

Dossier préliminaire de demande de subvention

Serres agricoles en bambou structurel

Une alternative durable aux serres agricoles conventionnelles pétrosourcées

Projet de recherche et d'innovation pour le développement de la filière biosourcée au service du monde agricole mené par

BAMBOONEEM.RE

<https://bambooneem.re/fr/>



<https://www.facebook.com/bamboodeckpergolas>



<https://www.instagram.com/bamboodeckpergolas/>



<https://www.linkedin.com/company/bambooneem-re/>

Sommaire

Note d'intentions

1. Présentation de la démarche de recherche : évaluation de 3 modèles potentiels

- 1.1. Ombrière à toit plat : pépinière
- 1.2. Ombrière à toiture inclinée : de la pépinière à la serre
- 1.3. Serre à un pan incliné: vers une halle agricole polyvalente

2. Synthèse et orientation de l'étude : choix d'un modèle prometteur

- 2.1. Comparaison des 3 modèles étudiés
- 2.2. Choix du modèle retenu : la polyvalence au service de l'adaptabilité
- 2.3. Scénarios envisagés : adaptabilité dans le temps et sur le territoire

3. Poursuite des études : demande de subvention

- 3.1. Coût estimatif d'un prototype à échelle 1:1
- 3.2. Bilan d'opération étude et prototype

Annexes



. Intentions .

Projet de recherche et d'innovation pour le développement
de la filière biosourcée au service du monde agricole

Note d'intentions

Projet de recherche et d'innovation pour le développement de la filière biosourcée au service du monde agricole

Enjeu 1 : Ressource locale et économie circulaire

Réduire la dépendance des agriculteurs réunionnais à l'importation des matériaux de construction, à la fois couteuse et consommatrice d'énergie

Le premier objectif du projet est de proposer une alternative durable aux ouvrages agricoles conventionnels pétrosourcés et monofonctionnels.

La mise en oeuvre du bambou, matériau biosourcé qui présente de nombreux potentiels sur les plans constructif et écologique, participe à accroître l'accessibilité et la durabilité de ces ouvrages. Son utilisation structurelle permet de réduire les coûts de construction liés aux matériaux en s'approvisionnant localement tout en s'intégrant aux circuits d'économie circulaire en stimulant la filière bambou en développement sur l'île. C'est un véritable levier pour développer un modèle viable économiquement qui se pérennise sur le territoire.



Le bambou

Une ressource d'avenir pour la construction et pour le territoire

- biosourcé -> stock du carbone au lieu d'en émettre
- local -> limite les coûts économiques et énergétique de transport / stimule l'économie locale
- cycle de pousse rapide -> augmente le rendement des infrastructures de traitement de la matière
- plante régénératrice -> restaure les sols dégradés / stabilise et limite l'érosion des sols

Enjeu 2 : Innovation technologique et résilience

Développer un système constructif résilient avec un matériau biosourcé

Le second objectif de ce projet novateur est de proposer un modèle d'ouvrage agricole présentant une capacité de polyvalence dans les usages qu'il accueillera, d'adaptabilité au terrain et au besoin en infrastructure de chaque exploitation, de reconversibilité dans le temps et de robustesse face aux contraintes cycloniques.

L'utilisation du bambou, matériau biosourcé à croissance rapide, à 100% / 90 %? permet de réduire considérablement l'impact carbone de ces constructions par rapport aux structures métalliques et plastiques conventionnelles. Le bâtiment stock du carbone qu'il relachera en étant rendu à la terre à sa déconstruction.

Le design est guidé par plusieurs critères, construisant la stratégie d'une conception résiliente :

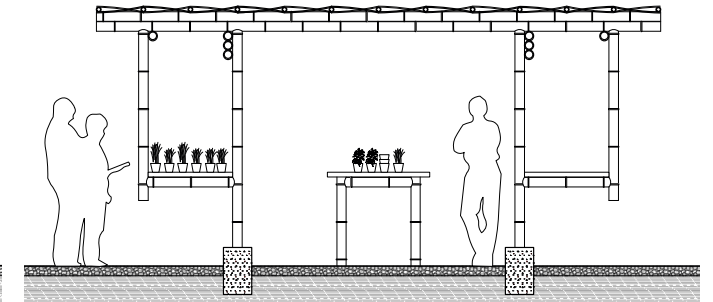
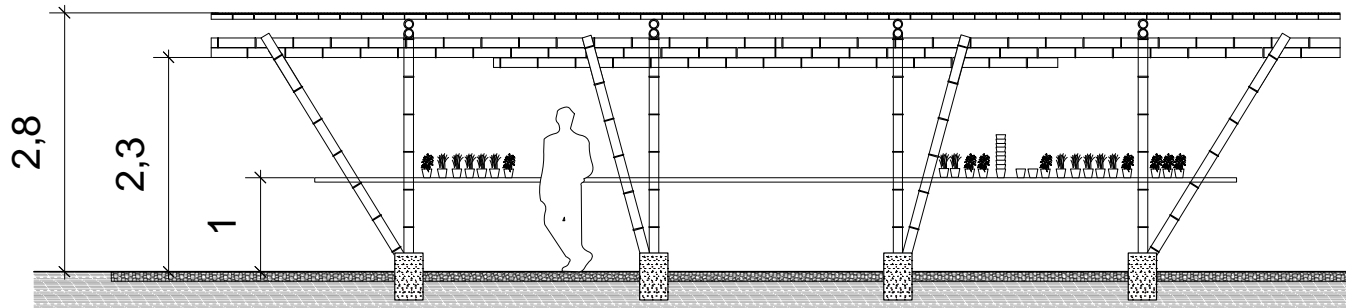
- l'optimisation de la matière mise en oeuvre afin de minimiser les chutes et les déchets de chantier
- l'adaptabilité d'une trame structurelle unique à une multitude de configurations spatiales
- la reconversibilité des ouvrages pour s'adapter à différents usages agricoles, à d'autres activités ou pour se transformer un jour en logements

The background of the slide is a close-up photograph of bamboo slats. The slats are arranged horizontally and are connected by vertical joints. The bamboo has a natural, light brown color with some darker spots and textures. The lighting is soft, highlighting the grain of the bamboo.

.1.

