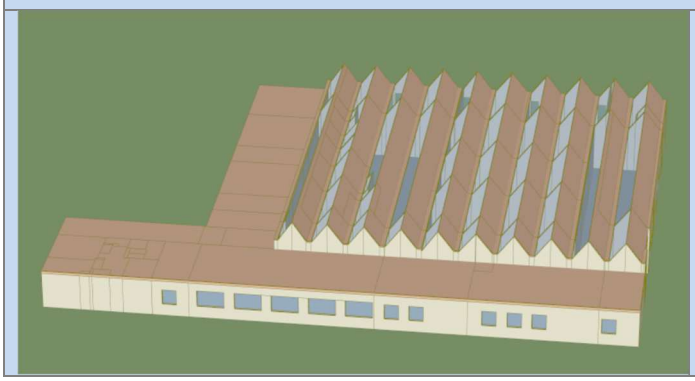
UNIVERSITE GRENOBLE ALPES

DGD PAT
1180 rue des universités
CS 40700
38400 SAINT MARTIN D'HERES

MAITRE D' OUVRAGE

# RENOVATION DES COUVERTURES DES HALLES GCCD et GMP DE L'IUT 1

## SIMULATION THERMIQUE DYNAMIQUE





TOTEM
603 avenue de Peuras
38 210 Tullins
Tél. 04 76 66 06 03

ARCHITECTE MANDATAIRE

TPF ingénierie
Le Mermoz
7 rue Etienne de la Boétie
38 320 – EYBENS
T. 04 76 18 94 84

INGENIERIE GENERALE

| | EMETTEUR | CODE AFFAIRE | TYPE DE DOCUMENT | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| REFERENCE DU DOCUMENT | SyB | BEY250008 | MT | | | |

| INDICE | DATE | OBJET | PAGES |
|---|---|---|---|
| A | 22/01/2026 | RENDU APS | 20 |
| B | 5/05/2026 | RENDU APD | 18 |
| C | 23/07/2026 | Mise à jour tableau des isolants + confort estival | 20 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| REDACTION | VERIFICATION | APPROBATION | DESTINATAIRES |
|---|---|---|---|
| SyB | LR | ThC | UGA |

# SOMMAIRE

I - AVANT PROPOS 4

II - HYPOTHESES DE MODELISATION 5

II.1 - ENVELOPPE DU BATIMENT 5
II.1.1 - MODELE GEOMETRIQUE 5
II.1.2 - PERMEABILITE A L'AIR 5
II.1.3 - PAROIS OPAQUES, PAROIS VITREES 6
II.1.4 - PROTECTIONS SOLAIRES 7
II.1.5 - PONTS THERMIQUE 9
II.2 - DONNEES CLIMATIQUES 11
II.3 - OMBRAGES 12
II.3.1 - MASQUES LOINTAINS 12
II.3.2 - MASQUES PROCHES 12
II.4 - ZONAGE THERMIQUE 13
II.4.1 - BATIMENT GMP 13
II.4.2 - BATIMENT GCCD 14
II.5 - SCENARII D'UTILISATION 15
II.5.1 - PROFILS D'OCCUPATION DU BATIMENT 15
II.5.2 - APPORTS INTERNES 15
II.5.3 - CONSIGNE DE TEMPERATURE 16
II.5.4 - VENTILATION 16

III - ETUDE DES BESOINS/CONSOMMATIONS DE CHAUFFAGE ET RAFRAICHISSEMENT 17

III.1 - RESULTATS HALLE GMP 17
III.1.1 - CONFORT ESTIVAL 17
III.1.2 - BESOINS DE CHAUFFAGE ETAT PROJET (KWH) 18
III.1.3 - BESOINS DE CHAUFFAGE ETAT EXISTANT (KWH) 18
III.2 - RESULTATS HALLE GCCD 19
III.2.1 - CONFORT ESTIVAL 19
III.2.1 - BESOINS DE CHAUFFAGE ETAT PROJET (KWH) 20
III.2.2 - BESOINS DE CHAUFFAGE ETAT EXISTANT (KWH) 20

# I - AVANT PROPOS

La présente étude de simulation thermique dynamique consiste à simuler numériquement les réponses énergétiques du bâtiment avant et après réhabilitation.

Cette étude a été menée par modélisation et simulation dynamique du projet à partir des plans architecturaux.

Les simulations reposent sur l'utilisation du logiciel Pléiades 4 développé par Izuba Energie, qui nécessite des «données d'entrée» qui regroupent l'ensemble des hypothèses les plus pertinentes concernant l'évolution hygrothermique du bâtiment.

Les hypothèses nécessaires au bon déroulement de la simulation sont les caractéristiques d'enveloppe (isolement des parois, isolement des vitrages et des menuiseries, facteurs solaires des parois translucides, inertie, émissivité et absorption solaire de surfaces), les conditions d'occupation (nombre de personnes et période d'occupation, puissance et gestion de l'éclairage, débit et gestion de la ventilation), les conditions météorologiques (température extérieure, rayonnement solaire direct et indirect, couverture nuageuse, humidité extérieure, vitesse et direction du vent) et les conditions de chauffage et de climatisation (consignes et gestion du traitement thermique)… Ces données doivent être fournies pour chaque zone prédéterminée et pour chaque heure d'une année type.

Les « données de sortie » fournies par le logiciel doivent permettre de déterminer, dans l'ensemble du bâtiment, l'évolution horaire de diverses valeurs telles que la température résultante moyenne pour l'étude de confort, ainsi que les besoins de chauffage, climatisation.
L'interprétation des résultats permet alors d'évaluer le projet sur son confort thermique et sa performance énergétique sur tous les mois de l'année en référence au fichier météorologique.

Les résultats donnés sont fiables, mais sont fortement dépendant des hypothèses d'entrée (une météo exceptionnelle, un comportement des utilisateurs diffèrent, l'ajout d'appareils spécifiques,…), les résultats peuvent donc fortement varier et sont à utiliser avec précaution.

