

Certification Concepteur Maison Passive - Passivhaus / Prolongation du certificat

Sur la base d'un projet Maison Passive exemple

Documentation de l'objet Maison Passive



Projet JANIME à Rennes. ID : 5521

Concepteur/Conseiller : Thomas PRIMAULT
 Bureau d'études : Hinoki
 Architecte : Quinze Architecture
 Maître d'ouvrage : SCI JANIME

Construit en 2016 et livré en 2017, le projet JANIME se trouve au 19 bis rue Legraverend à Rennes, à quelques pas du Couvent des Jacobins dans l'hypercentre Rennais. Situé sur une ancienne dent creuse étroite, ce bâtiment tout en hauteur est construit en structure bois sur quatre niveaux. Enveloppé d'une vêtue contemporaine, il prend place dans un patrimoine bâti historique en venant s'accoler à un bloc résidentiel classé en façade Nord.

Le projet JANIME contient un espace de bureau en rez-de-chaussée et 6 logements type studio, T2 et T4 destinés aux étudiants et/ou jeunes actifs aux étages. Sa Surface de Référence Énergétique est de 243m². Le bâtiment est habité depuis septembre 2017 et est certifié Maison Passive depuis décembre 2017.

Plus d'informations sont disponibles sur www.bddmaisonpassive.fr (ID : 5521)

Particularités : Bâtiment en structure bois. Implantation dans un environnement contraignant.

Valeur U mur extérieur	0.14 W/(m ² .K)	Besoin de chal. PHPP	13.5 kWh/(m ² .an)
Valeur U sol	0.13 W/(m ² .K)		
Valeur U toit	0.14 W/(m ² .K)	Besoin EP PHPP	120 kWh/(m ² .an)
Valeur U fenêtre	0.62 W/(m ² .K)		
Récupération de chaleur	84.52 %	Test de pression	n50 = 0.6 vol/h

2. Page de présentation du projet en anglais

**Certification Passive House Designer – PassivHaus / Certificate Extension
Based on a Passive House example project**

PassivHaus Documentation



ID : 5521 Bâtiment JANIME in Rennes (France)

PassivHaus Designer/Consultant, Project leader: Thomas PRIMAULT
Engineering design office: Hinoki
Architect: Quinze Architecture
Builder: SCI JANIME

Started to build in 2016 and delivered in 2017, the JANIME building project is located at 19bis Rue Legraverend in Rennes, a few steps from the *Couvent des Jacobins* – at the very Rennes' core. It takes place in a narrow infill in a patrimonial district.

The building's structure is made of wooden frameworks on four levels, clutched into a contemporary envelop. The project welds onto a listed building at its western façade.

The project's ground floor contains an office space. Upstairs there are student-friendly housings: three individual studios, two apartments and a flat share. Overall, the project has an energetic reference area of 243 m².

The project is inhabited since September 2017 and it was PassivHaus certified in December 2017.

Special features: It is a wooden structure building. Its plot is constraining.

U-value external walls	0.14 W/(m ² .K)	PHPP space heat demand	13.5 kWh/(m ² .an)
U-value floor	0.13 W/(m ² .K)		
U-value roof	0.14 W/(m ² .K)	PHPP Primary energy demand	120 kWh/(m ² .an)
U-value window	0.62 W/(m ² .K)		
Heat Recovery	84.52 %	Pressure test	n50 = 0.6 vol/h

SOMMAIRE

2. Page de présentation du projet en anglais	2
SOMMAIRE	3
3. Photos de façades.....	4
4. Photos d'intérieur.....	5
5. Coupes de la réalisation	6
6. Façades.....	9
7. Plans.....	12
8. Détails de construction de la Dalle de sol.....	16
9. Construction des murs extérieurs	19
10. Construction du toit	27
11. Fenêtres et installation de la fenêtre	27
12. Etanchéité à l'air de l'enveloppe	31
13. Conception du système de ventilation	33
14. Unité centrale de ventilation.....	35
15. Brèves descriptions des résultats PHPP (feuille de vérification).....	36
16. Coût du bâtiment.....	37
17. Coût de construction	37
18. Année de construction.....	37
19. Architecte.....	37
20. Bureau d'études	37

3. Photos de façades



1 : Façade Nord / Angle Nord-Est



2 : Façade Sud

4. Photos d'intérieur

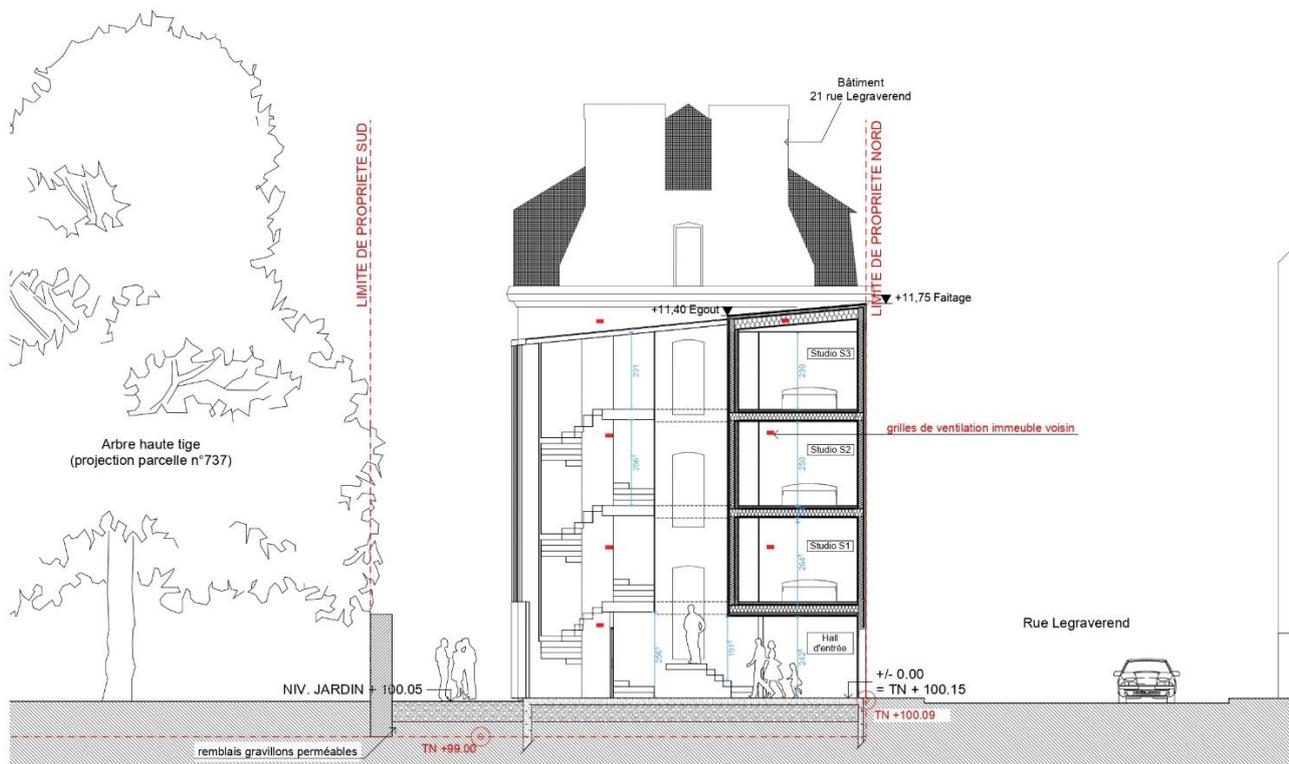


3 : Hall d'entrée (extérieur couvert) du Projet JANime. On y voit la façade Est du bâtiment voisin.

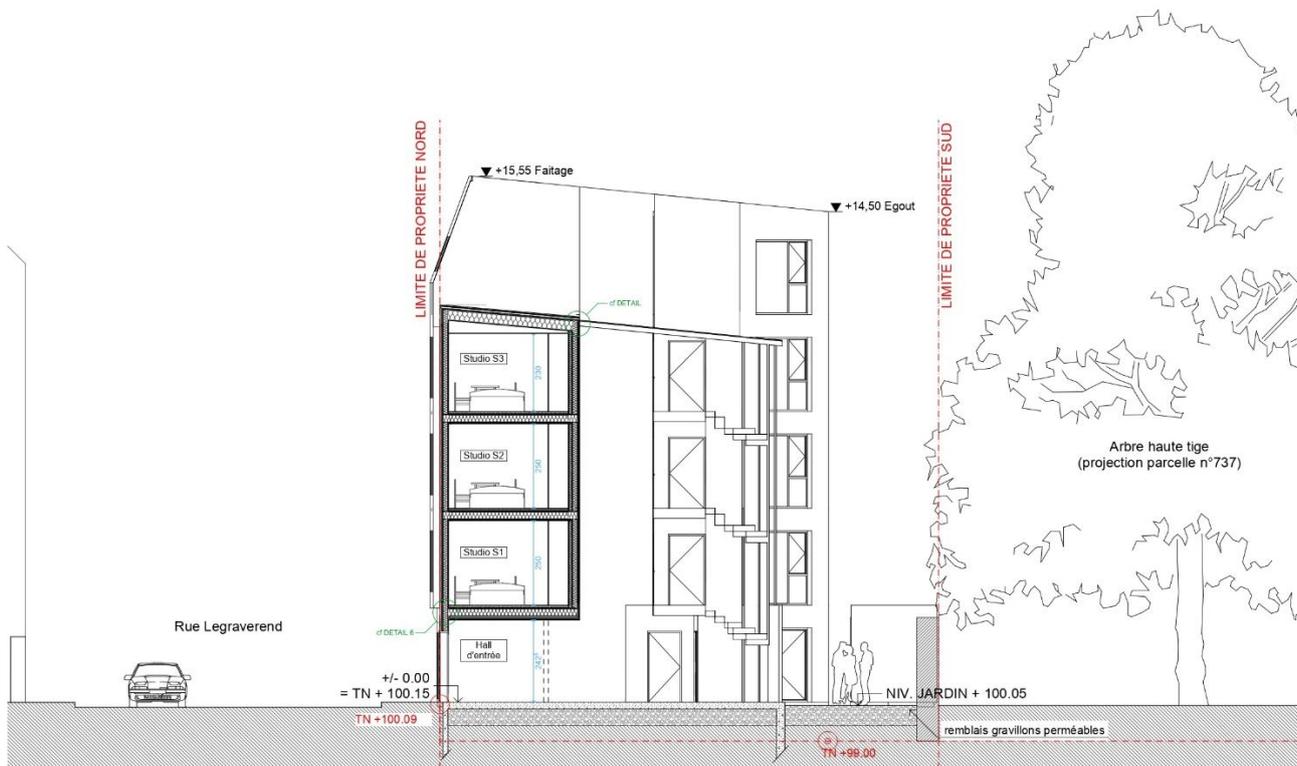


4 : Vue côté Sud d'un appartement T2 au 3e étage.