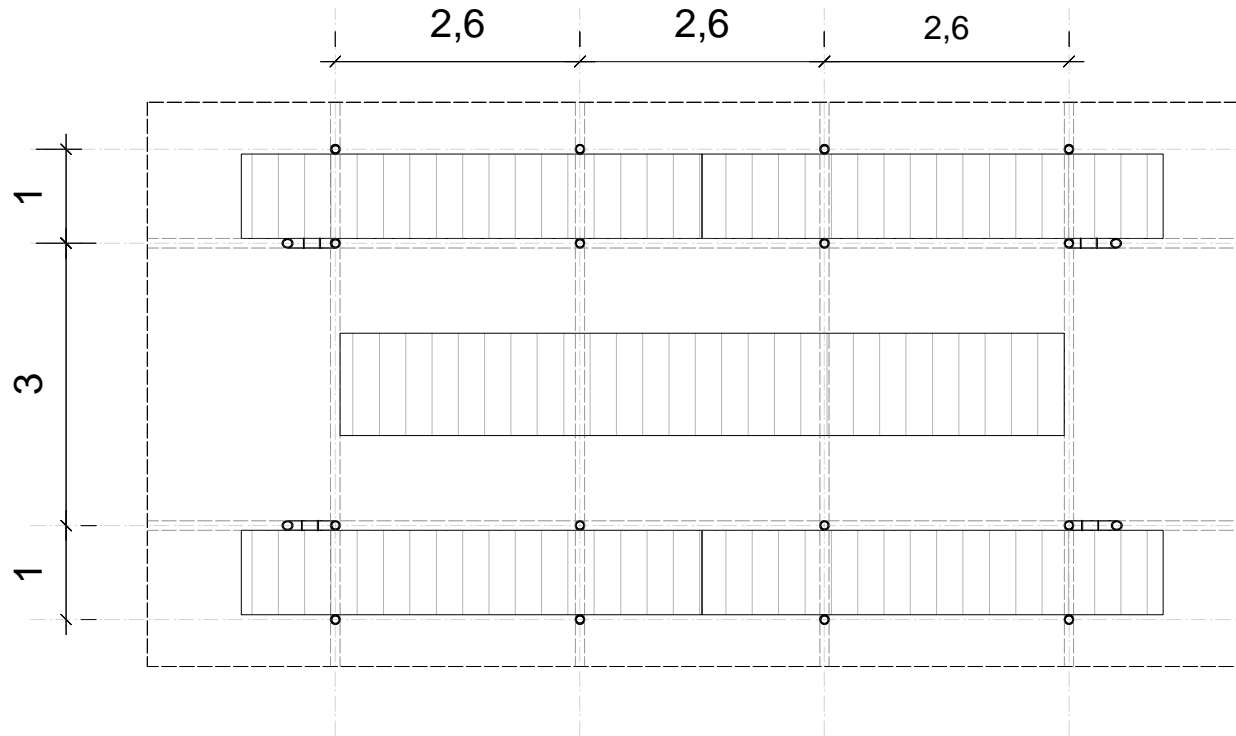
Présentation de la démarche de recherche
Evaluation de 3 modèles potentiels

