



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

## Rapport de Projet de Fin d'Etudes - Promo 2016 -

□

# Habitat alternatif à haut seuil de tolérance



**LE RENOUVEAU**  
*Centre d'Hébergement et de Réinsertion Sociale*  
*Service Intégré d'Accueil et d'Orientation*  
*Service d'Accompagnement Social*  
16 Quartier de la Magdeleine  
88000 EPINAL  
Tél. : 03.29.35.06.57  
Fax : 03.29.33.07.17

**EL FATIH Ihssane et SERVOLLE Ludivine**  
**2015 / 2016**

Responsable en entreprise : Sylvain NAGEL  
Enseignants responsables : Eric MOUGEL

## SOMMAIRE

---

<b>Principales notations</b> .....	<b>1</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>2</b>
<b>Partie 1 Cahier des charges fonctionnel</b> .....	<b>3</b>
1. Contexte et présentation générale du projet.....	3
1.1. <i>La grande précarité</i> .....	3
1.2. <i>Analyse de trois expérimentations existantes</i> .....	4
1.3. <i>L'association Le Renouveau</i> .....	8
1.4. <i>Finalités du projet</i> .....	9
2. Expression fonctionnelle du besoin .....	9
2.1. <i>Enoncé des fonctions principales</i> .....	9
2.2. <i>Enoncé des fonctions complémentaires</i> .....	10
2.3. <i>Critères, niveaux et flexibilité</i> .....	10
2.4. <i>Hiérarchisation des fonctions</i> .....	14
<b>Partie 2 Proposition architecturale</b> .....	<b>16</b>
1. Implantation dans le quartier de la Magdeleine .....	16
2. Unité d'habitation .....	18
3. Unité commune.....	19
<b>Partie 3 Optimisation technique et financière</b> .....	<b>21</b>
1. Modularisation du projet .....	21
1.1. <i>Rationalisation des unités en modules</i> .....	21
1.2. <i>Avantages de la démarche</i> .....	24
2. Choix techniques pour les différents lots .....	26
2.1. <i>Voirie et réseaux divers (VRD)</i> .....	26
2.2. <i>Fondations</i> .....	27
2.3. <i>Équipement technique des conteneurs maritimes</i> .....	28
2.4. <i>Structure et enveloppe bois : murs, menuiseries, planchers et toitures</i> .....	31
2.5. <i>Revêtements extérieurs : couverture, zinguerie et bardage</i> .....	32
2.6. <i>Revêtements intérieurs : sols, murs et plafonds</i> .....	34
3. Analyse financière du projet .....	34
3.1. <i>Récapitulatif des coûts</i> .....	34
3.2. <i>Variantes possibles</i> .....	35
<b>Conclusion</b> .....	<b>39</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>40</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>a</b>
1. Tableaux de pondération des fonctions.....	a
2. Dossier de présentation du projet.....	a
3. Chiffrage de l'unité d'habitation .....	k
4. Chiffrage de l'unité commune .....	q

## PRINCIPALES NOTATIONS

---

CDCF	Cahier des charges fonctionnel
CHRS	Centre d'hébergement et de réinsertion sociale
CVS	Conseil de Vie Sociale
DIHAL	Délégation interministérielle à l'hébergement et à l'accès au logement
EC5	Eurocodes 5 (règlement européen de construction bois)
ECS	Eau chaude sanitaire
FC	Fonction complémentaire
FP	Fonction principale
NF	Norme française
PMR	Personne à mobilité réduite
RT	Réglementation thermique
SIAO	Service Intégré d'Accueil et d'Orientation
VRD	Voirie et Réseaux Divers

# INTRODUCTION

---

Le rapport 2016 de la Fondation Abbé Pierre sur le mal-logement<sup>1</sup> révèle les difficultés d'accès au logement en France : 3,8 millions de personnes sont aujourd'hui mal-logées, dont 894 500 sont privées de logement personnel. Environ 141 500 personnes sont sans domicile. L'absence de logement s'accompagne souvent d'autres difficultés comme des ressources limitées, qu'elles soient financières, mentales ou sociales. Le réseau associatif national se mobilise pour aider ces personnes à retrouver un habitat digne. Il est soutenu par l'Etat, car le droit au logement découle en France des textes constitutionnels. En effet, le onzième alinéa du Préambule de la Constitution garantit à tous des moyens convenables d'existence.

Sur le secteur d'Epinal, l'association Le Renouveau apporte de l'aide aux personnes en situation d'exclusion ou en cours d'exclusion. Une forme prise par cette aide est la proposition de places d'hébergement au sein de logements d'urgence ou d'un foyer. Mais les règles qui régissent ces endroits et la vie en collectivité, à proximité d'autres personnes, ne conviennent pas à tous : l'association a repéré une dizaine de personnes très marginalisées pour qui les solutions habituellement proposées ne conviennent pas. Pour des raisons très diverses, elles sont dans l'impossibilité de s'y adapter et n'ont pas d'autres choix que d'errer entre différents abris provisoires ou de rester dans la rue. Pour faire face à cette problématique, Le Renouveau a monté le projet d'un habitat alternatif à haut seuil de tolérance. Accompagné d'un système de pair-aidance, l'objectif est de permettre à cinq de ces personnes d'accéder à un logement stable et d'y rester.

Quelle forme prend alors cet habitat alternatif, qui accueille les personnes dans leur globalité, malgré leurs addictions, troubles psychiatriques ou leurs animaux ? Quelles stratégies peuvent être mises en place de manière à optimiser le projet ?

L'objectif de ce projet de fin d'études est donc d'installer une véritable démarche d'avant-projet. Il s'agit d'intégrer toutes les contraintes pour proposer une solution adaptée non seulement au public accueilli, mais aussi au travail de l'association et à son budget. Il est en premier lieu primordial d'établir un cahier des charges fonctionnel de manière précise. Nous nous appuyons pour cela sur une analyse du contexte général et de trois exemples d'expérimentations de ce type, mais aussi du fonctionnement et du projet de l'association. Cette étape nous a permis de développer une proposition architecturale, que nous présentons en deuxième partie. Enfin, nous expliquerons la démarche d'optimisation technique et financière que nous avons suivie afin de limiter l'impact temporel, environnemental et financier du projet.

---

<sup>1</sup> FONDATION ABBE PIERRE, 2016. *L'état du mal-logement en France, 21<sup>ème</sup> rapport annuel* [en ligne], p17 Disponible sur [www.fondation-abbé-pierre.fr/](http://www.fondation-abbé-pierre.fr/) [consulté le 30 janvier 2016]

# PARTIE 1

## CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

---

### 1. CONTEXTE ET PRESENTATION GENERALE DU PROJET

Pour établir un cahier des charges fonctionnel (CDCF) en adéquation avec les besoins des personnes marginalisées, il est tout d'abord nécessaire de bien comprendre la situation des personnes en grande précarité. L'analyse de trois structures existantes permet d'avoir un aperçu de solutions actuellement mises en œuvre pour leur proposer un logement et un accompagnement. Les observations et les informations récoltées sont alors à replacer dans le contexte du projet : la visite des locaux de l'association Le Renouveau nous a permis de rencontrer les travailleurs sociaux et les hébergés, et d'identifier leurs besoins spécifiques pour enfin définir les finalités du projet.

#### 1.1. La grande précarité

La définition officielle en France de la précarité est donnée par le Conseil économique et social français en 1987 à partir de celle de Joseph Wresinski :

*« La précarité est l'absence d'une ou plusieurs des sécurités permettant aux personnes et aux familles d'assumer leurs obligations professionnelles, familiales et sociales, et de jouir de leurs droits fondamentaux. L'insécurité qui en résulte peut-être plus ou moins étendue et avoir des conséquences plus ou moins graves et définitives. Elle conduit à la grande pauvreté quand elle affecte plusieurs domaines de l'existence, qu'elle devient persistante, qu'elle compromet les chances de ré-assumer ses responsabilités et de reconquérir ses droits par soi-même, dans un avenir prévisible. »<sup>2</sup>*

Cette absence de sécurité peut toucher différents aspects de la vie d'une personne, quelle que soit sa catégorie sociale : le travail, les revenus, le logement, l'accès aux soins, à l'instruction et à la culture, les liens familiaux et sociaux... Le cumul de plusieurs précarités caractérise alors la grande précarité.

Les personnes en situation de grande précarité ont alors un parcours chaotique, fait de ruptures et d'échecs. Il peut conduire à la perte du domicile, voire à l'errance. Elles rencontrent alors des difficultés d'accès aux solutions d'hébergement institutionnel qui les excluent du fait de leurs problématiques : animal, addiction, problèmes de voisinage... Au contraire, certaines les refusent catégoriquement du fait des nombreuses contraintes issues des règlements de fonctionnement, des risques de vol et de violence, et de l'absence d'intimité.

---

<sup>2</sup> WRESINSKI J., 1987. *Grande pauvreté et précarité économique et sociale*. Conseil Economique et Social, 10 et 11 février 1987. Paris : Journal Officiel, p8  
Disponible sur <http://www.joseph-wresinski.org/Grande-pauvrete-et-precarite.html> [consulté le 30 janvier 2016]

Selon les personnes et leur durée de privation d'un logement, le retour dans un logement peut être plus ou moins facile : si certaines retrouvent rapidement les automatismes nécessaires au fonctionnement d'un appartement, certaines doivent parfois réapprendre à habiter : dormir dans un lit, allumer et éteindre les lumières, utiliser les sanitaires, couper l'eau, sortir les poubelles, nettoyer,... Tous ces gestes nous paraissent évidents mais ne le sont pas forcément pour des personnes ayant vécu à la rue. Ce processus peut prendre du temps : une certaine résistance des matériaux et composants du logement est alors nécessaire.

## **1.2. Analyse de trois expérimentations existantes**

### **1.2.1. Les Berges de l'Ain, Strasbourg**

Gérées par l'entreprise solidaire Adoma, les Berges de l'Ain prennent la forme d'un village de seize chalets, pour une capacité totale de 30 places. Il accueille des personnes, isolées ou en couple, auparavant en errance. L'association Le Renouveau a pris contact avec la direction des Berges de l'Ain, et nous avons pu nous y rendre. Les échanges avec la directrice, la rencontre avec quelques résidents et la visite d'un logement et des espaces communs ont permis de mieux comprendre le fonctionnement d'une telle structure et ses contraintes.

Les Berges de l'Ain offrent un accueil à haut seuil de tolérance, c'est-à-dire que chaque personne est acceptée avec ses animaux et malgré ses troubles psychiatriques ou ses addictions. Celles-ci sont parfois multiples. Si la population est plutôt jeune, elle souffre cependant de vieillissement précoce : les années d'errance, avec des conditions de vie et d'hygiène difficiles, fatiguent et marquent les corps. Certains luttent contre la maladie, voire sont en soins palliatifs. Un des premiers objectifs des travailleurs sociaux est donc la création d'un lien de confiance permettant la mise en place d'une démarche de soins. Le processus de réinsertion passe également par des activités collectives, comme des ateliers de cuisine et la confection d'un repas hebdomadaire commun, de théâtre, de sport ou de dressage canin. Celles-ci ont toujours un but éducatif et pédagogique : le but est de retrouver peu à peu un cadre et une organisation. Une fois par mois, les résidents participent au conseil de la vie sociale (CVS) : cette démarche démocratique les rend acteurs des lieux.

Ceux-ci prennent la forme d'un petit village (Figure 1) : les espaces communs sont organisés autour d'une place, que les résidents ont baptisée en honneur aux Don Quichotte. Des chemins pavés desservent les chalets, isolés ou accolés, abritant les logements. Ceux-ci sont disposés de manière à protéger leur accès et leurs baies vitrées des vis-à-vis. On accède à celui-ci par une plate-forme en bois : grillagée, elle est entièrement privative et permet à chacun de bénéficier d'un espace extérieur. Du fait de la variabilité du matériau bois, les volets coulissants frottent contre les lames et les abîment. La porte est vitrée, ce qui permet d'éclairer naturellement l'intérieur du studio. D'une surface de 21m<sup>2</sup> environ, celui que nous avons visité est complètement équipé : cuisine, salle de bains et mobilier. Le sol est un revêtement de type linoléum. Les murs sont en panneaux d'OSB apparents ou en plaques de plâtre, qui peuvent se briser d'un coup de poing. Pour garantir que le logement

soit un minimum entretenu, il est visité une fois par mois par les travailleurs sociaux, toujours en présence de son occupant.



Figure 1 : Une allure de petit village préservant l'individualité des résidents <sup>3</sup>

Celui-ci entreprend toutes ses démarches dans les bureaux situés à l'entrée de la parcelle. Il est invité à participer aux activités qui ont lieu dans les espaces collectifs (Figure 2) : une cuisine, une grande salle multi-usage, un foyer avec télévision et deux ordinateurs sont à disposition pour les loisirs ou les démarches. Une salle de sport devrait bientôt être installée. Ces espaces communs bénéficient de prolongements extérieurs abrités qui permettent d'agrandir les espaces, mais aussi de séparer et calmer les personnes si des tensions viennent à se créer.

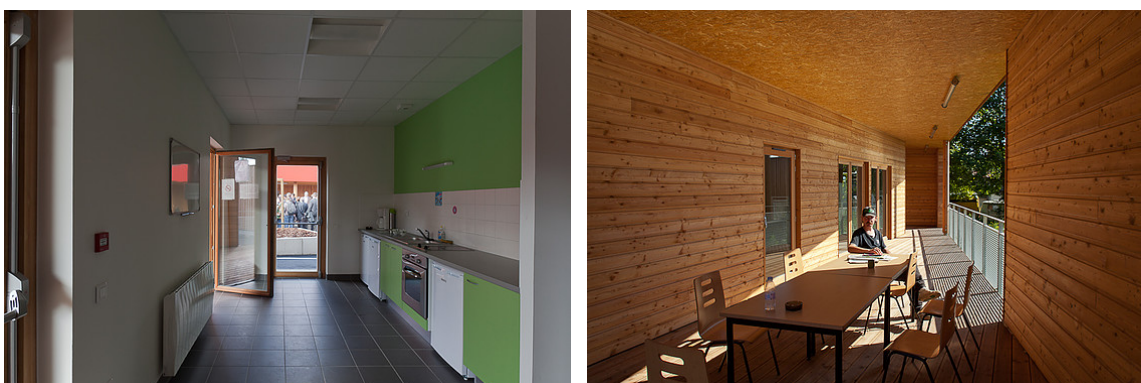


Figure 2 : Des espaces communs généreux <sup>4</sup>

Pour une surface totale de 1114 m<sup>2</sup>, le montant des travaux s'élève à 2 800 000 € HT<sup>5</sup>, soit un ratio d'environ 2515 €/m<sup>2</sup>. Ses frais d'exploitation annuels sont également élevés. L'entretien normal des locaux et le nettoyage des draps sont réalisés par des prestataires de service. Il faut également prévoir les interventions pour déboucher les conduits d'évacuation des eaux vannes. Les logements étant équipés d'une climatisation réversible sans thermostat de régulation, les consommations d'énergie pour le chauffage ou le refroidissement sont très importantes. En l'absence de compteurs individualisés permettant de justifier les chiffres et de pointer les excès, il est impossible pour les travailleurs sociaux de sensibiliser les résidents.

<sup>3 4 5</sup> PLAN LIBRE ARCHITECTURE ET INGENIERIE, 2009-2011. Hébergement Adoma Strasbourg [en ligne] Disponible sur <http://www.planlibre.net/#!/hebergement-adoma/c1k0f> [consulté le 15 décembre 2015]



### 1.2.2. Le Carteret, Lyon

Le Centre d'Hébergement et de Réinsertion Sociale (CHRS) Carteret<sup>6</sup> est géré par l'association Alynea. Il dispose de trente-quatre places, dont vingt-neuf en stabilisation et cinq en accueil d'urgence. Elles sont réservées aux adultes, seuls ou en couple, mais sans enfants, à qui les autres structures ne conviennent pas : ayant vécu à la rue depuis plusieurs années, ces personnes sont fortement désocialisées et souffrent parfois de polytoxicomanie. Elles peuvent être accompagnées de leurs animaux. L'accueil est inconditionnel : il n'est pas nécessaire d'avoir un projet pour être hébergé. Au contraire, les prises en charges sont longues et un projet se construit progressivement par des échanges entre travailleurs, partenaires et résidents. Les exigences croissent également avec la durée du séjour et les progrès accomplis.

L'hébergement proposé est donc pensé pour s'adapter face à des situations complexes et à un mode vie particulier : entre le dedans et le dehors, les Algecos (Figure 3) permettent d'éviter la sensation d'enfermement et un trop grand décalage avec la vie à la rue. Mais un tel dispositif présente de nombreux inconvénients qui portent atteinte à la dignité et la sécurité des résidents : les sanitaires sont collectifs et les logements, trop froids en hiver, surchauffent fortement en été. C'est pourquoi l'association renouvelle actuellement les constructions, tout en conservant le principe de l'unité individuelle. Les modules, dont certains abords sont aménagés par les résidents, sont alignés et séparés de la cuisine commune par une grande cour. L'enceinte du CHRS est clôturée pour le protéger de la rue. Les allées et venues sont libres entre 7h et minuit. Les visites sont autorisées l'après-midi.



Figure 3 : L'alignement d'Algecos est séparé de la salle commune par une cour bitumée<sup>7</sup>

Le fonctionnement du CHRS, bien que souple et individualisé, reste toutefois soumis à une organisation quotidienne collective : les petits déjeuners et les dîners sont servis dans l'espace commun, dont les tâches d'entretien sont effectuées à tour de rôle. Les soins infirmiers sont donnés tous les jours par un cabinet extérieur. Des événements sont également plus ponctuels : distribution d'un colis alimentaire, d'hygiène, intervention de partenaires extérieurs, CVS, activités culturelles. L'espace commun et la cour possèdent donc leur importance dans le fonctionnement du CHRS.

<sup>6 7</sup> ASSOCIATION ALYNEA, 2016. *CHRS Carteret* [en ligne]  
Disponible sur <http://www.alynea.org/nos-etablissements-et-services/pole-hebergement-a-haut-seuil-de-tolerance/chrs-carteret/> [consulté le 15 décembre 2015]

### 1.2.3. La Passerelle, Lyon

Construite et gérée par l'association Habitat et Humanisme<sup>8</sup>, la résidence La Passerelle comporte neuf logements, six T2 et trois T3. Elle est destinée à accueillir des personnes en situation de précarité ou en difficulté d'accès au logement pour diverses raisons : recherche d'un premier emploi, reconversion professionnelle, décohabitation, rupture... Il s'agit alors d'une solution temporaire, limitée à 18 mois. On voit bien ici que les situations sont moins extrêmes que dans les deux structures précédentes.

L'intérêt de cette expérimentation pour notre analyse réside en réalité dans le principe constructif utilisé lors de la construction : la réutilisation de l'immeuble de logements permettant d'héberger les étudiants lors du concours Solar Decathlon, qui s'est tenu à Versailles en juillet 2014. Conçu par l'agence d'architecture AOA (Agence Ollivier Architecte), le projet exploite des conteneurs maritimes en fin de vie, qui sont aménagés et rendus habitables en utilisant uniquement des matériaux biosourcés. Il est également conforme à la RT (Réglementation Thermique) 2012, et permet par là une réduction des dépenses énergétiques. Il a été fabriqué en trois mois dans des ateliers à La Ciotat par l'entreprise d'insertion la Varappe, et livré et installé en quatre jours sur le site. A la fin du concours, l'immeuble a été démonté, transporté et remonté à Lyon, dans le quartier de Gerland. Un niveau a été ajouté, ce qui a permis d'obtenir les neuf logements, car le projet à Versailles n'en comptait que six à l'origine (Figure 4).

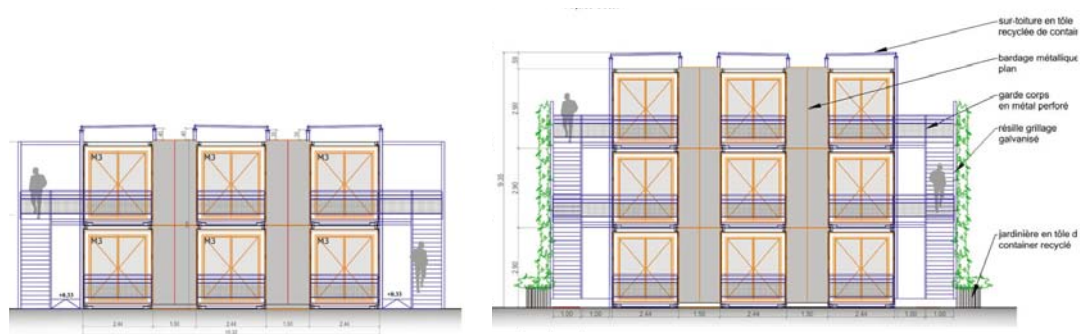


Figure 4 : Logements du Solar Decathlon<sup>9</sup> (à gauche) et la Passerelle<sup>10</sup> (à droite)

Un tel système constructif présente donc plusieurs avantages :

- une économie de construction : d'après les concepteurs, le dispositif coûte 30% moins cher qu'une construction classique. S'il faut compter 6000€ pour un neuf, un conteneur en fin de vie coûte environ 1500 €.

- une empreinte écologique réduite : la réutilisation d'un produit industriel en fin de vie et la mise en œuvre de matériaux biosourcés permettent de réduire l'impact carbone.

- une modularité : la répétitivité du processus permet un chantier rapide et par

<sup>8</sup> HABITAT ET HUMANISME, 2015. *Habitat et Humanisme Rhône inaugure à Lyon, Passerelle son 1er immeuble en structure containers* [en ligne]

Disponible sur <http://www.habitat-humanisme.org> [consulté le 15 décembre 2015]

<sup>9</sup> AGENCE OLLIVIER ARCHITECTES, 2014. *Solar Decathlon* [en ligne]

Disponible sur [http://www.aoafr.com/index.php/projets/proj\\_deta/131](http://www.aoafr.com/index.php/projets/proj_deta/131) [consulté le 15 décembre 2015]

<sup>10</sup> AGENCE OLLIVIER ARCHITECTES, 2013. *Habitat et Humanisme* [en ligne]

Disponible sur [http://www.aoafr.com/index.php/projets/proj\\_deta/132](http://www.aoafr.com/index.php/projets/proj_deta/132) [consulté le 15 décembre 2015]

conséquent d'en diminuer les coûts. Le projet est aussi facilement adaptable sans un surcoût trop important.

- une facilité de transport : la standardisation des dimensions d'un conteneur maritime garantit un transport intermodal. Le bâtiment peut ainsi être déplacé par voie routière, ferroviaire ou maritime.

Le principal inconvénient demeure les dimensions d'un conteneur : c'est un contenant industriel destiné au transport de marchandises, il n'est pas adapté à l'échelle humaine. Si la contrainte de largeur peut être contournée en associant plusieurs conteneurs, la hauteur restera toujours inférieure à celle dont dispose habituellement nos espaces. Cela peut engendrer une sensation d'enfermement. De plus, l'absence de retour d'information sur le long terme rend difficile l'évaluation d'une telle démarche : les questions de confort, notamment sur la température intérieure, ou le vieillissement des matériaux, restent encore en suspens.

### **1.3. L'association Le Renouveau**

Créée en 1982, l'association le Renouveau est installée dans l'ancienne caserne du Quartier de la Magdeleine, à Epinal. Elle a pour but d'aider les personnes, qu'elles soient seules ou en couple, avec ou sans enfants, qui rencontrent des difficultés matérielles, morales ou sociales. Ce soutien est constitué d'un accompagnement matériel, administratif voire psychologique, mais aussi d'actions préventives. Le principal levier d'insertion sur lequel travaille l'association est le logement : elle gère en effet un CHRS de cinquante places. Il y a six places d'urgence, sept places de stabilisation et trente-sept places d'insertion. Pour cela, elle loue des appartements et les met à disposition des bénéficiaires, moyennant une participation à hauteur de leurs revenus. La plupart des logements sont situés sur le quartier de la Magdeleine, et nous avons pu en visiter quelques-uns et rencontrer leurs habitants.

Ceux-ci font état de besoins simples et très proches des nôtres : avoir un logement bien à soi, où il est possible de ranger ses affaires, de préparer ses repas et de manger, de se reposer et de s'occuper. Les résidents ont aussi insisté sur le fait que les charges ne doivent pas être trop élevées pour leur permettre de les assumer : la consommation énergétique doit être aussi faible que possible. Le Renouveau envisage aussi que les résidents deviennent des locataires à part entière de leur logement : cela les rend autonomes et leur évite de quitter leur logement. Celui-ci est perçu comme un espace d'intimité, où ne peuvent pénétrer que les personnes invitées. En revanche, il doit quand même offrir la possibilité de rencontrer ses voisins, pour échanger avec eux et maintenir un lien social. Le Renouveau veut aussi mettre en place un système de pair-aidance, grâce auquel les résidents sont accompagnés par des anciens hébergés, qui apportent leur expérience et leurs conseils.

Les résidents du CHRS sont repérés et orientés vers le Renouveau par le Service Intégré d'Accueil et d'Orientation (SIAO), qui dépend directement du département, en vertu

de ses compétences en aide sociale pour l'autonomie des personnes et la solidarité des territoires. L'action du Renouveau s'inscrit donc dans une action globale. C'est dans ce cadre qu'il a monté le projet d'un habitat alternatif pour personnes marginalisées : il n'existe en effet aucune structure de ce type dans le département des Vosges, alors qu'au moins une dizaine de personnes est concernée sur Epinal. Soutenu par la municipalité, le département et la région, Le Renouveau a participé à la troisième édition de l'appel à projet "innovation sociale dans le champ de l'hébergement et de l'accès au logement" de la DIHAL (Délégation Interministérielle à l'Hébergement et à l'Accès au Logement). Sa proposition n'a pas été retenue et l'association est désormais à la recherche d'autres financements pour poursuivre le projet. La question de l'économie du projet, tant dans sa fabrication que son exploitation, sera donc également très importante.

