



passibat'

LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE  
ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE

# Réhabilitation d'un Monument Historique en immeuble de bureaux Passivhaus

---

Sébastien FAUDRIN  
Architecte Associé HMONP – Concepteur Passivhaus

Lauréat du Trophées Bâtiment Passif  
Catégorie Bâtiment Rénovation

# SOMMAIRE

## 1. L'AGENCE

- a. Présentation

## 2. LE PROJET

- a. Un lieux de l'industrie
- b. Photos Avant/Après
- c. Choix techniques
- d. Plancher chauffant/réversible
- e. Gestion des apports solaires
- f. Système géothermie et géocooling

## 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

- a. Quelques chiffres
- b. Tableau de bord en temps réel
- c. Retour d'expérience – 2017
- d. Résultats correction – 2018
- g. Conclusion et Perspectives

1

# L'AGENCE



## 1. L'AGENCE

### a. Présentation

L'Atelier d'Architecture RIVAT – ENGIBAT , Qui sommes-nous ?



### 25 Collaborateurs en 2023

- 14 architectes dont 6 CEPH
- 1 designer d'espace
- 2 OPC
- 3 ingénieurs structure – 1 dessinateur
- 3 économistes dont 2 CEPH – 1 Propaille
- 1 assistante de direction

**Une quinzaine de projets** labellisés Passivhaus/EnerPhit dont 1<sup>er</sup> ISMH,  
1<sup>er</sup> Hospitalier, Cité administrative en rénovation,  
rénovation EnerPhit en site occupé

Aujourd'hui,  
80 % de nos projets visent la labélisation  
30 % sont isolés en paille