1.1. Ombrière à toit plat : pépinière



COUPES

PLAN



Surface couverte
70 m²

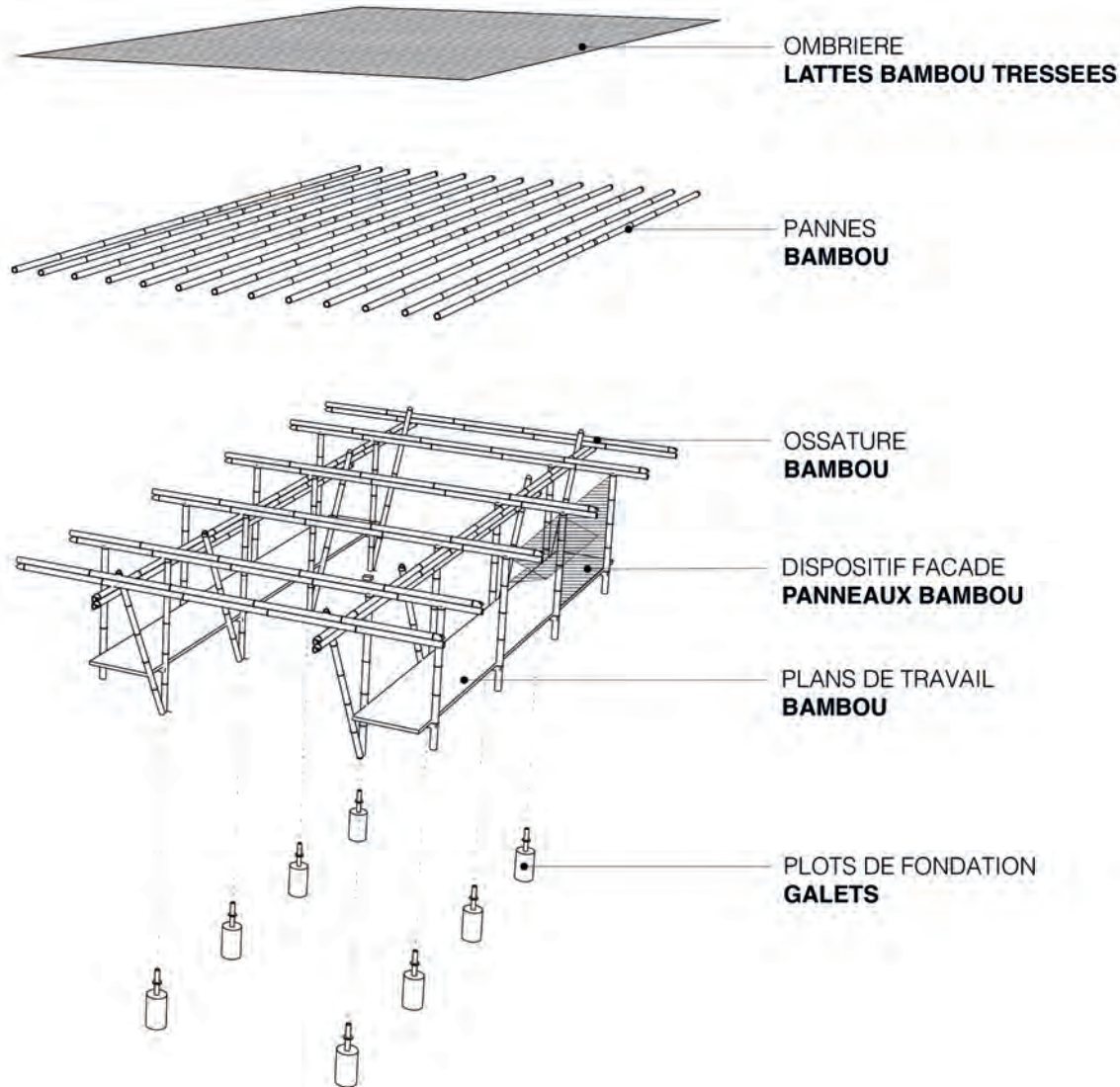
Surface couverte cloisonnable
23 m²

Surface de plan de travail
25 m²

Matériaux

100 % de matériaux biosourcés

pour un système constructif **résilient**



COUVERTURE



- Gestion de l'ombrage : réglage du % d'ombrage souhaité par l'écartement des lattes
- Assure la circulation de l'air

TOITURE



- Débords de toiture générant une protection solaire
- Assemblages bambou et ligatures avec la structure principale

OSSATURE



- Trame optimisée et duplicable
1 ferme = 4 bambous (6m)
- Plan de travail intégré dans la trame structurelle

FACADES



- Panneaux amovibles : adaptabilité du dispositif à l'environnement, l'orientation, l'exposition de l'ouvrage

MOBILIER



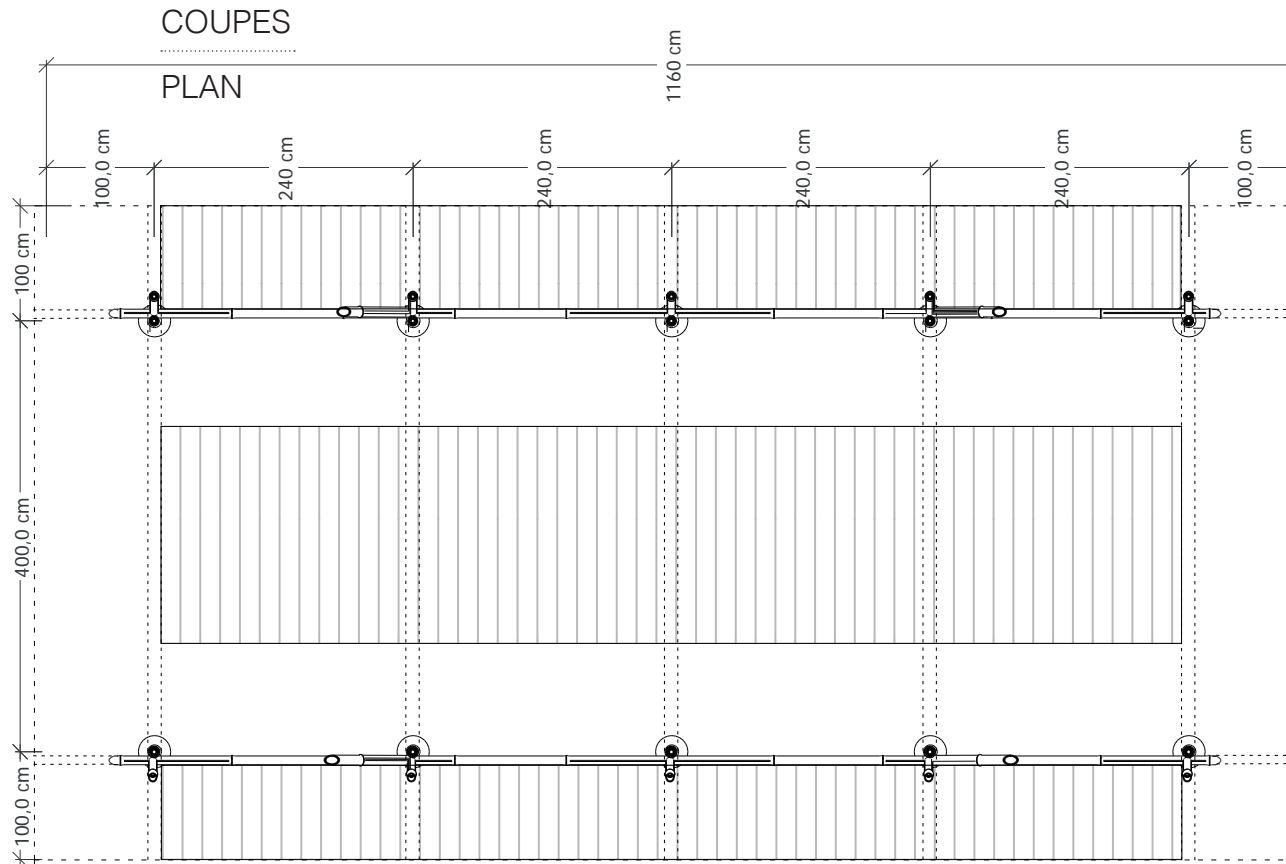
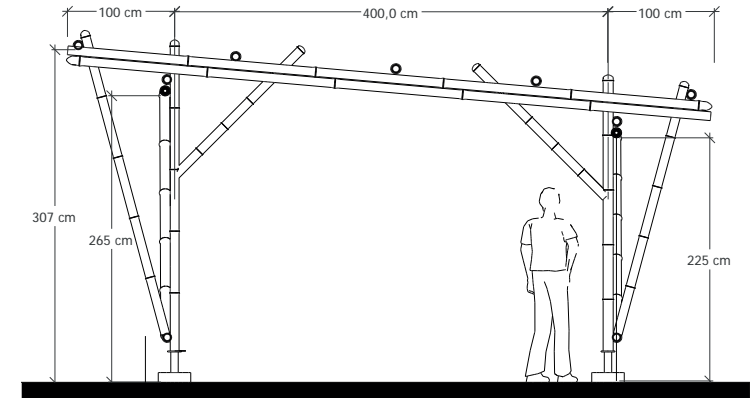
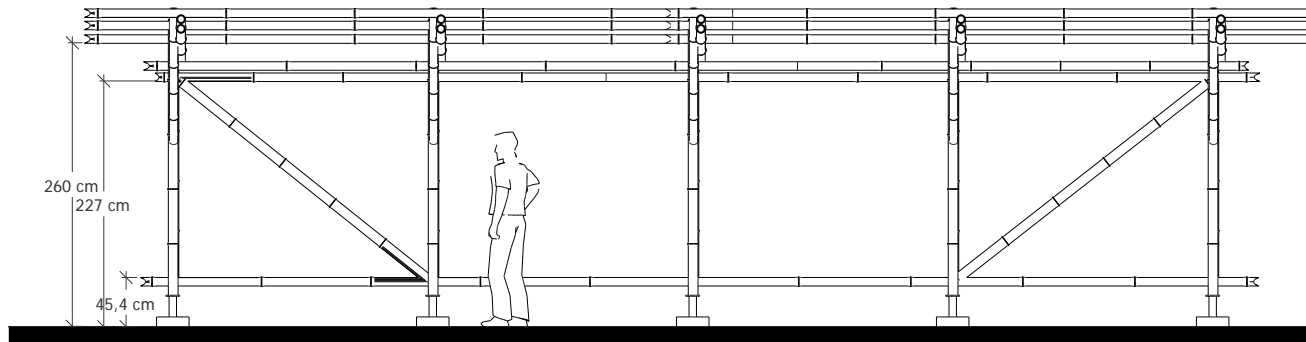
- Préfabriqués en atelier
- Changeable facilement selon le revêtement de plan de travail souhaité

