

localisation de l'opération

cadastre Béthune \_ 1/1000



## « Habitat et Urbanisme \_ Lutte contre le changement climatique en Nord - Pas de Calais »

### Objectif(s) du projet LACTH (selon le dossier de candidature retenu) :

Le projet consiste à proposer une solution alternative aux modes de rénovation actuels du patrimoine locatif minier.

Cette alternative passe par la réflexion sur les «pièces intermédiaires», terme également alternatif à celui d'«espace tampon», manière de mieux affirmer à la fois son caractère énergétique (thermique, hygrométrique, acoustique, qualité de l'air) mais aussi humain (insister sur les événements qui se passent entre les personnes autant qu'entre le dedans et le dehors).

Ces pièces intermédiaires paraissent une possibilité de conserver le patrimoine architectural existant tout en accompagnant sa mutation fonctionnelle autant que sociale.

L'expérimentation à l'échelle réelle sur la base de modélisations dynamiques permettra de vérifier in situ la validité des propositions. Le mode de réglementation pourra alors être réévalué au regard d'autres systèmes normatifs.

Définir une alternative spatiale et en terme d'usage aux solutions strictement techniques par l'intermédiaire d'une expérimentation à l'échelle réelle.

Objectif(s) du projet LACTH (selon le dossier de candidature retenu)\_p. 7 :

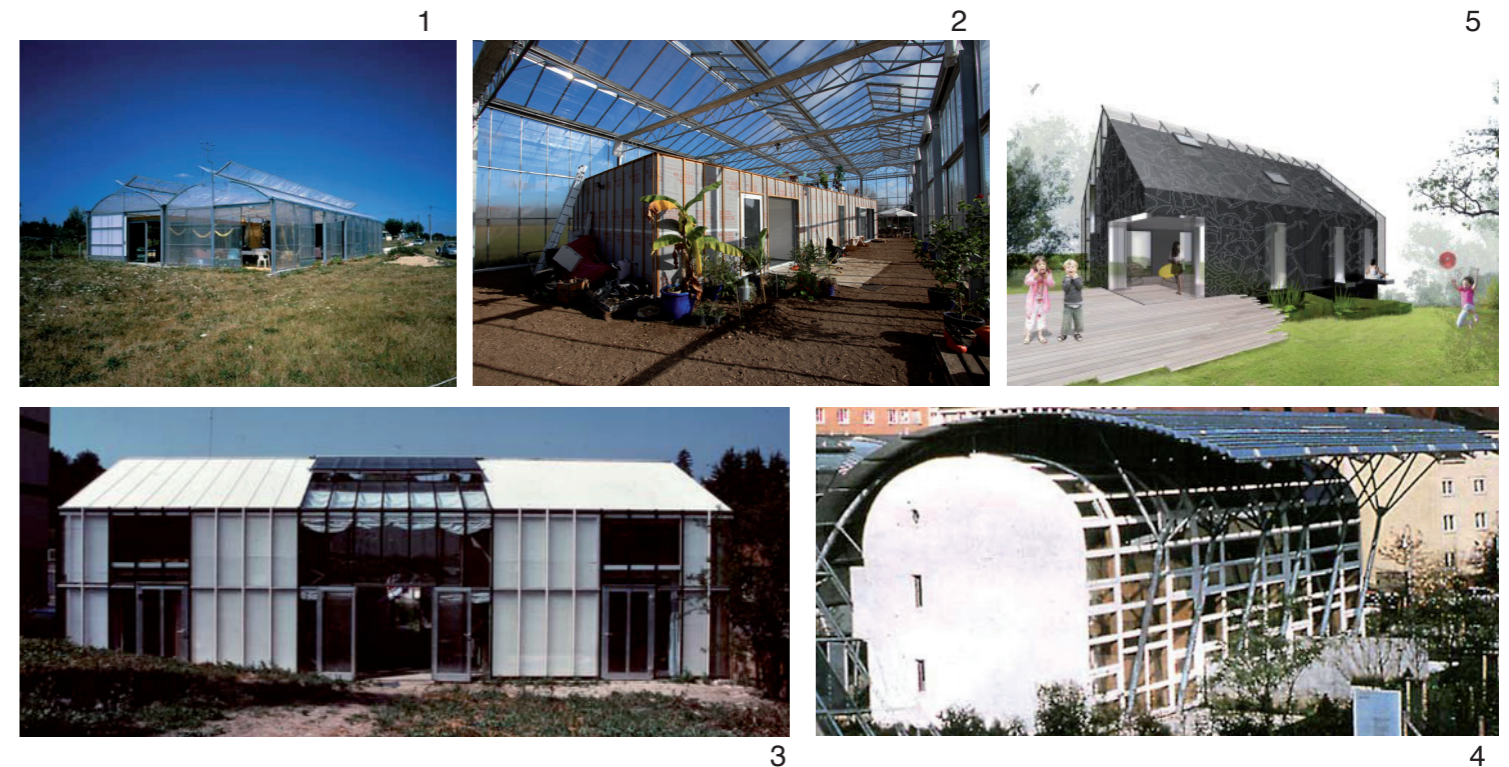
*Est-il envisageable de totalement «habiller» une maison par un matériau dont la transparence permet de conserver l'aspect tout en lui apportant une nouvelle épaisseur protectrice ? Ce matériau n'est-il pas tout simplement l'air, un air qui circule et gère les échanges de température entre intérieur et extérieur, en préchauffage l'hiver et refroidissement l'été ?*

La solution de l'enveloppement totale du groupe de 5 logements proposé par le SIA réponds à ce postulat de base de la recherche : créer une nouvelle épaisseur isolante sur l'ensemble des parois de la construction existante (façades et couverture).

Ce type d'intervention a déjà été expérimenté ponctuellement à l'occasion de construction de maisons individuelles (à Coutras<sup>1</sup>, 2000, architectes Lacaton et Vassal, à Niort<sup>2</sup>, 2014, IP architectes, à Lyon<sup>3</sup>, 1985, Jourda et Perraudin architectes), de maisons expérimentales groupées (à Stuttgart<sup>4</sup>, 1988, Jourda et Perraudin architectes), et de concours d'idées (Concours d'idées «Petites machines à habiter. Ca va barder! ou comment rhabiller sa maison pour l'hiver»<sup>5</sup> 2008, Stéphane Mauget et Anne-Sophie Coué, lauréats : un manteau d'air en seconde peau.

Ces projets n'ont pas été l'objet d'études de recherche bioclimatique scientifique.

Le projet «LACTH / Volumes intermédiaires» poursuit ces expériences construites sur le sujet de la réhabilitation thermique des logements individuels du bassin minier du Nord-pas de Calais en créant un volume global enveloppant els logements à réhabiliter en proposant une démarche architecturale et scientifique.