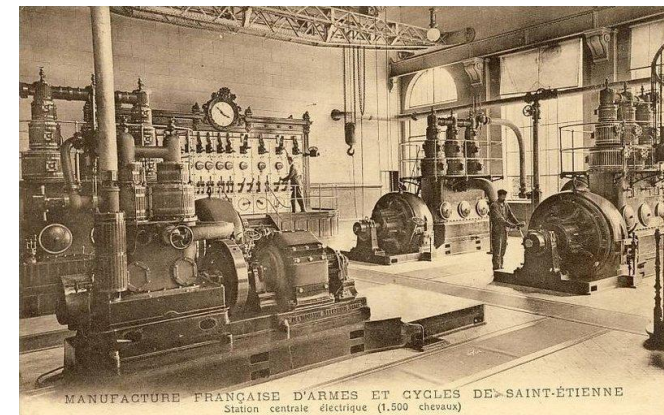


2



## 2. LE PROJET

### a. Un lieu de l'Industrie



## 2. LE PROJET

### a. Un lieu de l'Industrie



Avant rénovation



Après rénovation

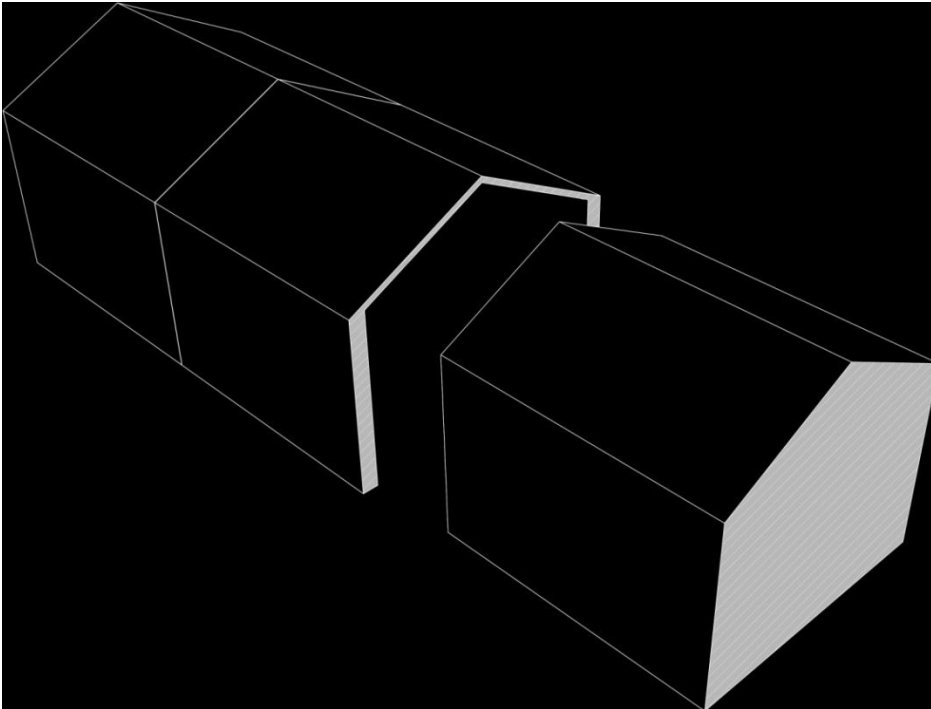
## 2. LE PROJET

### b. Photos Avant/Après



## 2. LE PROJET

### c. Choix techniques



La boîte dans la boîte  
Isolation renforcée par l'intérieur en laine de bois

## 2. LE PROJET

### d. Plancher chauffant/réversible



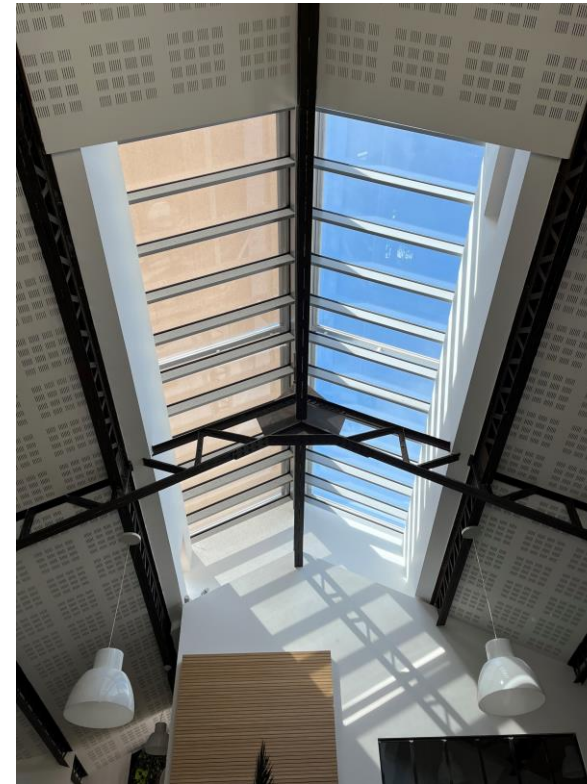
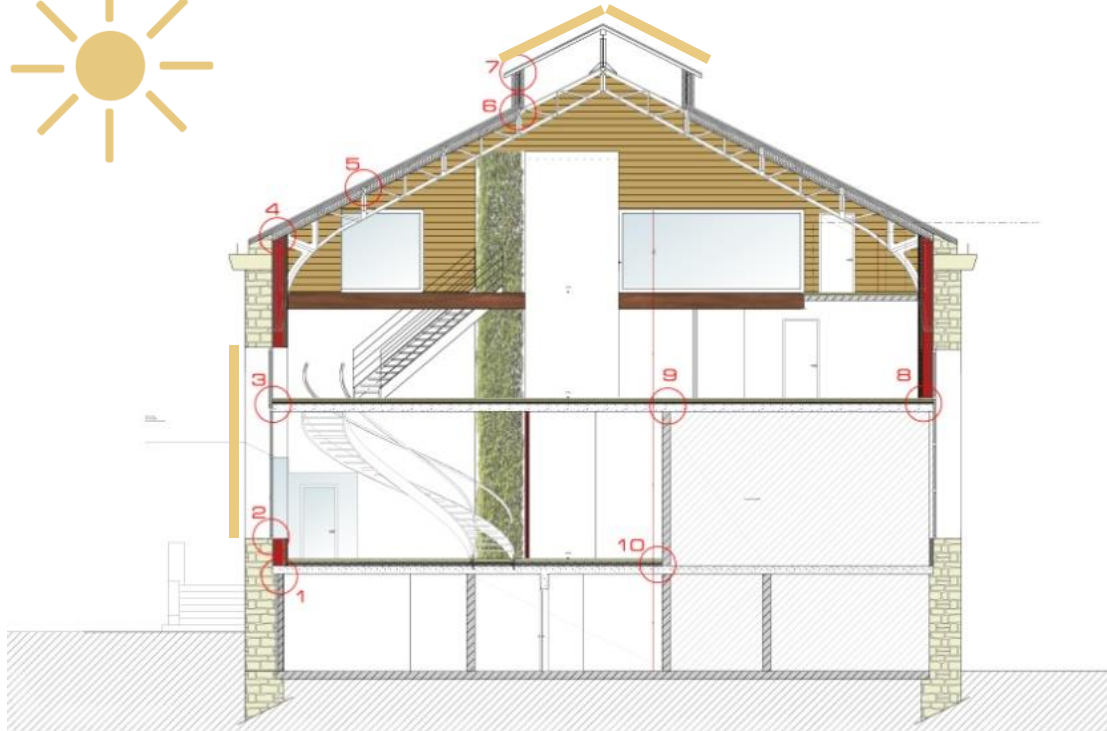
Nous avons retenu un système de PAC géothermique sur plancher chauffant à très basse température (23°C) en conservant un entraxe classique.

La hauteur sous plafond de **9 mètres** dans l'open-space, aurait nécessité un renouvellement d'air trop important pour chauffer le local par l'air.

Une fonction **géocooling** est également présente avec les sondes géothermiques.