FONDACTIONS



- Ancrage de l'ouvrage avec des galets de site : adaptation aux ressources du terrain
- Encastrement en pied de poteau

1.2. Ombrière à toiture inclinée : de la pépinière à la serre



Surface couverte
70 m²

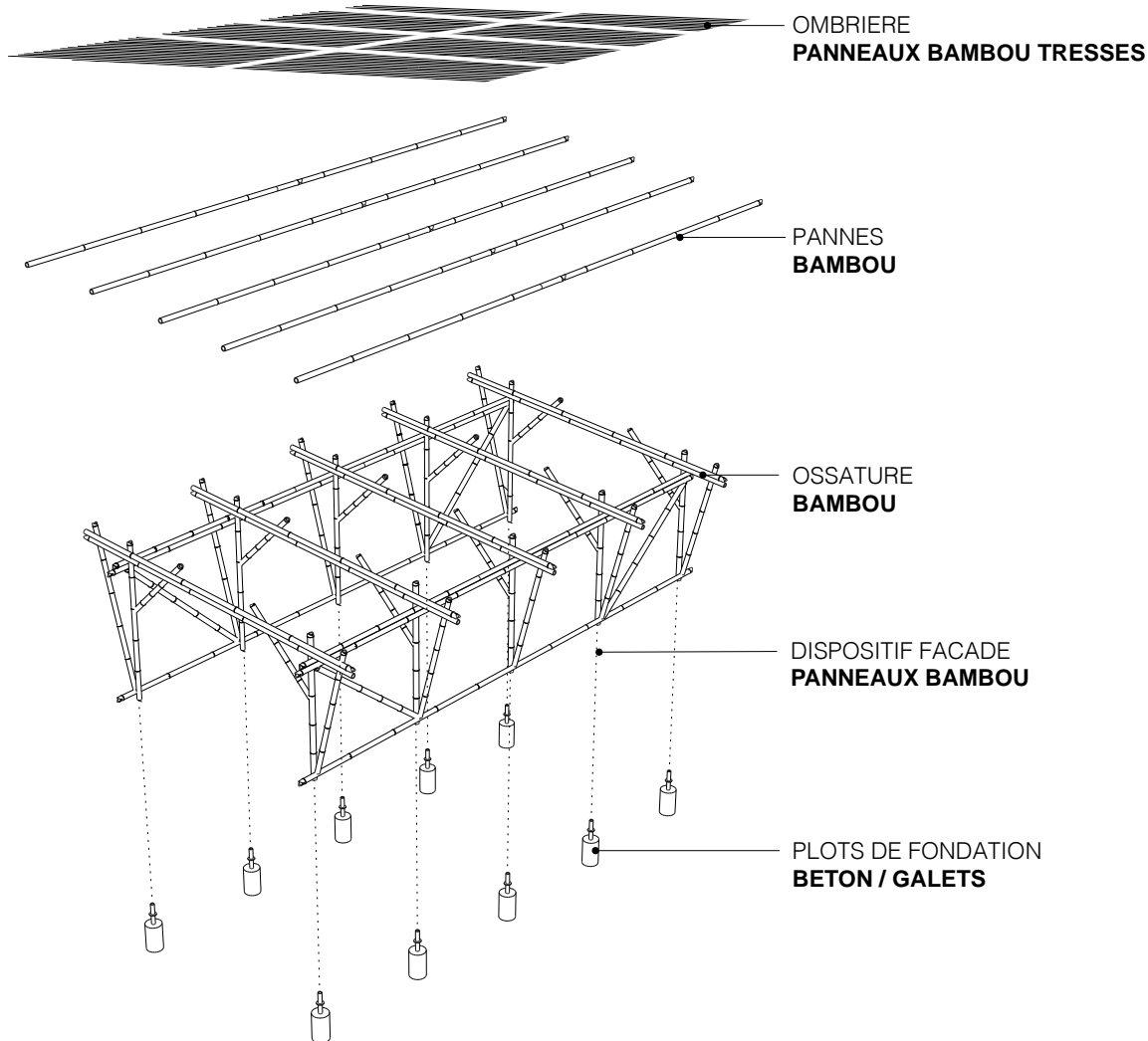
Surface couverte cloisonnable
38 m²

Surface plan de travail
38 m²

Matériaux

Structure biosourcée

pour un système constructif **robuste**



COUVERTURE



- Gestion de l'ombrage : réglage du % d'ombrage souhaité par la trame de tressage des panneaux
- Assure la circulation de l'air

TOITURE



- Débords de toiture générant une protection solaire
- Assemblages bambou et ligatures avec la structure principale

OSSATURE



- Système de fermes permettant de réaliser des assemblages bambou ligaturés

FACADES



- Panneaux amovibles : adaptabilité du dispositif à l'environnement, l'orientation, l'exposition de l'ouvrage

MOBILIER



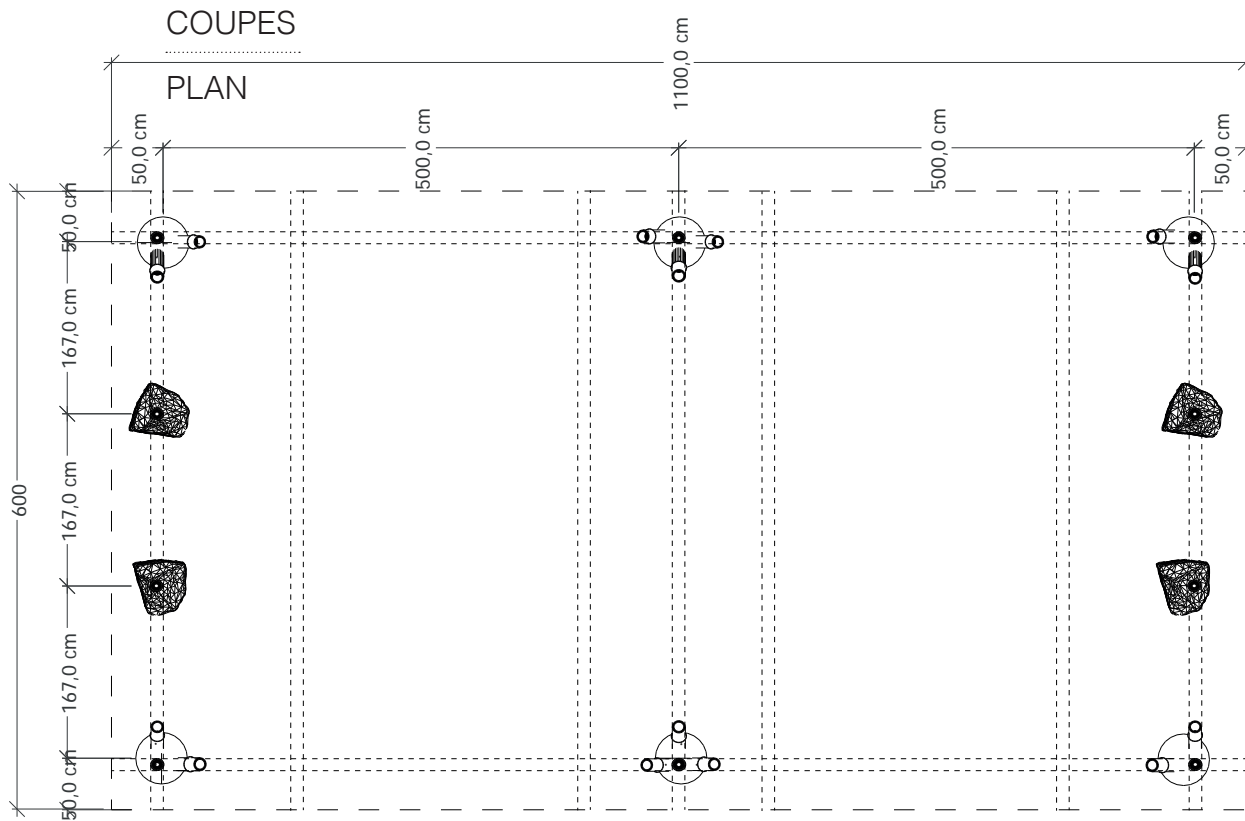
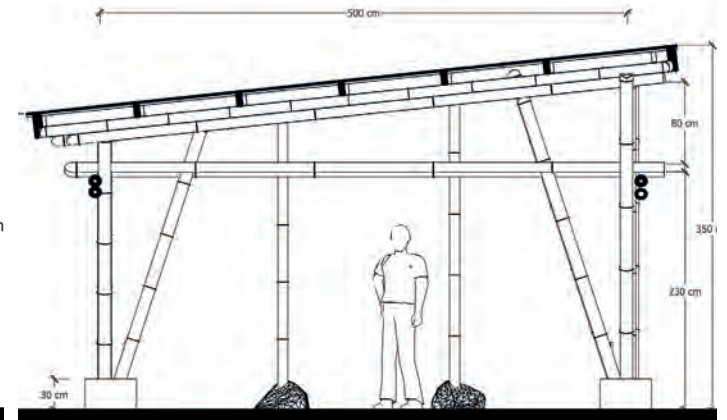
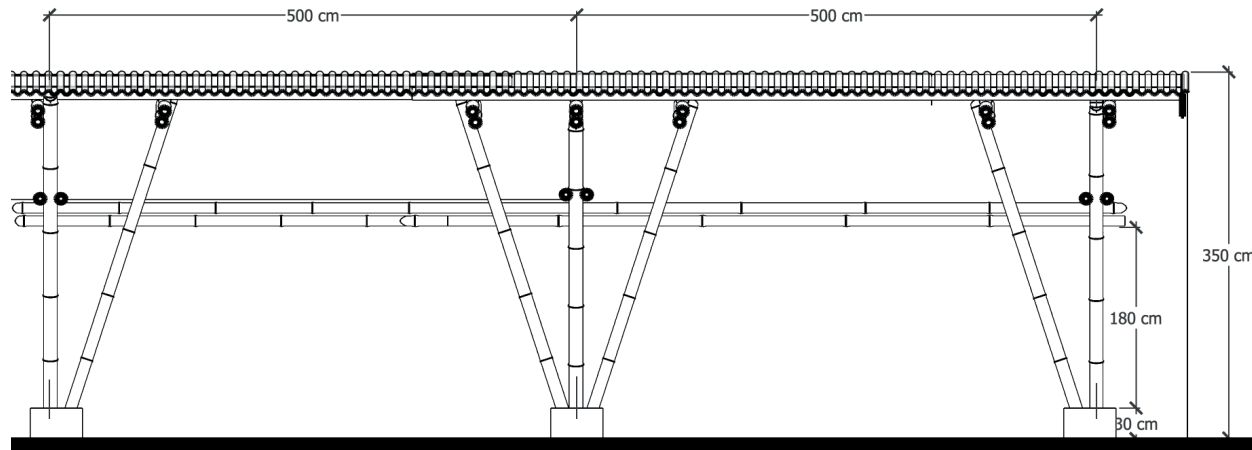
- Plans de travail indépendant de la structure principale
- Changeable facilement selon le revêtement de plan de travail souhaité

FONDATIONS



- Ancrage de l'ouvrage avec des plots en béton : préfabrication possible des ancrages et adaptation à la topographie du terrain
- Encastrement en pied de poteau

1.3. Serre à un pan incliné : vers une halle agricole polyvalente



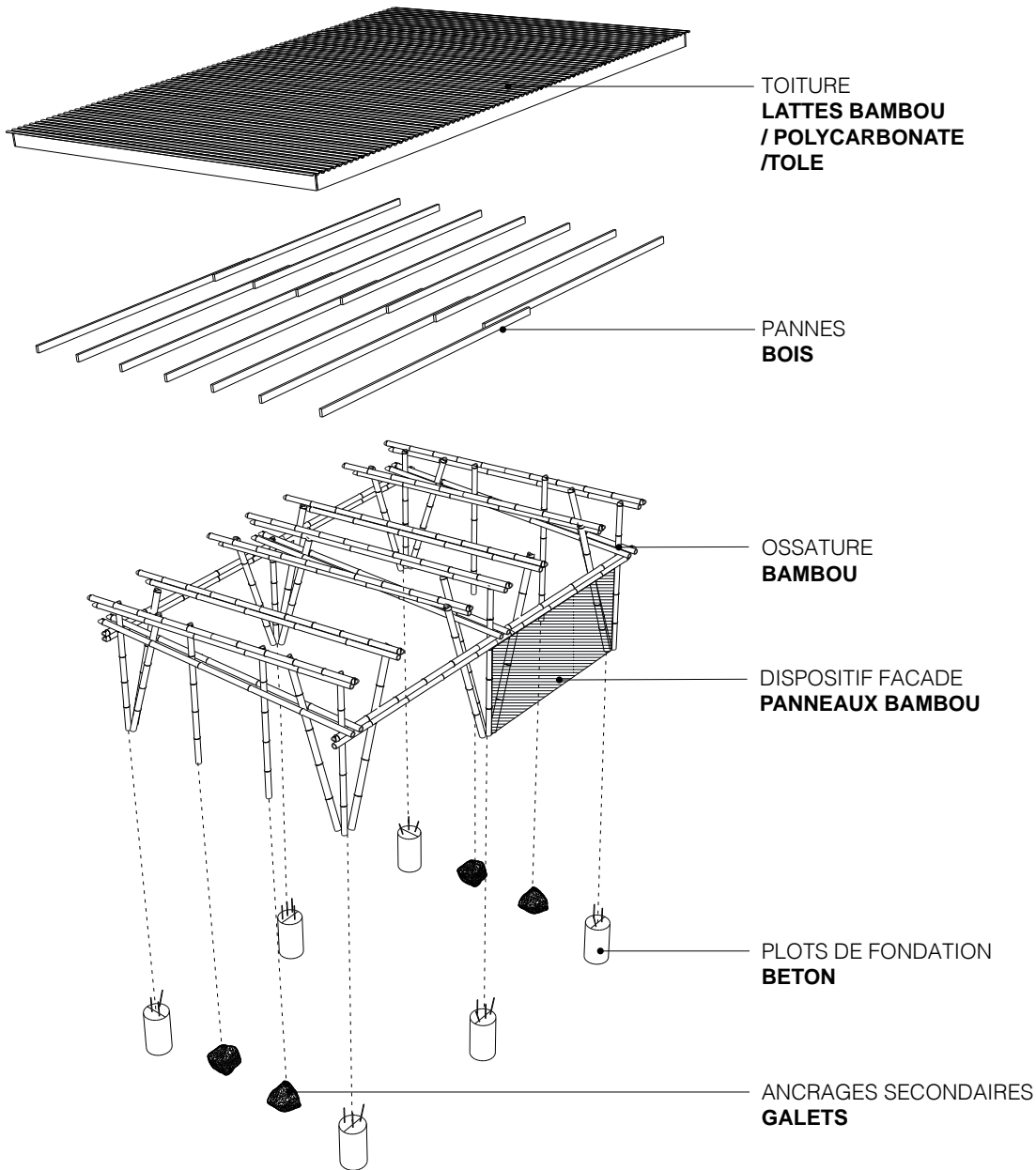
Surface couverte
66 m²

Surface couverte cloisonnable
50 m²

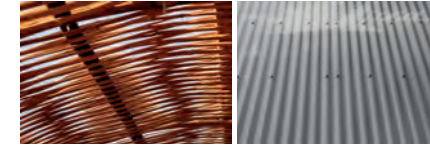
Matériaux

Ossature biosourcée

pour un système constructif **polyvalent**



COUVERTURE



- Toit en pente : adaptabilité de la couverture (étanchéité / porosité / ombrage)

TOITURE



- Peut recevoir une toiture étanchée
- Métissage possible avec d'autres systèmes constructifs

OSSATURE



- Trame arborescente basée sur un système porteur de poteaux tripodes et quadripodes

FACADES



- Panneaux amovibles : adaptabilité du dispositif à l'environnement, l'orientation, l'exposition de l'ouvrage

FONDACTIONS



- Optimisation des points d'ancrage (tripodes / quadripodes)
- Limitation des plots en béton et utilisation de galets de site

Maquettes

Modèles et outils d'étude

MODELE 1



MODELE 2



MODELE 3





.2.

Synthèse et orientation de l'étude

Choix d'un modèle prometteur

Photo : poutres bambou asper et plafond en mats (panneaux obtenus en fendant un bambou dans sa longueur)

2.1. Comparaison des 3 modèles étudiés

Critères de résilience : durabilité, polyvalence, adaptation

Critères de comparaison + avantages - inconvénients	Modèle 1 Ombrière à toit plat	Modèle 2 Ombrière à toiture inclinée	Modèle 3 Serre à un pan incliné
Quantité de matière mise en oeuvre	+ 42 bambous structure - 13 pannes bambou + 8 plots de fondation	- 52 bambous structure + 5 pannes bambou - 10 plots de fondation	- 52 bambous structure + 7 pannes bois + 6 plots de fondation
Portée de la trame	3 m	4m	5 m
Potentiel de reconversibilité	- pas d'étanchéité possible (toiture plate) +possibilité de création d'un plancher	+ adaptation tout types de couverture +possibilité de création d'un plancher	+ adaptation tout types de couverture +possibilité de création d'un plancher + portée généreuse
Polyvalence d'usage	+ ouvertures possibles sur tous les côtés - tables intégrées à l'ossature porteuse	- pas d'ouverture possible sur les grands côtés (ceinturage inférieur) - bracons structurels compliquent un cloisonnement ultérieur	+ ouvertures possibles sur tous les côtés + plan libre + large entraxe dans les deux dimensions + horizontalité des trames pour ajouter des dispositifs suspendus
Gestion Eaux Pluviales	- pas de récupération EP	+ récupération EP	+ récupération EP
BILAN	modèle léger et économe en bambou mais limité dans sa reconvertibilité	modèle robuste et fonctionnel mais limité dans la polyvalence de son aménagement	modèle polyvalent présentant un fort potentiel d'adaptation et de reconvertibilité

2.2. Choix du modèle retenu

Serre à un pan incliné : la polyvalence au service de l'adaptabilité

Dans l'objectif d'élaborer un modèle efficient, optimisé en terme de matière et de mise en oeuvre, il semble pertinent de resserrer l'étude d'ingénierie sur un modèle unique, capable de répondre aux différents enjeux et besoins identifiés. Pousser la recherche vers un système constructif exclusif est une solution pour simplifier le processus de construction, optimiser la mise en oeuvre sur chantier, envisager la préfabrication de ces structures et finalement être compétitif face aux autres offres du marché.

Potentiels du modèle choisi pour la poursuite de l'étude :

- Le dessin de la **trame structurelle** génère :
 - un plan libre permettant une multitude d'usages et d'aménagements, suivant l'évolution des besoins en infrastructure
 - une traverse horizontale permettant de fixer des cloisonnements ou de suspendre des dispositifs techniques
 - des entrées / sorties d'air en sous toiture pour ventiler efficacement les serres, contrôler la température et l'hygrométrie
- La géométrie de la **toiture** permet :
 - l'accueil de tous types de couverture, permettant l'évolution de l'ouvrage et sa reconversibilité
 - une meilleure gestion des eaux pluviales (récupération, stockage, distribution)
 - une ventilation naturelle efficace en favorisant les mouvements convectifs
- Le système de descente de charge en **tripodes/quadripodes** :
 - réduit le nombre de plots de fondations, préservant le sol et limitant l'usage du béton
 - réparti la descente des charges, faisant travailler plus également les différents éléments de la structure
 - intègre le dispositif de contreventement de manière efficace dans son dessin

Les caractéristiques de ce modèle permettent d'esquisser plusieurs scénarios pour s'adapter à deux facteurs changeants, prouvant la résilience du modèle proposé :

- il saura s'adapter dans le temps à **l'évolution des pratiques agricoles** sur une même exploitation
- il saura s'adapter dans l'espace à **la diversité des terrains agricoles du territoire**, qui sont à la fois la richesse et complexité de l'île

2.3. Scénarios envisagés

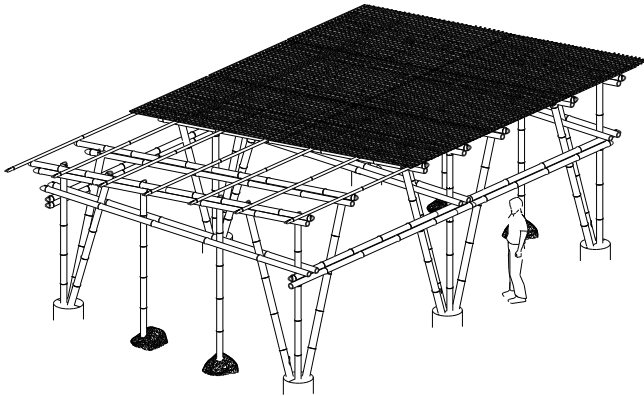
Adaptabilité dans le temps et sur le territoire

1. Structure légère

/ pépinière
/ culture en pleine terre ombragée

type de couverture : ombrière légère
--> bambou tressé (panneaux ou lattes)

façades ouvertes :
--> panneaux ombrières amovibles

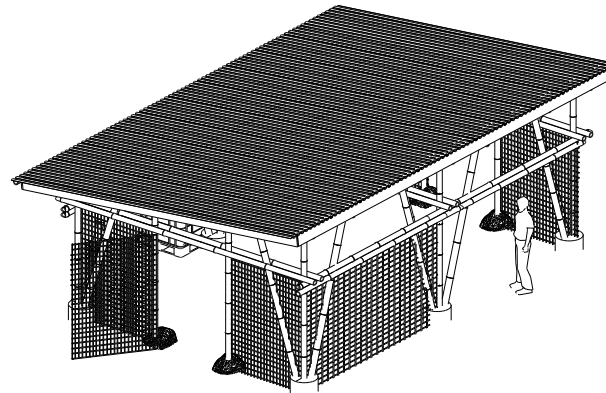


2. Structure intermédiaire

/ serre
/ nurserie

type de couverture : couverture translucide -->
polycarbonate / toile / filet insecte proof

façades légères :
--> panneaux d'ombrière / toile / filet insecte
proof / bardage bambou

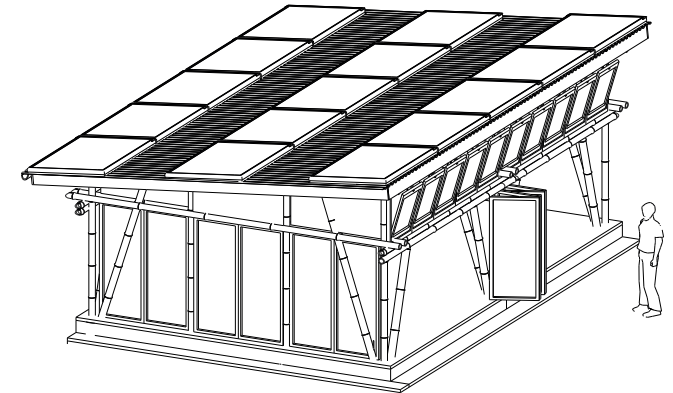


3. Structure complète

/ culture hors sol en milieu fermé
/ hangar élevage
/ infrastructure de transformation
+ production d'énergie

type de couverture : toiture pleine
--> tôle / tuile de bambou / bardeaux de bois
+ panneaux photovoltaïques

façades étanches :
--> menuiseries vitrées / bardage bambou



Adapter la portée

/ serre à deux pans



Adapter la hauteur

/ serre à deux pans inversés



S'adapter à l'orientation

/ serres en shed



S'adapter à la pente

/ serres en terrasses



A close-up photograph of a traditional thatched roof made of bamboo poles. The roof is constructed from numerous horizontal bamboo poles, with two larger diagonal poles forming a triangular frame. The bamboo has a natural, light brown color and shows signs of weathering. The text ". Annexes ." is centered in the middle of the image in a white, sans-serif font.