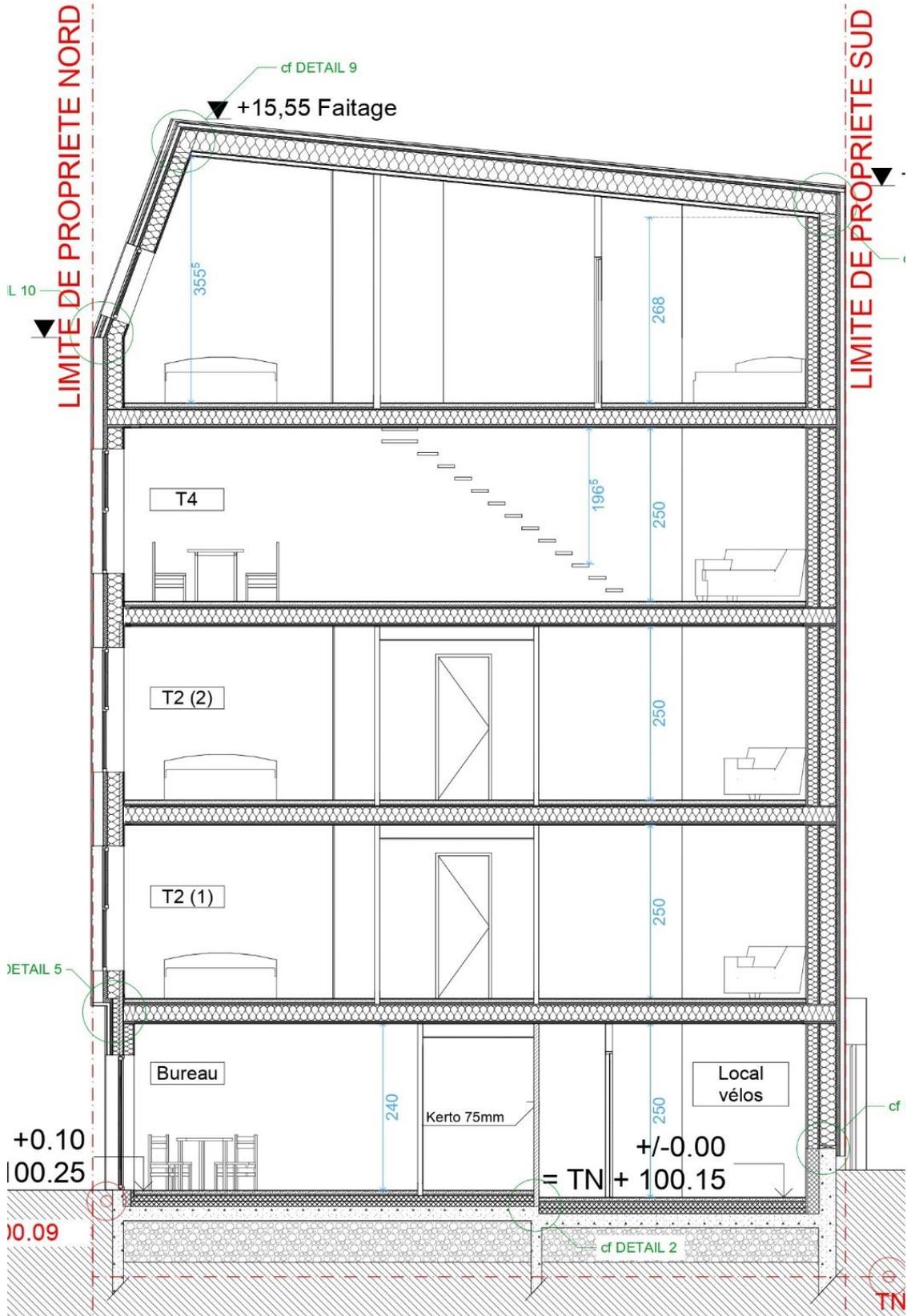
5. Coupes de la réalisation



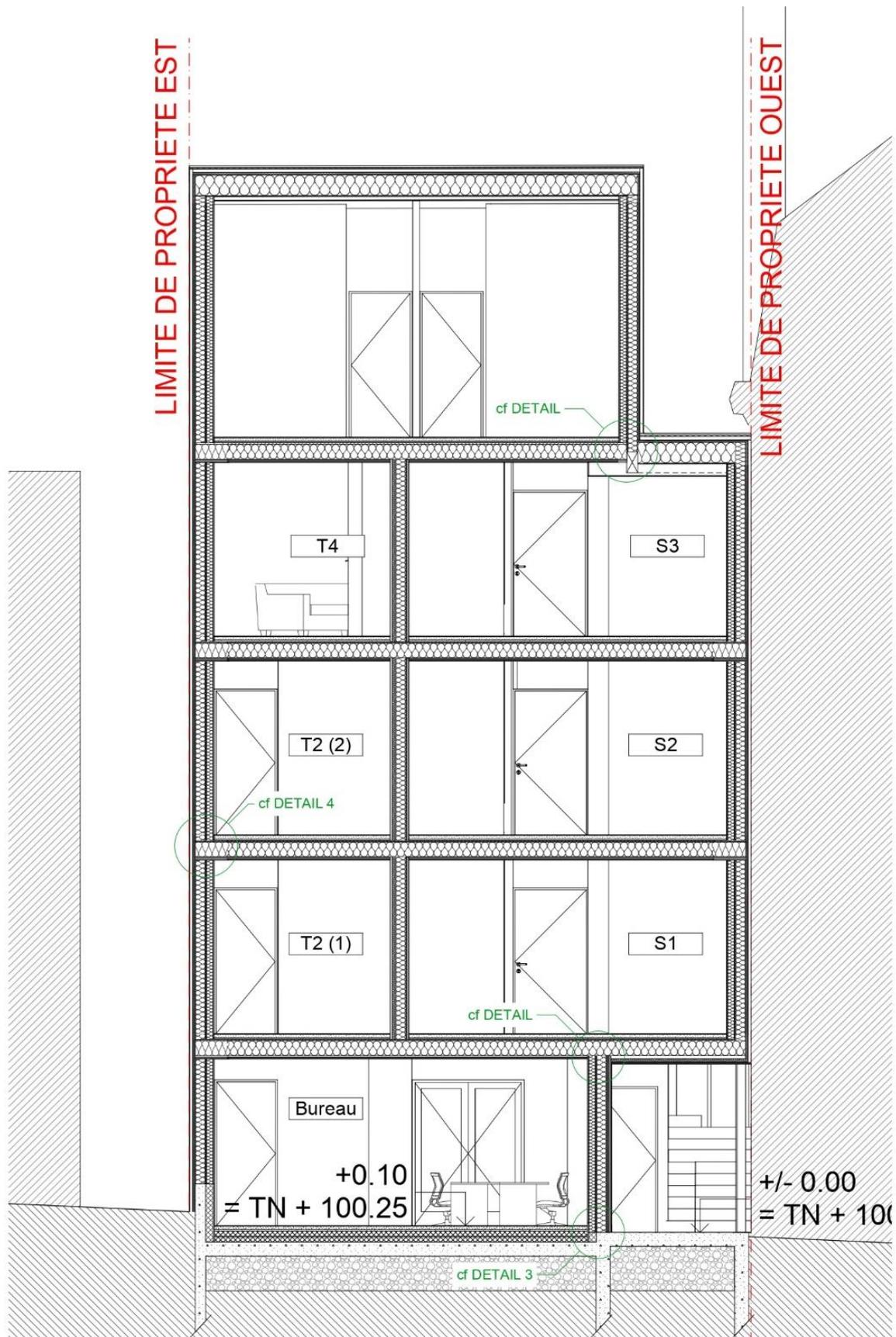
5 : Coupe AA' : d'Est en Ouest : largeur de rue, hall d'entrée, puits de lumière et colonne de circulation



6 : Coupe AA' : d'Ouest en Est : largeur de rue, hall d'entrée, puits de lumière et entrées à chaque palier



7 : Coupe BB' d'Ouest en Est : profondeur du bureau / local vélo et des logements aux étages

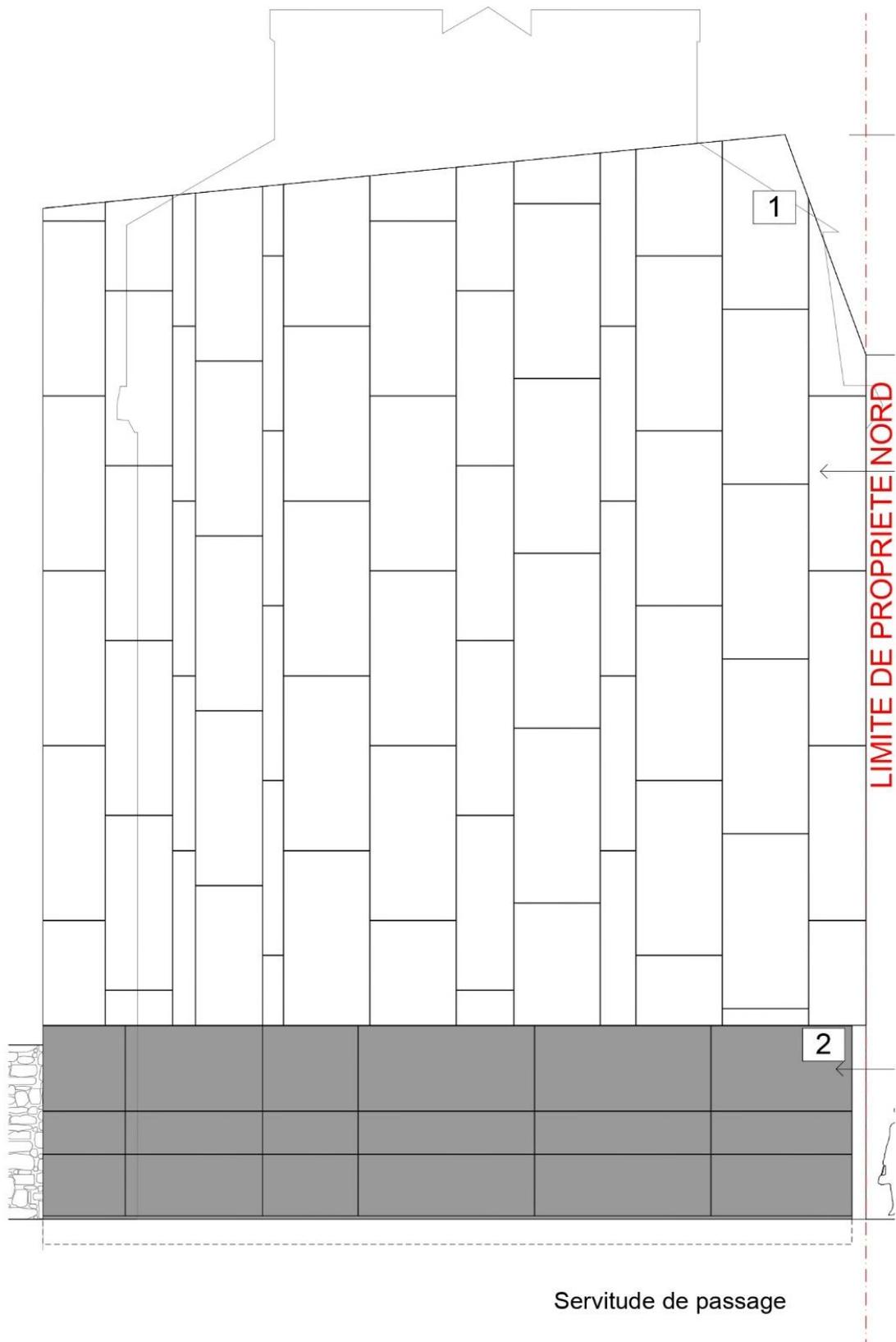


8 : Coupe CC' du Nord au Sud : largeur du bureau et découpe des logements aux étages. On voit que le hall en RDC (en bas à droite) est un espace extérieur couvert. Le studio S1 voit son plancher bas isolé au-dessus du hall.