## 2. LE PROJET

### e. Gestion des apports solaires

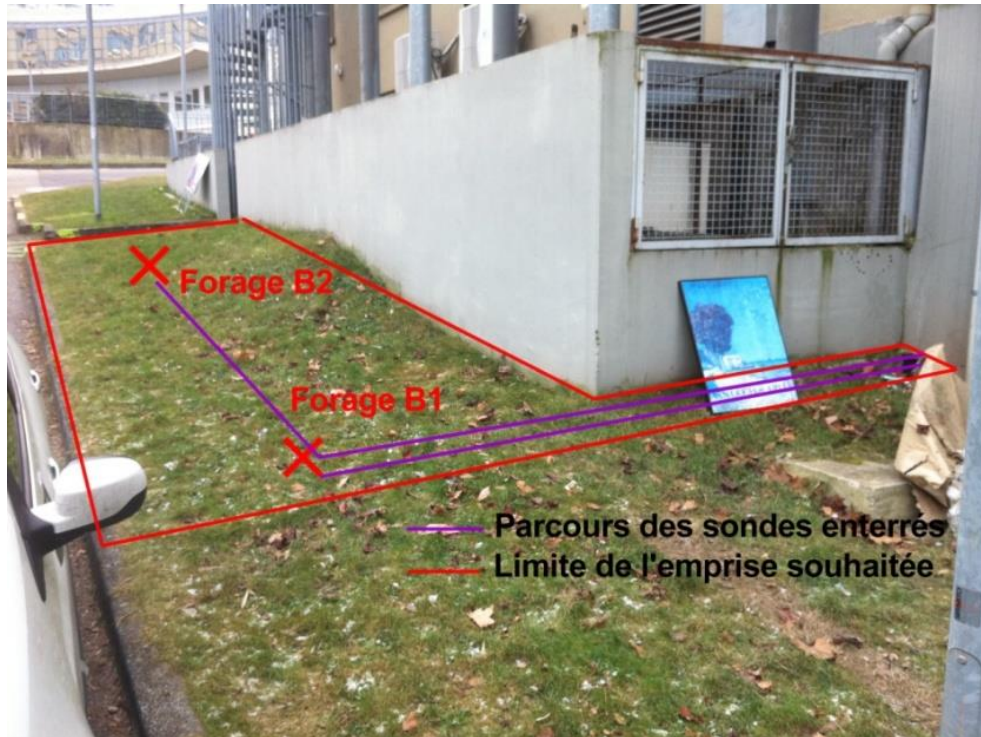


Sur le plan de la surchauffe d'été, le bâtiment possède également un système complet de stores screen automatique :

- Sur la verrière de 9x4m
- Sur l'ensemble des vitrages Sud

## 2. LE PROJET

### f. Système géothermie et géocooling



2 Forages géothermiques verticaux  
(90m de profondeur chacun)

VMC double flux haut rendement  
Echangeur à plaque - Dégivrage  
par géothermie comfoFond

Pompe à chaleur 10 kW ZEHNDER - Cop 4,5

Production Eau Chaude Sanitaire par géothermie

Plancher rafraîchissant sur sondes géothermiques en by-pass de la P.A.C.

3

L'INSTRUMENTATION DU  
PROJET



### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

#### a. Quelques chiffres



Superficie chauffée : 416 m<sup>2</sup> de SRE

Volume chauffé : 2000 m<sup>3</sup>

Investissement des travaux : 610 000 € H.T soit (1220 €HT/m<sup>2</sup>)

Consommation en chauffage : < 13 kWh/m<sup>2</sup>/an

Infiltrométrie : N50 < 0,58 vol/h

Chauffage par Pompe à Chaleur (PAC) géothermique 10 kW

Consommation 2,5 kW/h

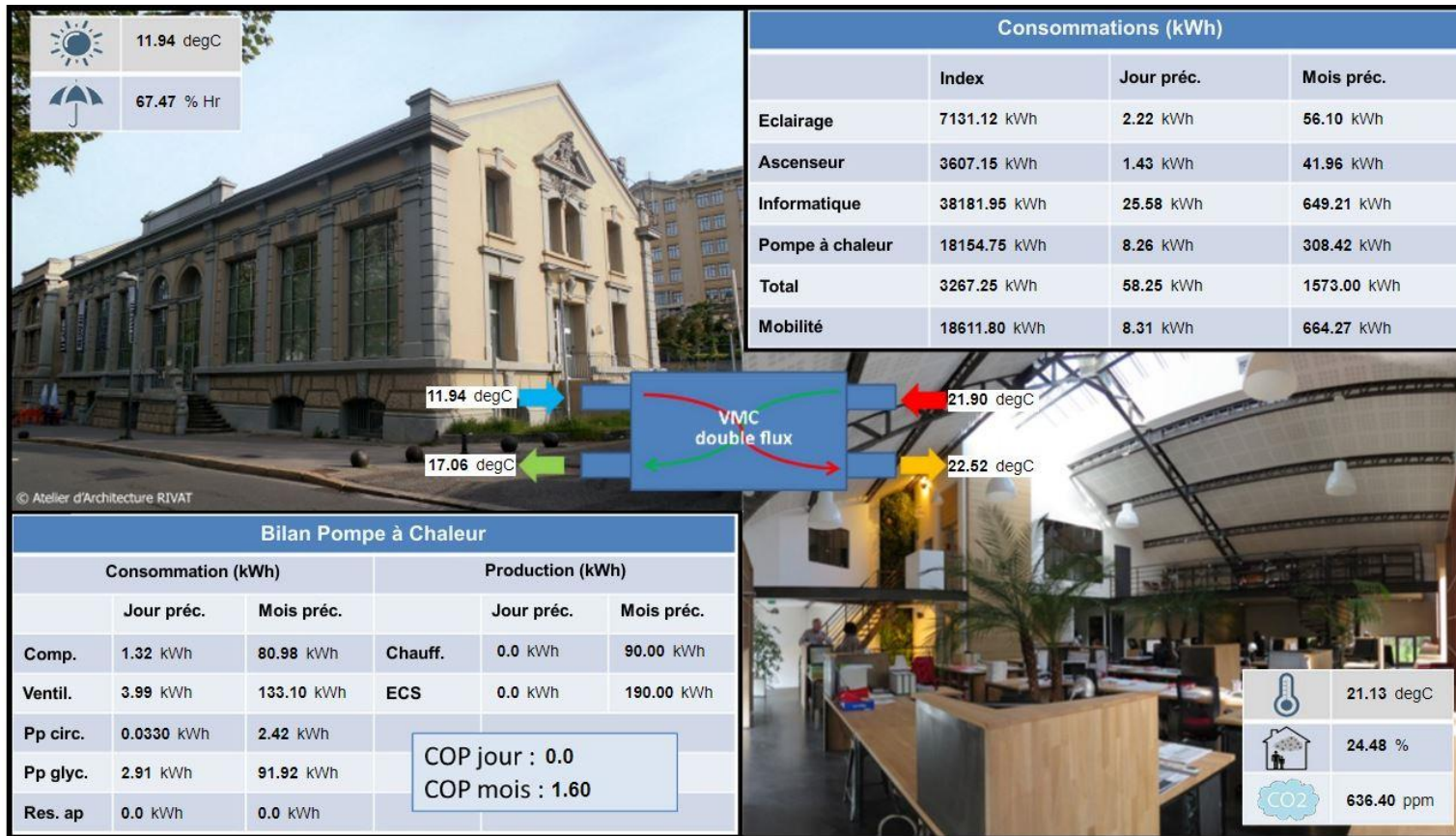
**Conception pour 12 occupants**

Ajout d'une 2<sup>nd</sup> VMC en 2019 car aujourd'hui nous sommes 25 occupants.

