

## Certification Concepteur Maison Passive - Passivhaus / Prolongation du certificat

Sur la base d'un projet Maison Passive exemple

### Documentation de l'objet Maison Passive



Immeuble collectif de 6 logements à Paris (XIX<sup>ème</sup> arrondissement) ID : 5294

Concepteur Maison Passive responsable : Ingénieur Pierre PAJOT

Bureau d'études Conception : FACEA PAYS DE LA LOIRE

Architecte : NOMADE ARCHITECTES

Le bâtiment construit par Batigère au numéro 6 du Passage Desgrais à Paris (XIX<sup>ème</sup> arrondissement), est le premier bâtiment de logements sociaux de la capitale ayant obtenu la labellisation bâtiment passif "classique" en 2017. Composé de six logements – quatre F2 et deux F4 – il s'agit d'un bâtiment participatif, c'est-à-dire qu'il regroupe plusieurs personnes ayant réfléchi ensemble à un projet immobilier commun.

Chaque "participant" dispose, en plus de ses espaces privés, d'un accès à des espaces communs, comme un jardin ou des pièces de vie. Les habitants entretiennent ensemble et sans gardien un espace où ils se rassemblent pour passer des moments conviviaux.

D'autres informations sont disponibles sur [www.bddmaisonpassive.fr](http://www.bddmaisonpassive.fr) ID 5294

|                         |                                                                       |                                                |                            |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| Particularités :        | Construction en Cross Laminated Timber (C.L.T.) – Bois lamellé croisé |                                                |                            |
| Valeur U mur extérieur  | 0.094 W/(m <sup>2</sup> K)                                            | Besoin de chal. PHPP 19 kWh/(m <sup>2</sup> a) |                            |
| Valeur U sol            | 0.103 W/(m <sup>2</sup> K)                                            |                                                |                            |
| Valeur U toit           | 0.086 W/(m <sup>2</sup> K)                                            | Besoin EP PHPP                                 | 126 kWh/(m <sup>2</sup> a) |
| Valeur U fenêtre        | 1.03 W/(m <sup>2</sup> K)                                             |                                                |                            |
| Récupération de chaleur | 80 %                                                                  | Test de pression                               | n50=0.6 vol/h              |

[Tapez un texte]

## 2. Page de présentation du projet en anglais

**Certification Passive House Designer - Passivhaus / Certificate Extension  
On the basis of a project Passiv House example**

### **Passivhaus Documentation**



Collective building of 6 apartments in Paris (XIX<sup>th</sup> district) **ID : 5294**

Passive House Designer, Project leader : Engineer Pierre PAJOT

Building Services : FACEA PAYS DE LA LOIRE

Architect : NOMADE ARCHITECTES

Building physics : BATI-RENOV

The building, constructed by Batigère at number 6 Passage Desgrais in Paris (XIX<sup>th</sup> district), is the first low-income housing building in the capital to have obtained the "classic" passive building label in 2017. Composed of six apartments – 4 two-rooms apartments and 2 four-rooms apartments – it's a participative building, i.e. it involves several people who have thought together about a common real estate project.

Each "participant" has, in addition to their private areas, access to common areas, such as a garden or living rooms. The inhabitants maintain together and without a guardian a space where they gather to spend convivial moments.

|                        |                                             |                            |                            |
|------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Special features:      | Building in Cross Laminated Timber (C.L.T.) |                            |                            |
| U-value external walls | 0.094 W/(m <sup>2</sup> K)                  | PHPP space heat demand     | 19 kWh/(m <sup>2</sup> a)  |
| U-value floor          | 0.103 W/(m <sup>2</sup> K)                  |                            |                            |
| U-value roof           | 0.086 W/(m <sup>2</sup> K)                  | PHPP Primary energy demand | 126 kWh/(m <sup>2</sup> a) |
| U-value window         | 1.03 W/(m <sup>2</sup> K)                   |                            |                            |
| Heat Recovery          | 80 %                                        | Pressure test              | n50=0.6 vol/h              |



## **SOMMAIRE**

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. Photos de façades.....                                                 | 4  |
| 4. Photos d'intérieur.....                                                | 5  |
| 5. Coupes de la réalisation .....                                         | 7  |
| 6. Façades .....                                                          | 10 |
| 7. Plans.....                                                             | 12 |
| 8. Détails de construction de la Dalle de sol.....                        | 14 |
| 9. Construction des murs extérieurs .....                                 | 16 |
| 10. Construction du toit .....                                            | 19 |
| 11. Fenêtres et installation de la fenêtre .....                          | 21 |
| 12. Etanchéité à l'air de l'enveloppe .....                               | 24 |
| 13. Conception du système de ventilation .....                            | 26 |
| 14. Unité centrale de ventilation.....                                    | 30 |
| 15. Chauffage/ECS .....                                                   | 32 |
| 16. Brèves descriptions des résultats PHPP (feuille de vérification)..... | 34 |
| 17. Coût du bâtiment.....                                                 | 35 |
| 18. Coût du construction .....                                            | 35 |
| 19. Année de construction.....                                            | 35 |
| 20. Architecte.....                                                       | 35 |
| 21. Bureau d'études .....                                                 | 35 |

### 3. Photos de façades

- *Perspective 3D et intégration dans son environnement*



- *Façade Nord et pignon Ouest (en partie)*



#### 4. Photos d'intérieur

- *Hall du rez-de-chaussée*



- *Logement R+3*





- *Duplex*



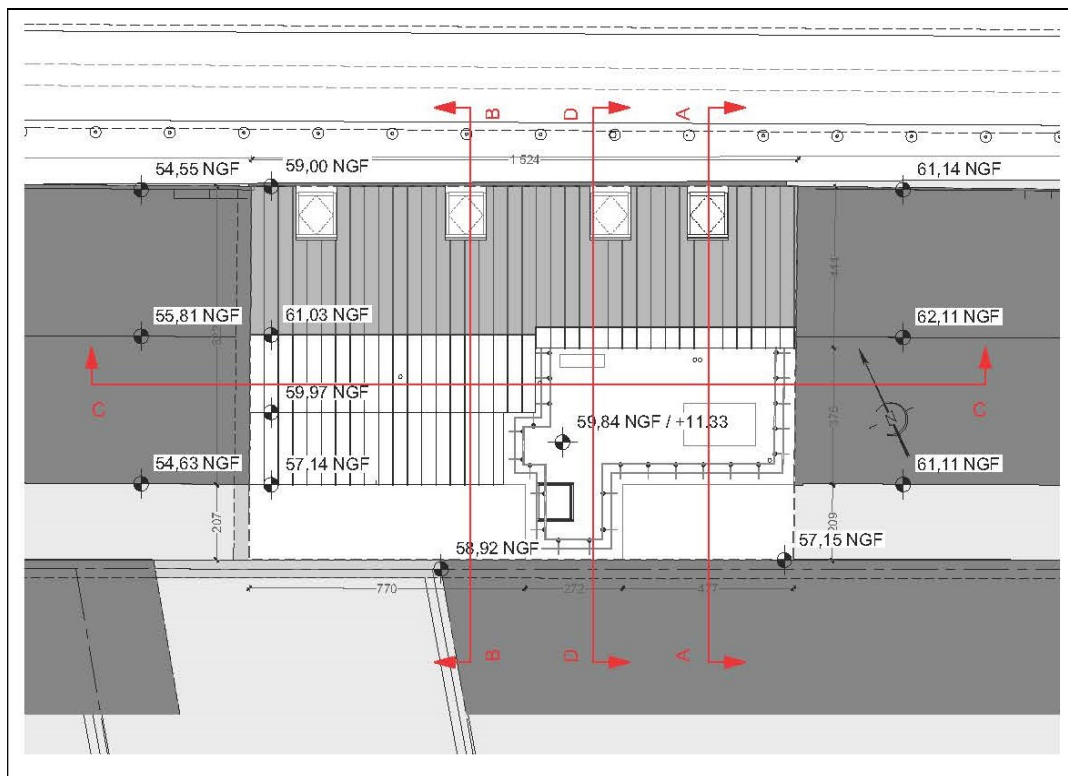
- *Salle de bains*



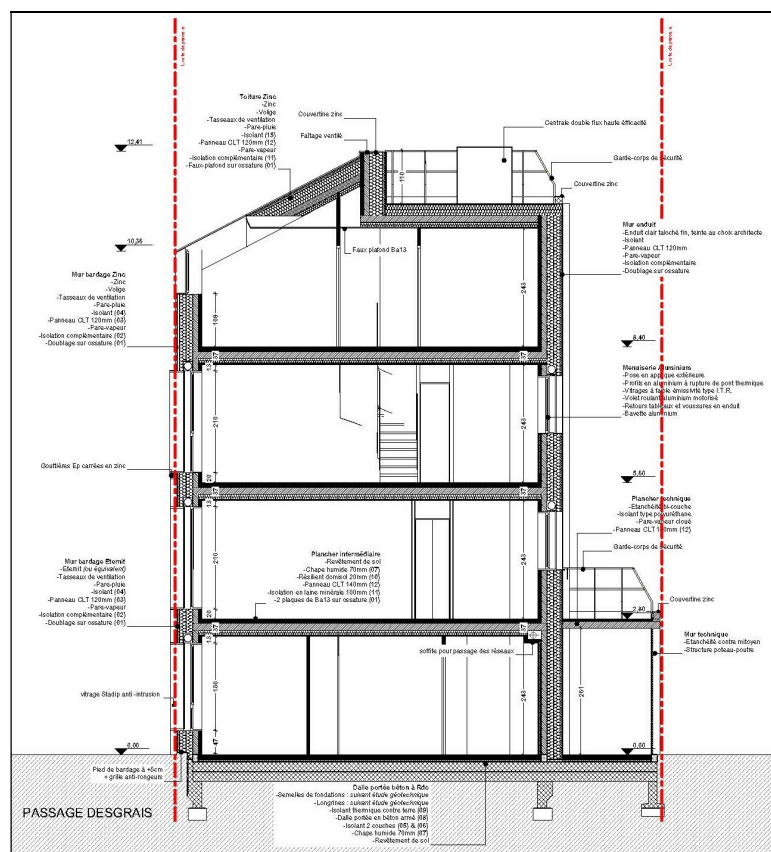


## 5. Coupes de la réalisation

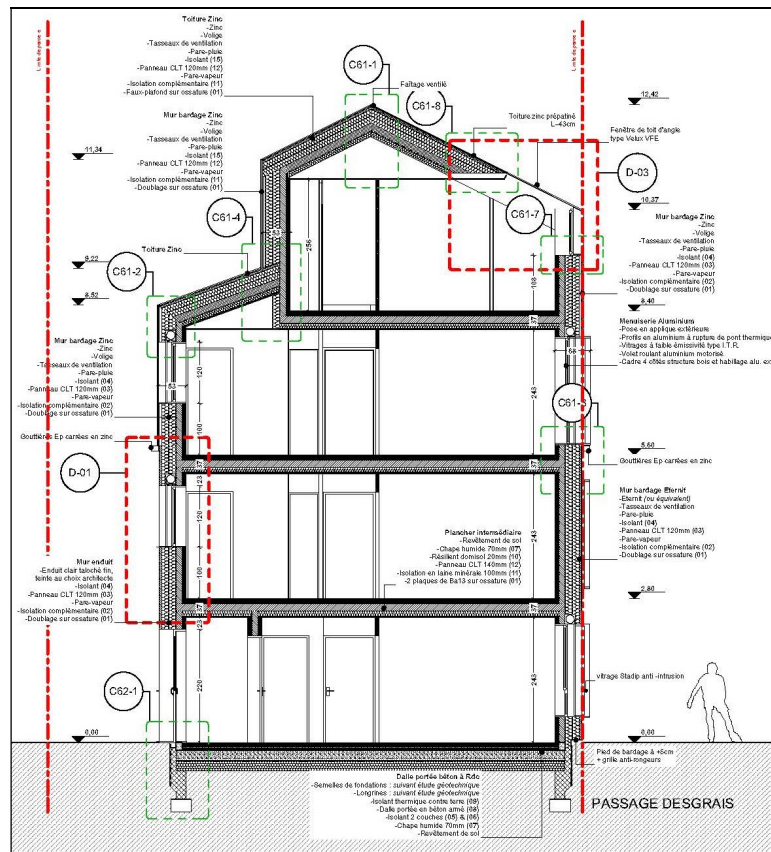
### • Localisation des coupes



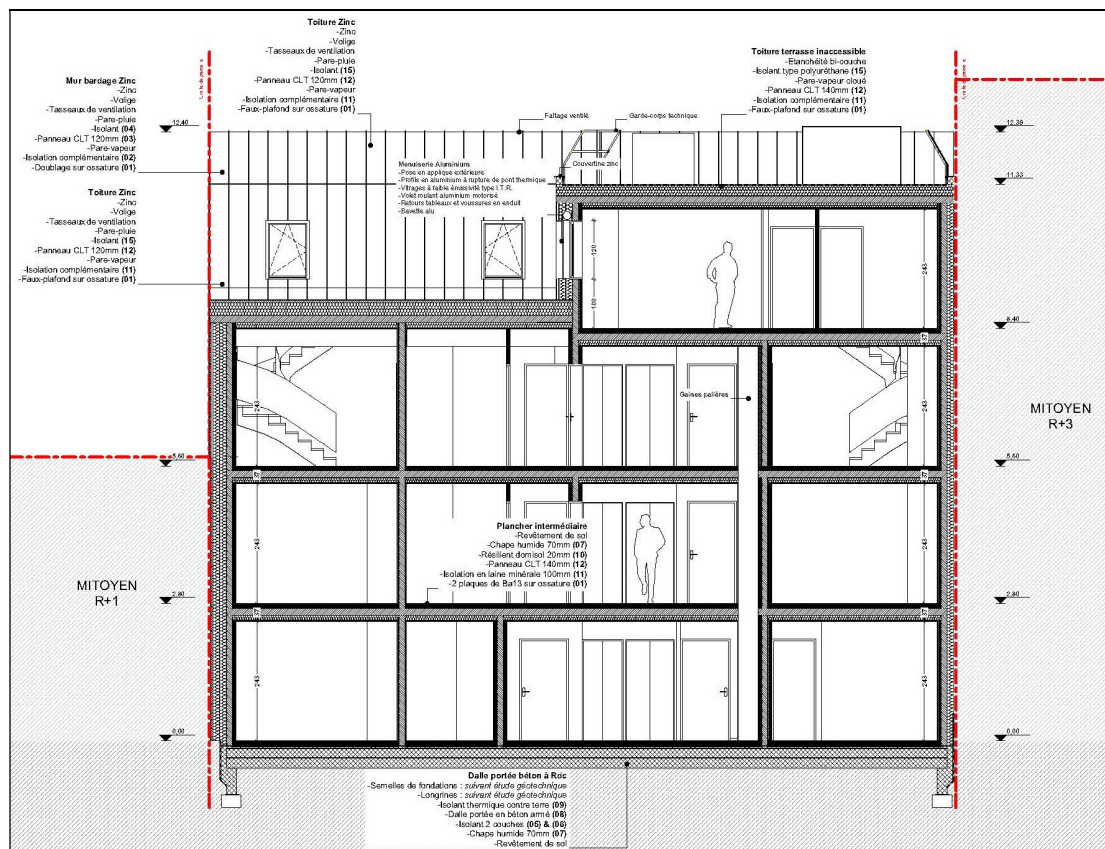
### • Coupe A-A



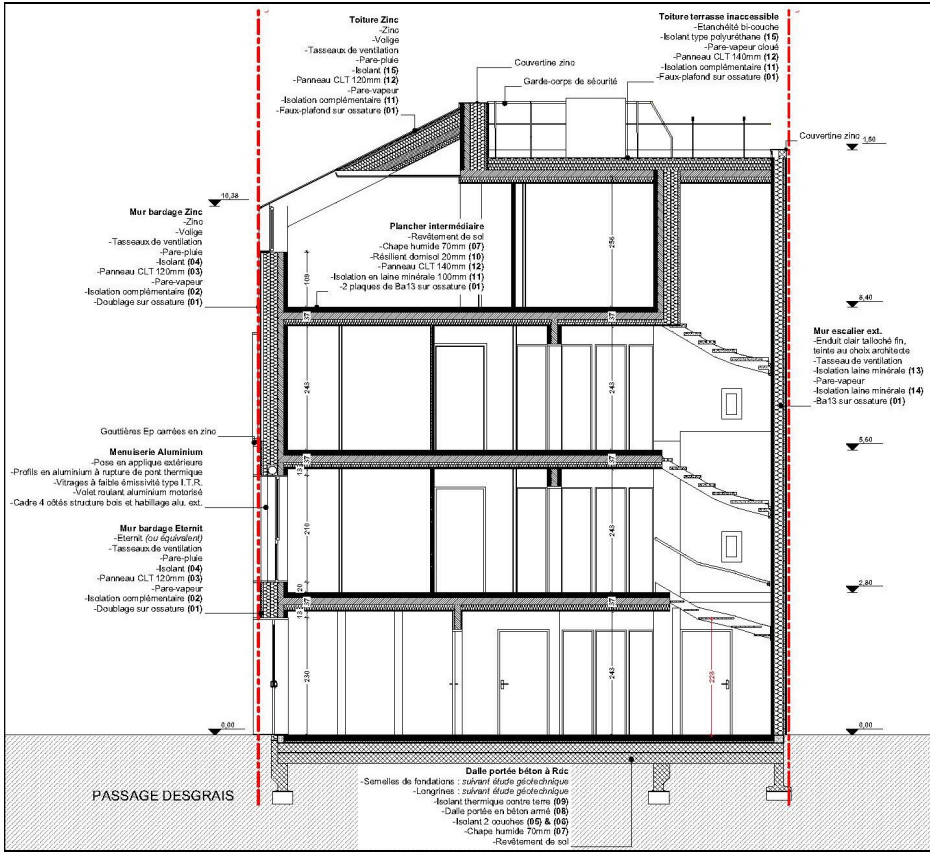
- **Coupe B-B**



- **Coupe C-C**

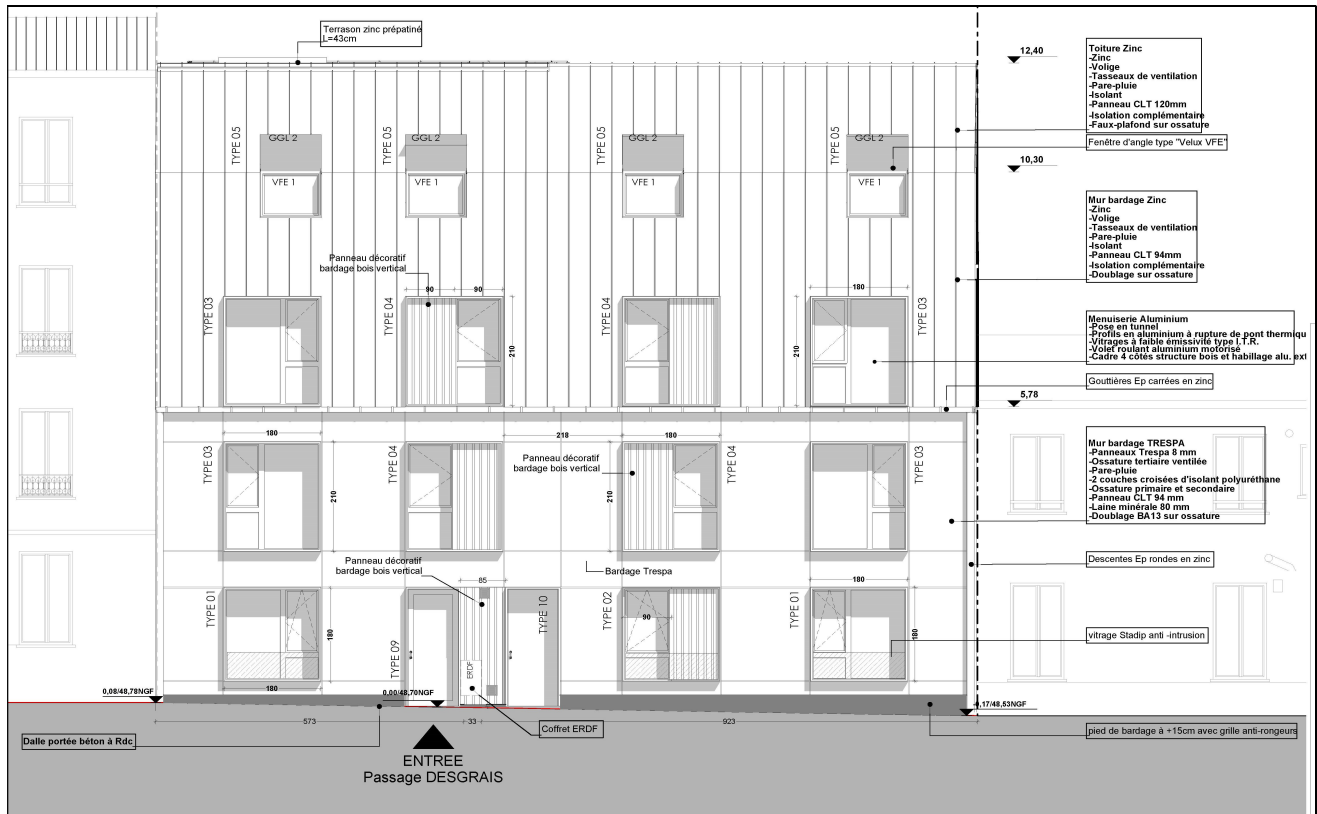


- **Coupe D-D**

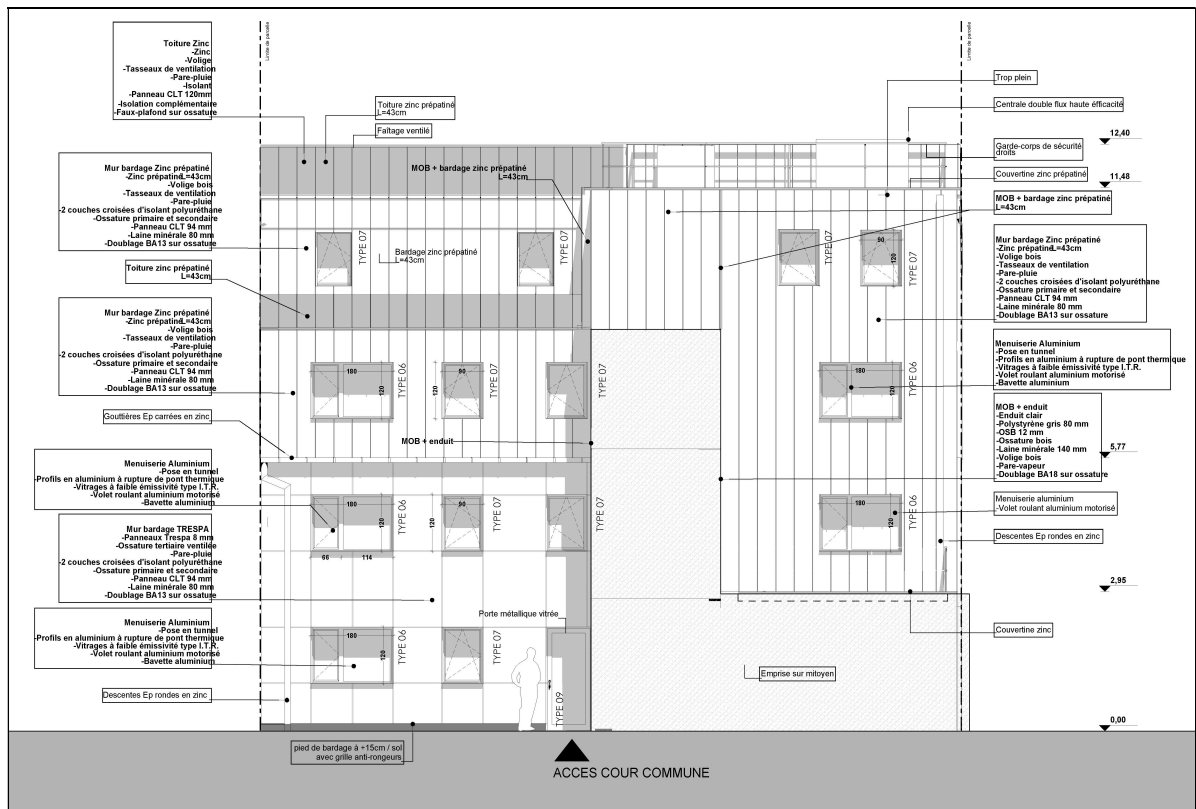


## 6. Façades

### • Façade Nord

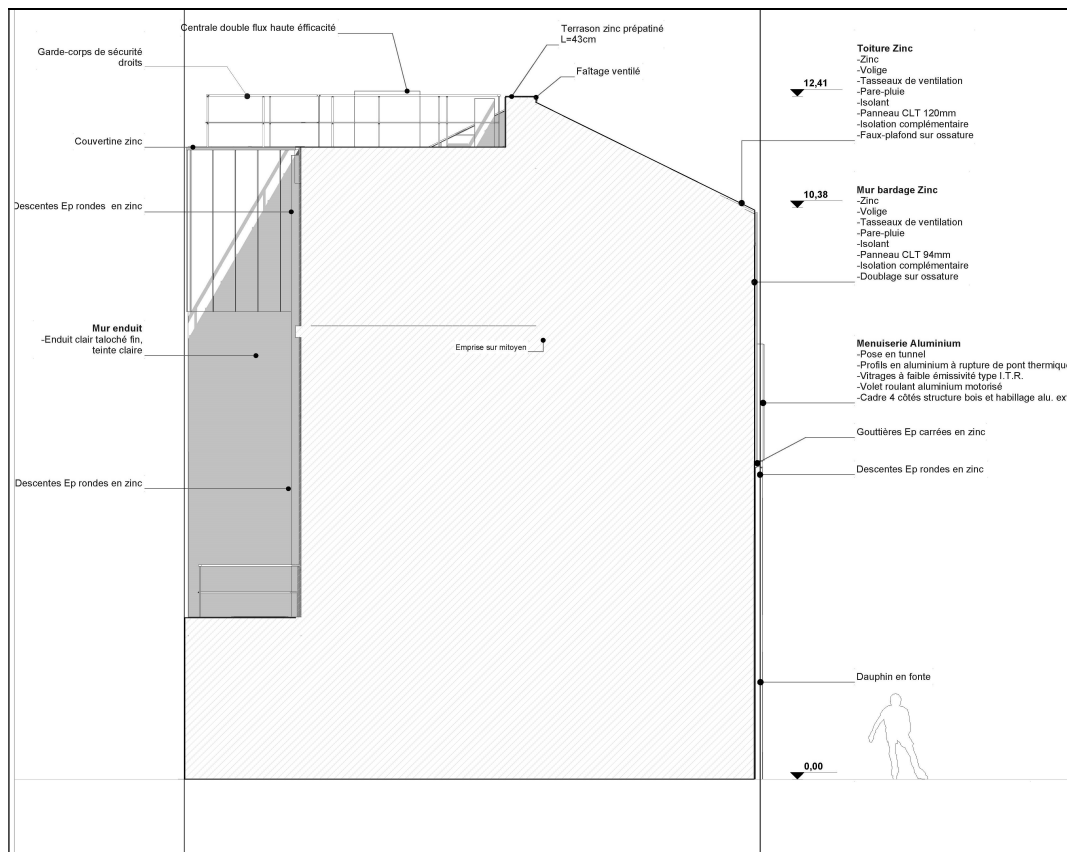


### • Façade Sud

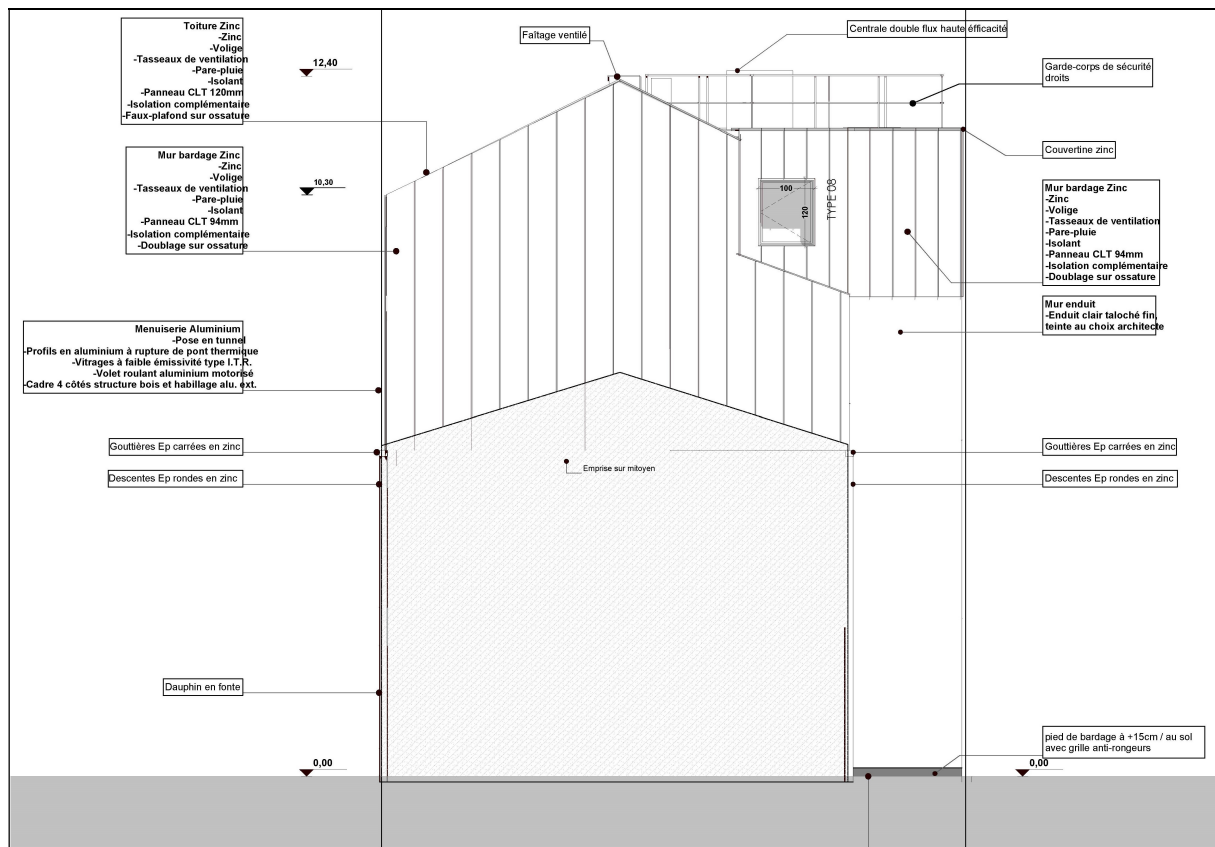




## • Pignon Est

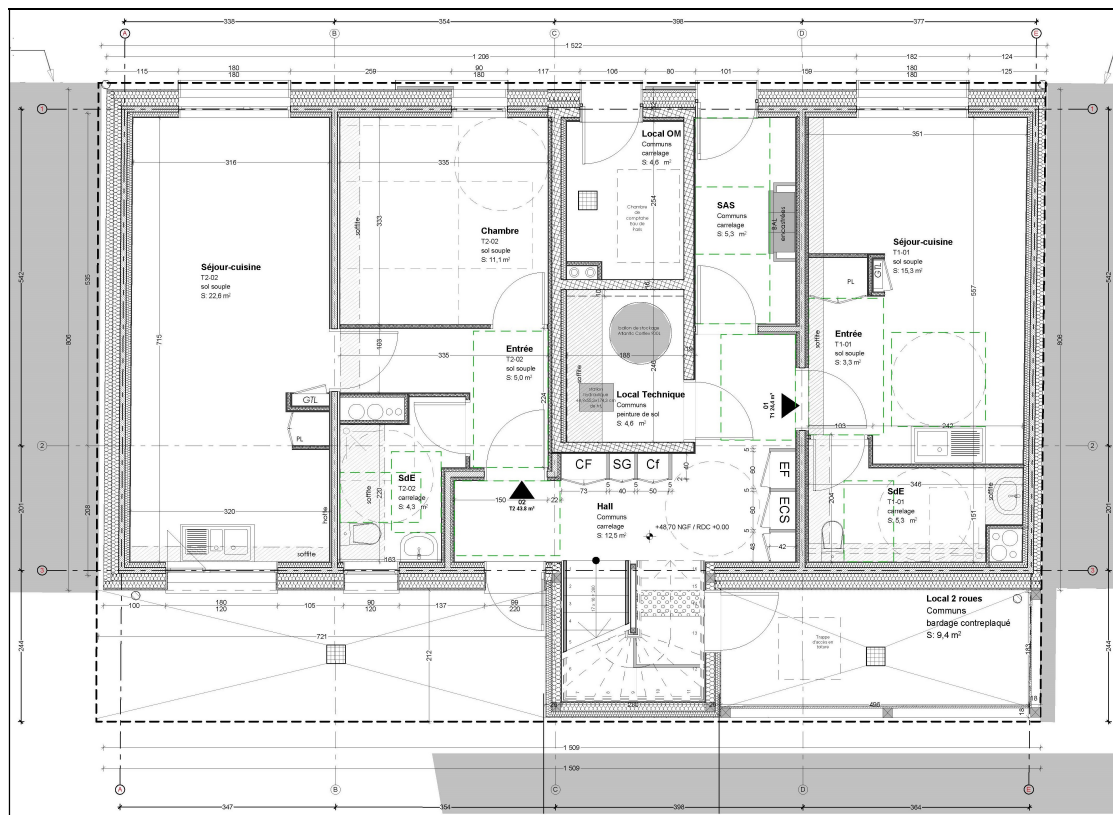


## • Pignon Ouest

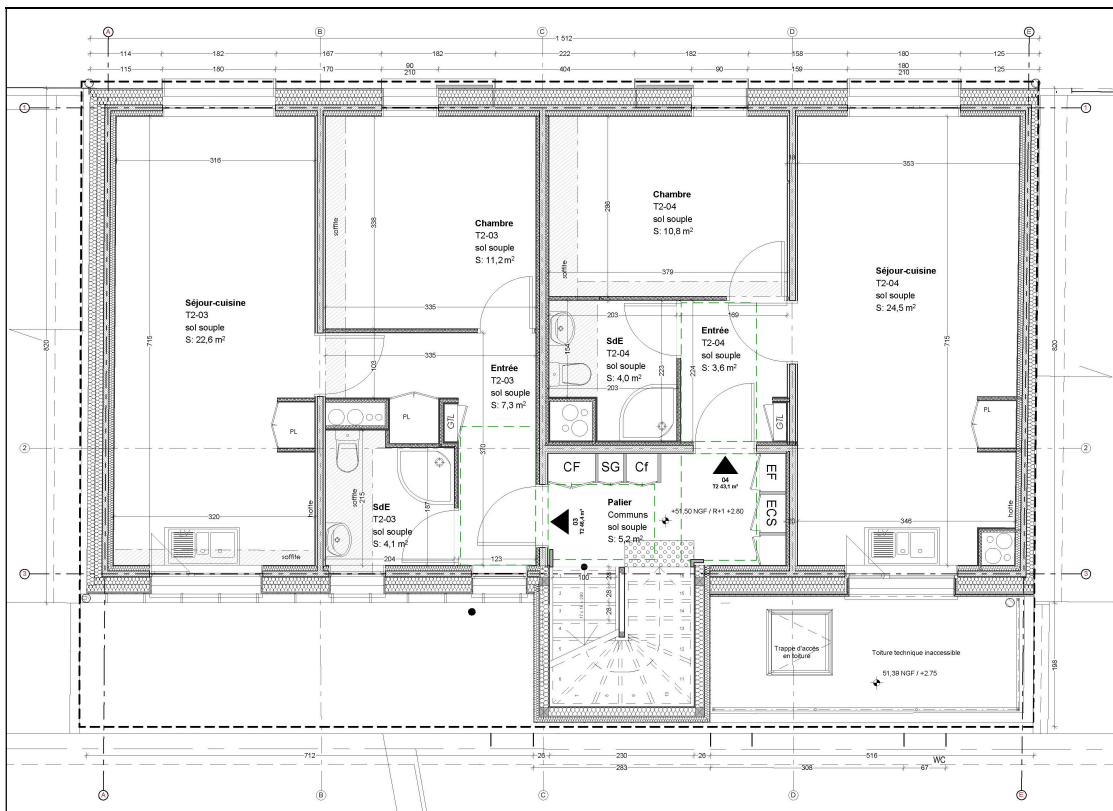


## 7. Plans

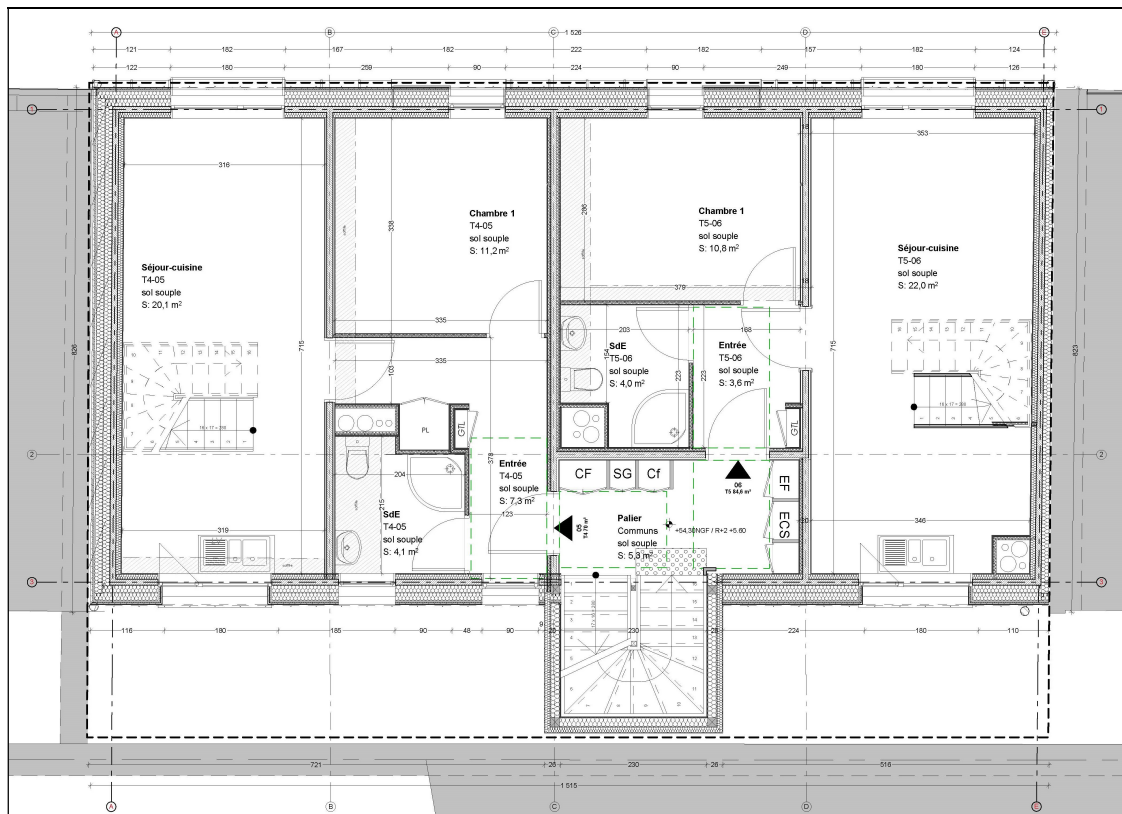
### • Rez-de-chaussée



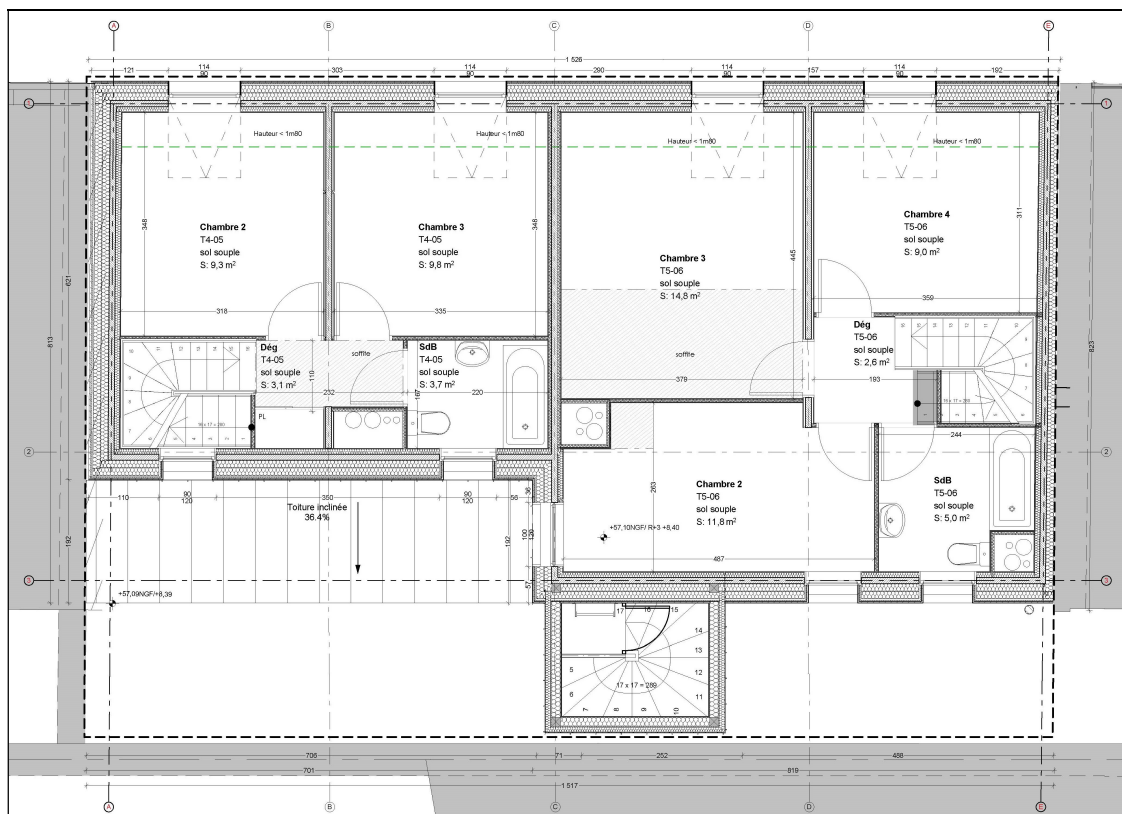
### • R+1



• **R+2**



• **R+3**





## 8. Détails de construction de la Dalle de sol

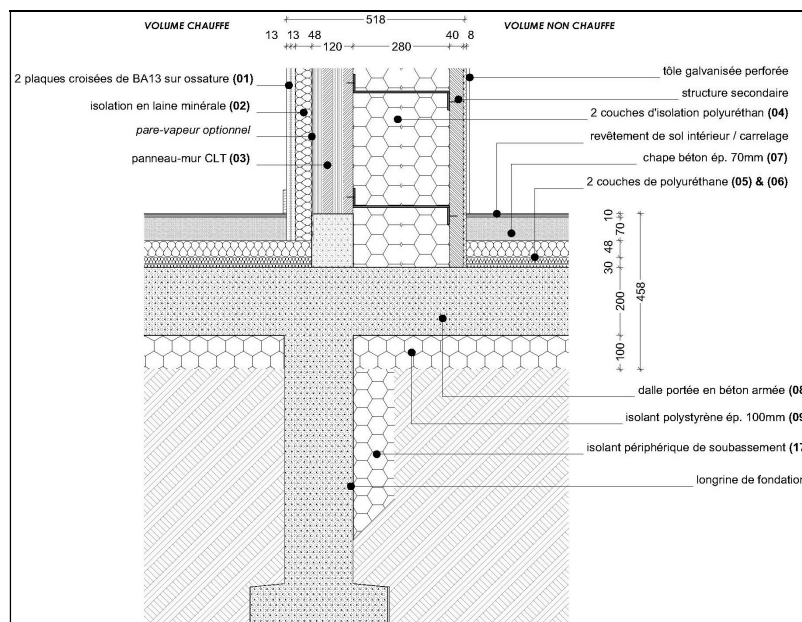
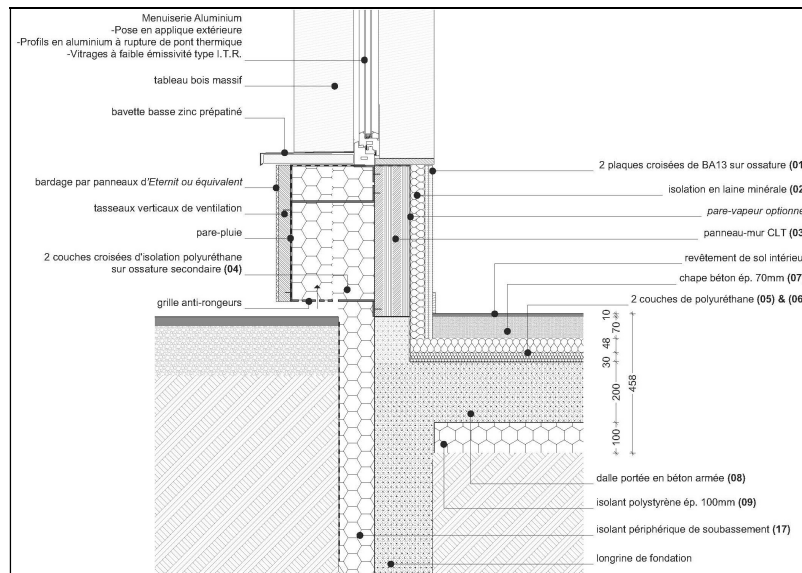
Le plancher bas est composé d'une dalle portée sur terre-plein, isolée sous chape via 2 couches isolantes de polyuréthane d'une épaisseur totale de 7.8 cm et sous dalle via une couche isolante en polystyrène d'épaisseur 20 cm. Le détail de saisie renseigné dans le calcul PHPP « phase Conception » est présenté ci-dessous ainsi que des photos prises sur site lors de la construction :

|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        |                |
|--------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------|----------------|
| N° de la paroi<br><b>04ud</b>                          |            | <b>Pl.bas Terre Plein</b>                                                                                            |            | Isolation intérieure?                  |                |
| Orientation des parois<br>Adjacent à <b>3-sous-sol</b> |            | Résistance superficielle [m²K/W]<br>intérieure R <sub>si</sub> <b>0,17</b><br>extérieure R <sub>se</sub> <b>0,00</b> |            |                                        |                |
| Section 1                                              | λ [W/(mK)] | Section 2 (optionnelle)                                                                                              | λ [W/(mK)] | Section 3 (optionnelle)                | λ [W/(mK)]     |
| Chape                                                  | 2,000      |                                                                                                                      |            |                                        |                |
| Mousse polyuréthane                                    | 0,022      |                                                                                                                      |            |                                        |                |
| Mousse polyuréthane                                    | 0,022      |                                                                                                                      |            |                                        |                |
| Béton                                                  | 2,000      |                                                                                                                      |            |                                        |                |
| EPS knauf                                              | 0,029      |                                                                                                                      |            |                                        |                |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        |                |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        |                |
| Pourcentage de surface de la section 1<br>100%         |            | Pourcentage de surface de la section 2                                                                               |            | Pourcentage de surface de la section 3 |                |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        |                |
| Majoration de la valeur U                              |            | W/(m²K)                                                                                                              |            | Valeur U : <b>0,093</b> W/(m²K)        |                |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        | Épaisseur (mm) |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        | <b>70</b>      |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        | <b>30</b>      |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        | <b>48</b>      |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        | <b>200</b>     |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        | <b>200</b>     |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        |                |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        |                |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        | Total          |
|                                                        |            |                                                                                                                      |            |                                        | <b>54,8</b> cm |





Les ponts thermiques de jonction avec les murs extérieurs et les refends intérieurs ont également été traité, de sorte à réduire au maximum les déperditions thermiques par ces points singuliers. A suivre, les détails de ces liaisons (*nota bene : les schémas présentent une légère erreur au niveau de l'épaisseur d'isolant sous dalle, il n'est dessiné que 10 cm en lieu et place des 20 cm retenus dans le calcul*) :



## 9. Construction des murs extérieurs

Étant donné l'implantation de la construction et les mitoyennetés de la parcelle, différentes compositions de mur extérieur ont été élaborées. Elles sont détaillées dans les paragraphes ci-dessous :

- Les façades principales Nord et Sud (bardage zinc), sont réalisées en panneaux CLT, isolées intérieurement par 4.5 cm (du rez-de-chaussée au R+2) et 10 cm (au R+3 uniquement) de laine minérale puis extérieurement par 2 couches de polyuréthane de 12 cm unitaire :

|                                        |                                  |                                               |          |                                        |                      |                       |
|----------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|----------|----------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Nr. de la paroi                        | Description de la paroi          |                                               |          |                                        |                      | Isolation intérieure? |
| 01ud                                   | <b>Mext Bardage - Rdc au R+2</b> |                                               |          |                                        |                      |                       |
| Orientation de la paroi                | 2-mur                            | Résistance superficielle [m <sup>2</sup> K/W] |          |                                        |                      |                       |
| Adjacent à                             | 1-air extérieur                  | intérieure R <sub>si</sub>                    | 0,13     | extérieure R <sub>se</sub>             | 0,04                 |                       |
| Section 1                              | λ [W/mK]                         | Section 2 (optionnelle)                       | λ [W/mK] | Section 3 (optionnelle)                | λ [W/mK]             | Épaisseur [mm]        |
| 2 plaques de BA13                      | 0,250                            |                                               |          |                                        |                      | 26                    |
| Laine de verre                         | 0,032                            |                                               |          |                                        |                      | 45                    |
| Panneau bois CLT                       | 0,130                            |                                               |          |                                        |                      | 120                   |
| Mousse polyuréthane                    | 0,023                            |                                               |          |                                        |                      | 120                   |
| Mousse polyuréthane                    | 0,023                            |                                               |          |                                        |                      | 120                   |
| Lame d'air ventilée                    |                                  |                                               |          |                                        |                      |                       |
| Bardage Eternit/Zinc                   |                                  |                                               |          |                                        |                      |                       |
| Pourcentage de surface de la section 1 | 100%                             | Pourcentage de surface de la section 2        |          | Pourcentage de surface de la section 3 |                      | Total                 |
|                                        |                                  |                                               |          |                                        |                      | 43,1 cm               |
| Majoration de la valeur U              |                                  | Valeur U : 0,077                              |          |                                        | W/(m <sup>2</sup> K) |                       |

|                                        |                           |                                               |          |                                        |                      |                       |
|----------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|----------|----------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Nr. de la paroi                        | Description de la paroi   |                                               |          |                                        |                      | Isolation intérieure? |
| 02ud                                   | <b>Mext Bardage - R+3</b> |                                               |          |                                        |                      |                       |
| Orientation des parois                 | 2-mur                     | Résistance superficielle [m <sup>2</sup> K/W] |          |                                        |                      |                       |
| Adjacent à                             | 1-air extérieur           | intérieure R <sub>si</sub>                    | 0,13     | extérieure R <sub>se</sub>             | 0,04                 |                       |
| Section 1                              | λ [W/mK]                  | Section 2 (optionnelle)                       | λ [W/mK] | Section 3 (optionnelle)                | λ [W/mK]             | Épaisseur [mm]        |
| 2 plaques de BA13                      | 0,250                     |                                               |          |                                        |                      | 26                    |
| Laine de verre                         | 0,032                     |                                               |          |                                        |                      | 100                   |
| Panneau bois CLT                       | 0,130                     |                                               |          |                                        |                      | 120                   |
| Mousse polyuréthane                    | 0,023                     |                                               |          |                                        |                      | 120                   |
| Mousse polyuréthane                    | 0,023                     |                                               |          |                                        |                      | 120                   |
| Lame d'air ventilée                    |                           |                                               |          |                                        |                      |                       |