## Gabarit de l'enveloppement / usages

Objectif(s) du projet LACTH (selon le dossier de candidature retenu)\_p. 7 :

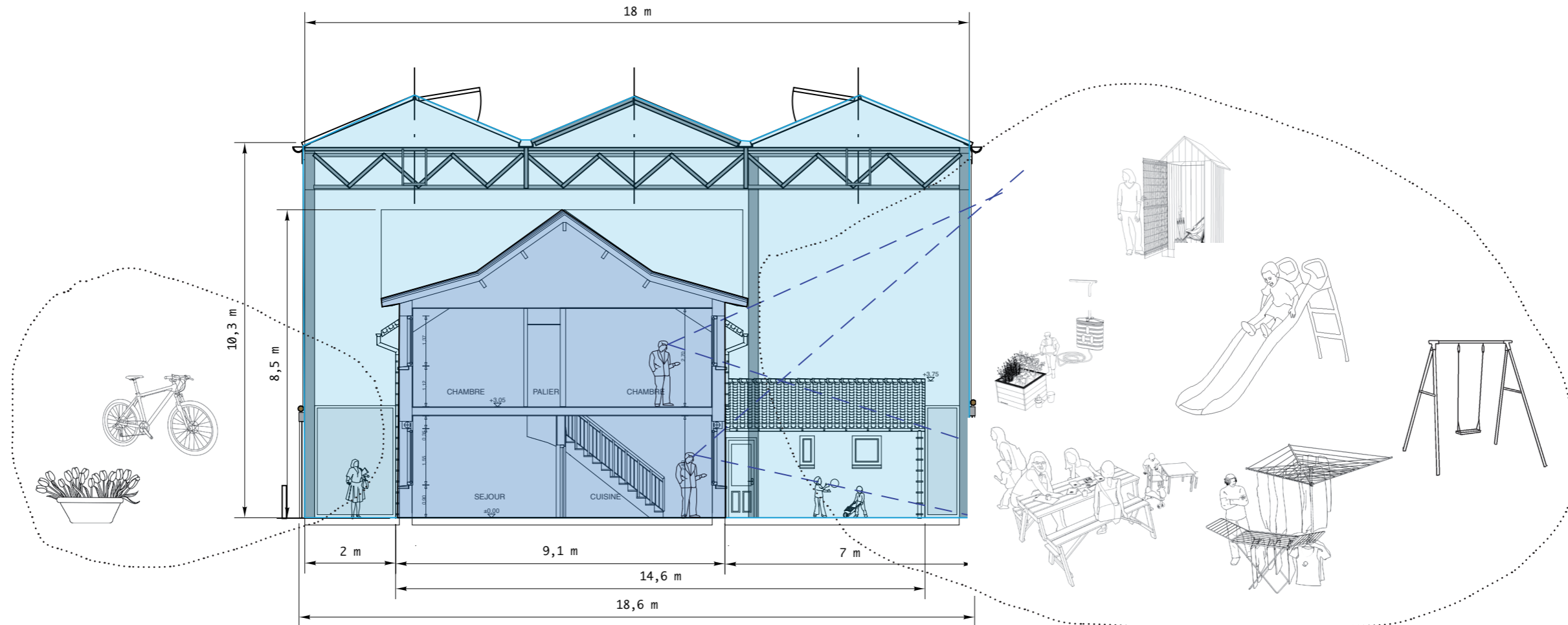
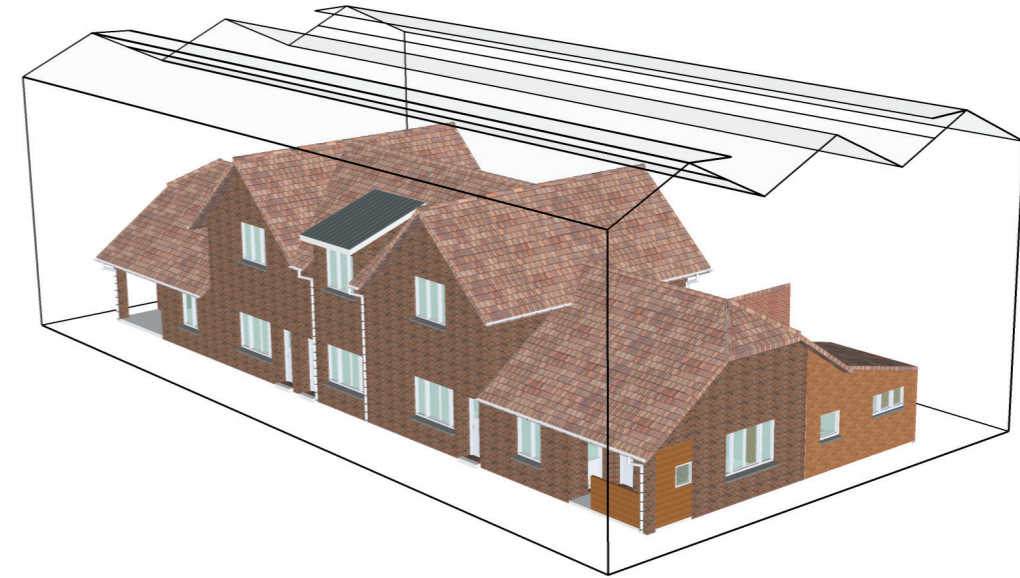
Si la solution proposée peut concerner plus de 100 logements, on pourra dès lors parler d'industrialisation de la construction. L'hypothèse de cette recherche est que la solution envisagée, qu'il est possible de mettre en oeuvre rapidement avec les habitants restant en place, est un principe unique mais qui sera adaptable à différentes dimensions de logements, à différentes typologies de maisons et d'organisations urbaines.

Elle est aussi l'articulation et la transition entre les pièces intimes, les lieux de vie et l'extérieur. On peut ainsi choisir d'ouvrir largement la maison sur l'extérieur, tout en étant à l'abri de la pluie, ou du regard des voisins.

Le prototype construit dans le cadre de cette recherche est considéré comme une solution générique. Il propose en ce sens une solution adaptable à plusieurs situations, différents gabarits construits existants.

Il englobe le groupe des 5 maisons suivant :

- leur gabarit en hauteur : la structure de couverture est placée au dessus du faitage de la partie la plus haute des couvertures existantes). La hauteur du volume défini par l'enveloppe est d'une dizaine de mètres. Cette hauteur généreuse rend la présence d'un toit très discrète, peu perceptible. La sensation d'un dehors protégé est alors accentuée. La couverture n'est pas visible depuis l'intérieur des logements.
- en ménageant un espace d'environ 2 mètres de profondeur devant les entrées (la façade de l'espace tampon se situe à 50 cm derrière les barrières existantes) offrant un espace de sas entre l'espace public et l'intérieur du logement (on entre aujourd'hui directement dans le salon)
- et un espace de jardin protégé à l'arrière de 7 mètres de profondeur. Cet espace reçoit des activités quotidiennes de jardinage, de jeux, on y sèche son linge à l'abri de la pluie et du vent dans un climat maîtrisé. Les espaces de la maison y trouvent une extension, à mi-chemin entre l'intimité d'un salon, et l'extérieur du jardin.





## Gabarit de l'enveloppement / image contemporaine du projet

Objectif(s) du projet LACTH (selon le dossier de candidature retenu)\_p. 7 :

La question posée est celle de tout intervention sur un patrimoine bâti dont les qualités (intégrité, authenticité) sont à conserver, mais qui ne peut être pérenne qu'à la condition d'accepter les évolutions garantissant ses évolutions, tant programmatique (usages) que technique (normes), tant à l'échelle architecturale (la ou les maisons) qu'urbaine (la cité minière).

L'objectif de la recherche est donc de trouver des solutions alternatives à un problème bien connu – l'intervention contemporaine dans un contexte patrimonial, mais sans réduire la surface habitable des maisons ni penser à une solution lourde et radicale (déconstruction-reconstruction).



Le gabarit de l'enveloppe, conjugué à la nature des parois est également une réponse à la préservation du caractère de l'existant. Il est clairement posé comme postulat de ne pas intervenir sur les logements objet de l'étude.

La mise à distance des parois du volume englobant permet aux logements une respiration, on lit leur intégrité. Ils existent toujours comme «maisons en briques», patrimoine du bassin minier. Seul leur environnement a changé, s'est adapté aux nouveaux usages proposés.

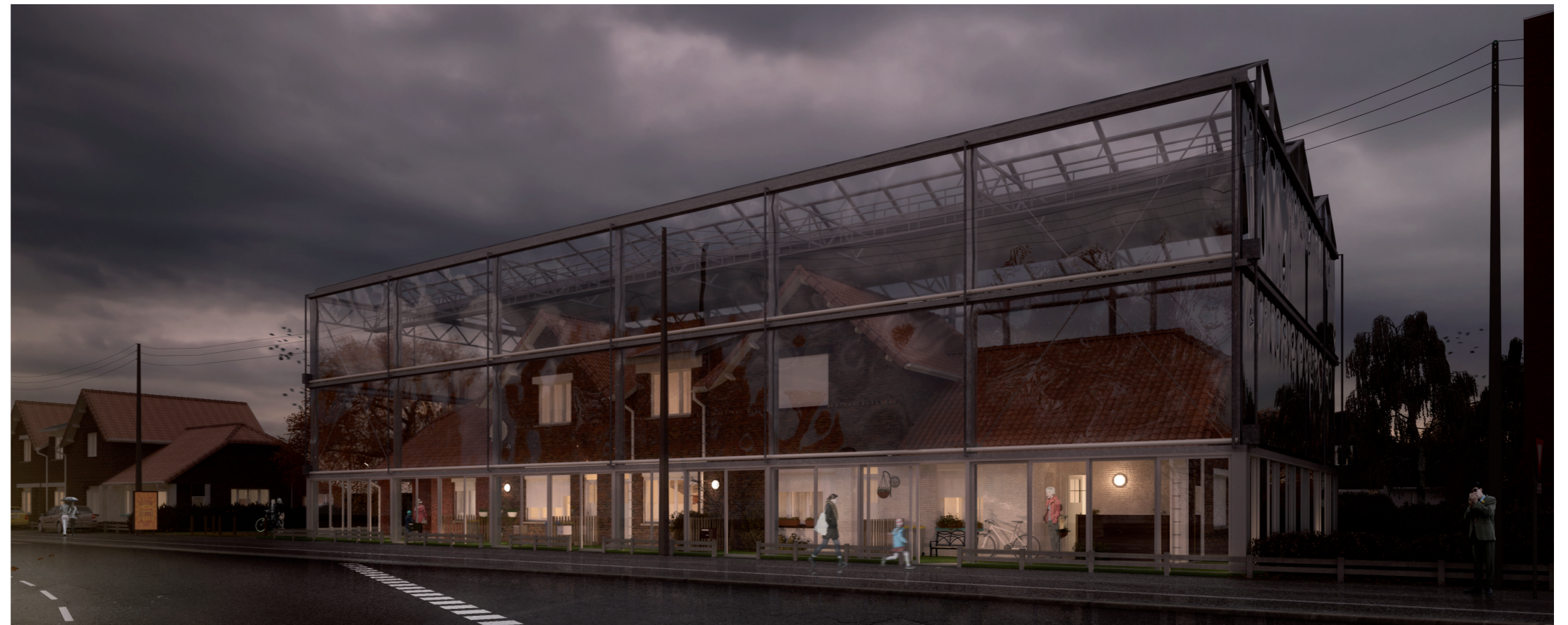
Leurs façades, suivant les saisons, est toujours lisible comme façades principales des espaces intérieurs des logements, leurs couvertures conservent leur rôle de protection contre la pluie (les eaux de pluie seront collectées, via les chéneaux de la nouvelle couverture, dans le réseau existant).

Les 4 façades du volume enveloppant sont constituées de toiles ETFE enroulables offrant la possibilité d'une ouverture maximale quand les conditions climatiques le permettent, ne laissant lire que la structure du dispositif. Les maisons ne sont pas dissimulées.

Lorsque le volume est fermé, la grande transparence de ces toiles permet de une visibilité nette de l'existant.

Les couvertures, en grande partie vitrées, offrent la possibilité d'une ventilation importante et d'un apport de lumière identique à un extérieur.

Le tout fabrique un ré-écriture contemporaine de ce patrimoine vivant.





## Gabarit de l'enveloppement / extension de logements

Objectif(s) du projet LACTH (selon le dossier de candidature retenu)\_p. 8 :

Dans un contexte à priori très rigide et répétitif, chacun possède alors la possibilité de s'approprier son logement, de le modeler, de l'individualiser, de le caractériser afin de se créer un cadre de vie riche et varié. L'espace de jardin d'hiver peut alors être selon des temps, et les envies différentes, un espace d'intimité, ou un lieu intermédiaire "tampon" entre l'espace public et les lieux intimes de la maison.

Cet espace supplémentaire, hors d'eau, hors gel offre toute les possibilités de débordement des activités de la maison, ainsi que le volume de possibles extensions de futures surfaces chauffées. C'est aussi par son gabarit en hauteur et le traitement de ses parois un moyen de générer de l'effet de serre, faisant bénéficier ses apports calorifiques gratuits, et son rôle d'espace tampon à l'ensemble du logement. Le préchauffage de l'air permet des économies de chauffage comme évite des déperditions thermiques.

Le volume du jardin d'hiver permet d'accueillir ces nouveaux usages avec une offre très variée en matière de surface, de nature, de rapport avec le logement chauffé, avec le jardin d'hiver ou avec l'extérieur. Ce panel offre des réponses adaptées aux besoins des habitants.