Surchauffe estivale : 4% sup à 25°C

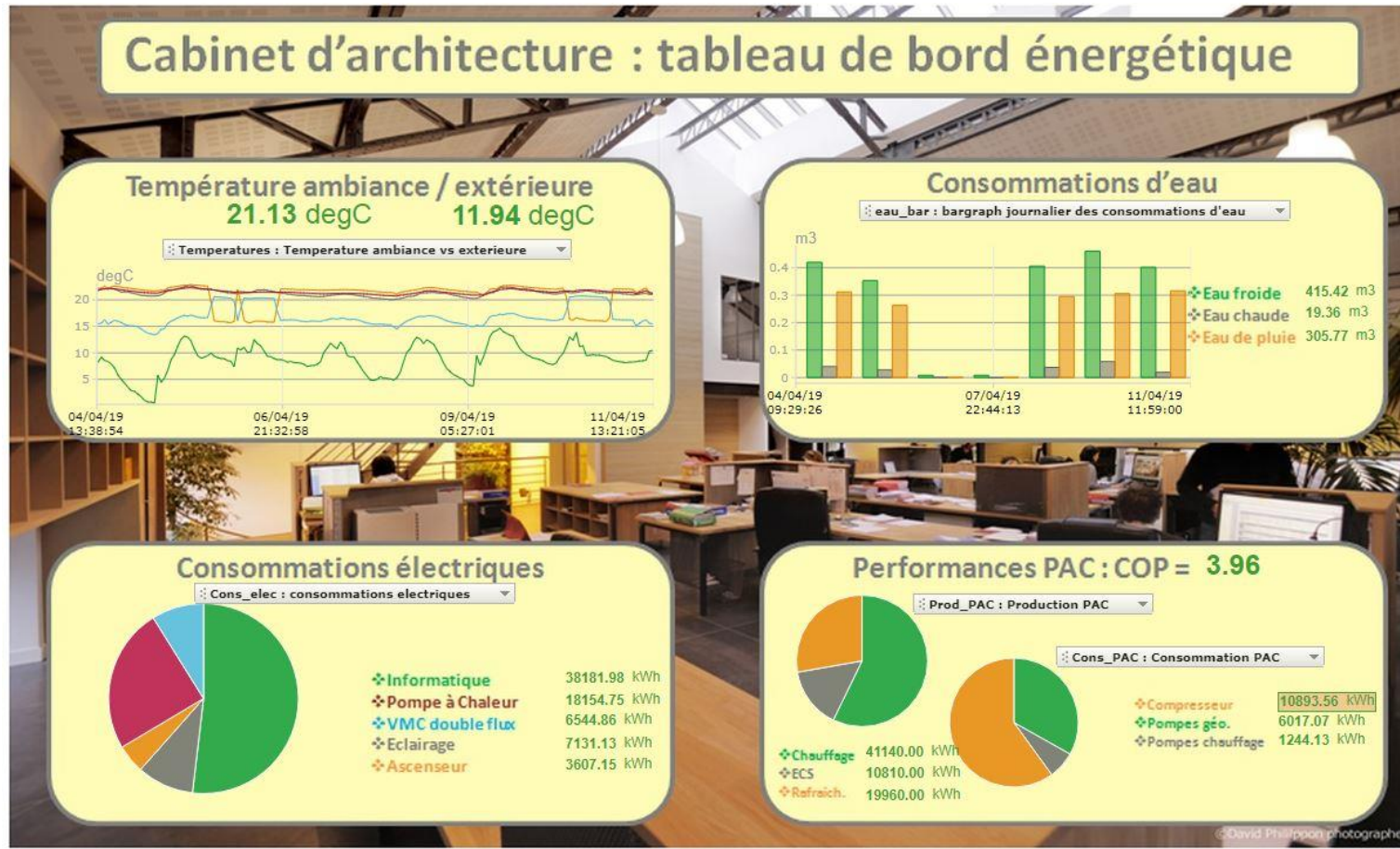
### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

b. Tableau de bord en temps réel



### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

#### b. Tableau de bord en temps réel



Avec 10 ans de recul, les performances sont tenues mais la consommation de chauffage est en baisse.

Avec 10 ans de recul, les performances du PHPP sont légèrement surpassées et s'améliorent dans le temps, pourquoi ?

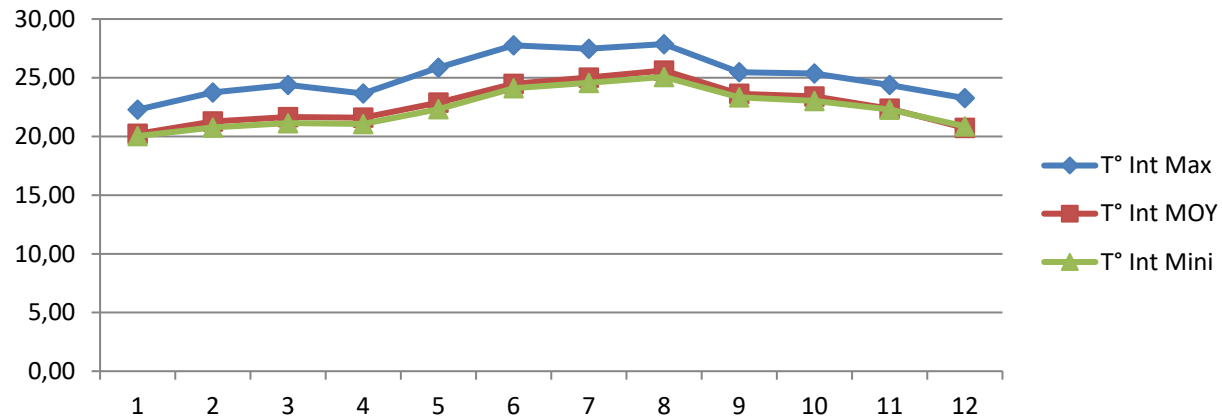
- Le climat (températures hivernales) augmente.