### **1.4. Finalités du projet**

Permettre à des personnes marginalisées d'accéder à un logement est l'objectif principal du projet. Celui-ci doit être adapté à des situations personnelles parfois difficiles : revenus limités, longues périodes d'errance, dépendance, problèmes de santé... Il doit prendre en compte la personne dans sa globalité et répondre à un besoin de sécurité : c'est le lieu où la personne s'abrite et peut se retrouver. Elle est ensuite accompagnée dans son parcours par les travailleurs sociaux et les pairs-aidants. Ces échanges l'intègrent à un groupe et la responsabilisent, l'amenant à développer son autonomie. Les enjeux de ce projet sont donc de concilier la présence de différents acteurs et de leur permettre d'interagir, tout en respectant les contraintes financières de l'association.

## **2. EXPRESSION FONCTIONNELLE DU BESOIN**

L'association Le Renouveau a repéré une dizaine de personnes qui pourraient être concernées par le projet. Il comporte donc cinq logements individuels accompagnés d'une salle commune. Le CDCF a pour objectif de définir les besoins auxquels ces modules doivent répondre. Il prend aussi en compte des éléments extérieurs comme le climat, le voisinage... On détermine ainsi des fonctions principales (FP) et complémentaires (FC). Chacune est caractérisée et hiérarchisée par la suite.

### **2.1. Enoncé des fonctions principales**

#### **2.1.1. Unité d'habitation**

- L'unité d'habitation doit :
- répondre aux besoins physiologiques (FP1)
  - répondre aux besoins de sécurité (FP2)
  - répondre aux besoins d'appartenance (FP3)

### 2.1.2. Unité commune

L'unité commune doit permettre aux personnes hébergées de développer du lien social (FP1).

## 2.2. Enoncé des fonctions complémentaires

Les unités commune et d'habitation répondent aux mêmes contraintes issues de leur environnement. Par conséquent, tous doivent remplir les fonctions suivantes :

- **FC 1** : Permettre un usage et un entretien faciles
- **FC 2** : Profiter des avantages climatiques
- **FC 3** : Permettre facilement le montage, le démontage et le transport
- **FC 4** : Résister aux dégradations
- **FC 5** : Résister aux conditions climatiques

## 2.3. Critères, niveaux et flexibilité

Chacune des fonctions principales peut être détaillée en sous-fonctions. Ces dernières sont précisées par des critères quantifiables. La flexibilité du niveau d'un critère d'appréciation est la marge possible du niveau d'appréciation recherché. La flexibilité est répartie en quatre catégories :

- flexibilité nulle (0) : niveau impératif.
- flexibilité faible (1) : niveau peu négociable.
- flexibilité moyenne (2) : niveau négociable.
- flexibilité forte (3) : niveau très négociable.

### 2.3.1. Fonctions principales des unités d'habitation

FP 1 - REpondre aux besoins physiologiques				
Sous-fonction		Critère	Niveau	Flex.
FP 1.1	Respirer un air sain	Renouvellement d'air moyen	20 m <sup>3</sup> /h	0
		Humidité relative	30%-70%	0
		Taux de CO <sub>2</sub>	600-1000 ppm	0
		Classe d'émission des matériaux	A	0
FP 1.2	Boire et manger	Présence d'un coin repas	1 ml de plan de travail	1
			2 plaques de cuisson	0
			1 évier 30X60 cm	1
			1 réfrigérateur (100L)	1
			1 placard	0
			1 table et 1 chaise	0
FP 1.3	Dormir	Présence d'un espace de sommeil	1 lit 90x200 cm	0

## CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

FP 1 - REpondre aux besoins physiologiques				
Sous-fonction		Critère	Niveau	Flex.
FP 1.4	Se protéger du froid	Température intérieure	> 15°C	0
		Présence d'un système d'occultation des baies	type extérieur	1
FP 1.5	Se protéger de la chaleur	Température intérieure	< 28°C, sauf 10 j/an	0
		Présence d'un système d'occultation des baies	type extérieur	1
FP 1.6	Faire sa toilette	Présence d'une salle d'eau	4 m <sup>2</sup>	1
			1 douche 130x90	0
			1 WC	0
			1 lavabo + miroir	1
			1 étagère	2
			1 système de production d'ECS	0
		Volume de stockage d'ECS	60L	1
Isolation du stockage d'ECS	≥ 10cm	3		
FP 1.7	S'occuper	Présence d'un espace de vie	15 m <sup>2</sup>	1
			1 table et 1 chaise	1
		Présence d'un prolongement extérieur privatif	3 m <sup>2</sup>	1
			2 ml d'établi	3

FP 2 - REpondre au besoin de sécurité				
Sous-fonction		Critère	Niveau	Flex.
FP 2.1	Se protéger des autres	Présence d'un système de verrouillage	1 porte d'entrée avec verrou	0
		Présence d'un système d'occultation des baies	type extérieur	1
		Isolement aux bruits extérieurs	≥ 30 dB	0
		Isolement aux bruits intérieurs	≥ 53 dB	0
		Transmission des bruits de choc	≤ 58 dB	0
FP 2.2	Stocker des affaires	Présence de rangements intérieurs	> 2 ml d'étagères	2
		Présence d'un stockage extérieur	1 m <sup>2</sup>	2
FP 2.3	Prendre soin de son animal	Présence d'un abri extérieur	0,8 m <sup>2</sup>	2

FP 3 - REpondre au besoin d'appartenance				
Sous-fonction		Critère	Niveau	Flex.
FP 3.1	Voir le monde extérieur	Nombre d'ouverture(s)	≥ 1	0
		Surface vitrée	> 2 m <sup>2</sup>	0
FP 3.2	Rencontrer les autres	Présence de porches d'entrée	1 m <sup>2</sup>	3
FP 3.3	Accueillir quelqu'un	Assises supplémentaires	1	3
FP 3.4	Etre proche des services	Proximité des bus	< 500 m	1
		Proximité des commerces	< 15 minutes	1
		Proximité de l'emploi	< 15 minutes	1
		Proximité de l'association	< 5 minutes	1

### 2.3.2. Fonction principale de l'unité commune

FP 1 – PERMETTRE DE DEVELOPPER DU LIEN SOCIAL				
Sous-fonction		Critère	Niveau	Flex.
FP 1.1	Permettre l'accompagnement par le Renouveau	Capacité d'accueil	< 10 personnes	1
		Mobilier de réunion	tables et chaises	1
FP 1.2	Se divertir	Nombre d'assises	1 canapé + 2 fauteuils	3
		Présence d'équipements	1 téléviseur	2
			jeux de cartes /société/livres	2
			cafetière/bouilloire	1
FP 1.3	Organiser des ateliers thématiques	Présence d'un coin cuisine	2 ml de plan de travail	1
			4 plaques de cuisson	1
			1 évier à deux bacs	1
			1 réfrigérateur (300L)	1
			placard de rangement	1
		Présence d'un sanitaire	1 WC + lave-mains	2
			1 système de production d'ECS	0
			Placards de rangement	≥ 8ml
Surface extérieure commune	≥ 20 m <sup>2</sup>	2		

### 2.3.3. Fonctions complémentaires

FC 1 – PERMETTRE UN USAGE ET UN ENTRETIEN FACILES				
Sous-fonction		Critère	Niveau	Flex.
FC 1.1	Etre accessible pour des personnes à mobilité réduite	Hauteur des barres d'appui	75 cm	0
		Hauteur des mains courantes	0.8 m < hauteur < 1 m	0
		Rampes	< 5 %	0
		Différences de niveau	≤ 2 cm	0
FC 1.2	Gérer l'occupation fluctuante	Détecteurs de présence	-	2
		Détecteur d'ouverture de fenêtres	-	2
FC 1.3	Limiter les consommations	Besoins de chauffage	< 100 kWh/m <sup>2</sup> /an	0
		Besoins d'ECS	50 L/jour	0
		Thermostats	21 °C	0
FC1.4	Nettoyer facilement	Fréquence d'entretien	2 fois /Sem	2
		Durée de l'entretien	30 min	3
FC1.5	Réparer facilement	Matériaux courants	-	1

FC 2 - PROFITER DES AVANTAGES CLIMATIQUES				
Sous-fonction		Critère	Niveau	Flex.
FC 2.1	Offrir un éclairage naturel	Facteur solaire des baies vitrées	60%	2
FC 2.2	Favoriser les apports solaires	Orientation	Sud	2

FC 3 - PERMETTRE FACILEMENT LE MONTAGE/DEMONTAGE/TRANSPORT				
Sous-fonction		Critère	Niveau	Flex.
FC 3.1	Limiter l'impact sur le terrain	Fondations légères	plots béton	1
		Longueur des réseaux	< 25 m	2
FC 3.2	Limiter les fluides et les câbles	Longueur des réseaux intérieurs	< 2 m	2
FC 3.3	Respecter les gabarits routiers	Largeur hors tout	< 2,5 m	0
		Longueur	< 12 m	0



<b>FC 4 - RESISTER AUX DEGRADATIONS</b>				
<b>Sous-fonction</b>		<b>Critère</b>	<b>Niveau</b>	<b>Flex.</b>
<b>FC 4.1</b>	Prévenir les risques de casse	Energie minimale de choc	> 60 J	0
<b>FC 4.2</b>	Prévenir les risques d'incendie	Réaction au feu	Classe M1	2
		Minuteurs sur les appareils électriques	NF C15-100	0
		Détecteur de fumées	NF EN 50292	0
<b>FC 4.3</b>	Prévenir les risques de dégâts des eaux	Durée d'écoulement de l'eau aux robinets	< 5 minutes	2
<b>FC 4.4</b>	Prévenir les risques dus au manque d'hygiène	Fréquence d'entretien des textiles	≥ 2 fois par mois	2
		Planéité des surfaces	< 5 mm	1

<b>FC 5 - RESISTER AUX CONDITIONS CLIMATIQUES</b>				
<b>Sous-fonction</b>		<b>Critère</b>	<b>Niveau</b>	<b>Flex.</b>
<b>FC 5.1</b>	Vérifier la solidité de la structure	Charge de neige	EC5	0
		Charge de vent	EC5	0
<b>FC 5.2</b>	Assurer la durabilité des matériaux	Classe d'emploi des bois	NF	0
		Traitement des bois	NF	0

## 2.4. Hiérarchisation des fonctions

La hiérarchisation consiste à mettre dans le bon ordre les fonctions selon l'importance accordée par l'utilisateur. Elle est importante car elle permet :

- d'identifier les fonctions clés
- de définir des priorités en cas de conception à coût figé
- d'établir une première approximation de la répartition des coûts par fonction
- de construire une stratégie de conception cohérente

Elle est réalisée par dichotomie, de manière distincte pour l'unité d'habitation et la salle commune. Les fonctions sont comparées deux à deux en leur accordant un poids de -3 à 3. Ainsi un 3 entre une fonction et une autre signifie que la première est beaucoup plus importante que la seconde. A contrario, un -2 signifie que la première est moins importante que la seconde. Les résultats sont relevés dans un tableau (Annexe 1) : nous en extrayons les graphiques suivants (Figures 5 et 6), qui permettent de visualiser la hiérarchie entre les fonctions identifiées des éléments de notre projet.

### 2.4.1. Hiérarchisation des fonctions de l'unité d'habitation

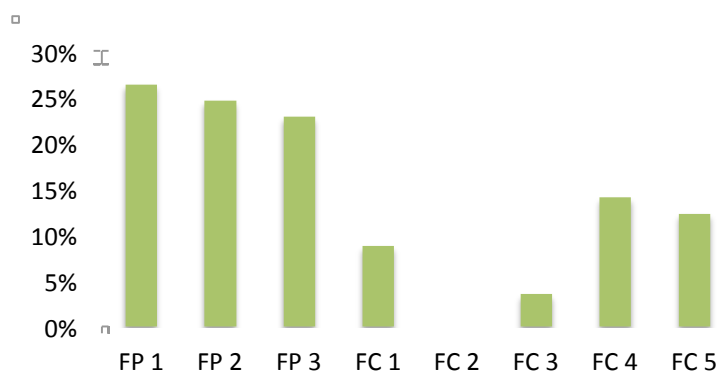


Figure 5 : Hiérarchisation des fonctions de l'unité d'habitation

Par ordre de priorité, les logements doivent donc :

- répondre aux besoins physiologiques
- répondre aux besoins de sécurité
- répondre aux besoins d'appartenance
- résister aux dégradations
- résister aux conditions climatiques
- permettre un usage et un entretien faciles
- permettre facilement le montage, le démontage et le transport
- profiter des avantages climatiques

### 2.4.2. Hiérarchisation des fonctions de l'unité commune

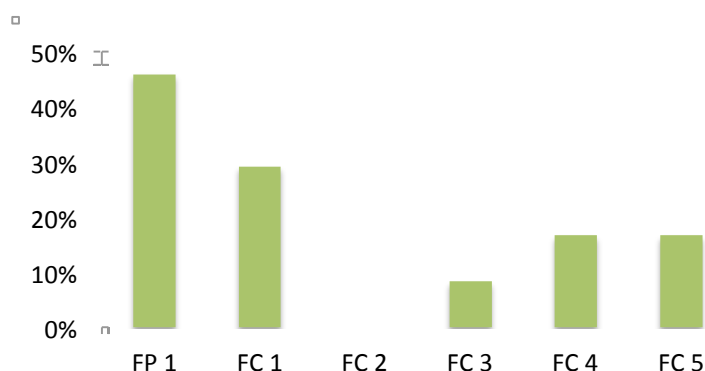


Figure 6 : Hiérarchisation des fonctions de l'unité commune

Par ordre de priorité, la salle commune doit donc :

- permettre aux résidents de développer du lien social
- permettre un usage et un entretien faciles
- résister aux dégradations
- résister aux conditions climatiques
- permettre facilement le montage, le démontage et le transport
- profiter des avantages climatiques

## PARTIE 2

# PROPOSITION ARCHITECTURALE

### 1. IMPLANTATION DANS LE QUARTIER DE LA MAGDELEINE

A partir du CDCF établi précédemment, nous sommes donc en mesure de proposer un projet d'habitat adapté aux personnes marginalisées (Annexe 2) : il s'agit de trouver un équilibre entre le dedans et le dehors, et un compromis entre le collectif et l'individuel. Le projet n'étant qu'à ses prémices, aucun site n'est pour l'instant retenu de manière définitive. Cependant, le Renouveau souhaite l'implanter sur la parcelle située derrière le bâtiment où il a ses bureaux, dans le quartier de la Magdeleine, à Epinal. C'est donc l'hypothèse que nous avons retenue, tout en gardant à l'esprit que le projet est susceptible d'être implanté ailleurs : il doit par conséquent pouvoir s'adapter facilement à un autre lieu.

Le Quartier de la Magdeleine (Figure 7) est une ancienne caserne militaire : deux grands bâtiments, qui abritent actuellement la Maison des Associations, composent le front bâti et protègent le cœur d'îlot du bruit de la rue et de la voie ferrée. Un troisième bâtiment est situé en fond de parcelle. Seuls six de ses appartements sont encore occupés. Deux bâtiments en rez-de-chaussée sont implantés perpendiculairement : ils ont été réhabilités et les logements d'urgence du Renouveau sont dans l'un d'entre eux. Le foyer qu'il gère se situe à l'opposé de l'ancienne place d'armes. Celle-ci est devenue un espace vert assez arboré, assez calme, mais très exposé à la vue. Des aménagements ont été réalisés : on trouve entre autres un terrain de sport et des jeux pour enfants. De nombreux chemins le parcourent. Un bâtiment des services techniques de la Ville d'Epinal protège le terrain choisi par l'association : ce dernier nous paraît donc adapté à l'implantation du projet.

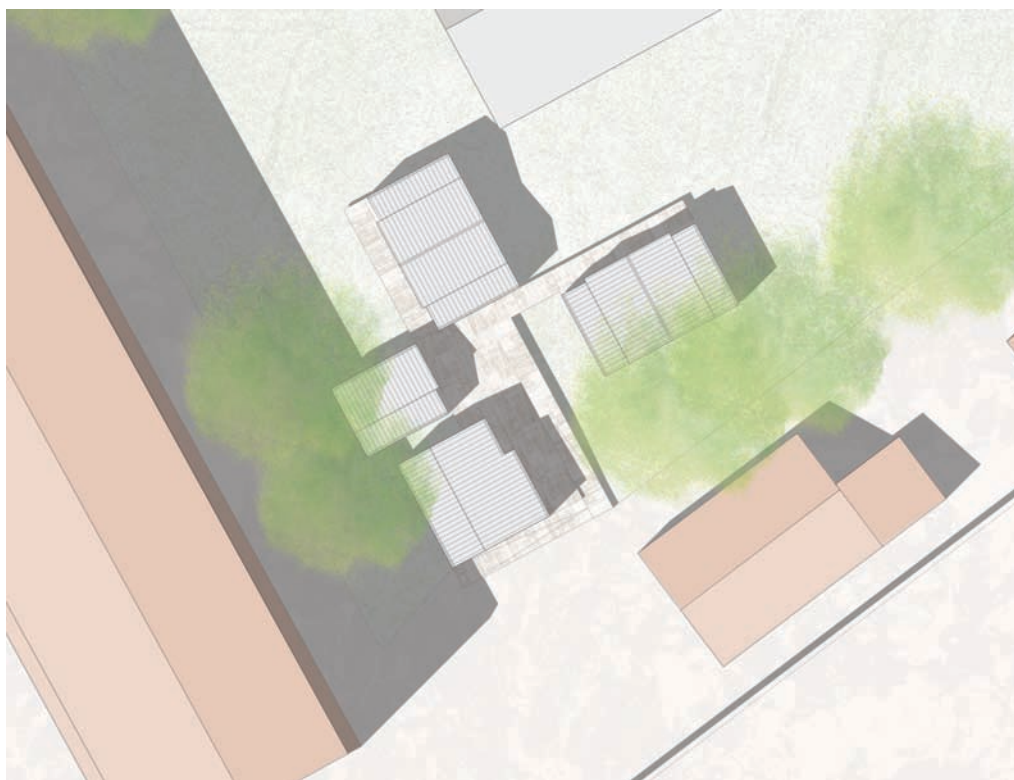


Figure 7 : Description du Quartier de la Magdeleine

## PROPOSITION ARCHITECTURALE

---

Celui-ci prend la forme d'un petit hameau sur plots béton (Figure 8). Les maisonnettes à ossature bois sont organisées autour d'une placette, à partir de laquelle on accède à la salle commune et aux logements. Ceux-ci reprennent la forme archétypale de la maison, ce qui permet de les identifier rapidement. Bien que certains soient accolés, leur individualité, qu'elle soit spatiale ou structurelle, reste entière. Leurs volumes structurent les espaces extérieurs : disposés de manière à limiter les vis-à-vis, ils leur confèrent ainsi un caractère privatif. La placette devient ainsi un lieu de rencontre entre les personnes hébergées, qui peuvent choisir d'investir également les parties végétalisées. Grâce au décalage des volumes, des vues et des passages vers l'extérieur sont préservés. Il n'est ainsi pas obligatoire pour rentrer chez soi de passer par l'accès principal situé à proximité de la salle commune. Celle-ci se situe en proue du projet, au plus proche des bureaux du Renouveau, c'est à dire le lieu le plus passant du site. Elle agit comme un masque et contribue ainsi à la préservation de l'intimité des cinq logements.



*Figure 8 : Plan de masse du projet*

Ceux-ci sont également protégés par d'autres dispositifs : ils sont toujours situés en recul par rapport aux chemins qui longent la parcelle, mais également surélevés. Ces procédés de mise à distance de l'espace privé par rapport à l'espace public sont simples, mais leur combinaison marque distinctement la limite entre les deux. De même, les portes d'entrée des logements se situent en léger retrait par rapport aux coursives d'accès. Chaque unité d'habitation est ainsi clairement identifiable comme étant unique. Cette impression pourrait aussi être renforcée par le traitement de détails par la couleur : chaque porte d'entrée pourrait par exemple avoir un coloris bien spécifique.

## 2. UNITE D'HABITATION

L'unité d'habitation (Figure 9) a une surface de 19,7 m<sup>2</sup>. Elle se décompose en trois parties : une bande technique, un espace de repos et une terrasse. On pénètre dans le logement par la bande technique. Celle-ci regroupe tous les équipements nécessaires au fonctionnement du logement : les éléments de cuisine, la salle d'eau, le radiateur, ainsi qu'un placard technique. Il contient tous les équipements n'ayant pas besoin d'être atteints quotidiennement : le compteur électrique, les systèmes de production d'ECS et d'extraction de la ventilation simple flux et le thermostat régulateur de température. Cette disposition permet de restreindre la longueur des réseaux, même si ceux-ci sont limités à l'eau et l'électricité. Nous avons en effet opté pour cette source d'énergie : simple à obtenir et sûre d'utilisation, elle permet de couvrir entièrement tous les besoins, sans que l'installation initiale ne soit trop coûteuse ou encombrante. Nécessitant peu d'entretien ou de manutention, elle présente peu de risques étant donné la population hébergée. Enfin, les surfaces habitables sont trop petites et les besoins trop faibles pour qu'un investissement dans les énergies renouvelables soit intéressant.

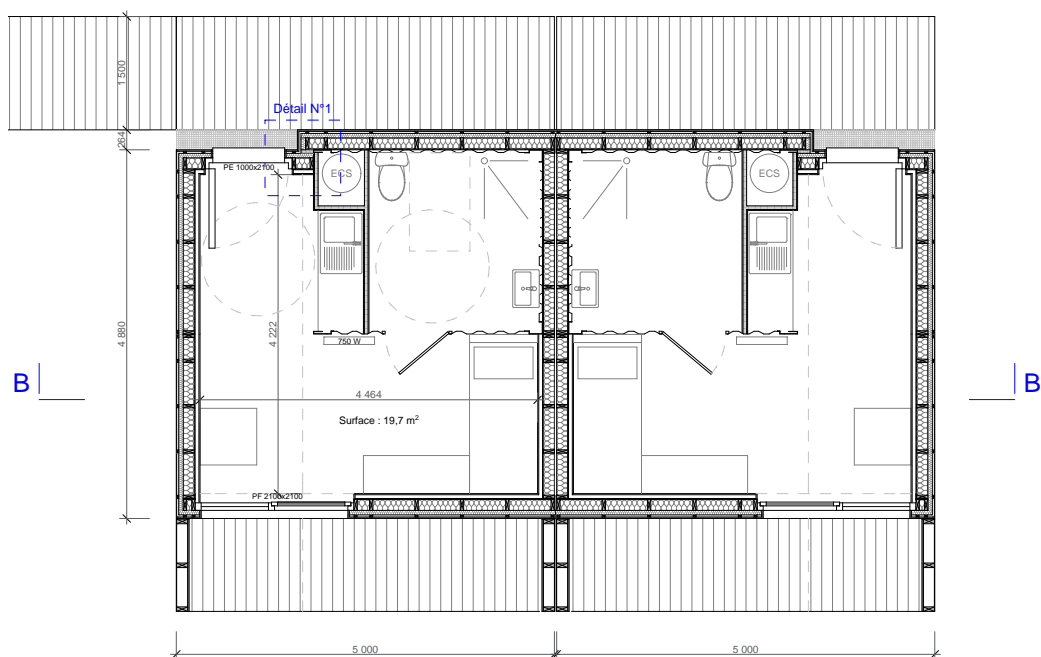


Figure 9 : Plan type de deux unités d'habitation accolées – échelle 1/100

L'espace de vie se développe en un L, qui peut être décomposé en deux parties qui se chevauchent : la partie repas et la partie repos. La première comprend l'entrée-cuisine et la table : elle peut servir à la personne hébergée pour recevoir des visites. Par la présence de la porte et de la baie qui offre des vues sur l'extérieur, elle conserve d'ailleurs un lien fort avec celui-ci. Au contraire, la partie repos est protégée par l'épaisseur de la bande technique et son coin le plus en retrait est réservé au sommeil. C'est en effet le moment où la personne est la plus vulnérable. Le plafond y suit les rampants de toiture, ce qui crée un volume enveloppant et protecteur (Figure 10). Le logement se prolonge par une terrasse qui permet à la personne hébergée d'être dehors tout en restant chez soi. Libre de l'utiliser à sa guise, elle peut y stocker quelques affaires à bricoler ou y attacher son chien. Elle est orientée

## PROPOSITION ARCHITECTURALE

autant que possible vers le sud, de manière à bénéficier de l'ensoleillement et d'une lumière naturelle abondante (Figure 11).