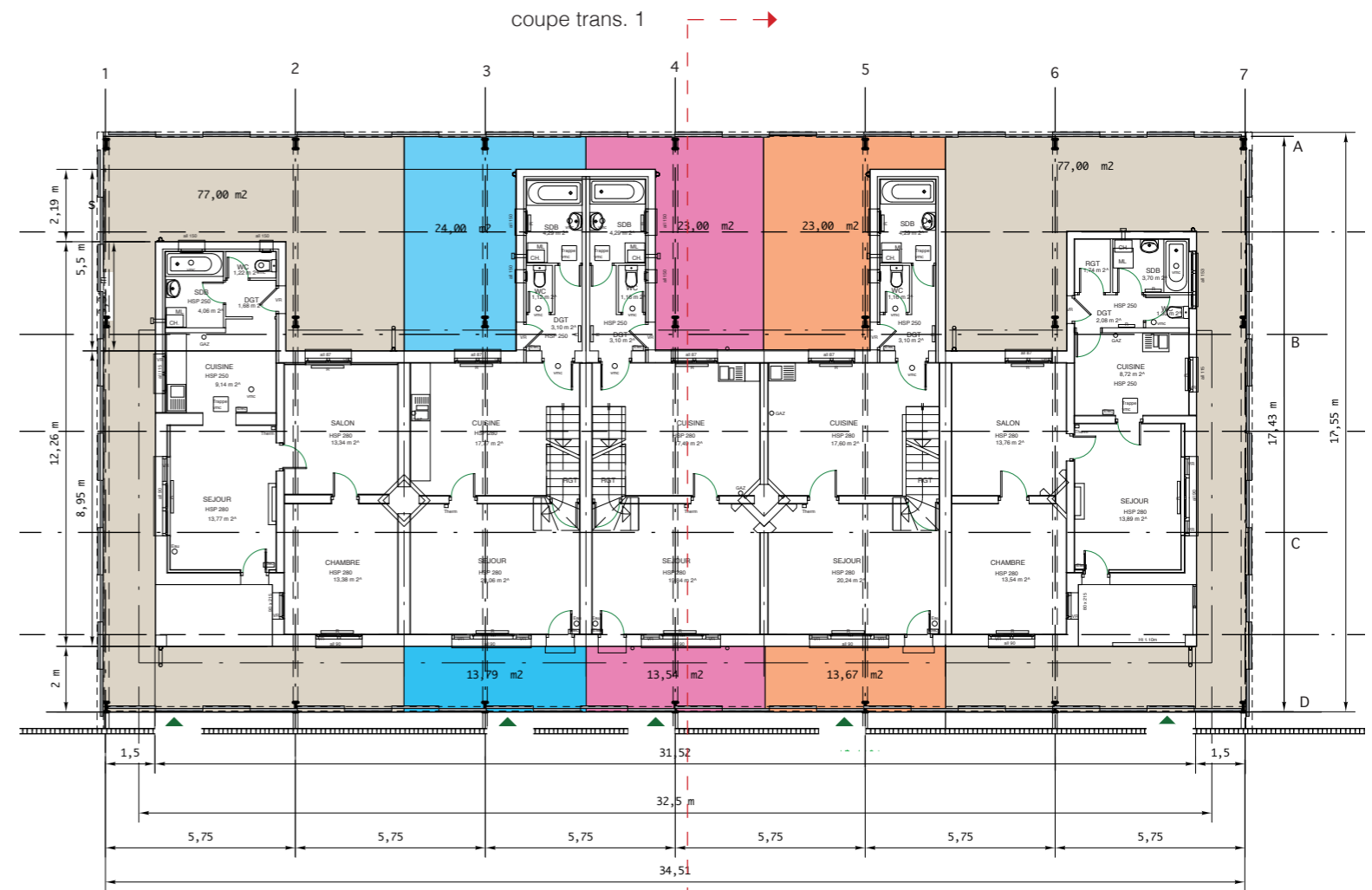
La pièce intermédiaire (espace tampon) est multi-usage :

- apport de lumière dans les pièces de vie
- amenée d'air dans les pièces de vie à partir d'un air préchauffé
- accueil des activités domestiques en fonction des saisons, des activités en tout genre (salon, jeux, bricolage jardin,...)
- abris vélo, garage, buanderie
- hall d'entrée, ...

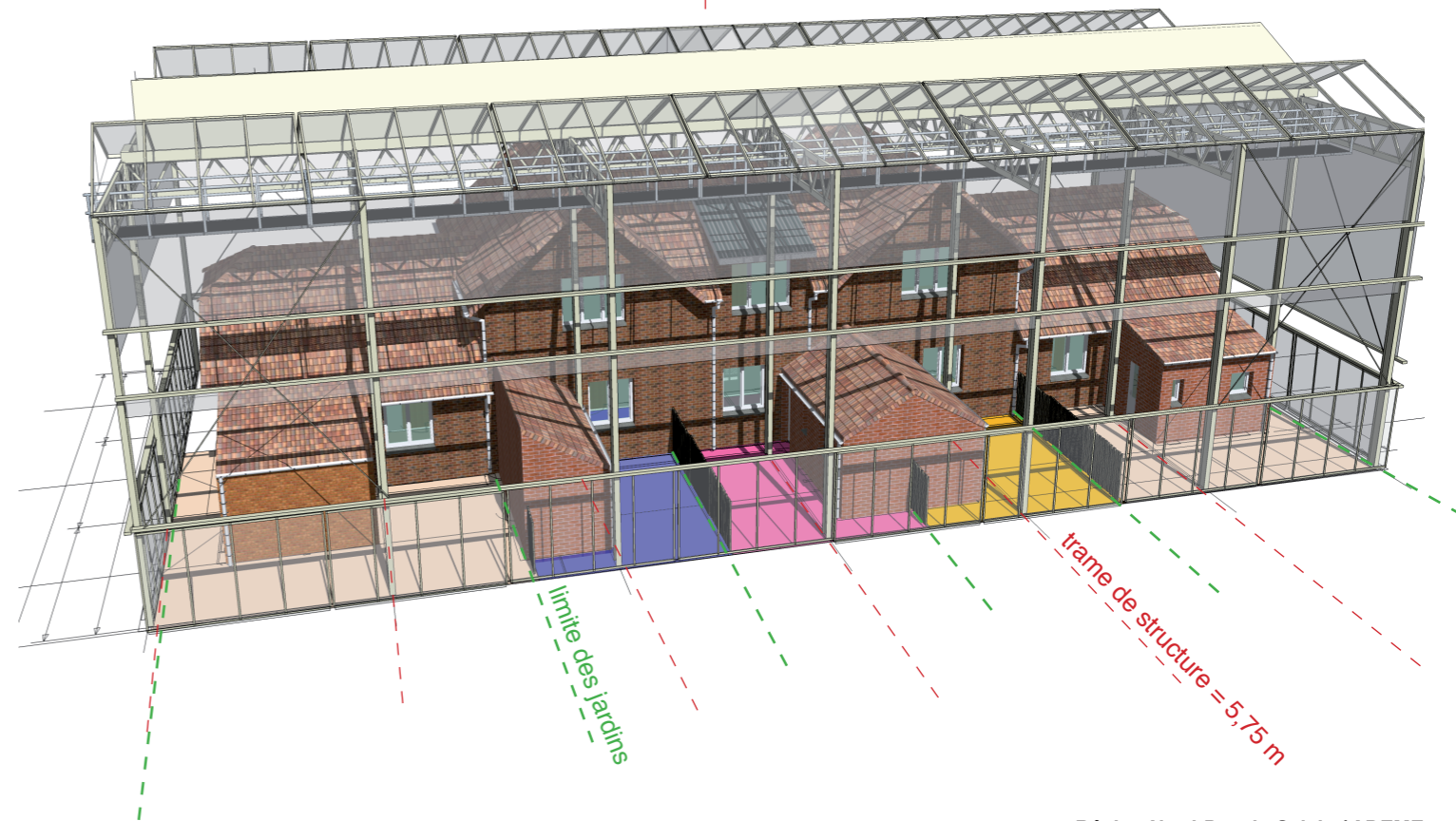
La fragilité du système proposé est le fait d'augmenter le logement d'une surface couverte et fermée (le sol peut rester en pleine terre) sans que celle-ci devienne une surface habitable administrative, c'est-à-dire soumise à un loyer qui augmente l'initial. La possibilité de mutualiser cette pièce par deux maisons est peut-être un moyen de penser une surface habitée non officiellement habitable (comme un débarras non chauffé, un garage ou un abri de jardin).

Du point de vue administratif, cette surface ne rentre pas dans la comptabilité de la SHAB (Surface HABitable), mais, en tant que SA (Surface Annexe), fait partie de la SU (Surface Utile) pour la moitié de sa contenance. Elle est de fait comptabilisée comme de la SHON (Surface Hors oeuvre Net), surface de référence lors d'un permis de construire.

Le volume intermédiaire créé ne fait pas l'objet de séparatifs au droit de chaque logement. Il est considéré comme une zone extérieure protégée, comme un jardin proposant un climat particulier. Les clôtures entre les jardins sont donc ré-installés. Dès lors, la structure de l'enveloppe peut être pensée indépendamment des trames de logements. Le climat généré par le volume tampon est géré dans son ensemble.

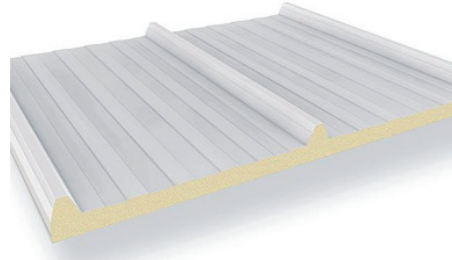


RDC du groupe de logements 1/200

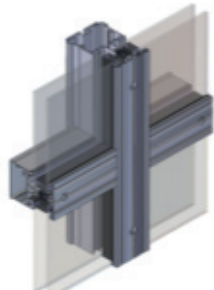




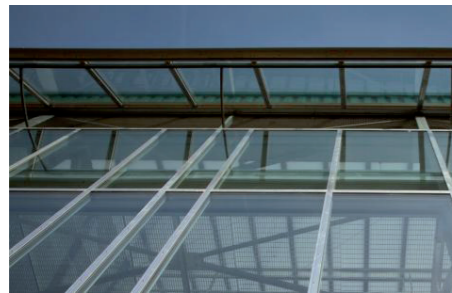
# Dispositif de l'enveloppe



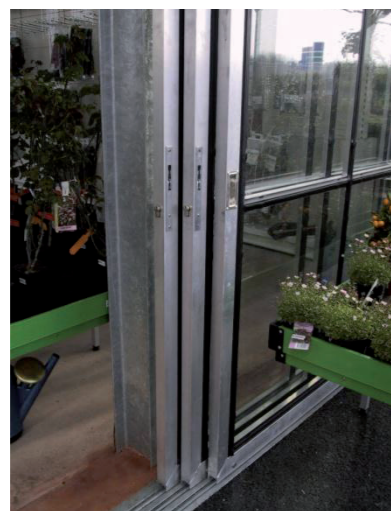
1 bac acier isolé sur chapelle centrale



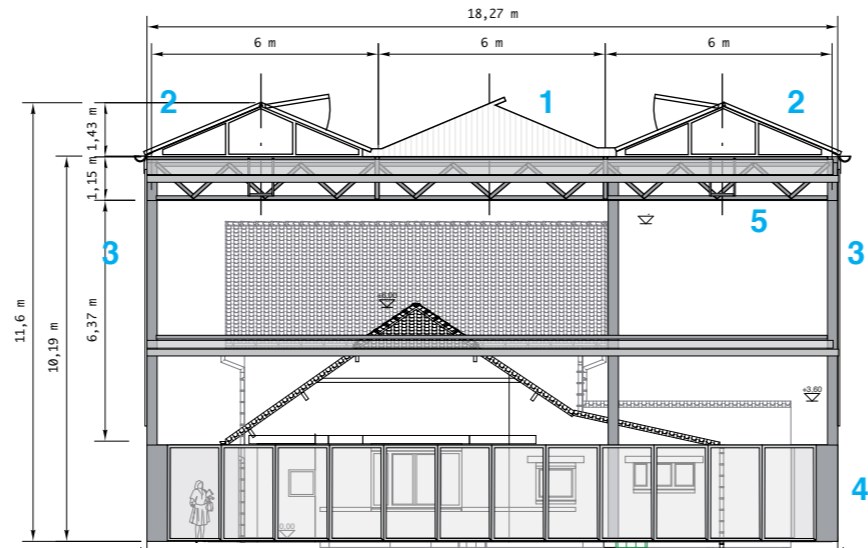
2 couverture vitrée non 1200 joules



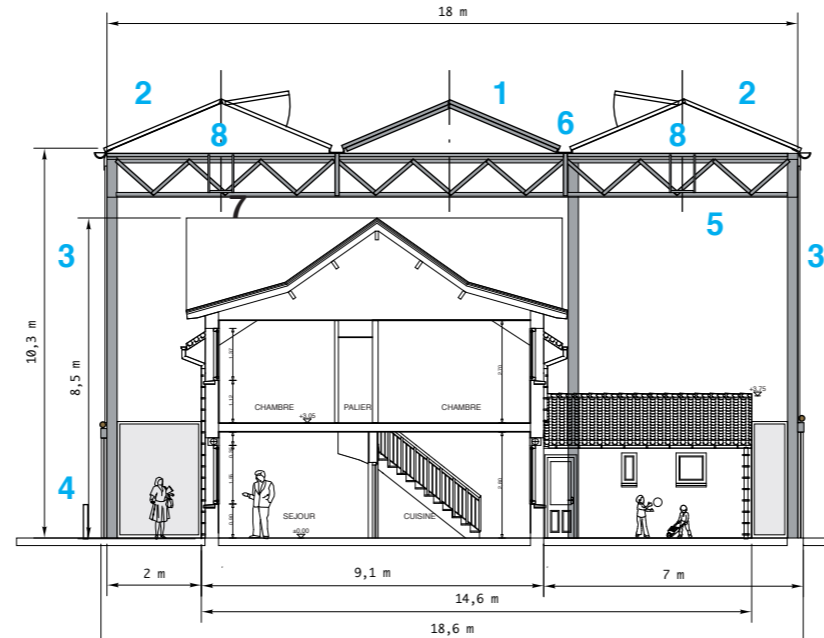
3 systèmes d'ouverture des ouvrants à enroulement vertical Toiles PVC ou ETFE



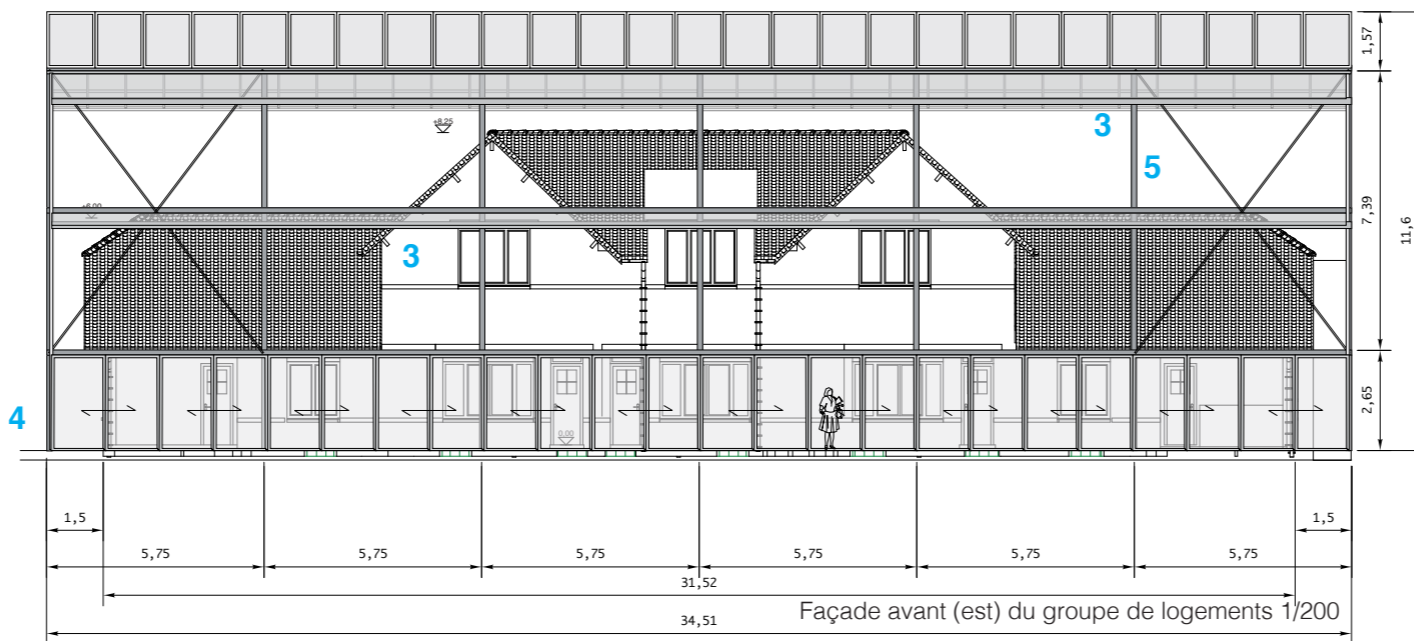
4 baies vitrées coulissantes en RDC



Pignon nord du groupe de logements 1/200



Coupe transversale 1 du groupe de logements 1/200



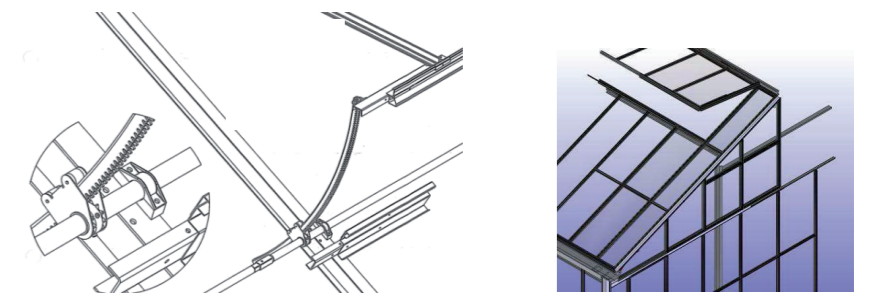
Façade avant (est) du groupe de logements 1/200



5 structure métallique + couverture vitrée



6 structure métallique + chéneau visitable (entretien des couvertures vitrées)  
7 + passerelle technique (entretien des moteurs de crémaillères)



8 système d'ouverture des ventilations de couverture : crémaillères (ouverture automatisée piloté par une mini station météo)

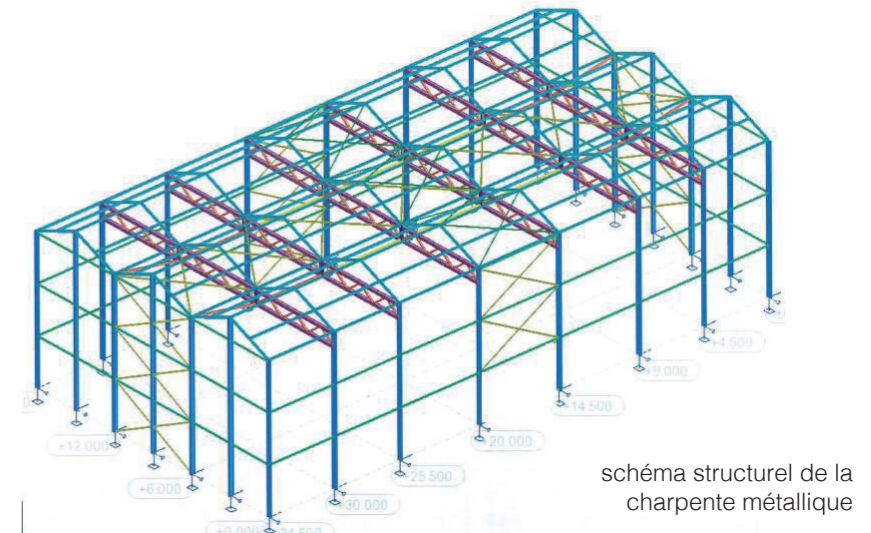


schéma structurel de la charpente métallique



## Gestion thermique

### PRINCIPES

#### # Pertes de chaleur

- > Contact bâtiment / sol (conduction thermique)
- > Mouvements d'air internes et externes (convection thermique)

#### # Gains de chaleur

- > Equipement technique
- > Naturels (solaire)

#### # Principe de la double peau avec effet de serre

- > Gestion de la circulation «externe» de l'air
- > Optimisation des gains

### OBJECTIFS DES ETUDES

#### # Etudes thermiques de l'existant via Comfie-Pléiades et TRNSYS

- > Base de données matériaux issus du BET
- > Evaluation des besoins en chauffage (kW.h / m<sup>2</sup> / an)

#### # Instrumentation thermique et QAI logement existant et vide

- > Etude comparative avant / après réhabilitation

#### # Relevé des données météo via station locale référencable météo-france

- > Comparaison données météo avec relevés in-situ

#### # Recherches appliquées simulation numérique thermique et fluide

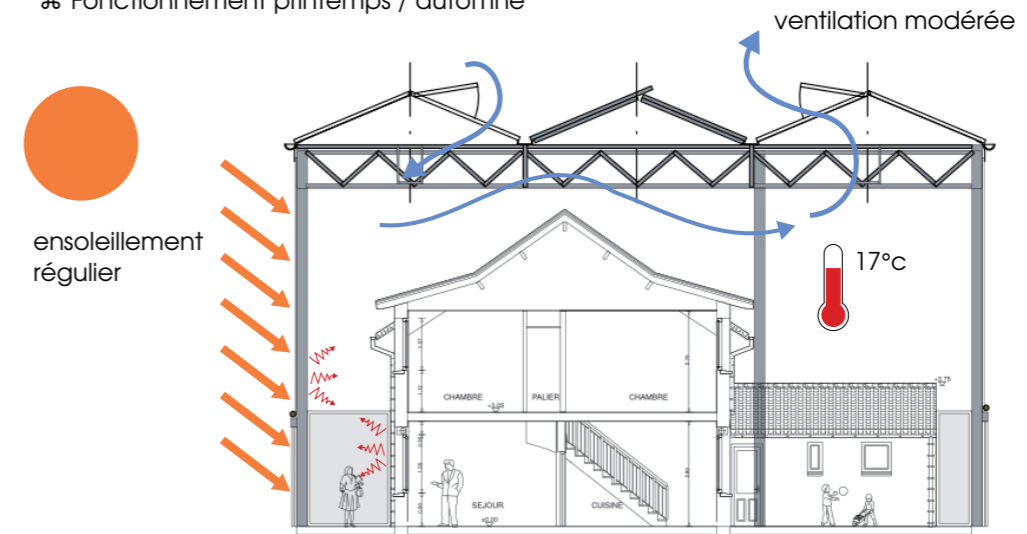
- > Modélisation du phénomène de double peau
- > Implantation dans logiciel type BET

#### # Etudes thermiques du projet via Comfie-Pléiades et TRNSYS

- > Différents scénarios d'utilisation de la serre (ventilation, occultation,...)
- > Comparaison habitation / bloc par 5
- > Evaluation des besoins en chauffage (kW.h / m<sup>2</sup> / an)

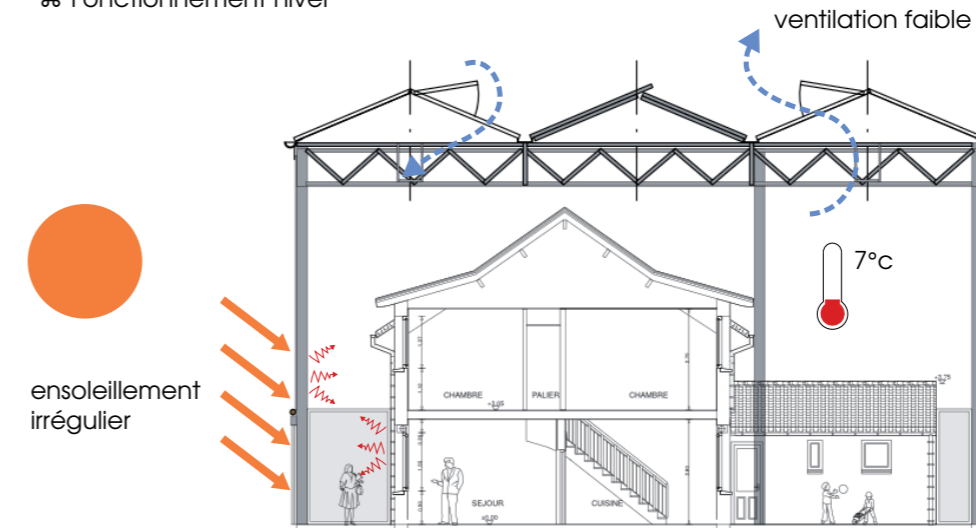
## IMPACT THERMIQUE DU PROTOTYPE

⌘ Fonctionnement printemps / automne



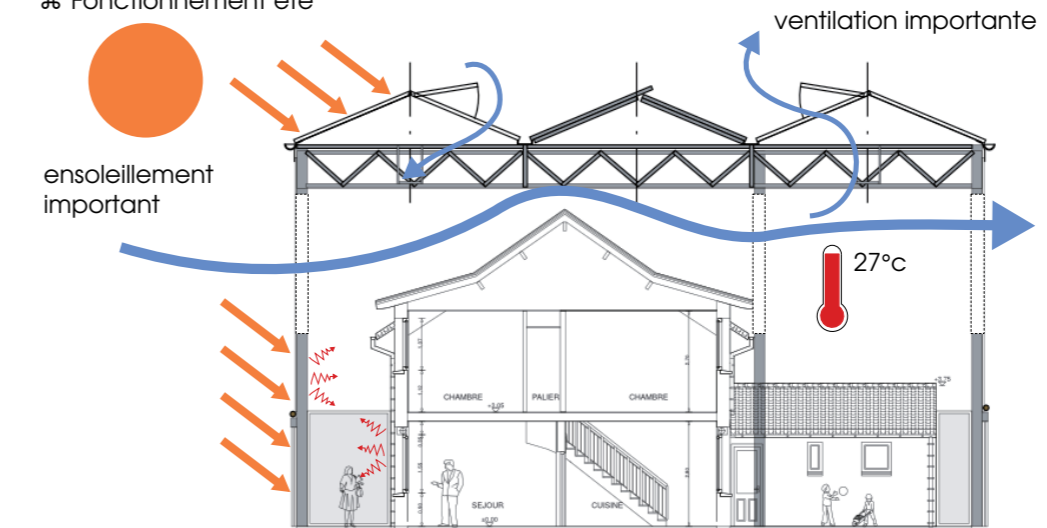
besoins en chauffage faibles à ponctuels  
occultation rare

⌘ Fonctionnement hiver



besoins en chauffage réguliers mais modérés  
pas d'obturation

⌘ Fonctionnement été



besoins en chauffage nuls  
obturation fréquente



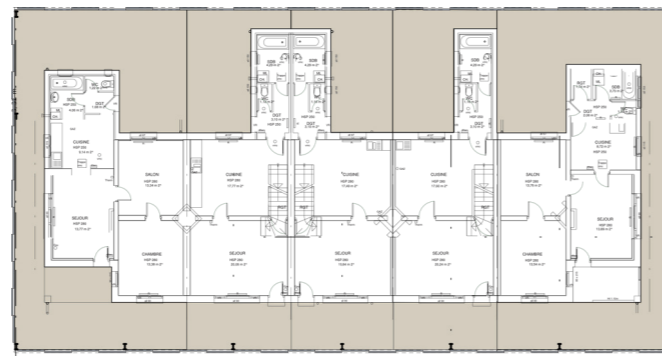
ANALYSE STD

⌘ Bilan des études thermiques du bloc par 5

Modèle	1	2	3	4	5
Besoin en chauffage (kW.h.EP/m2.an)	233	124	118	122	18
Tmin-moy logement	13.7°C	14.2°C	13.9°C	13.7°C	14.17°C
Tmax-moy logement	28.9°C	38.08°C	34.7°C	32.8°C	32.9°C
Taux inconfort max	0.6%	23.4%	11.2%	6.5%	9.3%

Modèle

- 1 Etat initial
- 2 Ventilation serre constante
- 3 Ventilation serre scénarisée
- 4 Ventilation et obturation serre scénarisées
- 5 Ventilation et obturation contrôlées



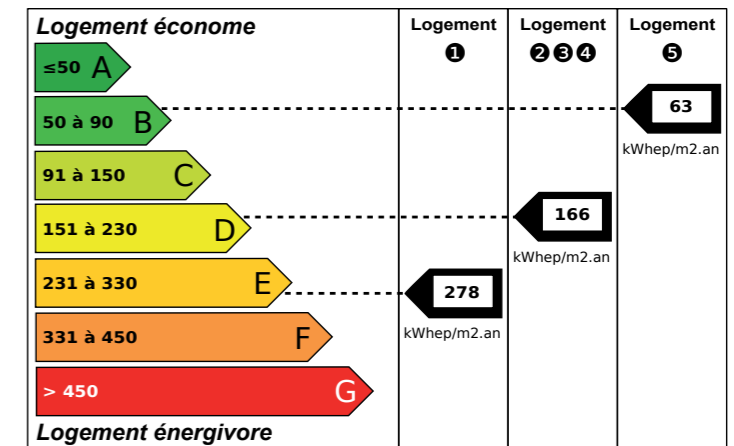
ETIQUETTE ENERGETIQUE ( besoins réglementaires)

⌘ Bilan des études thermiques du bloc par 5

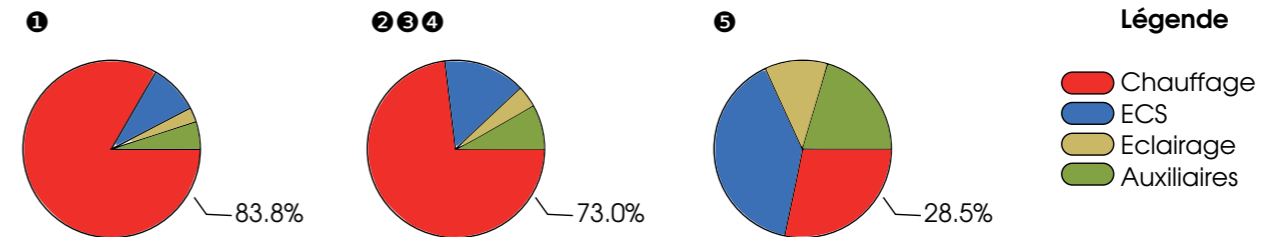
Conso. totale (kW.h.EP/m2.an)

Modèle

- 1 Etat initial
- 2 Ventilation serre constante
- 3 Ventilation serre scénarisée
- 4 Ventilation et obturation serre scénarisées
- 5 Ventilation et obturation contrôlées



⌘ Part du chauffage dans les différentes solutions



Légende

- Chauffage
- ECS
- Eclairage
- Auxiliaires

## Etudes économiques

### ESTIMATIONS

# Enveloppement décrit ci-dessus

1 Unité (pour 5 logements) : 390 000 € HT  
20 Unités : 6 900 000 € HT (soit 345 000 €HT / Unité)

# Fondations / GO

1 Unité (pour 5 logements) : 80 000 € HT  
20 Unités : 1 440 000 € HT (soit 72 000 €HT / Unité)

### Total coût investissement

1 Unité (pour 5 logements) : 470 000 € HT  
20 Unités : 8 340 000 € HT (soit 417 000 €HT / Unité)

Elles ne prennent pas en compte les données suivantes :

# Tous les frais inhérents à la coupure de la ligne électrique auprès des concessionnaires et autres instances.

# Installation de chantier comprenant :

- le libre accès des camions pour amenée et repli de matériels à pied d'oeuvre
- la mise à disposition de zone de stationnement pour les livraisons,
- les autorisations administratives et privées nécessaires
- le stockage et l'évacuation des déchets (zone de cantonnement de chantier à prévoir en partie sur la voie).
- la fourniture de l'eau et de l'électricité pendant la durée du montage
- l'alimentation électrique en 380 Tri + Neutre + Terre jusqu'à l'armoire

# Le nettoyage des vitres à la fin du chantier.

# Le nettoyage de la charpente lors d'un montage sur terrain sale.

# la mise à la terre de la structure

Pour une étude comparative plus globale avec le projet de rénovation hors recherche, manquent les calculs concernant :

- le coût de relogement des habitants durant la durée de chantier (suivant phasage) pour le projet classique. le projet LACTH permet le maintien sur place des habitants.
- le gain sur les charges (à comparer avec la solution retenue pour la rénovation hors recherche) (calculs à préciser suivants consommations réelles)
  - par exemple, si la solution retenue est la solution 3 (selon étude thermique ETCD)
    - > état initial : 294 kWh/m<sup>2</sup>.an, soit une dépense annuelle d'environ 107 016 € (surface utile de 364 m<sup>2</sup>, sur la base d'un coût de 0,144 €/ kWh), soit en moyenne par logement 21 403 € (1700 €/ mois)
    - > projet classique : 166 kWh/m<sup>2</sup>.an, soit une dépense annuelle d'environ 60 424 € (surface utile de 364 m<sup>2</sup>, sur la base d'un coût de 0,144 €/ kWh), soit en moyenne par logement 12 008 € (1000 €/ mois)
    - > projet LACTH : 63 kWh/m<sup>2</sup>.an, soit une dépense annuelle d'environ 22 932 € (surface utile de 364 m<sup>2</sup>, sur la base d'un coût de 0,144 €/ kWh), soit en moyenne par logement 4 586,40 € (382 € / mois)
- les coûts d'entretien des deux solutions (non estimés pour le projet LACTH, non connus pour le projet classique)