- Le nombre de collaborateurs et PC en augmentation.

- La consommation tout usage augmente  
 Attention – 120 Kw/h

### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

#### e. Retour d'expérience - 2017

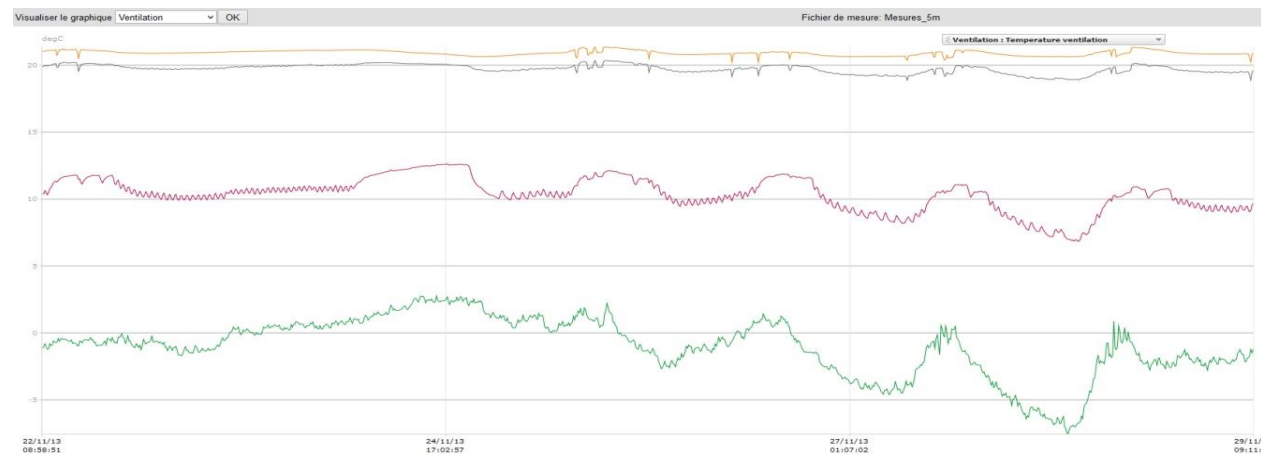


La température moyenne sur l'année à l'intérieur des locaux est de **22.74°C**.