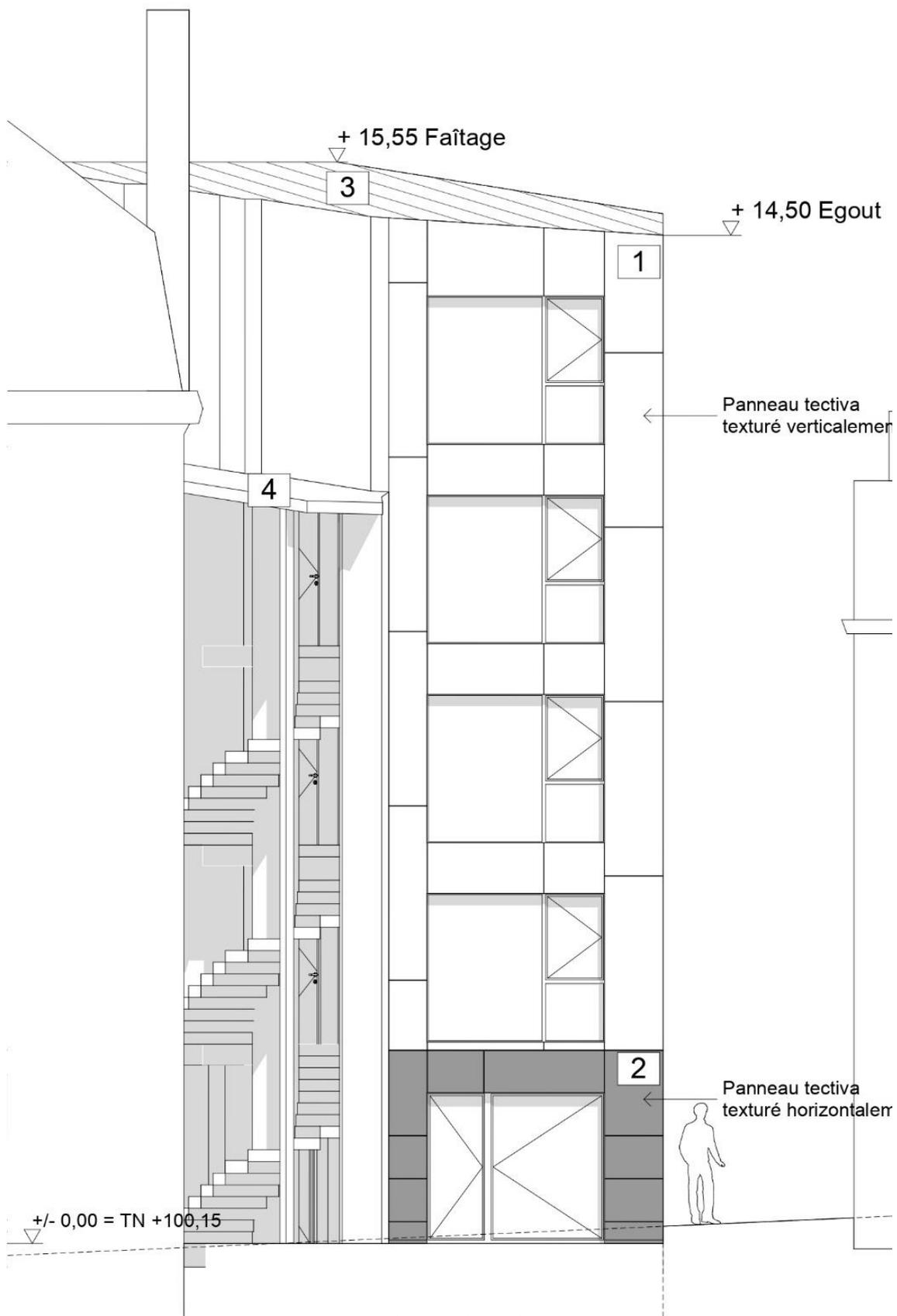
6. Façades



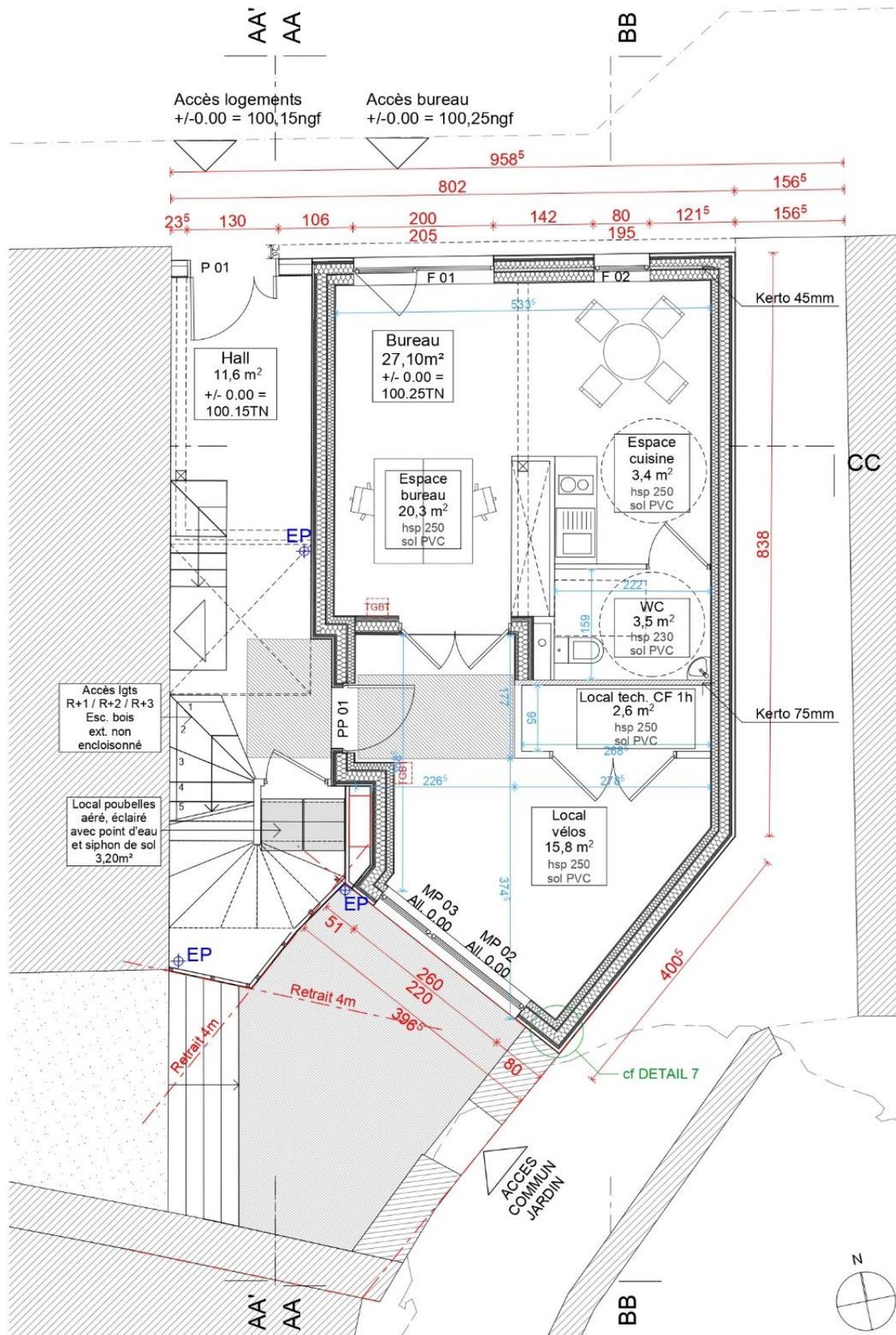
9 : Façade Nord



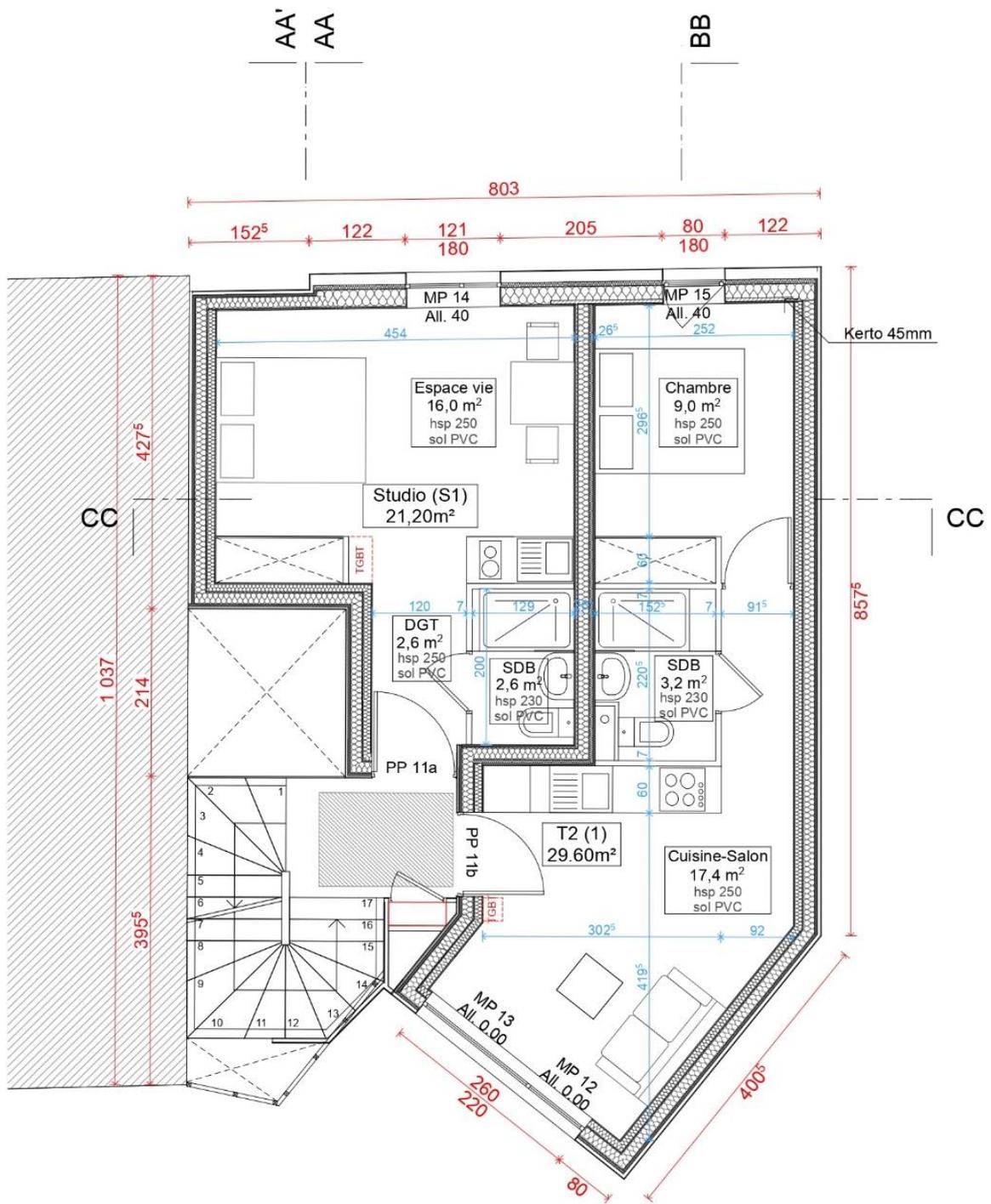
10 : Façade Est



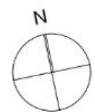
7. Plans

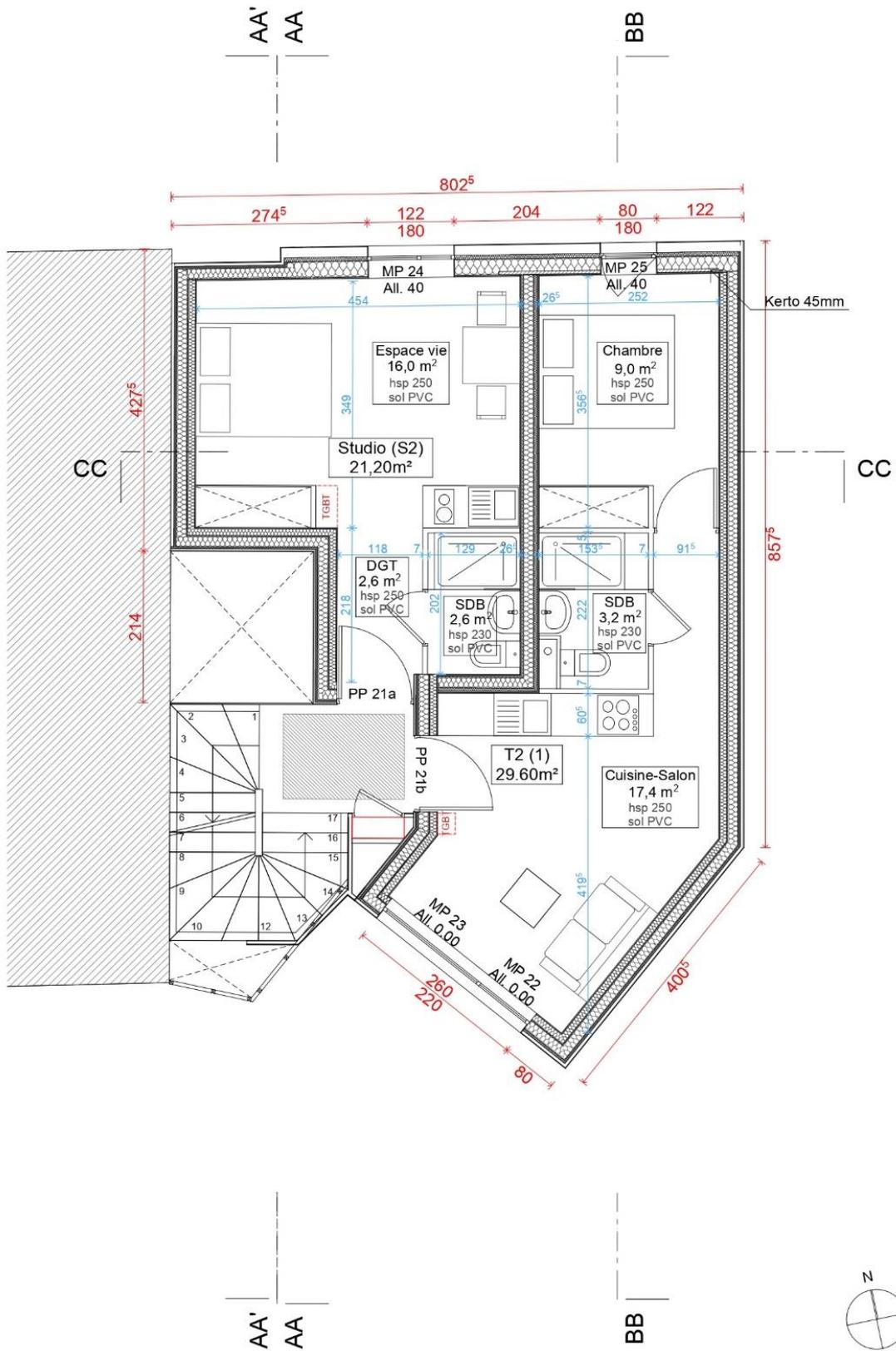


12 : Plan du Rez-de-Chaussée

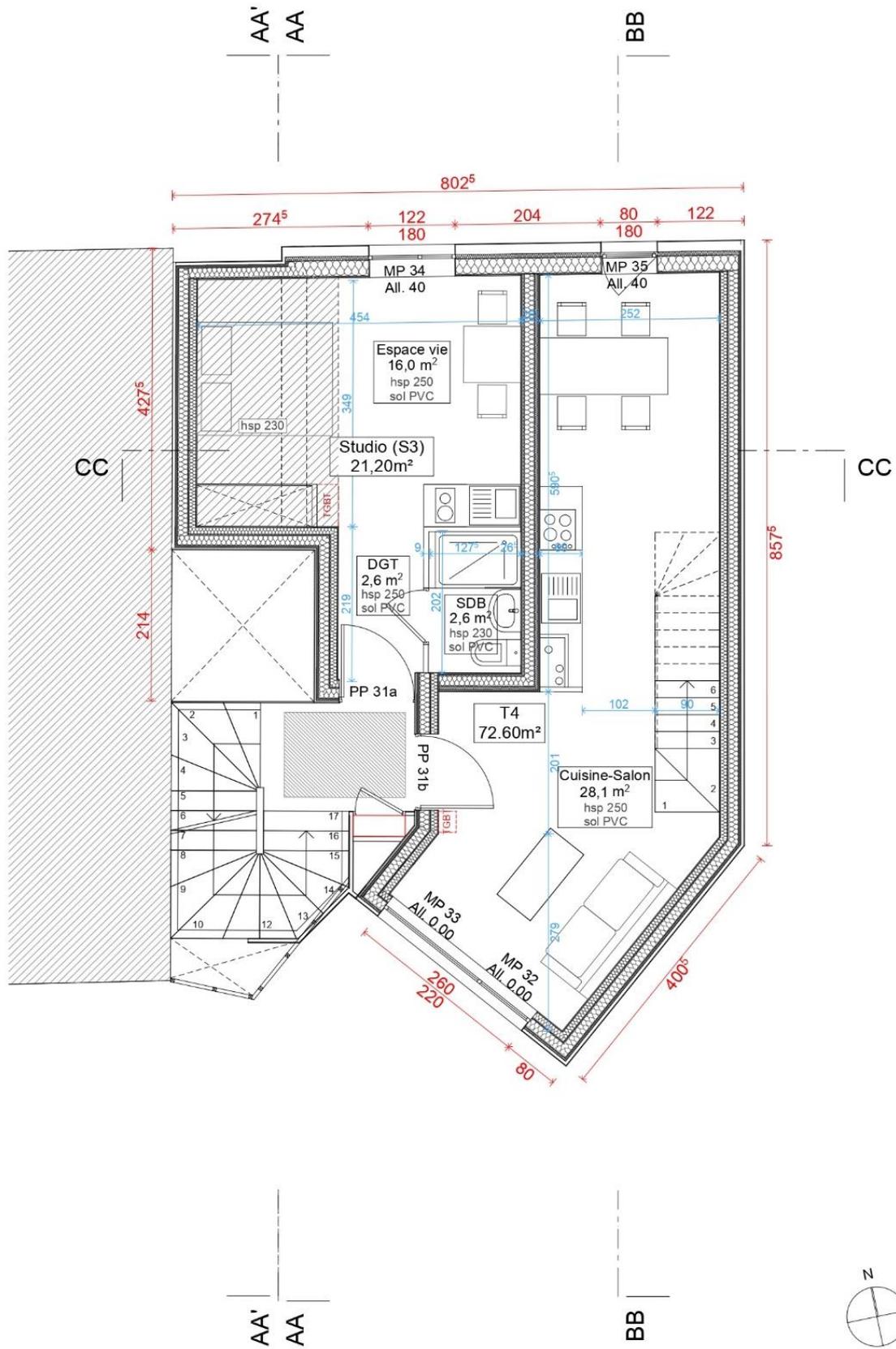


13 : Plan du R+1

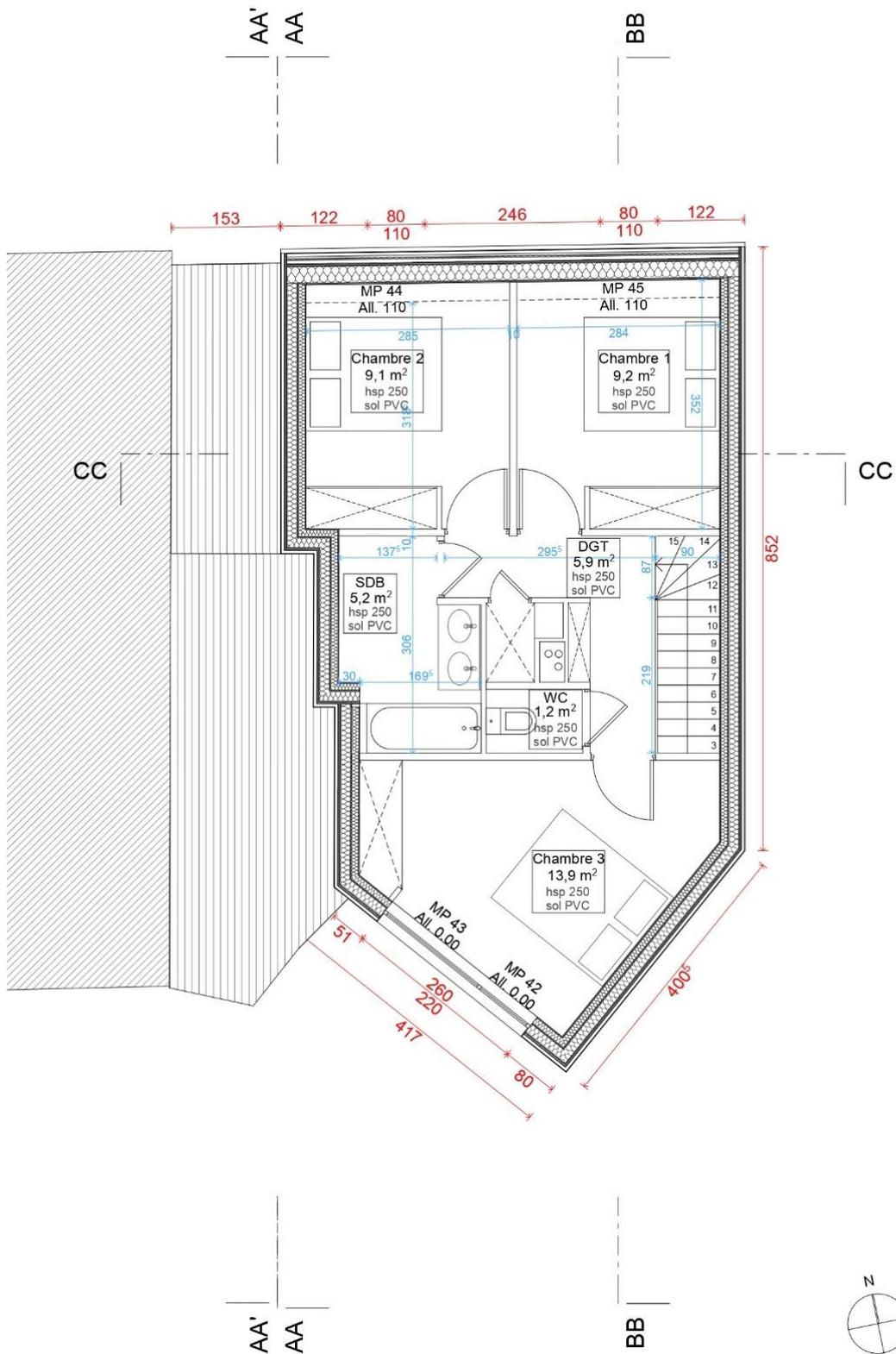




14 : Plan du R+2



15 : Plan du R+3

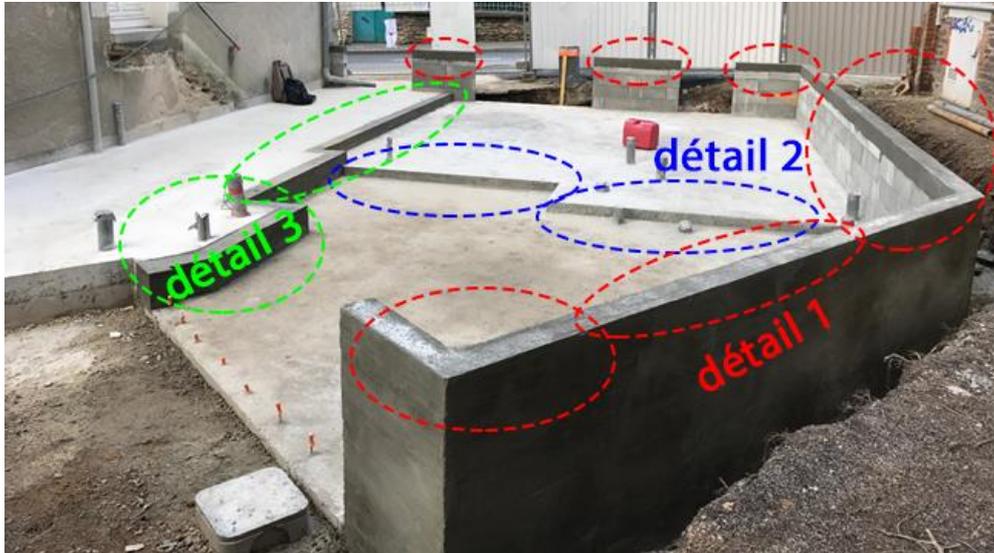


16 : Plan du R+4



7. Détails de construction de la Dalle de sol

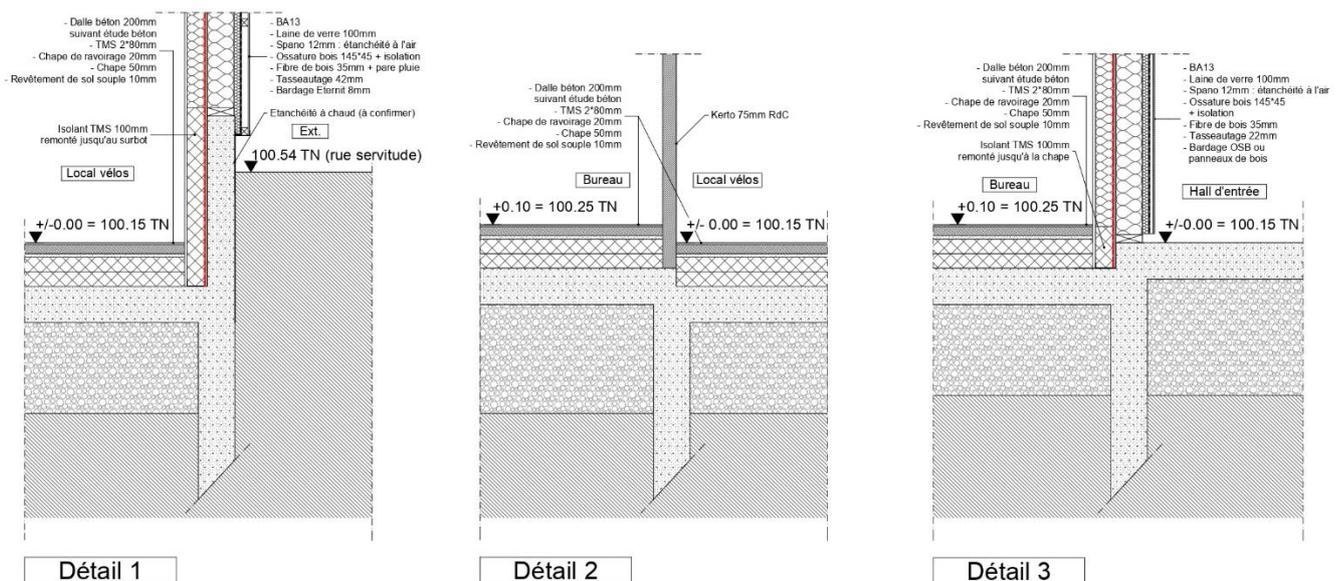
Le projet s'implante sur un terrain pentu, ce qui induit des différences de niveau de l'intérieur à l'extérieur mais aussi d'intérieur en intérieur. Un soin particulier a été mis en œuvre pour traiter les problématiques d'isolation et d'étanchéité là où se trouvent des raccords de dalles d'altitudes différentes.



17 : Phase de chantier : dalles et surbats avant la pose des premières lisses.

Ainsi, on note les points à régler suivants :

- Détail 1 : l'altitude de la rue et/ou de la servitude Est est supérieure à celle de la dalle du bureau et/ou du local vélos. On y règle par la même occasion la continuité d'isolant et la pose des lisses inférieures nécessaires à la pose du MOB.
- Détail 2 : la dalle du local vélos est 10 centimètres en décaissé de la dalle du bureau. C'est également un point de pose de refends entre le local vélos et l'espace de bureau.
- Détail 3 : Entre la dalle du hall d'entrée et la dalle du bureau : base de refends et seuil à gérer.



18 : détails 1, 2 et 3