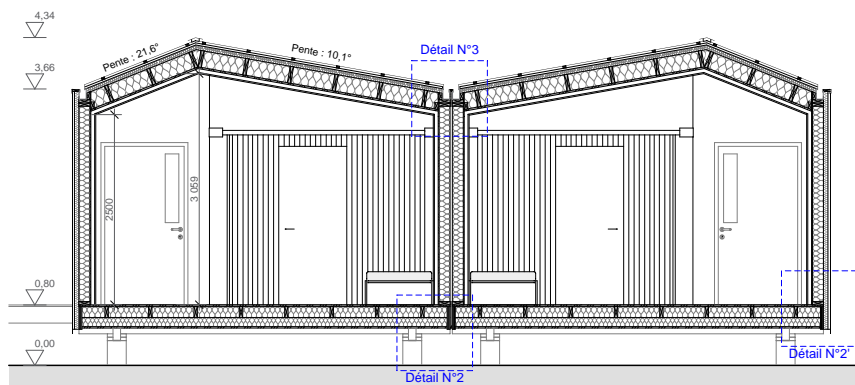


Figure 10 : Coupe transversale BB - échelle 1/100

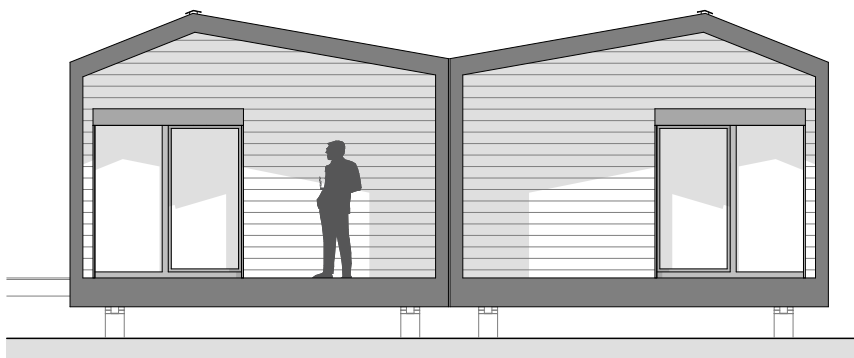


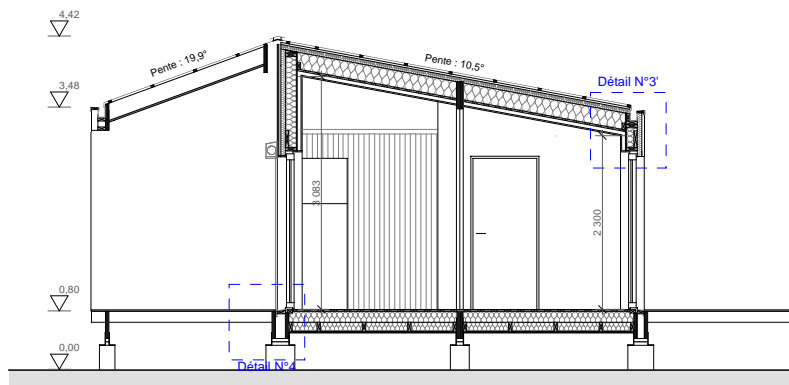
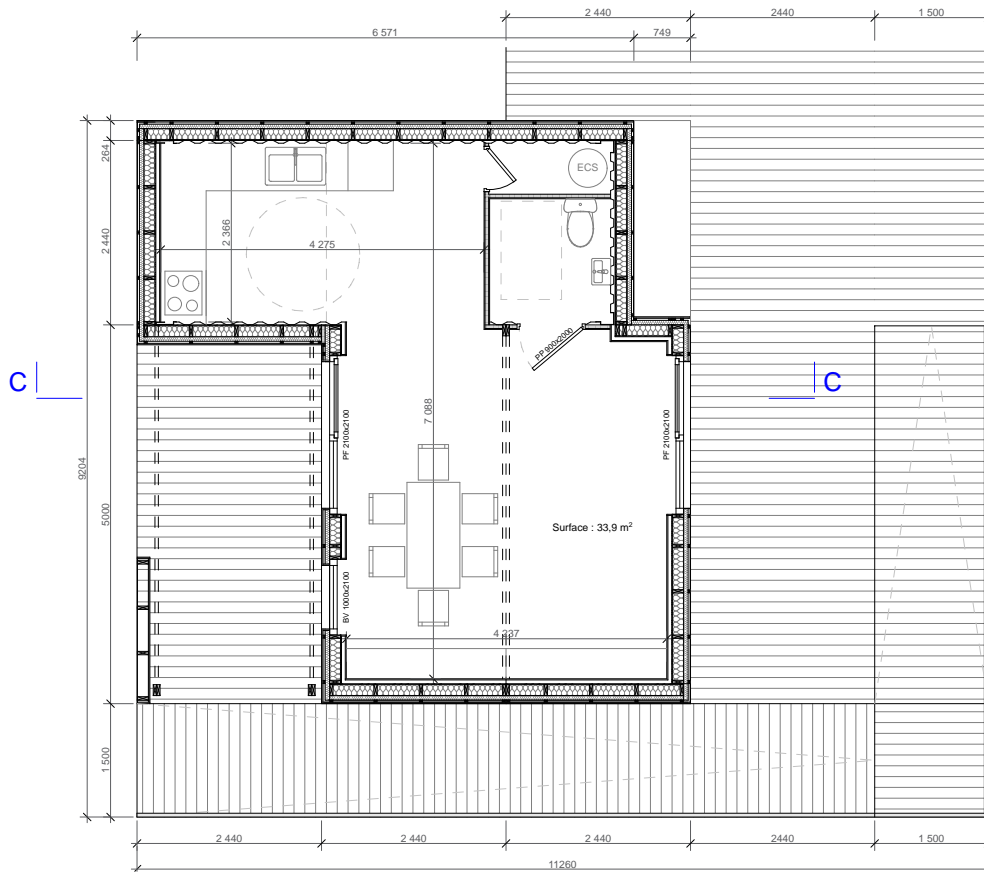
Figure 11 : Une terrasse privative pour chaque logement - échelle 1/100

### 3. UNITE COMMUNE

La salle commune (Figures 12 et 13) a une surface de 34 m<sup>2</sup>. Elle comprend elle aussi une bande technique, qui abrite la cuisine collective et un sanitaire. On retrouve également un placard masquant à la vue les équipements techniques comme le chauffe-eau, les compteurs et le système de ventilation. Pour les mêmes raisons que précédemment, la source d'énergie de la salle commune reste l'électricité.

L'espace commun peut être utilisé comme un lieu de réunion et d'échange, mais aussi comme un lieu de détente. Un grand placard mural permet de ranger le matériel nécessaire à la tenue d'ateliers thématiques. On peut envisager d'y installer une niche pour un téléviseur ou un ordinateur. L'espace est généreusement éclairé par les portes-fenêtres, qui permettent d'accéder à une terrasse abritée des intempéries. La salle commune est ainsi protégée des rayons du soleil en été (Figure 14), ce qui permet d'en limiter la surchauffe.

# PROPOSITION ARCHITECTURALE



## PARTIE 3

# OPTIMISATION TECHNIQUE ET FINANCIERE

---

### 1. MODULARISATION DU PROJET

La proposition de projet présentée ci-dessus est issue d'un travail de rationalisation de ses éléments constitutifs : étant donné la répétitivité des unités d'habitation, il nous a en effet semblé pertinent de poursuivre au maximum la logique de modularité et de préfabrication. Nous avons donc découpé nos unités d'habitation et de salle commune en modules, tout en cherchant à réduire encore le nombre d'éléments qui les composent. Cette méthode présente de nombreux avantages.

#### 1.1. Rationalisation des unités en modules

Bien que notre proposition comporte des unités d'habitation accolées, nous avons choisi de maintenir l'indépendance totale de chacune d'entre elles, tant du point de vue structurel que technique. Ainsi, aucune gaine technique en commun ne génère un pont acoustique d'un logement à l'autre, et les consommations sont clairement individualisées : une responsabilisation des hébergés à ce sujet est donc possible. Nous laissons aussi une totale liberté d'implantation, notamment si le projet devait finalement être construit sur un autre site, avec des contraintes encore différentes : accès, pente, orientation... Enfin, chaque unité conserve une possibilité d'évolution sans conséquence directe sur la structure de sa voisine. Le projet tel qu'il est présenté en deuxième partie est donc évolutif et peut s'adapter en fonction des nouveaux besoins susceptibles d'apparaître sans qu'une intervention trop lourde ne soit nécessaire.

L'unité d'habitation étant répétée cinq fois, c'est donc à partir de celle-ci que nous avons entrepris notre rationalisation en modules. La première étape a été de considérer la salle d'eau et le coin cuisine comme une zone de risque : elle comporte l'arrivée et tous les réseaux de circulation d'eau, y compris ceux d'évacuation. C'est donc là que des dommages majeurs sont le plus susceptibles de se produire. C'est pour cette raison que nous avons opté ici pour un mode constructif très résistant, le conteneur maritime. Totalement étanche et extrêmement résistant, un dégât des eaux n'aurait aucun impact sur sa structure. Les frais de réparation seraient donc limités.

Nous choisissons un modèle particulier de conteneur maritime : celui d'une longueur de 10 pieds, soit 6 m, appelé «10' Dry» en référence au fait qu'il est à l'origine conçu pour le transport de matières sèches depuis l'Asie. Il n'est généralement utilisé que lors d'un seul voyage en mer et revendu pour d'autres usages dès son arrivée en France. Il est donc en parfait état et ne nécessite aucune reprise de tôle ou de peinture. Ses caractéristiques sont les suivantes :



- longueur extérieure : 3,03 m
- largeur extérieure : 2,44 m
- hauteur extérieure : 2,59 m
- longueur intérieure : 2,84 m
- largeur intérieure : 2,35 m
- hauteur intérieure : 2,39 m
- épaisseur du plancher en contreplaqué : 26 ou 30 mm
- masse : 1300 kg

Il propose donc une surface intérieure de 6,32 m<sup>2</sup>, ce qui permet d'aménager une salle d'eau accessible aux personnes à mobilité réduite tout en réservant une épaisseur pour recevoir le meuble de cuisine et le placard technique. Tous les équipements techniques sont donc contenus dans le même volume : le conteneur peut être entièrement équipé en atelier. Son plancher est également isolé. L'intervention des corps d'état du second œuvre sur chantier se trouve donc limitée.

A partir de ce premier module, nous en proposons un deuxième qui complète la bande technique du logement et isole la toiture et l'extrémité du conteneur maritime. Pour l'isoler parfaitement sans dépasser les gabarits autorisés, nous rapportons un mur en ossature bois sur sa longueur. Le troisième module comprend l'espace de repos dans sa globalité : il a donc une longueur de 5 m. Enfin, le quatrième est la terrasse privative. Sa largeur correspond à la moitié du gabarit autorisé en transport normal, ce qui permet d'optimiser le chargement des camions et d'en déplacer deux à la fois. En résumé, une unité d'habitation est donc composée d'un conteneur maritime de type « 10' Dry », de trois modules différents et d'un mur en ossature bois (Figure 15).

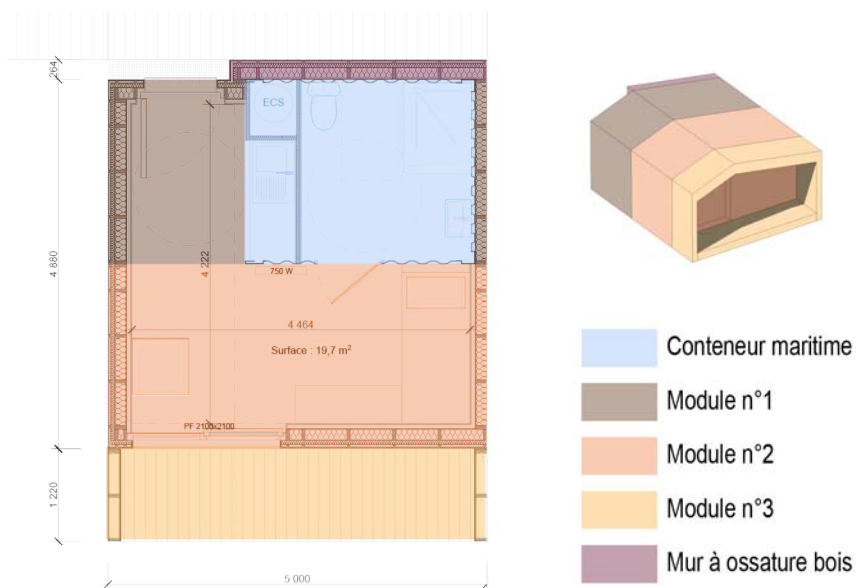


Figure 15 : Découpage d'une unité d'habitation en modules

Pour les mêmes raisons que dans les unités d'habitation, la bande technique de la salle commune est elle aussi réalisée en conteneur maritime dont le plancher est isolé. Le modèle utilisé ici est un conteneur de 20 pieds de long, ayant les caractéristiques suivantes :

## OPTIMISATION TECHNIQUE ET FINANCIERE

- longueur extérieure : 6,06 m
- largeur extérieure : 2,44 m
- hauteur extérieure : 2,59 m
- longueur intérieure : 5,9 m
- largeur intérieure : 2,35 m
- hauteur intérieure : 2,39 m
- épaisseur du plancher en contreplaqué : 26 ou 30 mm
- masse : 2200 kg

Son isolation est assurée par un module qui isole ses extrémités et crée la toiture à double pan, ainsi que par un mur rapporté en ossature bois. L'espace commun et sa terrasse abritée sont générés à partir de trois autres modules, aux dimensions identiques à celui de la partie repos dans l'unité d'habitation. L'unité commune est donc composée d'un conteneur maritime, de quatre modules et d'un mur en ossature bois (Figure 16).

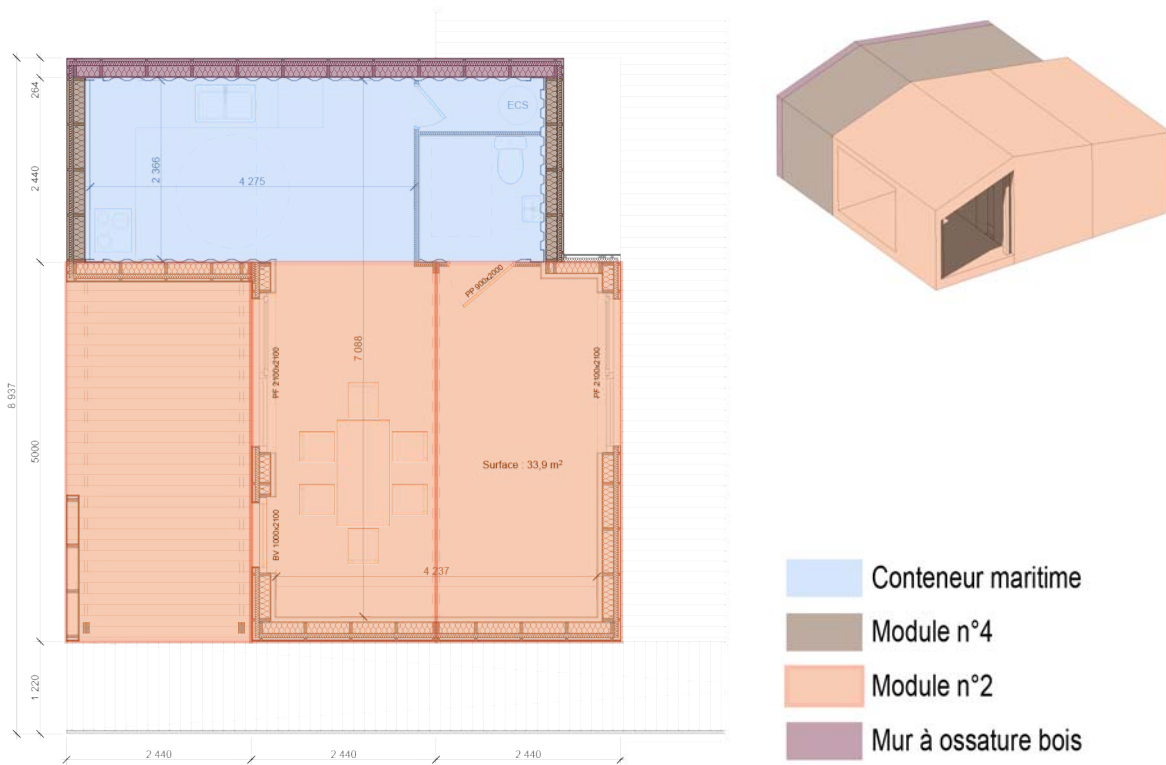


Figure 16 : Découpage de l'unité commune en modules

Les aménagements extérieurs sont composés de deux modules principaux. L'un reprend les dimensions de celui de la partie repos de l'unité d'habitation : sa longueur est donc de 5 m et sa largeur de 2,44 m. Il sert à réaliser la placette centrale. L'autre reprend les dimensions du module de terrasse : sa longueur est donc de 5 m et sa largeur de 1,22 m. Il sert à réaliser les coursives d'accès aux logements, ainsi que la rampe d'accès à la placette. Deux personnes peuvent alors se croiser sans problème.

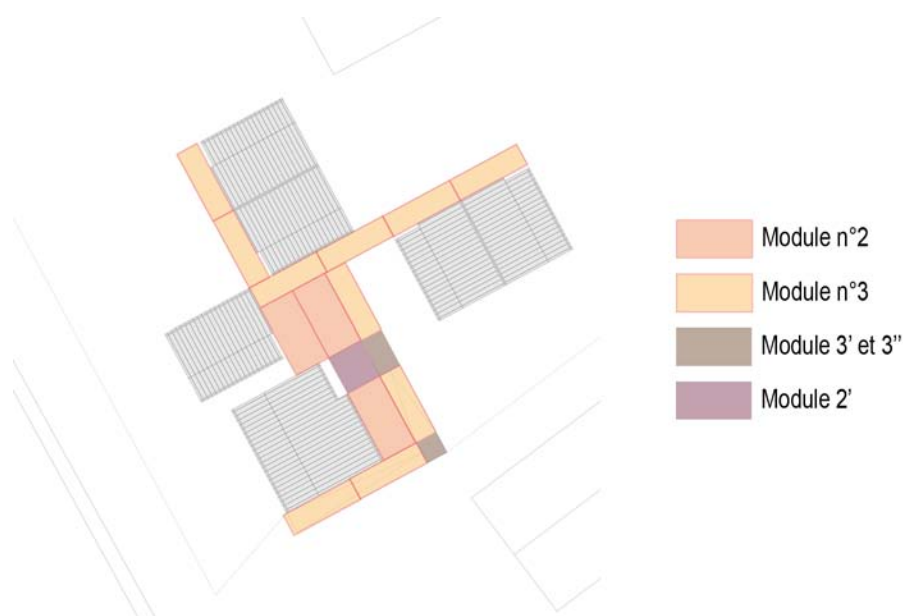


Figure 17 : Découpage des aménagements extérieurs en modules

### 1.2. Avantages de la démarche

Cette logique de modularisation est pertinente dans le cadre du projet du Renouveau. En effet, elle possède en effet les avantages suivants :

- une facilité de fabrication : l'utilisation de pièces standardisées et simples, fabriquées en séries en grande quantité, permet de diminuer le nombre de réglages des machines. On économise ainsi du temps.

- un montage en atelier : réalisé sur table de montage, il permet une plus grande qualité des ouvrages, dont les déplacements et le stockage peuvent être facilités par la présence d'équipements de manutention comme un chariot élévateur ou un pont roulant. De plus, il est totalement indépendant des intempéries, ce qui limite les risques de retard de réalisation. Enfin, il offre de meilleures conditions de travail aux ouvriers que le chantier. En étant plus sûr et plus accessible, il pourrait être réalisé en partie par des personnes en réinsertion, ce qui renforcerait la durabilité sociale du projet.

- une facilité de transport : d'une largeur de 2,44 m et d'une longueur maximale de 6,57 m pour le conteneur maritime isolé à ses extrémités, les modules respectent strictement les gabarits routiers autorisés en France. Aucune autorisation exceptionnelle n'est donc nécessaire et ils peuvent être déplacés en transport normal.

- une rapidité de montage sur site : les modules arrivant entièrement montés et équipés sur le chantier, il ne reste plus qu'à les ancrer sur les plots béton et à traiter les jonctions entre eux. Pour chaque unité d'habitation et pour la salle commune, cet assemblage se fait dans un ordre précis (Figures 18 et 19). Ainsi, on garantit la stabilité de la construction en cours, mais aussi la continuité de l'isolation et de l'étanchéité à l'air. Les

## OPTIMISATION TECHNIQUE ET FINANCIERE

unités d'habitation les plus au nord sont montées en premier, puis celle qui est isolée, et enfin les deux à l'est. La salle commune est assemblée après. Les modules composant les aménagements extérieurs terminent le chantier.

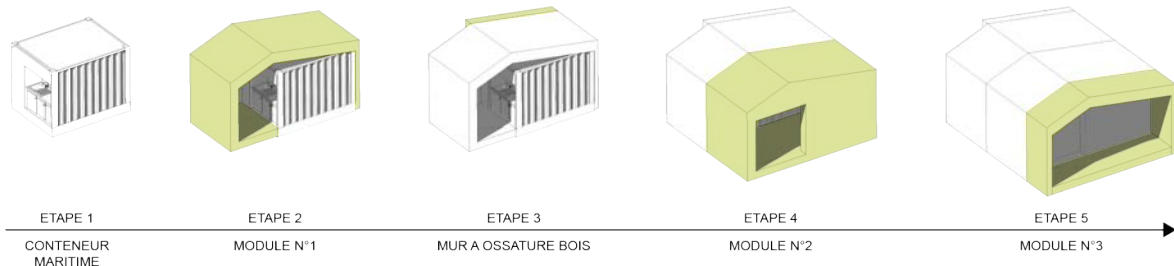


Figure 18 : Axonométrie de levage d'une unité d'habitation

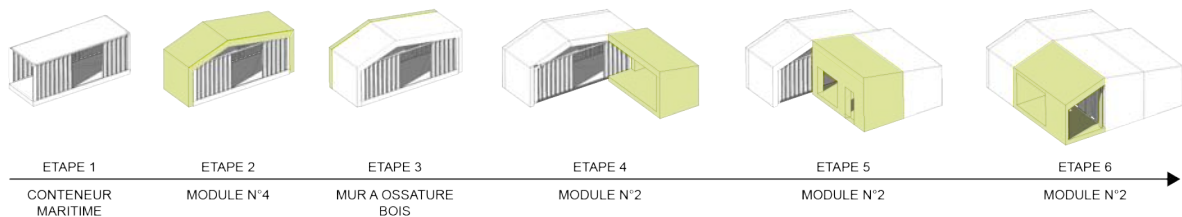


Figure 19 : Axonométrie de levage de l'unité commune

Par cette méthode, la phase chantier est ainsi la plus courte possible et la production de déchets sur site est également limitée. On a donc un chantier rapide et propre, ce qui permet non seulement de réduire son impact environnemental, mais aussi son coût.

- une possibilité d'extension : l'indépendance structurelle et l'entière démontabilité de chaque unité d'habitation permet d'imaginer l'insertion d'un module afin d'agrandir la surface du logement (Figure 20), qui passe à 30,6 m<sup>2</sup>. Celui-ci, prévu à l'origine pour une personne isolée, s'adapte ainsi à un couple.

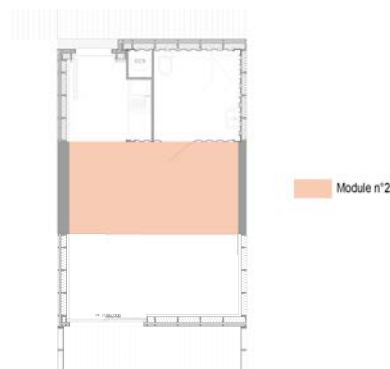


Figure 20 : Extension possible d'une unité d'habitation par l'insertion d'un module

Quant à la salle commune, un module supplémentaire lui permettrait d'accueillir des groupes plus importants (Figure 21). Cela pourrait être le cas si le CHRS s'agrandit par la construction de nouvelles unités d'habitation.

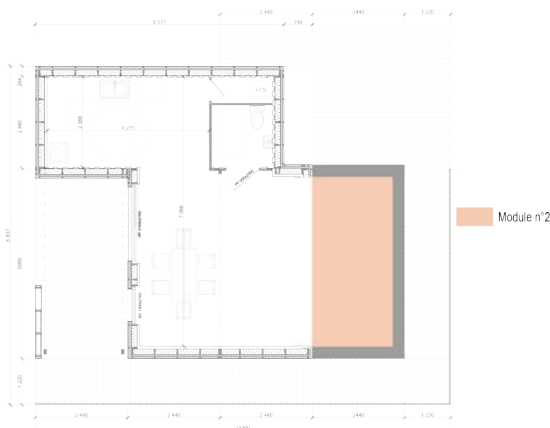


Figure 21 : Extension possible de l'unité commune

## 2. CHOIX TECHNIQUES POUR LES DIFFERENTS LOTS

Nous proposons dans cette partie un allotissement : ce choix d'organisation nous permet de décrire les différents travaux à réaliser et de planifier les interventions des différents corps d'état. Nous avons opté pour les six lots suivants :

- lot n°1 : voirie et réseaux divers
- lot n°2 : fondations
- lot n°3 : équipement technique des conteneurs maritimes
- lot n°4 : structure et enveloppe bois : murs, menuiseries, planchers et toitures
- lot n°5 : revêtements extérieurs : couverture, zinguerie et bardage
- lot n°6 : revêtements intérieurs : sols, murs et plafonds

### 2.1. Voirie et réseaux divers (VRD)

Les travaux de voirie et réseaux divers comprennent des interventions très variées comme le terrassement, l'assainissement, l'alimentation en eau et en électricité, mais aussi l'éclairage extérieur, les espaces verts ou la signalétique.

En surélevant le projet par rapport au terrain naturel, nous nous affranchissons totalement des contraintes de terrassement. Cela réduit l'impact sur la parcelle et diminue également le coût du chantier. En revanche, il est nécessaire de raccorder chaque unité d'habitation et l'unité commune aux réseaux d'électricité et d'eau potable. Ne connaissant pas leur implantation exacte, nous n'avons pu chiffrer ces travaux : leur coût viendra donc en supplément de notre chiffrage. Cependant, étant donné la proximité du bâtiment de la Maison des Associations, nous pouvons supposer qu'il restera raisonnable.