La consigne de températures est réglée à **20°C**

**T° Mini 20,03°C**

**T° Maxi 27,86°C**

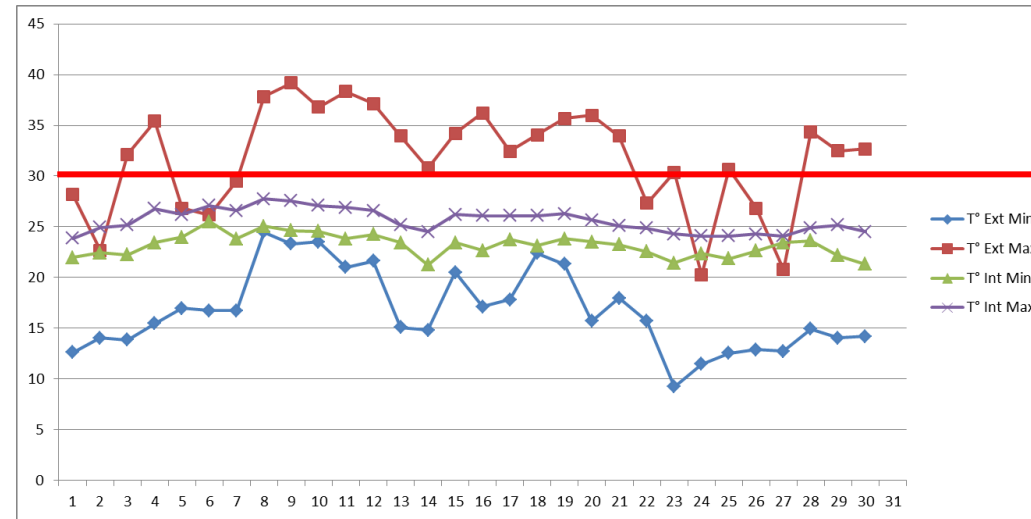


### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

#### e. Retour d'expérience - 2017

Températures - Juin 2017

T_ext Minima °c	T_ext Maxima °c	T_int Minima °c	T_int Maxima °c	CO2 Maxima ppm	CO2 Average ppm
12,64	28,16	21,96	23,86	831,5	499,17
14,05	22,68	22,45	24,94	748,2	502,15
13,87	<b>32,12</b>	22,25	<b>25,18</b>	670	447,86
15,49	<b>35,4</b>	23,43	<b>26,79</b>	964,3	521,58
16,96	26,81	23,96	<b>26,2</b>	722,7	438,81
16,76	26,18	<b>25,52</b>	<b>27,08</b>	383,7	366,2
16,76	29,51	23,82	<b>26,59</b>	379,8	366,33
<b>24,47</b>	<b>37,85</b>	<b>25,04</b>	<b>27,76</b>	810,6	545,02
<b>23,34</b>	<b>39,17</b>	24,65	<b>27,57</b>	900,1	584,06
<b>23,51</b>	<b>36,81</b>	24,55	<b>27,08</b>	816,4	545,63
<b>21</b>	<b>38,32</b>	23,82	<b>26,89</b>	1114,4	595,38
<b>21,64</b>	<b>37,14</b>	24,26	<b>26,59</b>	958,5	570,82
15,09	<b>33,96</b>	23,43	<b>25,18</b>	389,2	370,36
14,83	<b>30,78</b>	21,23	24,5	413	381,46
<b>20,53</b>	<b>34,22</b>	23,43	<b>26,2</b>	828	469,9
17,11	<b>36,23</b>	22,65	<b>26,11</b>	950,8	576,39
17,83	<b>32,45</b>	23,73	<b>26,11</b>	793	490,83
<b>22,38</b>	<b>34,07</b>	23,14	<b>26,11</b>	925,4	526,04
<b>21,33</b>	<b>35,68</b>	23,82	<b>26,3</b>	1008,1	550,91
15,7	<b>36</b>	23,52	<b>25,67</b>	411	387,23
17,99	<b>33,96</b>	23,23	<b>25,08</b>	443,9	404,19
15,69	27,34	22,54	24,88	678	469,69
9,24	<b>30,35</b>	21,42	24,3	638,7	471,16
11,47	20,25	22,35	24,1	556,9	450,8
12,55	<b>30,67</b>	21,86	24,1	578,4	434,66
12,88	26,83	22,64	24,3	448,7	385,72
12,73	20,78	23,43	24,11	397,3	376,36
14,92	<b>34,36</b>	23,62	24,89	555	429,48
14,05	<b>32,5</b>	22,16	<b>25,18</b>	787	545,3
14,2	<b>32,66</b>	21,33	24,5	720,6	480,8
<b>9,24</b>	<b>39,17</b>	<b>21,23</b>	<b>27,76</b>	<b>1 114,40</b>	<b>472,81</b>



21 jours avec des températures extérieures MAX sup à 30°C

Pic à 39,7°C extérieure

8 jours avec des températures extérieures Mini sup à 20°C

Un effectif de 17 personnes

2 jours avec des températures intérieures Mini sup à 25°C

Pic à 27,7°C intérieure avec un 37,85°C extérieur soit delta de 10,15°C

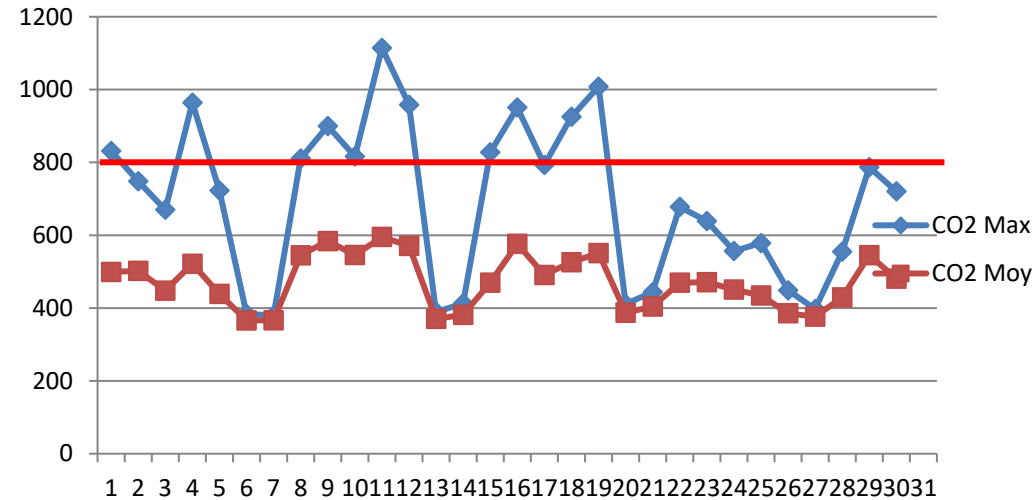
Un delta de 11,6°C entre l'intérieur et l'extérieur au plus fort

### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

#### e. Retour d'expérience - 2017

Qualité d'air intérieur CO<sup>2</sup> - Juin 2017

T_ext Minima °c	T_ext Maxima °c	T_int Minima °c	T_int Maxima °c	CO2 Maxima ppm	CO2 Average ppm
12,64	28,16	21,96	23,86	831,5	499,17
14,05	22,68	22,45	24,94	748,2	502,15
13,87	<b>32,12</b>	22,25	<b>25,18</b>	670	447,86
15,49	<b>35,4</b>	23,43	<b>26,79</b>	964,3	521,58
16,96	26,81	23,96	<b>26,2</b>	722,7	438,81
16,76	26,18	<b>25,52</b>	<b>27,08</b>	383,7	366,2
16,76	29,51	23,82	<b>26,59</b>	379,8	366,33
<b>24,47</b>	<b>37,85</b>	<b>25,04</b>	<b>27,76</b>	810,6	545,02
<b>23,34</b>	<b>39,17</b>	24,65	<b>27,57</b>	900,1	584,06
<b>23,51</b>	<b>36,81</b>	24,55	<b>27,08</b>	816,4	545,63
<b>21</b>	<b>38,32</b>	23,82	<b>26,89</b>	1114,4	595,38
<b>21,64</b>	<b>37,14</b>	24,26	<b>26,59</b>	958,5	570,82
15,09	<b>33,96</b>	23,43	<b>25,18</b>	389,2	370,36
14,83	<b>30,78</b>	21,23	24,5	413	381,46
<b>20,53</b>	<b>34,22</b>	23,43	<b>26,2</b>	828	469,9
17,11	<b>36,23</b>	22,65	<b>26,11</b>	950,8	576,39
17,83	<b>32,45</b>	23,73	<b>26,11</b>	793	490,83
<b>22,38</b>	<b>34,07</b>	23,14	<b>26,11</b>	925,4	526,04
<b>21,33</b>	<b>35,68</b>	23,82	<b>26,3</b>	1008,1	550,91
15,7	<b>36</b>	23,52	<b>25,67</b>	411	387,23
17,99	<b>33,96</b>	23,23	<b>25,08</b>	443,9	404,19
15,69	27,34	22,54	24,88	678	469,69
9,24	<b>30,35</b>	21,42	24,3	638,7	471,16
11,47	20,25	22,35	24,1	556,9	450,8
12,55	<b>30,67</b>	21,86	24,1	578,4	434,66
12,88	26,83	22,64	24,3	448,7	385,72
12,73	20,78	23,43	24,11	397,3	376,36
14,92	<b>34,36</b>	23,62	24,89	555	429,48
14,05	<b>32,5</b>	22,16	<b>25,18</b>	787	545,3
14,2	<b>32,66</b>	21,33	24,5	720,6	480,8
<b>9,24</b>	<b>39,17</b>	<b>21,23</b>	<b>27,76</b>	<b>1 114,40</b>	<b>472,81</b>



