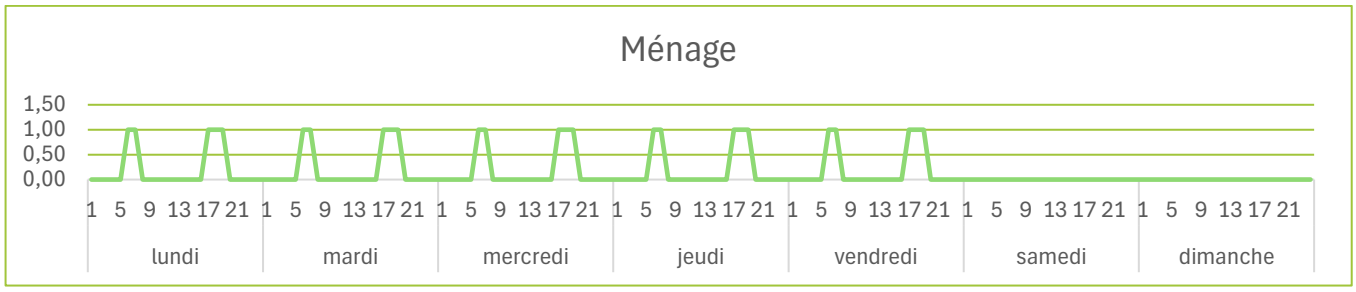


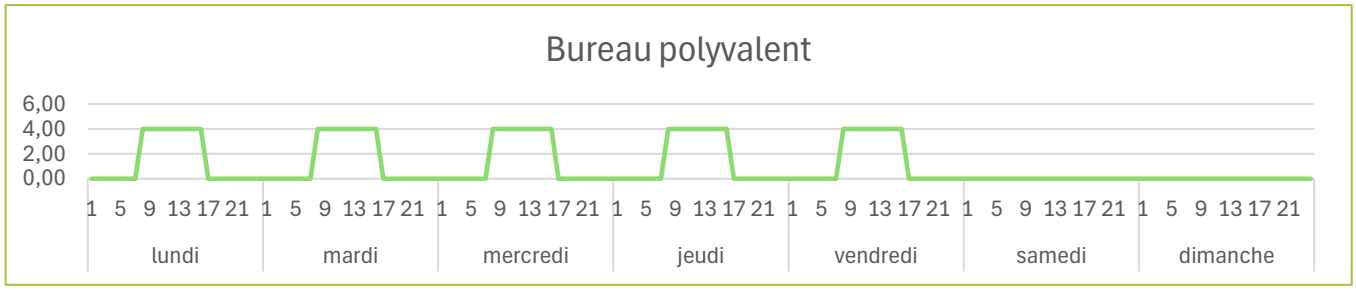


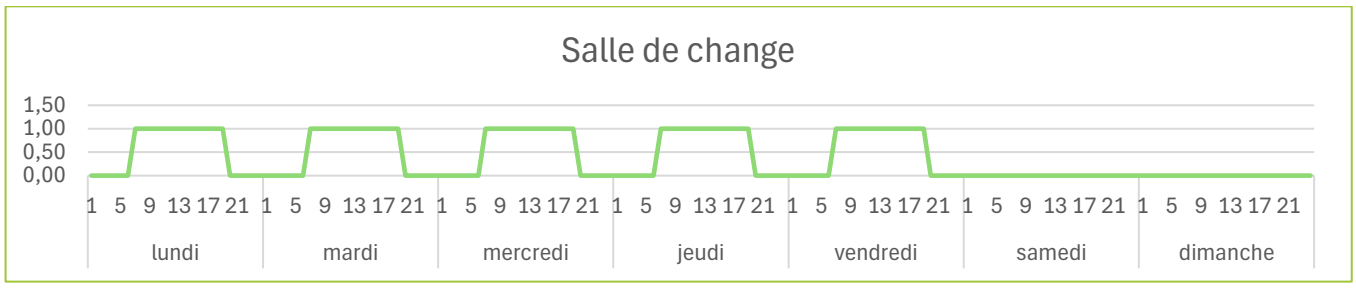

Salle du personnel
20,00
10,00
0,00
1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21
lundi
mardi
mercredi
jeudi
vendredi
samedi
dimanche


Vestiaire
6,00
4,00
2,00
0,00
1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21
lundi
mardi
mercredi
jeudi
vendredi
samedi
dimanche


Buanderie
1,50
1,00
0,50
0,00
1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21
lundi
mardi
mercredi
jeudi
vendredi
samedi
dimanche


Ménage
1,50
1,00
0,50
0,00
1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21
lundi
mardi
mercredi
jeudi
vendredi
samedi
dimanche


Bureau polyvalent
6,00
4,00
2,00
0,00
1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21
lundi
mardi
mercredi
jeudi
vendredi
samedi
dimanche


Salle de change
1,50
1,00
0,50
0,00
1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21 1 5 9 13 17 21
lundi
mardi
mercredi
jeudi
vendredi
samedi
dimanche

4.11.3) Ventilation

- Ventilation : A débit variable suivant l'occupation du local (calculé selon la règle NF EN 16798-1) :

Zone	Soufflage	Reprise	Soufflage nocturne	Reprise Nocturne
Accueil 3	--	30m³/h	--	45m³/h
Activité 1	240m³/h	240m³/h	360m³/h	360m³/h
Activité 2	240m³/h	240m³/h	360m³/h	360m³/h
Change 1	60m³/h	60m³/h	90m³/h	90m³/h
Dortoirs 1	240m³/h	240m³/h	240m³/h	240m³/h
Dortoirs 2	240m³/h	240m³/h	240m³/h	240m³/h
Salle d'éveil	145m³/h	145m³/h	240m³/h	240m³/h
Salle de jeux d'eau	150m³/h	150m³/h	225m³/h	225m³/h
Bureau polyvalent	50m³/h	--	75m³/h	--
Salle du personnel	570m³/h	570m³/h	855m³/h	855m³/h
DGT	185m³/h	--	150m³/h	--
Local ménage	--	30m³/h	--	45m³/h
Vestiaire H	--	20m³/h	--	30m³/h
Vestiaire F	--	20m³/h	--	30m³/h
W.C.	--	15m³/h	--	30m³/h
Douche personnel	--	15m³/h	--	30m³/h
Buanderie - Lingerie	--	15m³/h	--	30m³/h

Les bouches de ventilation seront régulées par des détecteur de CO2 pour la régulation des débits.

4.11.4) Température

- Température de consigne des différentes zones :

Zone	Scénario occupation	Scénario inoccupation	Scénario inoccupation weekend	Scénario inoccupation vacances
Accueil 3	21°C	18°C	16°C	13°C
Activité 1	21°C	18°C	16°C	13°C
Activité 2	21°C	18°C	16°C	13°C
Change 1	21°C	18°C	16°C	13°C
Dortoirs 1	21°C	18°C	16°C	13°C
Dortoirs 2	21°C	18°C	16°C	13°C
Salle de jeux d'eau	26°C	18°C	16°C	13°C
Bureau polyvalent	21°C	18°C	16°C	13°C
Salle d'éveil	21°C	18°C	16°C	13°C
Salle du personnel	21°C	18°C	16°C	13°C
DGT	21°C	18°C	16°C	13°C
Local ménage	21°C	18°C	16°C	13°C
Vestiaire H	23°C	18°C	16°C	13°C
Vestiaire F	23°C	18°C	16°C	13°C
W.C.	23°C	18°C	16°C	13°C
Douche personnel	23°C	18°C	16°C	13°C
Buanderie - Lingerie	21°C	18°C	16°C	13°C

Un préchauffage à 21°C sera considéré en période d'occupation lorsque la température extérieure est inférieure à 10°C.

4.11.5) Eau chaude sanitaire

Consommation en eau chaude sanitaire des différentes zones du projet :

Zone	Consommation par heure	Consommation par jour
Sanitaire	20 litres/heure	220 litres/jour
Salle de jeux d'eau	150 litres-heure	300 litres/jour

4.11.6) Occultation

Occultation : Différente pour chaque paroi à exposition variable 8h/18h en pourcentage de fermeture :

Zone	Scénario classique Eté – mi saison	Scénario classique Hiver
Nord-Ouest	5%	5%
Sud-Est	75%	25%

Les volets roulants et les BSO sont des protections solaires permettant de contrôler les apports solaires et d'éviter les gains de chaleur inutiles durant l'été et les mi-saisons.

Périodes :

- Été / Mi-saison : de mai à septembre
- Hiver : d'octobre à avril

Pendant les périodes chaudes, il est essentiel de veiller à la fermeture des protections solaires afin de limiter les apports de chaleur liés au rayonnement solaire. Cela permet de réduire les risques de surchauffe et d'inconfort pour les occupants.

Les protections solaires devront ainsi être fermés à **75 %** durant les heures où le soleil frappe directement les façades.

Le comportement des occupants vis-à-vis de l'occultation du bâtiment joue un rôle crucial dans la maîtrise de la température intérieure durant l'été et la mi-saison. Une utilisation appropriée des protections solaires contribue significativement au confort thermique.

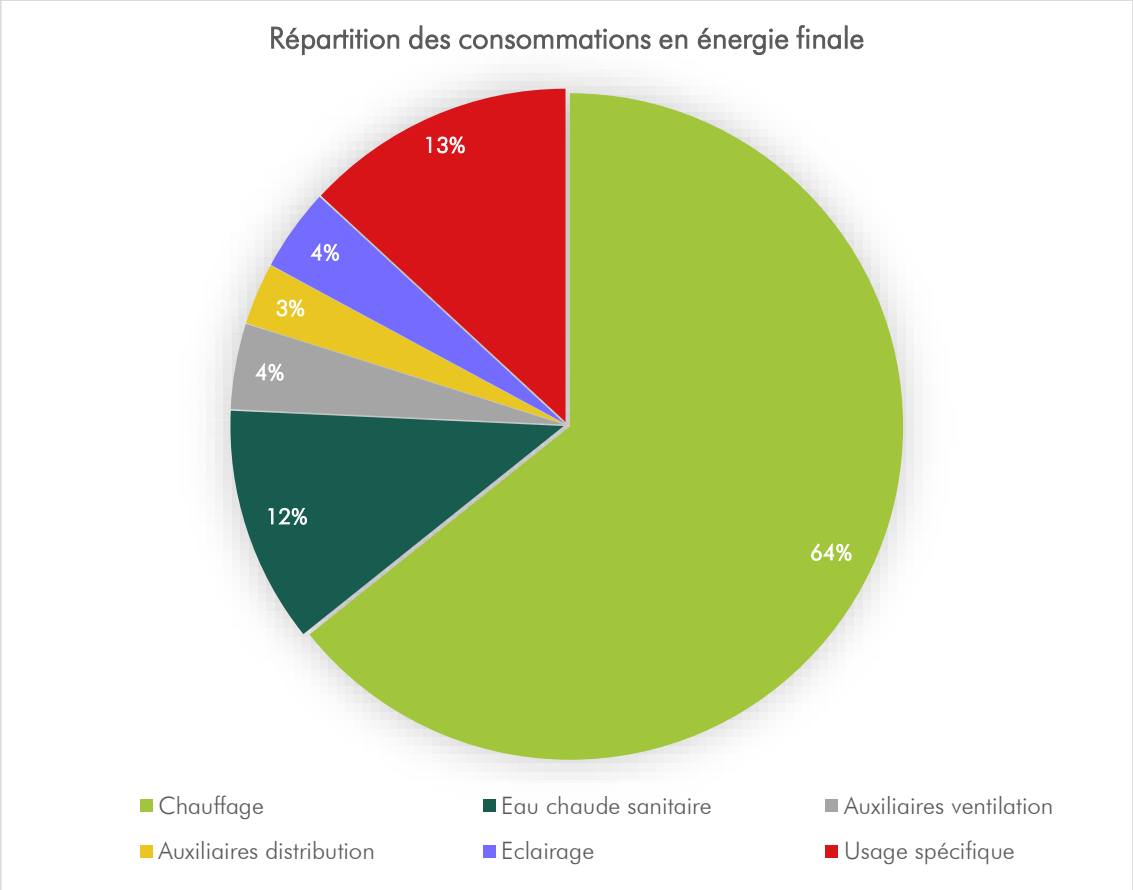
5) Résultats

5.1) Consommation

Conformément aux exigences BDBFC, l'étude présentera les consommations estimées du bâtiment avec une gestion optimale et des conditions climatiques décadaires (moyenne des 10 dernières années), mais aussi les résultats estimés des consommations avec des conditions climatiques caniculaires (année 2003) et une mauvaise gestion du bâtiment par les occupants (scénarios extrêmes).

5.1.1) Condition météo classique et scénario classique

Le présent bâtiment possède des consommations annuelles estimées à 17 508kWh EF répartie comme suit :

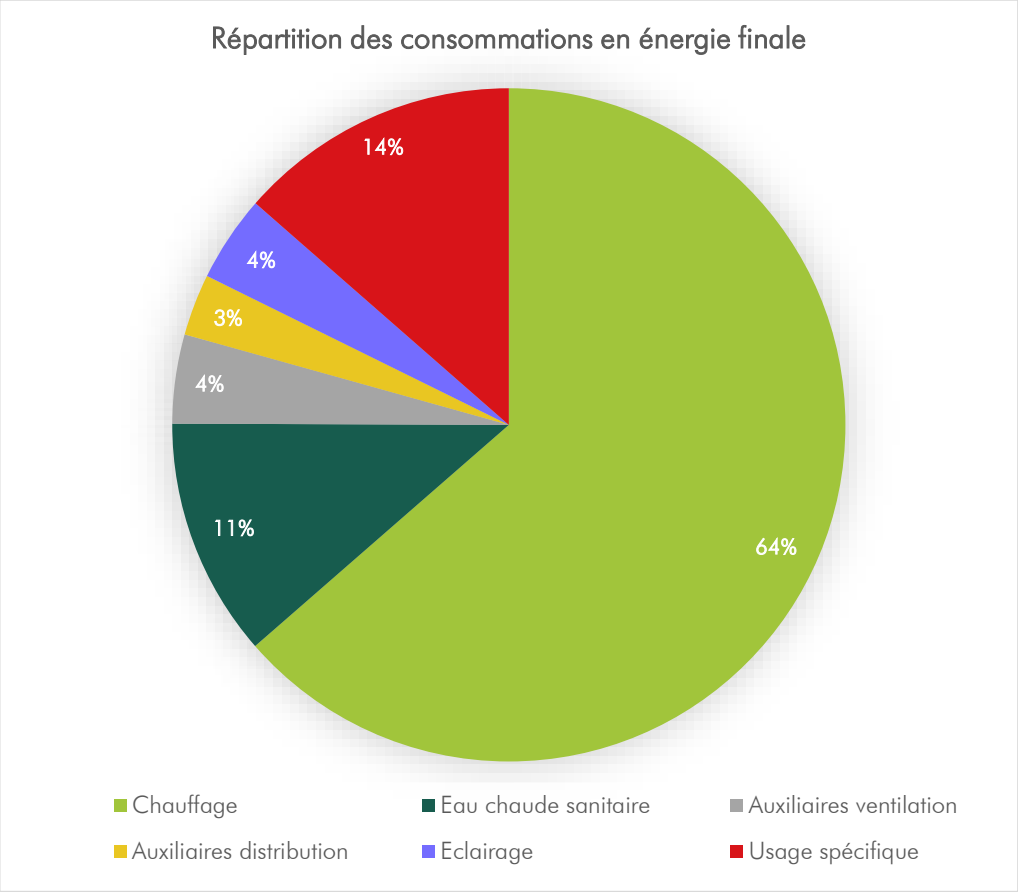


Usage	Consommation théorique (kWh EF/an)	Consommation théorique (kWhEF/m² an)	Consommation théorique (kWhEP/m² an)
Chauffage	11 712	37	39
Eau chaude sanitaire	2 087	7	15
Ventilation	756	2	5
Distribution	543	2	4
Eclairage	729	2	5
Usage spécifique	2 390	7	17
Total	**18 217**	**57**	**86**

Les consommations estimées du bâtiment envisageraient une valeur de 57 kWhEF/m².an.