L'évacuation des eaux usées peut impacter de manière plus significative l'économie du projet. N'ayant pu rassembler les données sur l'existence ou non d'un réseau à proximité de la parcelle, nous présentons ici les avantages et les inconvénients de différentes solutions,

mais dont le coût devra être comparé ultérieurement :

- un raccordement aux réseaux de la ville. Cette solution garantit une sécurité et une facilité d'usage, mais les travaux de réalisation des tranchées d'évacuation ont un lourd impact foncier et financier. Cependant, si le réseau existe à proximité immédiate de la parcelle, il serait dommage de ne pas profiter de cet équipement.

- un receveur toutes eaux commun à tout le CHRS. En se basant sur une douche quotidienne, cinq chasses d'eau et trois vaisselles, on peut estimer à 200 L/jour le volume d'eau usée à évacuer par logement. Pour la salle commune, on peut l'estimer à 150L/jour. Pour une autonomie de quinze jours, il est donc nécessaire que le volume de stockage soit au minimum de 17250 L. La société PUM Plastiques propose des cuves de 10000 L : il en faudrait donc deux pour couvrir les besoins tout en assurant une marge de sécurité. Leur vidange bimensuelle implique bien évidemment des coûts d'entretien. De plus, cette solution impacte très fortement le terrain puisqu'elle ne dispense pas de réaliser un réseau souterrain entre les unités et le receveur et qu'une fois les citernes enterrées, elles seront difficilement déplaçables.

- des receveurs toutes eaux individuels, sous le plancher de chaque conteneur maritime. Une isolation de cette cuve serait probablement nécessaire afin d'éviter le gel : il faut donc s'assurer que cela n'engendre pas une altitude du niveau fini supérieure à 1 m. Des garde-corps seraient alors obligatoires sur toutes les coursives. A raison d'une épaisseur de 30 cm, le volume de stockage pour chaque logement serait donc de 1,9 m<sup>3</sup>, soit 9 jours d'autonomie. A raison d'une épaisseur de 40 cm, il serait de 2,5 m<sup>3</sup>, soit 12 jours d'autonomie. Les coûts d'entretien sont alors à prendre en compte. Mais ce dispositif permettrait une autonomie presque totale du projet par rapport au réseau, et permettrait de l'implanter sur des sites non viabilisés.

## 2.2. Fondations

Opter pour des fondations légères sous la forme de plots béton préserve la topographie naturelle du terrain : ils nécessitent en effet peu de fouilles. Comme ils travaillent uniquement en compression, ils n'ont le plus souvent pas besoin d'être armés. Leur section est généralement comprise entre 0,50 m x 0,5 m et 1,20 m x 1,2 m. Si besoin, leur portance sera augmentée en plaçant à leur base une semelle isolée, qui sera armée. La profondeur des plots sera suffisante afin qu'ils soient mis hors gel, soit supérieure à :

$$d = d_0 + \frac{A-150}{200} \times 0,05 = 0,8 + \frac{330-150}{200} \times 0,05 = 0,845 \text{ m.}$$

Ces données sont fournies à caractère indicatif et devront être adaptées par l'entreprise en charge du présent lot en fonction des descentes de charges et de la nature du sol.

Les plots ont une hauteur de 324 mm (Figure 22) : aucune pièce de bois n'est ainsi à moins de 300 mm du terrain, ce qui assure une bonne ventilation en sous-face du plancher bois et évite les sinistres. Ils sont reliés entre eux par le sommier en LVL des modules. Celui-

ci est fixé par équerre métallique et deux lisses d'implantation, posées sur une bande d'arase, empêchent les remontées capillaires dans le plancher en ossature bois.

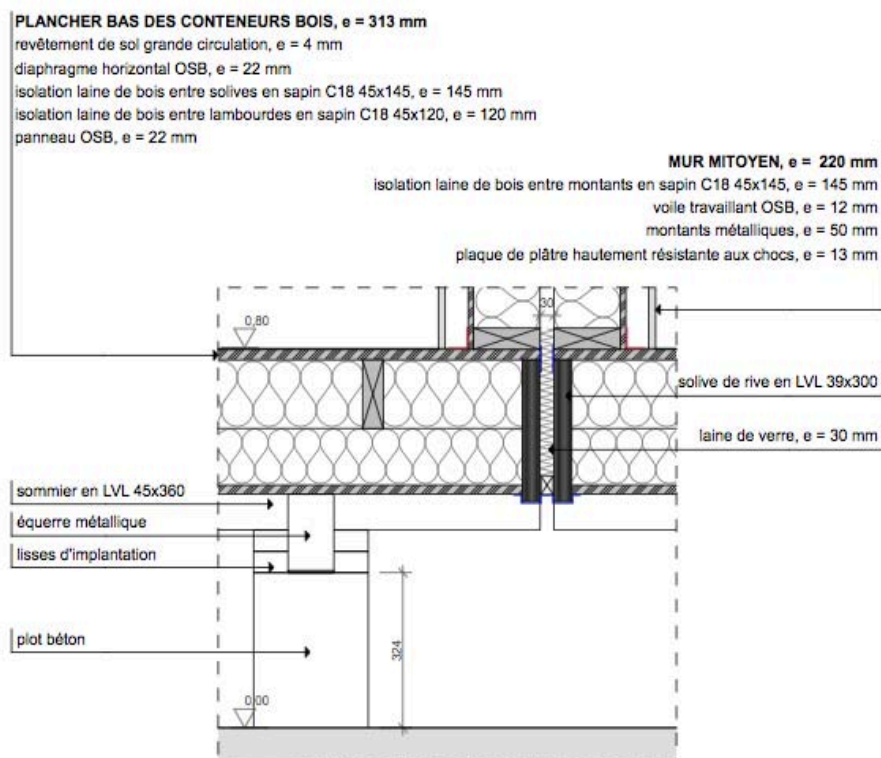


Figure 22 : Fixation du sommier LVL sur les plots béton - échelle 1/20

### 2.3. Equipement technique des conteneurs maritimes

Les conteneurs maritimes ont été choisis pour leur robustesse et leur adaptation au transport de marchandises : tous leurs équipements techniques sont montés en atelier, sans risque de casse lors de la livraison sur chantier. Ils comprennent alors :

- le système de production d'eau chaude sanitaire : la salle commune et chaque logement est équipé de son chauffe-eau électrique à accumulation. D'un volume de 50 L, il permet de couvrir les besoins journaliers d'eau chaude à 60°C pour une personne. D'une puissance de 1200 W, son cycle de chauffe dure environ 3h si l'on se base sur une température minimale d'eau puisée de 5°C. A raison d'un cycle par jour, la consommation annuelle d'électricité s'élève à 1167kWh, soit 175 €/an ou 14,6 €/mois. La limitation de la température de l'eau distribuée à 40°C afin d'éviter tout risque de brûlure peut permettre de réduire cette consommation.

- le système de ventilation simple flux : le renouvellement d'air conseillé est de 30 m<sup>3</sup>/pers/h pour le logement, et de 60 m<sup>3</sup>/h pour une cuisine, chiffre que nous avons retenu pour la salle commune. Etant donné la faiblesse des volumes extraits, l'investissement dans une ventilation mécanique contrôlée à double flux n'est donc pas pertinent. Afin de limiter les déperditions énergétiques et donc les besoins de chauffage, ce débit peut d'ailleurs encore

être réduit tant que les critères de qualité de l'air sont vérifiés. Des capteurs d'hygrométrie, de température et de CO<sub>2</sub> contrôlent alors la mise en route de l'installation. Des bouches d'extraction hygro-réglables ont cependant un coût moins important. L'extraction d'air se situe à proximité des sources de pollution. L'entrée d'air se trouve à l'opposé, de manière à assurer un balayage complet de l'espace.

- le système de chauffage : la salle commune est équipée de deux radiateurs électriques de 750 W à thermostat intégré tandis qu'un seul suffit pour maintenir les logements à la température de confort de 19°C. Pour réduire considérablement les consommations, notamment en cas de mauvaise utilisation des appareils, il existe des modèles équipés de détecteurs d'absence et d'ouverture des fenêtres. Le premier système entraîne la diminution progressive de la température de chauffe jusqu'à 15,5°C en cas d'absence prolongée. Le second entraîne la coupure automatique du chauffage tant que les fenêtres sont ouvertes. De plus, nous conseillons la mise en place d'un thermostat inaccessible au résident afin de limiter à 21 °C la température des espaces intérieurs. Ainsi, il est donc libre de régler son radiateur, mais aucune consommation superflue n'aura lieu.

- le tableau électrique : le compteur qui y est associé permet de suivre les consommations de la personne hébergée et de la responsabiliser quant à ses dépenses.

- les luminaires, les prises de courant et les câbles en attente : les unités d'habitation sont équipées de plafonniers dans la cuisine, la salle d'eau et l'espace de repos. Cinq prises de courant sont réparties autour du conteneur métallique : trois dans la cuisine et deux à proximité du lit. Les lumières étant susceptibles d'être laissées allumées, des ampoules à faible consommation seront choisies. Eventuellement, un détecteur de présence pourrait être installé dans la salle d'eau. De même un minuteur intégré aux plaques de cuisson évite que celles-ci soient laissées allumées trop longtemps et réduit les risques de départ de feu. L'unité commune est éclairée en trois points dans la partie réunion, en deux dans la partie cuisine et en un dans les sanitaires. Les prises électriques se trouvent dans la partie cuisine et dans les étagères de rangement.

- les réseaux d'eau et les équipements sanitaires : les équipements sanitaires seront choisis pour leur robustesse et seront fortement ancrés à la structure afin d'empêcher leur arrachement. Les matériaux inox seront privilégiés et l'ensemble des robinets sera à bouton-poussoir de manière à limiter les consommations et les risques de dégâts des eaux.

De manière à supprimer tous les ponts thermiques et à limiter les déperditions, ces conteneurs seront isolés par l'extérieur grâce à une enveloppe bois, dont la partie sous son plancher sera déjà intégrée en atelier. Une attention toute particulière sera accordée à la continuité de cette enveloppe autour de la structure acier du conteneur (Figure 23). Il est en effet primordial que celui-ci se trouve entièrement dans le volume chauffé afin d'éviter toute formation de condensation dans l'isolant.



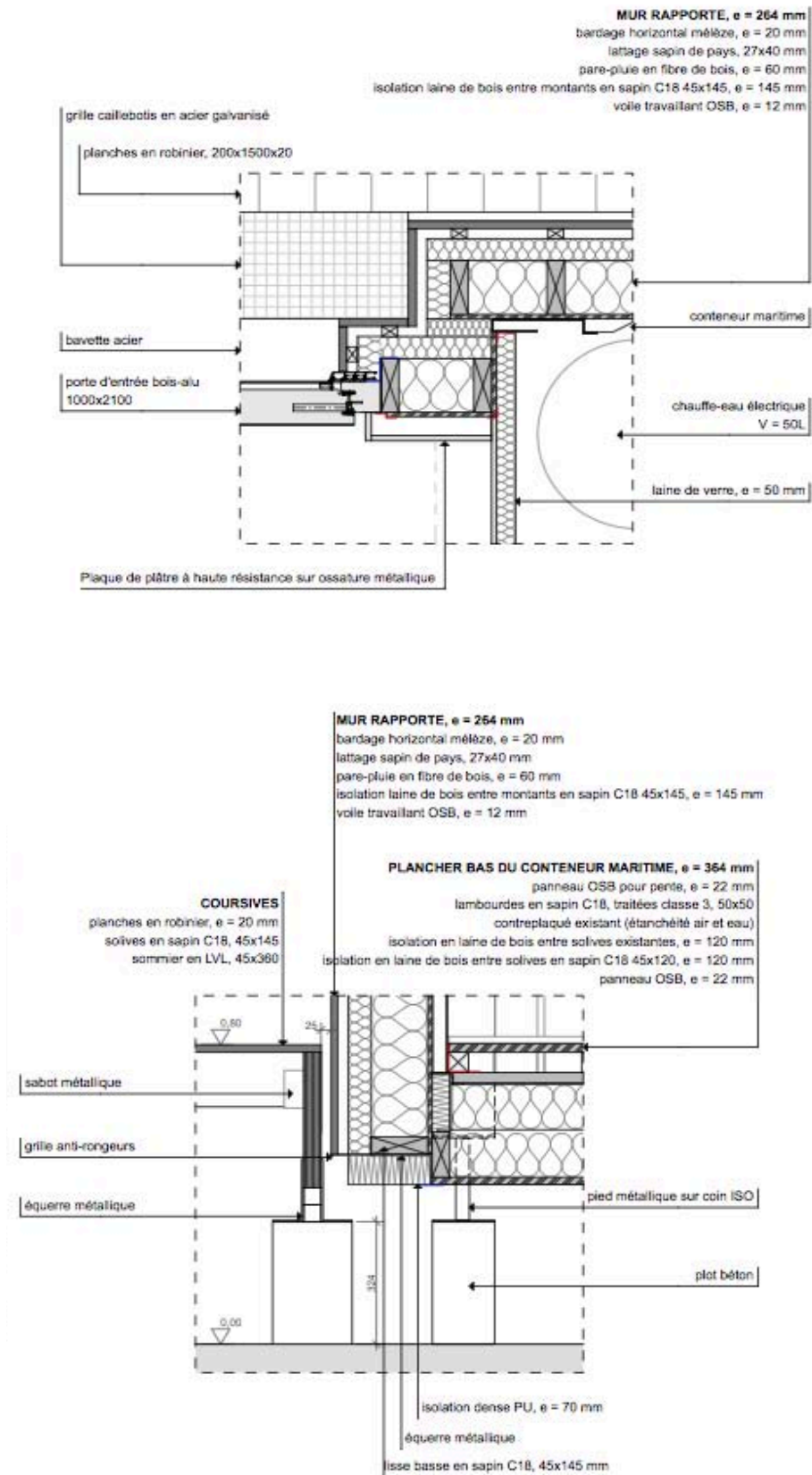


Figure 23 : Détails de mise en œuvre de l'enveloppe bois autour du conteneur maritime

## 2.4. Structure et enveloppe bois : murs, menuiseries, planchers et toitures

Les modules sont réalisés en ossature bois. Cette technique garantit une facilité de préfabrication, de transport et de montage. La rapidité des processus permet de réduire la durée du chantier, et donc de réaliser des économies. De plus, le bois mis en œuvre avec un taux d'humidité conforme aux règles de construction possède un faible coefficient de conductivité thermique ( $\lambda = 0.13 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ) : son utilisation en tant que structure porteuse permettra de limiter les pertes et les ponts thermiques à travers l'enveloppe. Enfin, c'est une ressource renouvelable et locale : son impact environnemental est limité et sa mise en œuvre participe à l'économie du département.

Les murs sont composés d'une ossature bois avec des montants en sapin de 45x145 mm, de classement C18. Leur contreventement est assuré par des panneaux OSB d'épaisseur 12 mm, placés du côté intérieur. Minutieusement scotchés les uns aux autres, ils jouent également le rôle de frein-vapeur : ils doivent être préservés de tout percement ou dégradation. L'isolation est réalisée avec des panneaux de laine de bois semi-rigides posés entre les montants de l'ossature. Cet isolant assure à la fois une bonne isolation thermique et phonique tout en garantissant un coût moyen. Un panneau en fibres de bois d'une épaisseur de 60 mm fait office de pare-pluie. Il remplit donc aussi la fonction d'un isolant complémentaire, qui coupe tout pont thermique induit par l'ossature en bois massif.

Les menuiseries constituent un point particulier de l'enveloppe dont la mise en œuvre doit être particulièrement soignée afin de garantir une bonne étanchéité à l'air : le montage des menuiseries extérieures en atelier le permet. D'un point de vue thermique, elles sont alternativement sources de chaleur et surfaces déperditives : cela dépend de l'orientation du logement, des moments de la journée et des saisons. Pour limiter les déperditions, nous avons choisi des menuiseries triple vitrage en bois-aluminium avec des coefficients de transmission thermique du cadre et du vitrage de valeurs respectives  $U_f = 0.95 \text{ W/m}^2/\text{K}$  et  $U_g = 0.6 \text{ W/m}^2/\text{K}$ . Pour augmenter les apports gratuits dus au rayonnement solaire, nous choisissons des menuiseries avec un facteur solaire médian  $g = 0,62$ . Pour en profiter pleinement, il serait judicieux d'orienter le plus possible les baies vitrées des unités d'habitation vers le sud. Cela n'étant que peu réalisable sur la parcelle du Quartier de la Magdeleine, ce potentiel d'énergie gratuite ne sera ici pas totalement exploité.

Les murs à ossature bois sont posés sur des lisses basses fixées au plancher bas. La jonction entre ces deux éléments a été réfléchi dans le but d'assurer une étanchéité à l'air parfaite, mais aussi de supprimer les ponts thermiques entre les murs et le plancher (Figure 24). Ce dernier est composé de solives qui ont la même section que nos montants et d'une isolation en laine de bois entre elles. Elles prennent appui sur deux poutres porteuses en LVL d'une longueur de cinq mètres, qui reposent chacune sur deux plots béton. Une autre épaisseur d'isolant est posée perpendiculairement à la première entre des solives de 45x120 mm. Elle est maintenue en place par un panneau d'une épaisseur minimale de 19 mm, qui assure la fermeture du caisson de plancher : l'isolant est ainsi protégé de l'humidité et des rongeurs. L'utilisation de sections identiques entre nos murs et

nos planchers garantit une optimisation des coûts de revient puisque les matières premières peuvent être achetées en plus grande quantité.

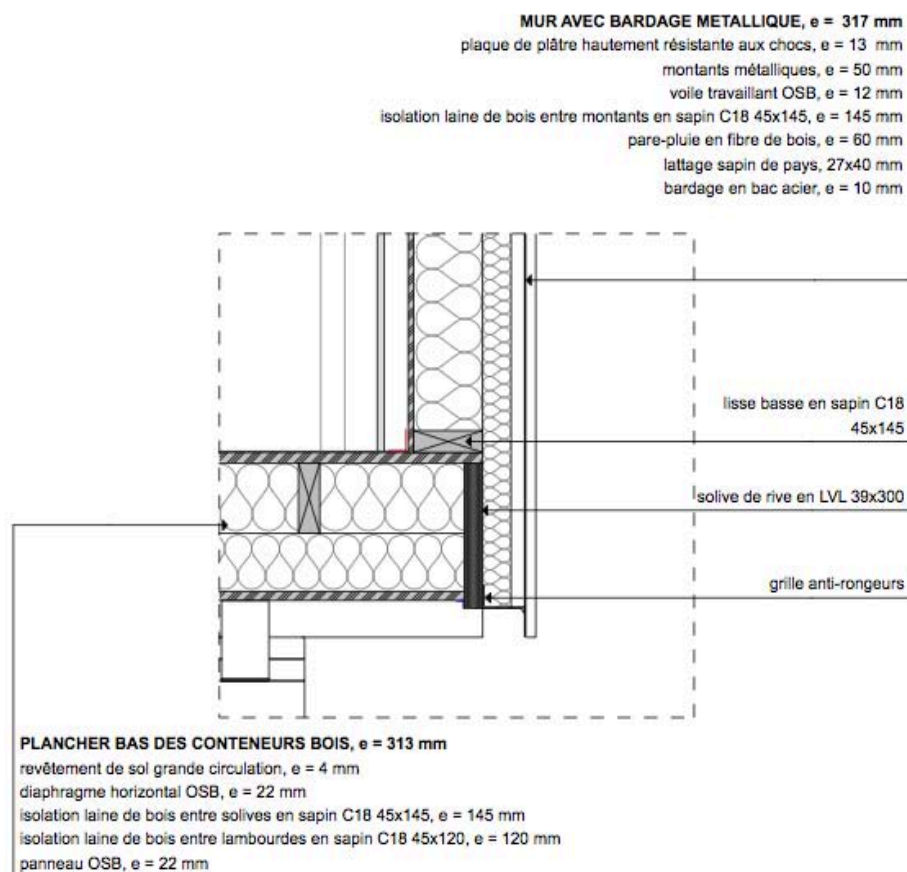


Figure 24: Jonction entre le mur et le plancher

La toiture (Figure 25) est supportée par des pannes en bois massif de section 45x220 mm et de classe structurelle C18. Celles-ci reposent sur deux appuis et leur portée correspond à la largeur autorisée par les gabarits de transport. L'isolation est assurée en panneaux de laine de bois semi-rigides entre elles. Ils sont maintenus en place par l'OSB, qui joue également le rôle de diaphragme horizontal pour le contreventement mais aussi de frein-vapeur. L'ensemble est recouvert d'un pare-pluie en fibre de bois d'une épaisseur de 60 mm : il sert aussi d'isolant complémentaire qui coupe les ponts thermiques au niveau des pannes.

Les éléments porteurs tels que les solives de plancher et son sommier en LVL, les linteaux de baies vitrées ainsi que les pannes de la toiture ont été pré-dimensionnés à l'aide du logiciel MDBat et conformément à l'Eurocode 5, règlement européen de vérification des structures bois.

## 2.5. Revêtements extérieurs : couverture, zinguerie et bardage

La couverture est réalisée en bac acier galvanisé dont la face visible est prélaquée. Différents coloris existent selon les fournisseurs et le choix peut être laissé à l'association.

D'une épaisseur très faible, ce choix technique garantit la légèreté de la couverture. Sa mise en œuvre est rapide : le lattage et le contre-lattage sont déjà posés sur le pare-pluie en atelier et les bacs sont de grandes dimensions. De plus, ce type de toiture est facilement démontable et réutilisable.

L'évacuation des eaux pluviales se fait par des chéneaux encaissés en bas de pente (Figure 25) : installés en atelier, ils ne dépassent pas du gabarit de transport et seul leur raccord est à traiter sur chantier. Les descentes sont elles aussi à mettre en œuvre sur site. Il est possible d'envisager de récupérer l'eau de pluie dans des volumes de stockage dissimulés sous les coursives. Elle pourrait être réutilisée pour arroser un éventuel jardin partagé, ou simplement mise à la disposition des services d'entretien des espaces verts de la ville.

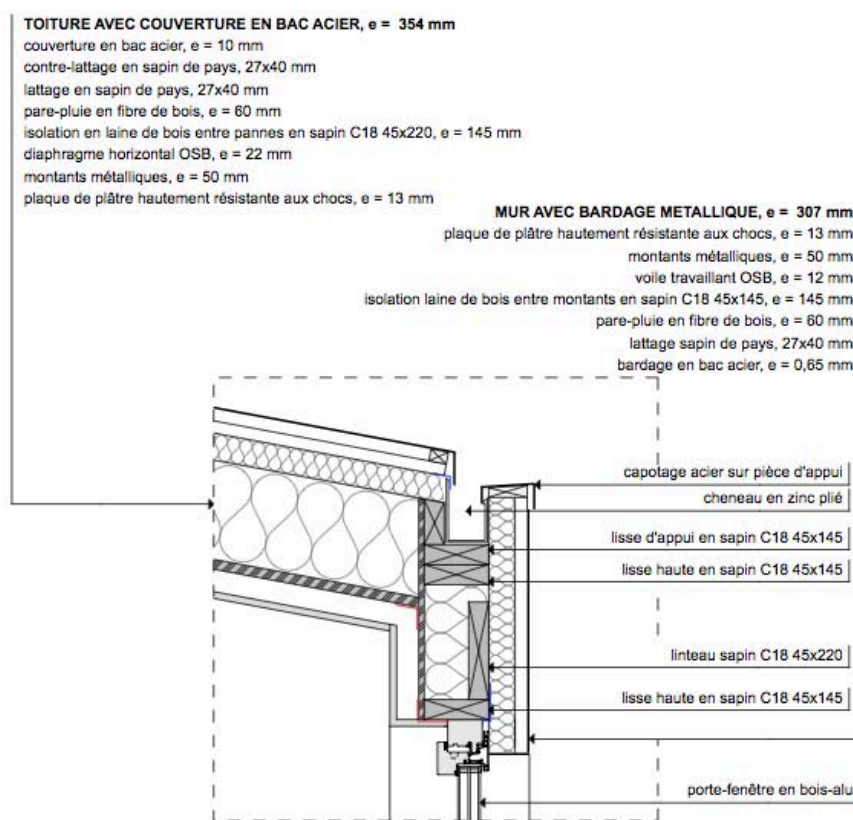


Figure 25: évacuation des eaux pluviales à travers un chéneau encaissé

Les revêtements de façade sont de deux types : un bardage métallique en bac acier galvanisé prélaqué assure la continuité de l'enveloppe protectrice entre la toiture et les longs pans tandis qu'un bardage horizontal en mélèze met en valeur les pignons. Cette mixité permet de conserver une cohérence architecturale tout en respectant des contraintes financières. L'enduit n'a pas été retenu comme une solution pertinente car il ne possède pas le caractère démontable et adaptable des bardages : il doit être détruit en cas d'extension ou de déplacement du projet.

## 2.6. Revêtements intérieurs : sols, murs et plafonds

En prenant compte des différentes contraintes d'usage exposées dans l'analyse fonctionnelle, il s'est avéré nécessaire de choisir un revêtement de sol pouvant garantir des performances en glissance, résistances à l'arrachement et au poinçonnement. Pour cela nous avons choisi un revêtement de sol en PVC (polychlorure de vinyle) qui sera posé en rouleaux une fois les modules assemblés et l'étanchéité à l'air des planchers réalisée.

Pour les parois verticales, il est nécessaire de protéger l'ensemble des panneaux OSB de tout percement : ils assurent en effet l'étanchéité à l'air des modules. Pour cela, nous réalisons une contre-cloison en plaques de plâtre rigides, hautement résistantes aux chocs avec une épaisseur de 13 mm pour répondre à ce besoin. Le vide généré par les montants métalliques sur lesquels sont fixés les plaques permet le passage des câbles électriques si nécessaire. Au plafond, ce même revêtement est fixé selon la pente de toit dans l'espace de vie. Au niveau de la cuisine, il est fixé à l'horizontale, ce qui offre ainsi un espace technique supplémentaire.