Un effectif de 17 personnes

12 jours avec un taux de CO<sub>2</sub> sup à 800ppm en fin de journée

Pic à 1 114 ppm

Une moyenne à 472 ppm

### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

#### f. Résultats correction – 2018



#### Rappel :

Conception pour un effectif de **12,5 personnes**

Utilisation avec un effectif de **18 personnes en 2017**

Utilisation avec un effectif de **23 personnes en 2018**

Surchauffe estivale PHPP : 4% sup à 25°C soit 18,25j/an

#### Confort de température intérieure satisfaisant :

Sur 2017 Surchauffe estivale de 2 jours sup à 25°C

Sur 2018 Surchauffe estivale de 14 jours sup à 25°C

#### Confort CO2 :

**Un taux de CO2 sup à 800ppm en fin de journée**

**Pic à 1 130 ppm**

Une moyenne à 473 ppm

#### Corrections :

Mise en place d'une seconde VMC double flux Zehnder ComfoAirQ 600

Incorporation d'une unité de rafraîchissement Zehnder ComfoCool Q600

Débit de 550 m<sup>3</sup>/h supplémentaire

Puissance de froid de 2,9KW

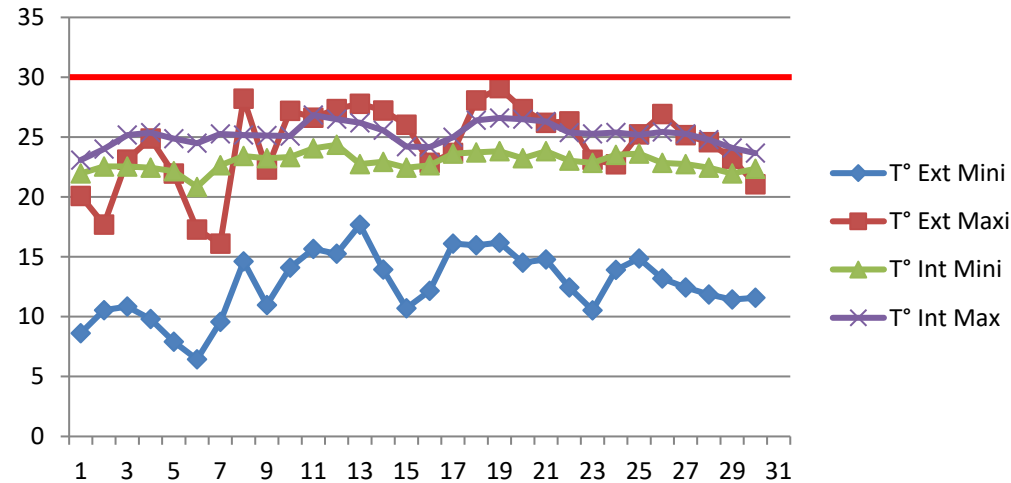
Asservie sur détecteur CO2

### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

#### f. Résultats correction – 2018

Températures – Septembre 2018

T_ext Minima °c	T_ext Maxima °c	T_int Minima °c	T_int Maxima °c	CO2 Maxima ppm	CO2 Average ppm
8,62	20,08	21,96	23,08	412,6	387,25
10,54	17,69	22,54	24	393,1	378,65
10,84	23,12	22,54	25,17	664	452,85
9,8	24,88	22,44	25,37	722,5	525,44
7,91	21,95	22,15	24,87	634,6	480,15
6,43	17,28	20,83	24,49	689,6	494,59
9,56	16,1	22,64	25,26	613,4	445,43
14,61	28,21	23,42	25,17	389,3	372,16
10,97	22,28	23,23	25,13	417	381,03
14,09	27,19	23,33	25,08	735,9	489,83
15,66	26,62	24,06	26,84	751,9	522,36
15,25	27,34	24,35	26,49	740,8	531,63
17,68	27,78	22,74	26,19	724,5	513,54
13,93	27,22	22,93	25,57	755,8	503,38
10,7	26,03	22,44	24,2	397,8	376,64
12,16	22,84	22,64	24,16	401,1	379,36
16,1	23,68	23,62	24,98	580,4	442,09
15,96	28,06	23,72	26,4	640,9	462,84
16,18	29,09	23,82	26,59	668,1	488,93
14,51	27,34	23,23	26,49	728,5	506,02
14,78	26,19	23,82	26,3	709,1	520,68
12,44	26,31	23,03	25,37	416,7	385,43
10,53	23,1	22,84	25,27	432,3	388,2
13,9	22,73	23,52	25,38	701,1	509,02
14,86	25,23	23,62	25,18	660,3	507,26
13,18	26,92	22,84	25,43	648,5	505,31
12,44	25,16	22,74	25,27	784,9	539,35
11,85	24,57	22,44	24,78	743,9	510,93
11,43	23,2	21,96	24,09	389,4	374,53
11,58	21,06	22,35	23,66	413,6	374,87
<b>6,43</b>	<b>29,09</b>	<b>20,83</b>	<b>26,84</b>	<b>784,90</b>	<b>458,33</b>