. Annexes .

BAMBOONEEM.RE

Une équipe engagée pour le développement de la filière bambou

Bureau d'étude d'aménagement urbain et rural Artisanat de design et réalisation Bambou

<http://bambooneem.re>

Siège social et atelier
49 chemin Gruchet, 97 424 Piton Saint-Leu, Ile de La Réunion
SIRET n° 528 684 111 00016
Tél : +(262)262340835
Mèl : contact@bambooneem.re

Notre bureau d'étude de design urbain et entreprise artisanale de bambou, lancé en 2016, propose à ses clients une ingénierie pragmatique, fiable et innovante. Nos champs de travail sont l'urbanisme, l'aménagement, la construction, en programmation et en design urbain et ruraux. La filière bambou est au cœur de notre action, tant dans le **développement de filière** que dans la **pratique artisanale du bambou**.

Nous recherchons des réponses concertées avec les maîtres d'ouvrages, les exploitants, les usagers, pour des **cadres de vie plus résilients**, moins polluants, avec des retombées économiques, environnementales et sociales positives. Nous portons aussi dans les études d'urbanisme et de programmation de filière un regard attentif aux questions d'exploitation. Nous donnons du temps et de l'attention concentrée et bienveillante à nos clients, soutenu par des processus de **co-construction de projet**.

Nous nous appuyons sur des **technologies propres** et les **filières biosourcées de matériaux locaux**, leur mode de mise en œuvre et d'exploitation, notamment en matière d'énergie, d'eau, de déchets et de matériaux, en filière technologique comme en filière biologique, inspirés par la permaculture humaine et urbaine, l'agriculture biologique et l'économie circulaire.



<https://www.facebook.com/bamboodeckpergolas>



<https://www.instagram.com/bamboodeckpergolas/>



<https://www.linkedin.com/company/bambooneem-re/>

Le projet présenté à travers ce document s'inscrit dans le prolongement du travail que nous menons à plusieurs échelles pour développer la filière bambou à la Réunion.

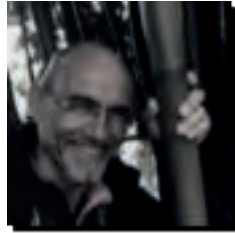
Un état des lieux de la situation actuelle de la filière ainsi qu'une prospective à long terme ont été synthétisés par nos soins dans le **Plan de filière Bambou Ile de La Réunion 2020-2030** disponible et téléchargeable :

<https://bambooneem.re/fr/plan-de-filiere-bambou-2020-2030-ile-de-la-reunion/>



Christophe RAT

Ingénieur INSA Lyon, Génie Civil et
Urbanisme, Bambooman



Thibaut FUNG KWOK CHINE

Architecte diplômé d'état,
Bambooman



Adèle GUERRI-GRAMMONT

Etudiante ingénieure architecte, stagiaire
Bamboowoman



Au travers de ses différentes expériences professionnelles, Christophe, ingénieur INSA Lyon Génie Civil et Urbanisme 1986, a toujours été intéressé par l'aménagement du territoire, l'aménagement urbain, la construction écologique, l'ingénierie urbaine, rurale et maritime. A travers les temps et pour l'avenir, faire que les gens et Mère Nature se sentent bien ensemble.

Sa recherche permanente est de créer une dynamique humaine opérationnelle, écologique et économique pour soutenir des écosystèmes viables et depuis de nombreuses années d'organiser des réponses efficaces face au changement climatique, rendre plus résilient, ou restaurer et maintenir des écosystèmes, des quartiers marins, côtiers, urbains ou ruraux viables. Praticien artisan du bambou, il travaille de façon active au développement de la ressource Bambou et de son savoir-faire de conception, mise en œuvre et maintenance.

Thibaut FUNG est Architecte diplômé d'état, école nationale supérieure d'architecture de Montpellier et passionné par la matière bambou. Combinant étude et pratique du bambou, il travaille aussi en cartographie informatique, infographie, design conception et réalisation de structures en bambou, développement de filière matériaux bio sourcés, bois et bambou, maquettes physiques et maquettes 3d.

Il est formateur Bois et Bambou. Auteur d'une étude structurante " L'herbe, l'homme et l'architecture. Bambou Moka, un projet pilote pour une transition agricole, architecturale et sociétale" de l'île de La Réunion. Il a été aussi moniteur à l'atelier maquette de l'ENSAM.

Etudiante en cinquième année à l'INSA de Strasbourg, en vue d'obtenir un double diplôme architecte-ingénieure génie civil. Dans le cadre de son diplôme d'ingénieure, Adèle effectue un Projet de Fin d'Etude qui prend la forme d'un stage de quatre mois en entreprise (du 14 novembre 2021 au 4 mars 2022) à BAMBOONEEM.RE. Ce stage est l'occasion de traiter un sujet particulier s'intégrant aux problématiques rencontrées par l'entreprise tout en prenant part à ses activités.

Ce qui l'intéresse particulièrement dans notre activité est la pratique quotidienne du terrain mais aussi le croisement des échelles dans notre travail, qui s'intéresse au développement de la filière à l'échelle du territoire de l'île, comme au détail constructif lié à la mise en œuvre de ce matériau vivant. Cette pluridisciplinarité de concepteurs constructeurs fait résonner sa double formation d'ingénieure architecte.

BAMBOONEEM.RE