## 3. ANALYSE FINANCIERE DU PROJET

### 3.1. Récapitulatif des coûts

A partir des prix fournis dans les différents volumes de l'Annuel des Prix BTP 2015, publié par le groupe Batiactu, et certains devis obtenus directement auprès de fournisseurs, nous avons pu établir une étude de prix sur les lots n°3 à n°6 (Annexe 3). Le tableau suivant (Tableau 1) donne un aperçu du coût de réalisation par type de unité et pour les aménagements extérieurs.

Lot	Unité commune		Unité d'habitation		Aménagements extérieurs	
	Fourniture	Fourniture et pose	Fourniture	Fourniture et pose	Fourniture	Fourniture et pose
<b>Lot 3 - Equipements du conteneur maritime</b>	5 841,40 €	8 455,50 €	5 613,60 €	8 373,50 €		
<b>Lot 4 - Structure et enveloppe bois : toiture, murs, planchers et menuiseries</b>	18 098,94 €	28 371,45 €	11 502,56 €	18 301,20 €	11 811,00 €	19 445,00 €
<b>Lot 5 - Revêtements extérieurs : couverture, zinguerie, bardage</b>	3 491,43 €	13 115,78 €	1 964,75 €	7 625,90 €		
<b>Lot 6 - Revêtements intérieurs : sols, murs et plafonds</b>	2 756,00 €	5 495,00 €	367,50 €	1 050,00 €		
<b>Prix total HT</b>	<b>30 187,77 €</b>	<b>55 437,73 €</b>	<b>19 448,41 €</b>	<b>35 350,60 €</b>	<b>11 811,00 €</b>	<b>19 445,00 €</b>
<b>Prix HT €/m<sup>2</sup></b>	<b>890,49 €/m<sup>2</sup></b>	<b>1635,33 €/m<sup>2</sup></b>	<b>987,23 €/m<sup>2</sup></b>	<b>1794,45 €/m<sup>2</sup></b>	<b>102,70 €/m<sup>2</sup></b>	<b>169,09 €/m<sup>2</sup></b>

Tableau 1: Récapitulatif des coûts des différents lots chiffrés

L'estimatif du coût global du projet, composé d'une unité commune, de cinq unités d'habitation et des aménagements extérieurs, est reporté dans le tableau 2.

	<i>Fourniture</i>	<i>Fourniture et pose</i>
1 unité commune	30 187,77 €	55 437,73 €
5 unités d'habitation	97 242,05 €	176 753,00 €
Aménagements extérieurs	11 811,00 €	19 445,00 €
<b>Coût global HT</b>	<b>139 240,82 €</b>	<b>251 635,73 €</b>

Tableau 2 : Estimatif du coût global du projet

A ces coûts de réalisation du projet doivent être ajoutés les coûts d'exploitation. Une rapide simulation des unités d'habitation nous a permis d'estimer les besoins de chauffage des modules d'habitation à 84 kWh/m<sup>2</sup>/an. En considérant qu'un kilowattheure d'électricité coûte actuellement quinze centimes d'euro, cela représente une facture annuelle de 252 €/an, soit 21€/mois. Comme calculé dans le paragraphe 2.3, la consommation d'électricité destinée à la production d'eau chaude sanitaire s'élève à 175 €/an, soit 14,6€/mois. En se basant sur une estimation de 20 kWh/m<sup>2</sup>/an pour l'électricité spécifique, on obtient une dépense supplémentaire de 5€/mois. Les coûts en électricité s'élèvent donc à 40,6 €/mois, sans prendre en compte un éventuel abonnement individualisé. Les consommations d'eau dépendent des habitudes des personnes hébergées : si besoin, une sensibilisation peut être menée pour les inciter à réduire leur consommation.

L'entretien de la salle commune et des abords extérieurs est également à prendre en considération. Il peut cependant être réalisé par une entreprise d'insertion de manière à en réduire le coût, ou même par les résidents : cela permet en effet de les responsabiliser quant à leur usage des espaces communs.

### 3.2. Variantes possibles

L'objectif est ici de trouver des postes éventuels de réduction des coûts. Si les économies sont immédiates au moment de la réalisation du projet, certaines peuvent se faire au détriment d'autres critères, notamment sa démontabilité ou sa consommation énergétique. Il s'agit ici de chiffrer les économies potentiellement réalisables et de juger leur pertinence en relevant leurs conséquences.

#### 3.2.1. Evacuation des eaux pluviales par gouttières pendantes

Les gouttières pendantes demies-rondes en zinc sont très avantageuses d'un point de vue financier : en fourniture et pose, le coût de des évacuations d'eau pluviale passerait de 19777 € à 2955 € sur l'ensemble du projet. Cela représente une économie de 16822 €, soit 6,6%. Cependant, les gouttières pendantes se situent en dehors du gabarit de transport autorisé. Elles sont donc à monter sur place et à démonter avant un éventuel

déménagement du projet. Cet inconvénient reste mineur car dans notre proposition, les descentes d'eau pluviale et les boîtes à eau devaient déjà être mises en œuvre sur site. Le principal inconvénient est qu'une gouttière demi-ronde rend impossible l'accolement de deux unités d'habitation : elle entraîne obligatoirement un jour entre elles, ce qui implique de revêtir de pare-pluie et de bardage métallique les deux parois, ce qui signifie une plus value immédiate de 4600 €. L'économie réelle est donc de 12222 €, soit 4,8%. De plus, les deux parois se trouvent alors en contact avec l'extérieur, ce qui augmente les déperditions thermiques du logement et par conséquent les consommations : les besoins de chauffage croissent en effet d'environ 12 kWh/m<sup>2</sup>/an, ce qui représente donc 236 kWh/an, soit 35,5€.

Cette variante est donc très avantageuse financièrement mais elle empêche tout accolement des unités. Les chéneaux encaissés restent pour nous une piste à privilégier, d'autant plus que la préfabrication en atelier en facilite la mise en œuvre et permet peut-être un coût réel inférieur à celui que nous avons trouvé dans l'*Annuel des Prix BTP*.

### **3.2.2. Coursives en caillebotis acier**

Le caillebotis acier est un matériau issu de l'industrie. Très fonctionnel, il résiste sans problèmes aux conditions extérieures et est naturellement antidérapant : son entretien est donc limité, contrairement aux lames de bois. Il est composé d'un assemblage de plats porteurs et de plats remplisseurs qui sont pressés entre eux pour réaliser une maille carrée de 30 mm. Les panneaux ainsi réalisés ont des dimensions variées, et se fixent par des agrafes : le montage est donc rapide et simple. Le prix surfacique du produit d'environ 55 €/m<sup>2</sup> est assez élevé, mais son temps de pose réduit le rend avantageux : si toutes les coursives communes étaient réalisées de cette manière, l'économie immédiate serait de 2630 €. L'absence d'entretien et une durabilité plus longue réduisent les coûts d'entretien, qui deviennent ainsi négligeables.

Cette variante modifie l'aspect extérieur du projet et supprime l'aspect chaleureux des espaces communs. Elle représente une économie de seulement 1% mais réduit considérablement les frais d'entretien, ce qui en fait une proposition à conserver.

### **3.2.3. Revêtement de façade en enduit taloché**

Pour des prix de revient d'environ 10 €/m<sup>2</sup> en fourniture seule et 35 €/m<sup>2</sup> avec pose, l'enduit reste une alternative au bardage bois très intéressante. En fourniture et pose, cette modification permet une économie de 9650 € sur l'ensemble du projet, soit 3,8%.

Cependant, cette variante contredit les exigences de démontabilité du cahier des charges. Elle n'est donc à conserver qu'en cas de certitude absolue que le projet ne sera pas déplacé.

### **3.2.4. Isolation en laine de verre**

L'isolation entre les montants d'ossature peut se faire en panneaux de laine de verre à dérouler sans impacter les performances thermiques des unités. Les coûts surfaciques de ces rouleaux sont d'environ 7,80 €/m<sup>2</sup> pour une épaisseur de 120 mm, 8,50 €/m<sup>2</sup> pour une épaisseur de 145 mm, et 15 €/m<sup>2</sup> pour 220 mm. Le déroulage étant une méthode de pose un peu plus rapide, le coût de pose est de 4,5 €/m<sup>2</sup>. Les économies ainsi réalisées sur l'ensemble du projet sont ainsi de 5458 € en fourniture simple et de 6370 € avec pose.

Cette variante remplace un isolant biosourcé par un isolant à l'impact environnemental plus élevé, bien qu'en partie issu de matériaux recyclés. Cependant, les économies possibles représentent 2,5% du montant des travaux, nous conseillons donc de la conserver.

### **3.2.5. Réduction de l'épaisseur du pare-pluie en fibre de bois**

Les pare-pluies en fibre de bois existent en différentes épaisseurs, les plus faibles étant de 22 et 35 mm. Le prix surfacique du panneau de 22 mm est de 6,6 €/m<sup>2</sup>, ce qui représente économie de 4845 € sur l'ensemble du projet. Pour une épaisseur de 35 mm, qui coûte 10,5 €/m<sup>2</sup>, elle n'est que de 3111 €. Cela représente respectivement une économie de 1,9% et 1,2%.

En réduisant l'épaisseur des murs et des toitures, cette modification entraîne une baisse de leur résistance thermique, donc une augmentation des besoins de chauffage. Cela se traduit par une augmentation des coûts d'exploitation de 2 € dans le cas d'un pare-pluie de 22 mm ou de 1,25 € si un pare-pluie de 35 mm est choisi. Si l'association la juge acceptable pour les résidents, nous conseillons de conserver cette modification. Il est toutefois à noter que la puissance de chauffe du radiateur devra être augmentée et qu'un risque d'inconfort l'été est possible.

### **3.2.6. Menuiseries en double vitrage**

Opter pour du double vitrage à basse émissivité au lieu du triple vitrage permet d'économiser 5300 € sur l'ensemble du projet, soit 2,1 %. Cependant, cela entraîne une augmentation des besoins de chauffage des modules d'habitation, et par conséquent des dépenses mensuelles pour l'électricité à hauteur de 2 €. De plus, la puissance du radiateur devra être augmentée. Nous conseillons alors de coupler cette variante à la réduction de l'épaisseur du pare-pluie en fibres de bois.

### **3.2.7. Groupement de variantes**

En conclusion, nous suggérons les trois groupements de variantes suivants. Ils sont présentés par ordre de priorité mais peuvent être tous appliqués si les conditions sont réunies.



## *OPTIMISATION TECHNIQUE ET FINANCIERE*

---

Sans aucune autre condition, nous conseillons le remplacement de l'isolation en laine de bois par de la laine de verre en rouleaux et la réalisation des coursives communes en caillebotis acier plutôt qu'en lames de robinier. Ces modifications diminuent le coût de réalisation du projet sans impacter ses performances thermiques. Les économies réalisées seraient à hauteur de 9000 € pour l'ensemble du projet, ce qui porterait son coût hors taxe à 242 636 €.

A la condition que les dépenses énergétiques demeurent acceptables pour les personnes hébergées et pour l'association, nous conseillons de choisir des menuiseries en double vitrage à faible émissivité et de réduire l'épaisseur du pare-pluie à 22 mm. Ces modifications entraînent une augmentation de 48 €/an pour l'électricité, mais permettent d'économiser 10145 € supplémentaires lors de la réalisation. Le coût hors taxe du projet est porté à 232 491 €.

A la condition que le projet soit implanté de manière définitive sur un site donné, nous recommandons d'opter pour un enduit taloché plutôt qu'un bardage bois et de remplacer les chéneaux encaissés par des gouttières pendantes. Cela permet de réaliser une économie hors taxe de 21 872 €. Le coût total est alors de 220 764€HT.

Si toutes les conditions sont cumulées et toutes les variantes réalisées, le coût hors taxe du projet se porte alors à 210 620 €, soit un ratio de 1560 €HT/m<sup>2</sup>. Cependant, il faut toujours prendre en compte les lots VRD et fondations, qui ne sont pas chiffrés ici.

## CONCLUSION

---

Ce projet de fin d'études avait pour but d'accompagner l'association Le Renouveau dans la définition de son projet d'habitat alternatif pour personnes marginalisées. D'une capacité de cinq personnes, le centre d'hébergement doit permettre une vie en communauté et la mise en place de lieux d'échanges tout en respectant l'indépendance des résidents. Les différentes contraintes du projet ont été identifiées lors d'une analyse fonctionnelle. Elle fournit un bilan détaillé des fonctions principales et complémentaires que doivent remplir les unités commune et d'habitation, notamment en associant des critères à chacune d'entre elles.

La combinaison de ces critères humains et techniques nous a permis de développer une proposition architecturale. Elle se base sur des unités d'habitation groupées en un petit village, dont la salle commune et la placette centrale sont les lieux de rencontre et d'échange. Cette proposition a ensuite été travaillée dans la perspective d'aboutir à une solution techniquement et financièrement optimale. Elle s'appuie pour cela sur un concept constructif encore peu répandu en France : la préfabrication de modules tridimensionnels. Ce dernier garantit une facilité et une rapidité de fabrication, de transport et de montage, tout en offrant une possibilité d'extension aux différentes unités d'habitation ou de salle commune. Celles-ci sont décrites et chiffrées afin de donner un estimatif du coût global du projet à l'association. La présentation des avantages et inconvénients de plusieurs variantes, dont certaines sont très avantageuses financièrement, priorise les éventuelles modifications à réaliser si une diminution des coûts de réalisation était nécessaire.

Ce rapport est donc le fruit d'une véritable démarche d'avant-projet, consistant à développer un projet adapté à tous les besoins identifiés et à toutes les contraintes potentielles. L'aspect financier du projet étant toutefois très important, nous avons orienté notre travail d'optimisation dans un objectif de réduction des coûts. Il pourrait être poursuivi en poussant toujours plus loin la logique de rationalisation : il serait possible de reprendre la conception des modules de manière à réduire plus encore le nombre d'éléments différents qui composent le projet.

## BIBLIOGRAPHIE

---

AGENCE OLLIVIER ARCHITECTES, 2014. *Solar Decathlon* [en ligne]  
Disponible sur [http://www.aoafr.com/index.php/projets/proj\\_deta/131](http://www.aoafr.com/index.php/projets/proj_deta/131)  
[consulté le 15 décembre 2015]

AGENCE OLLIVIER ARCHITECTES, 2013. *Habitat et Humanisme* [en ligne]  
Disponible sur [http://www.aoafr.com/index.php/projets/proj\\_deta/132](http://www.aoafr.com/index.php/projets/proj_deta/132)  
[consulté le 15 décembre 2015]

ALYNEA, 2016. *CHRS Carteret* [en ligne]  
Disponible sur <http://www.alynea.org/nos-etablissements-et-services/pole-hebergement-a-haut-seuil-de-tolerance/chrs-carteret/>  
[consulté le 15 décembre 2015]

BATIACTU GROUPE, 2015. *L'Annuel des Prix BTP - Aménagements extérieurs*, Edition 2015, Paris : Batiactu Groupe, 194p

BATIACTU GROUPE, 2015. *L'Annuel des Prix BTP – Electricité courants forts, courants faibles*, Edition 2015, Paris : Batiactu Groupe, 160p

BATIACTU GROUPE, 2015. *L'Annuel des Prix BTP - Génie climatique, plomberie, sanitaire*, Edition 2015, Paris : Batiactu Groupe, 194p

BATIACTU GROUPE, 2015. *L'Annuel des Prix BTP – Gros œuvre – Hors eau – Hors air*, Edition 2015, Paris : Batiactu Groupe, 292p

BATIACTU GROUPE, 2015. *L'Annuel des Prix BTP – Second œuvre – Aménagements intérieurs*, Edition 2015, Paris : Batiactu Groupe, 286p

FONDATION ABBE PIERRE, 2016. *L'état du mal-logement en France, 21<sup>ème</sup> rapport annuel* [en ligne], 57p  
Disponible sur [www.fondation-abbe-pierre.fr/](http://www.fondation-abbe-pierre.fr/)  
[consulté le 30 janvier 2016]

HABITAT ET HUMANISME, 2015. *Habitat et Humanisme Rhône inaugure à Lyon, Passerelle son 1er immeuble en structure containers* [en ligne]  
Disponible sur <http://www.habitat-humanisme.org>  
[consulté le 15 décembre 2015]

PLAN LIBRE ARCHITECTURE ET INGENIERIE, 2009-2011. *Hébergement Adoma Strasbourg* [en ligne]  
Disponible sur <http://www.planlibre.net/#!hebergement-adoma/c1k0f>  
[consulté le 15 décembre 2015]

WRESINSKI J., 1987. *Grande pauvreté et précarité économique et sociale : rapport au Conseil Economique et Social*, 10 et 11 février 1987. Paris : Journal Officiel, 113p.  
Disponible sur <http://www.joseph-wresinski.org>  
[consulté le 30 janvier 2016]

# ANNEXES

## 1. TABLEAUX DE PONDERATION DES FONCTIONS

Pondération des fonctions de l'unité d'habitation :

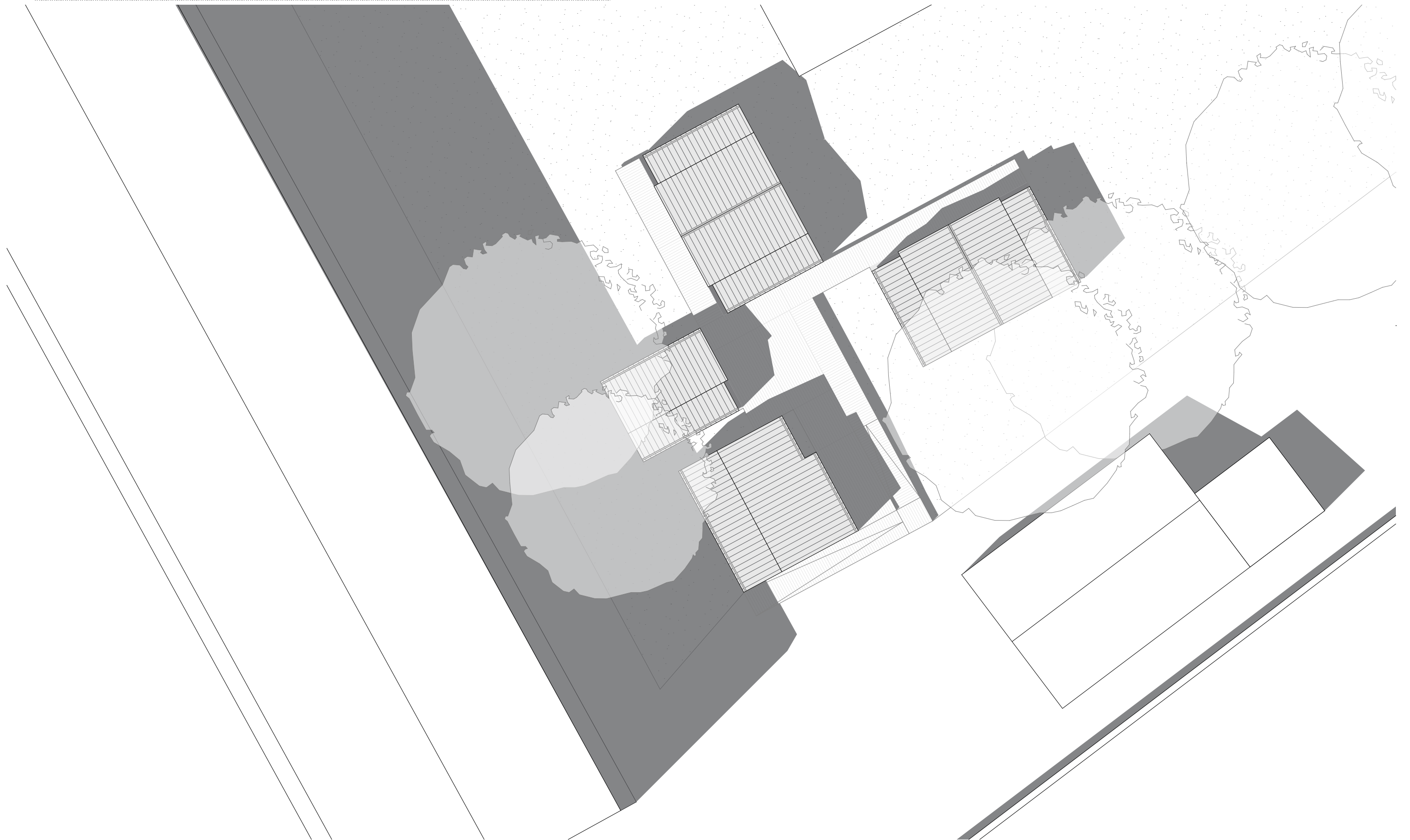
FP 1	FP 2	FP 3	FC 1	FC 2	FC 3	FC 4	FC 5	Points	%	
FP 1	1	1	1	3	3	3	3	15	26%	
	FP 2	1	1	3	3	3	3	14	25%	
		FP 3	1	3	3	3	3	13	23%	
			FC 1	3	2	-2	-2	5	9%	
				FC 2	-2	-3	-3	0	0%	
					FC 3	-2	-2	2	4%	
						FC 4	1	8	14%	
							FC 5	7	12%	
								TOTAL	57	100%

Pondération des fonctions de l'unité commune :

FP 1	FC 1	FC 2	FC 3	FC 4	FC 5	Points	%	
FP 1	1	1	3	3	3	11	46%	
	FC 1	3	2	1	1	7	29%	
		FC 2	-2	-2	-2	0	0%	
			FC 3	-2	-2	2	8%	
				FC 4	0	4	17%	
					FC 5	4	17%	
						TOTAL	24	100%

## 2. DOSSIER DE PRESENTATION DU PROJET

Les pages suivantes regroupent les documents graphiques du projet, c'est-à-dire le plan de masse, les plans, coupes et façades des unités, ainsi que des détails d'exécution.

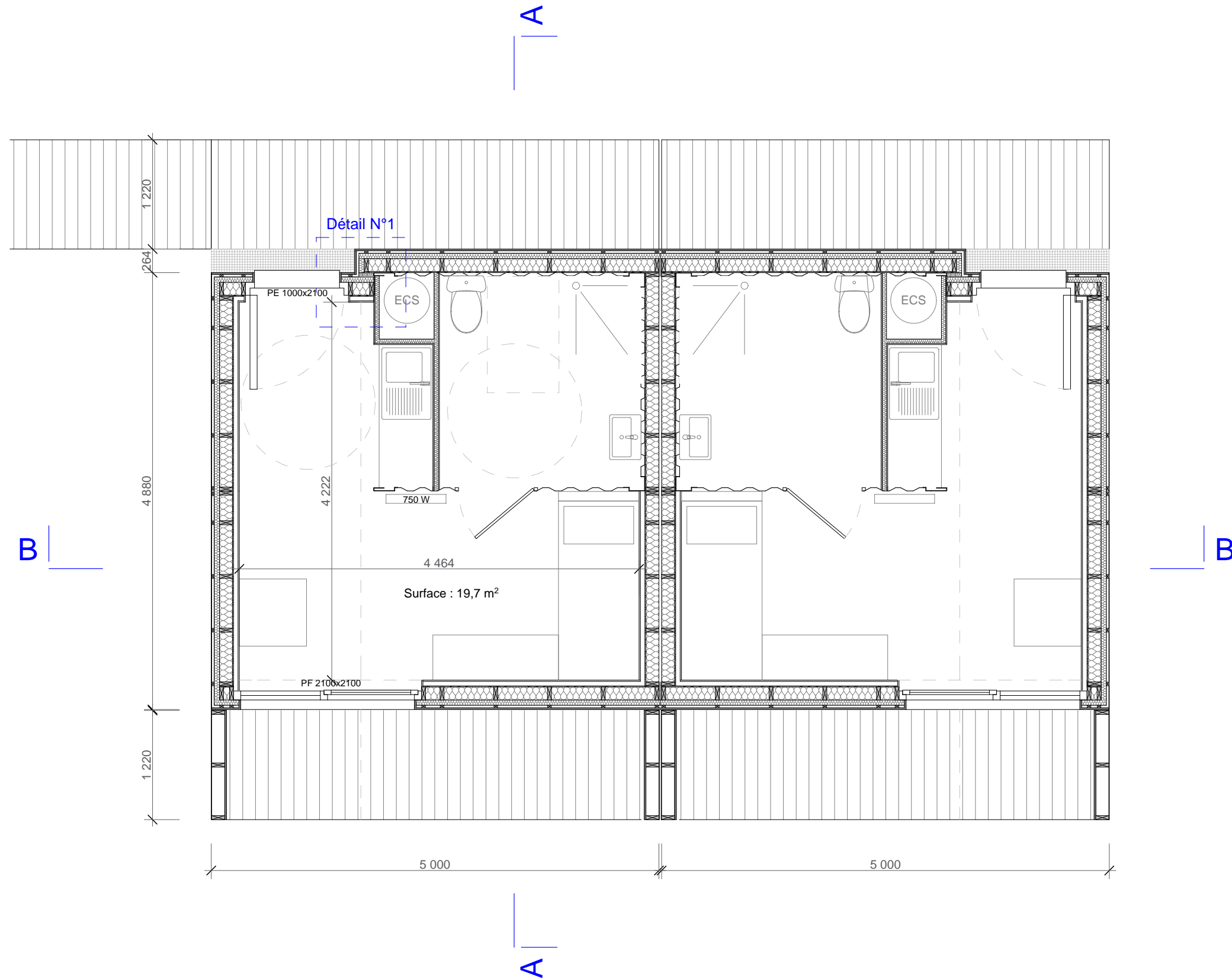


1

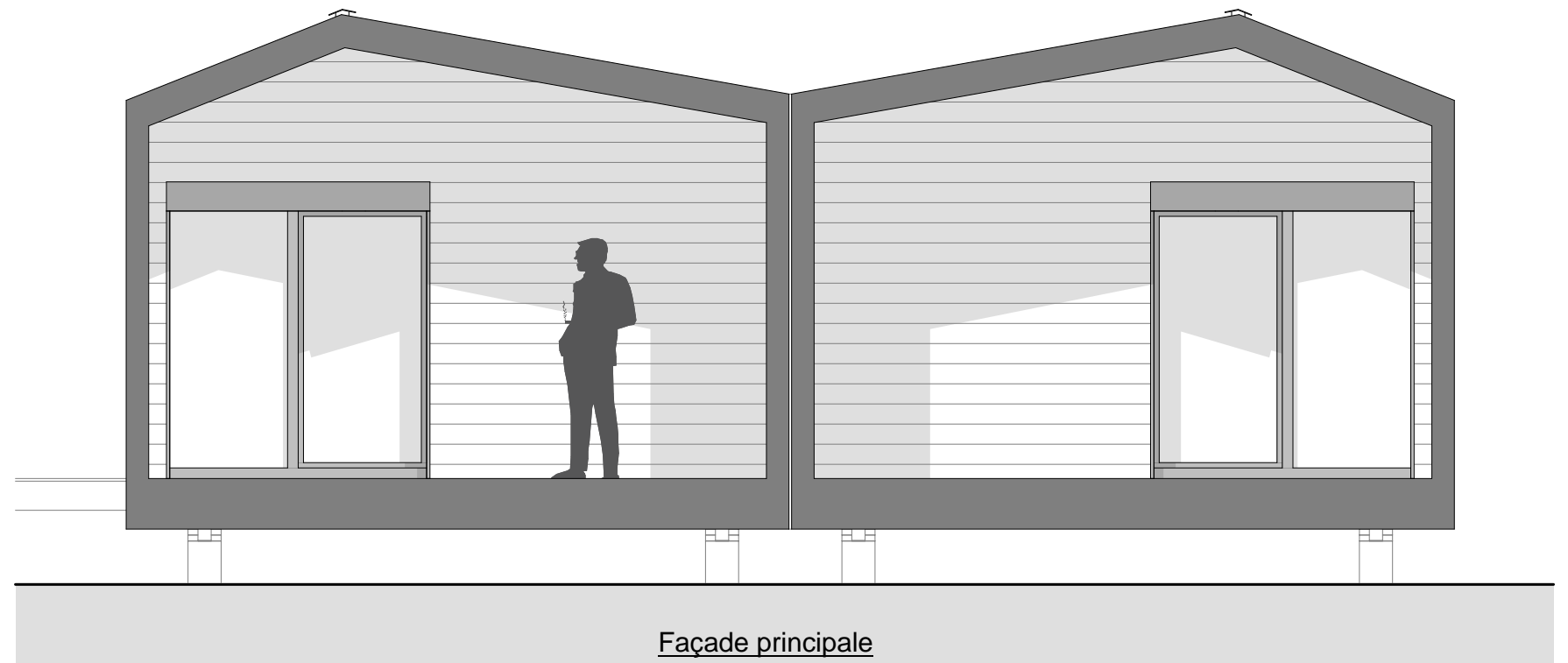
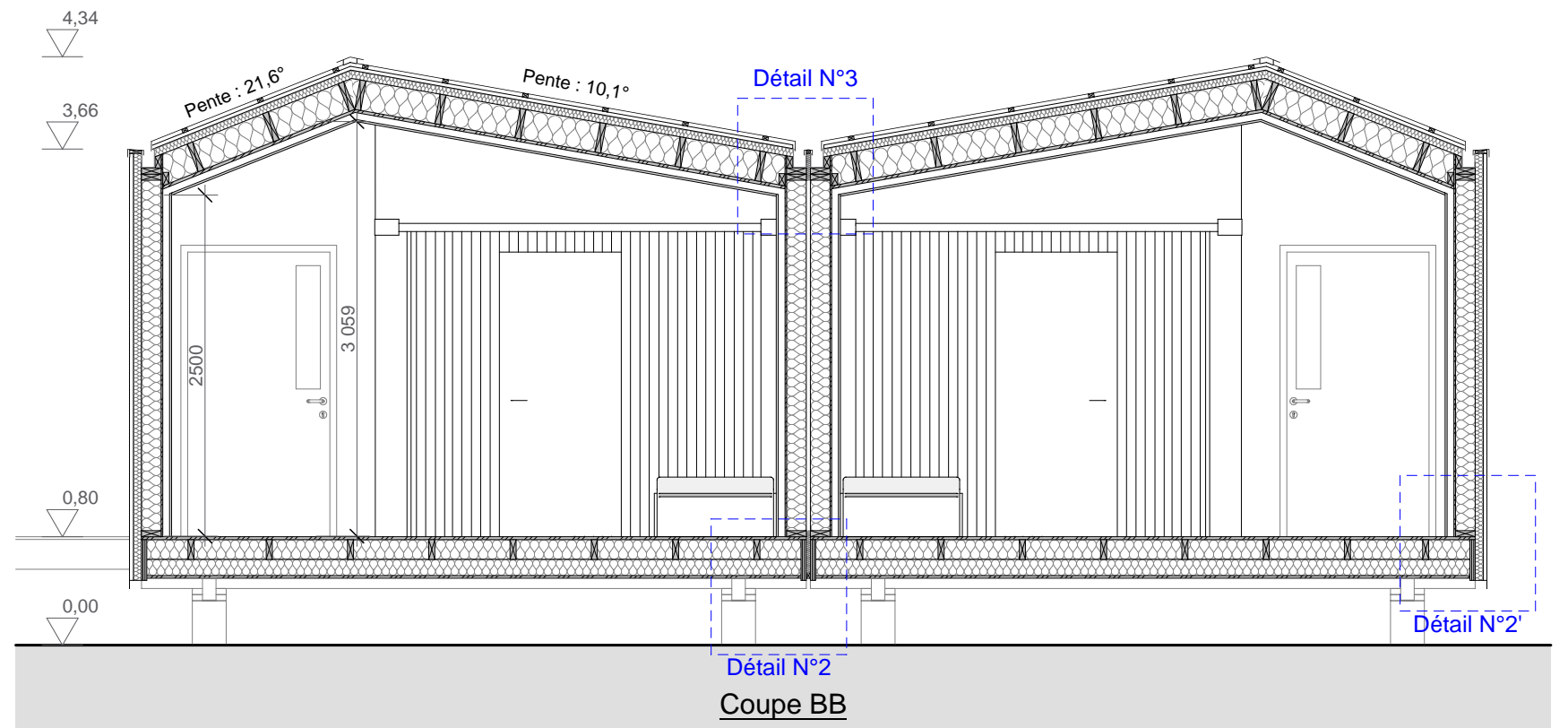
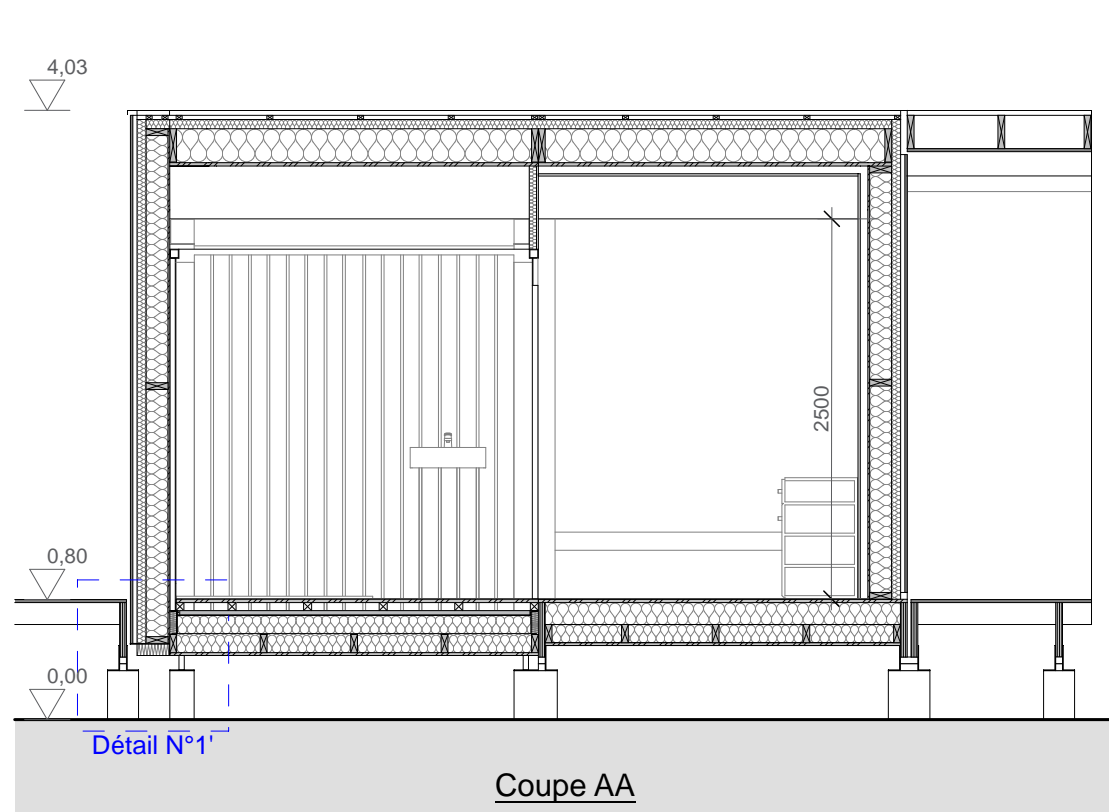
HABITAT ALTERNATIF POUR PERSONNES MARGINALISEES  
Plan de masse

ECHELLE	1:200	MAITRISE D'OUVRAGE
DATE	09/02/16	Association Le Renouveau 16, Quartier de la Magdeleine 88000 Epinal
PFE 2016	EL FATIH SERVOLLE	

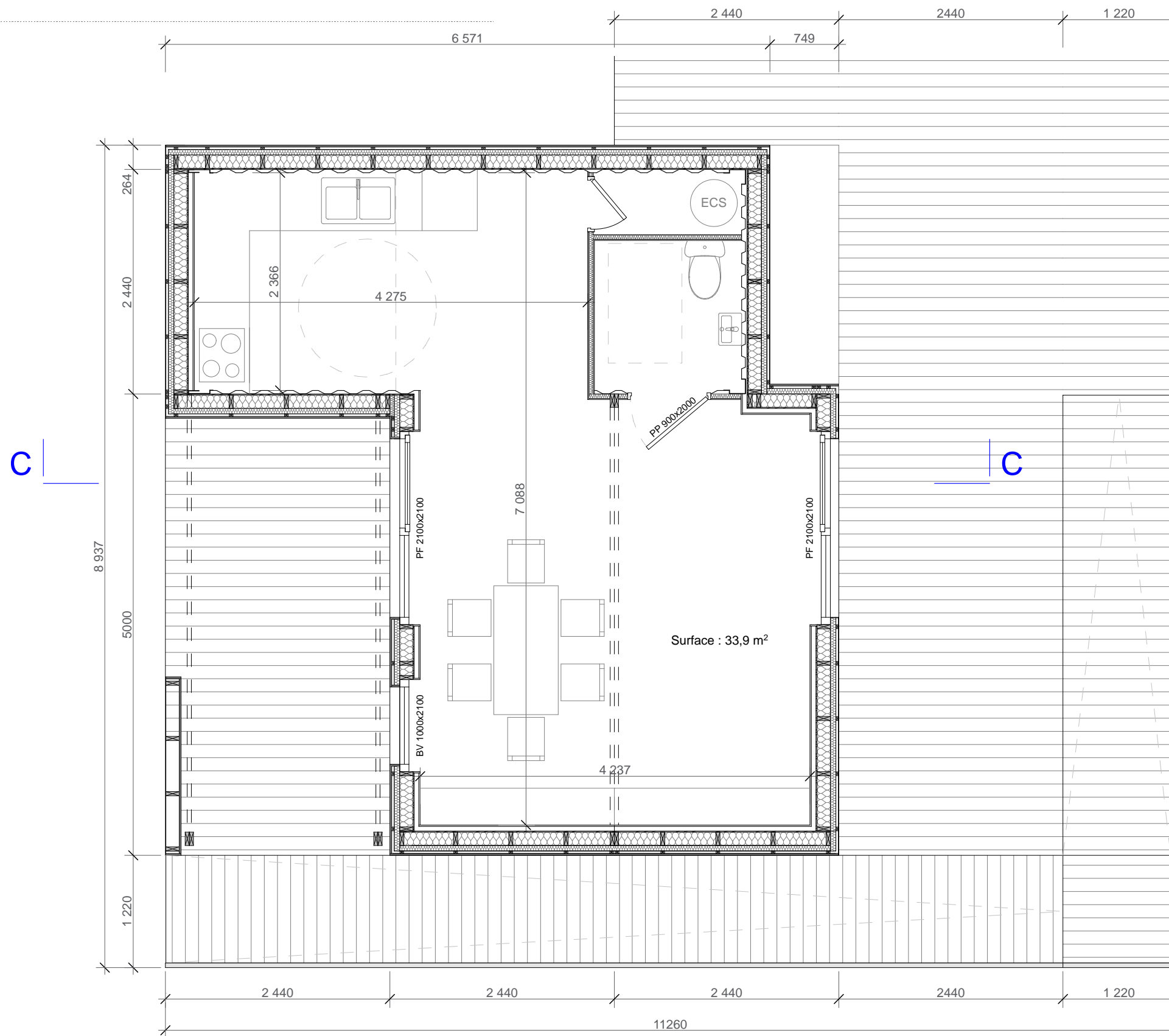




<b>2</b>	<b>HABITAT ALTERNATIF POUR PERSONNES MARGINALISEES</b> <b>Plan des logements</b>	ECHELLE	1:50	MAITRISE D'OUVRAGE	<b>e/n/sti/b</b>
		DATE	09/02/16	Association Le Renouveau 16, Quartier de la Magdeleine 88000 Epinal	
		PFE 2016	EL FATIH SERVOLLE		



<b>3</b>	<b>HABITAT ALTERNATIF POUR PERSONNES MARGINALISEES</b> <b>Coupes et façade principale des logements</b>	ECHELLE	1:50	MAITRISE D'OUVRAGE	<b>e/n/sti/b</b>
		DATE	09/02/16	Association Le Renouveau 16, Quartier de la Magdeleine 88000 Epinal	
		PFE 2016	EL FATIH SERVOLLE		



4

HABITAT ALTERNATIF POUR PERSONNES MARGINALISEES  
Plan de la salle commune

EHELLE

1:50

MAITRISE D'OUVRAGE

DATE

09/02/16

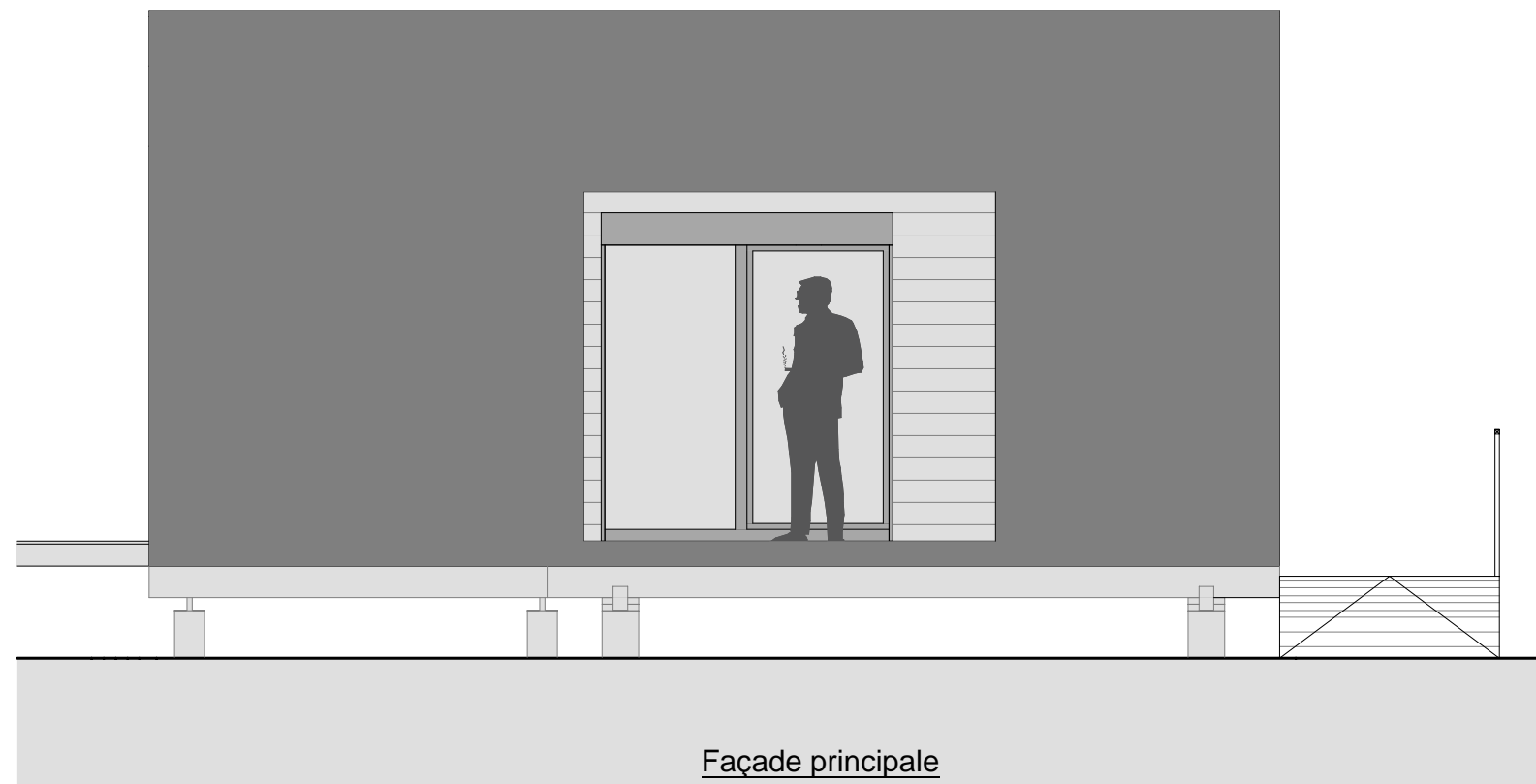
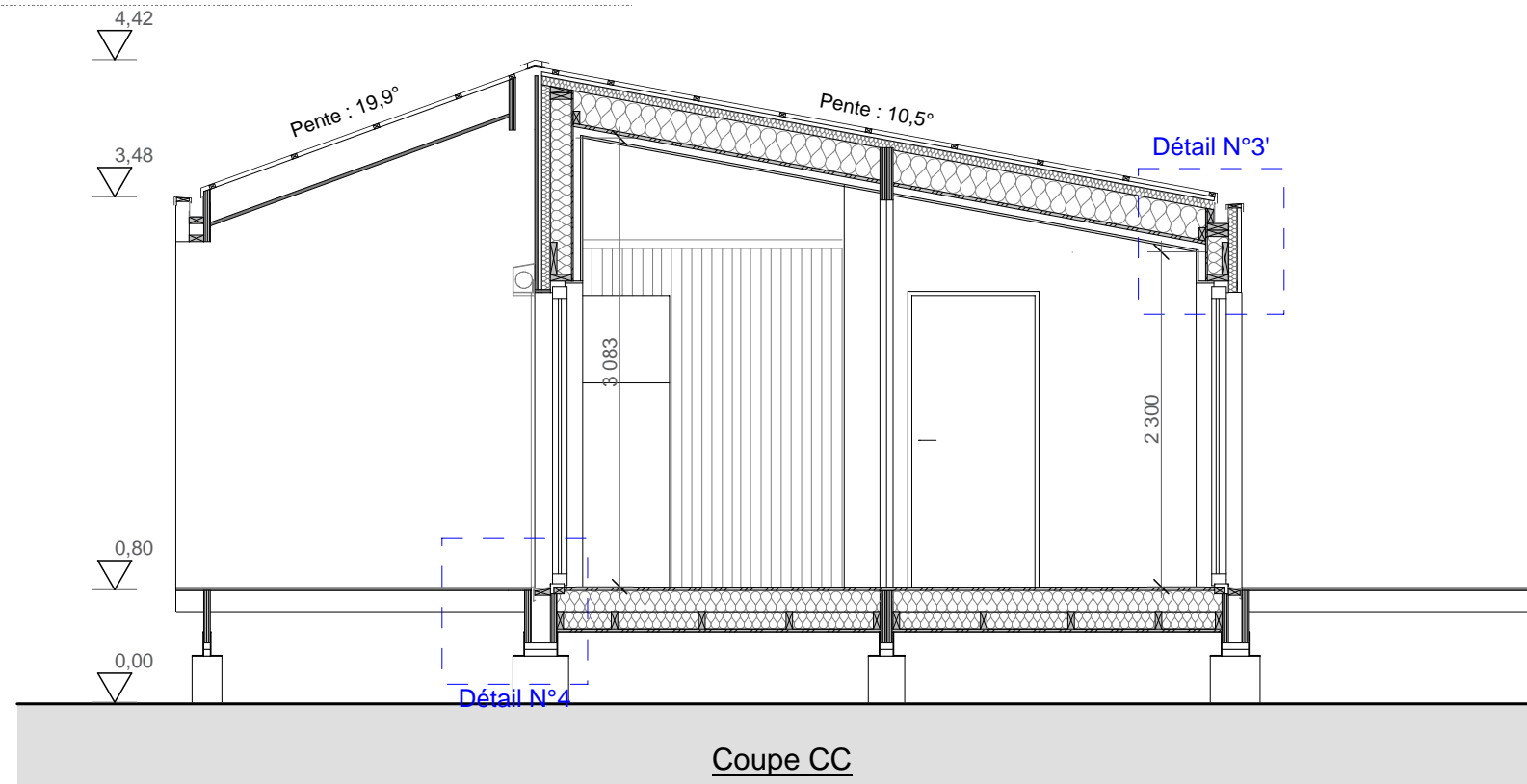
Association Le Renouveau  
16, Quartier de la Magdeleine  
88000 Epinal