Un climat favorable (moy ext 19°C)

Un effectif de **23 personnes**

T° maxi intérieur de 26,84°C par 26°C extérieur

ComfoCool Q 600 éteint

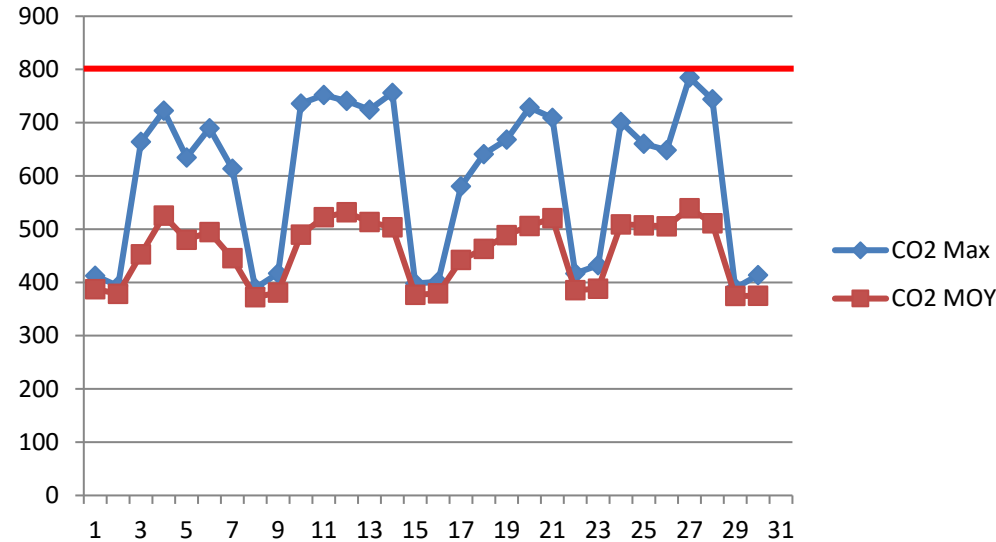
ComfoAir Q 600 activé

### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

#### f. Résultats correction – 2018

Qualité d'air intérieur CO<sup>2</sup> – Septembre 2018

T_ext Minima °c	T_ext Maxima °c	T_int Minima °c	T_int Maxima °c	CO2 Maxima ppm	CO2 Average ppm
8,62	20,08	21,96	23,08	412,6	387,25
10,54	17,69	22,54	24	393,1	378,65
10,84	23,12	22,54	25,17	664	452,85
9,8	24,88	22,44	25,37	722,5	525,44
7,91	21,95	22,15	24,87	634,6	480,15
6,43	17,28	20,83	24,49	689,6	494,59
9,56	16,1	22,64	25,26	613,4	445,43
14,61	28,21	23,42	25,17	389,3	372,16
10,97	22,28	23,23	25,13	417	381,03
14,09	27,19	23,33	25,08	735,9	489,83
15,66	26,62	24,06	26,84	751,9	522,36
15,25	27,34	24,35	26,49	740,8	531,63
17,68	27,78	22,74	26,19	724,5	513,54
13,93	27,22	22,93	25,57	755,8	503,38
10,7	26,03	22,44	24,2	397,8	376,64
12,16	22,84	22,64	24,16	401,1	379,36
16,1	23,68	23,62	24,98	580,4	442,09
15,96	28,06	23,72	26,4	640,9	462,84
16,18	29,09	23,82	26,59	668,1	488,93
14,51	27,34	23,23	26,49	728,5	506,02
14,78	26,19	23,82	26,3	709,1	520,68
12,44	26,31	23,03	25,37	416,7	385,43
10,53	23,1	22,84	25,27	432,3	388,2
13,9	22,73	23,52	25,38	701,1	509,02
14,86	25,23	23,62	25,18	660,3	507,26
13,18	26,92	22,84	25,43	648,5	505,31
12,44	25,16	22,74	25,27	784,9	539,35
11,85	24,57	22,44	24,78	743,9	510,93
11,43	23,2	21,96	24,09	389,4	374,53
11,58	21,06	22,35	23,66	413,6	374,87
<b>6,43</b>	<b>29,09</b>	<b>20,83</b>	<b>26,84</b>	<b>784,90</b>	<b>458,33</b>



Un effectif de 23 personnes

0 jours avec un taux de CO<sub>2</sub> sup à 800ppm en fin de journée

Pic à 784,9 ppm

Une moyenne à 458 ppm

Données stables et valables sur les mois suivants

### 3. L'INSTRUMENTATION DU PROJET

#### g. Conclusion et Perspectives

11 ans d'instrumentations

Le bâtiment tient les performances annoncées.

Les variantes sur le confort T°C sont principalement d'origine humaine (ouverture de fenêtres).


La gestion automatique des stores est un plus indispensable.

L'ajout d'un second système de VMC permet de garantir une bonne qualité d'air intérieure.

Le bâtiment instrumenté nourrit notre travail de R&D, dimensionnement des sondes géothermiques et bâtiments Passivhaus.

**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

**REMERCIEMENTS**

Merci à Franck JANIN d'HELIASOL pour l'Etude Thermique 





passibat'

LE SALON DU BÂTIMENT BIOCLIMATIQUE  
ET DE LA SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE