

## **PROJET DIMSUR/DIPECHO 2**

RENFORCEMENT DES CAPACITÉS LOCALES ET APPUI TECHNIQUE  
POUR LA RECONSTRUCTION DURABLE DANS LES ZONES RÉCEMMENT  
ET OU FRÉQUEMMENT AFFECTÉES PAR LES INONDATIONS ET  
CYCLONES À MADAGASCAR (Novembre 2011)

### **ITINERAIRE TECHNIQUE ÉLABORÉ À PARTIR DES:**

- EXPÉRIENCES DES COMMUNAUTÉS LOCALES ,
- ECHANGES AVEC LES ONG PARTENAIRES DIPECHO II (CARE, MDM, MEDAIR , ICCO SAF FJKM),
- NORMES ANTICYCLONIQUES NATIONALES (CPGU) et
- PRESCRIPTIONS du MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS,
- ACQUIS DE UN-HABITAT (MOZAMBIQUE & MADAGASCAR)

# **OBJECTIFS: Bases communes de connaissances pour: AMELIORER LA RESILIENCE DES CONSTRUCTIONS ARCHITECTURE ADAPTEE**



Maison Refuge de MEDAIR -Maroantsetra

Abri de CARE-Antalaha



1. Case en végétal
2. Maison Refuge type MEDAIR modifié
3. Centre de Refuge



# NORMES NATIONALES: CLASSIFICATION EN 4 ZONES

## Selon la vitesse des Vents :

- **ZONE 1** : Diana, Sava, Analanjirofo, Antsinanana, Alaotra Mangoro, Sofia, Boeny.

Valeurs normales	Valeurs extrêmes
74m/s ou 266km/h	97m/s ou 350km/h

- **Zone 2**: Melaky, **Menabe**, Anosy, Atsimo atsinanana, Atsimo andrefana, Vatovavy fitovinany.

Valeurs normales	Valeurs extrêmes
<b>60 m/s ou 216 km/h</b>	<b>79 m/s ou 284 km/h</b>

- **ZONE 3** : Analamanga, Bongolava, Itasy, Vakinankaratra, Amoron'i Mania, Matsiatra Ambony, Betsiboka.

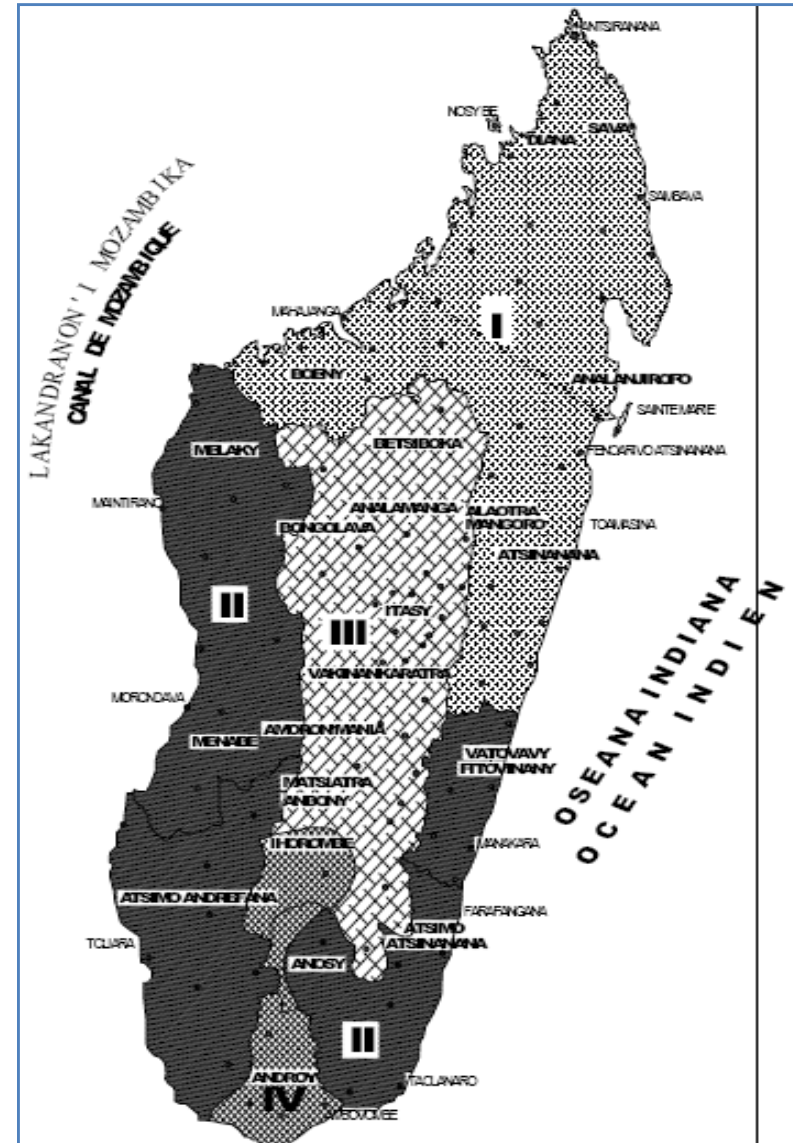
Valeurs normales	Valeurs extrêmes
<b>45 m/s ou 162 km/h</b>	<b>59 m/s ou 212 km/h</b>

- **ZONE 4** : Androy, Ihorombe.

Valeurs normales	Valeurs extrêmes
<b>35 m/s ou 126 km/h</b>	<b>46 m/s ou 165 km/h</b>

**Des constructions anticycloniques résistant aux vents ci-dessus ne peuvent être que des constructions en dur respectant les normes nationales (Décret N° 2010-243 du 21 Avril 2010)**

**Les recommandations améliorent les techniques courantes !!!**



# **NECESSITE D'ENQUETES PREALABLES**

- **Us et coutumes pour les modes de construction**
- **Reconnaissance de la qualité et la profondeur du «bon sol» (Etude géotechnique si construction importante)**
- **Type de fondations et le comportement des constructions voisines**
- **Enquête sur le PHE**
- **Direction des vents dominants**
- **Etudier les accès/évacuations en cas de sinistres**

# RECOMMANDATIONS SUR L'IMPLANTATION

## A FAIRE

- Se référer au **Plan d'Urbanisme**
- Choisir un **site abrité** : Fond de cuvette bordé de collines ou un **site normal** (plaine ou plateau de grande étendue avec peu de dénivellations peu importantes <10% .
- Construire à plus de 6km du littoral à l'intérieur des terres

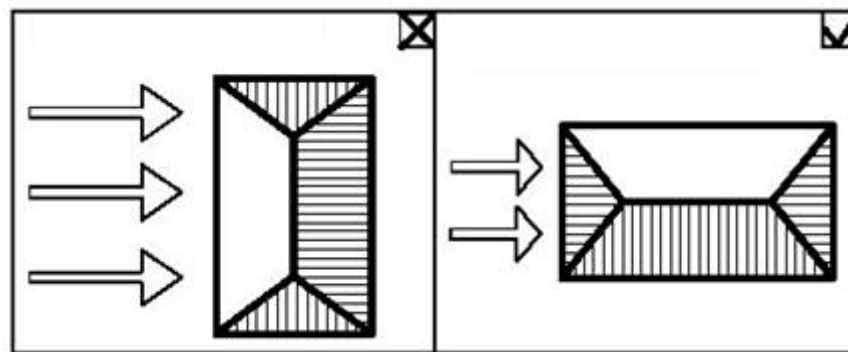


Implantations déconseillées



## NE PAS FAIRE

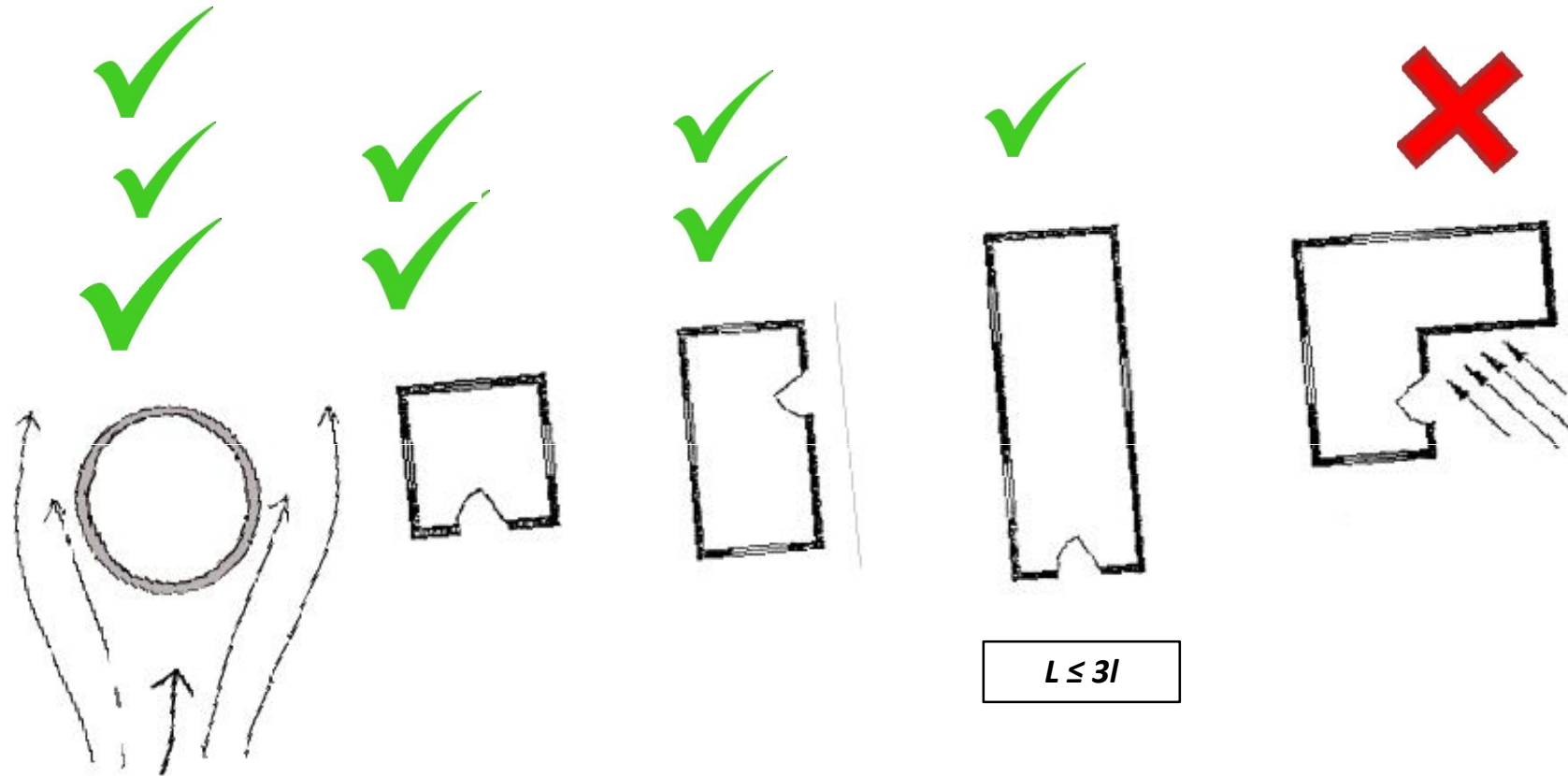
- Implanter dans: les zones inondables, dans le lit majeur d'un cours d'eau, proche voisinage de la mer, sur les îles ou presqu'îles, dans les vallées étroites, au sommet et sur bords (tête ou pied) des falaises, sur les montagnes isolées ou élevées, dans les zones de grands glissements ou de remblai frais, sous une ligne électrique haute tension,
- Forte promiscuité pour éviter les incendies en masse.