5.1.2) Condition météo caniculaire et scénario d'usage extrême

Le présent bâtiment possède des consommations annuelles estimées à 16 926 kWh EF avec comme base climatique, un scénario caniculaire et une mauvaise gestion des utilisateurs. La répartition des consommations est détaillée comme suit :



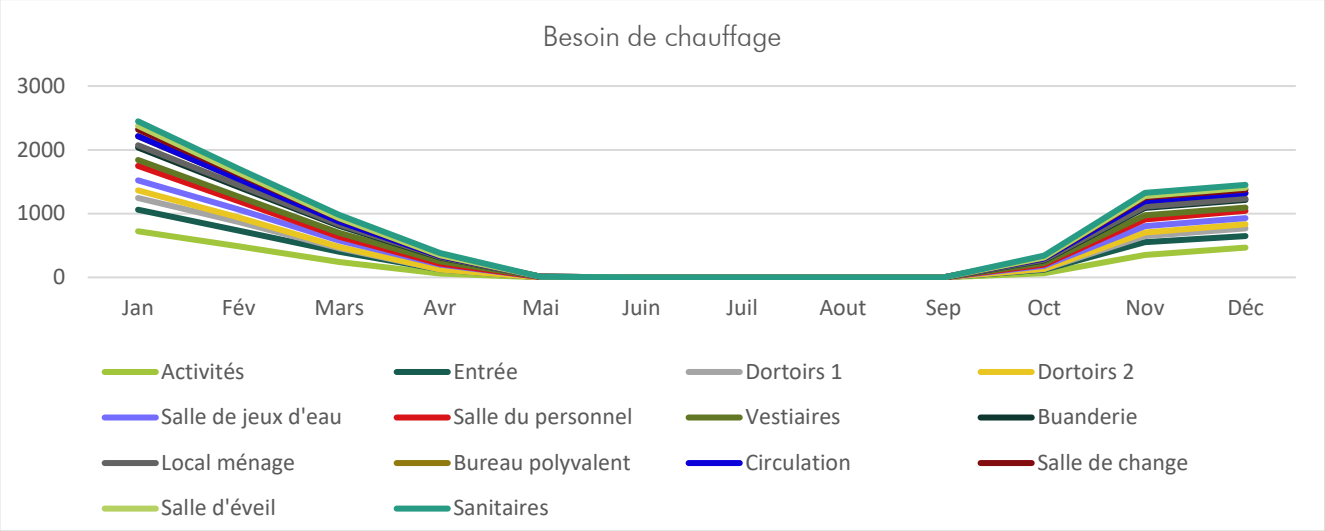
Usage	Consommation théorique (kWh EF/an)	Consommation théorique (kWhEF/an.m²)	Consommation théorique (kWhEP/an.m²)
Chauffage	11 210	35	38
Eau chaude sanitaire	2 021	6	15
Ventilation	753	2	5
Distribution	521	2	4
Eclairage	729	2	5
Usage spécifique	2 390	7	17
Total	**17 624**	**55**	**84**

Les consommations estimées du bâtiment envisageraient une valeur de 55 kWhEF/m².an.

5.1.3) Besoins en chauffage

Les besoins en chauffage correspondent aux déperditions thermiques de l'enveloppe du bâtiment, incluant celles liées à la ventilation, aux infiltrations d'air, aux parois et aux menuiseries. Il s'agit donc de l'ensemble des pertes passives d'énergie que subit le bâtiment tout au long de l'année.

Le graphique ci-dessous illustre la répartition de ces différentes sources de déperdition :



Besoin total de chauffage (KWh.an)	8 635
Besoin de chauffage par m2 (KWh/m2.an)	27,0
Objectif BD-BFC (KWh/m2.an)	25 NON ATTEINT

Le critère BD-BFC 4.1.2.2, qui vise un besoin de chauffage inférieur ou égal à 25 kWh/m².an n'est pas respecté par le bâtiment de la P'tite Fac, dont les besoins en chauffage atteignent 27,0 kWh/m².an, soit une valeur supérieur à l'exigence fixée.

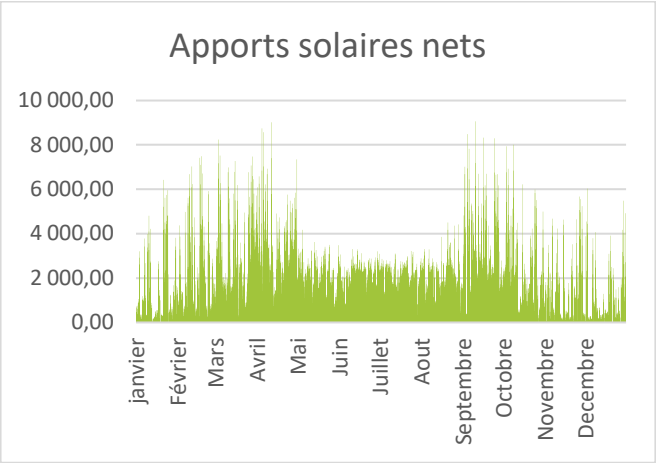
5.2) Apport interne

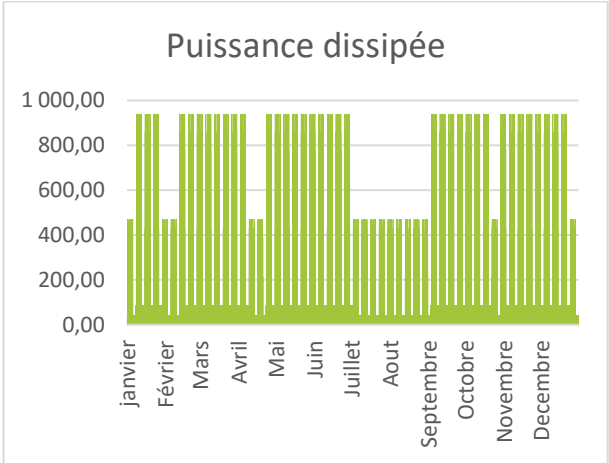
Afin de vérifier, comprendre et compléter les résultats de consommation, il est crucial de vérifier les apports interne du bâtiment. Les quatre principaux apports sont :

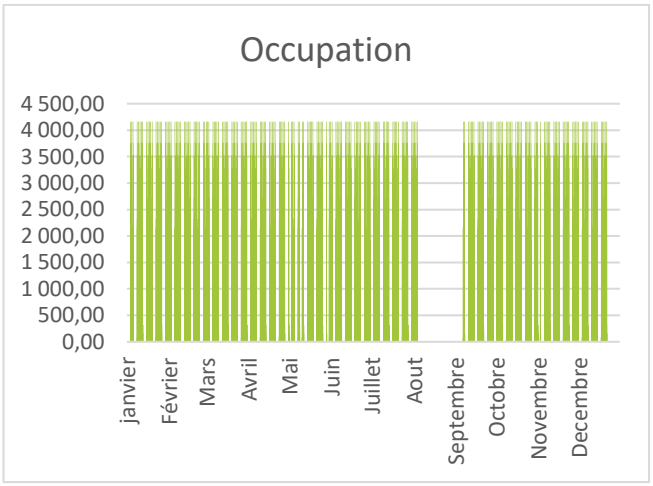
- Apports solaires : représentent la quantité d'énergie solaire reçue par une surface sous forme de rayonnement,
- Apports des occupants : puissance émise par les occupants du bâtiment (70-90W/occupants),
- Apports des puissances dissipées : puissance émise par les équipements présent dans les surfaces de calculs (ordinateur, écran, photocopieuse…),
- Apports de l'éclairage : puissance émise par l'éclairage dans les surfaces de calculs.

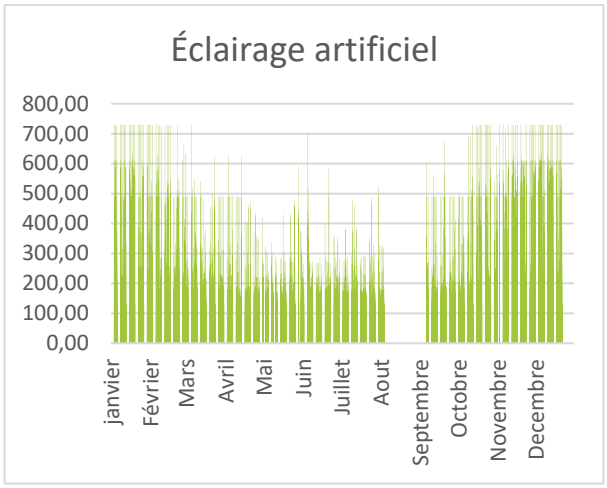
Le calcul des apports est essentiel dans une simulation dynamique pour modéliser précisément le comportement thermique du bâtiment. Ils permettent d'optimiser les systèmes de chauffage, ventilation et climatisation tout en garantissant le confort des occupants et en minimisant les surconsommations énergétiques. En tenant compte de ces apports, on peut mieux adapter et comprendre les consommations énergétiques du site.

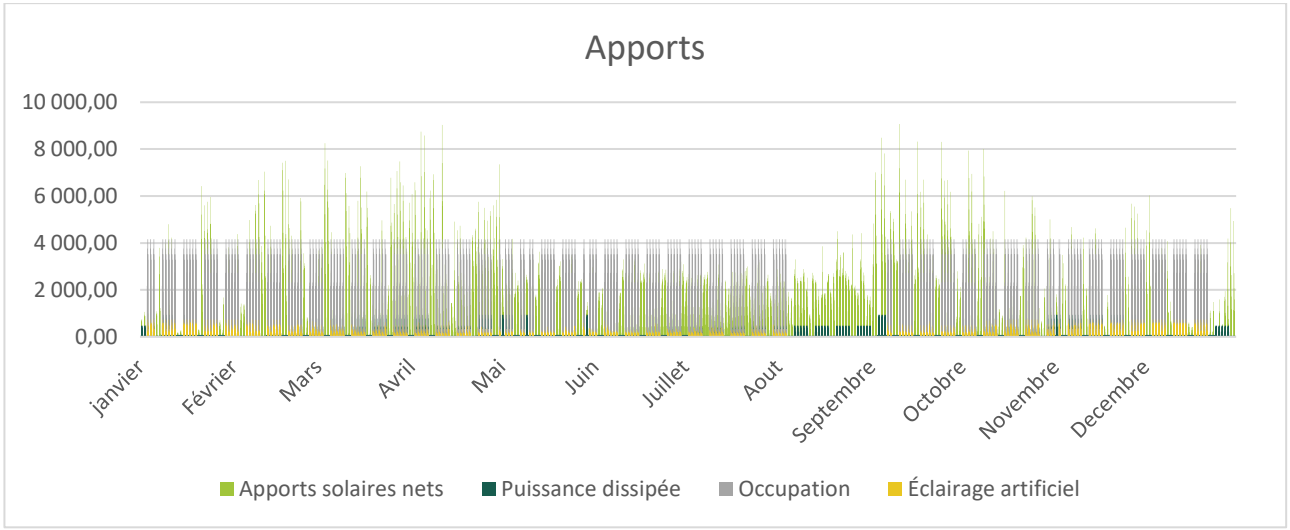
5.2.1) Météo classique





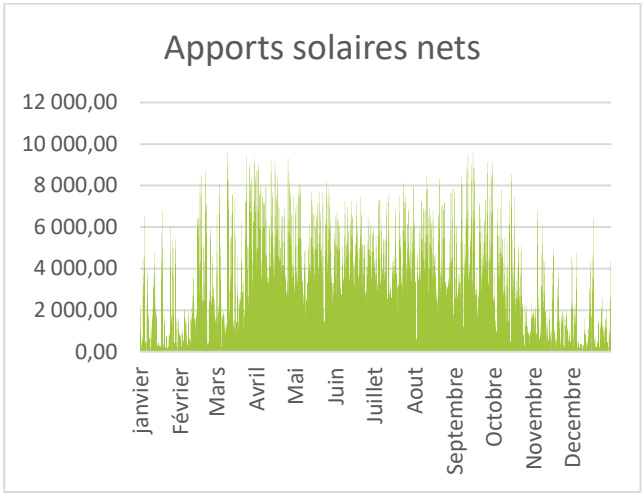


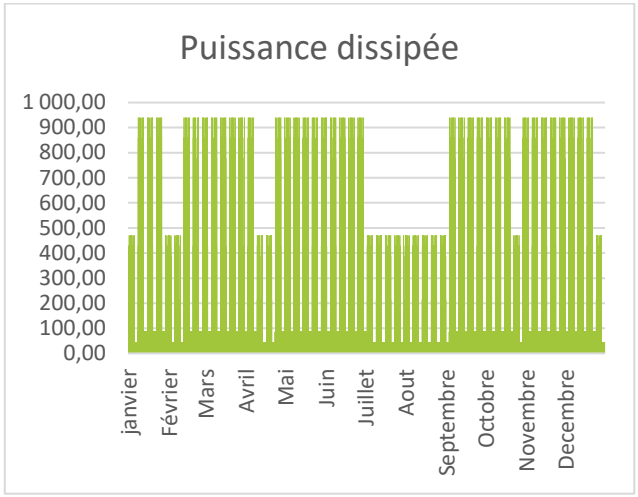


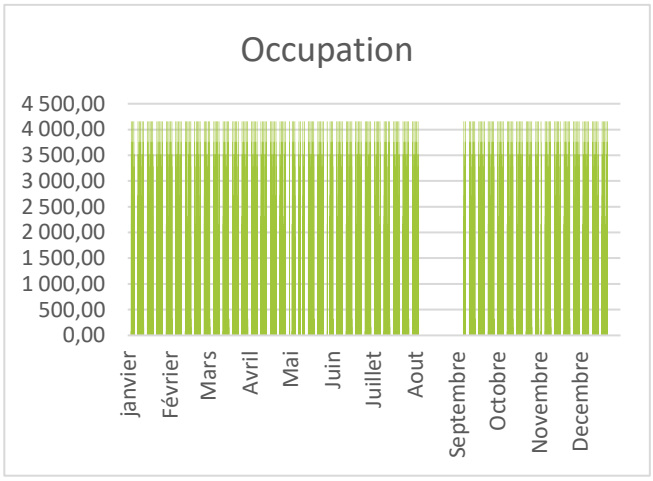


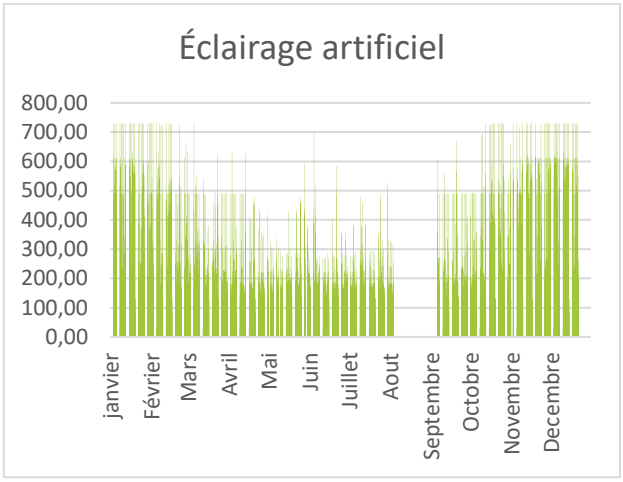
Les principaux apports internes du bâtiment sont les apports solaires et ceux liés à l'occupation. Les apports solaires contribuent à réduire les besoins en chauffage durant l'hiver, mais peuvent provoquer une surchauffe en été. Une gestion efficace des protections solaires permet de limiter ces excès estivaux tout en tirant parti des bénéfices en hiver. Par ailleurs, la puissance dissipée par les occupants augmente la température intérieure, ce qui diminue les besoins en chauffage mais accroît ceux en climatisation. La gestion de ces apports reste complexe, car elle dépend de la fréquence d'utilisation du bâtiment par les occupants.

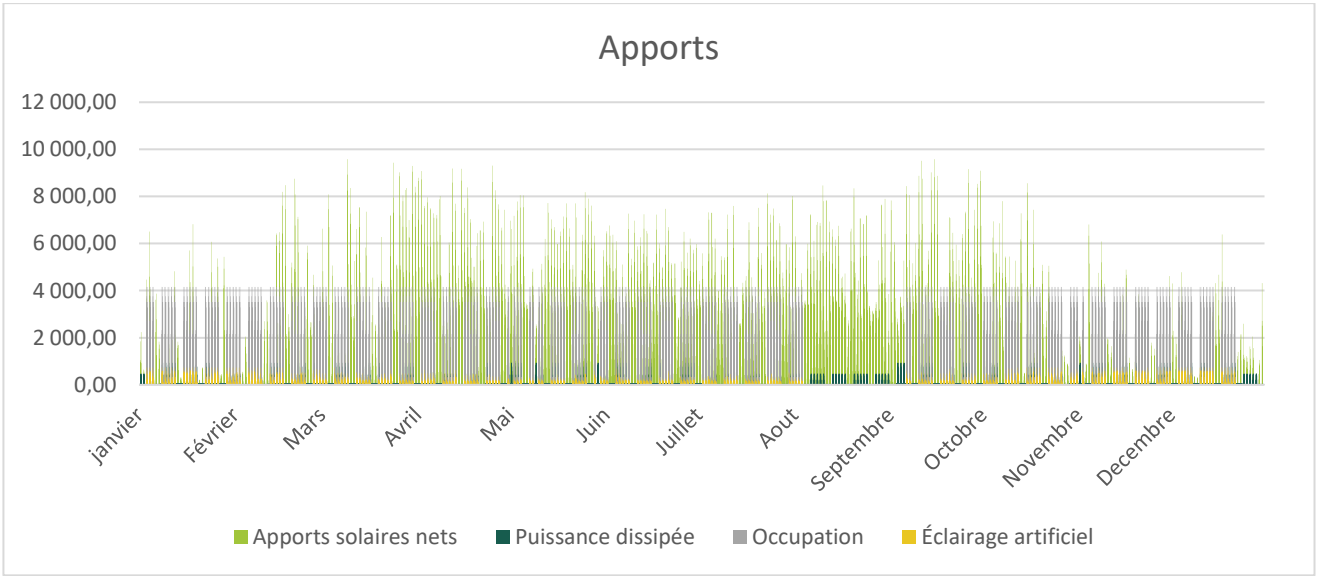
5.2.2) Météo caniculaire et scénario d'usage extrême











La météo caniculaire représente une année de référence durant laquelle les températures estivales atteignent des niveaux élevés. Un scénario de mauvaise gestion, caractérisé par une ouverture inadéquate des fenêtres, des protections solaires et par le fonctionnement inutile des équipements, peut entraîner une accumulation de chaleur interne. Cette élévation de température dégrade le confort thermique des occupants et compromet l'efficacité énergétique du bâtiment.

Les graphiques présentés illustrent un mélange des deux cas de figures avec scénario défavorable pour le comportement thermique du bâtiment de la P'tite Fac. La gestion inefficace entraîne une augmentation des apports de chaleur internes qui sont plus important en période de canicule. Cette accumulation thermique compromet le confort des usagers et dégrade les performances du bâtiment.

5.2.3) Synthèse

L'analyse de la charge interne moyenne annuelle en kWh, qui prend en compte les différents apports, sert à évaluer l'impact énergétique global des activités internes sur le bâtiment. Elle permet une gestion énergétique plus précise, contribuant à une meilleure efficacité énergétique du bâtiment. Les résultats sont détaillés ci-dessous :

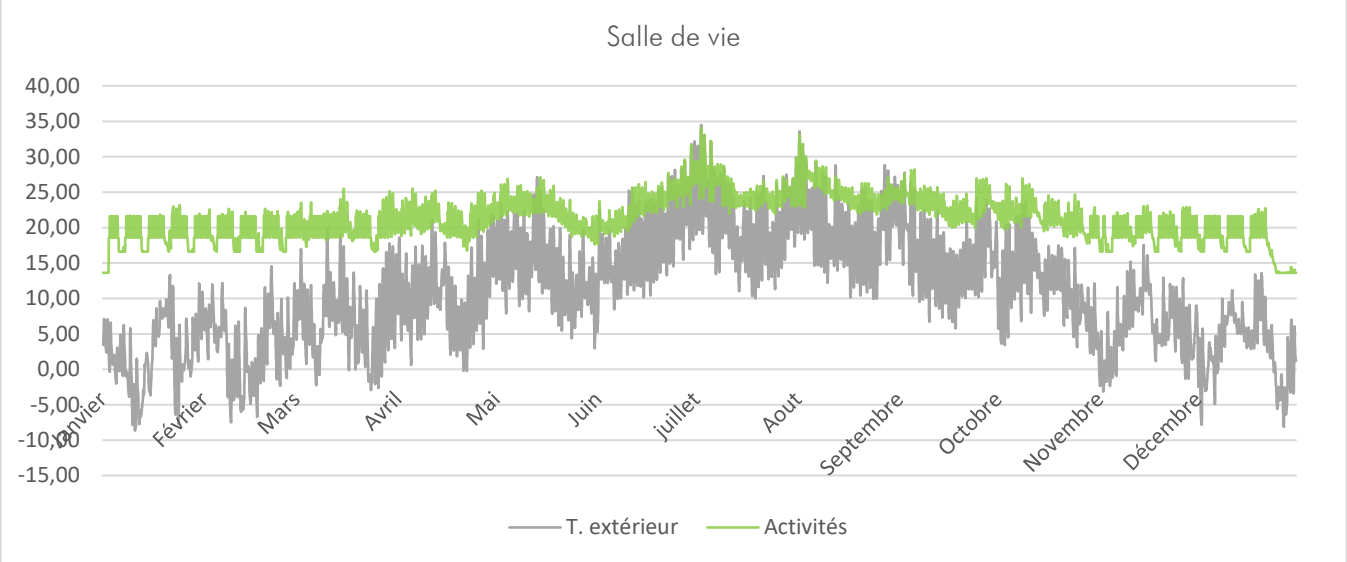
Scénario	Puissance totale des apports (kWh/an)	Charge interne annuelle (W/m^2)
Météo classique	17 865	54,87
Météo caniculaire & usage extrême	21 228	65,20

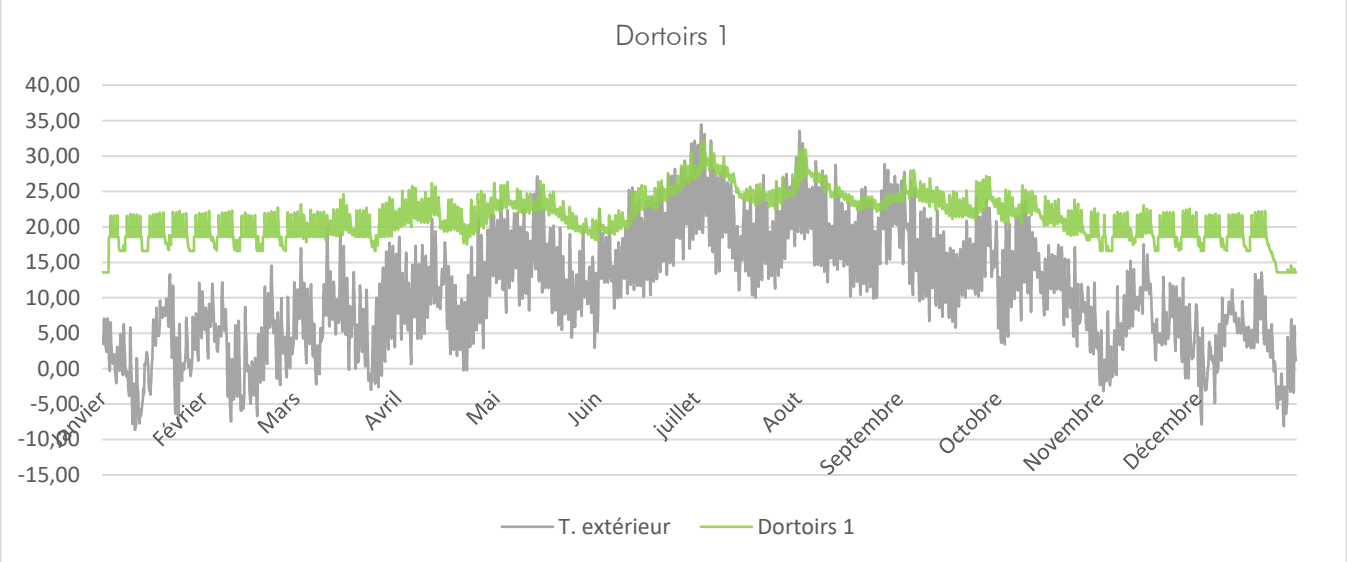
L'analyse des apports internes met en évidence la nécessité de sensibiliser les occupants à la gestion du bâtiment. En les formant à optimiser les apports solaires, notamment via une utilisation efficace des protections solaires et une gestion appropriée de l'ouverture des fenêtres, il est possible de réduire la consommation énergétique d'environ 15%. Il est plus difficile pour les occupants d'influer sur les apports liés aux équipements techniques et à l'éclairage, à l'exception de veiller à les éteindre lorsqu'ils ne sont pas nécessaires.

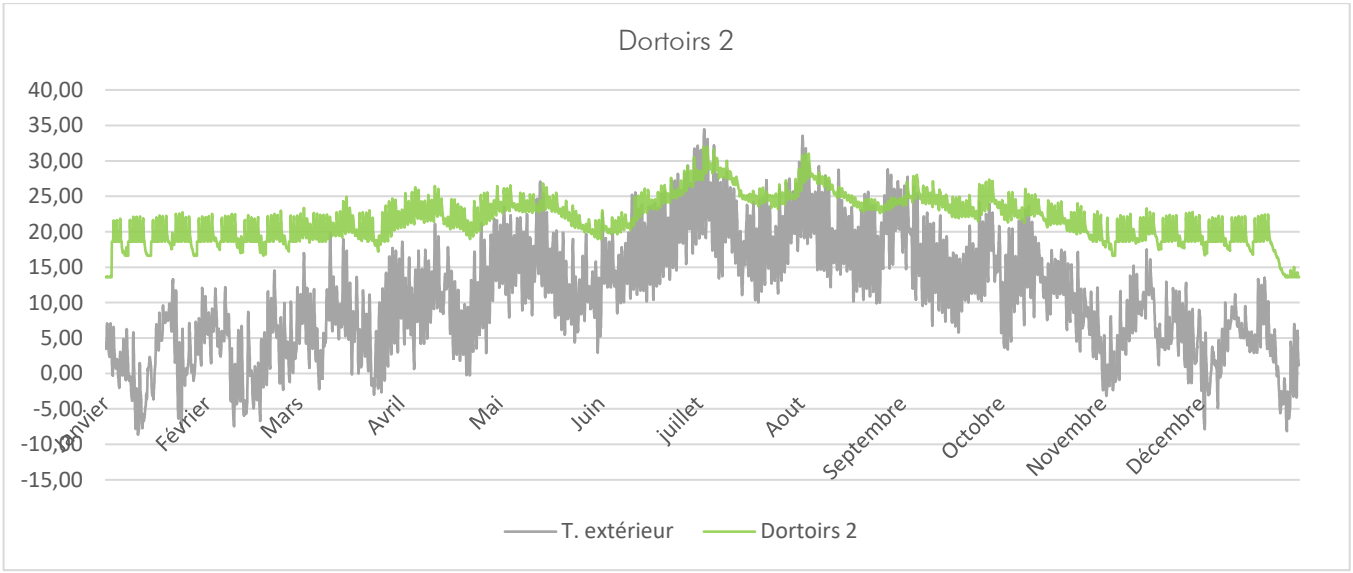
5.3) Confort thermique

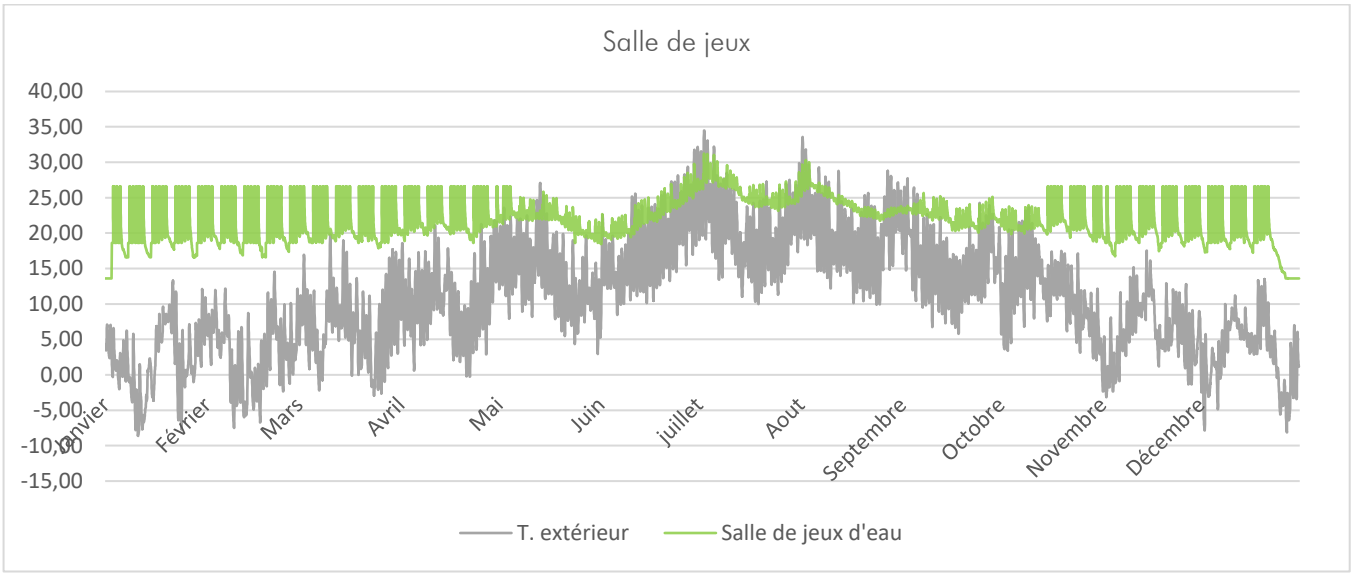
Le confort thermique est un aspect essentiel dans une simulation dynamique, il évalue le bien-être des occupants en fonction des conditions climatiques et des apports internes du bâtiment. Une simulation dynamique analyse en temps réel les variations de température et d'humidité, tout en prenant compte des interactions entre les apports internes et les systèmes du bâtiment. L'objectif est de maintenir une température intérieure dites de « confort » (20/26°C) tout en optimisant la consommation d'énergie. Cette approche permet de garantir ou non l'efficacité énergétique et le confort des occupants dans le bâtiment.

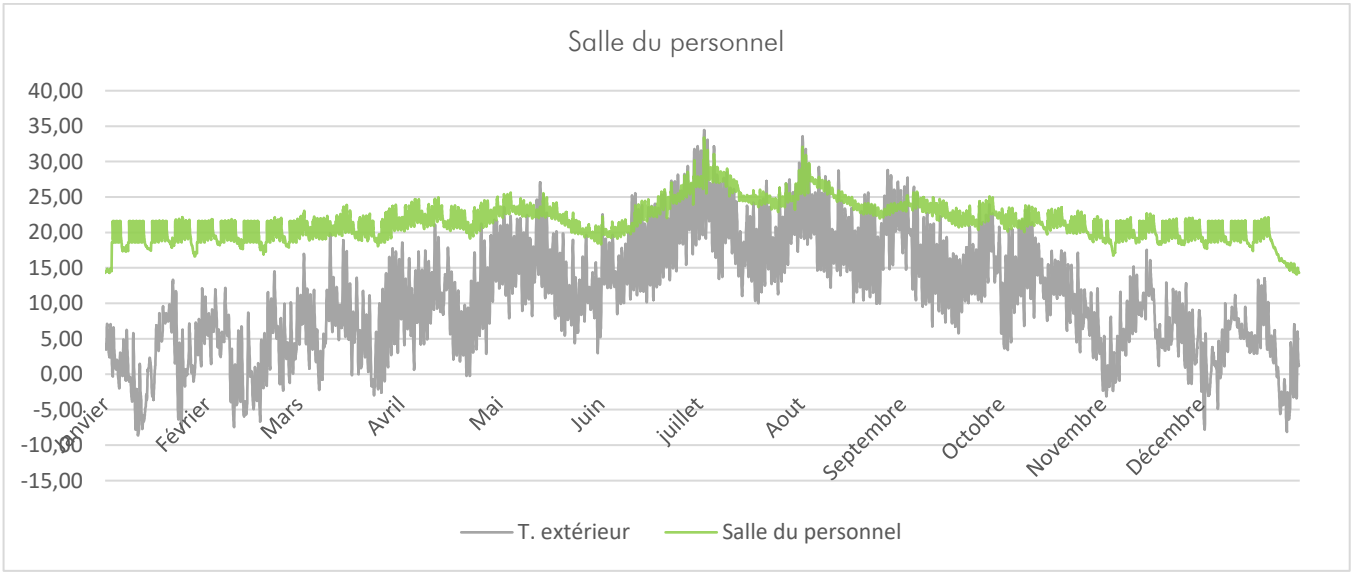
5.3.1) Température opérative du bâtiment – météo classique et scénario classique

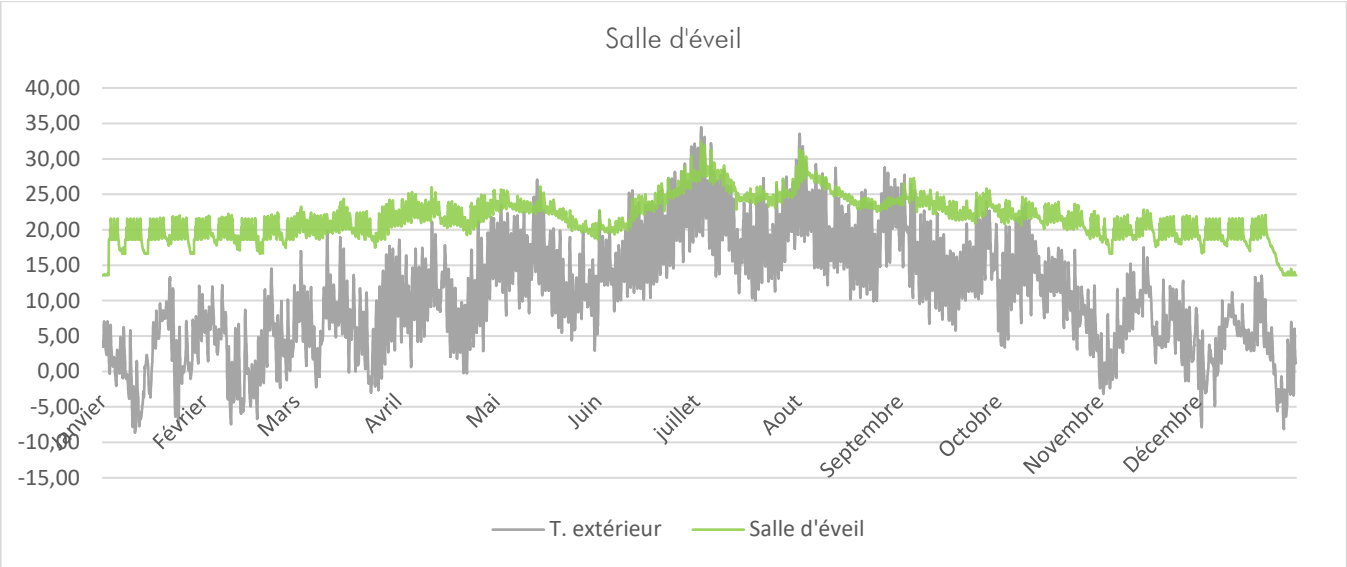





Dortoirs 2
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
Janvier
Février
Mars
Avril
Mai
Juin
juillet
Aout
Septembre
Octobre
Novembre
Décembre
T. extérieur
Dortoirs 2


Salle de jeux
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
Janvier
Février
Mars
Avril
Mai
Juin
juillet
Aout
Septembre
Octobre
Novembre
Décembre
T. extérieur
Salle de jeux d'eau


Salle du personnel
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
-5,00
-10,00
-15,00
Janvier
Février
Mars
Avril
Mai
Juin
juillet
Aout
Septembre
Octobre
Novembre
Décembre
T. extérieur
Salle du personnel

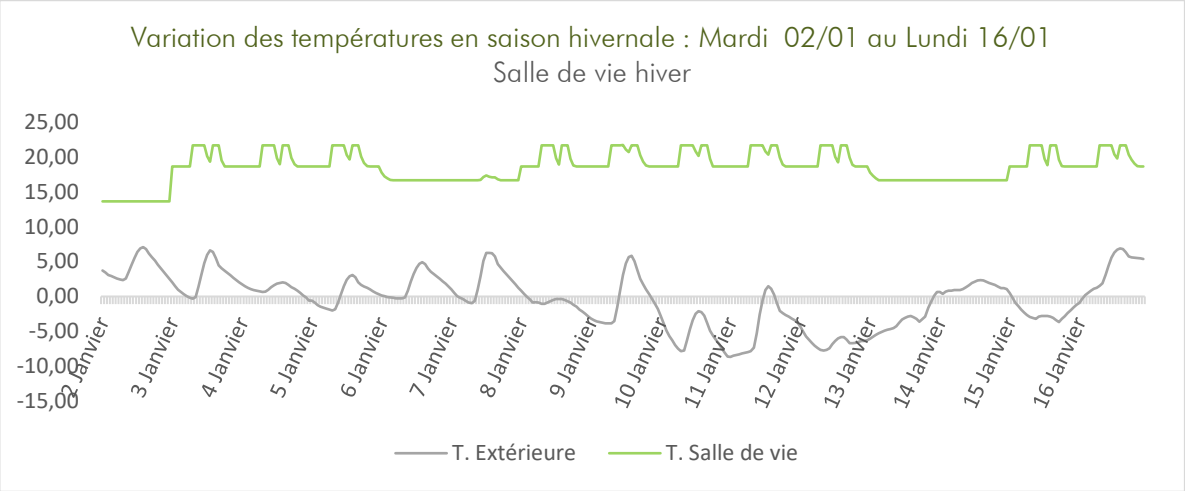


Les résultats ci-dessus permettent d'étudier et d'analyser les températures de chaque zone du projet en fonction de la température extérieure tout au long de l'année.

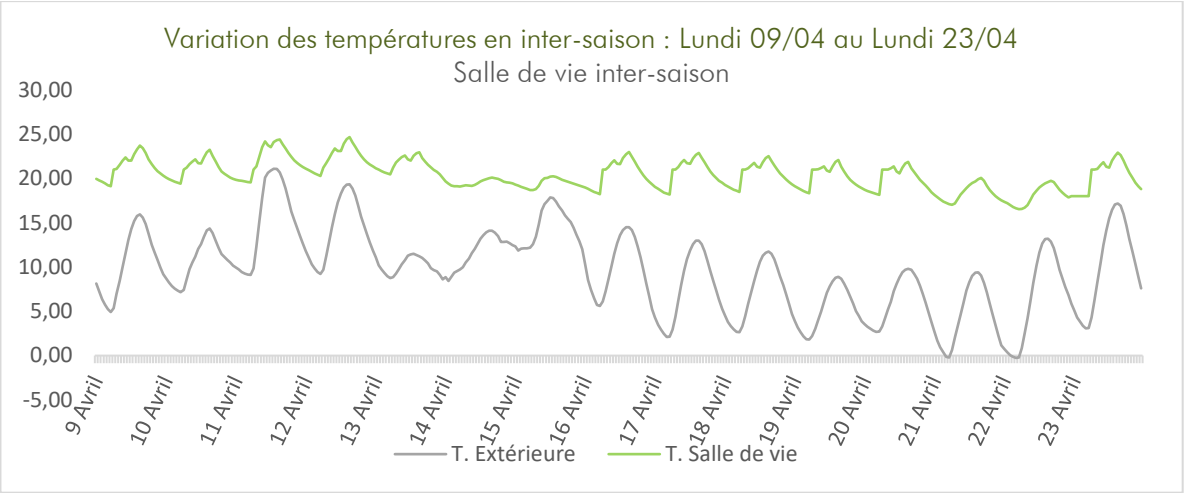
La plage de confort thermique est respectée pendant toutes les heures d'occupation dans le bâtiment de la P'tite Fac durant les saisons froides. En revanche, pendant l'été et la mi-saison, on observe des températures dépassant les 26 °C, notamment en juillet et en août.

Ces heures d'inconfort sont liées à l'absence de système de climatisation. Pour limiter cet inconfort estival, l'installation de brasseurs d'air est recommandée. Ceux-ci permettraient d'améliorer la sensation de fraîcheur perçue par les usagers.

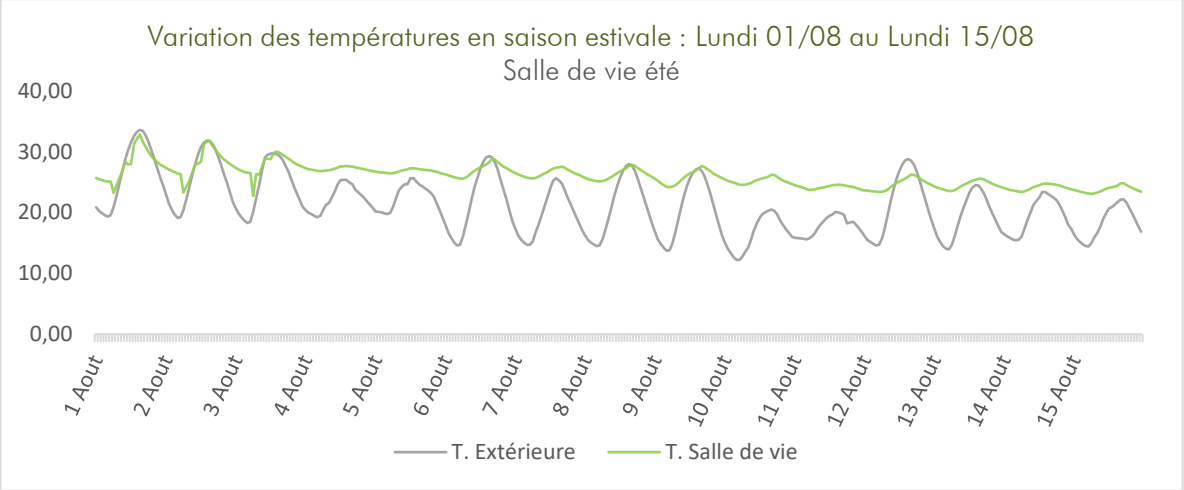
5.3.2) Météo décadaire classique – scénario classique



En saison hivernale, le confort est vérifié à toute heure d'occupation du 2 janvier au 16 janvier.



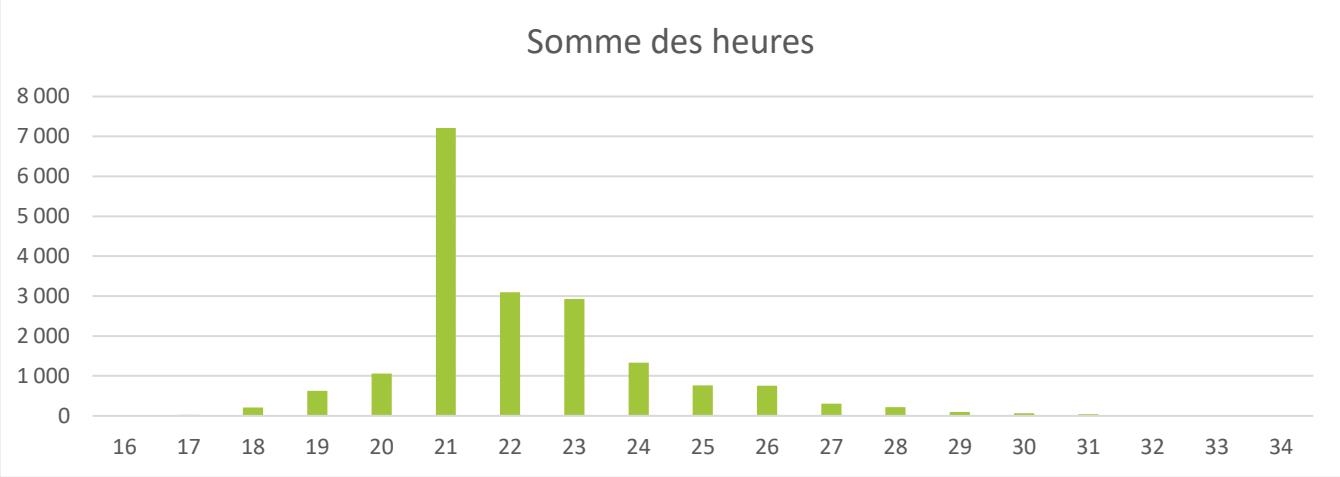
En inter-saison, le confort est vérifié à toute heure d'occupation du 9 avril au 23 avril.



En saison estivale, le confort est vérifié à toute heure d'occupation du 1 aout au 15 aout.

Les graphiques ci-dessus montrent que le confort des occupants est respecté durant la majeure partie de l'année. Pendant les périodes les plus chaudes, la température peut atteindre un maximum de 34,1°C.

Voici la répartition des températures en fonction du nombre d'heures dans le bâtiment de la P'tite Fac :



Les plages de température de confort ne sont pas vérifiées à toutes les heures de la journée durant l'année. L'inertie du bâtiment n'étant pas assez importante en raison de la structure légère bois-paille, la température opérative suit la tendance de la température extérieure.

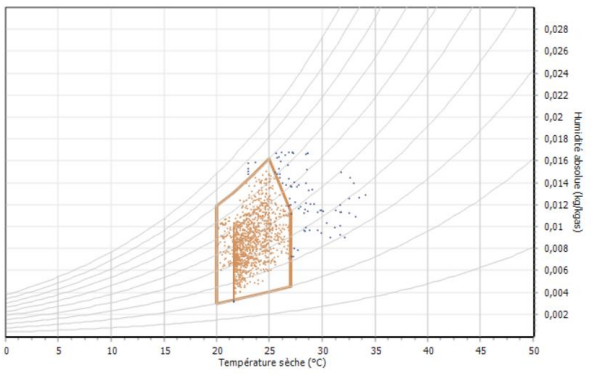
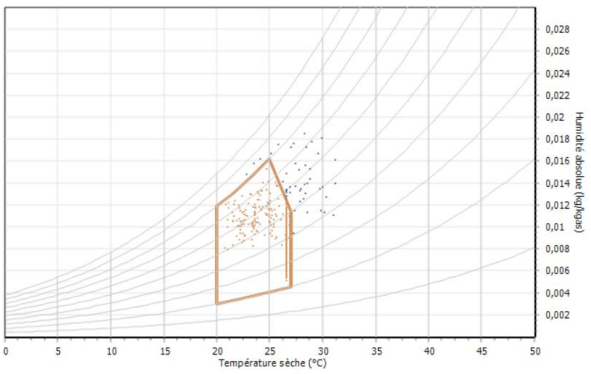
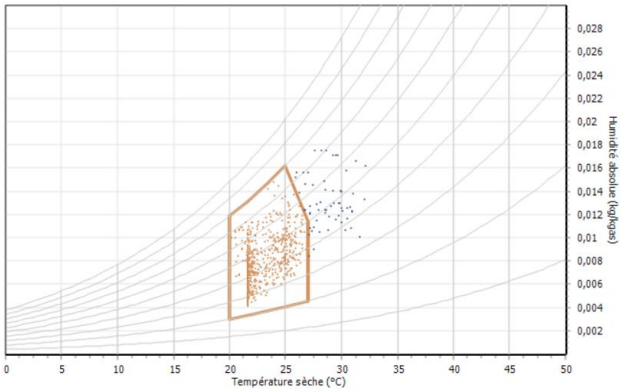
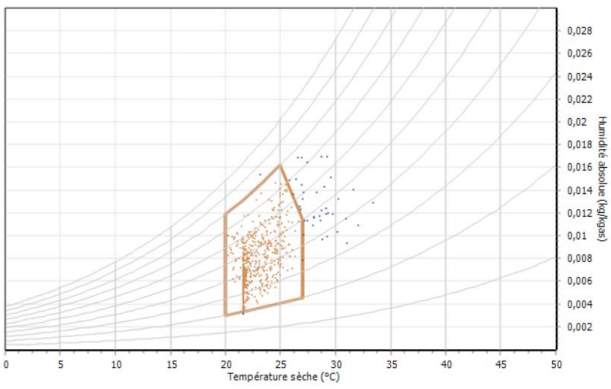
La température maximum atteinte en occupation est de 34,1°C.

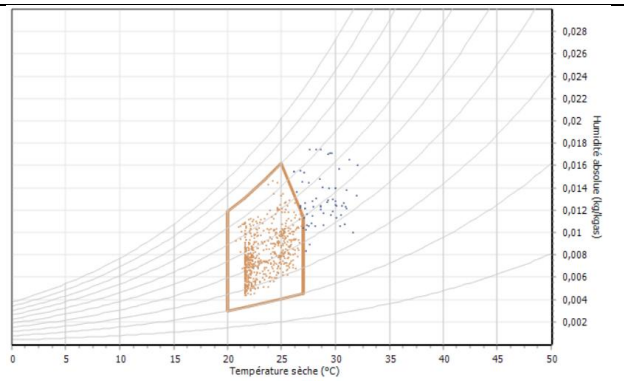
5.3.3) Confort des utilisateurs – météo classique et scénario classique

Le diagramme de Givoni permet de déterminer le ressenti thermique de l'utilisateur en fonction de la température et de l'humidité ambiante. Pour une même température, l'humidité peut influencer positivement ou négativement la sensation de confort de l'occupant.

En cas de sensation de chaleur, l'augmentation de la vitesse de l'air peut être utilisée pour améliorer le confort des habitants grâce à l'effet rafraîchissant du mouvement de l'air.

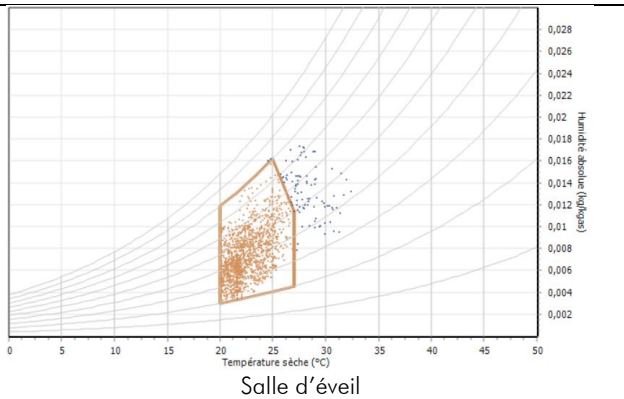
Les diagrammes de Givoni ci-dessous représentent les différentes zones du bâtiment de la P'tite Fac.

Diagramme de Givoni – Vitesse de l'air = 0 m/s			
 Salle de vie		 Salle de jeu d'eau	
Heures de confort = 1 713h	Heures d'inconfort = 84h	Heures de confort = 406h	Heures d'inconfort = 46h
 Dortoirs 1		 Salle du personnel	
Heures de confort = 616h	Heures d'inconfort = 61h	Heures de confort = 634h	Heures d'inconfort = 41h



Dortoirs 2

Heures de confort = 616h	Heures d'inconfort = 62h

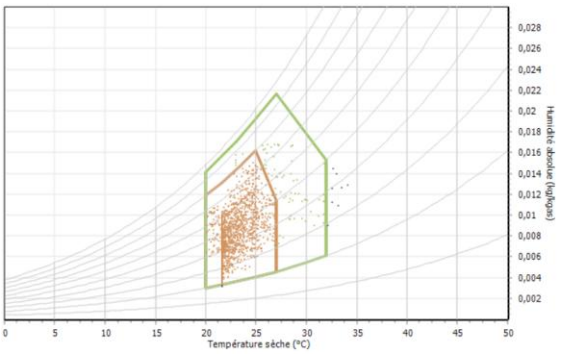
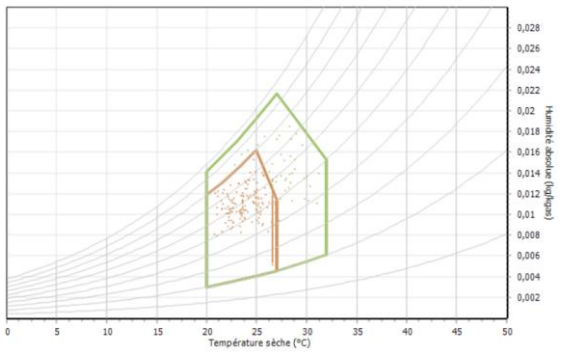
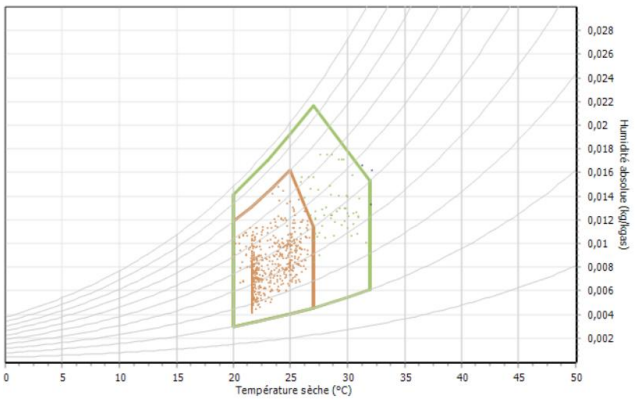
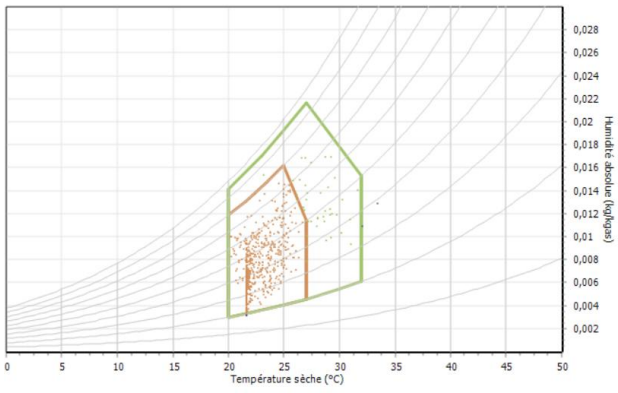


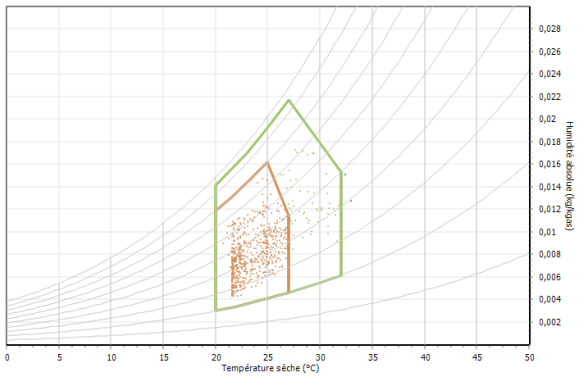
Salle d'éveil

Heures de confort = 1 397h	Heures d'inconfort = 83h

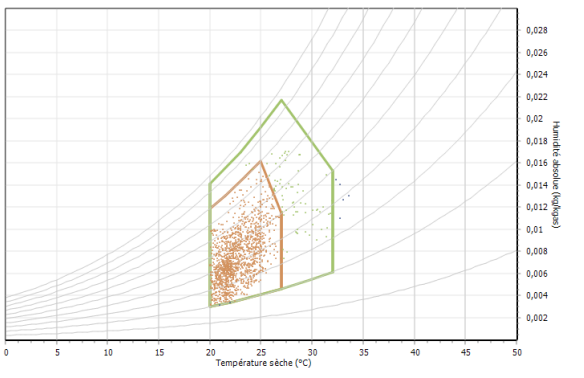
Des dispositifs permettant d'augmenter la vitesse de l'air dans les différents espaces, tels que des brasseurs d'air, peuvent améliorer le confort estival des usagers de la P'tite Fac. La vitesse d'air recommandée peut varier entre 0,5 m/s et 1,5 m/s.

Le tableau suivant présente les résultats du ressenti des usagers avec une vitesse d'air de **1 m/s** générée par des brasseurs d'air :

Diagramme de Givoni – Vitesse de l'air = 1 m/s			
			
Salle de vie		Salle de jeu d'eau	
Heures de confort = 1 786h	Heures d'inconfort = 11h	Heures de confort = 452h	Heures d'inconfort = 0h
			
Dortoirs 1		Salle du personnel	
Heures de confort = 674h	Heures d'inconfort = 3h	Heures de confort = 670h	Heures d'inconfort = 5h



Dortoirs 2



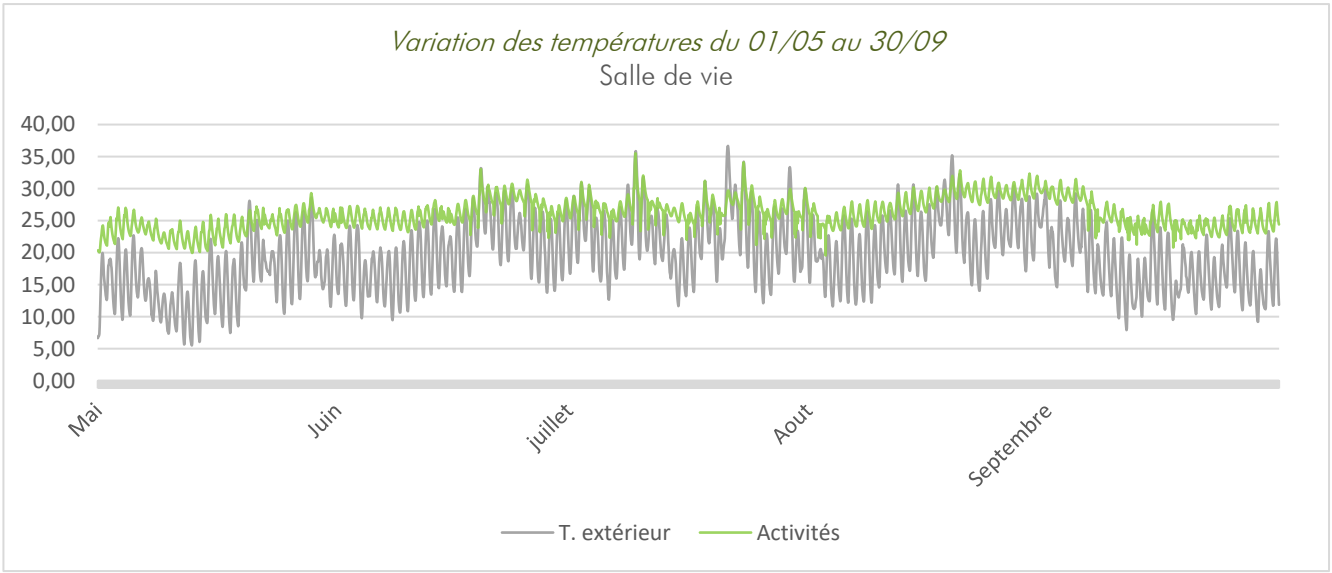
Salle d'éveil

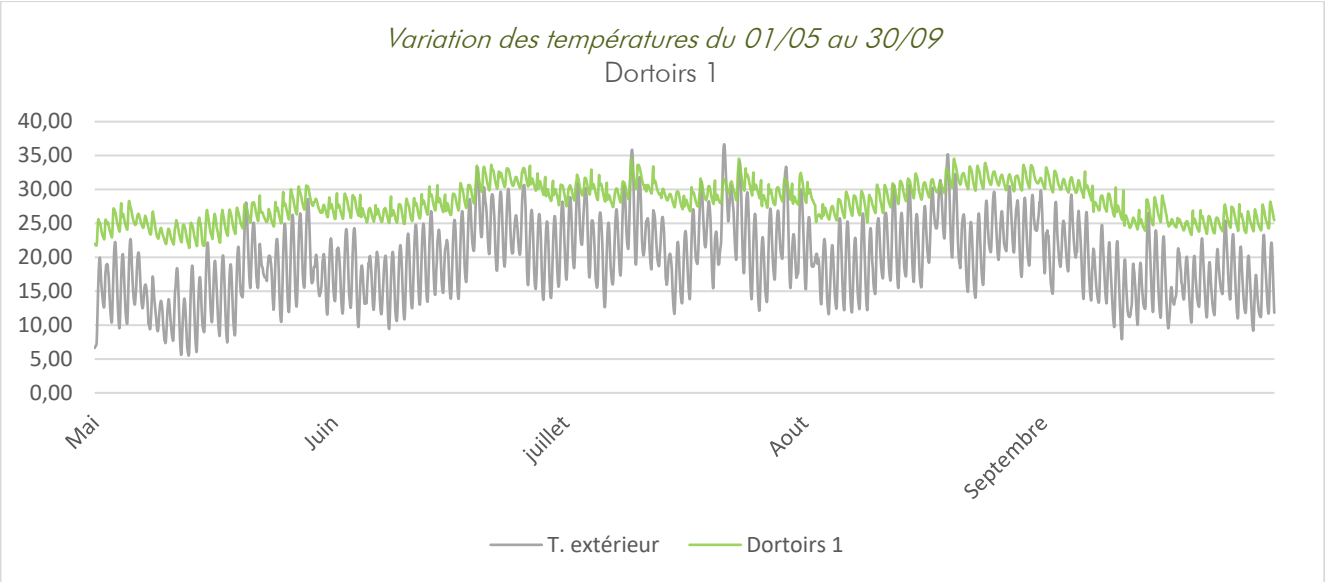
Heure de confort = 676h	Heures d'inconfort = 2h	Heures de confort = 1 473h	Heures d'inconfort = 7h

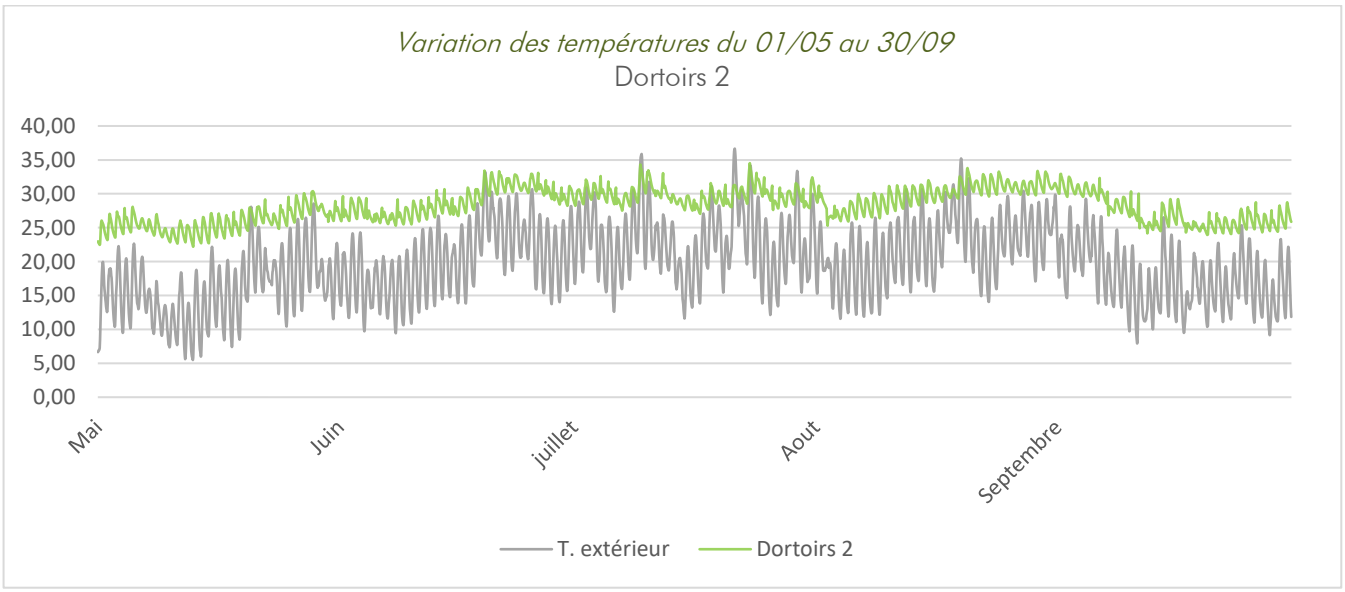
Le critère 7.1.1.10 de la démarche BD-BFC impose que la zone d'inconfort thermique ne dépasse pas 30 heures par an. Ce seuil est respecté après la mise en place de brasseurs d'air assurant une vitesse d'air de 1 m/s.
En complément, l'adoption de bonnes pratiques d'usage, notamment la gestion maîtrisée des ouvertures, des protections solaires, ainsi que la réduction des apports internes (équipements, éclairage…) permettrons de réduire les périodes d'inconfort.

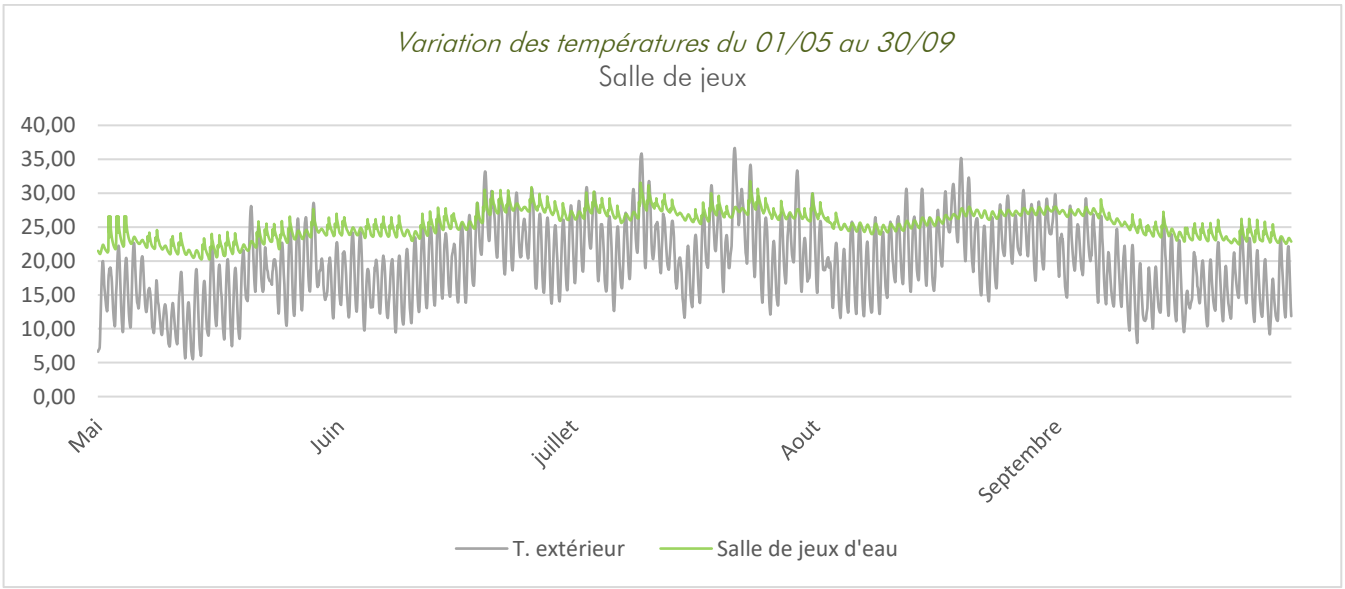
5.3.4) Température opérative du bâtiment – météo caniculaire et scénario extrême

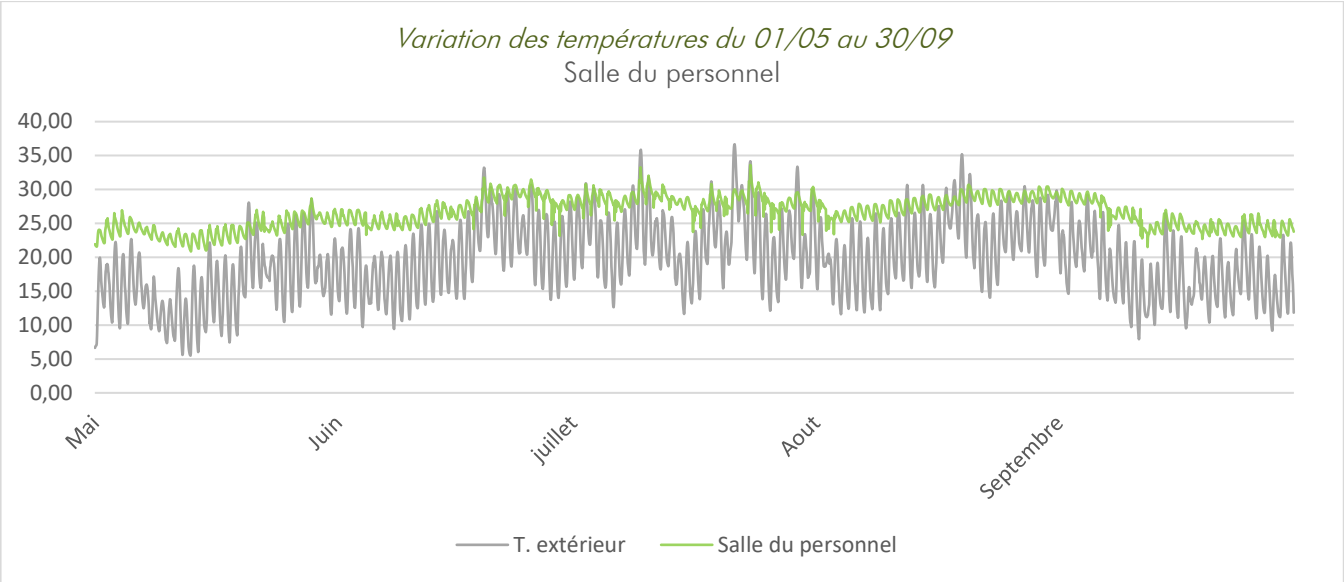
Conformément aux exigences du BDBFC, une étude du confort thermique doit être réalisée en considérant des conditions météorologiques caniculaires et des scénarios de mauvaise gestion dits « extrêmes ». Cette analyse vise à évaluer le comportement thermique du bâtiment dans les conditions les plus défavorables possibles. Les résultats sont présentés ci-dessous :

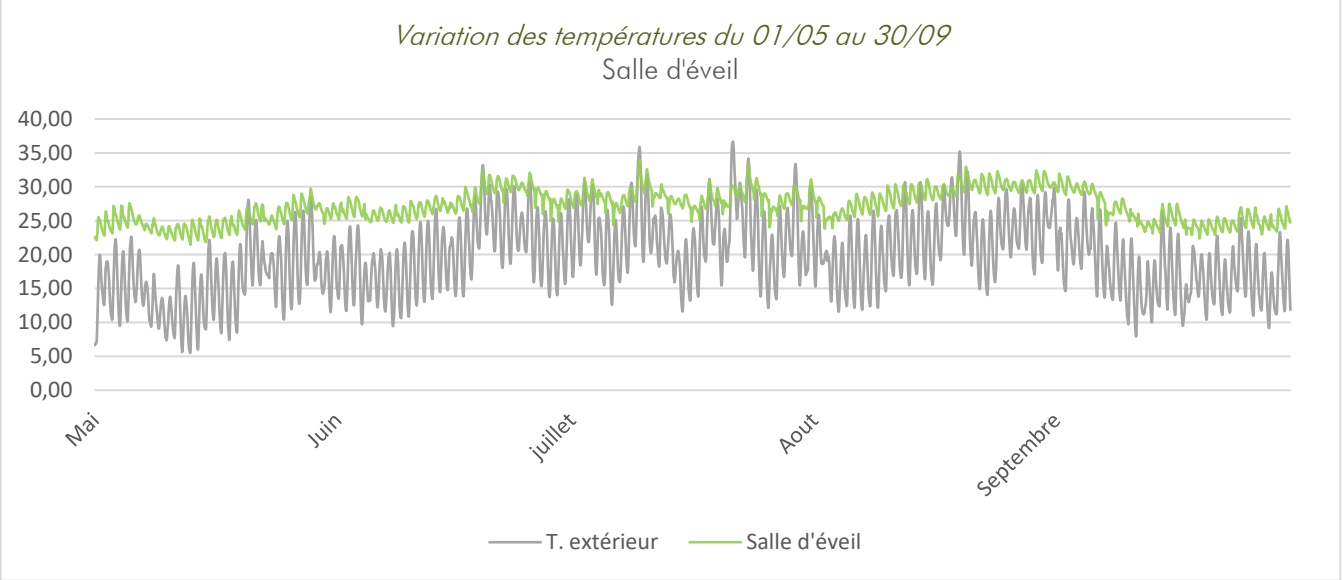



Variation des températures du 01/05 au 30/09
Dortoirs 1
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
Mai
Juin
juillet
Aout
Septembre
T. extérieur
Dortoirs 1


Variation des températures du 01/05 au 30/09
Dortoirs 2
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
Mai
Juin
juillet
Aout
Septembre
T. extérieur
Dortoirs 2


Variation des températures du 01/05 au 30/09
Salle de jeux
40,00
35,00
30,00
25,00
20,00
15,00
10,00
5,00
0,00
Mai
Juin
juillet
Aout
Septembre
T. extérieur
Salle de jeux d'eau

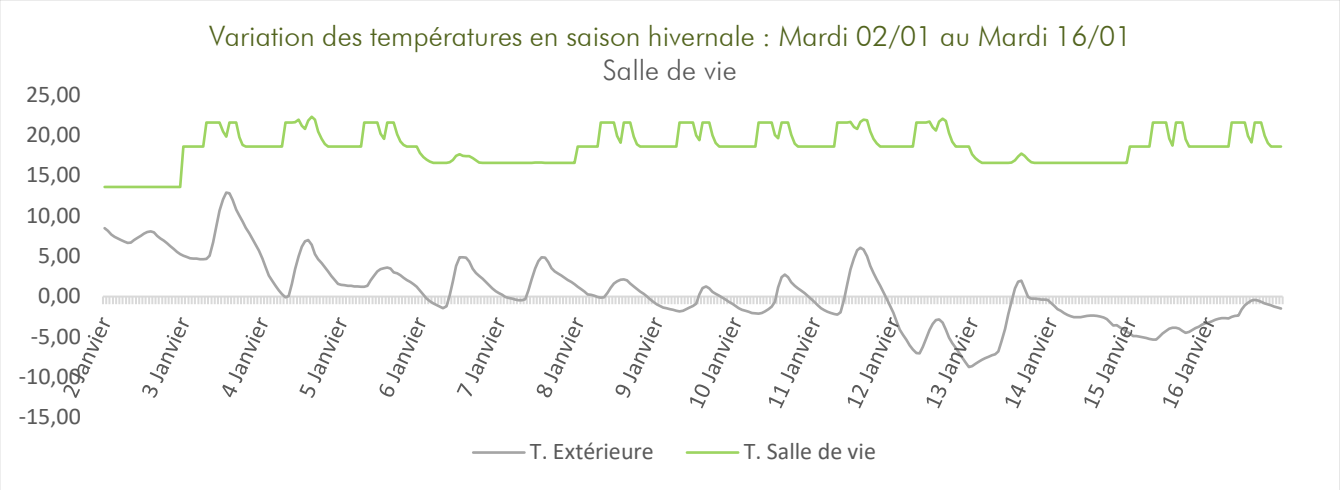




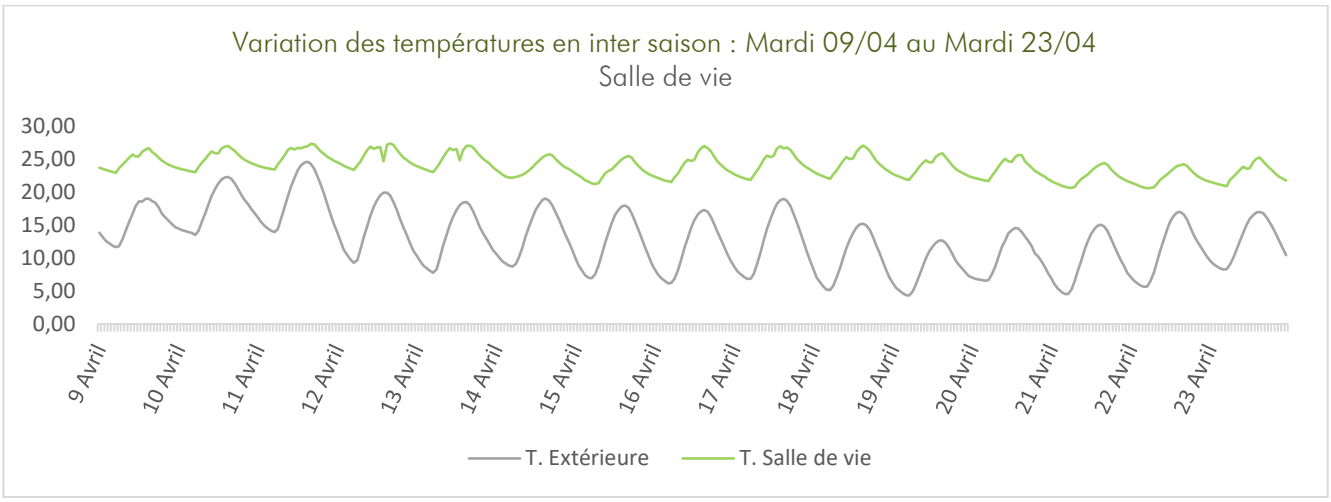
La plage de confort thermique est respectée pendant les saisons froides. En revanche, pendant l'été et la mi-saison, on observe des températures dépassant les 26 °C, notamment en juillet et en août.

Ces heures d'inconfort sont liées à l'absence de système de climatisation. Pour limiter cet inconfort estival, l'installation de brasseurs d'air est recommandée. Ceux-ci permettraient d'améliorer la sensation de fraîcheur perçue par les usagers.

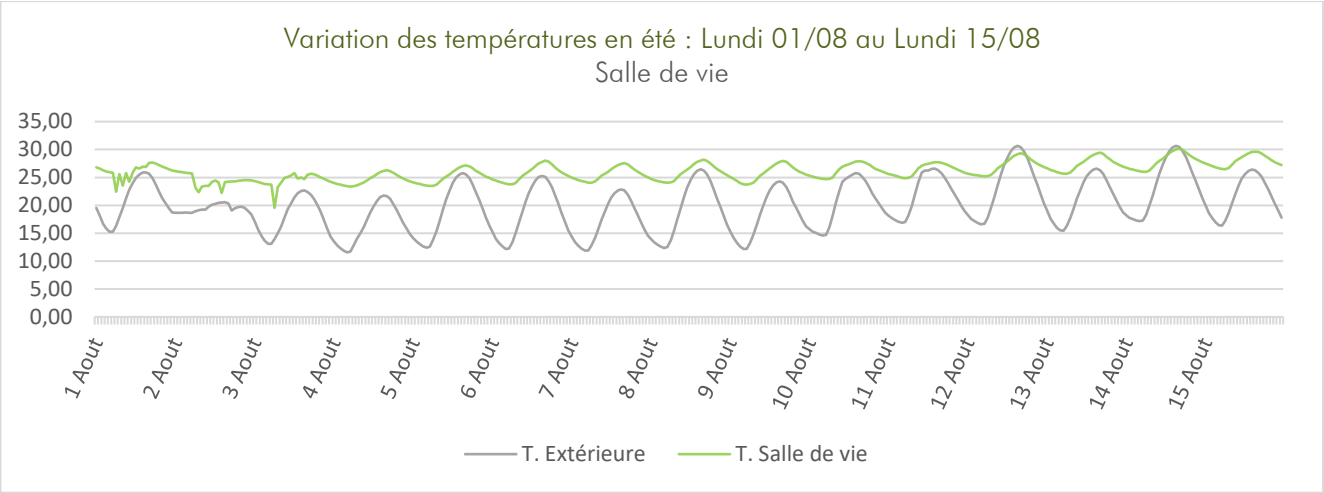
5.3.5) Météo décadaire caniculaire – scénario extrême



En saison hivernale, le confort des occupants est vérifié à toute heure d'occupation.



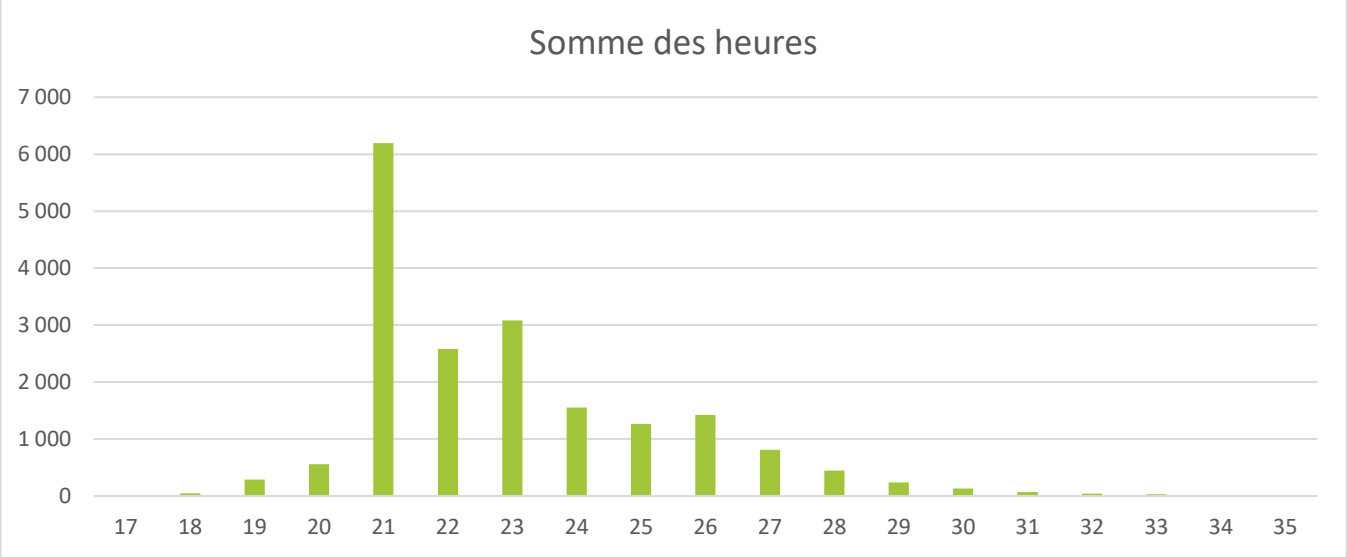
En saison inter-saison, le confort des occupants est vérifié à toute heure d'occupation.



En saison estivale, le confort est vérifié à toute heure d'occupation du 1 aout au 15 aout.

Les graphiques ci-dessus montrent que le confort des occupants est respecté durant la majeure partie de l'année. Pendant les périodes les plus chaudes, la température peut atteindre un maximum de 35,5 °C.

Voici la répartition des températures en fonction du nombre d'heures dans le bâtiment de la P'tite Fac :

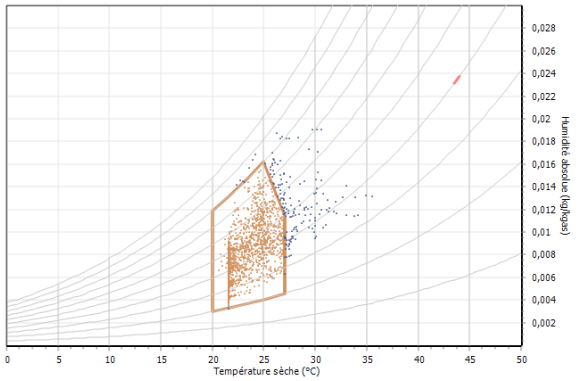
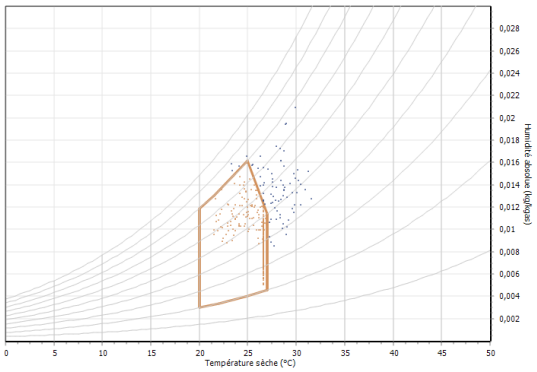
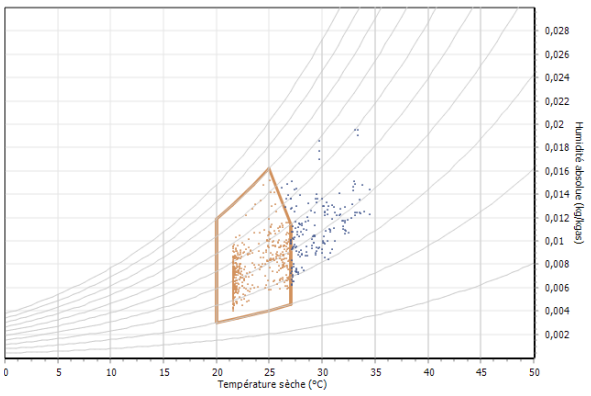
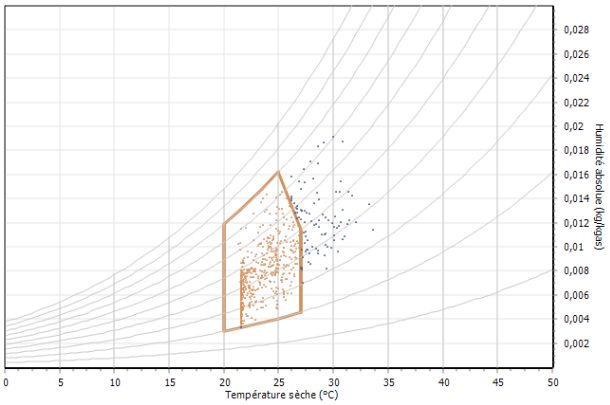
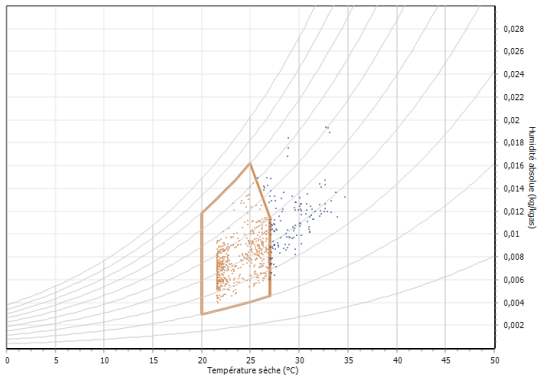
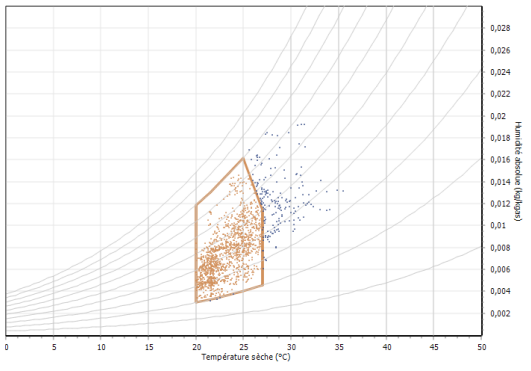


Les plages de température de confort ne sont pas vérifiées à toutes les heures de la journée durant l'année. L'inertie du bâtiment n'étant pas assez importante en raison de la structure légère bois-paille, la température opérative suit la tendance de la température extérieure.

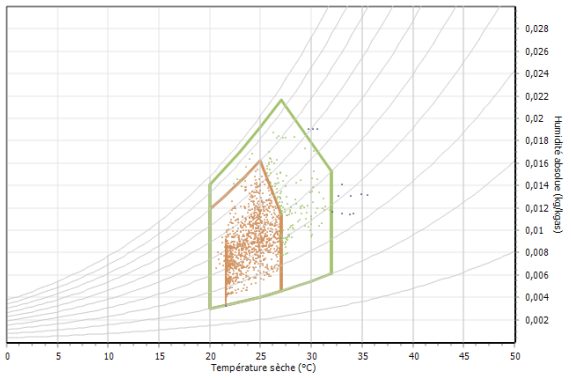
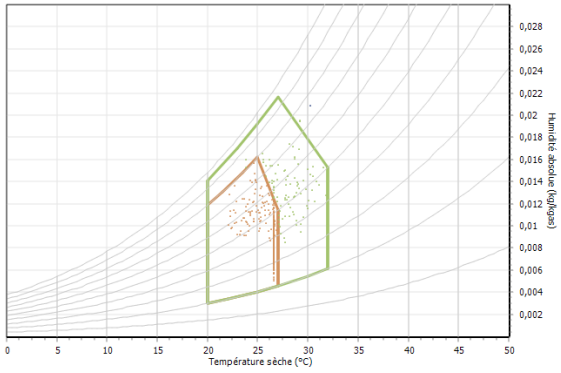
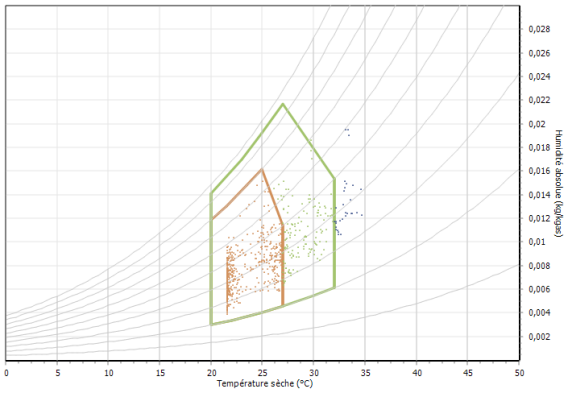
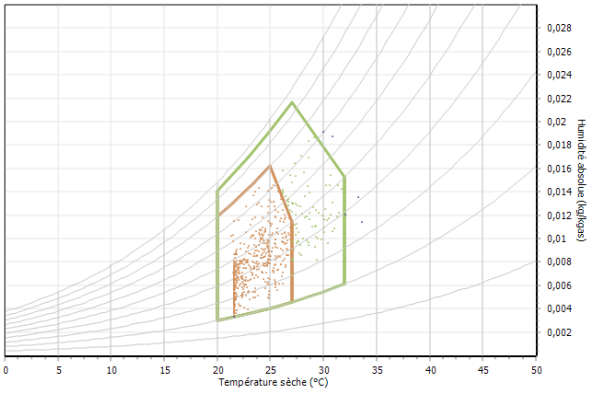
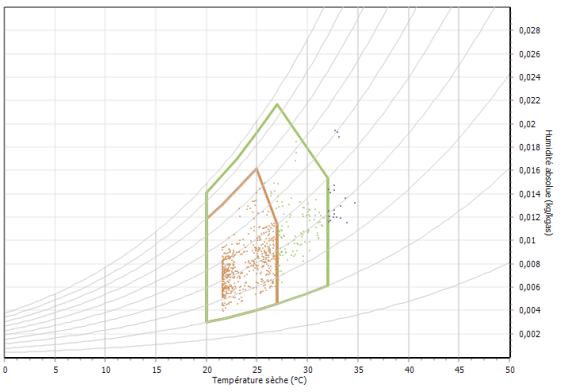
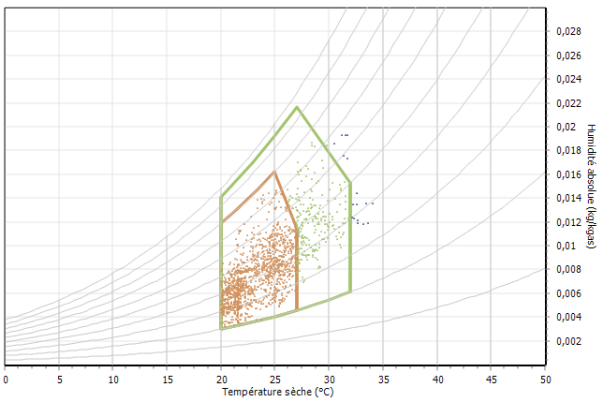
La température maximum atteinte en occupation est de 35,5°C.

5.3.6) Confort des utilisateurs – Météo caniculaire et scénario extrême

Les diagrammes de Givoni ci-dessous illustrent les différentes zones du bâtiment de la P'tite Fac, impactées par une année de canicule et des usages extrêmes du bâtiment.

Diagramme de Givoni – Vitesse de l'air = 0 m/s			
 Salle de vie		 Salle de jeu d'eau	
Heures de confort = 1 637h	Heures d'inconfort = 170h	Heures de confort = 375h	Heures d'inconfort = 77h
 Dortoirs 1		 Salle du personnel	
Heures de confort = 504h	Heures d'inconfort = 174h	Heures de confort = 590h	Heures d'inconfort = 88h
 Dortoirs 2		 Salle d'éveil	
Heures de confort = 537h	Heures d'inconfort = 141h	Heures de confort = 1 309h	Heures d'inconfort = 188h

Des dispositifs permettant d'augmenter la vitesse de l'air dans les différents espaces, tels que des brasseurs d'air, peuvent améliorer le confort estival des usagers de la P'tite Fac. La vitesse d'air recommandée peut varier entre 0,5 m/s et 1,5 m/s. Le tableau suivant présente les résultats du ressenti des usagers avec une vitesse d'air de **1 m/s** générée par des brasseurs d'air :

Diagramme de Givoni – Vitesse de l'air = 1 m/s			
 Salle de vie		 Salle de jeu d'eau	
Heures de confort = 1 794h	Heures d'inconfort = 13h	Heures de confort = 451h	Heures d'inconfort = 1h
 Dortoirs 1		 Salle du personnel	
Heures de confort = 648h	Heures d'inconfort = 30h	Heures de confort = 672h	Heures d'inconfort = 6h
 Dortoirs 2		 Salle d'éveil	
Heures de confort = 658h	Heures d'inconfort = 20h	Heures de confort = 1 478h	Heures d'inconfort = 19h

Le critère 7.1.1.10 de la démarche BD-BFC impose que la zone d'inconfort thermique ne dépasse pas 30 heures par an. Ce seuil est respecté après la mise en place de brasseurs d'air assurant une vitesse d'air de 1 m/s.

En complément, l'adoption de bonnes pratiques d'usage, notamment la gestion maîtrisée des ouvertures, des protections solaires, ainsi que la réduction des apports internes (équipements, éclairage…) permettrons de réduire les périodes d'inconfort.

5.3.7) Synthèse confort thermique

Le bâtiment de la P'tite Fac est conçu avec une isolation thermique ambitieuse et performante de type bois-paille. Couplé au réseau de chaleur urbain et à des radiateurs électriques adaptés à la petite enfance, le système de chauffage offrira de bonnes performances tout en assurant un niveau de consommation énergétique maîtrisé, sans compromettre le confort hivernal.

Ce projet a été conçu sans système de climatisation. Néanmoins, comme l'indiquent les diagrammes de Givoni, le confort d'été reste globalement acceptable, et le ressenti des usagers du bâtiment n'est pas fortement dégradé. Le nombre d'heures d'inconfort est limité. Il est toutefois recommandé d'installer des brasseurs d'air permettant d'atteindre une vitesse de 1 m/s, afin d'améliorer le confort thermique en période estivale, lors des heures les plus chaudes. Il est également essentiel de veiller au bon usage du bâtiment, afin de limiter les apports internes et les apports solaires excessifs.

5.3.8) Brasseur d'air

Dans le but d'améliorer le confort d'été et de réduire le nombre d'heures d'inconfort sans recourir à la climatisation, l'installation de brasseurs d'air paraît pertinente. Les modèles retenus sont de marque IZYFAN, d'un diamètre de 152 cm. Ils devront permettre d'atteindre une vitesse d'air de 1 m/s.



La vitesse de rotation de chaque brasseur d'air sera réglable manuellement à l'aide d'un régulateur mural. Chaque appareil couvrira une surface comprise entre 12 et 13 m².

Leur mise en place permettra de respecter les critères 7.1.1.8, 7.1.1.9 et 7.1.1.10, puisque le temps d'inconfort sera considérablement inférieur à 30 heures dans l'ensemble des espaces de vie de la crèche La P'tite Fac.

6) Conclusion

6.1) Synthèse

La simulation dynamique effectuée sur le projet montre que le bâtiment atteint une consommation énergétique de 57 kWhEF/m² an tout usages, témoignant d'une faible consommation en énergie, conforme aux objectifs de durabilité. Les apports internes (chaleur dégagée par les équipements, les occupants et l'éclairage) difficilement maitrisable mais moindre comparés aux apports solaires. Les apports solaires peuvent facilement être contrôlés, notamment grâce à une sensibilisation efficace des utilisateurs à la bonne gestion des protections solaires et de l'ouverture des menuiseries.

En ce qui concerne le confort thermique, les résultats sont optimaux. Cela permet d'assurer un équilibre constant entre les besoins de confort des occupants et les contraintes énergétiques, garantissant ainsi une performance à la fois efficace et respectueuse des normes environnementales. Une gestion entièrement automatisée et optimisée (protection solaire, free-cooling, apports internes…) permettrait, dans des conditions normales, d'éviter l'installation de la climatisation et serait favorisé par des brasseur d'air. En cas de canicule ou de mauvaise gestion du système, le bâtiment ne serait plus en mesure de garantir le respect des critères de confort thermique. Les utilisateurs devront assurer le bon usage et la maitrise des apport solaires et internes.

En conclusion, cette étude montre que le bâtiment est à la fois performant, confortable et durable. Le bâtiment reste cependant en ligne avec les attentes d'un bâtiment à faible consommation d'énergie.

6.2) Evaluation des critères BDBFC

Conformément aux exigences définies par le MEMENTO BDBFC en matière de performance thermique et énergétique, ce bâtiment vise à respecter les critères suivants :

Critères	Exigences	Validation
1.2.1.6	Le projet justifie l'utilisation d'un calcul dynamique	Validé
4.1.1.1	compacité thermique	Validé
4.1.2.2	Besoin en chauffage <25kWhEF/m².an	Non validé
7.1.1.7	Réalisation d'une STD qui précise ou optimise les températures en saison de chauffe	Validé
7.1.1.8	Temps d'inconfort limitée à 100h/an (Givoni)	Validé
7.1.1.9	Temps d'inconfort limitée à 50h/an (Givoni)	Validé
7.1.1.10	Temps d'inconfort limitée à 30h/an (Givoni)	Validé

Les critères mentionnés ci-dessus avec la mention validé feront l'objet d'une évaluation.