PFE 2016

EL FATIH  
SERVOLLE

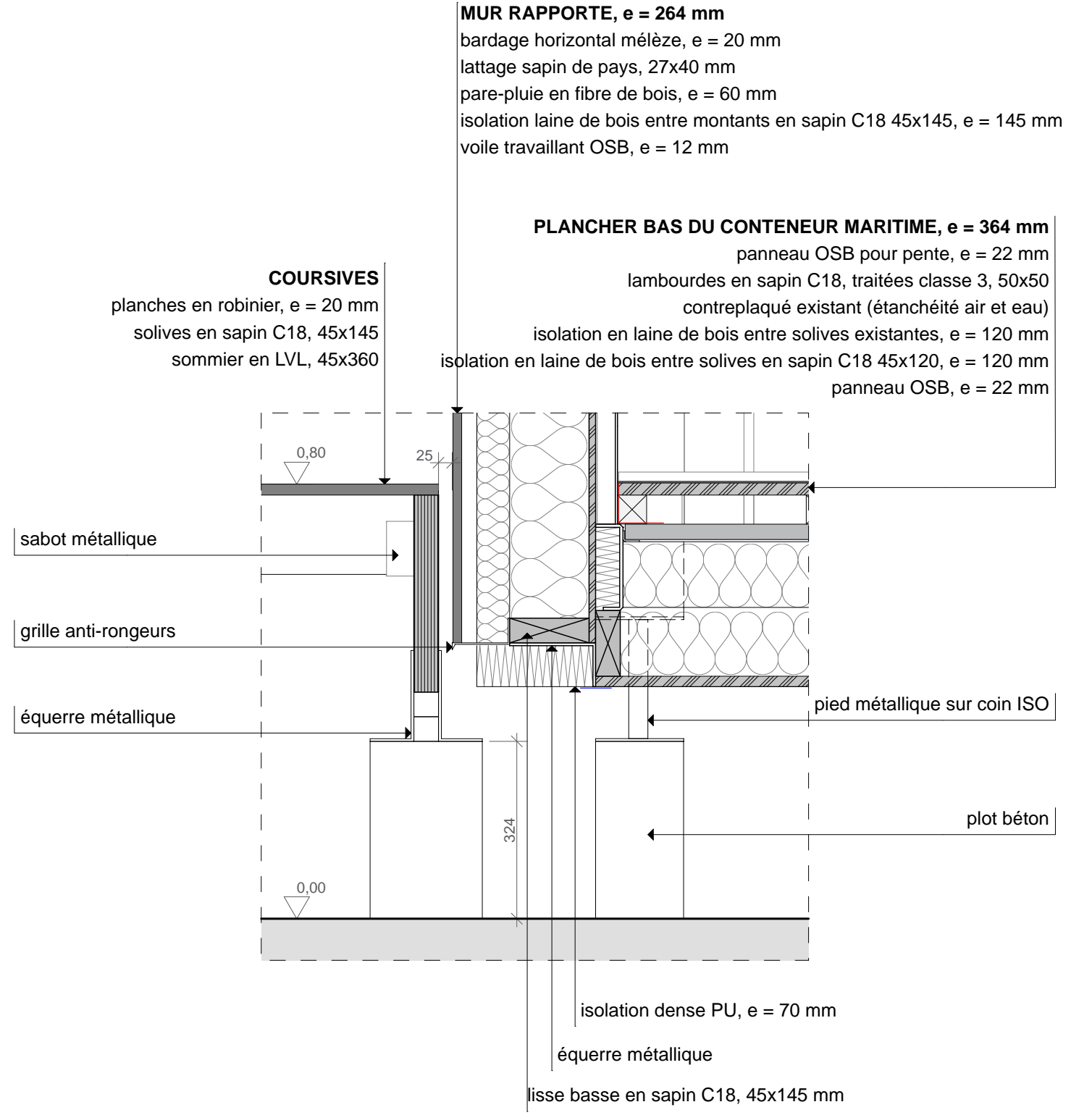
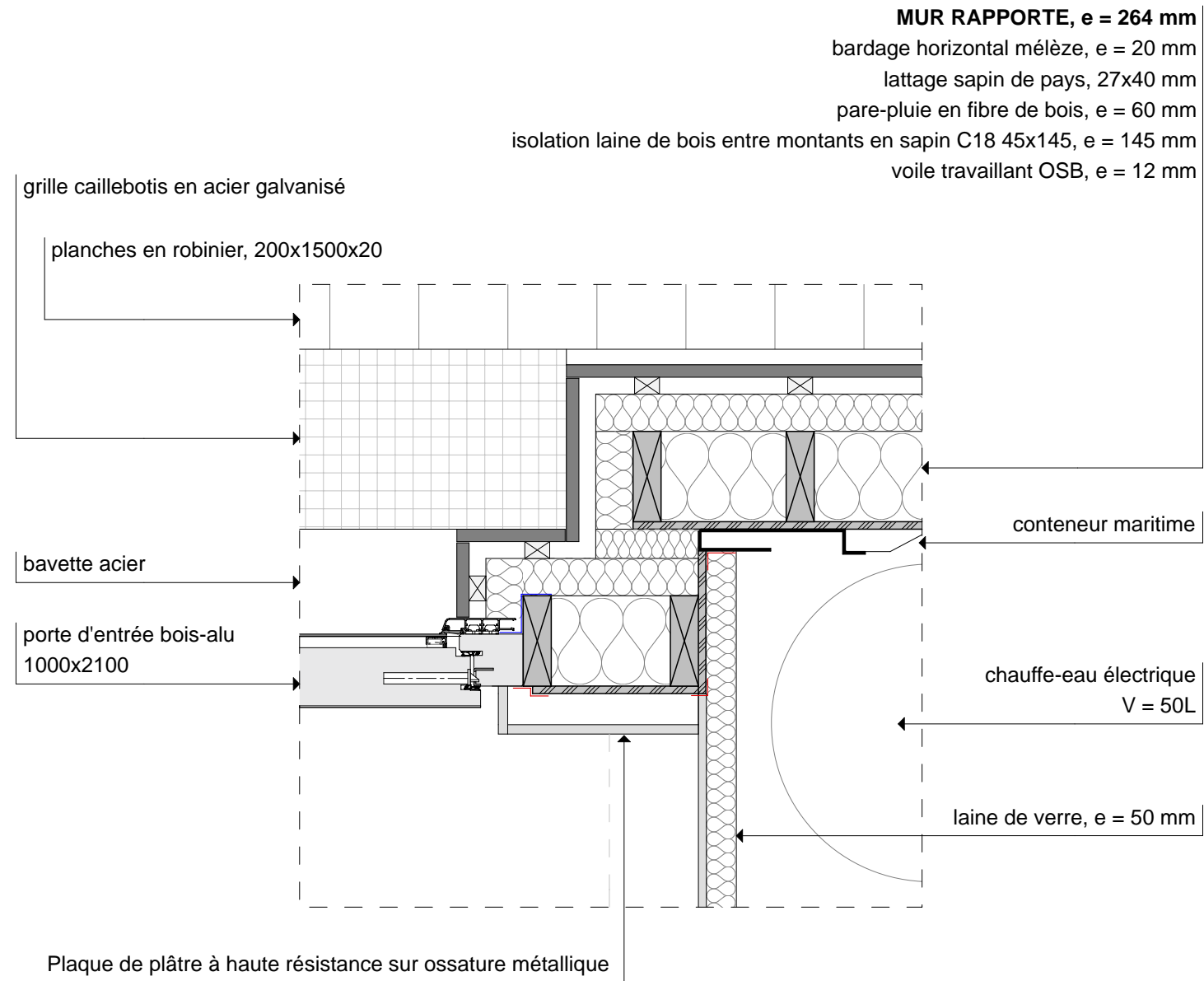
*e/n/sti/b*





<b>5</b>	<b>HABITAT ALTERNATIF POUR PERSONNES MARGINALISEES</b> <b>Coupe transversale et façade principale de la salle commune</b>	ECHELLE	1:50	MAITRISE D'OUVRAGE
		DATE	09/02/16	Association Le Renouveau 16, Quartier de la Magdeleine 88000 Epinal
		PFE 2016	EL FATIH SERVOLLE	





**DETAIL N°1 : Jonction entre le conteneur maritime, le conteneur bois et le mur rapporté**

**DETAIL N°1' : Jonction entre le conteneur maritime et le mur rapporté**

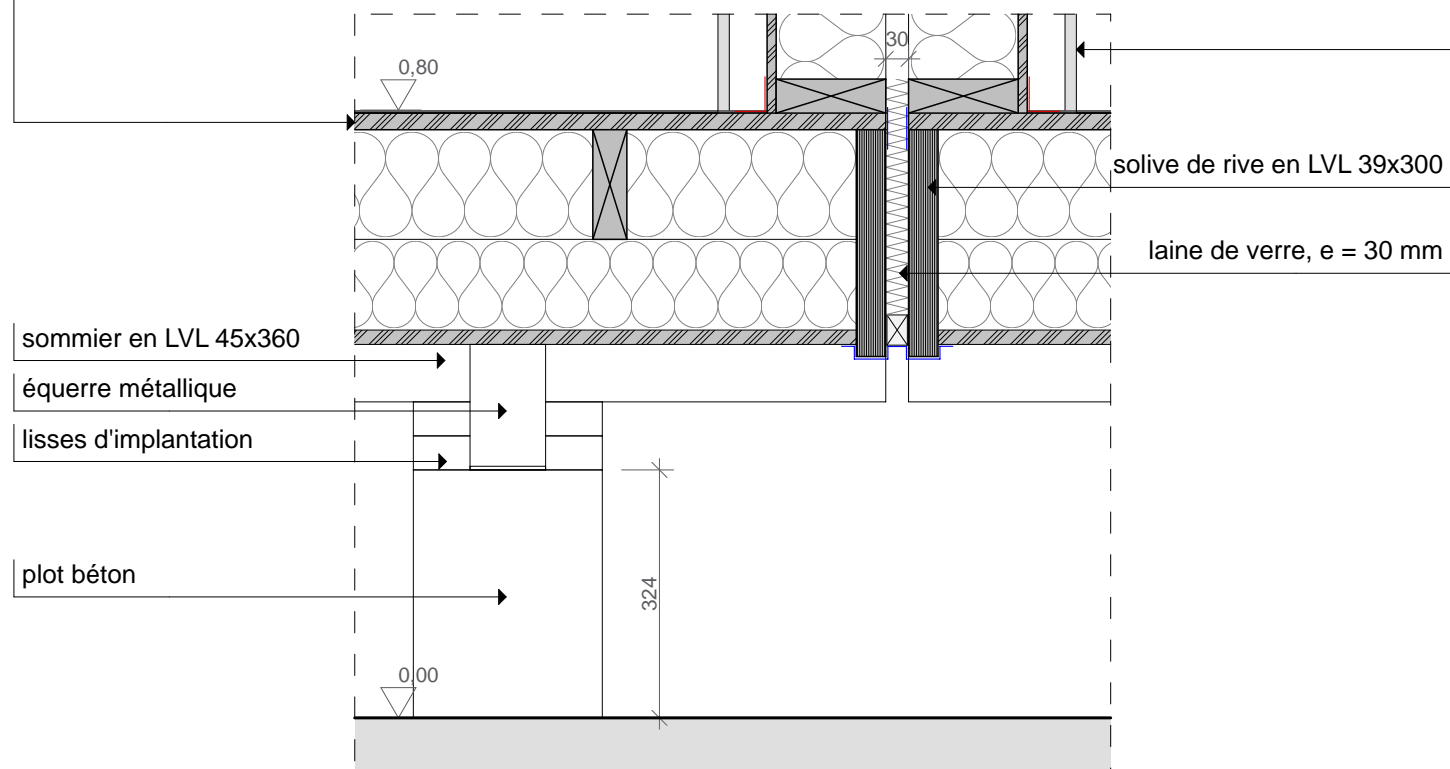
<b>6</b>	<b>HABITAT ALTERNATIF POUR PERSONNES MARGINALISEES</b> <b>Détails N°1 et N°1': Jonction MOB-container</b>	ECHELLE	1:10	MAITRISE D'OUVRAGE	<b>e/n/sti/b</b>
		DATE	09/02/16	Association Le Renouveau 16, Quartier de la Magdeleine 88000 Epinal	
		PFE 2016	EL FATIH SERVOLLE		

**PLANCHER BAS DES CONTENEURS BOIS, e = 313 mm**

revêtement de sol grande circulation, e = 4 mm  
 diaphragme horizontal OSB, e = 22 mm  
 isolation laine de bois entre solives en sapin C18 45x145, e = 145 mm  
 isolation laine de bois entre lambourdes en sapin C18 45x120, e = 120 mm  
 panneau OSB, e = 22 mm

**MUR MITOYEN, e = 220 mm**

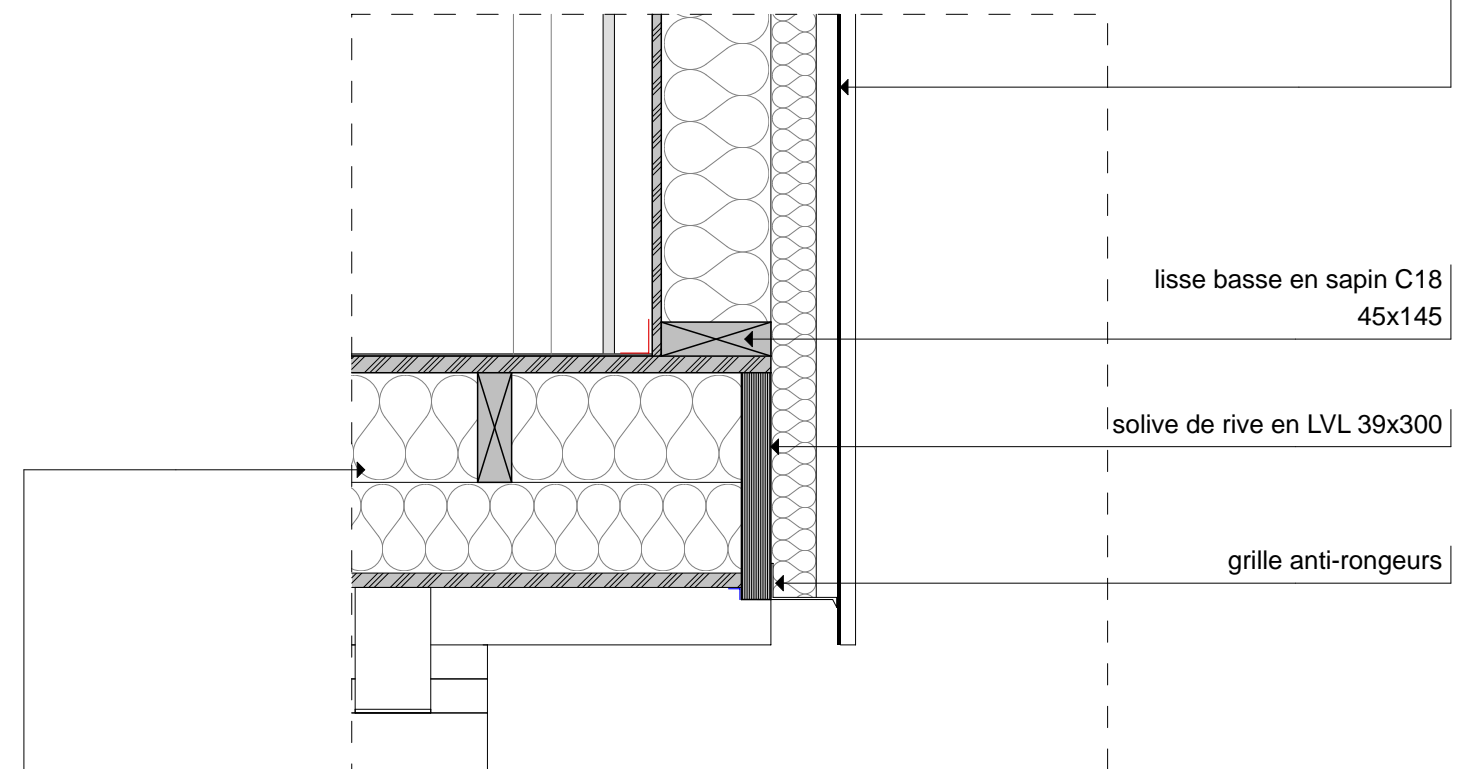
isolation laine de bois entre montants en sapin C18 45x145, e = 145 mm  
 voile travaillant OSB, e = 12 mm  
 montants métalliques, e = 50 mm  
 plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e = 13 mm



**DETAIL N°2 : Jonction entre deux logements accolés**

**MUR AVEC BARDAGE METALLIQUE, e = 317 mm**

plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e = 13 mm  
 montants métalliques, e = 50 mm  
 voile travaillant OSB, e = 12 mm  
 isolation laine de bois entre montants en sapin C18 45x145, e = 145 mm  
 pare-pluie en fibre de bois, e = 60 mm  
 lattage sapin de pays, 27x40 mm  
 bardage en bac acier, e = 10 mm



**PLANCHER BAS DES CONTENEURS BOIS, e = 313 mm**

revêtement de sol grande circulation, e = 4 mm  
 diaphragme horizontal OSB, e = 22 mm  
 isolation laine de bois entre solives en sapin C18 45x145, e = 145 mm  
 isolation laine de bois entre lambourdes en sapin C18 45x120, e = 120 mm  
 panneau OSB, e = 22 mm

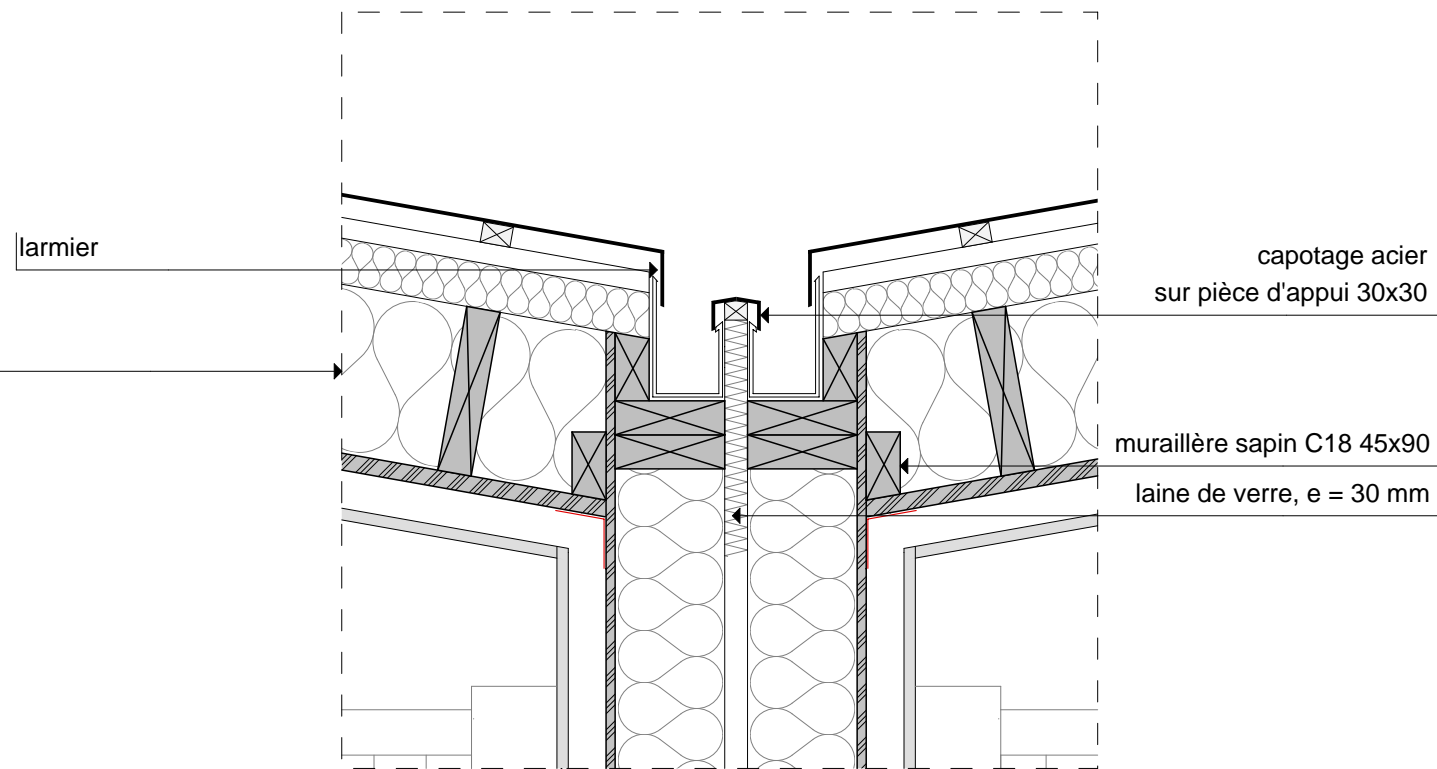
**DETAIL N°2' : Jonction entre mur et plancher**

<b>7</b>	<b>HABITAT ALTERNATIF POUR PERSONNES MARGINALISEES</b> <b>Détails N°2 et N°2' : Jonction MOB-plancher bois</b>	ECHELLE	1:10	MAITRISE D'OUVRAGE
		DATE	09/02/16	Association Le Renouveau 16, Quartier de la Magdeleine 88000 Epinal
		PFE 2016	EL FATIH SERVOLLE	



**TOITURE AVEC COUVERTURE EN BAC ACIER, e = 354 mm**

couverture en bac acier, e = 10 mm  
 contre-lattage en sapin de pays, 27x40 mm  
 lattage en sapin de pays, 27x40 mm  
 pare-pluie en fibre de bois, e = 60 mm  
 isolation en laine de bois entre pannes en sapin C18 45x220, e = 145 mm  
 diaphragme horizontal OSB, e = 22 mm  
 montants métalliques, e = 50 mm  
 plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e = 13 mm



**MUR MITOYEN, e = 220 mm**

plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e = 13 mm  
 montants métalliques, e = 50 mm  
 voile travaillant OSB, e = 12 mm  
 isolation laine de bois entre montants en sapin C18 45x145, e = 145 mm

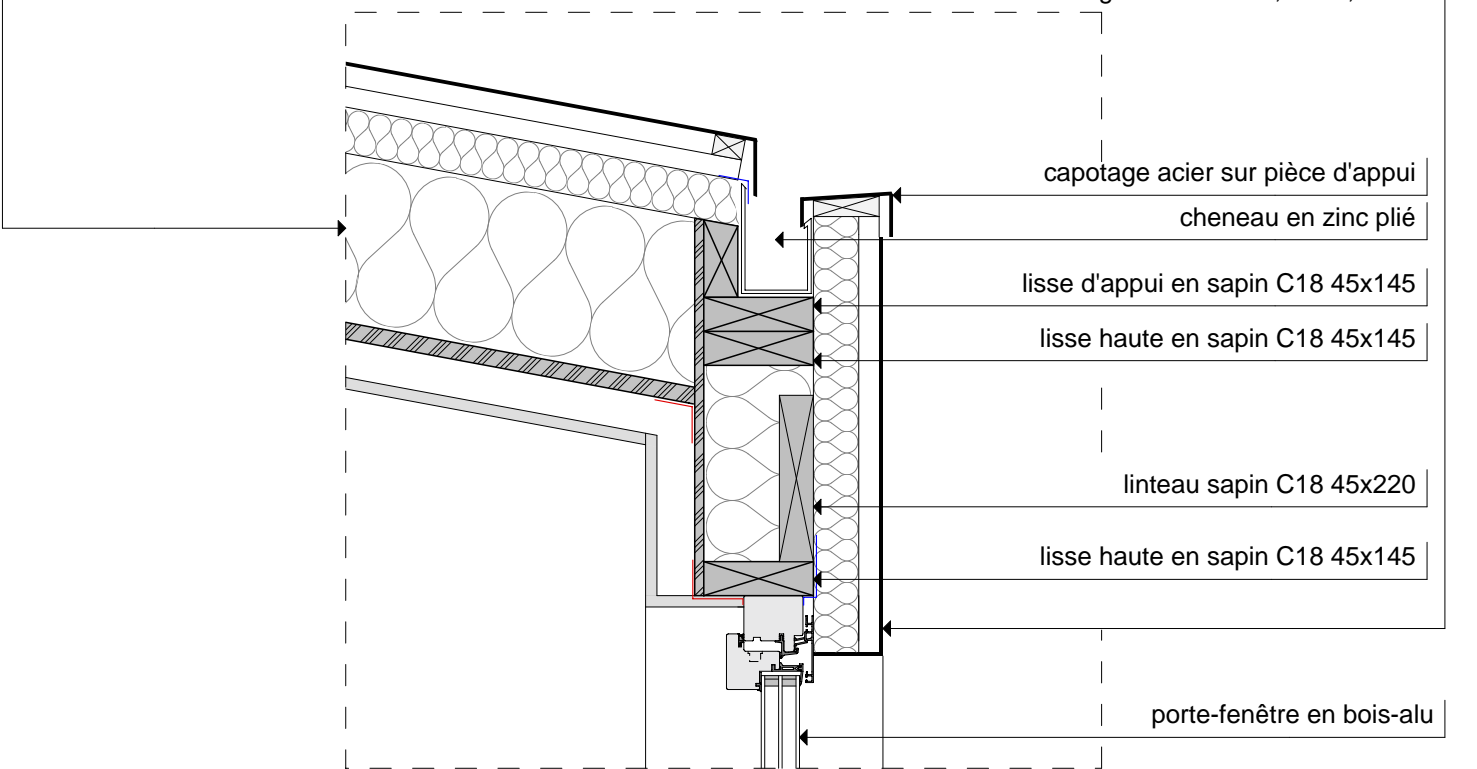
**DETAIL N°3 : Noue deux logements accolés**

**TOITURE AVEC COUVERTURE EN BAC ACIER, e = 354 mm**

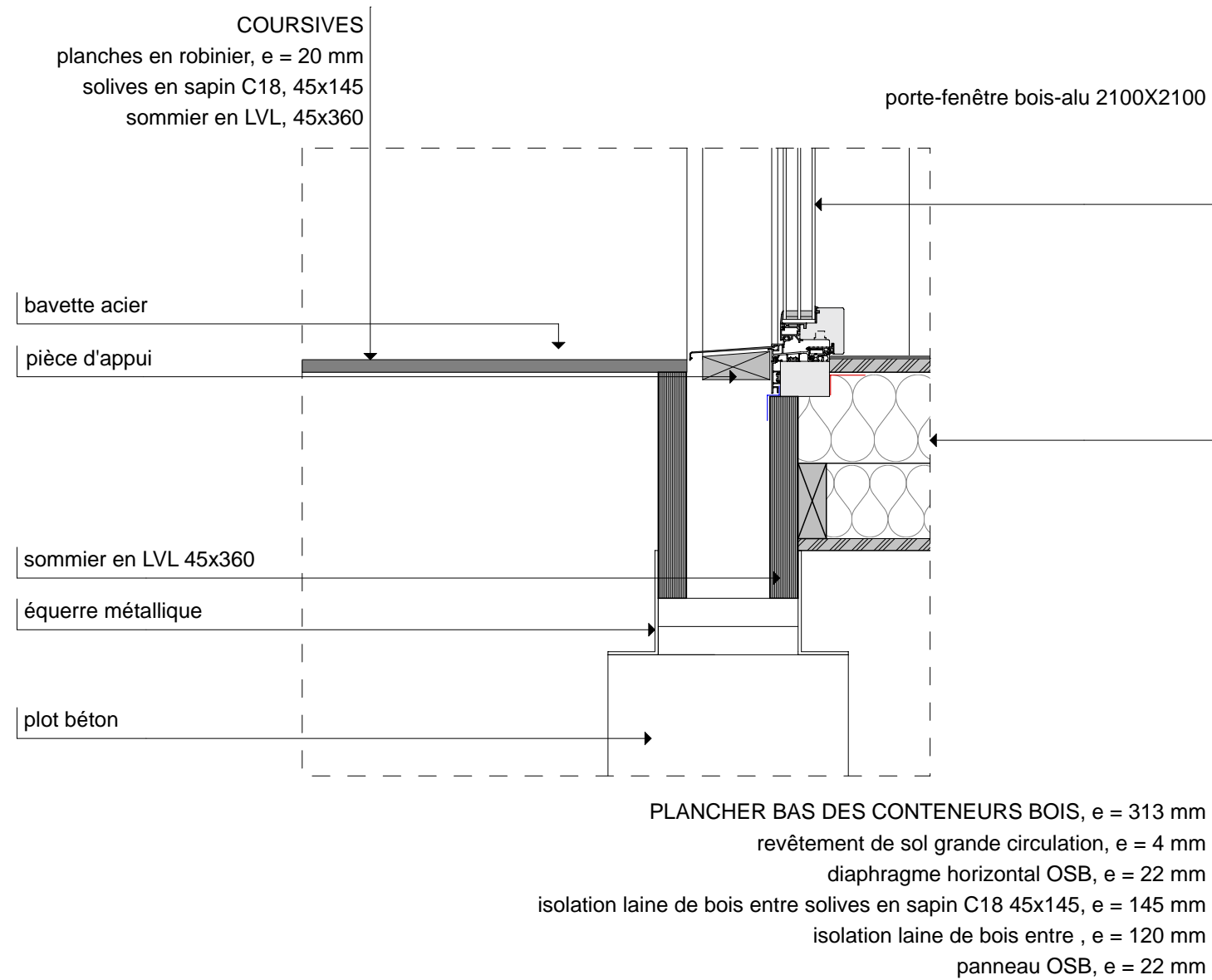
couverture en bac acier, e = 10 mm  
 contre-lattage en sapin de pays, 27x40 mm  
 lattage en sapin de pays, 27x40 mm  
 pare-pluie en fibre de bois, e = 60 mm  
 isolation en laine de bois entre pannes en sapin C18 45x220, e = 145 mm  
 diaphragme horizontal OSB, e = 22 mm  
 montants métalliques, e = 50 mm  
 plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e = 13 mm