**Orientation:** Pignon face au vent

# ARCHITECTURE (1/3)

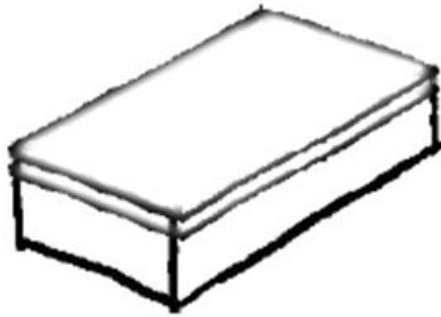
## FORME



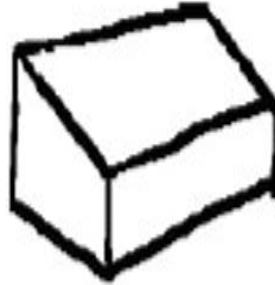
*Un bâtiment ayant une forme compacte et symétrique résiste mieux au vent.*

# ARCHITECTURE (2/3)

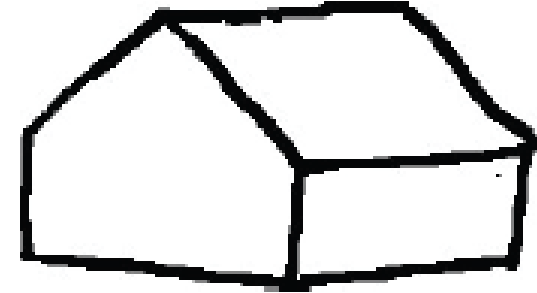
## PENTE DE LA TOITURE



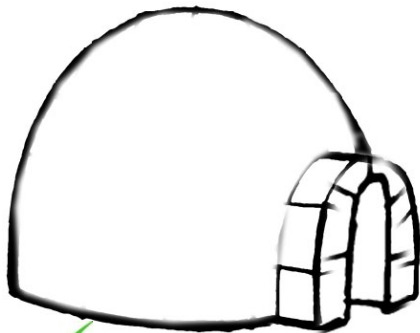
✓ Toiture plate



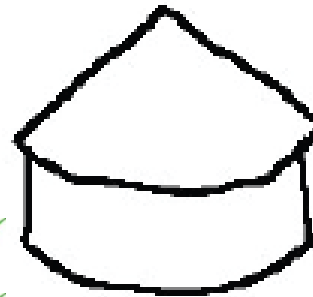
✓ 1 pente



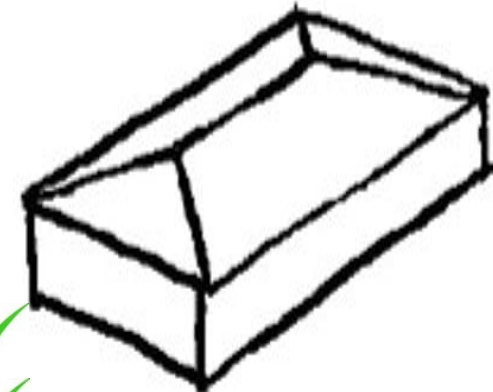
✓  
✓ 2 pentes



✓  
✓ Coupole



✓  
✓  
✓ Conique



✓  
✓  
✓ 4 pentes

# ARCHITECTURE (3/3)

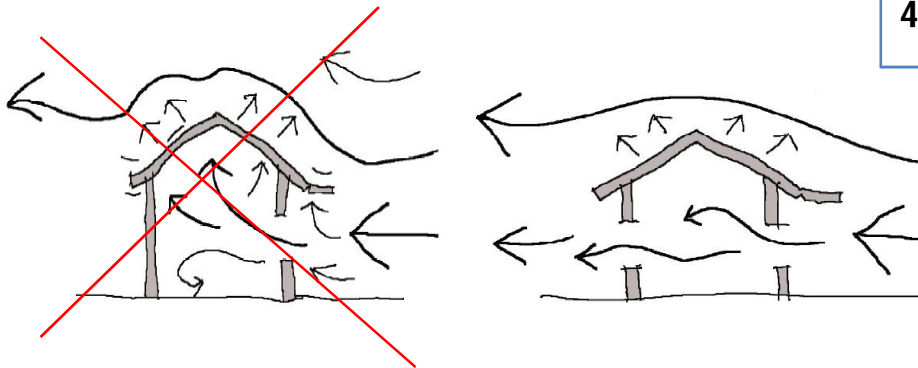
- 1. TERRASSE COUVERTE À L'EXTÉRIEUR:**  
protège les murs, désolidariser la toiture,  
prévoir un faux plafond



- 2. PILOTIS :** crée un vide sanitaire entre le terrain naturel et le plancher du RDC, ventilation du plancher en bois qui nécessite une aération permanente et hygiénique mais hauteur minimum 50cm



- 3. OUVERTURES SYMETRIQUES:** pour permettre au vent de traverser



- 4. LAKABO OU SIKAMBAHATRA :** pour rangements



# CASE EN VEGETAL FONDATIONS (1/4)

## A FAIRE

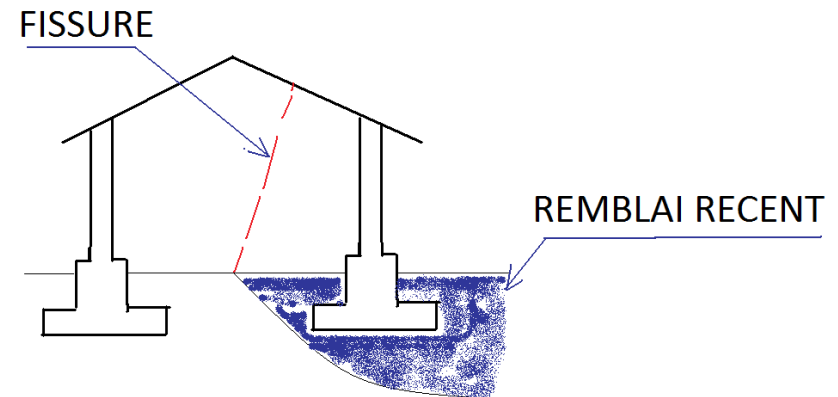
- Ancrage au moins 50 cm au-dessous de la côte d'affouillement pour éviter l'affouillement



Fondations affouillées

## NE PAS FAIRE

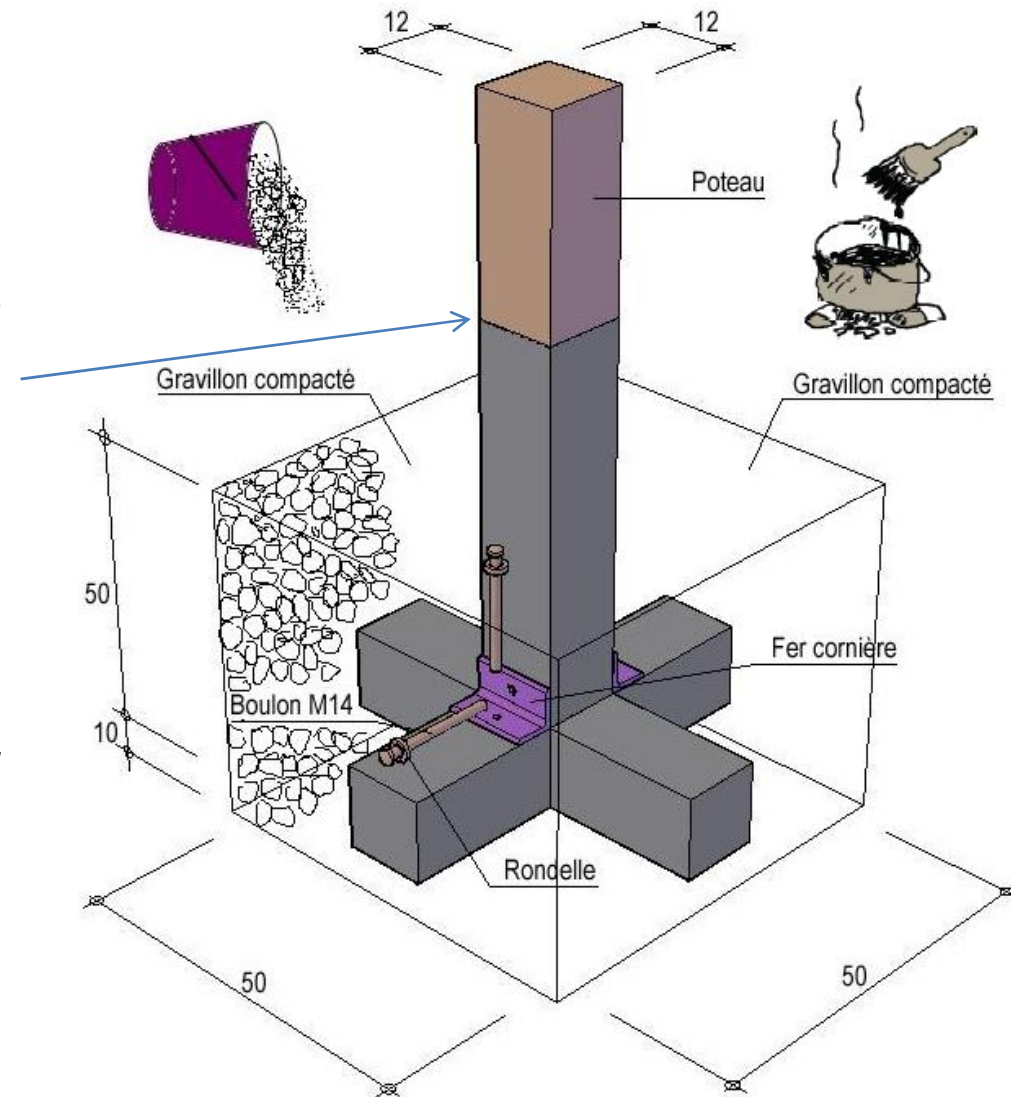
- Asseoir une semelle sur une partie déblais et une autre partie sur remblais récent.
- Construire des fondations pendant la période des pluies



