

## SPECIFICITE DES CHANTIERS ET OUVRAGES EN THERMOPIERRE

L'accompagnement de projet est réalisé par l'industriel XELLA Thermopierre à différents stades:

### 1) Etudes en amont:

Le choix des produits et du système constructif utilisé est directement lié au projet étudié.

Le premier élément pris en compte concerne **les aspects mécaniques** (descentes de charge).

Le projet de CITE Jardins pris pour exemple est réalisable en murs porteurs de 30 cm d'épaisseur.

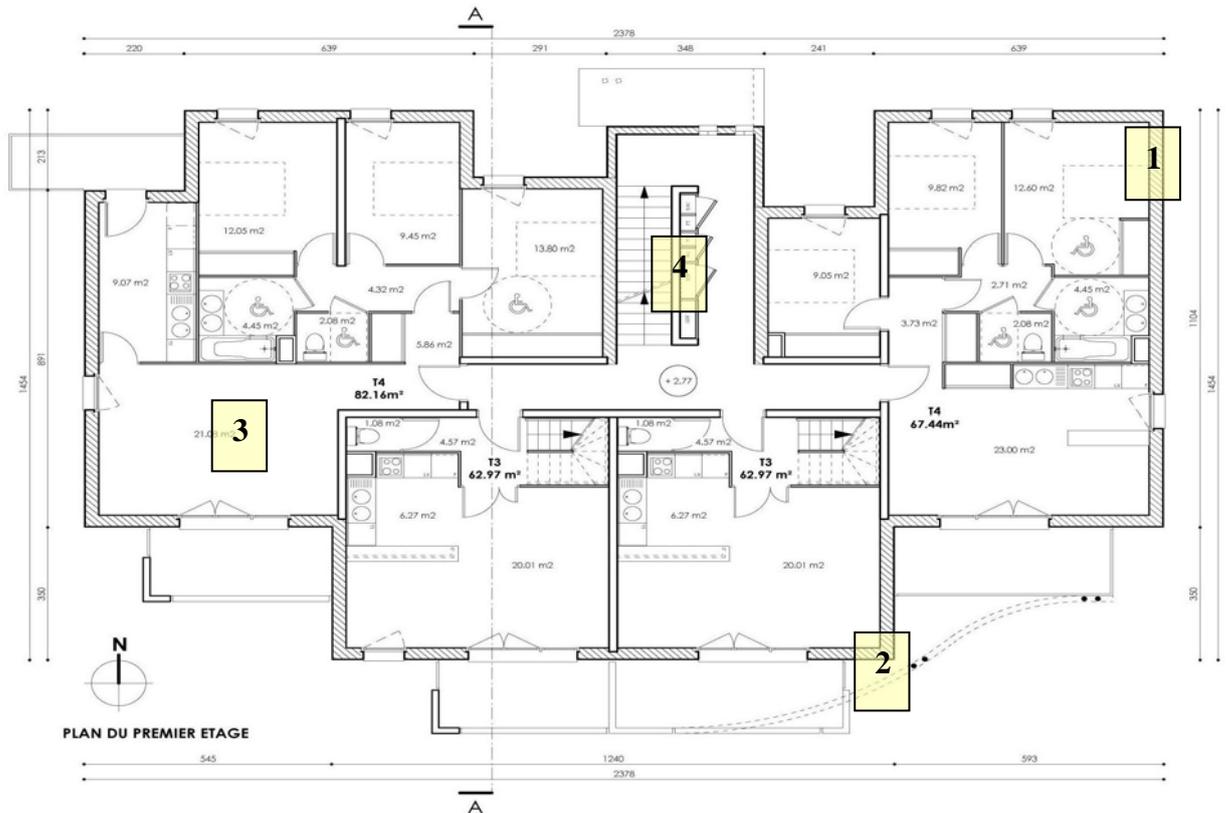
Si l'on y ajoute 1 niveau (R+3), le rez-de-chaussée sera réalisé en blocs d'épaisseur 36,5 cm.

Si on y ajoute encore un niveau, l'ensemble de l'ouvrage sera construit en 36,5 cm. On pourra également envisager de ne construire que les 2 niveaux bas seulement en 36,5 cm.

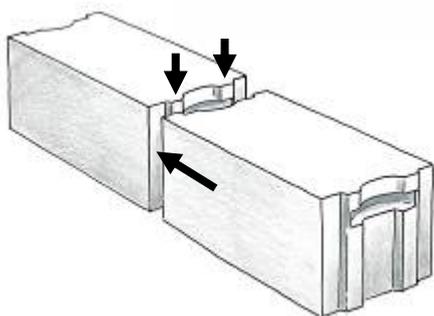
Au delà de R+4, la solution du remplissage ou du mur manteau est la plus adaptée. Elle permet de continuer à utiliser du Thermopierre, et de bénéficier des atouts du matériaux, notamment dans le domaine Thermique.

Une fois cette première approche réalisée, l'assortiment complet de produits et accessoires, permet d'apporter des réponses au niveau de l'enveloppe. Cette réponse sera ensuite précisée avec le bureau d'études structure associé à la maîtrise d'œuvre.

### Vue en plan

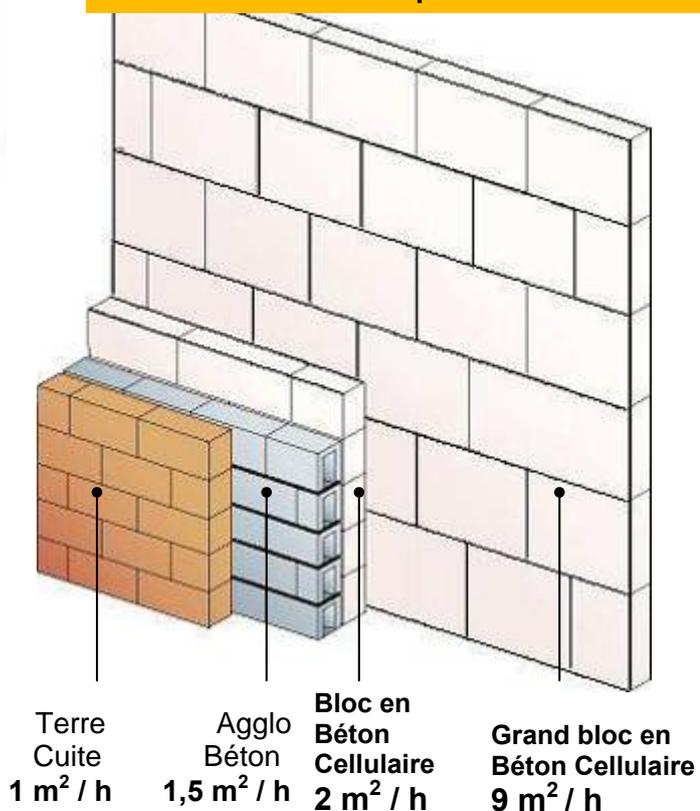


**1** **Blocs standards lisse et à emboîtement** : Tous les blocs sont équipés de poignées de manutention. Les blocs lisses sont utilisés en zones sismiques (en attente évolution EC8) et pour les murs coupe-feu.



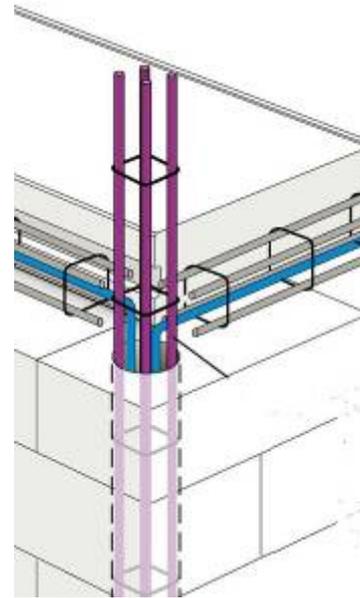
La taille plus grande des blocs associée à une poids au  $m^2$  2 à 3 fois moins important que celui des produits traditionnels, permettent d'allier rapidité de mise en œuvre et diminution de la pénibilité. Grâce à son isolation répartie, la mise en œuvre d'un doublage isolant est supprimée.

**Surface de mur posée en 1 heure**

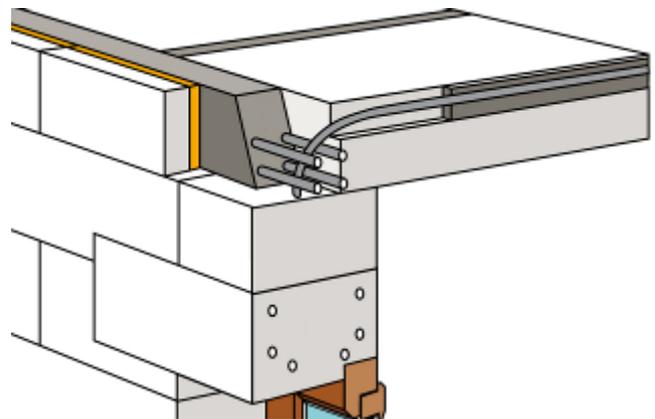


2

**Blocs poteaux :** le diamètre du trou standard est de 12 ou 15 cm. Il est cependant adaptable en fonction de l'épaisseur des blocs utilisés et des exigences du projet. Ces adaptations sont réalisables sur site compte tenu de la facilité de découpe du produit et de sa complète isotropie: caractéristiques physiques et mécaniques identiques dans toutes les directions.

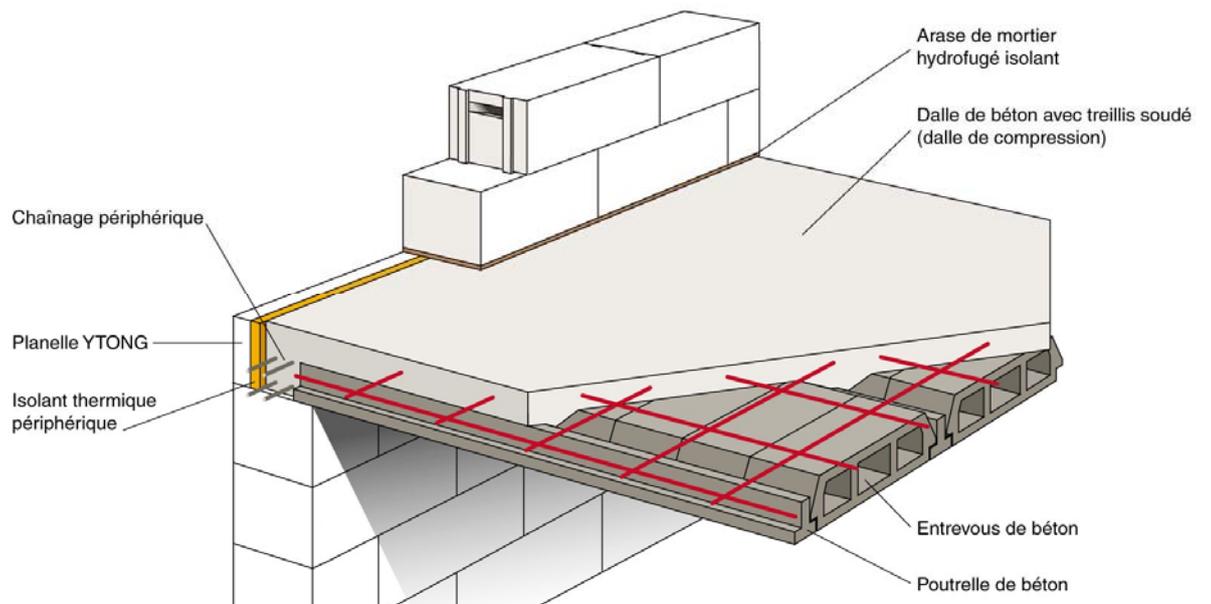


**Blocs Chaînages horizontaux et planelles:** Ils assurent la liaison périphérique de la maçonnerie, et la stabilité de l'ouvrage. Ils sont réalisés en béton cellulaire, afin d'isoler le chaînage en béton.

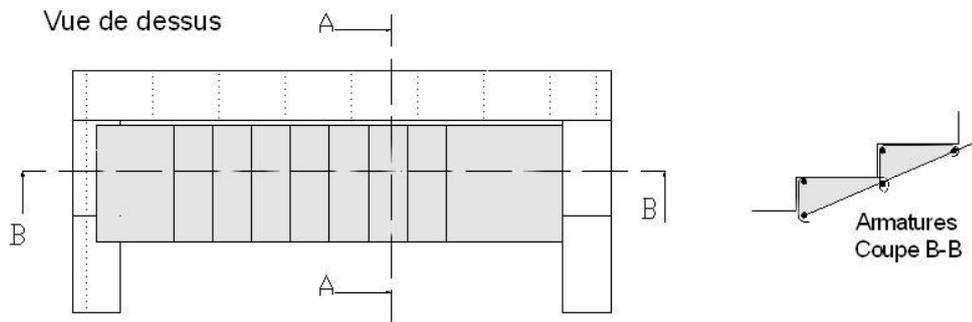


3

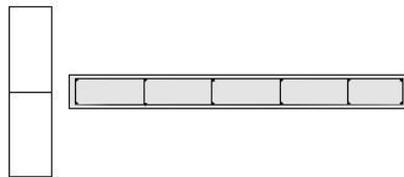
**Plancher** : son usage est essentiellement limité aux maisons en bandes et aux maisons individuelles, compte tenu de sa portée. L'utilisation de ce produit permet néanmoins d'améliorer le traitement du pont thermique en about de plancher par rapport à un plancher hourdi ou un plancher béton, d'une part, et d'apporter de l'inertie (lourde avec la chape mortier de 5 cm sous carrelage) par rapport à un plancher léger en bois, d'autre part. Dans le cadre de collectif, les planchers sont en bétons afin d'assurer le respect de la réglementation acoustique.



- 4** Mise en œuvre des escaliers : en appui de plancher à plancher sans liaison avec les murs périphériques en Thermopierre.

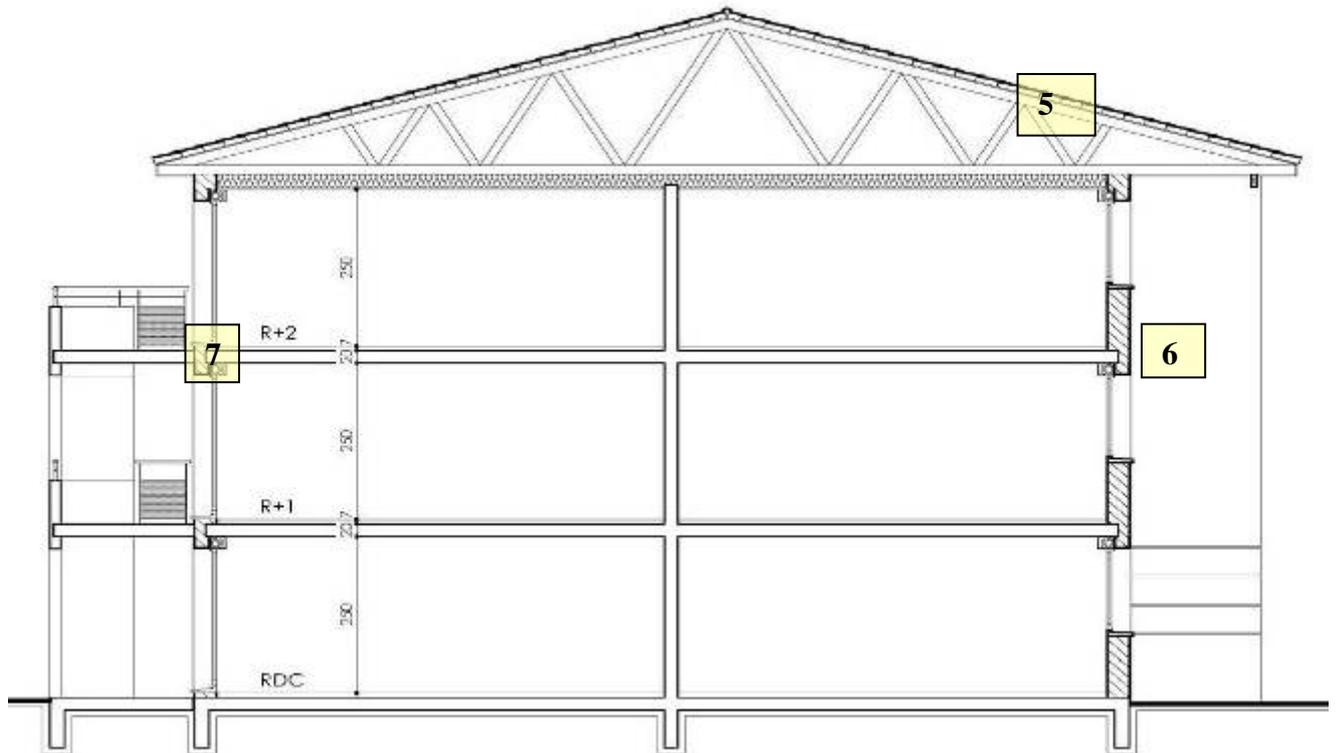


Coupe A-A

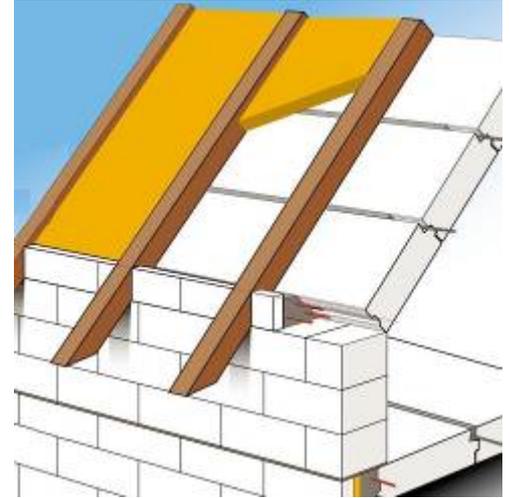


Éléments du système constructif et détails de mise en œuvre repérés par rapport à la vue en coupe

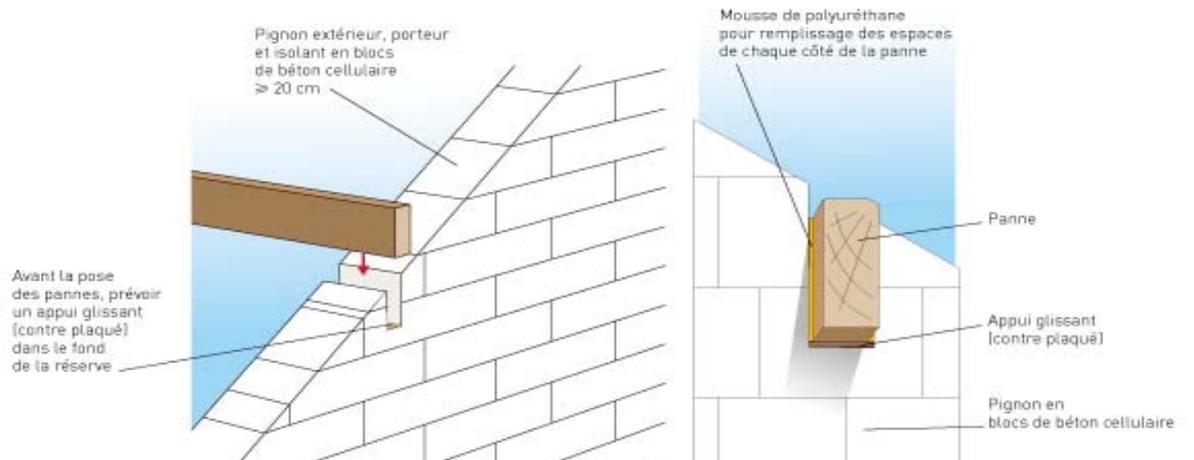
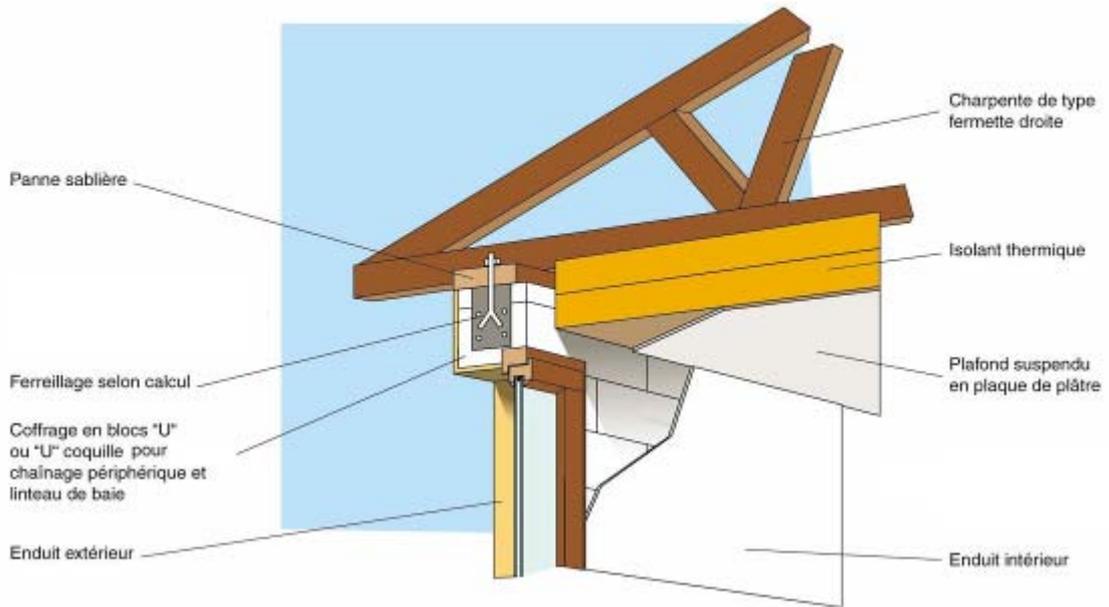
**Vue en coupe**



**COUPE AA**  
portée (6m maximum).

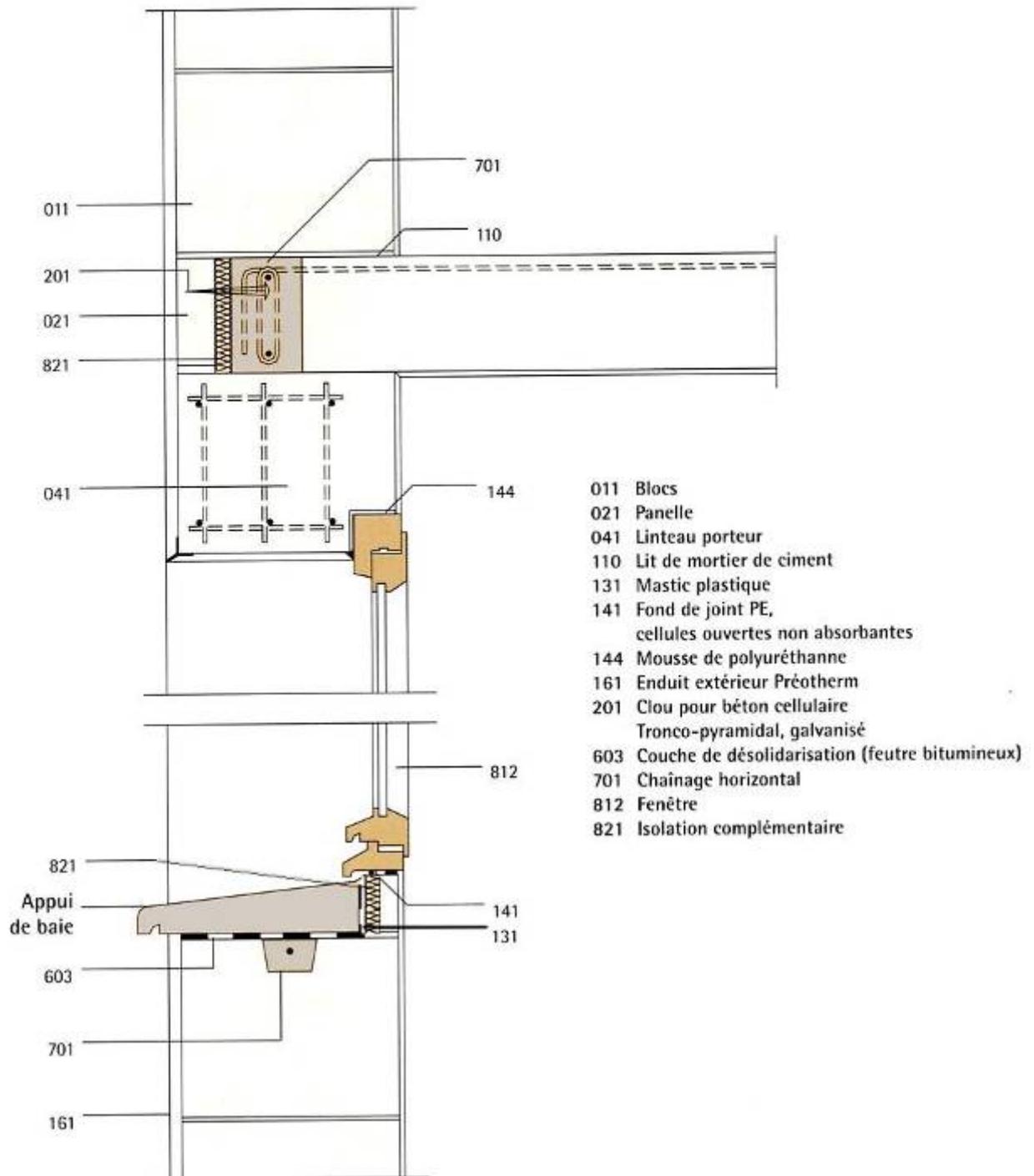


La mise en œuvre de toitures type fermette ou toitures traditionnelles, est également simplifiée avec le Thermopierre .



**6** Détails de mise en œuvre : linteaux, coffres de volets roulants, appuis de fenêtres :

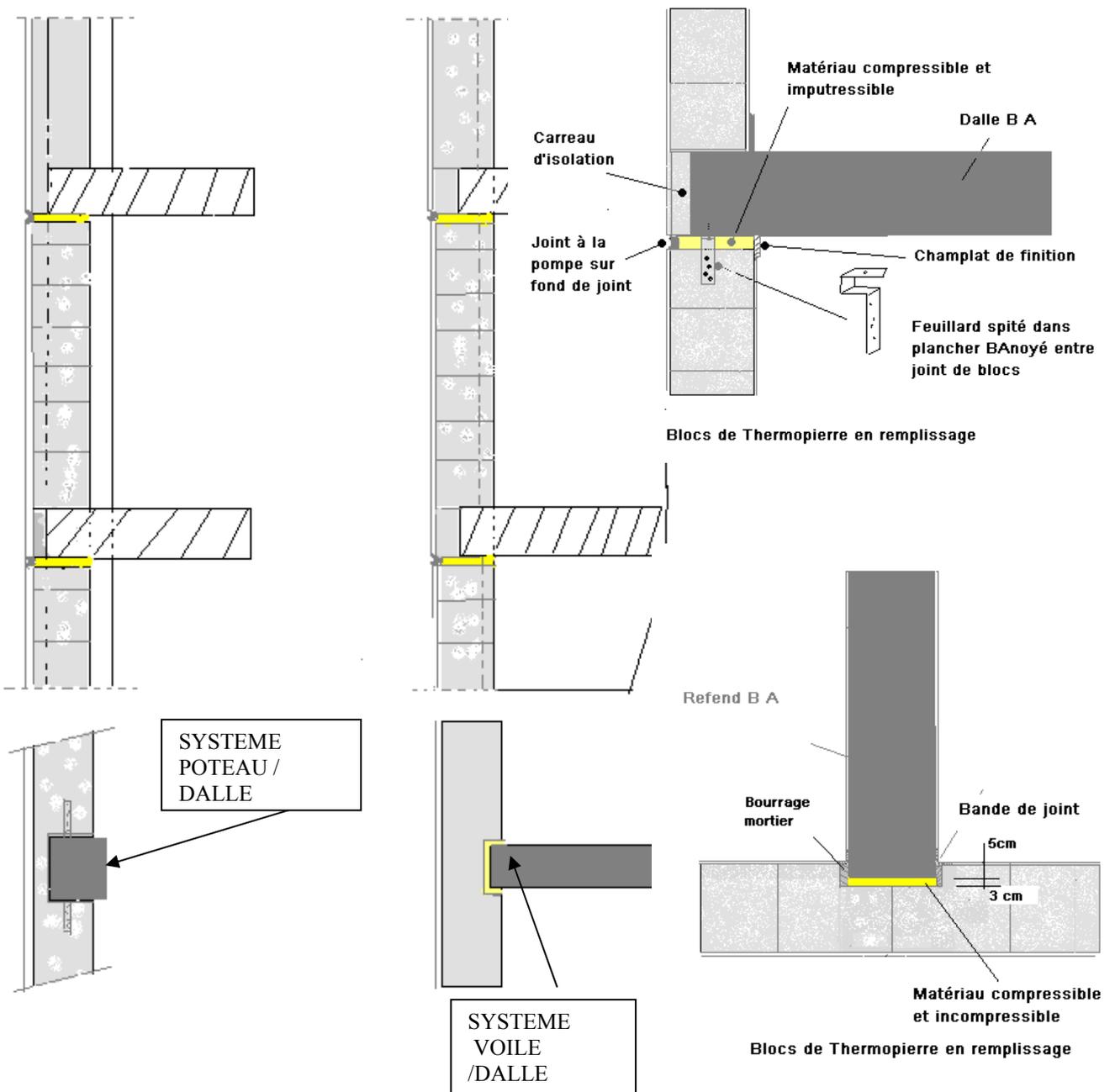
Coupe sur menuiserie posée en feuillure



## 7 Détails de mise en œuvre des murs de remplissage et murs manteau :

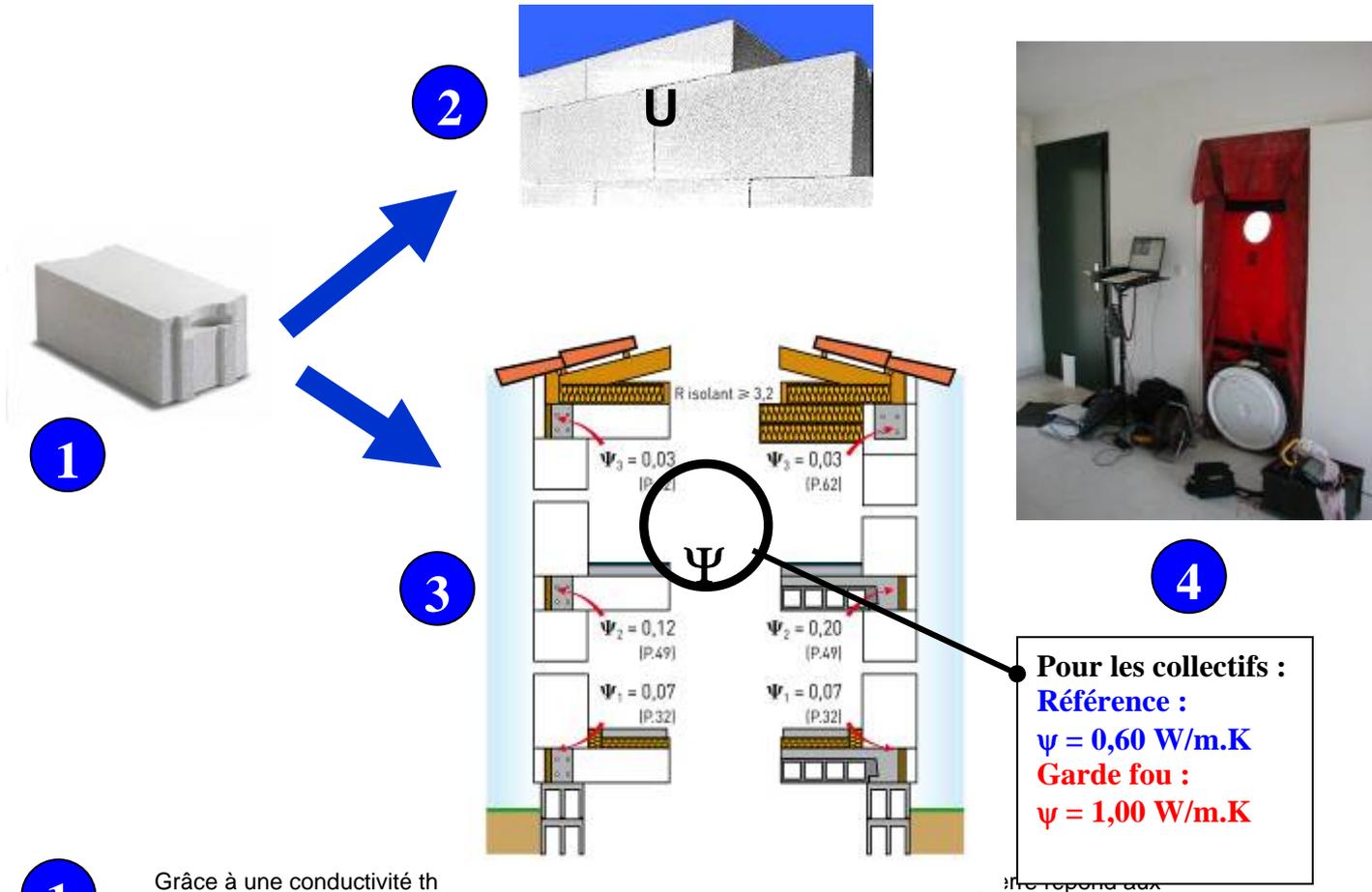
EXTRAIT DU DTU 20,1 :Partie 1 § 3,323 :jonction maçonnerie de remplissage ossature béton armé :c) créer dans l'enduit au droit des jonctions un joint franc calfeutré par un mastic plastique,  
3,3,4 jonction d'angle ou et té:  
3,3,4,2 :parois de nature différentes (§ voir 3,3,4,1 ) si pas de rôle de contreventement :

### Mur de remplissage coupe de principe



La prise en compte des **exigences thermiques et acoustiques** est réalisée simultanément avec l'approche mécanique développée ci-dessus.

Les atouts du Thermopierre sur le plan Thermique sont résumés ci-après :



**1** Grâce à une conductivité thermique élevée, on répond aux exigences réglementaires dès une épaisseur de 25cm.

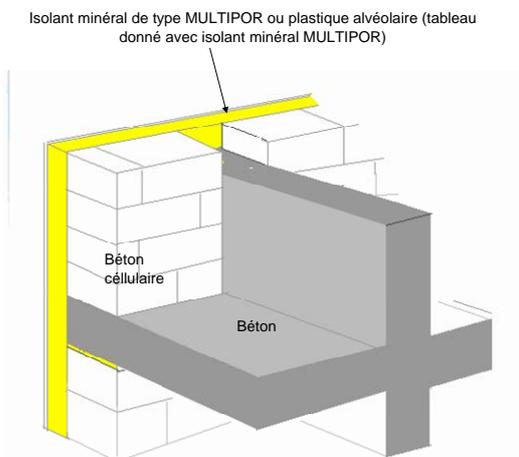
**2**

Epaisseur (cm)	R mur CSTBat	R mur fini +0.22	U mur fini (W/m2. K)	Finition plaque de plâtre : U mur fini (W/m2. K)
20,0	2.14	2.36	0.42	R+0,15 = 0.40
25,0	2.67	2.89	0.35	R+0,15 = 0,33
30,0	3.21	3.43	0.29	R+0,15 = 0.28
36,5	3.90	4.12	0.24	R+0,15 = 0.23

$U_{ref} = 0.36$  pour la RT 2005 (Garde fou 0.45)

La paroi peut également être isolée par l'intérieur ou par l'extérieur. On obtient alors des performances très élevées telles qu'indiquées dans les typologies de parois ci-dessous :

**Système:** Mur à isolation répartie et isolant extérieur complémentaire (ITR)  
**Exemple d'utilisation:** Mur de remplissage

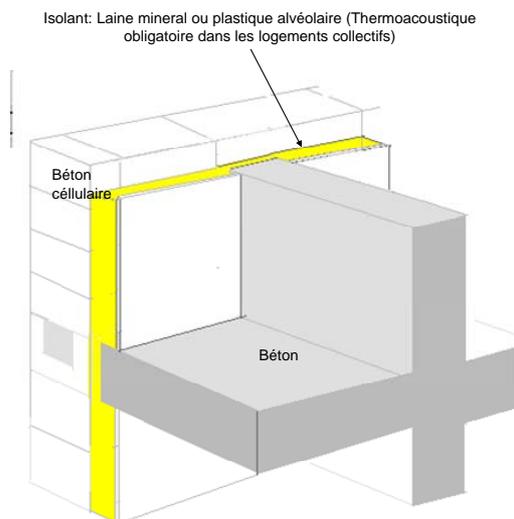


Épaisseur (cm) et $\lambda$ bloc (W/m.K)	Épaisseur (cm) et $\lambda$ isolant (W/m.K)	Épaisseur paroi finie (cm)	R mur fini (m <sup>2</sup> .K/W)	U mur fini (W/m <sup>2</sup> .K)	Niveau
20 (*) $\lambda=0.11$	140+ 8 (MULTIPOR + Enduit) $\lambda = 0,043$	35	5.18	0.19	BBC
25 (*) $\lambda=0.11$	140+ 8 (MULTIPOR + Enduit) $\lambda = 0,043$	40	5.61	0.18	BBC
30 $\lambda=0.09$	140+ 8 (MULTIPOR + Enduit) $\lambda = 0,043$	45	6.60	0.15	PASSIF

(\*) sous réserve de vérification de la conformité acoustique

Le MULTIPOR est un isolant minéral de la même famille que le béton cellulaire.

**Système:** Mur à isolation répartie et isolant intérieur complémentaire (ITI)  
**Exemple d'utilisation:** Mur rideau



Épaisseur (cm) et $\lambda$ bloc (W/m.K)	Épaisseur (mm) et $\lambda$ isolant (W/m.K)	Épaisseur paroi finie (cm)	R mur fini (m <sup>2</sup> .K/W)	U mur fini (W/m <sup>2</sup> .K)	Niveau
20 $\lambda=0.11$	100+ 10 (plaque de plâtre) $\lambda = 0,032$	32.5	5.05	0.20	BBC
25 $\lambda=0.11$	100+ 10 (plaque de plâtre) $\lambda = 0,032$	37.5	5.48	0.18	BBC
30 $\lambda=0.09$	100+ 10 (plaque de plâtre) $\lambda = 0,032$	42.5	6.47	0.16	PASSIF

3

Le traitement des ponts thermiques quelque soit le type de plancher associé permet de conserver une marge très significative par rapport à l'exigence réglementaire de référence pour le collectif: Voir l'onglet spécifique à la thermique pour plus de détails.

## 4

**L'étanchéité à l'air de l'enveloppe** : grâce à sa simplicité de mise en œuvre, les liaisons avec les ouvrants, les planchers et toitures sont aisées à traiter. Le choix d'utilisation du système constructif sans doublage intérieur est un atout supplémentaire permettant d'atteindre des valeurs de perméabilité à l'air inférieures aux valeurs de références. **Le gain sur la valeur de Consommation conventionnelle d'énergie est de 4 à 5%**

### Les enjeux

La maîtrise de la perméabilité à l'air supprime les entrées d'air parasites qui ont des effets sur :

- **la facture énergétique** car les besoins supplémentaires de chauffage résultant de ces flux d'air peuvent représenter 5 à 10 kWh/m<sup>2</sup>.an
- **l'hygiène et la santé**, car l'air qui transite dans les parois peut se charger de polluants
- **le confort thermique et acoustique** des occupants car les infiltrations d'air parasites peuvent créer des courants d'air froid et transmettre les bruits extérieurs
- **la conservation du bâti** en raison des risques de condensation dans les parois

### Depuis décembre 2009, Xella Thermopierre est agréé par la DHUP.

A la lumière de son expérience, l'industriel XELLA a mis au point un référentiel qualité pour la maîtrise de l'étanchéité à l'air des bâtiments collectifs et maisons individuelles, réalisés avec le monomur Thermopierre (blocs de 25 à 50 cm d'épaisseur, enduits sur les 2 faces, sans doublage rapporté.)

Sur la base des résultats de perméabilité à l'air obtenus, **ce référentiel a reçu l'agrément de la DGALN/DHUP sous la référence RT 2005-A7-008 (décision en date du 9 décembre 2009).**

L'application de ce référentiel permet aux opérations concernées de bénéficier d'une valeur de la perméabilité à l'air égale à la valeur de référence de la Règlementation thermique 2005, soit :

- 0,8 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) pour les maisons individuelles
- 1,2 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) pour les logements collectifs

**Cette valeur peut être prise en compte dès la phase d'étude thermique du projet, au même titre que les valeurs thermiques certifiées des maçonneries en Thermopierre.**

A titre de rappel, les valeurs à utiliser en l'absence d'un tel agrément sont les valeurs par défaut de la RT 2005, soit respectivement 1,3 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) et 1,7 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>).



### Contractualisation avec le maître d'ouvrage

Pour bénéficier de ces valeurs, le maître d'ouvrage contracte un accord avec XELLA sur le respect du référentiel Qualité perméabilité à l'air. Cet engagement s'étend à l'ensemble des prestataires du maître d'ouvrage (maîtrise d'œuvre, entreprises et *BlowerDoor en position d'essai (Photo Xella)*

sous-traitants), qui seront tenus d'appliquer les dispositions du référentiel qui les concernent. De son côté, l'industriel XELLA prend un certain nombre d'engagements en matière d'information et de formation des professionnels intervenant sur le projet, de participation aux réunions de chantier et d'assistance technique, ainsi que de réalisation de mesures de la perméabilité à l'air, avant la vérification

finale qui incombe au maître d'ouvrage.

### Expérience acquise

Pour l'obtention de l'agrément, XELLA avait vérifié la perméabilité à l'air de plus de 30 maisons individuelles et 40 logements collectifs, dont respectivement 70% et 100% respectaient les valeurs requises pour le BBC : 0,6 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) en MI et 1 m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) en collectifs.

Dans le cadre du projet CITE Jardins :

### **CONFORT THERMIQUE HIVER ET ETE**

La conception architecturale a prévu qu'une majorité (70%) de logements soit traversant ou à double orientation ce qui permet une optimisation de la récupération des apports solaires gratuits en hiver et une ventilation naturelle de façade à façade afin de déstocker la nuit, la chaleur accumulée par la structure le jour en été.

L'isolation des murs de façade sera réalisée par des blocs Thermopierre à isolation répartie ce qui apportera une très bonne isolation (coefficient de transmission thermique  $U = 0,32 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  inférieur de 15% au coefficient réglementaire) avec un soin important de l'étanchéité à l'air (= perméabilité). Ce procédé constructif permet de réduire de 70% les ponts thermiques structurels (liaisons murs / planchers). Le type de menuiseries prévu intégrera un vitrage à faible émissivité.

Le projet pourra répondre aux exigences de la Réglementation Thermique RT2005 avec des objectifs de gain de :

- 1. Label HPE -10%** : l'énergie retenue pour le chauffage sera de type électrique performant par panneaux rayonnants avec une gestion temporelle et une régulation pièce par pièce pour s'adapter à l'occupation réelle et la ventilation sera de type hygro-réglable avec gestion du taux de ventilation en fonction de l'humidité à évacuer (gain d'énergie important),
- 2. Label THPE -20%** : l'énergie retenue pour le chauffage sera le gaz naturel par des chaudières haut rendement individuelles et des radiateurs avec une gestion temporelle et une régulation pièce par pièce pour s'adapter à l'occupation réelle et la ventilation sera de type hygro-réglable avec gestion du taux de ventilation en fonction de l'humidité à évacuer (gain d'énergie important).
- 3. Label THPE EnR -30%** : l'énergie retenue pour le chauffage sera de type gaz individuel avec une gestion temporelle et une régulation pièce par pièce pour s'adapter à l'occupation réelle et la ventilation sera de type hygro-réglable avec gestion du taux de ventilation en fonction de l'humidité à évacuer (gain d'énergie important) et il sera prévu la pose de capteurs solaires collectifs pour assurer une couverture des besoins annuels de l'ordre de 45 à 50%. Ces capteurs seront reliés à des ballons individuels d'ECS bi-énergie (solaire et échangeur alimenté par la chaudière d'une capacité unitaire de 200 à 300 litres.

Pour le confort d'été, il est prévu des protections extérieures pour toutes les baies vitrées des pièces principales afin de contrôler l'entrée du rayonnement solaire direct en complément des loggias et auvents et de réduire ainsi le risque de surchauffe lié aux apports solaires.

Le rafraîchissement estival sera amélioré par l'ombrage porté par la végétation, et surtout par l'évaporation par les plantes permettant d'abaisser sensiblement la température par rapport à l'air avoisinant.

### **MAITRISE DES CONSOMMATIONS ELECTRIQUES**

**Le principe des distributions verticales (avec éclairage naturel), les commandes d'éclairage des parties communes par minuterie, l'utilisation de lampes basse consommation pilotées par détecteurs crépusculaires pour l'éclairage extérieur, le moteur électrique de la ventilation mécanique contrôlée piloté par un variateur de vitesse (adaptant la vitesse de rotation au débit réel à évacuer à tout moment) permettront de réduire les consommations électriques.**



La prise en compte de la **dimension environnementale** est également un atout significatif du système constructif, qui :

1. Consomme peu d'énergie au m<sup>2</sup> de mur fini, préserve les ressources naturelles: cf tableau ci-dessous
2. Favorise la réutilisation des chutes de coupes : isotropie du matériau : cf photos bas de page
3. Limite les nuisances sonores et l'utilisation de mortier : malaxage et scie à ruban électriques ; montage à joint mince de mortier colle.



## 2) **Rapidité de mise en oeuvre:**

Elle se traduit par :

### 2-1) **Organisation de chantier:**

- répartition des palettes sur site afin d'optimiser les quantités et les déplacements
- quantités et articles définis en amont et livrés au fur et à mesure de l'avancement du chantier
- pas de bétonnière ni mortier lors de l'élevation des murs (pas de sable ni ciment) = liberté de mouvement + chantier propre.

### 2-2) **Outils, manutention:**

- **facilité de manutention des blocs** grâce aux poignées de préhension, et des éléments de structure, grâce au matériel de levage mis à disposition par l'industriel
- **Poids manipulé sur l'ouvrage** (bloc + colle) sensiblement inférieur: 110 à 130 kg/m<sup>2</sup> contre 230 à 300 kg/m<sup>2</sup> pour les produits de gros œuvre en béton ou brique.
- mise à disposition d'une **scie électrique et des accessoires** nécessaires: peigne à colle, taloche à poncer,... : nuisances sonores réduites.
- récupération des coupes jusqu'à 2cm: déchets minimisés sur chantier = coûts de mise en décharge réduits = chantier propre.

### 2-3) Formation et assistance technique chantier:

Le formation des entreprises amenées à mettre en œuvre du béton cellulaire fait partie des services apportés par l'industriel XELLA. Dans un premier temps, l'entreprise passe par le **Centre de formation Thermopierre**. Ce centre de formation est agréé sous le numéro 82 38 03350 38

Lors du démarrage de chantier et en cours de chantier, la validation des acquis est vérifiée par l'équipe technique de XELLA Thermopierre sur le ou les premiers chantiers.

Les relations entreprise-industriel sont ainsi renforcées et peuvent faire l'objet d'un accord de partenariat véritable engagement réciproque gage de qualité de réalisation.

En complément, une documentation composée de guides de mise en œuvre et conseils est également diffusée dans le cadre des formations, d'une part, ou à la demande des professionnels, d'autre part.

### 2-4) Second œuvre : incidence sur prestation:

- Gros œuvre et second œuvre peuvent se suivre sans que le gros œuvre soit totalement terminé (charpente couverture)
- Electricité: réalisation de feuillures rapide, scie cloche; mise en œuvre sans le problème du doublage. **Le** rebouchage des saignées est réalisé au plâtre fort ou au mortier PREOREP.
- Menuiserie: pas de tapée; pas de redressement au mortier en périphérie des ouvertures; chevillage direct.
- Plomberie : facilité de percement; chevillage chimique ou plastique
- Pas de doublage = gain de temps: gros œuvre (charpente + couverture) terminé pour intervention du second œuvre sans soucis d'infiltration.
- La finition intérieure peut être démarrée avant l'exécution de l'enduit extérieur (bloc joint vertical collé)

### 2-5) Ce qu'il faut éviter

-**conception du gros œuvre**: portée trop importante de planchers entraînant des limites de descentes de charges.

-**plancher pré-dalles alvéolées**: trop de contre flèche, d'où risque de fissuration.

-**ouverture avec volet roulant trop grand** : solutions d'habillage limitées.

-**séparatif léger**: nécessite généralement la coupure du mur de façade pour l'acoustique entraînant des pertes de possibilité de stabilité. De plus cette disposition n'est pas toujours acceptée par l'architecte. Pour éviter de couper la façade, une solution est l'étude utilisant deux cloisons hauteur d'étage + laine minérale intercalée.

-**Meneau de faible largeur**: descente de charge vite limitée nécessitant le recours à un meneau armé

### 2-5) Ce qui doit être surveiller:

-**arase de départ** : le premier rang de blocs doit être parfaitement plan, afin de gagner du temps sur les rangs suivants. La rapidité de mise en œuvre s'appuie à la fois:

- sur la précision des blocs notamment leur hauteur,
- sur la régularité du joint de colle grâce à l'utilisation d'une truelle dentelée.

**- finition intérieure** : à bien définir sur le CCTP afin que l'entreprise chiffre la pose soignée ou pas (DTU 20-1).

**- nature de la finition:**

- plâtre ou ratissage
- peinture, papier peint ou voile de verre

**- pose des menuiseries** : tableau, feuillure, profondeur de feuillure, étanchéité de la menuiserie faite par: le menuisier, l'enduseur ou le maçon. C'est à définir au départ.

**- enduit extérieur:** support type B exclusivement, attention aux briquettes de parement: limitées aux modénatures

**- raccordements béton apparent / béton cellulaire** : poutre extérieure, poteaux en façade, etc.. souligner le joint ou armer l'enduit

**- acrotère:** respecter le DTU 20.12 pas d'acrotère haut en maçonnerie

**- raccords acoustiques:** Il existe une jurisprudence QUALITEL pour le Thermopierre, qui définit les dispositions constructives et les épaisseurs et type de matériaux à associer : mur séparatif, plancher et mur extérieur.

**Types d'opérations concernées par le procédé :**

Le tableau ci-après reprend en synthèse les typologies d'ouvrages entrant dans le cadre de ce CQFD

Option d'habitat	Système constructif	Modularité du bâti	Equipements
MI en bandes	Porteur	Cellules adaptables pour constituer MI ou Collectif	Adaptation du chauffage en fonction des objectifs de performance énergétique <sup>(2)</sup>
Collectif : R+1 à R+4 <sup>(1)</sup>		Mur extérieur Thermopierre (+ isolant si nécessaire) pour RT 2005 à 2020 et confort d'été <sup>(3)</sup>	
Collectif R+n	Remplissage ou autoporteur fixé sur la structure	Séparatif lourd ou SAD	
		Planchers lourds ou légers (bois) <sup>(4)</sup>	
		Confort d'usage Aspects sanitaires	

(1) l'épaisseur des blocs est adaptée en fonction du nombre de niveaux: épaisseur de base 25-30 cm, pouvant aller jusqu'à 36.5cm. Il est également possible d'augmenter la densité des produits et par voie de conséquence leur performance mécanique, et d'y ajouter un isolant.

(2) Ce point a été évoqué au chapitre thermique : il s'agit de déterminer les combinaisons bâti / équipements permettant d'atteindre les objectifs HPE, THPE et THPE ENR, a des coûts maîtrisés.

(3) Le recours à une isolation peut s'avérer nécessaire pour des ouvrages répondant par exemple au label bâtiment à basse consommation d'énergie. Cette isolation est appliquée de préférence par l'extérieur, même si le matériau permet déjà de traiter en grande partie les ponts thermiques. La paroi en Thermopierre grâce à sa capacité de déphasage et d'amortissement de l'onde de chaleur, permet de retarder l'entrée des calories d'été. Son action vient compléter l'inertie apportée par les plancher et séparatifs lourds.

(4) Les planchers lourds sont préconisés dans la majorité des cas pour respecter la réglementation acoustique. Toutefois, dans le cas d'appartements contigus type duplex, il est possible d'utiliser des planchers légers dont le sens de portée est parallèle au mur séparatif entre appartements.