| Bardage Eternit/Zinc                   |                           |                                               |          |                                        |                      |                       |
| Pourcentage de surface de la section 1 | 100%                      | Pourcentage de surface de la section 2        |          | Pourcentage de surface de la section 3 |                      | Total                 |
|                                        |                           |                                               |          |                                        |                      | 48,6 cm               |
| Majoration de la valeur U              |                           | Valeur U : 0,068                              |          |                                        | W/(m <sup>2</sup> K) |                       |



- Les pignons mitoyens, Est et Ouest, bénéficient d'une structure en CLT identique aux façades principales. Seules les épaisseurs d'isolation extérieure varient du fait de l'espace disponible et du traitement des joints de dilatation : le pignon Est étant habillé d'une I.T.E. en polyuréthane d'épaisseur 12 cm alors que, pour celui Ouest, cette dernière est doublée :

|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|-----------------------|--|
| N° de la paroi                         |                  | 08ud                                   |                  | Mmitoyen - Façade Est                  |                  | Isolation intérieure? |  |
| Orientation des parois                 |                  | 2-mur                                  |                  | Résistance superficielle [m²K/W]       |                  |                       |  |
| Adjacent à                             |                  | 2-sol                                  |                  | intérieure $R_{si}$                    |                  | 0,13                  |  |
|                                        |                  |                                        |                  | extérieure $R_{se}$                    |                  | 0,00                  |  |
| Section 4                              | $\lambda$ [W/mK] | Section 2 (optionnelle)                | $\lambda$ [W/mK] | Section 3 (optionnelle)                | $\lambda$ [W/mK] | Épaisseur [mm]        |  |
| 2 plaques de BA13                      | 0,250            |                                        |                  |                                        |                  | 26                    |  |
| Laine de verre                         | 0,032            |                                        |                  |                                        |                  | 100                   |  |
| Panneau bois CLT                       | 0,130            |                                        |                  |                                        |                  | 120                   |  |
| Mousse polyuréthane                    | 0,023            |                                        |                  |                                        |                  | 120                   |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
| Pourcentage de surface de la section 1 | 100%             | Pourcentage de surface de la section 2 |                  | Pourcentage de surface de la section 3 |                  | Total                 |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  | 36,6 cm               |  |
| Majoration de la valeur U              |                  | W/(m²K)                                |                  | Valeur U :                             |                  | 0,105 W/(m²K)         |  |

|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|-----------------------|--|
| N° de la paroi                         |                  | 09ud                                   |                  | Mmitoyen - Façade Ouest                |                  | Isolation intérieure? |  |
| Orientation des parois                 |                  | 2-mur                                  |                  | Résistance superficielle [m²K/W]       |                  |                       |  |
| Adjacent à                             |                  | 2-sol                                  |                  | intérieure $R_{si}$                    |                  | 0,13                  |  |
|                                        |                  |                                        |                  | extérieure $R_{se}$                    |                  | 0,00                  |  |
| Section 5                              | $\lambda$ [W/mK] | Section 2 (optionnelle)                | $\lambda$ [W/mK] | Section 3 (optionnelle)                | $\lambda$ [W/mK] | Épaisseur [mm]        |  |
| 2 plaques de BA13                      | 0,250            |                                        |                  |                                        |                  | 26                    |  |
| Laine de verre                         | 0,032            |                                        |                  |                                        |                  | 100                   |  |
| Panneau bois CLT                       | 0,130            |                                        |                  |                                        |                  | 120                   |  |
| Mousse polyuréthane                    | 0,023            |                                        |                  |                                        |                  | 120                   |  |
| Mousse polyuréthane                    | 0,023            |                                        |                  |                                        |                  | 120                   |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
| Pourcentage de surface de la section 1 | 100%             | Pourcentage de surface de la section 2 |                  | Pourcentage de surface de la section 3 |                  | Total                 |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  | 48,6 cm               |  |
| Majoration de la valeur U              |                  | W/(m²K)                                |                  | Valeur U :                             |                  | 0,068 W/(m²K)         |  |

- Les parois verticales restantes concernent à la fois, celles de l'escalier et celles des murs sur les locaux non chauffés (local 2 roues attenant à l'escalier). La première est composée d'une ossature en bois dite « légère » alternant montants bois et isolation entre montants en laine minérale d'épaisseur 18 cm. L'entraxe principal est de l'ordre de 60 cm. Afin de renforcer son pouvoir thermique, il a été ajouté un complément d'isolant intérieur de 4 cm, entre tasseaux, afin de limiter les ponts thermiques linéiques dus aux montants bois. La seconde composition étant identique à celle des façades principales Nord et Sud allant du rez-de-chaussée au R+2 :

|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|-----------------------|--|
| N° de la paroi                         |                  | 03ud                                   |                  | Mext - Escalier                        |                  | Isolation intérieure? |  |
| Orientation des parois                 |                  | 2-mur                                  |                  | Résistance superficielle [m²K/W]       |                  |                       |  |
| Adjacent à                             |                  | 1-air extérieur                        |                  | intérieure $R_{si}$                    |                  | 0,13                  |  |
|                                        |                  |                                        |                  | extérieure $R_{se}$                    |                  | 0,04                  |  |
| Section 1                              | $\lambda$ [W/mK] | Section 2 (optionnelle)                | $\lambda$ [W/mK] | Section 3 (optionnelle)                | $\lambda$ [W/mK] | Épaisseur [mm]        |  |
| Plaque BA13                            | 0,250            |                                        |                  |                                        |                  | 13                    |  |
| Laine de verre                         | 0,032            |                                        |                  |                                        |                  | 40                    |  |
| Laine de verre                         | 0,032            |                                        |                  |                                        |                  | 180                   |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
| Pourcentage de surface de la section 1 | 100%             | Pourcentage de surface de la section 2 |                  | Pourcentage de surface de la section 3 |                  | Total                 |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  | 23,3 cm               |  |
| Majoration de la valeur U              |                  | W/(m²K)                                |                  | Valeur U :                             |                  | 0,141 W/(m²K)         |  |



|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|-----------------------|--|
| N° de la paroi                         |                  | 06ud                                   |                  | Minc - sur local vélos                 |                  | Isolation intérieure? |  |
| Orientation des parois                 |                  | 2-mur                                  |                  | Résistance superficielle [m²K/W]       |                  |                       |  |
| Adjacent à                             |                  | 3-lame d'air vé                        |                  | intérieure $R_{si}$                    |                  | 0,13                  |  |
|                                        |                  |                                        |                  | extérieure $R_{se}$                    |                  | 0,13                  |  |
| Section 1                              | $\lambda$ [W/mK] | Section 2 (optionnelle)                | $\lambda$ [W/mK] | Section 3 (optionnelle)                | $\lambda$ [W/mK] | Épaisseur [mm]        |  |
| 2 Plaque de BA13                       | 0,250            |                                        |                  |                                        |                  | 26                    |  |
| Laine de verre                         | 0,032            |                                        |                  |                                        |                  | 45                    |  |
| Panneau bois CLT                       | 0,130            |                                        |                  |                                        |                  | 120                   |  |
| Mousse polyuréthane                    | 0,023            |                                        |                  |                                        |                  | 120                   |  |
| Mousse polyuréthane                    | 0,023            |                                        |                  |                                        |                  | 120                   |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  |                       |  |
| Pourcentage de surface de la section 1 | 100%             | Pourcentage de surface de la section 2 |                  | Pourcentage de surface de la section 3 |                  | Total                 |  |
|                                        |                  |                                        |                  |                                        |                  | 43,1 cm               |  |
| Majoration de la valeur U              |                  |                                        |                  | Valeur U :                             |                  | 0,076 W/(m²K)         |  |



## 10. Construction du toit

Notre construction a dû faire face aux contraintes techniques et architecturales : elle s'est donc dotée de 2 typologies de toiture distinctes :

- Une toiture principale, inclinée et en zinc, composée d'une structure en panneaux CLT, isolée par l'extérieur via deux couches de 12 cm de polyuréthane et agrémentée d'un complément isolant intérieur en laine minérale de 10 cm.

|                        |                 |                                  |      |
|------------------------|-----------------|----------------------------------|------|
| N° de la paroi         |                 | Isolation intérieure?            |      |
| <b>07ud</b>            | <b>Rampants</b> |                                  |      |
| Orientation des parois |                 | Résistance superficielle [m²K/W] |      |
| 1-toit                 |                 | intérieure $R_{si}$              | 0,10 |
| Adjacent à             | 1-air extérieur | extérieure $R_{se}$              | 0,04 |

| Section 3           | $\lambda$ [w/mK] | Section 2 (optionnelle) | $\lambda$ [w/mK] | Section 3 (optionnelle) | $\lambda$ [w/mK] | Epaisseur [mm] |
|---------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|------------------|----------------|
| ba13                | 0,250            |                         |                  |                         |                  | 26             |
| laine de verre      | 0,032            |                         |                  |                         |                  | 100            |
| panneau bois CLT    | 0,130            |                         |                  |                         |                  | 140            |
| mousse polyuréthane | 0,023            |                         |                  |                         |                  | 120            |
| mousse polyuréthane | 0,023            |                         |                  |                         |                  | 120            |
| étanchéité          |                  |                         |                  |                         |                  |                |
|                     |                  |                         |                  |                         |                  |                |
|                     |                  |                         |                  |                         |                  |                |

|                                                |                                                                                                                   |                                                                                                                   |                                                                                                       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pourcentage de surface de la section 1<br>100% | Pourcentage de surface de la section 2<br><div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> | Pourcentage de surface de la section 3<br><div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> | Total<br><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;">50,6</div> cm |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|

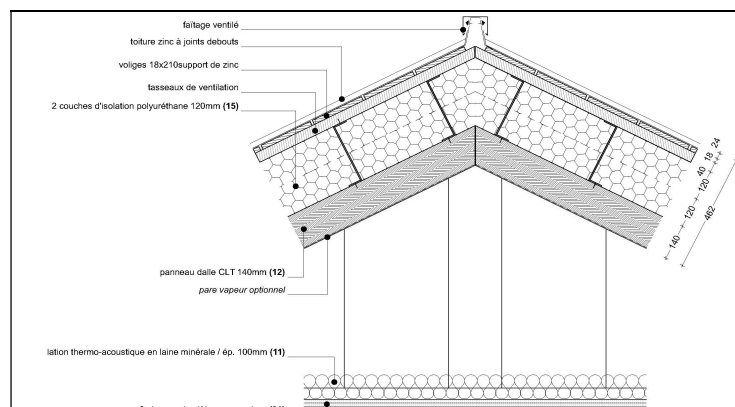
  

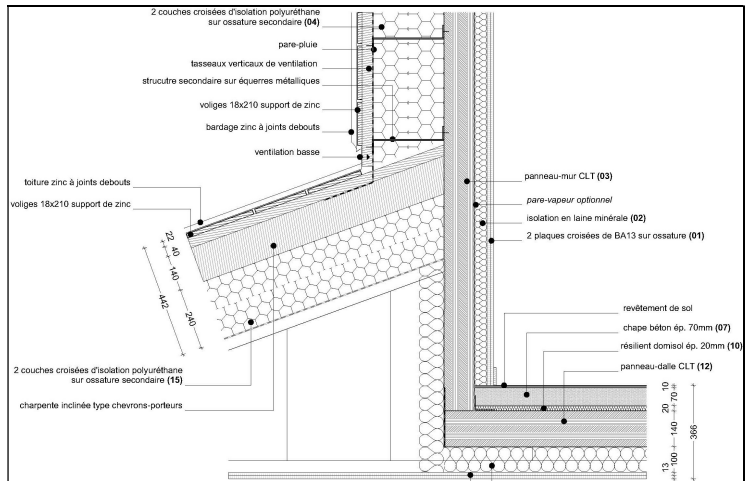
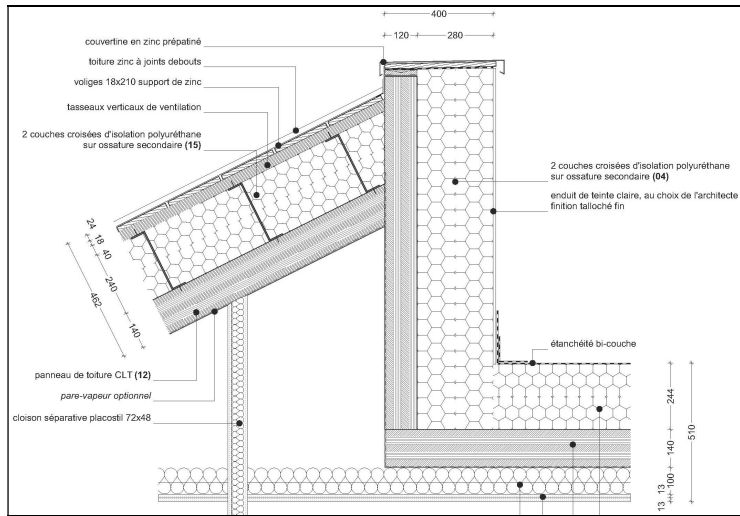
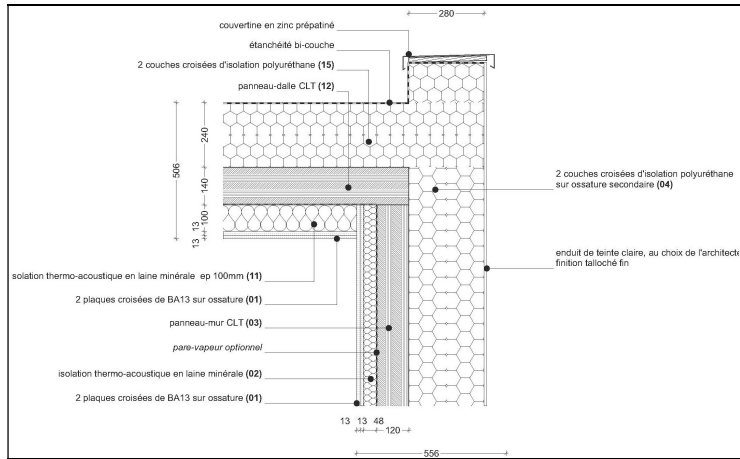
|                           |                                                                         |            |                                                                                                                         |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Majoration de la valeur U | <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> | $W$ [(mK)] | <b>Valeur U :</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0ffe0;">0,067</div> $W$ [(mK)] |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- Une toiture terrasse inaccessible de composition identique, dédiée aux matériels techniques de production d'eau chaude sanitaire (unité extérieure) et de ventilation double flux (centrale de traitement d'air).

|                                        |                  |                                        |          |                                        |          |                            |    |                       |
|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|----------|----------------------------------------|----------|----------------------------|----|-----------------------|
| N° de la paroi                         |                  |                                        |          |                                        |          |                            |    | Isolation intérieure? |
| Oùd                                    | Toiture Terrasse |                                        |          |                                        |          |                            |    |                       |
| Orientation des parois                 |                  | Résistance superficielle [m²K/W]       |          |                                        |          |                            |    |                       |
| Adjacent à                             |                  | interne R <sub>s,i</sub>               |          | interne R <sub>s,e</sub>               |          | interne R <sub>s,tot</sub> |    |                       |
| 1-toit                                 |                  | 0,10                                   |          | 0,10                                   |          | 0,10                       |    |                       |
| 1-air extérieur                        |                  | 0,04                                   |          | 0,04                                   |          | 0,04                       |    |                       |
|                                        |                  |                                        |          |                                        |          |                            |    |                       |
| Section 2                              | λ [W/mK]         | Section 2 (optionnelle)                | λ [W/mK] | Section 3 (optionnelle)                | λ [W/mK] | Epaisseur [mm]             |    |                       |
| 2 Plaque BA 13                         | 0,250            |                                        |          |                                        |          | 26                         |    |                       |
| laine de verre                         | 0,032            |                                        |          |                                        |          | 100                        |    |                       |
| panneau bois CLT                       | 0,130            |                                        |          |                                        |          | 140                        |    |                       |
| mousse polyuréthane                    | 0,023            |                                        |          |                                        |          | 120                        |    |                       |
| mousse polyuréthane                    | 0,023            |                                        |          |                                        |          | 120                        |    |                       |
| étanchéité                             |                  |                                        |          |                                        |          |                            |    |                       |
|                                        |                  |                                        |          |                                        |          |                            |    |                       |
|                                        |                  |                                        |          |                                        |          |                            |    |                       |
| Pourcentage de surface de la section 1 | 100%             | Pourcentage de surface de la section 2 |          | Pourcentage de surface de la section 3 |          | Total                      | cm |                       |
|                                        |                  |                                        |          |                                        |          | 50,6                       |    |                       |
| Majoration de la valeur U              |                  | W/(m²K)                                |          | Valeur U :                             | 0,067    | W/(m²K)                    |    |                       |

Les traitements de jonction des toitures (faîtage, acrotère, nœud...) ont fait l'objet d'attentions toutes particulières afin d'annihiler toute faiblesse thermique :





## 11. Fenêtres et installation de la fenêtre

Les châssis ouvrants et fixes retenus pour les ouvertures des zones « habitation » et « communs » proviennent du fabricant SCHÜCO, modèles AWS BS 90 Si+ et AWS 60 FR 30. Ceux des fenêtres de toit de chez VELUX, modèles VFE et GGL.

| Description                             | Valeur $U_f$ |         |         |         | Largeur du châssis |       |       |       | Pont thermique du bord du vitrage   |                                    |                                  |                                   | Pont thermique raccord avec la paroi      |                                          |                                        |                                         |
|-----------------------------------------|--------------|---------|---------|---------|--------------------|-------|-------|-------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                         | gauche       | droit   | bas     | haut    | gauche             | droit | bas   | haut  | $\Psi_{\text{intercalaire gauche}}$ | $\Psi_{\text{intercalaire droit}}$ | $\Psi_{\text{intercalaire bas}}$ | $\Psi_{\text{intercalaire haut}}$ | $\Psi_{\text{raccord avec paroi gauche}}$ | $\Psi_{\text{raccord avec paroi droit}}$ | $\Psi_{\text{raccord avec paroi bas}}$ | $\Psi_{\text{raccord avec paroi haut}}$ |
|                                         | W/(m²K)      | W/(m²K) | W/(m²K) | W/(m²K) | m                  | m     | m     | m     | W/(mK)                              | W/(mK)                             | W/(mK)                           | W/(mK)                            | W/(mK)                                    | W/(mK)                                   | W/(mK)                                 | W/(mK)                                  |
| Ouvrant (SCHÜCO AWS BS 90 Si+)          | 1,20         | 1,20    | 1,20    | 1,20    | 0,094              | 0,094 | 0,094 | 0,094 | 0,028                               | 0,028                              | 0,028                            | 0,028                             | 0,040                                     | 0,040                                    | 0,040                                  | 0,040                                   |
| Ouvrant sur fixe (SCHÜCO AWS BS 90 Si+) | 1,20         | 1,20    | 1,20    | 1,20    | 0,066              | 0,094 | 0,094 | 0,094 | 0,028                               | 0,028                              | 0,028                            | 0,028                             | 0,040                                     | 0,040                                    | 0,040                                  | 0,040                                   |
| Fixe (SCHÜCO AWS BS 90 Si+)             | 0,87         | 0,87    | 0,87    | 0,87    | 0,077              | 0,085 | 0,085 | 0,085 | 0,028                               | 0,028                              | 0,028                            | 0,028                             | 0,040                                     | 0,040                                    | 0,040                                  | 0,040                                   |
| Chassis Escalier (SCHÜCO AWS 60 FR 30)  | 2,40         | 2,40    | 2,40    | 2,40    | 0,059              | 0,059 | 0,059 | 0,059 | 0,110                               | 0,110                              | 0,110                            | 0,110                             | 0,040                                     | 0,040                                    | 0,040                                  | 0,040                                   |
| VELUX (VFE et GGL)                      | 1,70         | 1,70    | 1,50    | 1,40    | 0,088              | 0,088 | 0,098 | 0,126 | 0,028                               | 0,028                              | 0,028                            | 0,028                             | 0,040                                     | 0,040                                    | 0,040                                  | 0,040                                   |

Deux types de triple vitrage ont été associés aux châssis : le GUARDIAN ClimaGuard Premium (4/12/4/12/4 Kr 90%) pour l'orientation Nord et l'INTERPANE iplus 3LS und LIST clear float (4/16/4/16/4 Ar 90%) pour les orientations Sud et Ouest. Le point faible thermique de l'opération étant le double vitrage PILKINGTON Pyroclear 30-361 retenu pour les châssis de l'escalier afin de répondre aux questions de sécurité incendie.

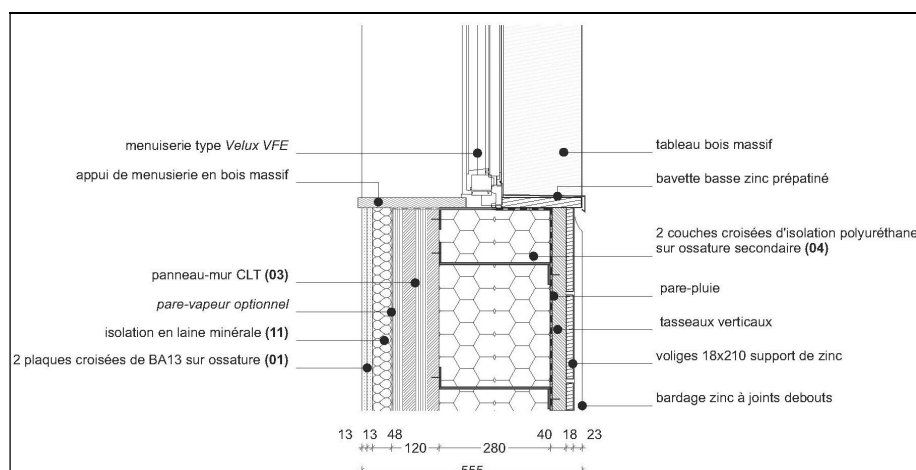
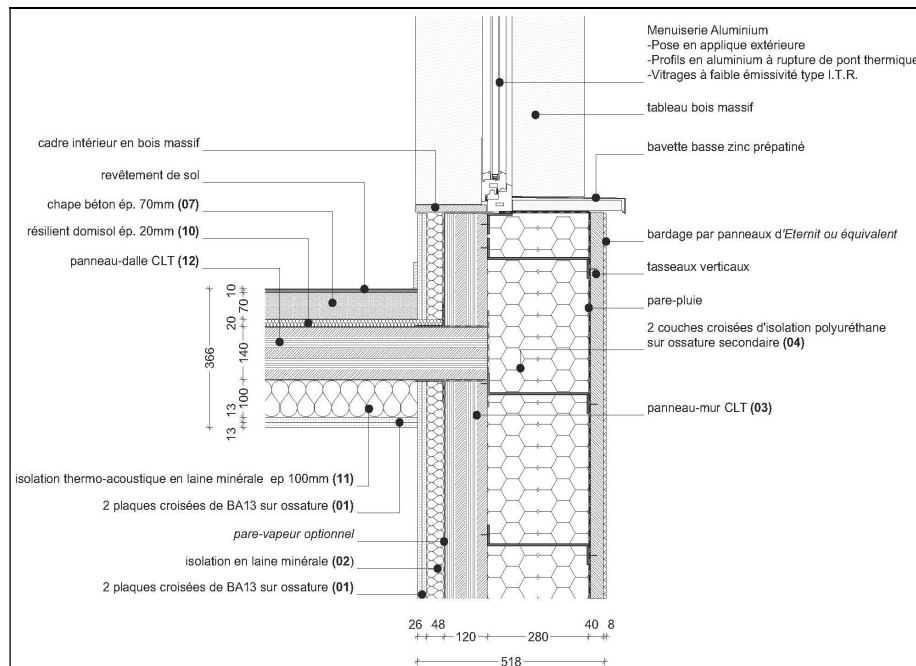
| ID   | Description                                                           | Valeur g | Valeur $U_g$ |
|------|-----------------------------------------------------------------------|----------|--------------|
|      |                                                                       |          | W/(m²K)      |
| 01ud | SUD - Interpane - iplus 3 LS und LST clear float (4/16/4/16/4 Ar 90%) | 0,69     | 0,61         |
| 02ud | NORD - Guardian - ClimaGuard Premium (4/12/4/12/4 Kr 90%)             | 0,53     | 0,49         |
| 03ud | ESCALIER - Pilkington Pyroclear 30-361                                | 0,55     | 1,10         |

La pose des ouvertures (hors velux) a été réalisée en applique extérieure, en soignant particulièrement la mise en œuvre : l'idée étant de bénéficier des solaires (et de les contrôler avec les persiennes et volets roulants extérieurs) sans dégrader l'étanchéité à l'air de la construction.



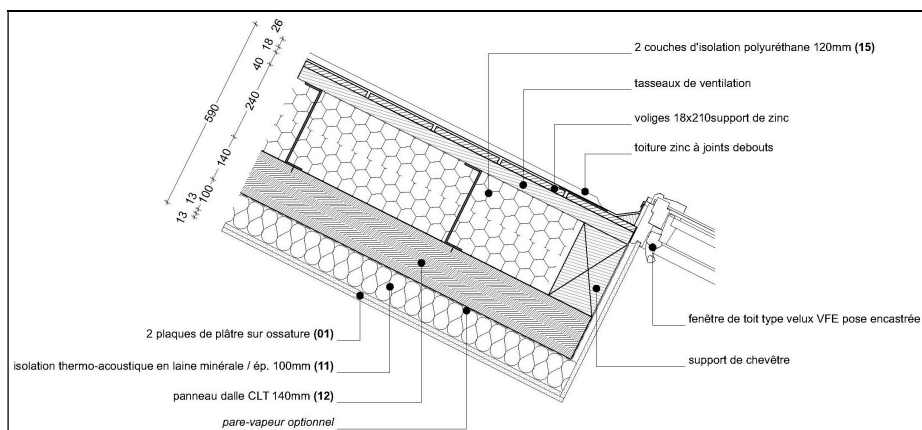
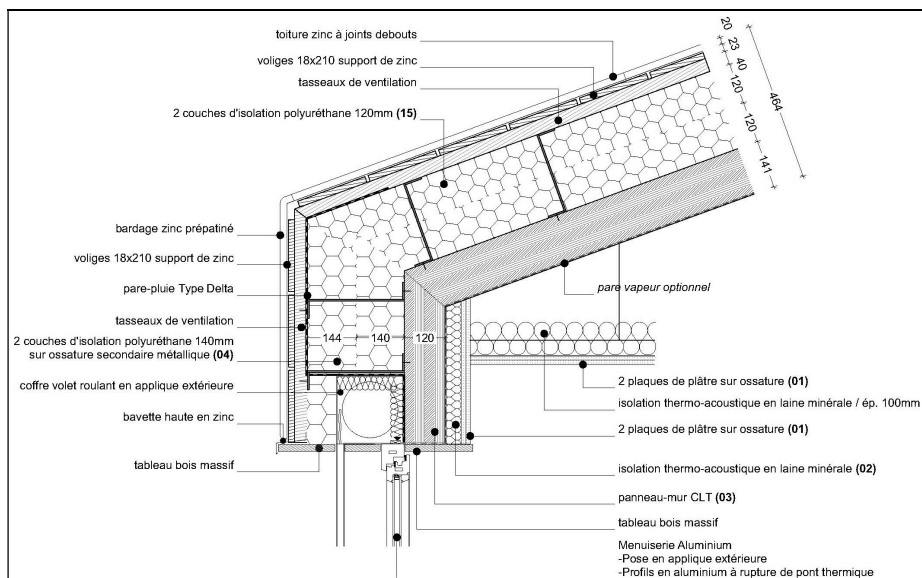


Ci-dessous, les détails techniques d'appuis :





Puis, ceux de linteaux :



## 12. Etanchéité à l'air de l'enveloppe

Comme vu sur les détails techniques dans les précédentes parties, l'enveloppe du bâtiment a fait l'objet d'une attention toute particulière et pointilleuse aussi bien en termes d'isolation thermique que d'étanchéité à l'air.

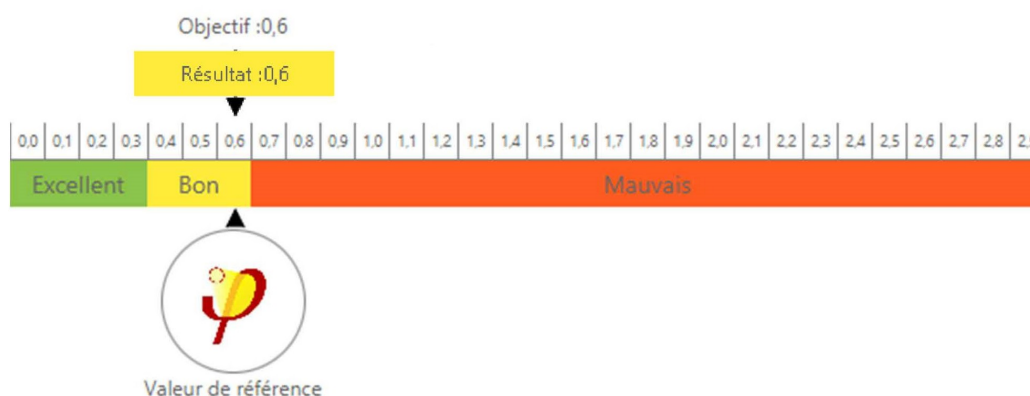
La structure du plancher bas en béton plein associée à celles des élévations et des toitures en panneaux CLT de plus de 3 plis, garantissait, sous réserve d'une parfaite mise-en-œuvre des jonctions, un excellent niveau d'étanchéité à l'air (le pare-vapeur étant optionnel) mais également une parfaite régulation de la qualité de l'air intérieur. Concernant les jonctions entre panneaux, des bandes spécifiques de ruban adhésif EURASOL de chez WÜRTH ont été ajoutées afin de garantir une liaison continue et sans fuites. La liaison pied béton/panneau CLT a également été traitée.



Le test de perméabilité à l'air a été réalisé, en avril 2017, par la société d'infiltrométrie AIRTCNTROLE située à NANTERRE. Avant mesure, un diagnostic qualitatif de l'enveloppe a été effectué et a permis de déceler, puis de corriger, les dernières infiltrations. Elles se situaient notamment au niveau des menuiseries (jonction des cadres ouvrant/dormant) et des appareillages électriques (traversée de fourreaux).

Les résultats obtenus selon les différents contextes réglementaires propres sont présentés ci-dessous :

| Résultat de la perméabilité à l'air du bâtiment                                  |                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b><math>n_{50} = 0,60 \text{ h}^{-1}</math></b>                                 |                                           |
| Intervalle : $\pm 1,03 \%$ [0,59, 0,61]                                          |                                           |
| <b><math>Q_{4\text{Pa-surf}} = 0,24 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)</math></b> |                                           |
| Pressurisation                                                                   | Dépressurisation                          |
| Exposant du débit d'air                                                          |                                           |
| $n = 0,64$                                                                       | $n = 0,72$                                |
| Intervalle : $\pm 3,97 \%$ [0,62, 0,67]                                          | Intervalle : $\pm 1,36 \%$ [0,71, 0,73]   |
| Coefficient de fuite d'air en $\text{m}^3/(\text{h}.\text{Pa}^n)$                |                                           |
| $C_L = 40,63$                                                                    | $C_L = 33,73$                             |
| Intervalle : $\pm 8,18 \%$ [37,45, 44,09]                                        | Intervalle : $\pm 0,98 \%$ [33,40, 34,06] |
| Coefficient de débit d'air en $\text{m}^3/(\text{h}.\text{Pa}^n)$                |                                           |
| $C_{env} = 41,72$                                                                | $C_{env} = 34,33$                         |
| Intervalle : $\pm 8,18 \%$ [38,45, 45,27]                                        | Intervalle : $\pm 0,98 \%$ [33,99, 34,67] |
| Surface équivalente de fuite                                                     |                                           |
| $AL = 107,03 \text{ cm}^2$                                                       | $AL = 99,04 \text{ cm}^2$                 |
| Pour $C_d = 1$                                                                   | Pour $C_d = 1$                            |



La valeur de  $n_{50}$  obtenue en fin de travaux diffère du niveau fixé à  $0,40 \text{ h}^{-1}$  dans le calcul PHPP phase « Conception ». Il s'agit du seuil d'étanchéité à l'air retenu dans le calcul PHPP en phase « Exécution » : ce résultat attestant de la qualité de la construction et contribuant à la certification et labellisation de l'ouvrage par l'organisme « La Maison Passive ».

### 13. Conception du système de ventilation

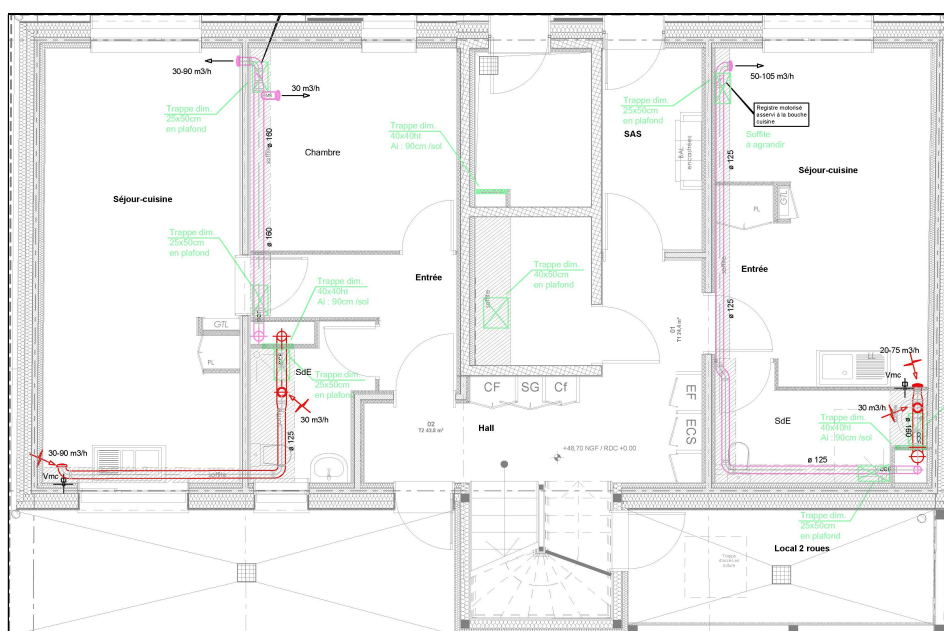
La conception d'un bâtiment passif repose, avant tout, sur enveloppe très bien isolée et étanche à l'air mais également sur des systèmes énergétiques performants. La ventilation mécanique double flux à récupération d'énergie est un le centre névralgique de ce type de construction puisqu'elle assure le renouvellement d'air et donc la maîtrise de la qualité d'air et de l'hygrométrie intérieure.

Dans le cadre de notre opération, nous avons opté pour une centrale de traitement d'air collective et de rendement performant. Cette dernière est isolée et située à l'extérieur du bâtiment, en toiture terrasse inaccessible. Les bouches d'extraction autoréglables se situent dans les pièces à pollution spécifique (cuisine, salle d'eau, WC...), les bouches de soufflage autoréglables étant principalement dans les pièces de vie et de nuit (séjour, chambre). Pour le dimensionnement, le débit a été fixé à 30 m<sup>3</sup>/h/personne.



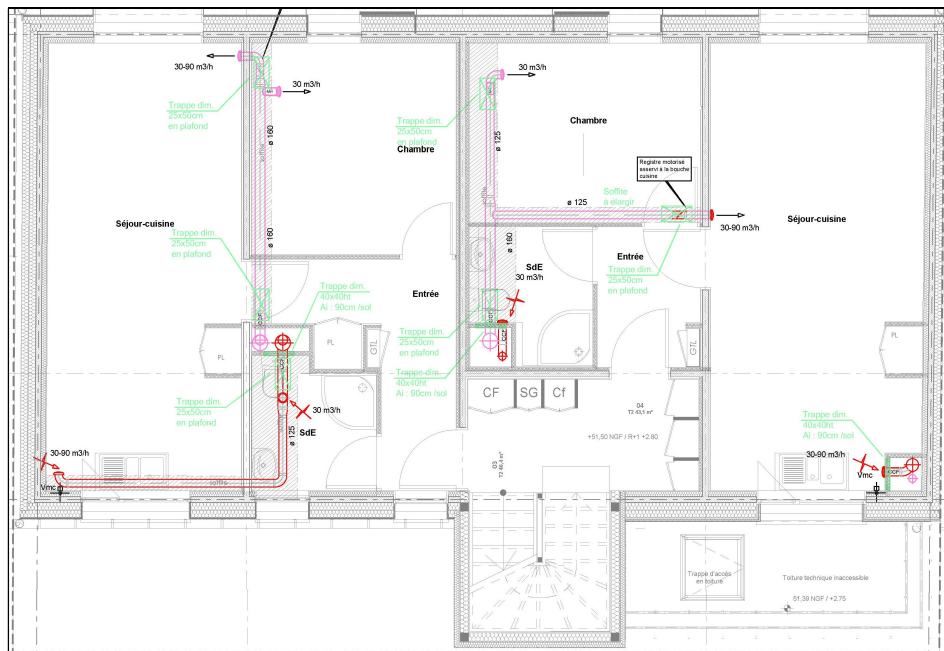
Les réseaux de gaines, principalement en tôle d'acier galvanisé spiralé, ont été soignés acoustiquement et thermiquement (calorifuges) pour un fonctionnement optimal : l'étanchéité au niveau des raccordements, coudes et autres organes a été réalisée via des rubans thermo-rétractables, de sorte à garantir une classe d'étanchéité à minima en A : un protocole de mesure des réseaux aérauliques a été réalisé par la société UBAT PARIS située à NOGENT-SUR-MARNE. Les résultats ainsi que les plans de réseaux de chaque niveau sont présentés par la suite.

- Rez-de-chaussée :

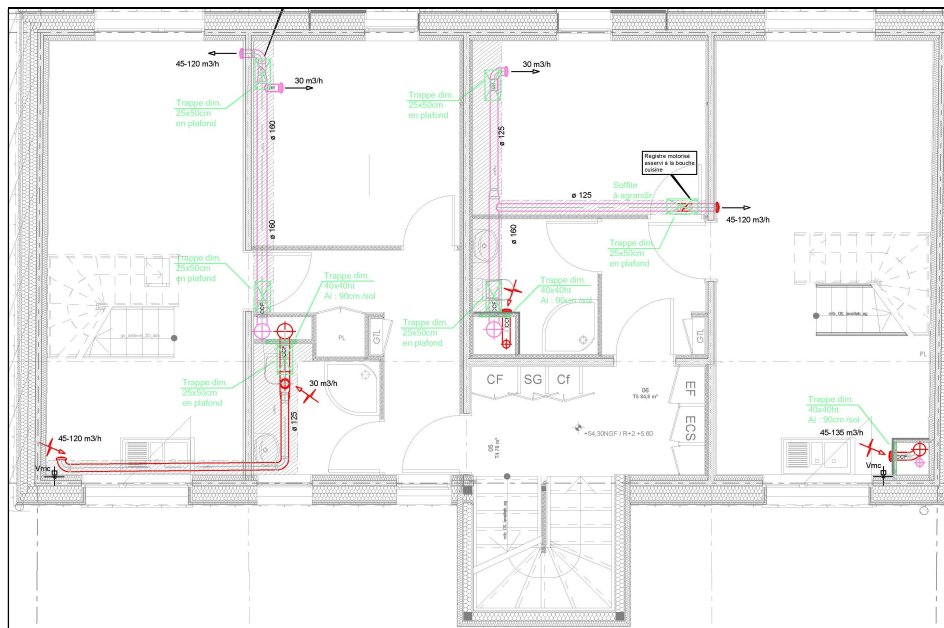




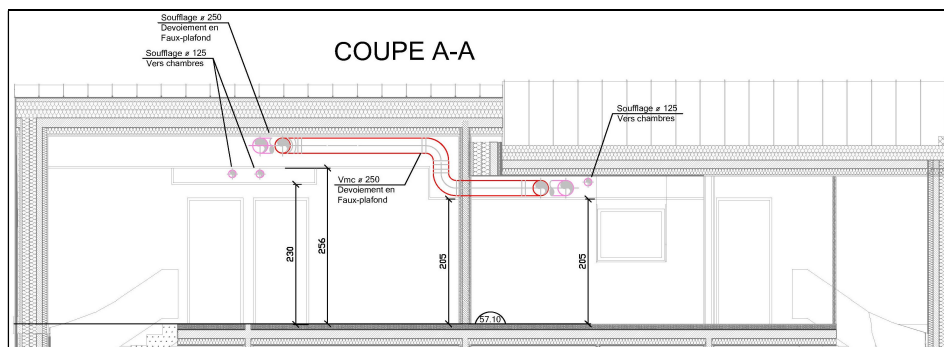
- R+1 :



- R+2 :



- R+3 :





- La justification des classes d'étanchéité obtenues sur les réseaux « Soufflage » (en classe A) et « Reprise » (en classe B, plus étanche que la classe A) :

Rappel de la limite des classes d'étanchéité à l'air :

| Classe d'étanchéité à l'air | Limite d'étanchéité à l'air<br>$f_{\max} 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ramené à 1 Pa | Limite d'étanchéité à l'air<br>$f_{\max} 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ramené à 1 Pa |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A                           | $0,027 * P_{\text{essai}}^{0,65}$                                                                                   | 0,7331                                                                                                              |
| B                           | $0,009 * P_{\text{essai}}^{0,65}$                                                                                   | 0,2444                                                                                                              |
| C                           | $0,003 * P_{\text{essai}}^{0,65}$                                                                                   | 0,0815                                                                                                              |
| D                           | $0,001 * P_{\text{essai}}^{0,65}$                                                                                   | 0,0272                                                                                                              |

Résultat global pour le réseau de soufflage :

|                                                                                                                 | Ensembles des conduits mesurés                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Facteur d'étanchéité à l'air global f<br>( $10^{-3} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) | 0,4379                                                                         |
| Classe d'étanchéité visée                                                                                       | CLASSE A                                                                       |
| Finalité de la mesure                                                                                           | Justification d'une classe d'étanchéité prise en compte dans l'étude thermique |
| Classe d'étanchéité obtenue                                                                                     | CLASSE A                                                                       |

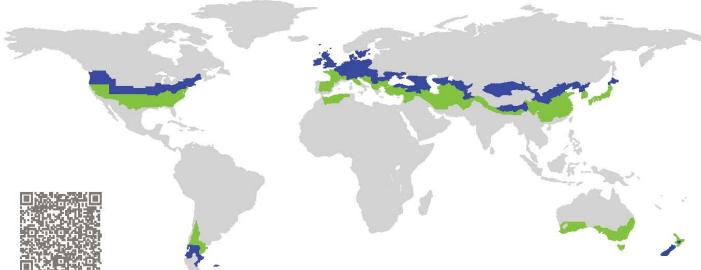
Résultat global pour le réseau de reprise :

|                                                                                                                 | Ensembles des conduits mesurés                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Facteur d'étanchéité à l'air global f<br>( $10^{-3} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) | 0,1854                                                                         |
| Classe d'étanchéité visée                                                                                       | CLASSE A                                                                       |
| Finalité de la mesure                                                                                           | Justification d'une classe d'étanchéité prise en compte dans l'étude thermique |
| Classe d'étanchéité obtenue                                                                                     | CLASSE B                                                                       |

## 14. Unité centrale de ventilation

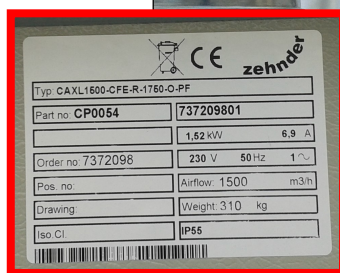
Nous avons abordé, dans le précédent paragraphe, la conception du système et des réseaux de ventilation mécanique. Il convient donc de se focaliser, désormais, sur la centrale de traitement d'air installée sur site. Son fonctionnement permet de récupérer les calories présentes dans l'air extrait des pièces à pollution spécifique et de les échanger et céder à l'air neuf soufflé dans les pièces de vie et de nuit.

Notre choix de centrale s'est porté sur le produit du fabricant ZEHNDER, gamme ComfoAir XL, modèle 1500. Cette dernière bénéficie d'un rendement de 80 % (certifié par le Passive House Institut). Elle est isolée thermiquement, phoniquement, étanche, équipée d'un by-pass permettant la coupure de l'échangeur en période estivale ainsi que de filtres type panneau G4 (air vicié) et type panneau F7 (air neuf) afin de garantir une qualité d'air optimale (sans polluants). Les ventilateurs de soufflage et reprise sont à courant continu, munis d'aube inclinés et de consommations électriques de  $0.41 \text{ Wh/m}^3$ . Ci-dessous le certificat délivré par l'organisme PHI :

| CERTIFICATE                                                                                                                                                                                  |                                                                                                       | Passive House Institute<br>Dr. Wolfgang Feist<br>64283 Darmstadt<br>Germany                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Certified Passive House Component                                                                                                                                                            |                                                                                                       |                                                                                                                                                                          |
| Component-ID 0458vI03 valid until 31st December 2020                                                                                                                                         |                                                                                                       |                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                          |                                                                                                       |                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                           |                                                                                                       |                                                                                                                                                                          |
| Category:                                                                                                                                                                                    | Air handling unit with heat recovery                                                                  |                                                                                                                                                                          |
| Manufacturer:                                                                                                                                                                                | Zehnder Group Zwolle B.V.<br>Netherlands                                                              |                                                                                                                                                                          |
| Product name:                                                                                                                                                                                | ComfoAir XL1500                                                                                       |                                                                                                                                                                          |
| Specification:                                                                                                                                                                               | Airflow rate > $600 \text{ m}^3/\text{h}$                                                             |                                                                                                                                                                          |
| Heat exchanger:                                                                                                                                                                              | Recuperative                                                                                          |                                                                                                                                                                          |
| <b>This certificate was awarded based on the product meeting the following main criteria</b>                                                                                                 |                                                                                                       |                                                                                                                                                                          |
| Heat recovery rate                                                                                                                                                                           | $\eta_{\text{HR}} \geq 75 \%$                                                                         | Airflow range<br>$500\text{--}1000 \text{ m}^3/\text{h}$<br>at an external pressure of<br>$187 \text{ Pa}$ <sup>1)</sup>                                                 |
| Specific electric power                                                                                                                                                                      | $P_{\text{el,spec}} \leq 0.45 \text{ Wh/m}^3$                                                         | Requirements<br>residential buildings                                                                                                                                    |
| Leakage                                                                                                                                                                                      | $< 3 \%$                                                                                              | Heat recovery rate<br>$\eta_{\text{HR}} = 80 \%$                                                                                                                         |
| Performance number                                                                                                                                                                           | $\geq 10$                                                                                             | Specific electric power<br>$P_{\text{el,spec}} = 0.41 \text{ Wh/m}^3$                                                                                                    |
| Comfort                                                                                                                                                                                      | Supply air temperature $\geq 16.5^\circ\text{C}$ at<br>outdoor air temperature of $-10^\circ\text{C}$ |                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                              |                                                                                                       | Performance number<br>10.2                                                                                                                                               |
| <sup>1)</sup> Available pressure difference with installed filters makes $175 \text{ Pa}$ . Additional components (e.g. heater coil) decrease the available pressure difference accordingly. |                                                                                                       |                                                                                                                                                                          |
| <a href="http://www.passivehouse.com">www.passivehouse.com</a>                                                                                                                               |                                                                                                       | <br>cool, temperate climate<br><b>CERTIFIED COMPONENT</b><br>Passive House Institute |



En complément, quelques photos prises sur site, en milieu et fin de chantier :



## 15. Chauffage/ECS

Du fait d'une isolation de l'enveloppe ultra-performante, le choix du mode de chauffage, après discussion avec la maîtrise d'ouvrage, s'est porté sur de l'effet joule direct (sans entretien annuel) : l'émission de chaleur étant effectuée via des panneaux rayonnants électriques pour les pièces principales (séjours/chambres) et via des sèche-serviettes électriques pour les salles de bains :

- Les panneaux rayonnants, de marque NEOMITIS modèle INTHYS+ ECOSENS, sont certifiés NF Electricité Performance et sont équipés de détecteur de présence ainsi que d'une centrale électronique numérique pouvant assurer, par télécommande à partir d'un dispositif de programmation, les différents modes de fonctionnement (confort, éco, hors-gel et arrêt).

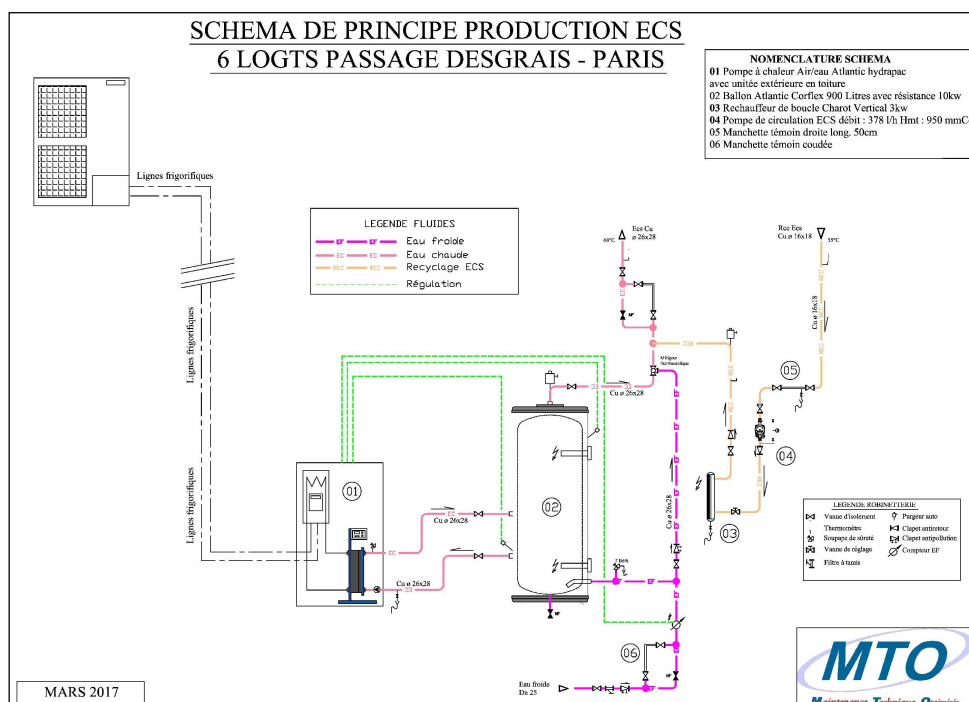


- Les sèche-serviettes, de marque NEOMITIS modèle DANAÏS, sont également certifiés NF Electricité Performance.





La production d'eau chaude sanitaire, de type collective, est assurée par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur air/eau, de marque ATLANTIC modèle HYDRAPAC 11B10, couplée à un ballon de stockage de 900 litres et à un réchauffeur de boucle : le module hydraulique, ainsi que le ballon (coefficient de pertes thermiques  $U_a$  de 2.14 W/K), étant positionnés dans le local technique du rez-de-chaussée (dans le volume chauffé) et les réseaux de distribution étant calorifugés avec une isolation de classe 6. A suivre le schéma de principe ainsi que quelques photos de l'installation (module hydraulique, ballon et réseaux de distribution) :



## 16. Brèves descriptions des résultats PHPP (feuille de vérification)

Ci-dessous les résultats du calcul PHPP obtenus en phase « Conception » (différant légèrement de ceux obtenus en phase « Exécution »).

|                                                       |  |                                                            |  |
|-------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------|--|
| Photo ou dessin                                       |  | Projet: <b>Collectif de 6 logements</b>                    |  |
|                                                       |  | Adresse: <b>Passage Degrais</b>                            |  |
| Code postal / localité: <b>75019 PARIS</b>            |  | Région: <b>France</b> <b>FR-France</b>                     |  |
| Type de bâtiment: <b>Immeuble collectif</b>           |  | Données climatiques: <b>FR0001a-Paris</b>                  |  |
| Région: <b>3: Climat tempéré frais</b>                |  | Altitude: <b>49 m</b>                                      |  |
| Maître(s) de l'ouvrage: <b>BATIGERE ILE-DE-FRANCE</b> |  | Adresse: <b>89 Rue de Tocqueville - BP 87</b>              |  |
| Code postal / localité: <b>75828 PARIS CEDEX 17</b>   |  | Région: <b>ILE-DE-FRANCE</b>                               |  |
| Entreprise de construction: <b>BATI-RENOV</b>         |  | Adresse: <b>20 Rue Christophe Colomb</b>                   |  |
| Code postal / localité: <b>94310 ORLY</b>             |  | Région: <b>ILE-DE-FRANCE</b>                               |  |
| Bilan énergétique:                                    |  | PHPP                                                       |  |
| Adresse:                                              |  | Adresse:                                                   |  |
| Code postal / localité:                               |  | Code postal / localité:                                    |  |
| Région:                                               |  | Région:                                                    |  |
| Année de construction: <b>2016</b>                    |  | Température intérieure hiver [°C]: <b>20,0</b>             |  |
| Nombre de logements: <b>6</b>                         |  | Apports internes Chauffage [W/m²]: <b>3,0</b>              |  |
| Nombre d'occupants: <b>9,2</b>                        |  | Capacité thermique surfacique [Wh/K par m² SRE]: <b>60</b> |  |
|                                                       |  | Température intérieure été [°C]: <b>25,0</b>               |  |
|                                                       |  | Apports internes Refroidissement [W/m²]: <b>4,0</b>        |  |
|                                                       |  | Refroidissement mécanique:                                 |  |

| Performance énergétique annuelle du bâtiment |                                                |              |   | Critères |    | Critères alternatifs |  | Conforme? <sup>22</sup> |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------|---|----------|----|----------------------|--|-------------------------|
| Chauffer                                     | Surface de référence énergétique: m²           | <b>327,9</b> |   |          |    |                      |  |                         |
|                                              | Besoin de chauffage kWh/(m².a)                 | <b>13</b>    | ≤ | 15       | -  |                      |  | <b>oui</b>              |
|                                              | Puissance de chauffe W/m²                      | <b>9</b>     | ≤ | -        | 10 |                      |  | <b>-</b>                |
| Refroidir                                    | Refroidissement + déshumidification kWh/(m².a) | <b>-</b>     | ≤ | -        | -  |                      |  | <b>-</b>                |
|                                              | Puissance de refroidissement W/m²              | <b>-</b>     | ≤ | -        | -  |                      |  | <b>oui</b>              |
|                                              | Fréquence de surchauffe (> 25°C) %             | <b>4</b>     | ≤ | 10       |    |                      |  | <b>oui</b>              |
| Etanchéité à l'air                           | Fréquence d'humidité excessive (> 12 g/kg) %   | <b>0</b>     | ≤ | 20       |    |                      |  | <b>oui</b>              |
|                                              | Test d'infiltrométrie n <sub>50</sub> 1/h      | <b>0,4</b>   | ≤ | 0,8      |    |                      |  | <b>oui</b>              |
| Energie primaire non-renouvelable (EP)       | Consommation d'EP kWh/(m².a)                   | <b>130</b>   | ≤ | -        |    |                      |  | <b>-</b>                |
|                                              | Consommation d'EP-R kWh/(m².a)                 | <b>60</b>    | ≤ | 60       | 60 |                      |  | <b>oui</b>              |
| Energie primaire renouvelable (EP-R)         | Production d'énergie renouvelable kWh/(m².a)   | <b>0</b>     | ≥ | -        | -  |                      |  |                         |
|                                              | (par rapport à la surface au sol)              |              |   |          |    |                      |  |                         |

<sup>22</sup> champ vide: les données sont manquantes; "-": Aucune exigence

Les calculs réalisés en phase « Conception » permettent de respecter l'ensemble des critères relatifs au standard bâtiment passif niveau « classique » :

- Un besoin de chauffage inférieur à 15 kWh/m².an.
- Une puissance de chauffe inférieure à 10 W/m².
- Un taux de surchauffes en dessous des 10% exigés.
- Un test d'infiltrométrie de l'ordre de 0.40 h<sup>-1</sup>.
- Une consommation d'énergie primaire renouvelable en dessous des 60 kWh/m².an exigés.

Comme évoqué dans le paragraphe relatif à l'étanchéité à l'air, les calculs réalisés en phase « Exécution » et donc ceux utilisés dans le cadre de la certification et labellisation du bâtiment par la Maison Passive, diffèrent des résultats présentés ci-dessus. Ces divergences provenant d'hypothèses de calculs autres comme : une surface de référence énergétique SRE légèrement plus importante, des compositions de parois modifiées, un niveau d'étanchéité à l'air à obtenir revu à la hausse, des variantes de produits sur les systèmes énergétiques...



## **17. Coût du bâtiment**

Le coût du bâtiment est de 3560 € HT/m²SHAB.

## **18. Coût du construction**

Voici la synthèse des coûts du bâtiment lot par lot.

| N°        | Intitulé des lots                                                | € HT / m² Shab | %     | Montant      |
|-----------|------------------------------------------------------------------|----------------|-------|--------------|
| 01        | Installation de chantier - Gros-œuvre                            | 536,67         | 15,08 | 165 293,40   |
| 02        | Structure bois                                                   | 693,62         | 19,49 | 213 635,62   |
| 03        | Bardage fibro-ciment                                             | 174,01         | 4,89  | 53 596,61    |
| 04        | Couverture & Bardage zinc / Façade escalier                      | 278,84         | 7,83  | 85 883,86    |
| 05        | Etanchéité                                                       | 49,68          | 1,40  | 15 301,58    |
| 06        | Menuiseries extérieures                                          | 163,70         | 4,60  | 50 420,18    |
| 07        | Serrurerie Métallerie                                            | 167,26         | 4,70  | 51 516,19    |
| 08        | Cloisons Doublages Faux plafonds                                 | 441,85         | 12,41 | 136 090,00   |
| 09        | Menuiseries intérieures                                          | 192,83         | 5,42  | 59 390,42    |
| 10        | Plomberie Chauffage Ventilation Sanitaires                       | 278,68         | 7,83  | 85 833,00    |
| 11        | Electricité Courants Forts Courants Faibles SSI                  | 218,66         | 6,14  | 67 348,75    |
| 12        | Sols souples P.V.C.                                              | 37,38          | 1,05  | 11 512,65    |
| 13        | Carrelage Faïence Miroiterie                                     | 43,24          | 1,21  | 13 319,17    |
| 14        | Peinture                                                         | 72,09          | 2,03  | 22 203,12    |
| 00        | Pilotage - Synthèse - Prorata en Entreprise Générale de Bâtiment | 210,89         | 5,92  | 64 953,84    |
| Total HT  |                                                                  | 3 559,41       | 100   | 1 096 298,39 |
| TVA       |                                                                  | 711,88         | 20    | 219 259,68   |
| Total TTC |                                                                  | 4 271,29       | 120   | 1 315 558,07 |

## **19. Année de construction**

Le chantier a débuté en 2016 et s'est achevé courant 2017.

## **20. Architecte**

Le bâtiment a été conçu par l'agence d'architecture NOMADE ARCHITECTES, située 9 rue de Domrémy à Paris (75013) et dirigée par M. Raphaël CHIVOT, M. Matthieu LAVIOLLE et M. Vincent LE GARREC, et

## **21. Bureau d'études**

Les études de conception ont été réalisées par M. Pierre PAJOT, ingénieur en Thermique du Bâtiment et responsable du Pôle Thermique au sein de bureau d'études FACEA PAYS DE LA LOIRE (anciennement ALLIANCE ENERGIE ENVIRONNEMENT) situé 3 rue Victor Hugo à la Roche-sur-Yon (85000).