

# DU LOGEMENT LOCATIF TRÈS SOCIAL ADAPTÉ À L'ACCESSION À LA PROPRIÉTÉ



NOM DU SITE : TSINGONI PARCELLE BI 287

## EQUIPE

Mandataire du projet Saindou INZOUODINI	Architecte
Philippe PEROT Samira REMON	Bureau d'Étude Technique DMTHEVIA SAS Ingénieur AUREA Structures
Emmanuel DUBE Pierre-Antoine PHULPIN Romain MINOD	COMHOLD SARL / WWW.COMHOLD.EU IWOOD QUATORZE (ONG)
Philippe PEROT François PUECH	TERRALYMER SAS BAMBOUSCOOPIC (SCIC SARL à capital variable)

Maison T4 de base. Surface habitable 66m<sup>2</sup>

Coût des travaux 60.000€ HT  
2 bosquets de bambou de 16 m<sup>3</sup>  
Pour fibres lames carrelé lamellé collé 6cmx6cm

Matériaux biosourcés et géo-sourcés  
25m<sup>3</sup> granulés et fibres de bambou  
2,5 m<sup>2</sup> de pouzzolane  
2,5 m<sup>2</sup> d'argile

Liant ciment et chaux 7T

## Main d'œuvre

Préfabrication : 2 ouvriers temps plein / semaine  
Chantier : 8 ouvriers, 2 apprentis temps plein sur 1 mois  
Auto construction encadrée : 4 personnes temps plein sur 16 jours



## PRÉSENTATION ET SYNTHÈSE DU PROJET ARCHITECTURAL POUR UNE ARCHITECTURE RÉILIENTE, DURABLE ET DE QUALITÉ

Les enjeux d'actualité à Mayotte consistent à rendre accessible aux ménages MAHORAIS, disposant de faibles capacités financières des logements décents et de qualité. Compte tenu du retard de développement de ce territoire, la réponse passe par l'édition massive de logements répliquables, proposés à des coûts de construction maîtrisés et très réduits tout en développant des filières de production locales et durables.

Loger, à Mayotte et en Outre-mer, les populations à faible revenu, représente une véritable gageure, qui plus est, au vu des objectifs fixés dans l'appel à proposition TOTEM. Pour y parvenir nous avons conçu le logement de base T4 de 66m<sup>2</sup>, de telle façon qu'il soit rendu possible son démontage complet et son remontage sur un autre site<sup>(1)</sup>. Dans l'optique de s'inscrire dans la dynamique de résorption de l'habitat insalubre, cette approche se révèle être un atout majeur, pour mener à bien des opérations "tiroir", consistant à déplacer temporairement des habitants, le temps que soient réalisés les travaux d'assainissement, de viabilisation et de requalification du nouveau quartier.

Cette faculté de pouvoir démonter aisément le logement construit revêt d'autres avantages qui vont permettre de répondre au plus près aux objectifs d'entretien, de maintenance, de fusion, de modularité, de répétitivité, de reproductibilité, d'adaptabilité et d'évolutivité... Le parc construit pourra s'adapter, dans le futur, aux évolutions sociologiques de composition des ménages.

L'impérative nécessité d'agir dans des délais très courts, passe par la mise en œuvre d'un processus constructif massifiable simple, adapté à une main d'œuvre peu qualifiée. La sobriété architecturale, s'inscrivant dans une démarche de conception réaliste, permet la construction de ce logement T4 de base en moins d'un mois. S'appuyant sur les ressources locales - tant humaines, que naturelles, une organisation bien pensée ouvre la perspective de construire 1 000 logements par an dès l'année 2024, année de la phase industrialisation en matériaux locaux.

Pour le Logement Locatif Très Social Accessible (LLTSA), dans la perspective d'édification d'un petit immeuble semi-collectif R+1 à destination de logement de transit pour opérations « tiroirs RHI », d'hébergement d'urgence ou d'accompagnement au logement, la version T4 de base s'organise de la façon suivante :

Unité T4 de base LLTSA

pour les pièces sèches : à partir d'une trame structurelle de 3,80 m de large représentant environ 20m<sup>2</sup> divisibles, dupliquée une fois, en deux pièces composées d'un séjour/chambre et 2 chambres ;

pour les pièces humides : une trame structurelle de 5,00 m de large d'un peu plus de 13m<sup>2</sup> divisible en deux, soit une cuisine et un bloc sanitaire comportant un petit lavoir ;

Ces deux blocs sont reliés par une varangue de 14m<sup>2</sup> environ ventilée en façade ou sous toiture.