**MUR AVEC BARDAGE METALLIQUE, e = 307 mm**

plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e = 13 mm  
 montants métalliques, e = 50 mm  
 voile travaillant OSB, e = 12 mm  
 isolation laine de bois entre montants en sapin C18 45x145, e = 145 mm  
 pare-pluie en fibre de bois, e = 60 mm  
 lattage sapin de pays, 27x40 mm  
 bardage en bac acier, e = 0,65 mm



**DETAIL N°3' : Cheneau encaissé et lindeau de baie vitrée**



DETAIL N°4 : Seuil de la porte-fenêtre sur la terrasse

<b>9</b>	<b>HABITAT ALTERNATIF POUR PERSONNES MARGINALISEES</b> <b>Détail N°4 : Seuils des portes-fenêtres</b>	ECHELLE	1:10	MAITRISE D'OUVRAGE	<b>e/n/sti/b</b>
		DATE	09/02/16	Association Le Renouveau 16, Quartier de la Magdeleine 88000 Epinal	
		PFE 2016	EL FATIH SERVOLLE		

## 3. CHIFFRAGE DE L'UNITE D'HABITATION

Lot 3 - Equipements du conteneur maritime						
Désignation	U	Quantité	Prix: Fourniture	Prix: Fourniture et pose	Total: Fourniture	Total: Fourniture et pose
<b>Conteneur</b>						
Conteneur métallique	U	1,00	1750,00	2200,00	1750,00	1750,00
<b>Traitement de l'air</b>						
Aérateur avec détection d'humidité (22/83 m <sup>3</sup> /h, 3,7 W ,230V)	U	1,00	100,00	160,00	100,00	160,00
Grille de ventilation métallique rectangulaire 150 x 150 mm	U	1,00	7,00	32,00	7,00	32,00
Entrée d'air menuiserie auto réglable	U	1,00	5,00	11,00	5,00	11,00
<b>Chauffe-eau</b>						
Chauffe-eau électrique 50L/1200 W	U	1,00	430,00	580,00	430,00	580,00
Groupe de sécurité en bronze et inox	U	1,00	24,00	40,00	24,00	40,00
Siphon encliquetable diam 1"	U	1,00	2,50	7,70	2,50	7,70
Régulateur réglable de 35 à 55°C diam 3/4"	U	1,00	76,90	99,80	76,90	99,80
Collecteur pour groupe diam 1" 1/4	U	1,00	75,70	107,10	75,70	107,10
Réduction mâle-femelle diam 20x27mm -15 X 21 mm	U	1,00	1,80	4,50	1,80	4,50
Raccordement à la vidange attente à proximité	U	1,00	4,50	28,90	4,50	28,90
<b>Chauffage</b>						
Radiateur électrique 750 W, avec détecteur de présence et d'ouverture des fenêtres, boîtier de commande digital, indicateur de consommation	U	1,00	650,00	700,00	650,00	700,00
<b>Robinetterie</b>						
Lavabo en céramique, y compris fixations et joints	U	1,00	60,00	130,00	60,00	130,00
Mitigeur temporisé à bouton poussoir	U	2,00	70,00	90,00	140,00	180,00

## ANNEXES

Désignation	U	Quantité	Prix: Fourniture	Prix: Fourniture et pose	Total: Fourniture	Total: Fourniture et pose
<b>WC</b>						
WC "posé au sol " complet comprenant cuvette, réservoir, mécanisme et abattant.	U	1,00	85,00	160,00	85,00	160,00
Pipe rigide en PVC pour raccordement de cuvette WC	U	1,00	20,00	40,00	20,00	40,00
Robinet de WC chromé équerre diamètre 3/8" comprenant le collet battu	U	1,00	5,00	20,00	5,00	20,00
Barre droite, longueur 466 mm	U	2,00	29,00	57,80	58,00	115,60
Barre angle 90/135°	U	1,00	41,00	71,90	41,00	71,90
<b>Douche</b>						
Receveur 130x90 de douche extra-plat encastré comprenant calage, joint et raccordement	U	1,00	500,00	800,00	500,00	800,00
Mitigeur douche avec thermostat et bouton poussoir	U	1,00	70,00	90,00	70,00	90,00
Barre de douche complète avec barre, pomme de douche et flexible	U	1,00	15,50	30,00	15,50	30,00
Barres d'appui en T avec support douchette	U	1,00	105,00	160,00	105,00	160,00
Siège de douche escamotable	U	1,00	75,00	120,00	75,00	120,00
<b>Kitchenette</b>						
Cuisinette mélaminé 160x60x91 cm, y compris meuble, réfrigérateur 120L (classe B), évier inox avec une cuve et un égouttoir, 2 plaques électriques	U	1,00	500,00	600,00	500,00	600,00
Raccordement d'un évier à l'évacuation	U	1,00	11,70	35,00	11,70	35,00
<b>Installations électriques</b>						
Installation type, comprenant la totalité de la distribution depuis le tableau électrique jusqu'aux points d'utilisation	U	1,00	800,00	2300,00	800,00	2300,00

**TOTAL LOT N°3 (€ HT) 5 613,60 8 373,50**

<b>Lot 4- Structure et enveloppe bois : toiture, murs, planchers et menuiseries</b>						
<b>Désignation</b>	<b>U</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix: Fourniture</b>	<b>Prix: Fourniture et pose</b>	<b>Total : Fourniture</b>	<b>Total : Fourniture et pose</b>
<b>Toiture</b>						
Lattes et contres lattes en sapin, 27 x 40 mm	ml	130,00	1,00	4,60	130,00	598,00
Pare pluie : fibre de bois, e=60 mm	m <sup>2</sup>	28,50	17,50	25,50	498,75	726,75
Pannes en sapin C18 45 X 220 mm	m <sup>3</sup>	0,48	320,00	600,00	153,60	288,00
Isolant : laine de bois entre pannes, e=220 mm	m <sup>2</sup>	28,50	23,00	28,50	655,50	812,25
Pare vapeur : OSB 22mm	m <sup>2</sup>	28,50	11,00	21,00	313,50	598,50
Arbalétriers en sapin C18, 60 x 220 mm	m <sup>3</sup>	0,15	320,00	600,00	48,00	90,00
Volige en sapin e=12 mm	m <sup>2</sup>	7,00	5,40	7,60	37,80	53,20
<b>Ossature</b>						
Lisse basse en sapin C18, 45 x 145 mm sur plancher bois	m <sup>3</sup>	0,13	320,00	600,00	41,60	78,00
Lisse haute en sapin C18, 45 x 145 mm	m <sup>3</sup>	0,13	320,00	600,00	41,60	78,00
Linteau en sapin, 45 x 220 mm	m <sup>3</sup>	0,02	320,00	600,00	4,80	9,00
Mur extérieur droit ossature 45x145 mm, hauteur 2,50 m posé sur lisse basse	m <sup>2</sup>	60,00	23,00	55,00	1380,00	3300,00
Voile travaillant OSB, e=12 mm	m <sup>2</sup>	60,00	6,00	16,00	360,00	960,00
Isolation laine de bois entre montants, e=145mm	m <sup>2</sup>	60,00	14,50	20,00	870,00	1200,00
Pare-pluie en fibre de bois, e=60 mm	m <sup>2</sup>	33,00	17,50	25,50	577,50	841,50
Lattage en sapin, 27 x 40 mm	ml	80,00	0,50	2,30	40,00	184,00



## ANNEXES

Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total : Fourniture	Total : Fourniture et pose
<b>Terrasse</b>						
Planches en robinier, e= 20 mm	m <sup>2</sup>	9,00	51,75	91,75	465,75	825,75
Solives en sapin C18, 45 x 145	m <sup>3</sup>	0,09	320,00	600,00	28,80	54,00
Solive de rive en LVL 39 x 300 mm	ml	5,00	33,00	44,00	165,00	220,00
Sommier en LVL, 45 x 360 mm	ml	10,00	46,00	57,00	460,00	570,00
<b>Plancher bois</b>						
Diaphragme horizontal OSB, e= 22 mm	m <sup>2</sup>	15,50	11,00	21,00	170,50	325,50
Isolation laine de bois, e= 145 mm	m <sup>2</sup>	15,50	14,50	20,00	224,75	310,00
Solives en sapin C18 45 x 145 mm	m <sup>3</sup>	0,18	320,00	600,00	57,60	108,00
Solives en sapin C18 45 x 120 mm	m <sup>3</sup>	0,14	320,00	600,00	43,20	81,00
Isolation laine de bois, e= 120 mm	m <sup>2</sup>	15,50	12,00	17,50	186,00	271,25
Panneau OSB, e= 22 mm	m <sup>2</sup>	15,50	11,00	21,00	170,50	325,50
<b>Plancher Conteneur</b>						
Diaphragme horizontal OSB, e= 22 mm	m <sup>2</sup>	9,00	11,00	21,00	99,00	189,00
Isolation laine de bois, e= 120 mm	m <sup>2</sup>	9,00	12,00	17,50	108,00	157,50
Lambourdes en sapin C18, 50 x50 mm	m <sup>3</sup>	0,04	320,00	600,00	12,80	24,00
Lambourdes en sapin C 18, 45 x120 mm	m <sup>3</sup>	0,10	320,00	600,00	32,00	60,00
Isolation laine de bois, e= 120 mm	m <sup>2</sup>	9,00	12,00	17,50	108,00	157,50
Panneau OSB, e= 22 mm	m <sup>3</sup>	9,00	10,89	25,00	98,01	225,00

## ANNEXES

Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total : Fourniture	Total : Fourniture et pose
<b>Menuiseries</b>						
Porte d'entrée en bois avec grille décorative 2150 x 900 mm	U	1	1800	2200	1800,00	2200,00
Porte-fenêtre 2100x 2100 mm, triple vitrage, en bois/aluminium	U	1	2000	2200	2000,00	2200,00
Porte SDB, 1 vantail 930 mm	U	1	120	180	120,00	180,00

**TOTAL LOT N°4 (€ HT) 11 502,56 18 301,20**

<b>Lot 5- Revêtement extérieur : couverture, zinguerie, bardage</b>						
Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total : Fourniture	Total : Fourniture et pose
<b>Couverture : Bac acier</b>						
Rive	ml	14,00	6,50	12,00	91,00	168,00
Faîtière à double arête	ml	6,70	11,10	19,60	74,37	131,32
Plaque 3 nervures de 25 mm largeur utile 1000 mm, épaisseur 0,63 mm, fixation comprise	m <sup>2</sup>	35,00	13,00	32,00	455,00	1120,00
<b>Zinguerie</b>						
Chéneaux encaissés en zinc	ml	13,50	36,80	230,00	496,80	3105,00
Boîte à eau en zinc	U	2,00	41,70	61,70	83,40	123,40
Tuyaux de descente en zinc collier galvanisés à double boulons diam 100 épaisseur 0,65 mm	ml	6,60	4,80	32,30	31,68	213,18
<b>Bardage</b>						
Bardage en bac acier, e=0,65 mm	m <sup>2</sup>	20,00	13,00	32,00	260,00	640,00
Bardage en mélèze, pose horizontale	m <sup>2</sup>	25,00	18,90	85,00	472,50	2125,00

**TOTAL LOT N°5 (€ HT) 1 964,75 7 625,90**

<b>Lot 6 - Revêtements intérieurs : sols, murs et plafonds</b>						
<b>Désignation</b>	<b>U</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix: Fourniture</b>	<b>Prix : Fourniture et pose</b>	<b>Total : Fourniture</b>	<b>Total : Fourniture et pose</b>
Cloisons (2 plaques de plâtres + couche isolant) WC	m <sup>2</sup>	7,00	30,00	55,00	210,00	385,00
Murs : Plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e=13 mm sur ossature métallique	m <sup>2</sup>	38,00	19,00	30,00	722,00	1140,00
Plafond : Plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e=13 mm	m <sup>2</sup>	14,50	19,00	45,00	275,50	652,50
Revêtement de sol grande circulation, e=4 mm	m <sup>2</sup>	19,70	23,00	38,00	453,10	748,60
Revêtement enduit acrylique, murs et plafonds	m <sup>2</sup>	52,50	7,00	20,00	367,50	1050,00
<b>TOTAL LOT N°6 (€ HT)</b>					<b>1 818,10</b>	<b>3 591,10</b>

## 4. CHIFFRAGE DE L'UNITE COMMUNE

Lot 3 - Equipements du conteneur maritime						
Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total: Fourniture	Total: Fourniture et pose
<b>Conteneur</b>						
Conteneur métallique	U	1,00	1400,00	1400,00	1400,00	1400,00
<b>Traitement de l'air</b>						
Aérateur avec détection d'humidité (22/83 m <sup>3</sup> /h, 3,7 W ,230V)	U	2,00	100,00	160,00	200,00	320,00
Grille de ventilation métallique rectangulaire 150 x 150 mm	U	1,00	7,00	32,00	7,00	32,00
Entrée d'air menuiserie auto réglable	U	3,00	5,00	11,00	15,00	33,00
<b>Chauffe-eau</b>						
Chauffe-eau électrique 50L/1200W	U	1,00	430,00	580,00	430,00	580,00
Groupe de sécurité en bronze et inox	U	1,00	24,00	40,00	24,00	40,00
Siphon encliquetable diam 1"	U	1,00	2,50	7,70	2,50	7,70
Régulateur réglable de 35 à 55°C diam 3/4"	U	1,00	76,90	99,80	76,90	99,80
Collecteur pour groupe diam 1" diam1" 1/4	U	1,00	75,70	107,10	75,70	107,10
Réduction mâle-femelle diam 20 x 27 mm-15 X 21 mm	U	1,00	1,80	4,50	1,80	4,50
Raccordement à la vidange attente à proximité	U	1,00	4,50	28,90	4,50	28,90
<b>Chauffage</b>						
Radiateur électrique 750 W, avec détecteur de présence et d'ouverture des fenêtres, boîtier de commande digital, indicateur de consommation	U	2,00	650,00	700,00	1300,00	1400,00
<b>Robinetterie</b>						
Evier deux bacs et égouttoir en inox, y compris raccords	U	1,00	150,00	200,00	150,00	200,00
Lave-main en céramique, y compris fixations et joints	U	1,00	30,00	100,00	30,00	100,00
Mitigeur temporisé à bouton poussoir	U	2,00	70,00	90,00	140,00	180,00

## ANNEXES

Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total: Fourniture	Total: Fourniture et pose
<b>WC</b>						
WC "posé au sol " complet comprenant cuvette, réservoir, mécanisme et abattant.	U	1,00	85,00	160,00	85,00	160,00
Pipe rigide en PVC pour raccordement de cuvette WC	U	1,00	20,00	40,00	20,00	40,00
Robinet de WC chromé équerre diamètre 3/8"comprenant le collet battu	U	1,00	5,00	20,00	5,00	20,00
Barre droite d'appui, longueur 466 mm	U	2,00	29,00	57,80	58,00	115,60
Barre angle 90/135°	U	1,00	41,00	71,90	41,00	71,90
<b>Equipements de cuisine</b>						
Etagères de rangement, plan de travail	U	1,00	400,00	600,00	400,00	600,00
Plaques de cuisson électrique, 4 foyers	U	1,00	175,00	215,00	175,00	215,00
<b>Installations électriques</b>						
Installallation type, comprenant la totalité de la distribution depuis le tableau électrique jusqu'aux points d'utilisation	U	1,00	1200,00	2700,00	1200,00	2700,00

**TOTAL LOT N°3 (€ HT) 5 841,40 8 455,50**

<b>Lot 4 - Structure et enveloppe bois : toiture, murs, planchers et menuiseries</b>						
Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total : Fourniture	Total : Fourniture et pose
<b>Toiture</b>						
Lattes et contres lattes en sapin, 27 x 40 mm	ml	100,00	1,00	4,60	100,00	460,00
Pare pluie : fibre de bois, e = 60 mm	m <sup>2</sup>	47,00	17,50	25,50	822,50	1198,50
Pannes en sapin C18 45x220 mm	m <sup>3</sup>	0,74	320,00	600,00	237,60	445,50
Isolant : laine de bois, e=220 mm	m <sup>2</sup>	47,00	23,00	28,50	1081,00	1339,50
Pare vapeur : OSB 22mm	m <sup>2</sup>	47,00	11,00	21,00	517,00	987,00
Volige en sapin e=12 mm	m <sup>2</sup>	13,00	5,40	7,60	70,20	98,80
Poutres LVL 45 x360 mm	ml	20,00	46,00	57,00	920,00	1140,00

## ANNEXES

Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total : Fourniture	Total : Fourniture et pose
<b>Murs</b>						
Lisse basse en sapin C18, 45 x 145 mm	m <sup>3</sup>	0,20	320,00	600,00	62,40	117,00
Lisse haute en sapin C18, 45 x 145 mm	m <sup>3</sup>	0,20	320,00	600,00	64,00	120,00
Lattage sapin, 27 x 40 mm	ml	140,00	0,50	2,30	70,00	322,00
Linteau 45 x 220 mm	m <sup>3</sup>	0,05	320,00	600,00	16,00	30,00
Murs extérieurs droits ossature 45x145 mm, hauteur 2,50 m posé sur lisse basse	m <sup>2</sup>	90,00	23,00	55,00	2070,00	4950,00
Muraillère en sapin C18, 45 X90 mm	m <sup>3</sup>	0,10	320,00	600,00	32,00	60,00
Voile travaillant OSB, e=12 mm	m <sup>2</sup>	90,00	6,00	16,00	540,00	1440,00
Isolation laine de bois, e=145mm	m <sup>2</sup>	90,00	14,50	20,00	1305,00	1800,00
Pare-pluie en fibre de bois, e=60 mm	m <sup>2</sup>	90,00	17,50	25,50	1575,00	2295,00
Poteaux en sapin C18	m <sup>3</sup>	0,20	320,00	600,00	64,00	120,00
<b>Terrasse</b>						
Planches en robinier, e=20 mm	m <sup>2</sup>	12,20	45,00	95,00	549,00	1159,00
Solives en sapin C18, 45 x 145 mm	m <sup>3</sup>	0,12	320,00	600,00	37,44	70,20
Solive de rive en LVL 39 x 300 mm	ml	5,00	33,00	44,00	165,00	220,00
Sommier en LVL, 45 x 360 mm	ml	10,00	46,00	57,00	460,00	570,00
<b>Plancher bois</b>						
Diaphragme horizontal OSB, e= 22 mm	m <sup>2</sup>	22,50	11,00	21,00	247,50	472,50
Isolation laine de bois, e= 145 mm	m <sup>2</sup>	36,00	14,50	20,00	522,00	720,00
Solives en sapin C18 45 x 145 mm	m <sup>3</sup>	0,24	320,00	600,00	75,20	141,00
Solives en sapin C18 45 x 120 mm	m <sup>3</sup>	0,20	320,00	600,00	64,00	120,00
Isolation laine de bois, e=120 mm	m <sup>2</sup>	22,50	12,00	17,50	270,00	393,75
Panneau OSB, e= 22 mm	m <sup>2</sup>	22,50	11,00	21,00	247,50	472,50

## ANNEXES

Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total : Fourniture	Total : Fourniture et pose
<b>Plancher Conteneur</b>						
Diaphragme horizontal OSB, e= 22 mm	m <sup>2</sup>	14,60	11,00	21,00	160,60	306,60
Isolation laine de bois, e= 120 mm	m <sup>2</sup>	14,60	12,00	17,50	175,20	255,50
Lambourdes 50 x50 mm	m <sup>3</sup>	0,08	320,00	600,00	24,00	45,00
Lambourdes 45 x120 mm	m <sup>3</sup>	0,20	320,00	600,00	64,00	120,00
Isolation laine de bois entre, e=120 mm	m <sup>2</sup>	14,60	12,00	17,50	175,20	255,50
Panneau OSB, e= 22 mm	m <sup>3</sup>	14,60	11,00	21,00	160,60	306,60
<b>Menuiseries intérieures et extérieures</b>						
Porte sanitaire, 1 vantail, l=930 mm	U	1	120	180	120,00	180,00
Porte local ECS : 1 vantail, 630 x 2015 mm	U	1	85	140	85,00	140,00
Porte-fenêtre 2100x 2100 mm, triple vitrage, en bois/aluminium	U	2	2000	2200	4000,00	4400,00
Baie fixe 1000 x 2100 mm, en bois/aluminium	U	1	950	1100	950,00	1100,00

**TOTAL LOT N°4 (€ HT) 18 098,94 28 371,45**

<b>Lot 5 - Revêtement extérieur : couverture, zinguerie, bardage</b>						
Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total : Fourniture	Total : Fourniture et pose
<b>Couverture : Bac acier</b>						
Rive	ml	31,50	6,50	12,00	204,75	378,00
Faîtière à double arête	ml	7,80	11,10	19,60	86,58	152,88
Plaque 3 nervures de 25 mm largeur utile 1000 mm, épaisseur 0,63 mm, fixation comprise	m <sup>2</sup>	60,00	13,00	32,00	780,00	1920,00

## ANNEXES

Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total : Fourniture	Total : Fourniture et pose
<b>Zinguerie</b>						
Chéneaux encaissés en zinc	ml	15,00	36,80	230,00	552,00	3450,00
Boîte à eau en zinc	U	3,00	41,70	61,70	125,10	185,10
Tuyaux de descente en zinc + colliers galvanisés à double boulon diam à 100 épaisseur 0,65 mm	ml	6,00	4,80	32,30	28,80	193,80
<b>Bardage</b>						
Bardage en bac acier, e=0,65 mm	m <sup>2</sup>	33,00	13,00	32,00	429,00	1056,00
Bardage en mélèze, pose horizontale	m <sup>2</sup>	68,00	18,90	85,00	1285,20	5780,00

<b>TOTAL LOT N°5 (€ HT)</b>	<b>3 491,43</b>	<b>13 115,78</b>
-----------------------------	-----------------	------------------

<b>Lot 6 - Revêtements intérieurs : sols, murs et plafonds</b>						
Désignation	U	Quantité	Prix : Fourniture	Prix : Fourniture et pose	Total : Fourniture	Total : Fourniture et pose
Cloisons (2 plaques de plâtres +couche isolant) WC	m <sup>2</sup>	15,00	30,00	55,00	450,00	825,00
Murs : Plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e=13 mm sur ossature métallique	m <sup>2</sup>	50,00	19,00	30,00	950,00	1500,00
Plafond : Plaque de plâtre hautement résistante aux chocs, e=13 mm	m <sup>2</sup>	21,00	19,00	45,00	399,00	945,00
Revêtement de sol grande circulation, e=4 mm	m <sup>2</sup>	35,00	23,00	38,00	805,00	1330,00
Revêtement enduit acrylique, murs et plafonds	m <sup>2</sup>	86,00	7,00	20,00	602,00	1720,00

<b>TOTAL LOT N°6 (€ HT)</b>	<b>2 756,00</b>	<b>5 495,00€</b>
-----------------------------	-----------------	------------------



# RESUMÉ

---

L'association Le Renouveau a pour projet d'implanter un habitat adapté aux personnes marginalisées dans le Quartier de la Magdeleine, à Epinal. L'objectif est d'accueillir cinq personnes dans un lieu qui respecte leur indépendance tout en leur permettant de développer des liens sociaux. Ce projet de fin d'études vise à établir le cahier des charges fonctionnel afin de développer une proposition convenant aux besoins des usagers, qu'ils soient résidents ou travailleurs sociaux. Il s'appuie pour cela sur l'analyse d'expérimentations déjà existantes. La recherche de solutions techniques a pour but de répondre à ce cahier des charges tout en optimisant la réalisation, le transport et le coût global du projet. Pour cela, la conception repose sur une mixité entre des conteneurs maritimes recyclés et des modules tridimensionnels en ossature bois. Le projet est ainsi totalement démontable et s'adapte à toute possibilité d'implantation.

Mots clés : Le Renouveau, habitat alternatif, cahier des charges fonctionnel, conception, optimisation, étude de prix

# ABSTRACT

---

The Renouveau organization is planning to build an alternative housing for marginalized people in Quartier de la Magdeleine, Epinal. The goal is to accommodate five people in a place which respects their independence while letting them develop social ties. This final year project sets out to establish the functional specifications in order to design a proposal suiting users' needs, residents or social workers. To achieve this, it is based on an analysis of existing experiments. The research of technical solutions aims to answer these functional specifications while optimizing achievement, transportation and overall cost. Therefore design is based on a mix between recycled sea containers and wood units. Our project is also totally removable and matches all possible situations.

Keywords: Le Renouveau, alternative housing, functional specifications, design, optimization, cost study