Ces trois détails de rapport au sol, nous indique un plancher bas structuré par une dalle béton d'épaisseur 200mm coulée directement sur un remblai, isolé par une couche de 160mm type TMS EFFISOL S. La continuité de l'isolant est assuré sur l'ensemble du plancher hormis le linéique du mur de réfid en bois (détail 2) prenant directement appui sur la dalle béton. Par-dessus l'isolation de dalle est déposée une chape puis un revêtement de sol souple.



TMS EFFISOL

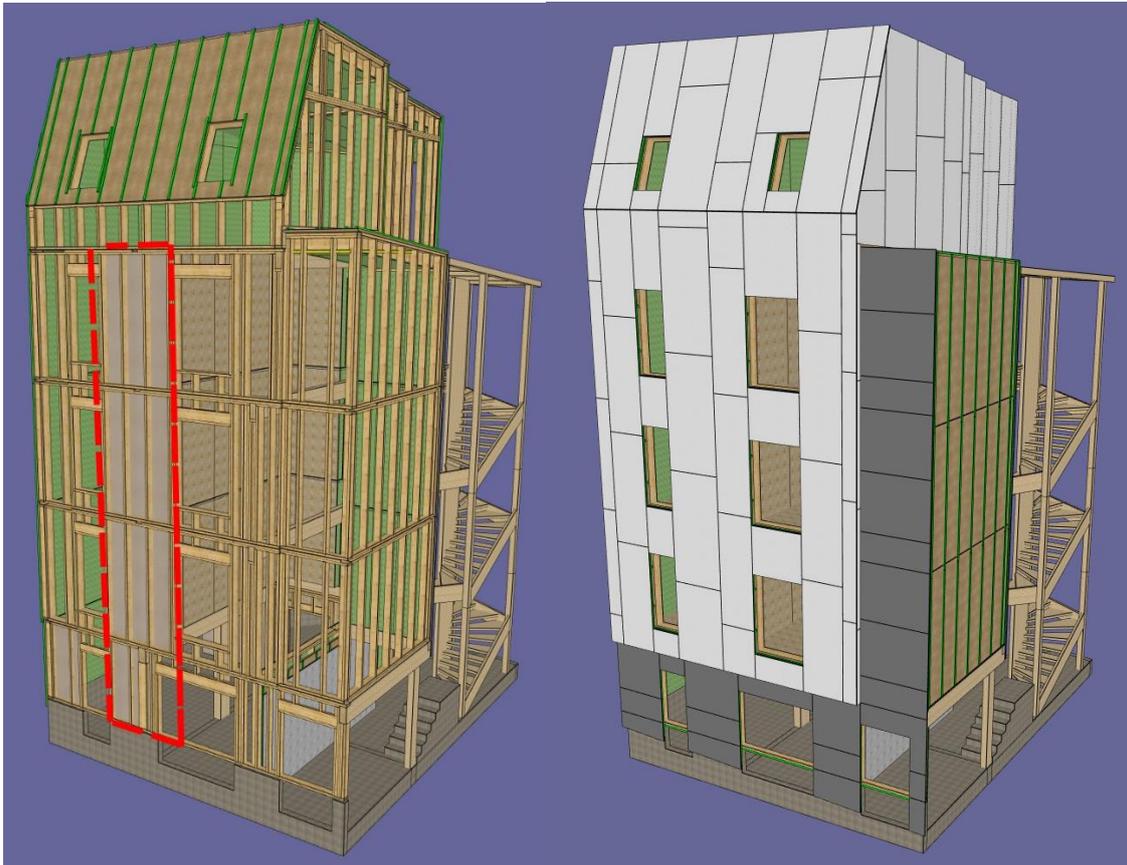
L'isolation mise en jeu dans chacun de ces cas donne le $U_{\text{plancher_bas}}$ suivant (cf. résultats PHPP) :

Nr. de la paroi		02ud				plancher bas		Isolation intérieure?	
Orientation des parois		3-sous-sol		Résistance superficielle [m²K/W]		intérieure R_{si}		0,17	
Adjacent à		2-sol		extérieure R_{se}		0,00			
Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Épaisseur [mm]			
Revetement de sol	2,000					20			
Chape	2,000					50			
TMS EFFISOL S	0,022					160			
Dalle	2,000					200			
Pourcentage de surface de la section 1		Pourcentage de surface de la section 2		Pourcentage de surface de la section 3		Total			
100%						43,0		cm	
Majoration de la valeur U		W/(m²K)		Valeur U :		0,132		W/(m²K)	

8. Construction des murs extérieurs

Les murs extérieurs sont en Montants Ossature Bois (MOB) préfabriqués. Ces murs reposent sur des lisses placées sur les surbats béton du rez-de-chaussée. Les MOB sont des cadres composés de lisses et de montants de hauteur d'étage. Les montants ont une épaisseur $e_{\text{montants}} = 145\text{mm}$ ou 220mm (en façade Nord) et assurent la descente de charge.

Les isométries ci-dessous figurent la trame structurelle générale :



19 : Structure puis enveloppe du projet JANime.

Un grand panneau de contrecollé d'épaisseur $e_{\text{contrecollé}} = 70\text{mm}$ (encadré en rouge) assure le contreventement de la façade Nord, du rez-de-chaussée à la toiture. À cet effet, le panneau est positionné en milieu de largeur de façade. Il aurait sinon fallu insérer des tirants diagonaux de contreventement sur l'ensemble de la paroi qui auraient été contraignants pour les éléments alors croisés : cela aurait demandé une découpe en travers de l'isolant et donc augmenté le nombre de ponts thermiques.

L'isolation est mise en œuvre dans l'épaisseur des montants. Il s'agit de laine de bois qui est insérée sur toute l'épaisseur et hauteur disponible ($e_{\text{laine_de_bois}} = 145\text{ ou }220\text{mm}$).

En intérieur, le complexe d'isolation est complété par une laine minérale posée par-dessus un panneau de contreventement type SPANO permettant de gérer la migration de vapeur, doublé d'une plaque de plâtre de 13mm d'épaisseur.

En face l'extérieur du MOB, une fibre de bois de 35mm d'épaisseur referme la paroi en assurant une continuité parfaite. Elle fait office de pare-pluie. Une lame d'air ventilée sépare cette fibre de bois de la vêtue.

Nota : Un pare-pluie préventif a été mis en œuvre lors de la phase de préfabrication afin de protéger les parois des intempéries).



20 : Dépose des MOB niveau après niveau pendant le chantier. La fibre de bois n'est pas encore mise en œuvre.

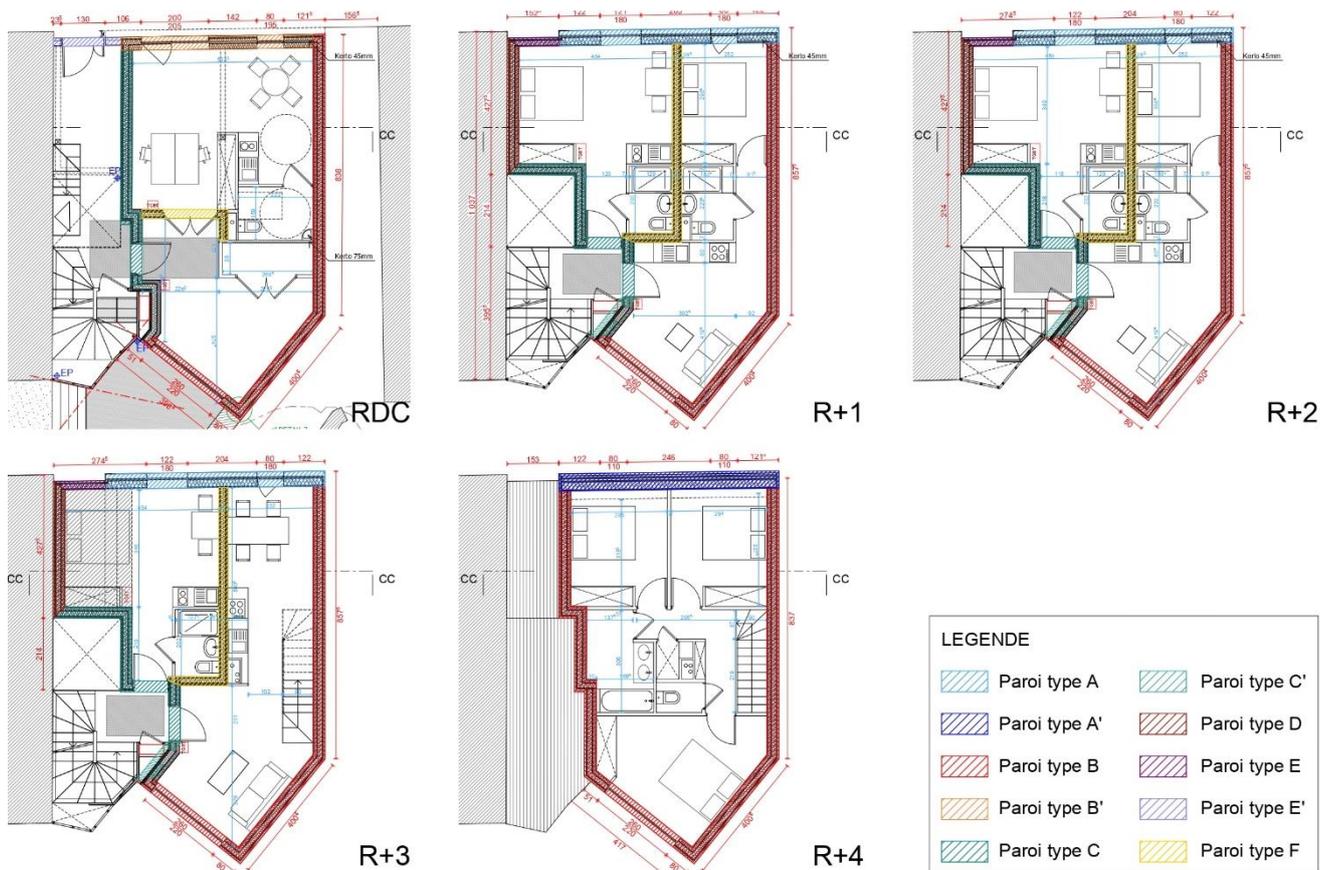
Le traitement de façade est assuré par un habillage de panneaux Eternit qui enveloppent, en gris clair ou en anthracite, l'intégralité du bâtiment.

Afin de respecter les orientations architecturales du bâtiment mitoyen inscrit au patrimoine, un décalage a été créé entre les 2 bâtiments. Le surplomb de la façade principale (vêtue gris clair) est réalisé par un double tasseautage extérieure permettant de garder un alignement de la structure porteuse et de l'isolant sur l'ensemble de la façade Nord.

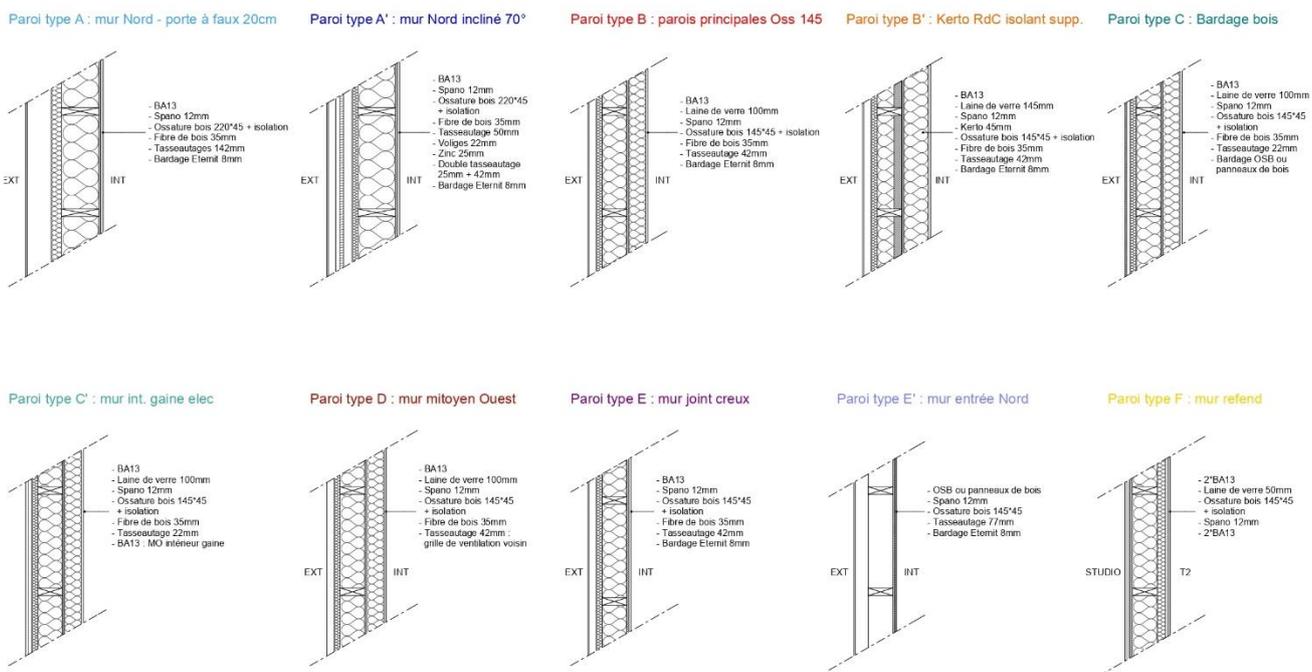


21 : Angle Nord-Est du bloc attenant visible depuis la rue Legrarevend.

En somme, nous dénombrons des parois-type nommées A, A', [...] jusqu'à F réparties ci-dessous :

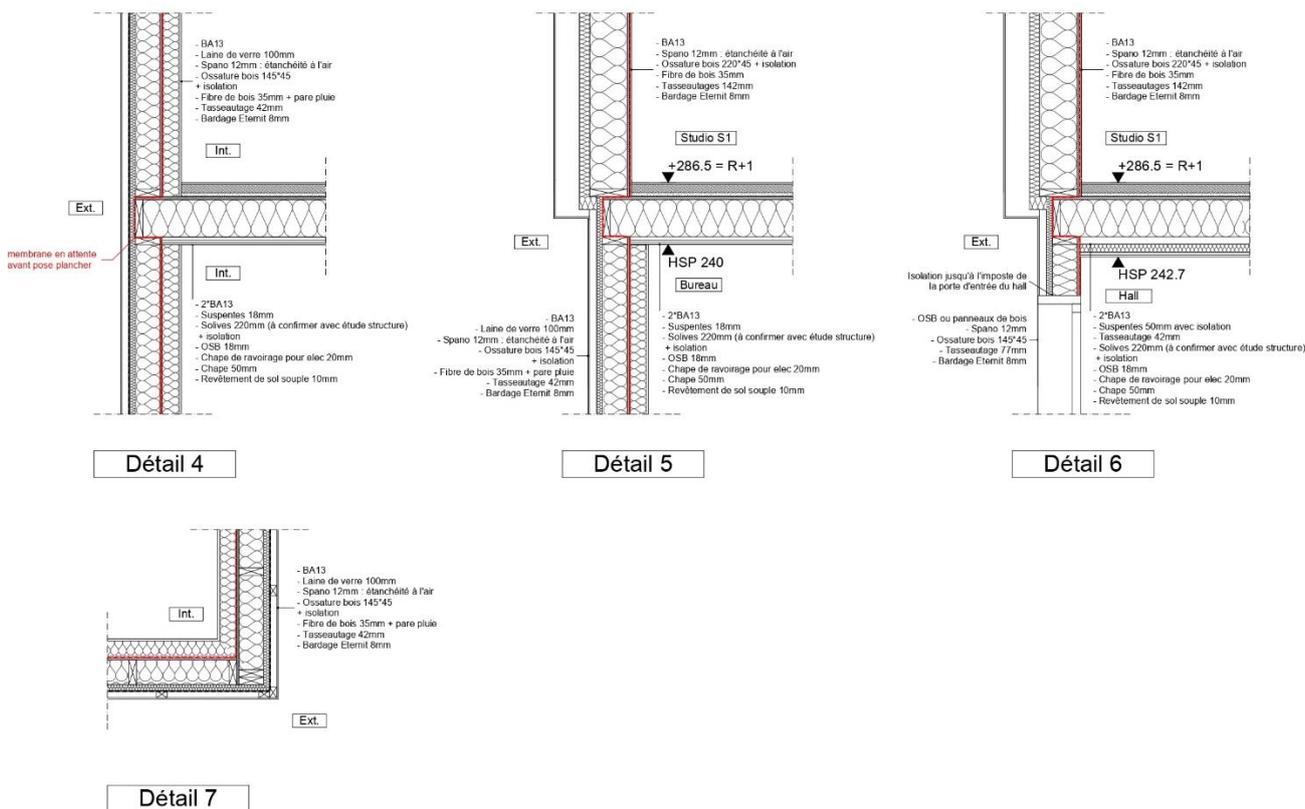


22 : Types de parois rencontrées à chaque niveau



23 : Détails de chaque type de paroi

Les détails suivants figurent les raccords entre les planchers et les parois donnant sur l'extérieur :



24 : Détails 4 à 7 : raccords entre planchers et parois

Thermiquement parlant, certaines parois sont équivalentes. Le PHPP renseigne les U de chacune d'entre elles :

Nr. de la paroi	Description de la paroi	Résistance superficielle [m²K/W]		Isolation intérieure?		
01ud	Type A - Mur NORD	intérieure R _{si}	0,13			
	Orientation de la paroi: 2-mur	extérieure R _{se}	0,13			
	Adjacent à: 3-lame d'air v					
Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]
plaque de plâtre	0,250					13
SPANO	0,130					12
Laine de bois	0,038	montants bois	0,130			220
Fibre de bois	0,043					100
lame d'air bardage						
Pourcentage de surface de la section 1		Pourcentage de surface de la section 2		Pourcentage de surface de la section 3		Total
78%		22,3%				34,5 cm
Majoration de la valeur U		W/(m²K)		Valeur U:		0,148 W/(m²K)

N° de la paroi: 05ud **Type B - Mur ossature principal** Isolation intérieure?

Résistance superficielle [m²K/W]
 intérieure R_{si} : 0,13
 extérieure R_{se} : 0,13

Orientation des parois: 2-mur
 Adjacent à: 3-lame d'air v

Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]
plaque de platre	0,250					13
Laine de verre	0,032					100
SPANO	0,130					12
Laine de bois	0,038	Ossature	0,130			145
Fibre de bois	0,043					40
lame d'air et bardage	0,800					

Pourcentage de surface de la section 1: 80%
 Pourcentage de surface de la section 2: 20,0%
 Pourcentage de surface de la section 3:

Total: **31,0** cm

Majoration de la valeur U: W/(m²K) **Valeur U : 0,137** W/(m²K)

N° de la paroi: 06ud **Type C - D - Mur cage escalier et entrée** Isolation intérieure?

Résistance superficielle [m²K/W]
 intérieure R_{si} : 0,13
 extérieure R_{se} : 0,13

Orientation des parois: 2-mur
 Adjacent à: 3-lame d'air v

Section 2	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]
plaque de platre	0,250					13
laine de verre	0,032					100
SPANO	0,130					12
Laine de bois	0,038	ossature	0,130			145
fibre de bois	0,043					40
lame d'air et bardage	0,800					

Pourcentage de surface de la section 1: 80%
 Pourcentage de surface de la section 2: 20,0%
 Pourcentage de surface de la section 3:

Total: **31,0** cm

Majoration de la valeur U: W/(m²K) **Valeur U : 0,137** W/(m²K)

N° de la paroi		07ud			Type E - Mur Joint Creux		Isolation intérieure?	
Orientation des parois		2-mur		Résistance superficielle [m²K/W]		intérieure R _{si} : 0,13		
Adjacent à		3-lame d'air v		extérieure R _{se} : 0,13				
Section 3	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]		
Plaque de plâtre	0,250					13		
SPANO	0,130					12		
Laine de bois	0,038	ossature bois	0,130			145		
fibre de bois	0,043					40		
lame d'air et bardage ou zinc								
Pourcentage de surface de la section 1		Pourcentage de surface de la section 2		Pourcentage de surface de la section 3		Total		
77%		22,6%				21,0 cm		
Majoration de la valeur U		W/(m²K)		Valeur U :		0,252 W/(m²K)		

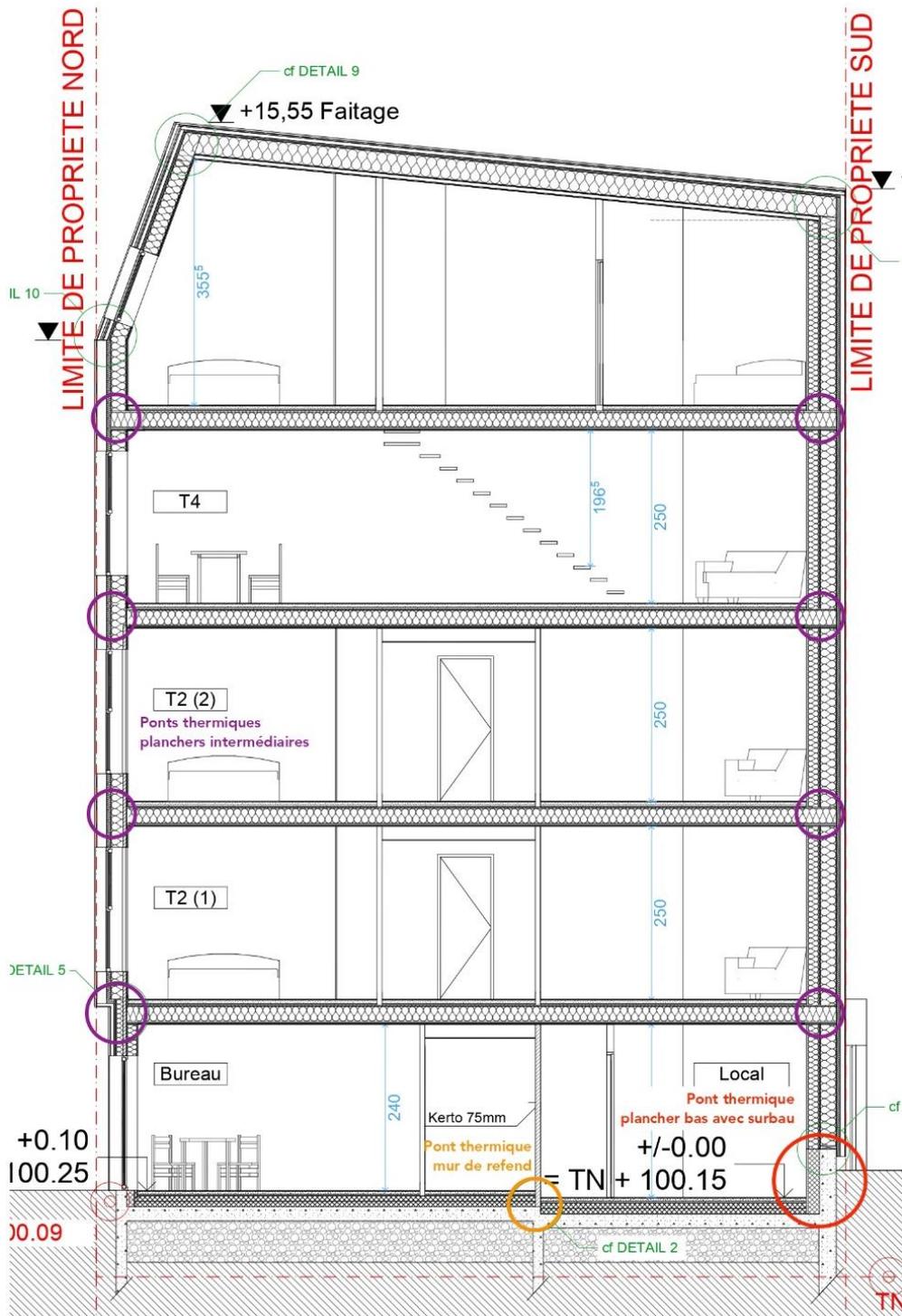
La paroi de type E a un U_{déperditif} bien supérieur à celui préconisé pour le standard passif. Cela est dû à la contrainte architecturale évoquée plus tôt, qui impose un retrait de façade sur l'angle Nord-Est du bloc voisin côté Ouest du bâtiment JANime (avec l'habillage Eternit anthracite). Ce retrait a pour conséquence de réduire l'épaisseur de ce mur en supprimant le doublage intérieur en laine minérale afin d'avoir une paroi continue en face intérieure des studios et favoriser l'habitabilité de ces petits logements.

Par ailleurs, le projet JANime a tout de même une valeur U_{moyenne} en isolation extérieure qui reste conforme à la norme passive. Preuve en est que le PHPP renseigne le U_{moyenglobal} suivant :

	Valeur caractéristique	
Valeur U moyenne isolation extérieure en contact avec l'air extérieur	0,14	W/(m²K)
Valeur U moyenne isolation extérieure contre terre	0,13	W/(m²K)

Comme évoqué dans les paragraphes précédents, une attention toute particulière a été portée sur le traitement de chaque pont thermique en assurant du mieux possible la continuité des isolants et en limitant l'usage des matériaux conducteurs.

Ci-dessous, la coupe illustre la localisation de quelques ponts thermiques dans le projet :



25 : Localisation de ponts thermiques (document non exhaustif)

Par exemple, le plancher bois (OSB) a été remplacé en périphérie des planchers intermédiaires par une fibre de bois de la même épaisseur et en aplomb des parois extérieures.

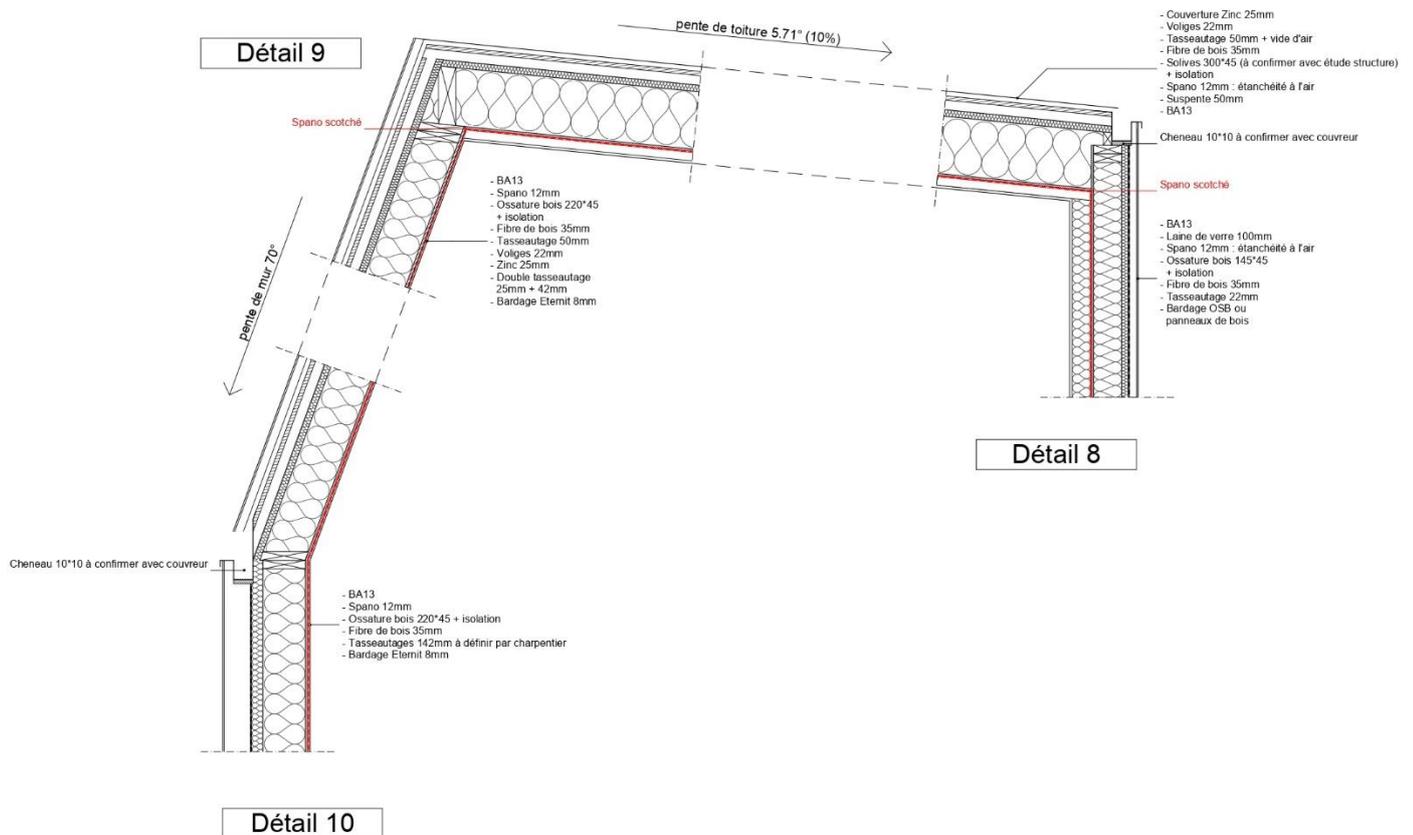


Fibre de bois
périphérique

La saisie des ponts thermiques dans le PHPP nous mène aux valeurs Ψ [W/(m.K)] suivantes :

Saisie des ponts thermiques											
N° PT	Dénomination des ponts thermiques	N° groupe	Attribution au groupe	Quantité	x (	Longueur l [m]	-	Longueur à déduire [m]	)=	Longueur l [m]	Saisie du coefficient de pont thermique ψ [W/(mK)]
1	Pont thermique angle sortant	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	101,70	-		)=	101,70	-0,052
2	Pont thermique plancher bas surbau	16	Pont thermique périmètre	1	x (	19,21	-		)=	19,21	0,102
3	Pont thermique plancher bas sans surbau	16	Pont thermique périmètre	1	x (	12,99	-		)=	12,99	0,061
4	Pont thermique plancher intermédiaire	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	40,31	-	-32,60	)=	72,91	0,010
5	Pont thermique refend	15	Pont thermique air extérieur	1	x (	2,78	-		)=	2,78	0,175

9. Construction du toit



26 : Détails 8 à 10 : Toiture du bâtiment JANime.

La continuité de l'isolation est assurée par la laine de bois qui longe tous les plans de la toiture. Même observation pour l'étanchéité à l'air. La composition de la paroi type toiture est analogue à celle des parois verticales définies plus tôt. Un habillage zinc permet de gérer l'écoulement des eaux pluviales.

La toiture possède un U_{toiture} conforme aux préconisations de bâtiment passif, à savoir (cf. PHPP) :

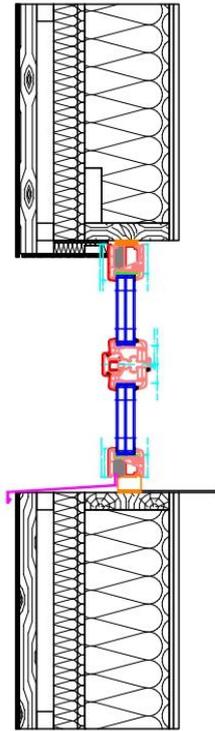
N° de la paroi		03ud				Type TZ - Toit Zinc		Isolation intérieure?	
Orientation des parois		1-toit		Résistance superficielle [m²K/W]		interieure R_{si}		0,10	
Adjacent à		3-lame d'air v		exterieure R_{se}		0,10			
Section 1	λ [W/(mK)]	Section 2 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Section 3 (optionnelle)	λ [W/(mK)]	Epaisseur [mm]			
plaque de platre	0,250					13			
lame d'air	0,490					80			
SPANO	0,130					12			
Laine de bois	0,038	solives	0,130			300			
Fibre de bois	0,043					40			
lame d'air et bardage									
Pourcentage de surface de la section 1		Pourcentage de surface de la section 2		Pourcentage de surface de la section 3		Total			
86%		14,3%				44,5 cm			
Majoration de la valeur U				Valeur U :		0,133 W/(m²K)			

10. Fenêtres et installation de la fenêtre

Les menuiseries ont été choisies puis mises en œuvre de manière à réduire les déperditions. Un soin tout particulier a été accordé à la mise en œuvre de ces éléments présents uniquement sur les façades Sud et Nord. Les menuiseries des façades Nord, si elles ne sont pas correctement mises en œuvre, peuvent représenter un grand poste de déperditions à l'échelle du bâtiment.

COUPE VERTICAL FACADE NORD ETAGE

MP 14, 24, 34, soit 3 u

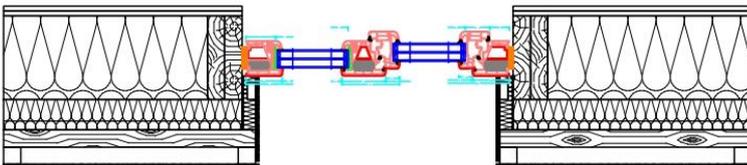


En dehors de la porte d'entrée au rez-de-chaussée donnant sur le hall non chauffée, les menuiseries sont mises en œuvre en tunnel et avec un triple vitrage performant.

Les châssis sont placés au droit des montants de l'ossature bois (précadres). Pour limiter les déperditions par transmission par ces éléments, un retour d'isolant (l'épaisseur de doublage de fibre de bois avant la vêtue d'Eternit) est assuré de manière à contrer les pertes par transmissions de chaleur via les châssis de menuiseries.

Ces menuiseries sont caractérisées par un U_{w_meo} allant de 0,84 à 0,94 $W/(m^2.K)$.

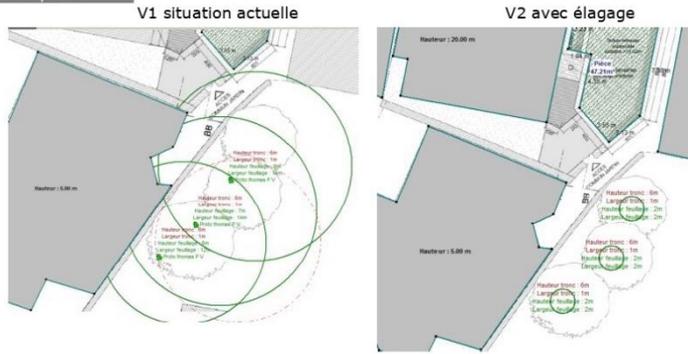
COUPE HORIZONTAL FACADE NORD ETAGE



27 : Mise en œuvre des fenêtres aux étages (Nord)

Côté Sud, les ouvertures vitrées en façade constituent une source d'apports solaires très intéressante pour le projet, le choix vitrage à là aussi été adapté pour favoriser le facteur solaire (62%) tout en limitant les impacts sur la capacité thermique ($U_g=0,62 W/(m^2.K)$).

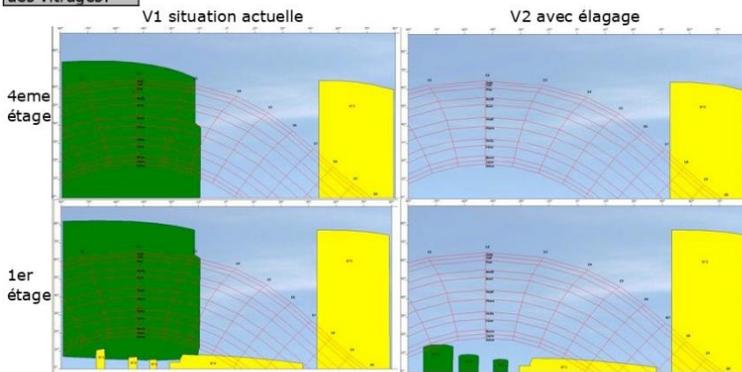
géométries des masques:



hypothèses:
tronc HT du fut= 6m HT totale = 17m
largeur Ramure 15 m & 12 m & 10 m

tronc HT du fut= 6m HT totale = 17m
largeur Ramure 2 m

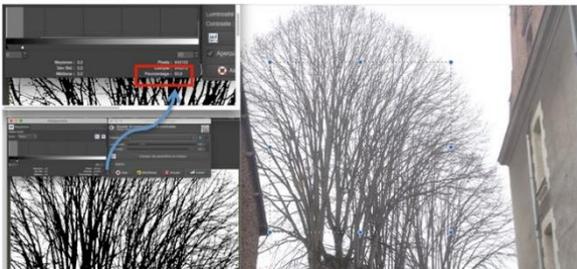
masques vu des vitrages:



caratérisation de l'ombrage :

Extraction du taux de ramure des arbres

taux : 64%



L'occultation de ces arbres est finalement estimée comme suit. En conclusion de cette étude préliminaire, elle n'est pas négligeable.

Simulation :

Période étudiée 01-janv 25-févr

Apports solaires Simulés	V0		V1		V2	
	sans aucun masque proche		avec arbre actuel		avec arbre réduit	
Zone	KWh	%	KWh	%	KWh	%
RDC	0	100%	0		0	
1er	131	100%	93	71%	120	92%
2e	131	100%	96	73%	123	94%
3e	131	100%	96	73%	123	94%
4e	131	100%	97	74%	124	95%

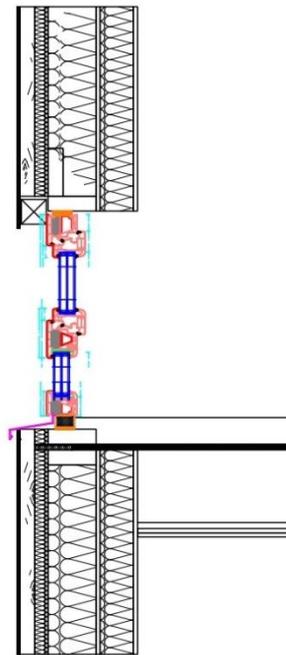
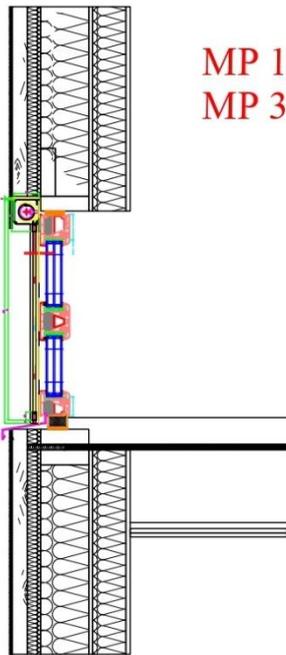
Ensuite, afin de valoriser ces apports solaires, des baies de grande hauteur ont été mises en place au niveau des séjours des appartements (que l'on peut voir dans les images 2 et 4). Les menuiseries côté Sud sont toutes en triple vitrage avec des U_{w_meo} allant de 0,76 à 0,86 $W/(m^2.K)$.

Un système de stores a été inclus à la mise en œuvre des baies de manière à pouvoir créer de l'occultation en saison chaude (ajustabilité au confort des résidents).

COUPE VERTICAL FACADE SUD sur fixe

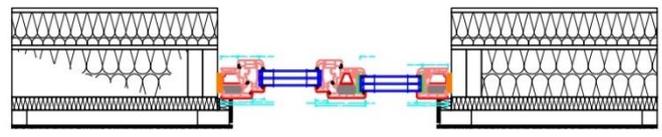
COUPE VERTICAL FACADE SUD sur ouvrant

MP 12, 13 MP 22, 23
MP 32, 33 MP 33, 34
soit 4 u



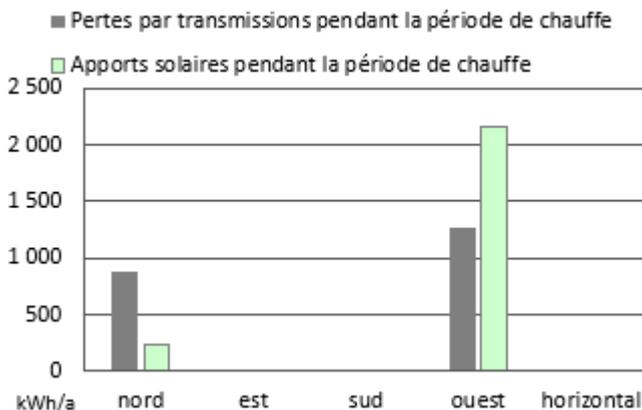
COUPE HORIZONTAL FACADE SUD sur fixe

COUPE HORIZONTAL FACADE SUD sur ouvrant



28 : Mise en œuvre des menuiseries façade Sud.

Le logiciel PHPP estime donc les pertes et gains énergétiques au poste menuiseries du projet.



Le diagramme en barres l'illustre ci-contre (apports et pertes en kWh/an ; résultats issus du PHPP) : le bâtiment bénéficie de 2400 kWh/an d'apports solaires gratuits contre 2150 kWh/an de pertes par transmission au poste des menuiseries.

Le solde est positif, ce qui n'était pas gagné au début du projet compte tenu des contraintes liées au site. C'est notamment grâce à une mise en œuvre rigoureuse et à une optimisation des surfaces vitrées en façade Sud.

11. Etanchéité à l'air de l'enveloppe

La mise en œuvre de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe a été assurée dans tout le projet.



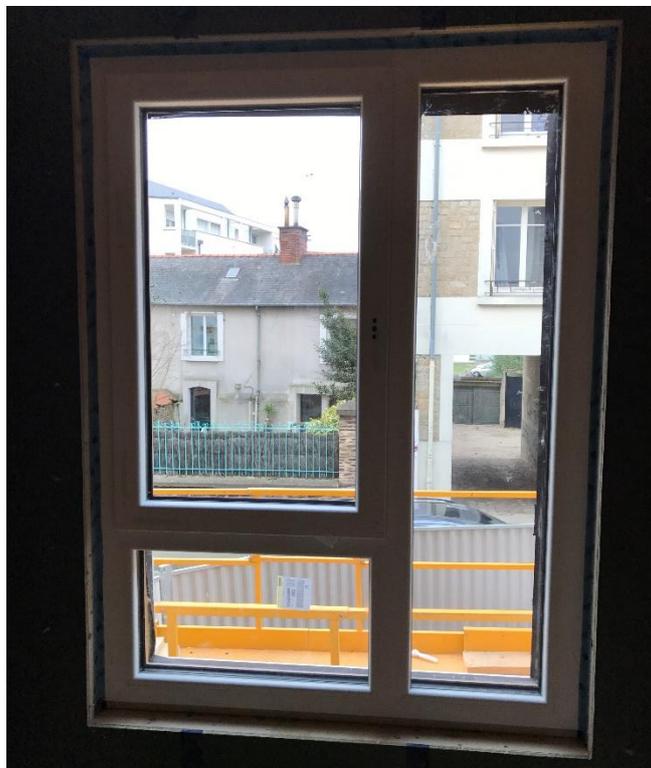
Il a été nécessaire de faire preuve d'une grande rigueur dans la mise en œuvre du plan d'étanchéité avec 7 entrées de palier donnant sur une cage d'escalier extérieur pouvant être source d'infiltration.

Ci-contre voici une photographie de la mise en œuvre de l'étanchéité sur le pourtour d'une porte de palier.

Ici, le plan d'étanchéité est assuré par un adhésif SIGA entre le châssis posé et les panneaux SPANO. Le plan d'étanchéité est la surface intérieure des panneaux de SPANO qui sont étanches à l'air.

Le même principe de plan d'étanchéité a été assuré sur l'intégralité des menuiseries du projet.

29 : Étanchéité à la pose d'une porte de palier



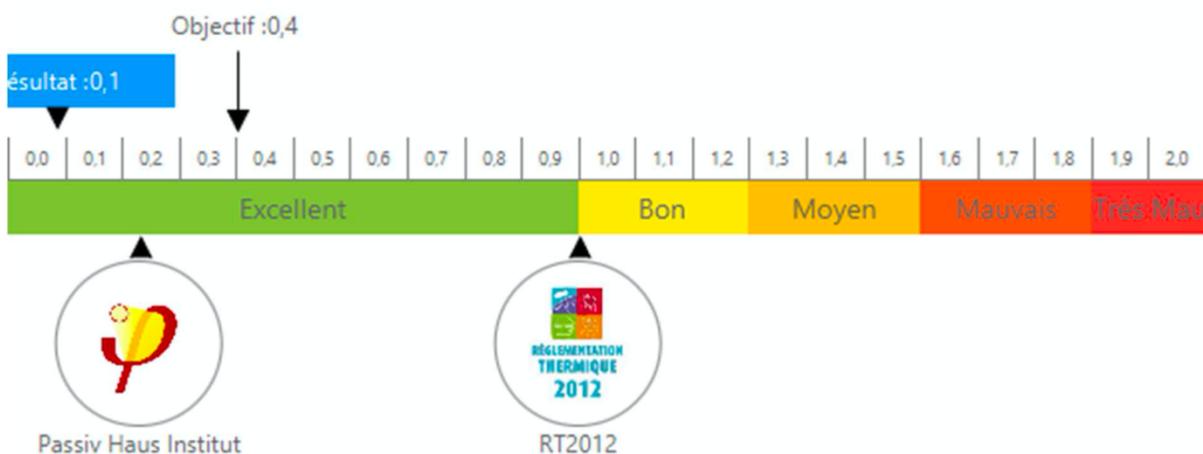
30 : Étanchéité à la pose d'une fenêtre d'étage

Par ailleurs, il est possible de lire le plan d'étanchéité (tracé en rouge) sur les coupes détails de pieds de murs, de composition de parois et de toiture (documents présentés précédemment). L'étanchéité a donc été anticipée puis mise en œuvre dans les parois et au niveau des menuiseries.

Enfin, le test de pression / dépression à 50 Pa fait état d'un taux de renouvellement d'air $n_{50} = 0,44 \text{ vol/h}$, valeur conforme aux exigences du standard Passif.

Cette donnée nous permet d'estimer le taux de renouvellement d'air dû aux infiltrations, aux conditions climatiques propres au projet (cf. PHPP), valeur nécessaire pour déterminer les besoins de chauffage.