Semi-collectif LLTSA 6 logements

Pour la variante T4 de base de 66m<sup>2</sup> issue du LLTSA, améliorée qualitativement dans la perspective de l'inscrire dans le dispositif accession très sociale à la propriété (LATS) voire sociale à la propriété (LAS), elle se décline en maison individuelle (RDC ou R+1), en bande (jumelées par 2 ou en mitoyenneté par 3), ou semi-collectif (superposés 2 à 2).

Cette version s'organise en deux trames structurelles :

Unité T4 de base LATS

pour les pièces de vie : un "coin jour" c'est-à-dire varangue, un séjour, une cuisine ouverte sur le séjour d'une trame de 5 m maximum avec positionnement d'une chambre à l'extrémité en façade. L'intérêt de localiser la chambre parentale à cet endroit contribue à la sécurisation nocturne du logement ;

pour le "coin nuit" : c'est à dire 2 chambres, à chacune des extrémités, et le bloc sanitaire (salle de bain, WC) positionné au milieu, une trame de 3,50 m maximum ;

Maison individuelle T4 de base LATS

À noter que pour des questions culturelles d'hygiène et de commodité, la salle de bain est dissociée du WC en respectant les dimensions de la réglementation à destination des personnes handicapées. Le bloc sanitaire est directement connecté à la cuisine via le dégagement situé en partie centrale du logement. En variante il est possible d'inverser la chambre centrale avec la cuisine de façon à distinguer le coin jour du coin nuit.

On peut également différencier les surfaces du LAS, plus grandes, de celles du LATS, plus petites afin d'adapter le coût d'investissement pour la famille en rapport à ses revenus.

La réflexion architecturale, menée de concert entre l'architecte et les bureaux d'études, mais aussi le promoteur COMHOLD, et ses assistants à maîtrise d'ouvrage QUATORZE et IWOOD, permet de dégager des propositions différenciées portant sur des unités d'habitations et des typologies allant du studio T1, T2, T3, T5, T6 dérivés de deux solutions de T4 de base.

Elle débouche au final sur des déclinaisons à géométrie variable qui permettent de déployer un ensemble de solutions pour une approche urbanistique pertinente sur le plan socio-culturel et en matière d'organisation de l'espace. Cette organisation se déploie tant à l'intérieur des îlots créés que dans la structuration de l'espace public.

Les propositions portent sur l'habitat :

- 1- individuel : en RDC et R+1 ;
- 2- groupe : maison RDC en mitoyenneté par 2 ou par 3 ;
- 3- semi-collectif : en R+1 avec 2 logements superposés par niveau disposant chacun de leur accès individuel tant à l'étage qu'au RDC, soit 4 logements ;
- 4- collectif : en îlot de 8 logements (R+1) à 12 logements (R+2) ;
- 5- collectif : R+1 en petit ensemble de 4 à 8 logements ;

Les solutions 1, 2 et 3 sont une réponse au volet affiché d'accession très sociale à la propriété, volet qui se décline en termes de surface en fonction du profil des familles et suivant les dispositifs LAS et LATS en vigueur à Mayotte. Les solutions 4 et 5 sont une réponse au logement locatif très social adapté. La solution 5 est aussi une réponse aux problématiques de logement et d'hébergement d'urgence.

(1) : Brevet déposé ou obtenu

## INDUSTRIALISATION D'UNE PRÉFABRICATION ENDOGÈNE VERS L'INDUSTRIALISATION D'UNE FILIÈRE BAMBOU

### LES MATERIAUX LOCAUX BIO-SOURCÉS

1. LE BAMBOU
2. LA POUZZOLANE VOLCANIQUE
3. LA TERRE ARGILLO-LATÉRIQUE
4. LA FIBRE VÉGÉTALE

Mettre en place des procédés constructifs massifiables, intégrant les principes d'industrialisation et s'appuyant sur les ressources locales est un défi à Mayotte, la majeure partie des composants de la construction étant importés. Un mode de développement en éco-construction endogène au moins partiellement est imaginable. Il est possible de construire dans l'immédiat un prototype puis par la suite des logements à partir des ressources locales. Les matières premières biosourcées et géo-sourcées, inventoriées, disponibles et exploitables dans le respect des normes et de la réglementation en vigueur vont le permettre. Les matériaux disponibles sur l'île et de façon plus élargie dans la zone "canal Mozambique" (Madagascar, côte Est-Africaine) sont : le bambou, la pouzzolane volcanique, la terre argilo-latéritique, les fibres végétales (bambou, fibre de coco, fibre de sisal).

Le bambou présente un intérêt tout particulier car, poussant sans engrais, il se révèle être le matériau au monde qui présente les meilleurs ratios en matière de vitesse de croissance et donc de renouvellement (5 ans) et de capacité de stockage carbone. Il présente ainsi le meilleur rapport poids performances mécaniques (compression, flexion, traction...), et d'économie d'énergie nécessaire à sa production par rapport à sa performance mécanique.

Matériau	Énergie nécessaire à la production (MJ/m <sup>3</sup> )	Densité volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Résistance (MPa)	Rapport de l'énergie de production nécessaire sur la résistance
Béton	1920	2400	8	240
Acier	234 000	7800	160	1500
Bois	600	600	7,5	80
Bambou	300	600	10	30

Énergie requise à la production de matériaux en comparaison à leur résistance (Jensen 1981)

Les pouzzolanes et argiles latéritiques peuvent être considérées comme des liants, nécessitant pour leurs stabilisations du ciment ou de la chaux. L'adjonction de fibre végétale permet la confection de mortier présentant des caractéristiques d'isolation thermique intéressante.

Envisager le déploiement d'une solution industrielle à l'avenir passe par l'étape incontournable de la préfabrication endogène en atelier, accompagnée en parallèle de la dynamisation d'une "filière bambou" complète allant de la gestion de massifs existants de la variété dominante de bambou vulgaires jusqu'à la fabrication de composants de bâtiment.

Du sourcing effectué par TERRALYMER, contractant général de construction, auprès des spécialistes maîtrisant les sujets du matériau bambou, il ressort que, pour tous les aspects structurels, le bambou en chaîne de bambou traité est la meilleure solution pour conserver ses propriétés naturelles. Il faut le sécher ou l'immerger dans l'eau pendant deux mois. Ce traitement simple limite considérablement les attaques par les insectes du fait de la disparition des matières organiques. Il sera utilisé dans la phase de développement endogène avant d'être remplacé par un passage en bassin de traitement dans la phase industrialisée supprimant toute matière organique. Il existe des techniques complémentaires de traitement contre les termites comme l'enfouissage grâce aux feuilles de bambou séchées comme combustible ou à base de peintures minérales. La composition de ces peintures peut être facilement réalisée sur l'île de Mayotte. Certains composants minéraux sont présents à Madagascar, en dehors des produits importés que l'on peut trouver via les savonniers.

Nous sommes en mesure de confectionner en atelier TERRALYMER ou chez des artisans (menuisiers et charpentiers) des matériaux et composants de construction, répondant aux normes, qui sont :

- des granulats et fibres à partir d'un broyeur pour l'isolation thermique ;
- des panneaux, qui assemblés entre eux vont permettre de constituer des modules autoportants de 12 à 20 cm d'épaisseur. Ces modules liés les uns aux autres vont constituer des murs. Des panneaux de 6 cm d'épaisseur permettront la réalisation de cloisons. Les panneaux sont remplis d'un mortier végétal à base de liants et de fibres ;
- des poutres et fermes en éléments poutres treillis mixtes bois/bambou pour plancher et charpente toiture ;
- des entrevous mixtes bois/lames de bambou pour constituer les planchers<sup>(1)</sup>. L'entrevous peut tout aussi bien servir d'élément de coffrage sur lequel on va couler un mortier de fibre aux propriétés acoustiques<sup>(1)</sup>.

Tous les calpinages, les panneaux et modules sont réalisés en bureau d'étude à l'atelier. L'ensemble de ces composants sont intégrables dans les logiciels de structure et répondent aux normes de calcul Eurocode5.

La maison T4 de base en RDC comporte :  
- 212 panneaux et 103 modules  
- 37 poutres pour planchers et 144 entrevous  
- 3 fermes 168 entrevous  
En atelier de préfabrication, Le délai de réalisation complet des composants d'une maison T4 de base de 66 m<sup>2</sup> est d'une semaine. Le dimensionnement de l'usine permet une production de 400 séries, l'usine peut contenir 2 à 3 circuits machines-outils pour augmenter sa capacité de production.

### SYSTEME DE COMPOSANT DE BÂTIMENT PRÉFABRIQUÉ EN ATTELIER

1. Cadre
2. Lame
3. Cloison
4. Panneau
5. Module
6. Module fenêtre
6. Module porte
7. Panneau plein rempli de mortier et de granulats
8. Poutres treillis
9. Charpente