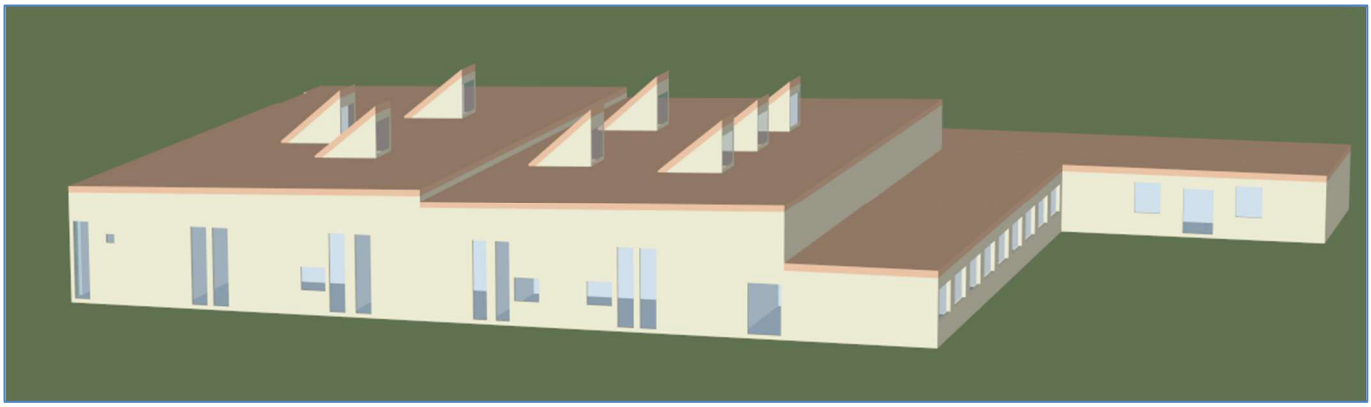
Le rapport ci-après reprend en premier lieu les principales hypothèses retenues pour la simulation, ensuite il s'attache à donner les résultats et enfin à fournir les commentaires.

# II - HYPOTHESES DE MODELISATION

## II.1 - ENVELOPPE DU BATIMENT

### II.1.1 - MODELE GEOMETRIQUE

L'interface graphique permet de définir le bâtiment dans sa globalité ainsi que les masques de l'environnement extérieur. Le modèle est construit en superposition des plans architecturaux.



### II.1.2 - PERMEABILITE A L'AIR

Aucune mesure de perméabilité à l'air ne nous a été transmise.

La perméabilité à l'air sous 4 Pa de l'enveloppe extérieure du bâtiment réhabilité (coefficient I4) prise en compte correspond aux valeur par défaut de la RT Ex qui est de :

- 3 m3/(h.m²) avant réhabilitation
  (Ceci correspond à un n50 de 4.6 vol/h soit un taux d'infiltration de 0.14 vol/h)

- 1.7 m3/(h.m²) après réhabilitation
  (Ceci correspond à un n50 de 2.93/1.97 vol/h soit un taux d'infiltration de 0.09/0.06 vol/h)

GMP :

| | | |
|---|---|---|
| Donnée connue : | I4 saisi | |
| I4 : | *saisir la valeur ci-dessous* | m3/(h/m²) à 4 Pa |
| I4 : | 1,7 | m3/(h/m²) à 4 Pa |
| Volume chauffé : | 8508,39 | $m^3$ |
| Surface parois froides : | 2719,33 | m² |
| n50 : | 2,93 | vol/h à 50 Pa |
| type d'espace : | espace chauffé avec exposition multiples | |
| classe d'exposition : | site modérément abrité (dans les villes petites et moyennes ou à la périphérie des grands centres urbains) | |
| coefficient d'exposition : | 0,03 | |
| hauteur de l'espace chauffé au dessus du sol : | 10 à 30 m | |
| Facteur correctif hauteur : | 1 | |
| Type de calcul : | Dimensionnement générateur ou simulation annuelle | |
| Coefficient type de calcul : | 1 | |
| Taux de renouvellement d'air par infiltrations : | 0,09 | vol/h |

**GCCD**

| | | |
|---|---|---|
| Donnée connue : | I4 saisi | |
| I4 : | *saisir la valeur ci-dessous* | m3/(h/m²) à 4 Pa |
| I4 : | 1,7 | m3/(h/m²) à 4 Pa |
| Volume chauffé : | 15060 | $m^3$ |
| Surface parois froides : | 3245 | $m^2$ |
| n50 : | 1,97 | vol/h à 50 Pa |
| type d'espace : | espace chauffé avec exposition multiples | |
| classe d'exposition : | site modérément abrité (dans les villes petites et moyennes ou à la périphérie des grands centres urbains) | |
| coefficient d'exposition : | 0,03 | |
| hauteur de l'espace chauffé au dessus du sol : | 10 à 30 m | |
| Facteur correctif hauteur : | 1 | |
| Type de calcul : | Dimensionnement générateur ou simulation annuelle | |
| Coefficient type de calcul : | 1 | |
| Taux de renouvellement d'air par infiltrations : | 0,06 | vol/h |

### II.1.3 - PAROIS OPAQUES, PAROIS VITREES

Il est à noter qu'aucun sondage destructif n'a été réalisé par nos soins, et aucune informations ne nous a été transmises concernant les types et composition des parois.
Aussi, les hypothèses ci-dessous se basent uniquement sur les éléments qui ont été visuellement identifiés et notre expérience de ces constructions.

**Existant**

Les sheds sont composés d'une surface isolée à 50% et à 50 % composée de polycarbonate dans l'état existant.
Les faux plafonds sont composés d'une surface isolée à 70% et à 30 % composée de polycarbonate.

**Projet**

| Famille | Nom | Repère | Caractéristiques | EXISTANT | PROJET |
|---|---|---|---|---|---|
| Planchers haut | Toiture shed | J | épaisseur (cm) | *5* | 22 cm entre panne + 7,5cm continu |
| | | | matériau | *laine minérale* | laine minérale |
| | | | λ (W/m.K) | *0,046* | 0,034 |
| | | | R (m².K/W) | *1,1* | *6,7* |
| Planchers haut | Toiture | J | épaisseur (cm) | *10* | 25 cm PUR + 5 cm laine minérale |
| | | | matériau | *béton* | 7,25+1,15 |
| | | | λ (W/m.K) | *1,8* | - |
| | | | R (m².K/W) | *0,1* | 8,4 |
| | | | produit installé | *inconnu* | |
| Planchers haut | Toiture terrasse | L | épaisseur (cm) | *5* | 25 |
| | | | matériau | *polyuréthane* | polyuréthane |
| | | | λ (W/m.K) | *0,03* | 0,03 |
| | | | R (m².K/W) | *1,7* | 8,3 |
| Planchers haut | Faux plafond isolé | L | épaisseur (cm) | *10* | *Supprimé* |
| | | | matériau | *laine minérale* | |
| | | | λ (W/m.K) | *0,042* | |
| | | | R (m².K/W) | *2,4* | |
| Parois verticales | Façades FOB | G | épaisseur | *16* | *14,5 entre ossature + 5 cm continu* |
| | | | matériau | *béton* | laine minérale |
| | | | λ | *1,8* | 0,034 |
| | | | R (m².K/W) | *0,1* | 4,5 |
| Parois verticales | Parois shed | G | épaisseur | | 12 cm entre ossature + 5cm continu |
| | | | matériau | | laine minérale |
| | | | λ | | 0,034 |
| | | | R (m².K/W) | | *3,8* |
| Plancher bas | Plancher bas sur terre plein | C | épaisseur (cm) | *20* | |
| | | | matériau | *béton* | |
| | | | λ (W/m.K) | *1,2* | |
| | | | R (m².K/W) | *0,2* | |
| Plancher bas | Plancher bas sur terre vide sanitaire | C | épaisseur (cm) | *10* | |
| | | | matériau | *mousse synthètique* | |
| | | | λ (W/m.K) | *0,0* | |
| | | | R (m².K/W) | *2,6* | |
| Menuiseries Exterieures | Fenêtres | | Type | *Simple vitrage* | |
| | | | Uw | *6,0* | |
| Menuiseries Exterieures | Fenêtres Rénovées | | Type | *Double vitrage PVC* | *Double vitrage* |
| | | | Uw | *2,5* | *1,3* |
| Menuiseries Exterieures | Fenêtres fixes | | Type | *Simple vitrage* | *Double vitrage* |
| | | | Uw | *6,0* | *1,3* |
| Menuiseries Exterieures | Portes sectionnelles / | | Type | *Métalique non isolé* | |
| | | | Uw | *8,0* | |
| Menuiseries Exterieures | Portes métalliques | | Type | *Métallique* | |
| | | | Uw | *8,0* | |
| Menuiseries Exterieures | Polycarbonate | | Type | *Simple polycarbonate* | *Supprimés* |
| | | | Uw | *6,0* | |

### II.1.4 - PROTECTIONS SOLAIRES

**Protections fixes**

Pas de protection fixe.

**Protections mobiles**

Ci-dessous un repérage des protections solaires : menuiseries équipées avec des volets roulants.

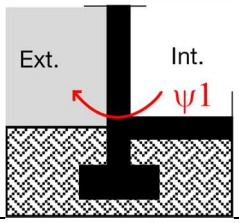
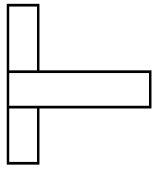
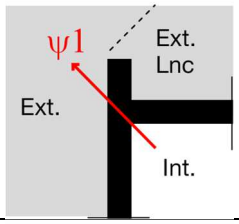
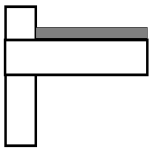
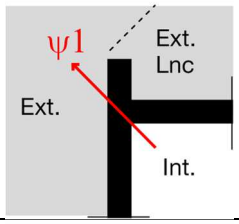
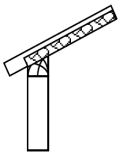
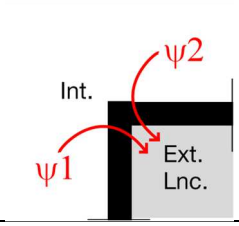
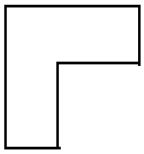
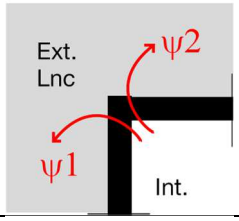
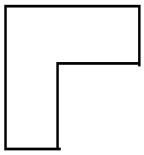
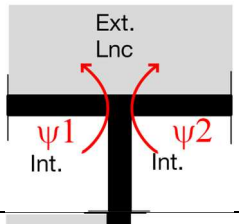
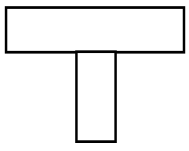
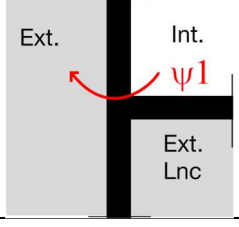
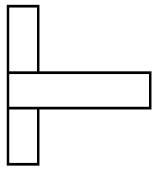


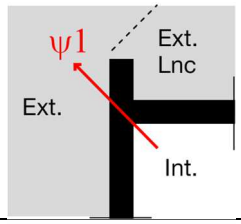
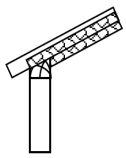
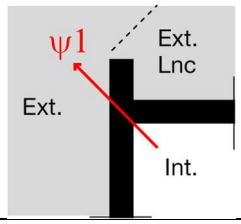
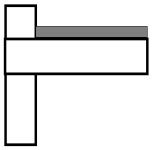

Pas de protections solaires existantes dans la halle GCCD

### II.1.5 - PONTS THERMIQUE

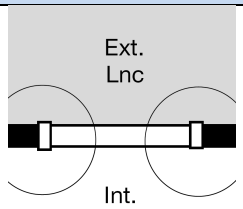
Les ponts thermiques modélisés sont issus des ponts thermiques simplifiés issus de la règle Th U Ex :

**Ponts thermiques linéiques structurels :**

| *Nom* | *Class.* | *Origine* | *ψ* | *Ψ1* | *Ψ2* | *Ψ3* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *UGA_Mur ext / plancher bas sur TP_EE* | *1.1* | *CSTB* | *0.31* | *0.31* | *0.00* | *0.00* |  |  |
| *UGA_Mur ext / Toiture terrasse isolée_EE* | *3.1* | *CSTB* | *0.74* | *0.74* | *0.00* | *0.00* |  |  |
| *UGA_Mur ext / Toiture shed_EE* | *3.1* | *CSTB* | *0.05* | *0.05* | *0.00* | *0.00* |  |  |
| *UGA_Angle rentrant* | *4.2* | *CSTB* | *0.60* | *0.30* | *0.30* | *0.00* |  |  |
| *UGA_Angle sortant* | *4.1* | *CSTB* | *0.14* | *0.07* | *0.07* | *0.00* |  |  |
| *UGA_Refend* | *4.3* | *CSTB* | *0.60* | *0.30* | *0.30* | *0.00* |  |  |
| *UGA_Mur ext / plancher bas sur SS_EE* | *1.2* | *CSTB* | *0.28* | *0.28* | *0.00* | *0.00* |  |  |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *UGA_Mur ext / Toiture shed_EP* | *3.1* | *CSTB* | *0.10* | *0.10* | *0.00* | *0.00* |  |  |
| *UGA_Mur ext / Toiture caniveau Béton_EP* | *3.1* | *CSTB* | *0.76* | *0.76* | *0.00* | *0.00* |  |  |

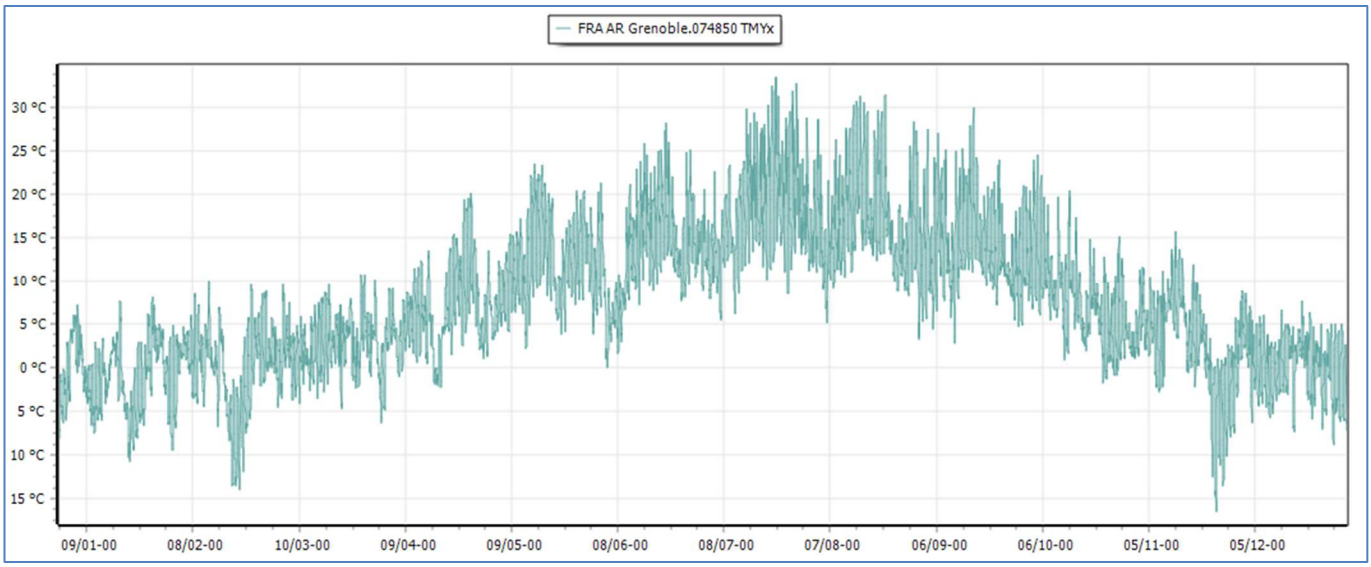
**Ponts thermiques linéiques menuiseries :**

| *Nom* | *Class.* | *Origine* | *ψ* | *Ψ1* | *Ψ2* | *Ψ3* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *d.3 - BB Nisol - menuis. Milieu* | *tout* | *CSTB* | *0.33* | *0.33* | *0.00* | *0.00* |  | |

## II.2 - DONNEES CLIMATIQUES

Le fichier météo utilisé est tiré du Pack Météonorm de la station de Grenoble – FRA AR Grenoble.074850 TMYx pour un été chaud.

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nom** | IUT1 / Gières | **Altitude** | 213 m |
| **Longitude** | 5.77587 | **Latitude** | 45.19976 |
| **T° mini** | - 16 °C | **T° maxi** | 34°C |

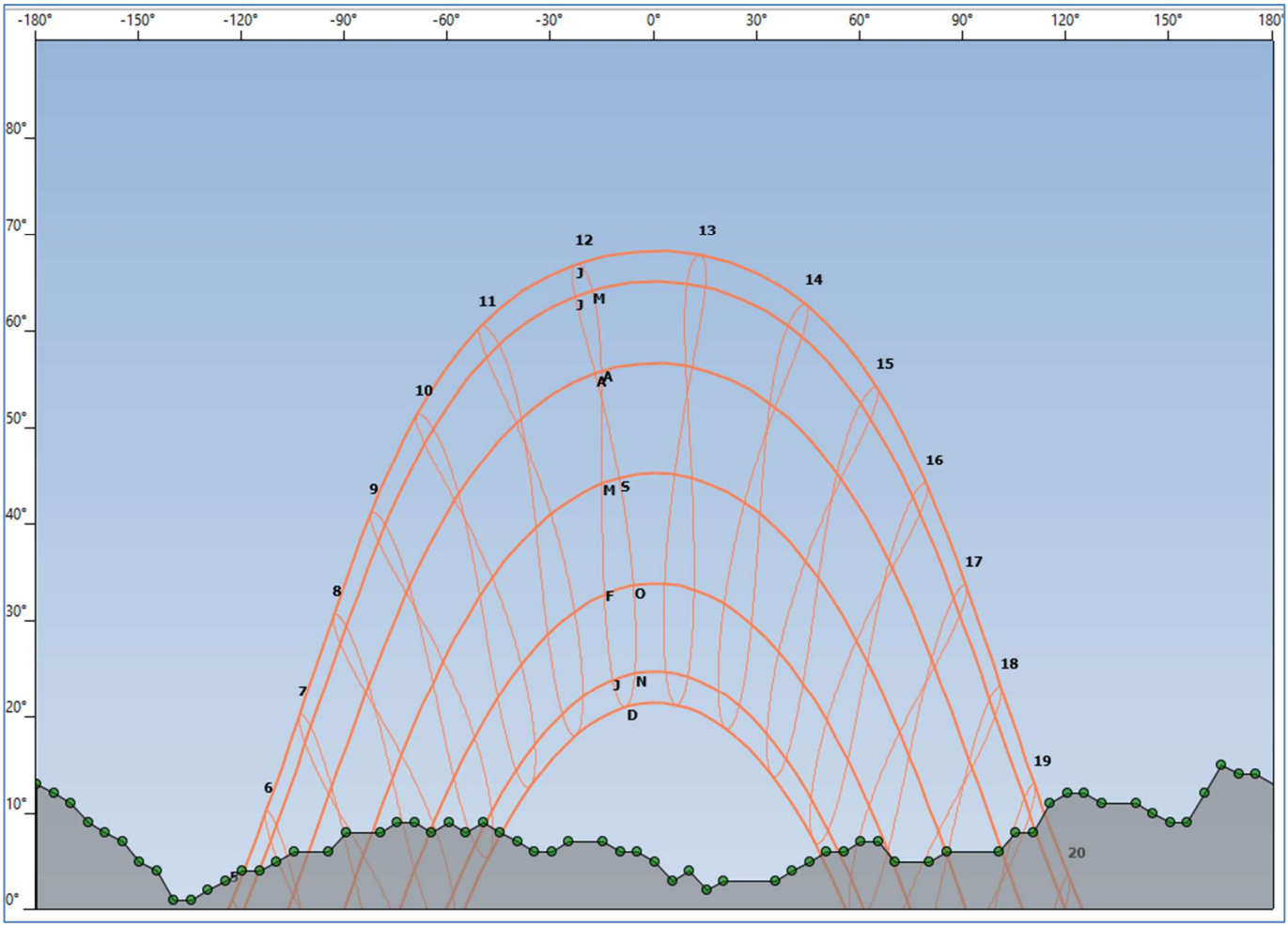



Courbe de la température extérieure annuelle

## II.3 - OMBRAGES

### II.3.1 - MASQUES LOINTAINS

Les données de masques lointains ont été récupérées depuis la base de données Carnaval et intégrées au modèle.




### II.3.2 - MASQUES PROCHES

A ce stade de l'étude il n'a pas été prise en compte de masques proches dans l'étude.

## II.4 - ZONAGE THERMIQUE

Le calcul des consommations énergétiques repose sur les besoins de chaque zone thermique.
Certains locaux qui présentent des comportements thermiques, des scénarii d'occupation et d'utilisations similaires sont regroupés au sein d'une même zone.

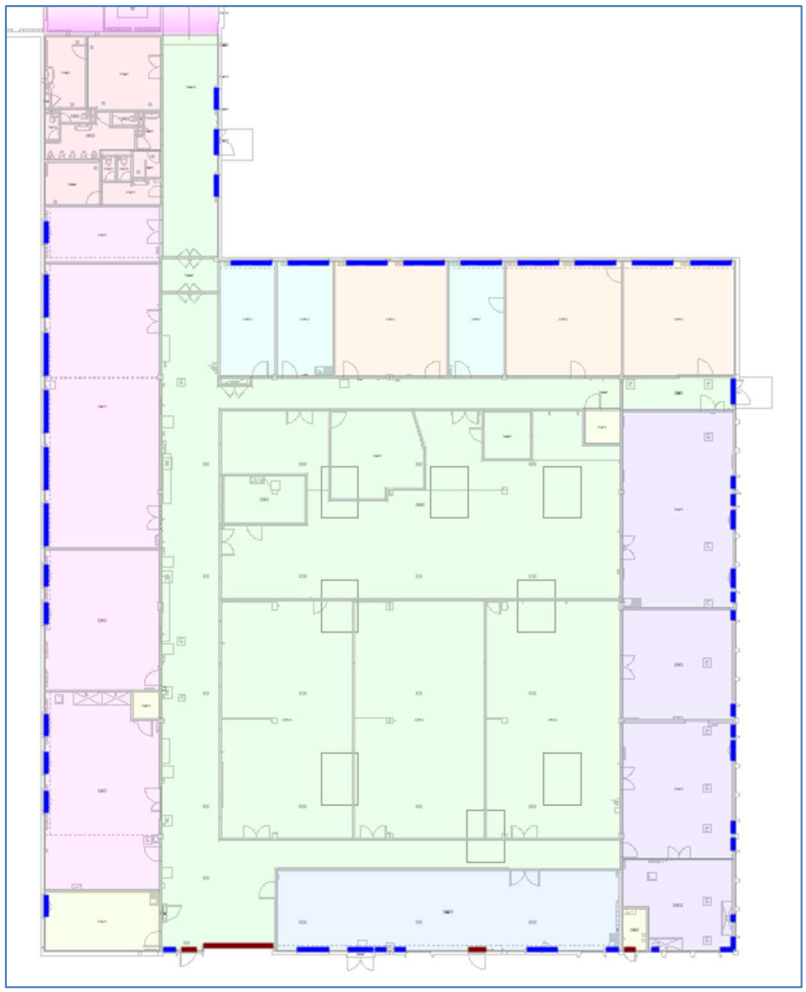
### II.4.1 - BATIMENT GMP

Le zoning du bâtiment est le suivant:

- Halle
- TP Sciences des Matériaux
- Salles TD informatiques
- Bureaux
- TD Automatisme / TD Métrologie / Fonderie
- Stockage
- Magasin techniciens
- Sanitaires

| |
|---|
| Halle |
| TP Sciences des Matériaux |
| Salles TD informatiques |
| Bureaux |
| TD Automatisme / TD Métrologie / Fonderie |
| Stockage |
| Magasin techniciens |
| Sanitaires |

Le découpage de ces zones est donné sur le plan suivant. Le détail complet des pièces par zone thermique est donné en annexe.



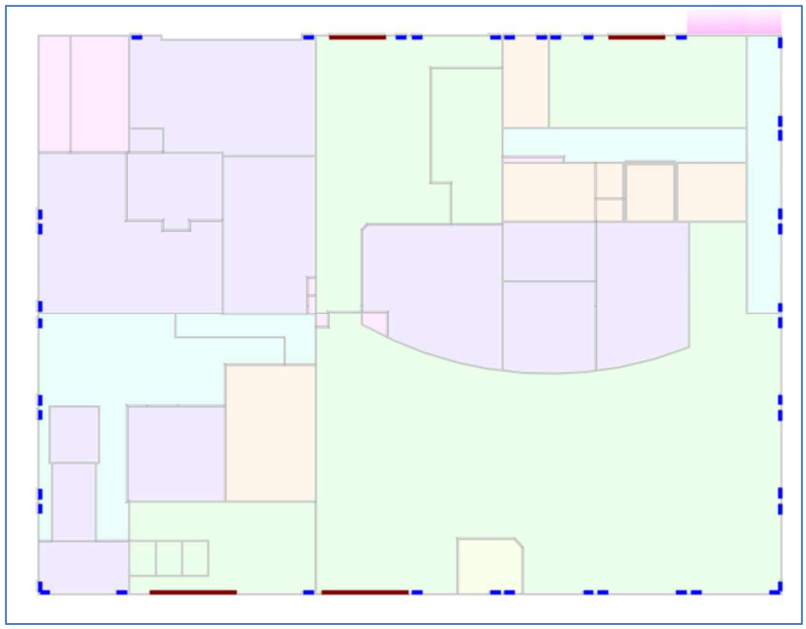
### II.4.2 - BATIMENT GCCD

Le zoning du bâtiment est le suivant:

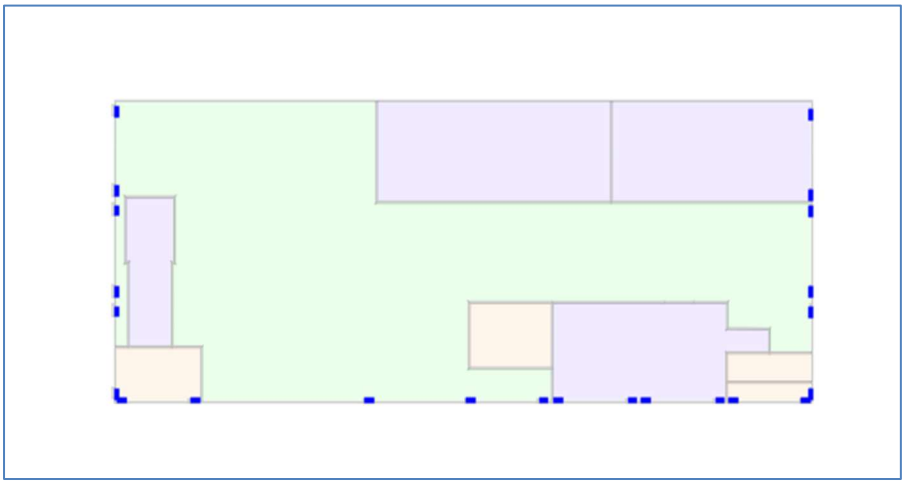
- Halle
- Espace de cours TD/TP
- Stockage
- Communs
- Locaux techniques
- Bureaux

| | | |
|---|---|---|
| | Halle | 6 |
| | Espace de cours TD/TP | 20 |
| | Stockage | 11 |
| | Communs | 4 |
| | Locaux techniques | 7 |
| | Bureaux | 1 |

Rdc :



Mezzanine :



## II.5 - SCENARII D'UTILISATION

### II.5.1 - PROFILS D'OCCUPATION DU BATIMENT

| Type d'activité | Horaires | Occupation |
|---|---|---|
| **Halles** | Lun-Ven:<br>8h00 - 12h00 Taux d'occupation: 50%<br>14h00 - 18h00 Taux d'occupation: 50% | 30 pers. |
| **Salles TP / TD** | Lun-Ven:<br>8h00 - 12h00 Taux d'occupation: 50%<br>14h00 - 18h00 Taux d'occupation: 50% | 1 pers. / 10m² |
| **Bureaux** | Lun-Ven:<br>8h00 - 12h00 Taux d'occupation: 50%<br>14h00 - 18h00 Taux d'occupation: 50% | 1 pers. / 10m² |
| **Sanitaires / stockages / Magasin** | - | - |

### II.5.2 - APPORTS INTERNES

Les apports de chaleur internes sont constitués de plusieurs composantes, elles sont déterminées par les éléments principaux suivants :

- L'**occupation humaine** : $80W_{sensible}+80W_{latent}$ / occupant adulte,
- L'**éclairage** : selon les puissances installées, la modulation et la gestion de l'éclairage en fonction de l'éclairage naturel.
- Les **équipements** : Les puissances installées d'équipements sont données dans le tableau ci-après. Sans précisions supplémentaires, Ces valeurs correspondent aux valeurs de la méthode Th-BCE de la RT2012.

| Type d'activité | Eclairage (Puissance nominale) | Gestion de l'éclairage | Apports équipements en période d'occupation | Apports équipements hors période d'occupation | Protection solaires |
|---|---|---|---|---|---|
| **Halles** | 10 W/m² | Interrupteur manuel | 16 W/m² | 0.5 W/m² | - |
| **Salles TP / TD** | 10 W/m² | Interrupteur manuel | 16 W/m² | 0.5 W/m² | - |
| **Bureaux** | 10 W/m² | Interrupteur manuel | 16 W/m² | 1.6 W/m² | - |
| **Sanitaires** | 4 W/m² | Interrupteur manuel | - | - | - |
| **Stockage** | 6 W/m² | Interrupteur manuel | - | - | - |
| **Magasin** | 6 W/m² | Interrupteur manuel | - | - | - |

### II.5.3 - CONSIGNE DE TEMPERATURE

| Type d'activité | Chauffage en période d'occupation | Chauffage hors période d'occupation | Rafraichissement en période d'occupation | Rafraichissement hors période d'occupation |
|---|---|---|---|---|
| **Halles** | 19°C | 16°C | N.C. | N.C. |
| **Salles TP / TD** | 19°C | 16°C | N.C. | N.C. |
| **Bureaux** | 19°C | 19°C | N.C. | N.C. |
| **Commun** | 19°C | 19°C | N.C. | N.C. |
| **Sanitaires** | 19°C | 19°C | N.C. | N.C. |
| **Stockage** | 16°C | 16°C | N.C. | N.C. |
| **Magasin** | 16°C | 16°C | N.C. | N.C. |
| **Locaux techniques** | N.C. | N.C. | N.C. | N.C. |

*NC : Non contrôlée
La période de chauffe prise en compte s'étend du 15 octobre au 15 avril.

### II.5.4 - VENTILATION

**Ventilation mécanique**
Sans objet

**Ventilation naturelle**
Ventilation des locaux par ouverture des fenêtres

# III -ETUDE DES BESOINS/CONSOMMATIONS DE CHAUFFAGE ET RAFRAICHISSEMENT

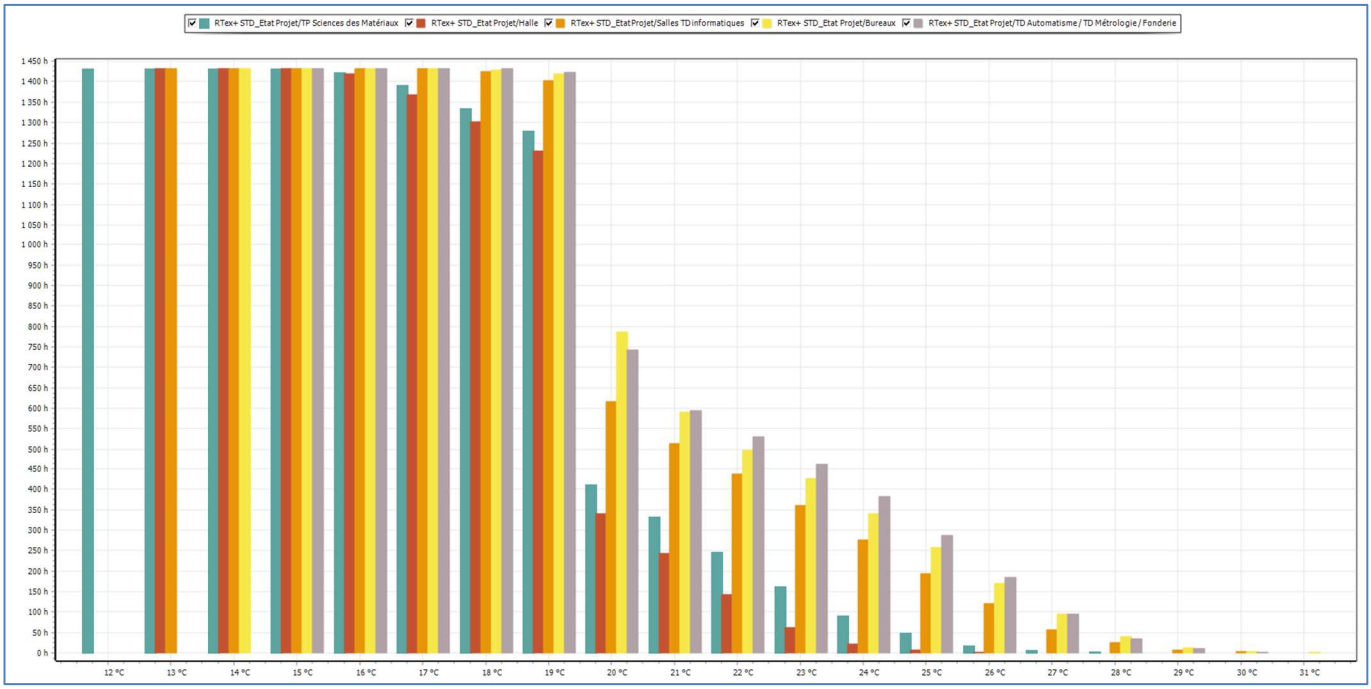
## III.1 - RESULTATS HALLE GMP

Voici les résultats du calcul de la simulation thermique dynamique en fonction des hypothèses mentionnées ci-dessus.

### III.1.1 - CONFORT ESTIVAL

Par zone, voici les températures remarquables (hors période de chauffage) et le cumul des heures au-dessus de la température indiquée en abscisse du deuxième graphe

| Zones | | S. utile | Nb h. occ. | Besoins Ch. | | Puiss. Chauff. | Besoins Clim. | | Puiss. Clim. sensible | T° min | T° moy | T° max | T° max occ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | m² | h. | kWh | kWh/m² | W | kWh | kWh/m² | W | °C | °C | °C | °C |
| **TOTAL** | ☐ | **1 933.3** | | **0.0** | **0.0** | **0** | **0.0** | **0.0** | **0** | - | - | - | - |
| Halle | ☑ | 978.5 | 240 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 16.7 | 21.3 | 26.4 | 26.4 |
| TP Sciences des Matériaux | ☑ | 226.8 | 240 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 16.1 | 21.7 | 28.5 | 28.5 |
| Salles TD informatiques | ☑ | 150.9 | 240 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 16.0 | 21.9 | 30.9 | 30.9 |
| Bureaux | ☑ | 74.4 | 240 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 16.6 | 22.3 | 31.3 | 31.3 |
| TD Automatisme / TD Métrologie / Fonderie | ☑ | 299.0 | 240 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 18.2 | 23.3 | 30.8 | 30.8 |
| Stockage | ☐ | 28.5 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 16.8 | 21.3 | 26.8 | |
| Magasin techniciens | ☐ | 106.5 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 14.0 | 21.1 | 29.2 | |
| Sanitaires | ☐ | 68.6 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 16.7 | 20.5 | 25.6 | |



### III.1.2 - BESOINS DE CHAUFFAGE ETAT PROJET (KWH)

| Zone | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Déc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Halle | 18733 | 15981 | 12263 | 8172 | 1004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6403 | 13005 | 16491 |
| TP Sciences des Matériaux | 10332 | 8751 | 6422 | 4255 | 563 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3453 | 7163 | 9152 |
| Salles TD informatiques | 3818 | 3391 | 2280 | 1596 | 177 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1365 | 2395 | 3394 |
| Bureaux | 1282 | 1177 | 705 | 516 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 472 | 716 | 1143 |
| TD Automatisme / TD Métrologie / Fonderie | 4537 | 3833 | 1974 | 1367 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1431 | 2277 | 3978 |
| Stockage | 1774 | 1475 | 1082 | 751 | 149 | 0 | 0 | 0 | 0 | 527 | 1183 | 1557 |
| Magasin techniciens | 4603 | 3720 | 2925 | 2169 | 427 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1262 | 3241 | 3998 |
| Sanitaires | 2130 | 1752 | 1532 | 978 | 172 | 0 | 0 | 0 | 0 | 697 | 1613 | 1848 |
| Total | 47209 | 40079 | 29183 | 19803 | 2623 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15609 | 31592 | 41562 |

Soit un besoin total annuel de 227 660 kWh.

### III.1.3 - BESOINS DE CHAUFFAGE ETAT EXISTANT (KWH)

| Zone | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Déc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Halle | 74432 | 63724 | 54731 | 36365 | 5665 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24881 | 56702 | 66200 |
| TP Sciences des Matériaux | 24415 | 20679 | 16815 | 11016 | 1664 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8023 | 18138 | 21688 |
| Salles TD informatiques | 5072 | 4447 | 3164 | 2117 | 261 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1784 | 3364 | 4513 |
| Bureaux | 1837 | 1651 | 1093 | 747 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 667 | 1138 | 1638 |
| TD Automatisme / TD Métrologie / Fonde | 6422 | 5404 | 3301 | 2118 | 209 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2165 | 3695 | 5682 |
| Stockage | 2391 | 1987 | 1510 | 1005 | 198 | 0 | 0 | 0 | 0 | 741 | 1648 | 2107 |
| Magasin techniciens | 9301 | 7718 | 6318 | 4483 | 819 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2805 | 6784 | 8176 |
| Sanitaires | 2409 | 1977 | 1737 | 1083 | 189 | 0 | 0 | 0 | 0 | 818 | 1843 | 2102 |
| Total | 126279 | 107586 | 88670 | 58934 | 9086 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41885 | 93312 | 112105 |

Soit un besoin total annuel de 637 857 kWh.

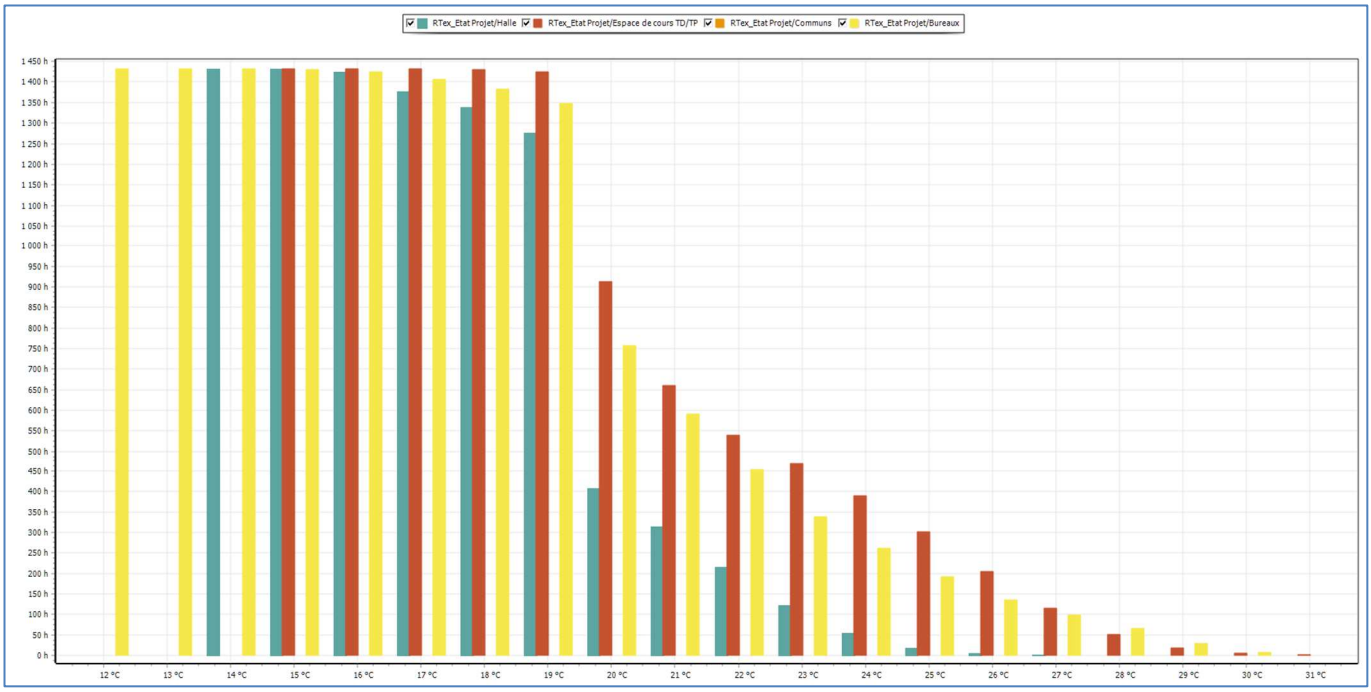
## III.2 - RESULTATS HALLE GCCD

Voici les résultats du calcul de la simulation thermique dynamique en fonction des hypothèses mentionnées ci-dessus.

### III.2.1 - CONFORT ESTIVAL

Par zone, voici les températures remarquables (hors période de chauffage) et le cumul des heures au-dessus de la température indiquée en abscisse du deuxième graphe

| Zones | | S. utile | Nb h. occ. | Besoins Ch. | | Puiss. Chauff. | Besoins Clim. | | Puiss. Clim. sensible | T° min | T° moy | T° max | T° max occ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | m² | h. | kWh | kWh/m² | W | kWh | kWh/m² | W | °C | °C | °C | °C |
| **TOTAL** | ☐ | **2 781.2** | | **264 522.7** | **104.8** | **248744** | **0.0** | **0.0** | **0** | - | - | - | - |
| Halle | ☑ | 1 109.0 | 1432 | 142 621.6 | 128.6 | 138705 | 0.0 | 0.0 | 0 | 14.3 | 18.6 | 27.6 | 27.2 |
| Espace de cours TD/TP | ☑ | 1 142.8 | 1432 | 49 447.3 | 43.3 | 74361 | 0.0 | 0.0 | 0 | 15.2 | 19.6 | 31.5 | 31.5 |
| Stockage | ☐ | 250.6 | 0 | 12 722.4 | 50.8 | 8841 | 0.0 | 0.0 | 0 | 15.0 | 18.2 | 26.3 | |
| Communs | ☑ | 252.8 | 0 | 56 376.0 | 223.0 | 49364 | 0.0 | 0.0 | 0 | 14.1 | 18.4 | 27.5 | |
| Locaux techniques | ☐ | 5.9 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0 | 5.8 | 14.8 | 27.0 | |
| Bureaux | ☑ | 20.0 | 1432 | 3 355.3 | 167.8 | 2677 | 0.0 | 0.0 | 0 | 12.8 | 19.2 | 30.7 | 30.7 |



### III.2.1 - BESOINS DE CHAUFFAGE ETAT PROJET (KWH)

| Zone | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Déc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Halle | 30055 | 24719 | 18556 | 11738 | 1412 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9008 | 20868 | 26265 |
| Espace de cours TD/TP | 11370 | 10146 | 4610 | 3688 | 181 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4233 | 5108 | 10111 |
| Stockage | 2820 | 2436 | 1388 | 974 | 176 | 0 | 0 | 0 | 0 | 883 | 1560 | 2484 |
| Communs | 11531 | 9407 | 7803 | 4652 | 703 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3510 | 8697 | 10072 |
| Locaux techniques | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bureaux | 718 | 589 | 406 | 321 | 47 | 0 | 0 | 0 | 0 | 190 | 457 | 627 |
| Total | 56495 | 47296 | 32763 | 21372 | 2519 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17825 | 36691 | 49560 |

Soit un besoin total annuel de 264 321 kWh.

### III.2.2 - BESOINS DE CHAUFFAGE ETAT EXISTANT (KWH)

| Zone | Jan | Fév | Mars | Avr | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Déc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Halle | 102765 | 88758 | 77431 | 54602 | 8974 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35048 | 78099 | 91053 |
| Espace de cours TD/TP | 74378 | 65123 | 54252 | 39004 | 5894 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26181 | 54365 | 66140 |
| Stockage | 14946 | 13023 | 10891 | 7722 | 1460 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5236 | 11100 | 13322 |
| Communs | 17860 | 15165 | 13594 | 9257 | 1629 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6098 | 13948 | 15753 |
| Locaux techniques | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bureaux | 790 | 688 | 540 | 420 | 62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 272 | 533 | 694 |
| Total | 210738 | 182757 | 156708 | 111005 | 18019 | 0 | 0 | 0 | 0 | 72834 | 158045 | 186963 |

Soit un besoin total annuel de 1 097 069 kWh.