# CASE EN VEGETAL FONDATIONS (2/4)

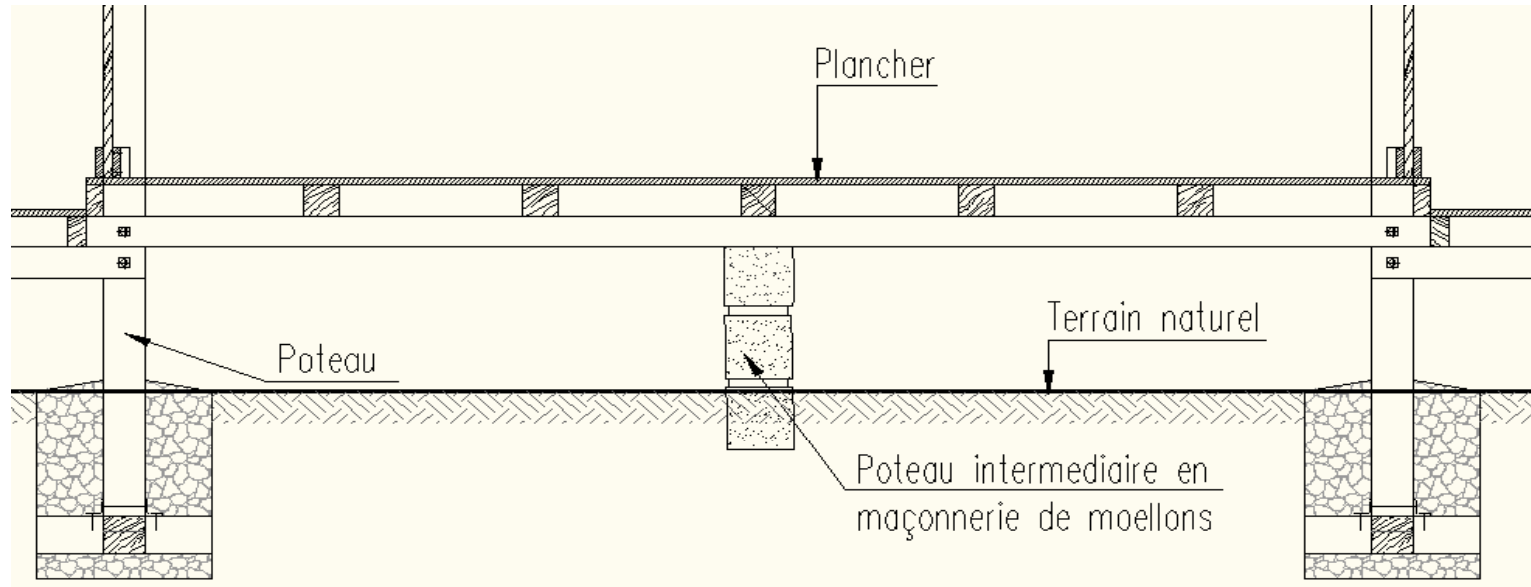
## SEMELLE EN BOIS CROISE

- Traitement des bois en fondation: imprégnation par de l'huile de vidange / enduit par du bitume/ goudron jusqu'au dessous du plancher
- Combler avec du gravillon avec compactage, et donner une forme de pente.
- Assemblage boulonné renforcé par des plaques métalliques et protégés par des peintures antirouilles



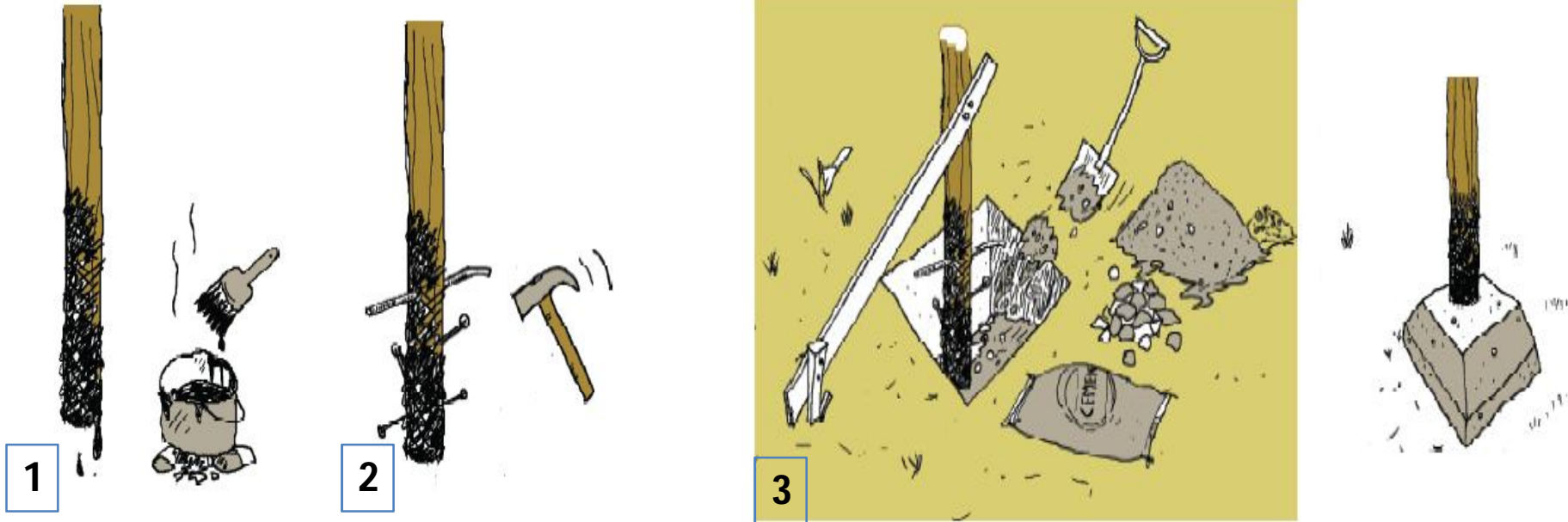
# CASE EN VEGETAL FONDATIONS (3/4)

- SUPPORTS INTERMEDIARES EN MACONNERIE DE MOELLONS DISPOSEES EN QUINCONCE



à remplacer par une  
maçonnerie de moellons

# CASE EN VEGETAL FONDATIONS (4/4)



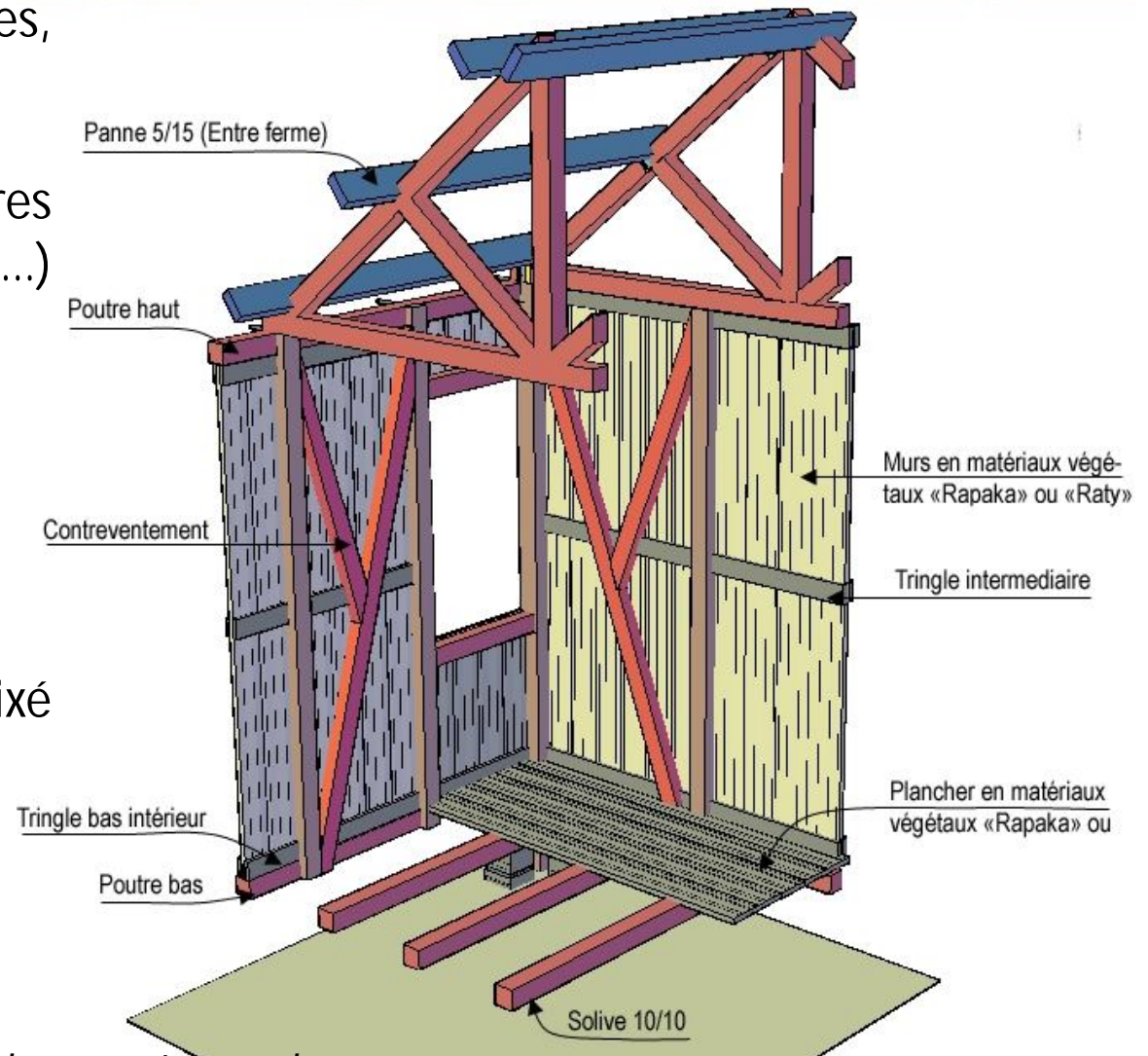
1- Traitement des boiseries: Imprégnation par de l'huile de vidange

2- Ancrer les poteaux en bois dans le béton à l'aide de fers et des clous

3- Trouver un système permettant de tenir les poteaux verticalement pendant le coulage

# CASE EN VEGETAL SUPERSTRUCTURE

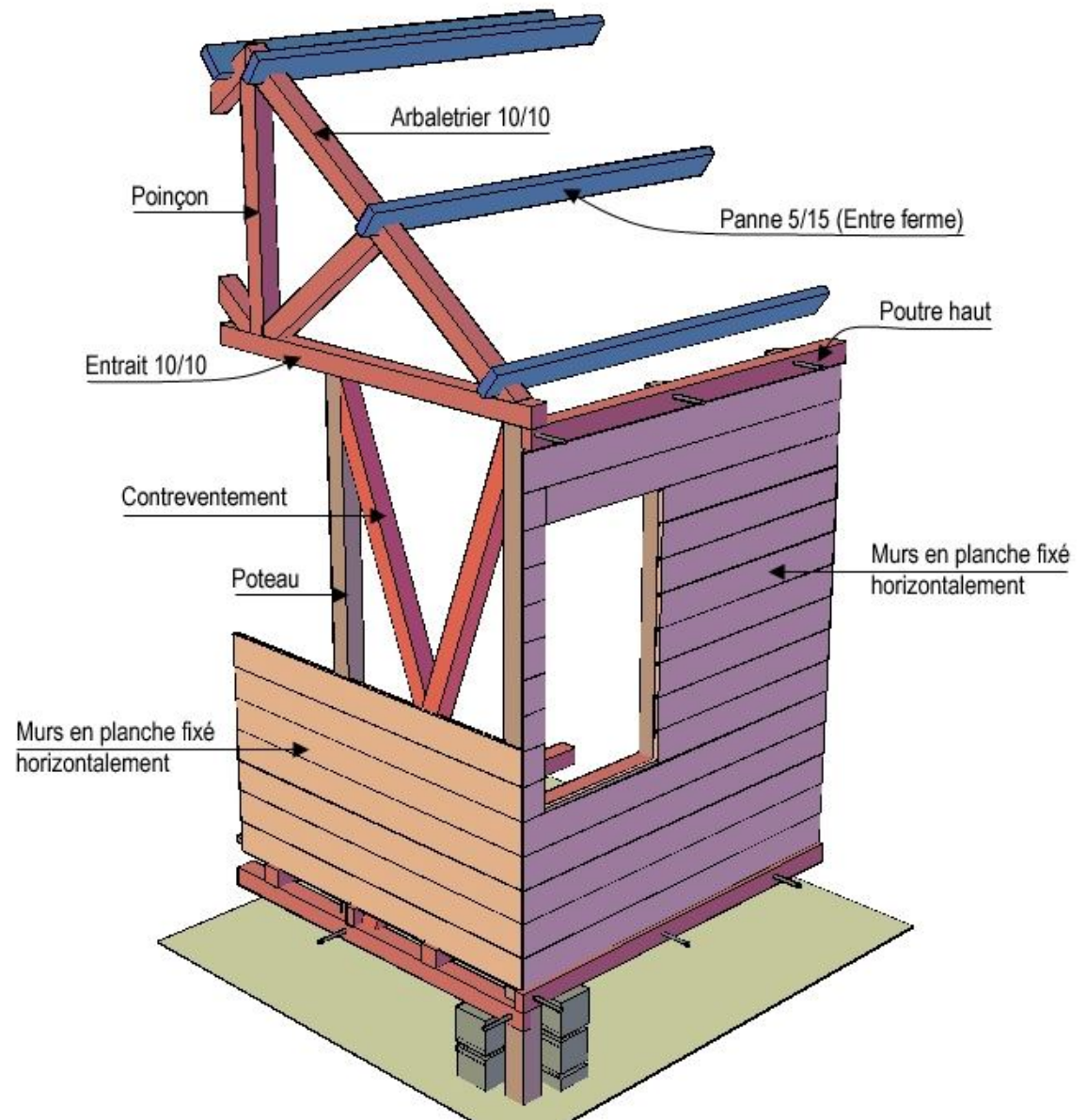
- Prévoir potelets intermédiaires, éventuellement poteau central.
- Ne pas utiliser des bois tendres (pins, bois de couleur blanche...) pour la structure
- Contreventer la structure
- Mur en matériaux végétaux fixé entre les tringles



*Il est déconseillé de faire un plancher en tronc de ravinala dit « Rapaka » sachant qu'il possède une propriété physique qui retient l'humidité !!!*

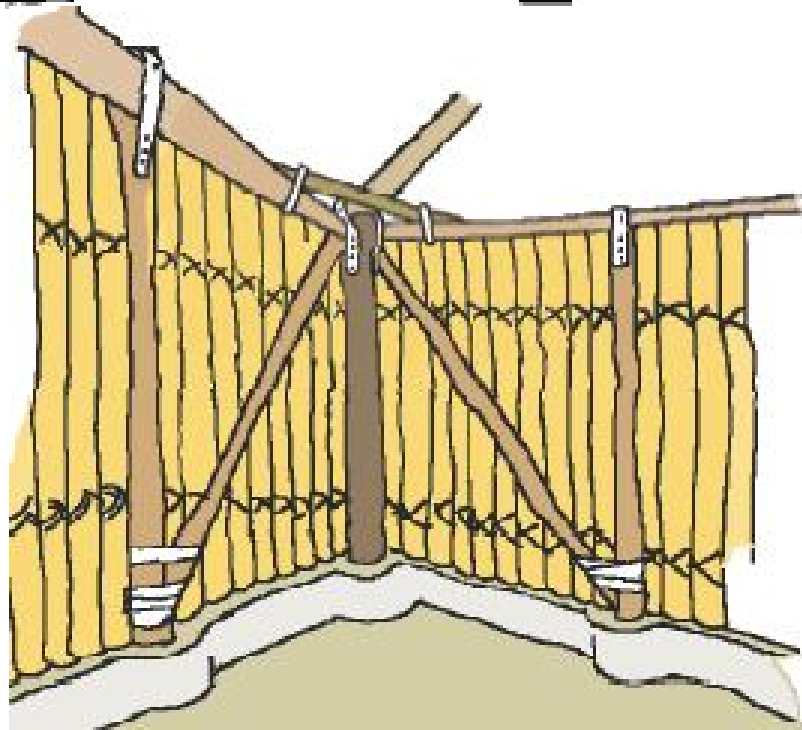
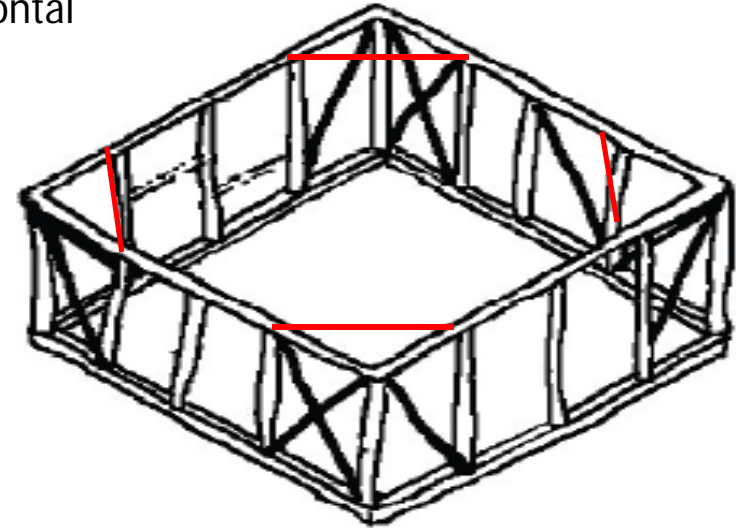
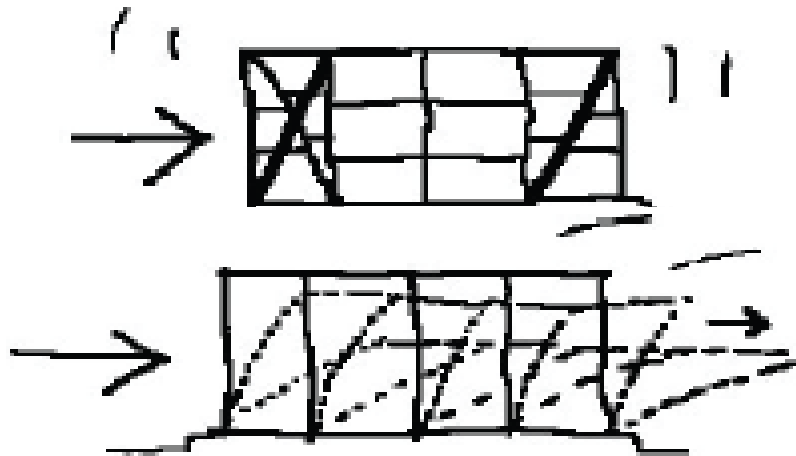
# CASE EN VEGETAL: Murs en bois

- Mur en planches (biseautées) à fixer horizontalement
- Planche à traiter par du produit fongicide-insecticide du type Xylophène
- Traitement par de l'huile de vidange déconseillé à de l'odeur nuisant à la santé



# CASE EN VEGETAL: CONTREVENTEMENTS

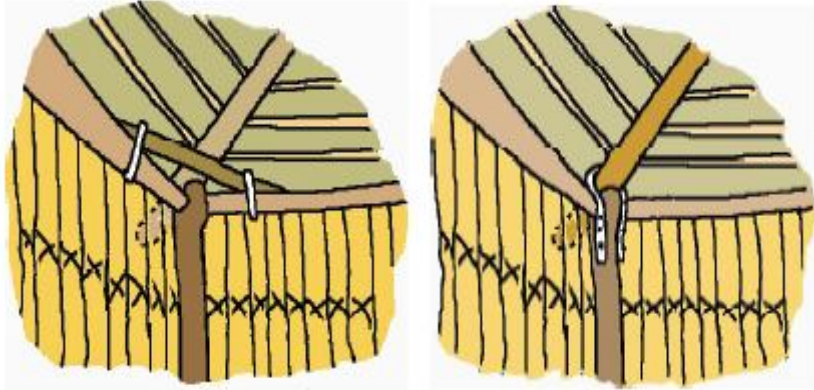
Les murs et la couverture doivent être renforcés avec des contreventements dans le sens longitudinal, transversal et horizontal



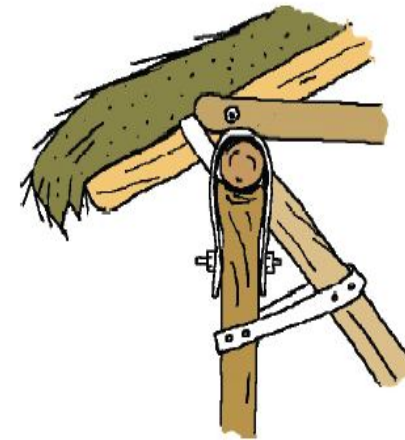
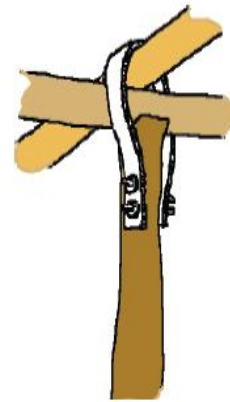
*Contreventement horizontal*

Case individuelle de MEDAIR

# CASE EN VEGETAL Renforcement de la structure

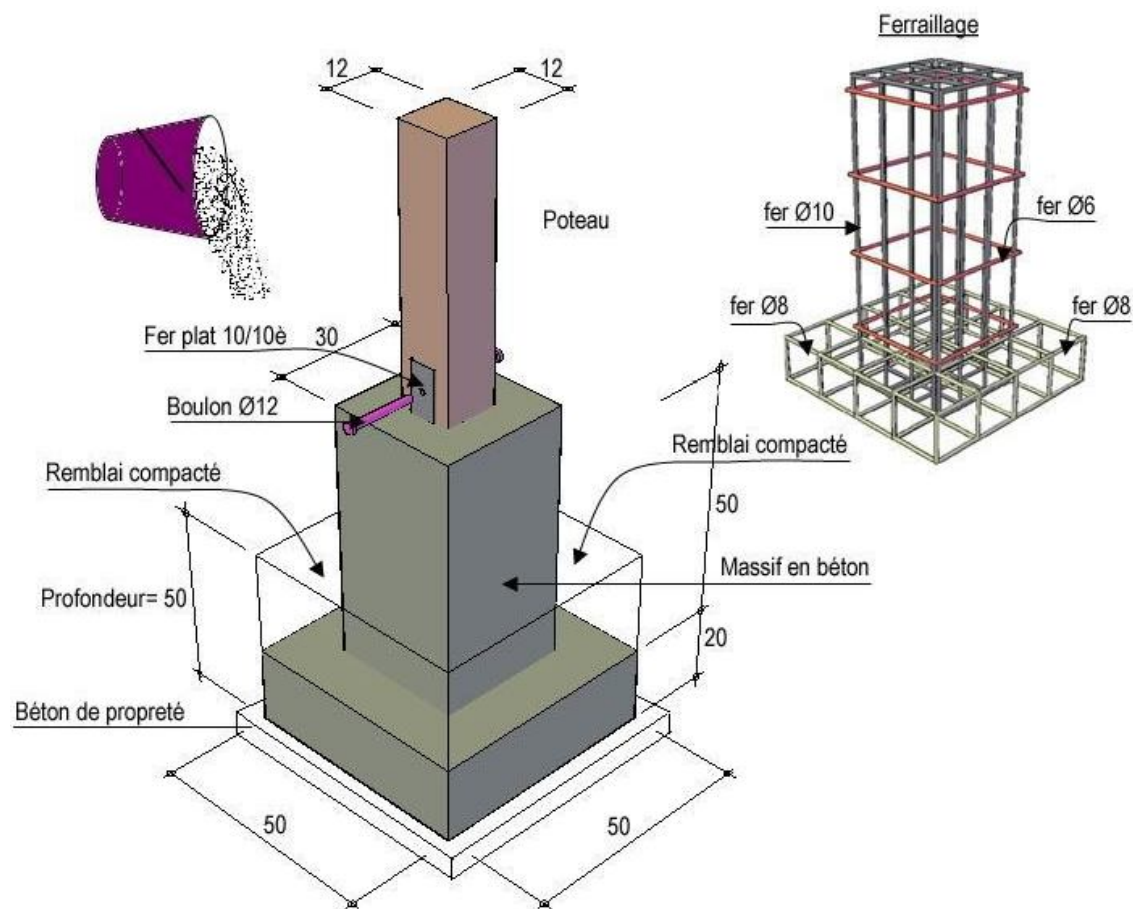


- La structure de garnitures traditionnelles peut être améliorée par l'application de bandes de pièces métalliques ou en bois.
- Dans le cas de la construction légère, l'idée est de stabiliser les structures sans perdre son élasticité.



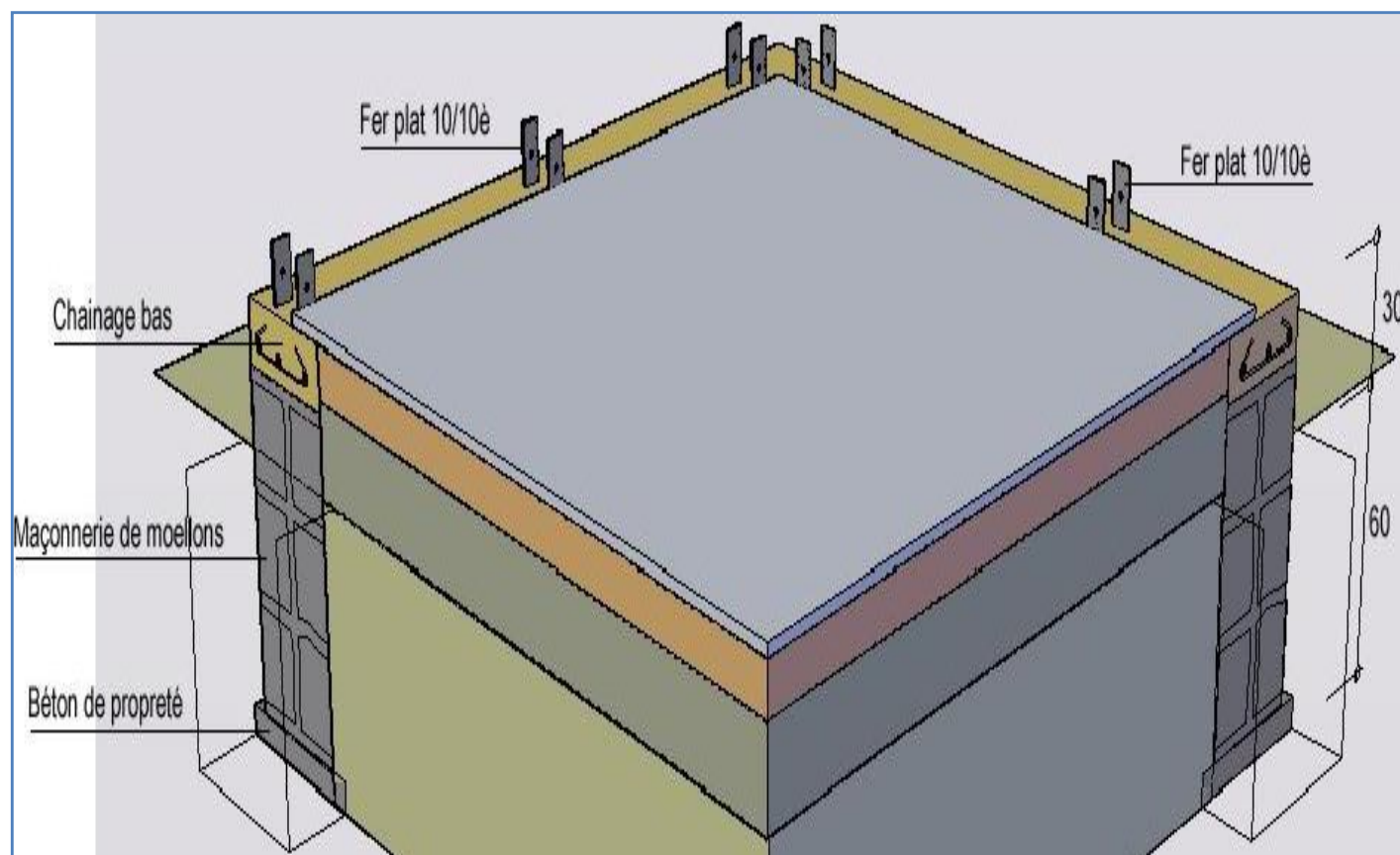
# CONSTRUCTION en SEMI-DUR FONDATIONS (1/2)

- Semelle et poteau en béton armé
- Fer plat ou fer cornière en attente fixer le poteau en bois.
- Assemblage boulonné



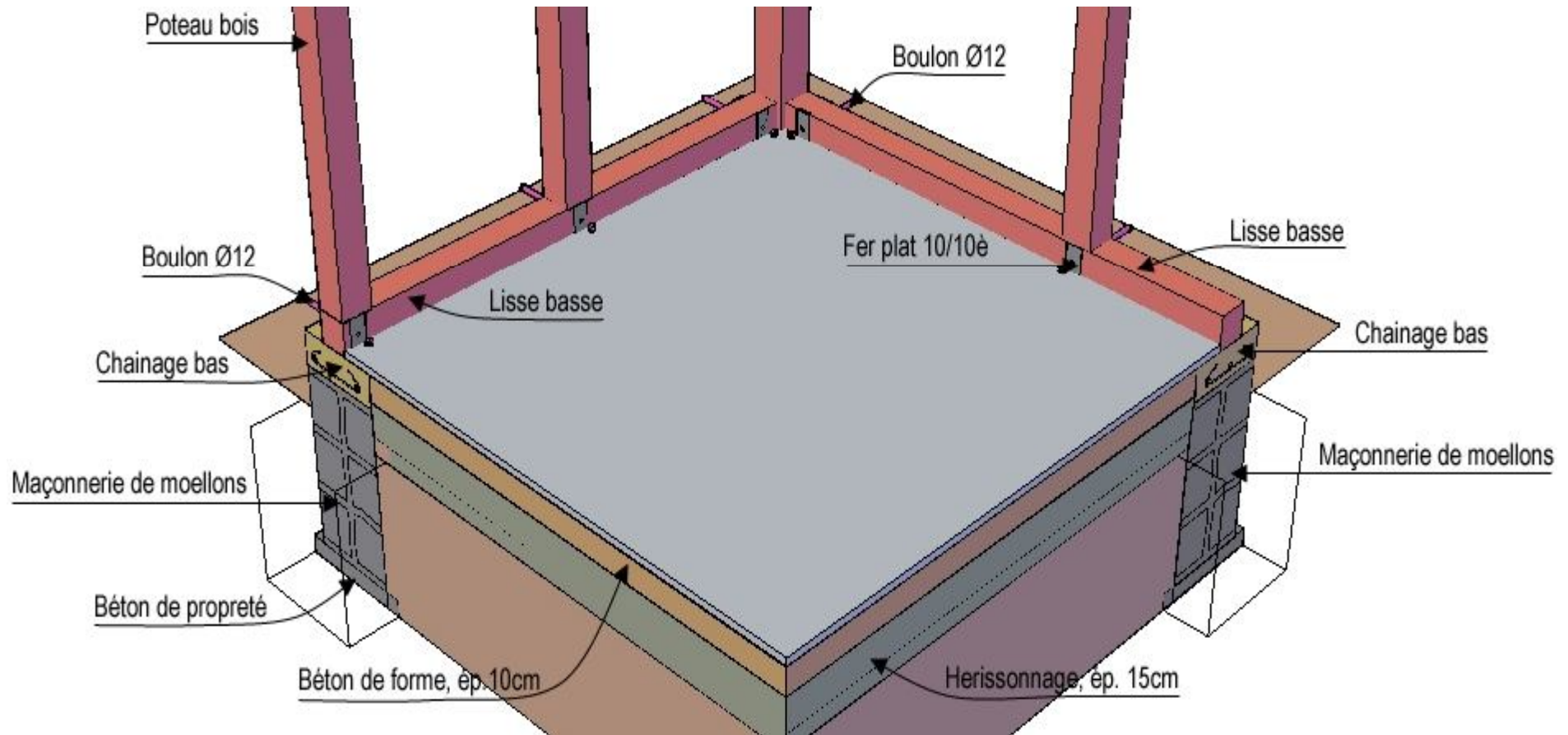
# CONSTRUCTION en SEMI-DUR FONDATIONS (2/2)

- Soubassement en maçonnerie de moellons
- Chaînage bas
- Fer plat ou fer cornière en attente pour fixer les structures en bois (s'il n'y a pas de mur en maçonnerie jusqu'au niveau allège)



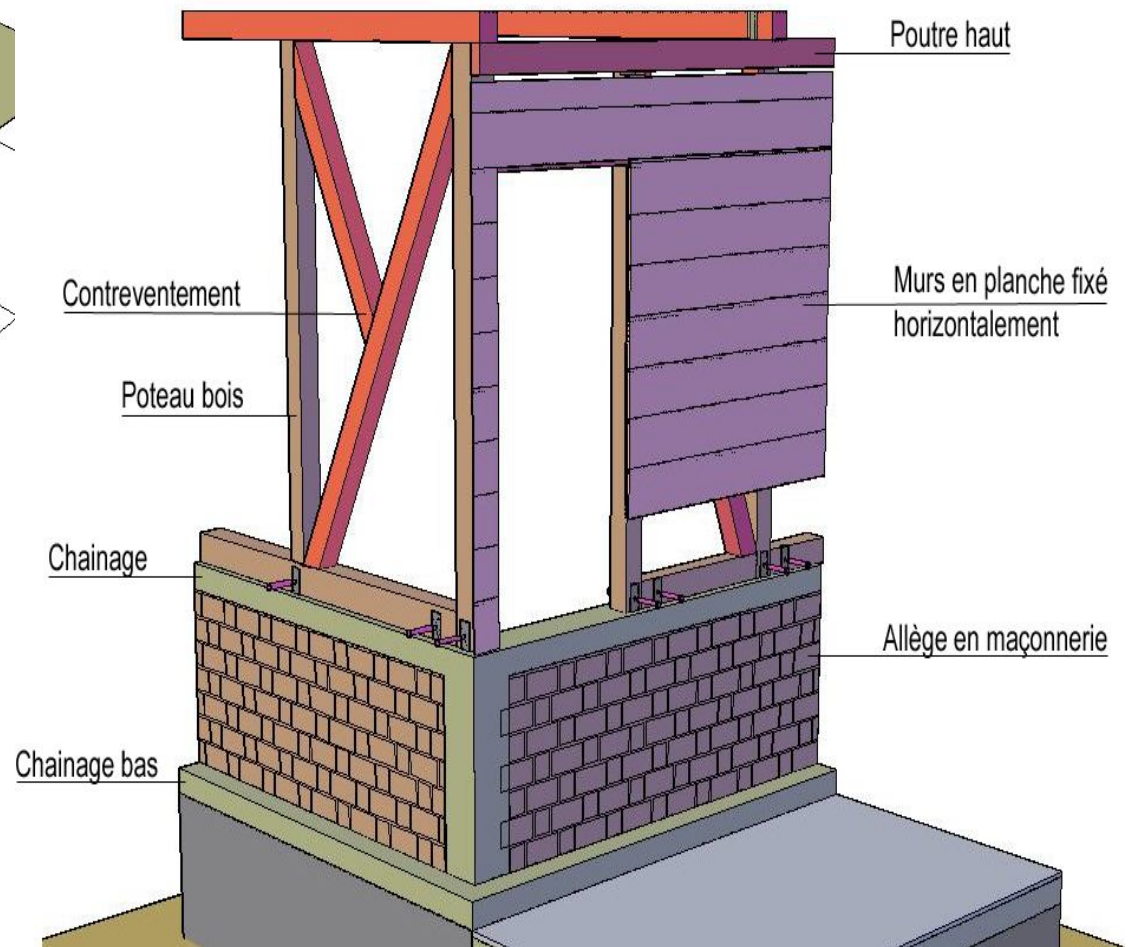
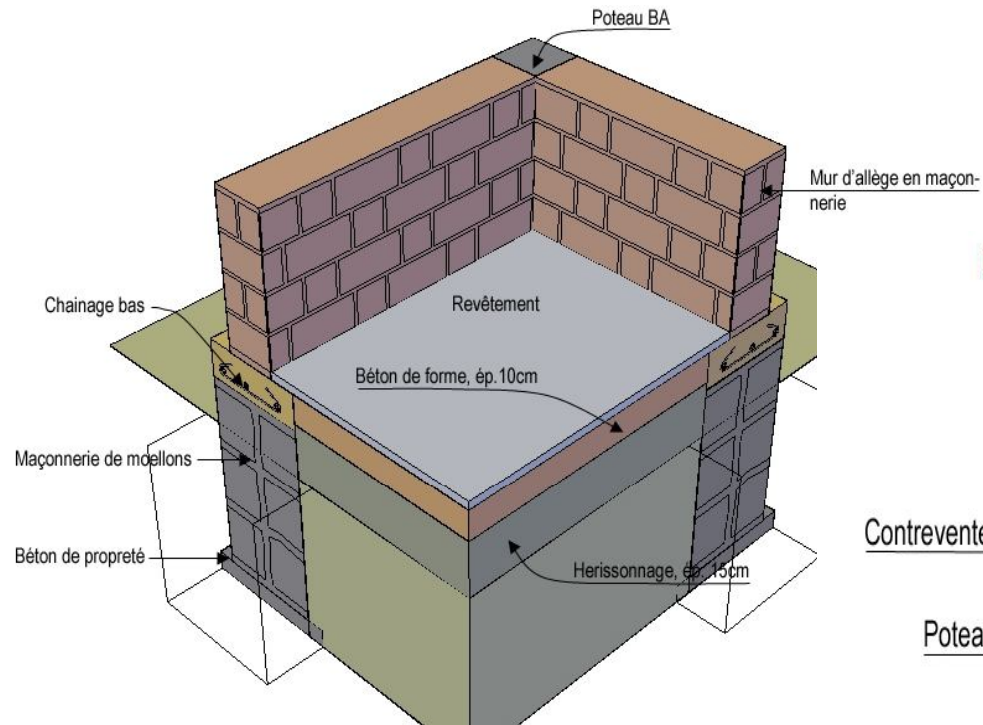
# CONSTRUCTION en SEMI-DUR SUPERSTRUCTURE (2/2)

## Assemblage boulonné



# CONSTRUCTION en SEMI-DUR SUPERSTRUCTURE (1/2)

*Les murs en terre armés de bambou sont déconseillés dans une zone où il y ait un risque d'inondation*

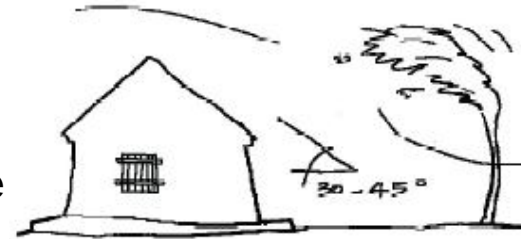


*Mur en maçonnerie à ceinturer par des chaînages en béton armé*

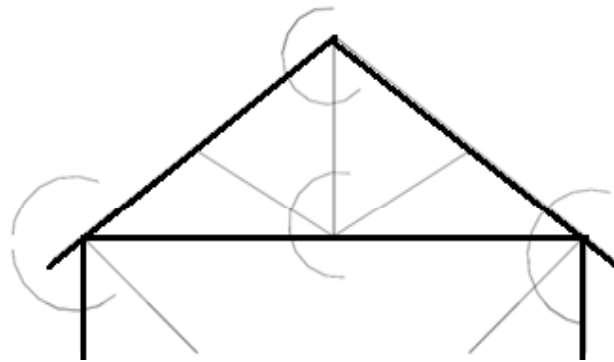
# CHARPENTE COUVERTURE (1/6)

## PENTE

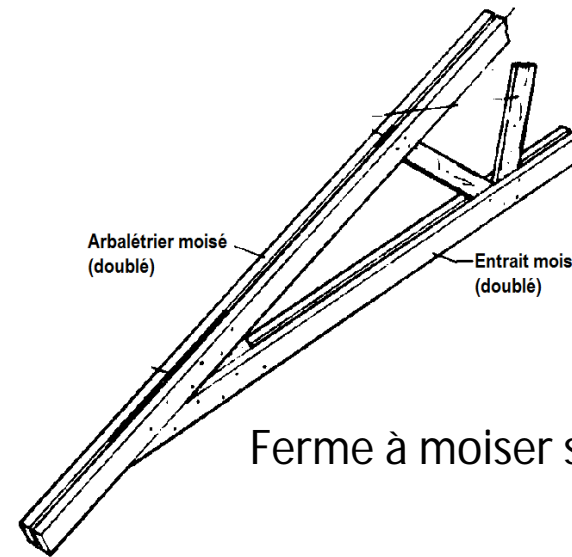
- Recommandée 30° à 45°
- Eviter pente inférieure à 10%
- Entre 10° et 15° adopter 1 seule longueur de tôle et 1 seule pente pour éviter les recouvrements.



*Pente de la toiture*



*Ferme à trianguler*



Ferme à moiser si portée importante



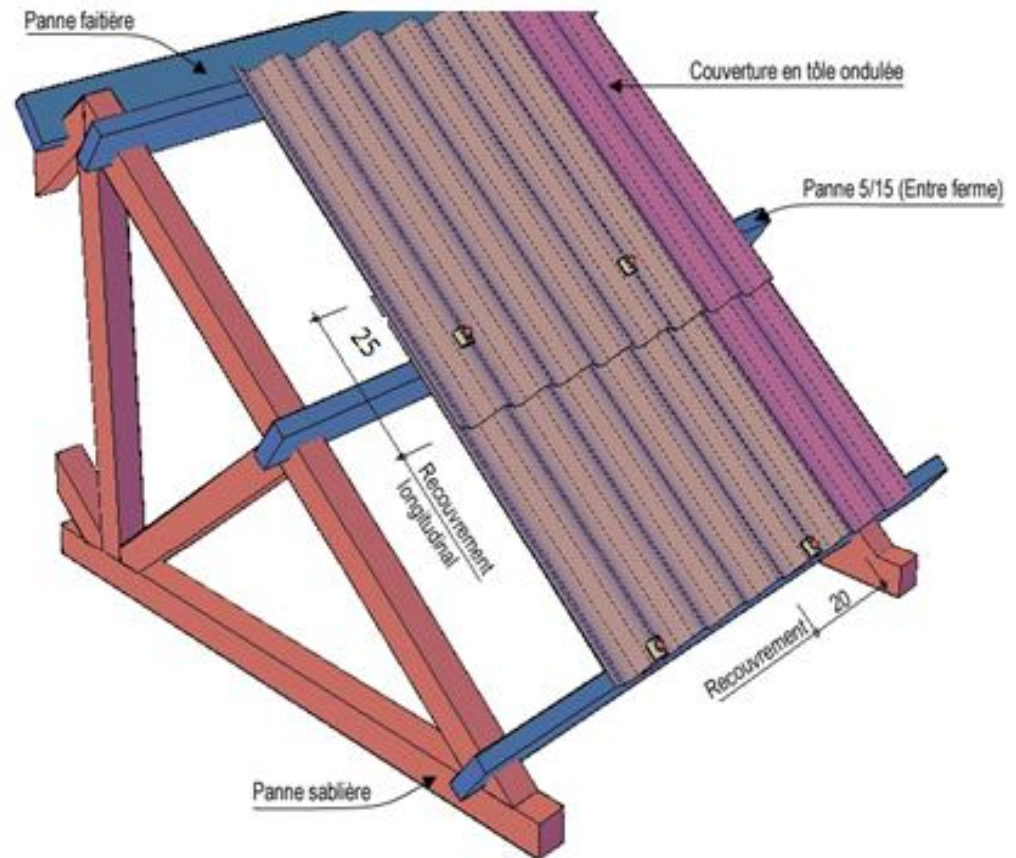
Poser les tôles dans le sens **contraire des vents dominants**

# CHARPENTE COUVERTURE (2/6)

## COUVERTURE EN TÔLE ONDULÉE

### GALVANISÉE

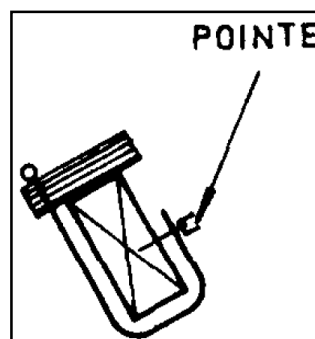
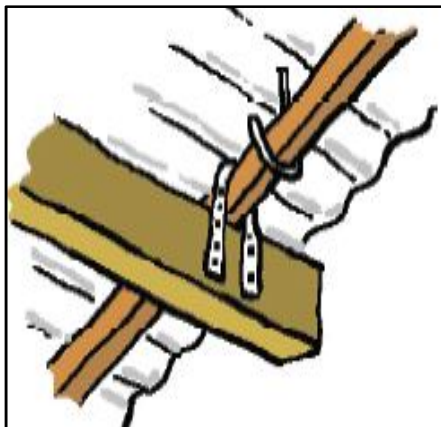
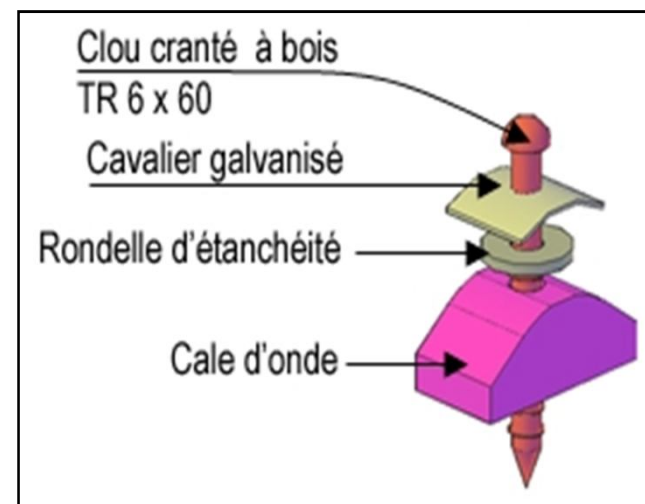
- **Épaisseur recommandée:** 63/100<sup>ème</sup>.
- **Épaisseur minimale requise:** 50/100<sup>ème</sup>  
(Augmenter le nombre de fixations: au moins 8 fixations / m<sup>2</sup>)
- **Recouvrement des tôles** selon les pentes (minimum 25 cm entre 25 et 30°).
- **Épaisseur minimale (Faîtières, noues, arêtières et solins):** 50/100<sup>ème</sup> et d'un développement de 60 cm au moins.
- Pour améliorer le **confort acoustique et thermique** utiliser un faux plafond en végétal ou en bois



Ne pas dépasser 20 cm de **débord de toiture** sinon prévoir des supports en console.

## CHARPENTE COUVERTURE (3/6)

- Fixer les tôles par **vis à bois** / **vis à tôles** / crochets filetés)
- Pénétration minimale de 4 cm dans les pannes en bois,
- 5 fixations au mètre carré
- Pointes ou clous proscrits,
- **Rondelles d'étanchéité** / **cavaliers** / **Cale d'onde** (à disposer entre les pannes et la tôle, d'une hauteur largement supérieure aux ondes des tôles)
- Prévoir des compléments d'étanchéité type «**compriband**» aux joints et aux faîtages.
- Prévoir des « **avant trou** » percés du bas vers le haut pour la mise en place des vis ou des tirefonds de fixation.
- Fixer les **barres anticycloniques** aux gros œuvres (Acrotère, chaînage, ferme)

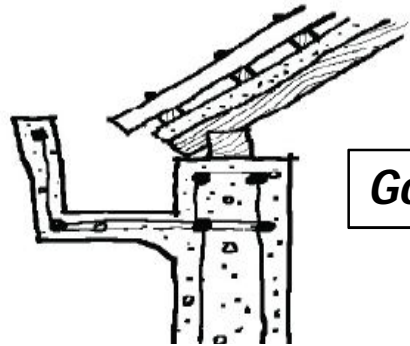


Retour du crochet à pointer  
(sur les trois faces de préférence)

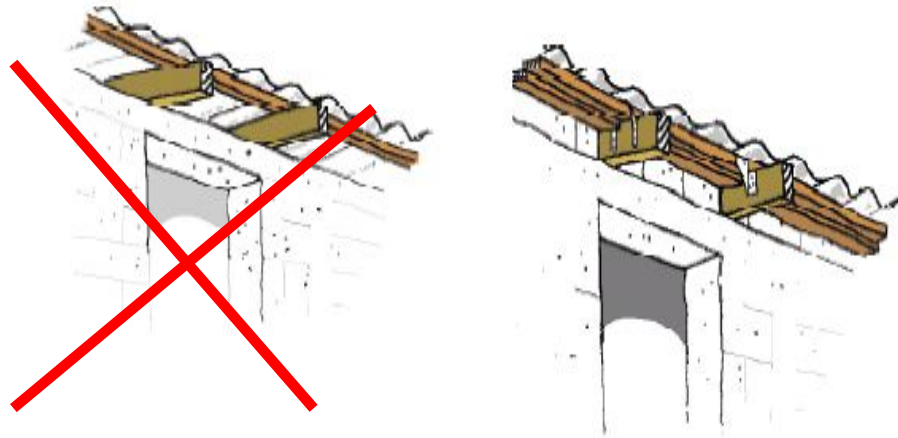
**Renforcer les fixations en rive** des toitures et le long des sablières.

# CHARPENTE COUVERTURE (4/6)

En plus de recueillir l'eau pluviale, les **gouttières protègent** efficacement les extrémités du plafond de l'action vent.



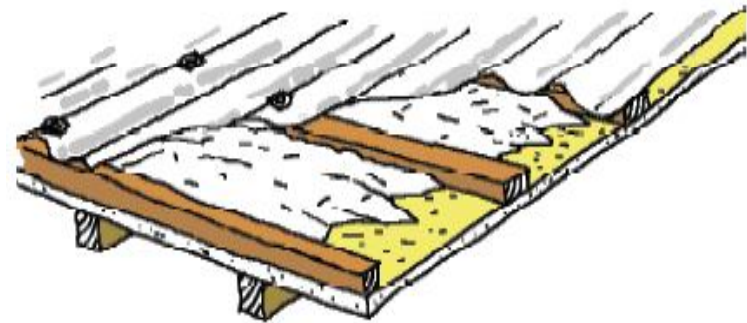
*Gouttière en béton*



Ajouter du poids à la couverture peut renforcer le toit :

Exemple:

- Sac de sable (à enlever hors saison)
- En mettant un mélange de terre et de matière imputrescible entre le plafond et la tôle.