Résultat de la perméabilité à l'air du bâtiment	
$n_{50} = 0,44 \text{ h}^{-1}$	
Intervalle : $\pm 12,22 \%$ [0,39, 0,50]	
$Q_{4\text{Pa-surf}} = 0,08 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$	
Pressurisation	Dépressurisation
Exposant du débit d'air	
$n = 0,76$ Intervalle : $\pm 1,78 \%$ [0,75, 0,78]	$n = 0,77$ Intervalle : $\pm 1,26 \%$ [0,77, 0,78]
Coefficient de fuite d'air en $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{Pa}^n)$	
$C_L = 13,87$ Intervalle : $\pm 4,63 \%$ [13,24, 14,53]	$C_L = 13,88$ Intervalle : $\pm 3,30 \%$ [13,43, 14,34]
Coefficient de débit d'air en $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{Pa}^n)$	
$C_{env} = 13,98$ Intervalle : $\pm 4,62 \%$ [13,35, 14,64]	$C_{env} = 13,98$ Intervalle : $\pm 3,30 \%$ [13,53, 14,45]
Surface de fuite effective	
ELA = 43,02 cm^2	ELA = 43,70 cm^2

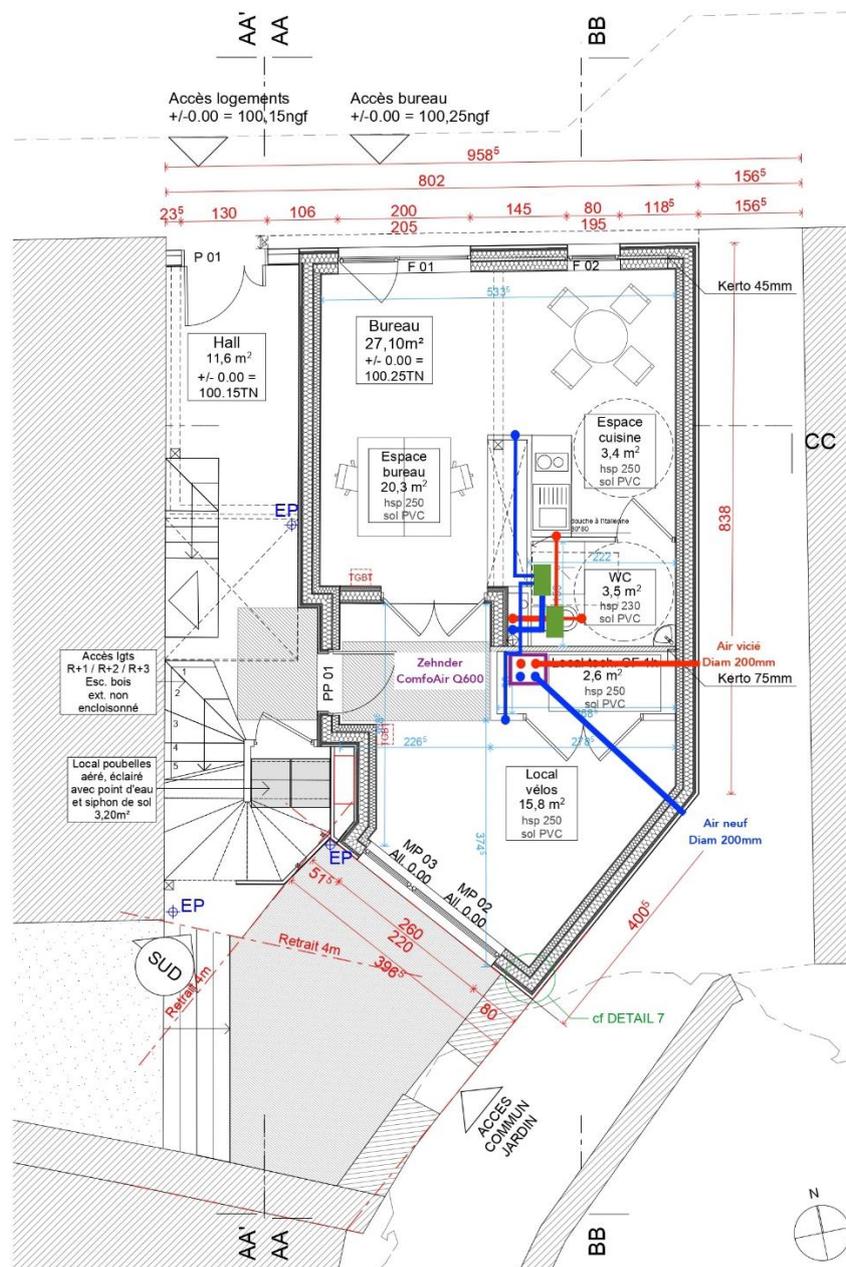


12. Conception du système de ventilation

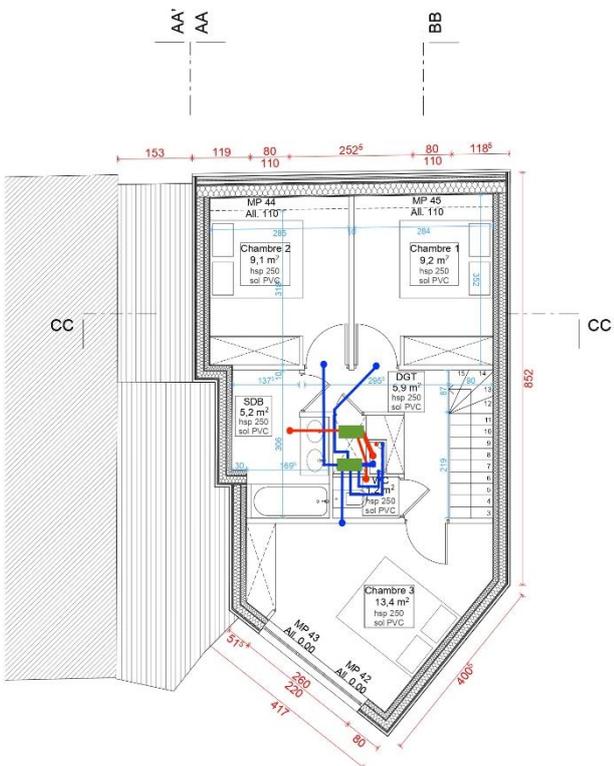
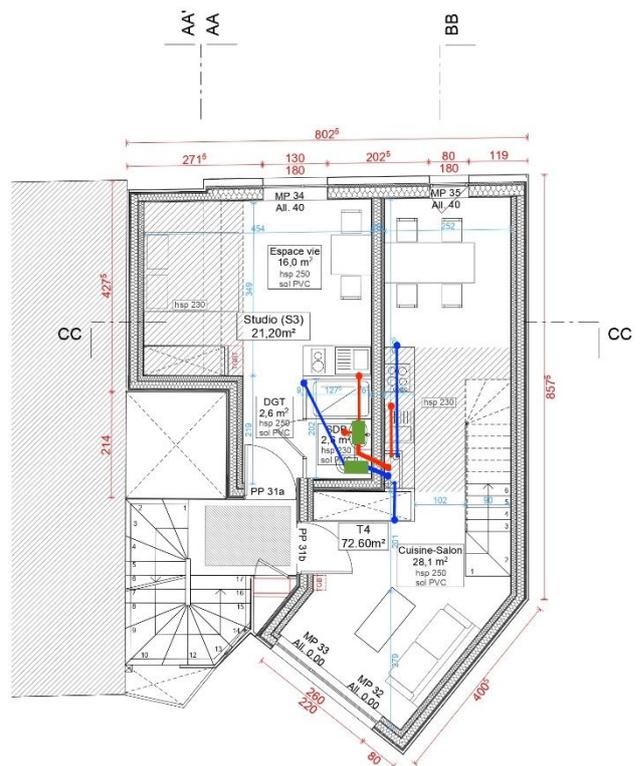
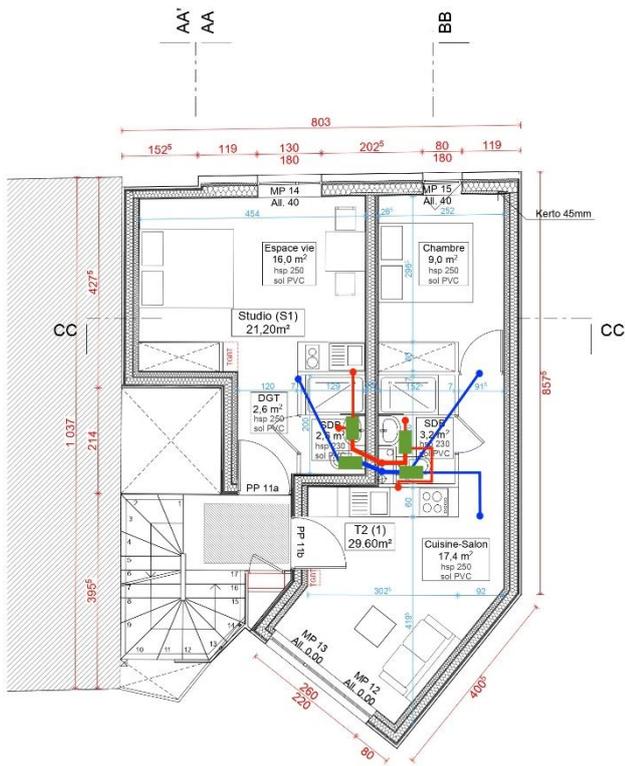
Une optimisation du réseau de ventilation a été mis en place par la conception d'une unique colonne centrale de ventilation traverse tous les niveaux. Une CTA double flux, dans un placard technique au rez-de-chaussée, en proximité des façades permet de limiter fortement la longueur des conduites d'air neuf et d'air vicié. L'air est acheminé/ repris à chaque étage par des gaines rigides qui atteignent des caissons de répartition (rectangles verts), renvoyant des gaines semi-rigides à leurs terminaux de soufflage / d'extraction.

Étage par étage, l'agencement des espaces a été pensé de manière à rassembler les pièces nécessitant un point d'extraction d'air et d'acheminement / évacuation d'eau (ECS, EU, EV) au plus proche de cette colonne technique.

Les plans d'étages avec filaire de ventilation illustrent cette stratégie :



31 : Plan de ventilation RDC



32 : Plans de ventilation du R+1, R+3 et R+4 (R+1 et R+2 identiques)

13. Unité centrale de ventilation

La centrale de traitement d'air est un modèle ComfoAir Q600 de la marque Zehnder. C'est une CTA double flux d'efficacité $\epsilon_{MOE} = 84,52 \%$ (rendement de mise en œuvre comprenant les déperditions du réseau de ventilation). Dans le contexte de ce projet, la centrale de traitement d'air aura un débit nominal de $360 \text{ m}^3/\text{h}$, conformément aux débits hygiéniques ramenés au nombre de personnes dans le bâtiment.

L'air neuf est préchauffé par l'échangeur de la CTA avant d'être acheminé par les gaines aérauliques dans les étages.

L'appoint de chauffage de ce projet passif se fait par l'air avec la mise en place de bouche chauffante Helios de puissance maximale 400 W. En complément, des sèche-serviettes ont été installés dans toutes les salles d'eau complétant la puissance de chauffe.

À besoins de chauffage usuels, l'air insufflé suffit sinon à traiter les ambiances intérieures.

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

A REFAIRE avec photo et identification du projet

Photo ou dessin		Projet:	
		Adresse:	
		Code postal / localité:	
		Région:	FR-France
		Type de bâtiment:	
		Données climatiques:	FR0013a-Rennes
		Région:	4: Climat tempéré
		Altitude:	35 m
		Maître(s) de l'ouvrage:	
		Adresse:	
		Code postal / localité:	
		Région:	FR-France
		Entreprise de construction:	
		Adresse:	
		Code postal / localité:	
		Région:	FR-France
		PHPP	
		Bilan énergétique:	
		Adresse:	
		Code postal / localité:	
		Région:	FR-France
		Année de construction:	
		2016	
		Température intérieure hiver [°C]	20,0
		Température intérieure été [°C]	25,0
		Nombre de logements:	1
		Apports internes Chauffage [W/m²]	2,5
		Apports internes Refroidissement [W/m²]	3,1
		Nombre d'occupants:	9,0
		Capacité thermique surfacique [Wh/K par m² SRE]	84
		Refroidissement mécanique:	

Performance énergétique annuelle du bâtiment		PHPP incomplet; non valide pour certification				
			Critères		Conforme?*	
				alternatif		
Chauffer	Surface de référence énergétique: m²	242,5				
	Besoin de chauffage kWh/(m².a)	13,5	≤	15	-	oui
	Puissance de chauffe W/m²	11	≤	-	10	
Refroidir	Refroidissement + déshumidification kWh/(m².a)	-	≤	-	-	-
	Puissance de refroidissement W/m²	-	≤	-	-	
	Fréquence de surchauffe (> 25°C) %	0	≤	10		oui
	Fréquence d'humidité excessive (> 12 g/kg) %	0	≤	20		oui
Etanchéité à l'air	Test d'infiltrométrie n ₅₀ 1/h	0,6	≤	0,6		oui
Energie primaire non-renouvelable (EP)	Consommation d'EP kWh/(m².a)	132	≤	-		-
Energie primaire renouvelable (EP-R)	Consommation d'EP-R kWh/(m².a)	89	≤	45	60	
	Production d'énergie renouvelable (par rapport à la surface au sol de la zone bâtie) kWh/(m².a)	96	≥	60	115	non

* champ vide: les données sont manquantes; ** Aucune exigence

Le besoin de chauffage est faible. Le taux de surchauffe est faible également. L'étanchéité à l'air est bonne pour le standard passif. Le niveau d'énergie primaire est relativement élevé du fait de la forte densité de petits logements impactant l'usage de nombreux équipements (réfrigérateur, plaque de cuisson et appareils domestiques).

17. Coût du bâtiment

Le coût du bâtiment est a été de 830 000€.

18. Coût de construction

Le coût surfacique de construction du projet a été de 1863€/m² HT.

19. Année de construction

Le chantier a démarré en 2016 et le projet a été livré en 2017.

20. Architecte

L'agence Quinze Architecture a dessiné ce projet.

21. Bureau d'études

Le bureau d'études Hinoki a réalisé l'étude thermique du projet. Hinoki est un bureau d'études précurseur de la construction passive qui a livré plus de 100 bâtiments passifs certifiées et non certifiés depuis 2010.