Il ne faut pas que les **avant-toits en tôle** au-dessus des parois soient exposés à l'air. remplir l'espace entre la structure du toit en utilisant des éléments métalliques, et fermer l'espace entre le mur et le plafond avec des briques et des morceaux de bois.

# CHARPENTE COUVERTURE (5/6)

## POUR LA TOITURE EN VÉGÉTAL

- Humidifier les feuilles avant la pose
- A poser **le plus tôt possible**
- Assembler de façon **la plus serrée possible** (2 doigts) mais pas trop serrée pour éviter le manque d'aération
- Toiture en bicouche** dit « Tafo Tonta »:  
(Fixation à l'aide de la ligature en fibre végétal: « Hafotra », « Varo », « Arofy »)



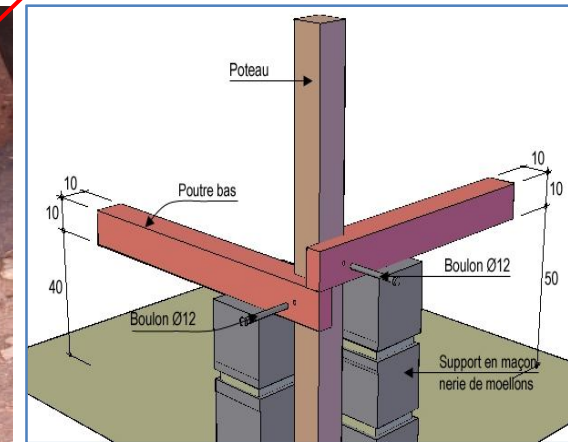
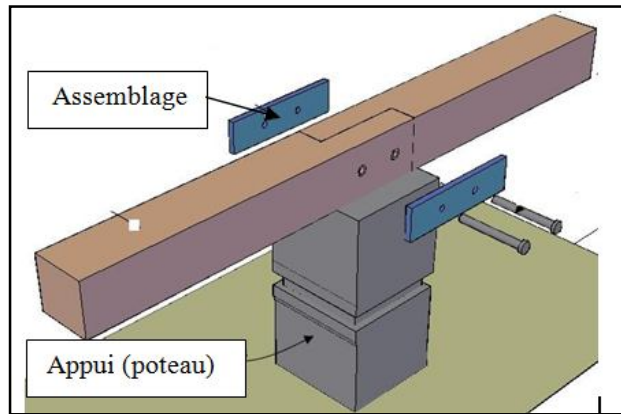
# CHARPENTE COUVERTURE (6/6)



## *Utilisation du ferro-ciment*

Le ferro-ciment est un matériau de construction utilisé pour fabriquer des éléments de couverture, **réservoirs** d'eau. Le ferro ciment a l'avantage de ne pas introduire des gravillons et **d'économiser l'utilisation de ciment**. Nécessite seulement : trois barres d'aciers, un grillage de poulailler, du ciment et du sable.

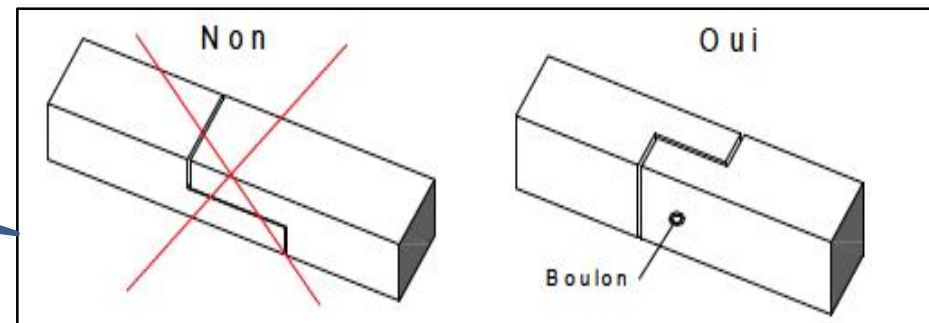
# ASSEMBLAGES (1/2)



- Adopter des assemblages boulonnés
- Renforcer par des plaques métalliques
- Faire les assemblages au niveau des appuis

**Autant que possible:  
EVITER D'ENTAILER LES POTEAUX**

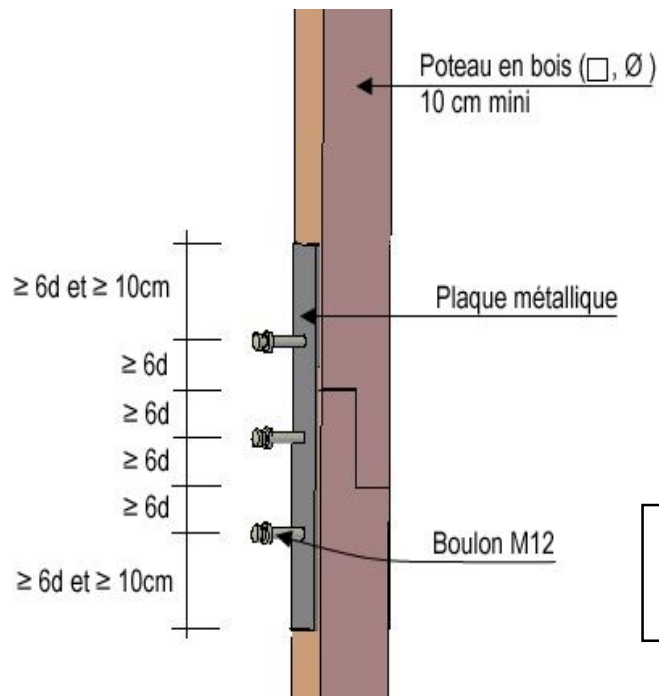
*Assemblage à mi-bois:  
sur chant et non dans  
la partie horizontale.*



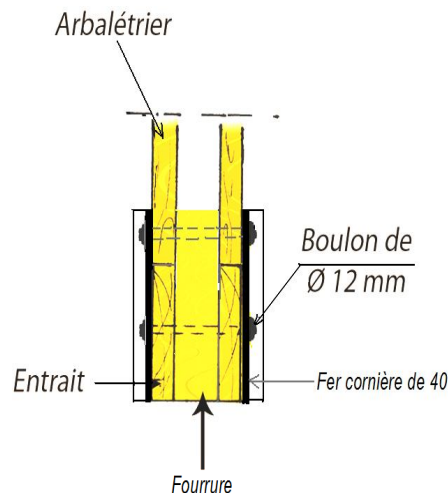
- *Il est conseillé de faire un assemblage poteau-poteau à l'intersection du poteau avec un contreventement ou une poutre*
- *Eviter assemblage par tenon et mortaise*

# ASSEMBLAGES (2/2)

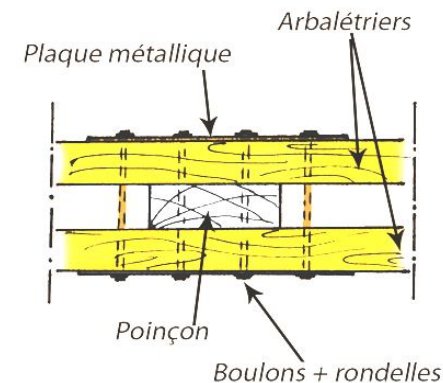
**RESPECTER LES DISTANCES D'ASSEMBLAGE SANS ENTAILLE SELON LES DIAMÈTRES DES BOULONS DE FIXATION.**



**Assemblage Poteau - Poteau**



**Assemblage Entrait - Arbalétrier dans une ferme moisée**



**Assemblage Arbalétrier - Poinçon ou montant ou diagonal dans une ferme moisée**

**Pour une meilleure résistance, faire des trous pour les boulons et entailles les plus justes possibles pour éviter un jeu entre les éléments assemblés (qui devient plus important après que les bois soient complètement séchés).**

# QUALITES DES MATERIAUX (1/2)

## MATÉRIAUX VÉGÉTAUX

- Les matériaux végétaux utilisés (ravinala, bambou, ...) pour les murs et les toitures devront provenir **de plantes mûres, feuilles séchées sur pieds** pour une durée de vie relativement plus longue.

## BOISERIES

- Les **essences** suivantes sont particulièrement recommandées car elles constituent des bois durs fiables: Hazoala de couleur rouge, Niaouli, Öli, Lalona, Dilo, Teza, Hazo malany, palissandre, Harofy, Katrafay, Nanto, Araka, Longotro, ...) provenant de bois mûrs , ayant un taux d'humidité voisin de 18% (bois séchées à l'air libre ou par étuvage, séchage au soleil interdit)
- Traiter par du produit fongicide et insecticide du type Xylophène pour les parties qui sont à l'intérieur des locaux
- Eviter les bois présentant la trace de pourriture ou d'échauffure, de nœuds vicieux, de nœud de pourris, de flaches, de quadrure, de gélivure, de piqûres, de gerces même superficielles, de fente, de roulure, de champignons et autres attaques d'insectes, d'aubier.

*Conseil: Laisser les bois dans l'eau de rivière ou les enterrer dans une rizière pendant plusieurs jours augmentera la longévité des bois étant donné que ces procédés constituent une sorte de traitement fongicide-insecticide.*

## BRIQUES

Les arêtes doivent être vives et elles ne doivent pas présenter de traces de fissure dues au séchage mal entrepris ou à des chocs lors des manutention. Elles répondront aux normes Malgaches « TBM ».

*Conseil: Les briques sont immergées pendant un certain temps avant leur appareillage Eviter l'utilisation des mortiers en terre pour le hourdage de maçonnerie de briques*

## PARPAINGS

Aspects : pas de déformation, fissuration ou arrachement / faces planes, arêtes rectilignes / faces rugueuses pour assurer un bon accrochage des enduits

Référence normative: NFP 14.101, 14.402 et TBM

# QUALITES DES MATERIAUX (2/2)

## **BETON**

### **Eau de gâchage:**

- Propriété physique: propre, non salée, pratiquement exempte de matières organiques, de produits chimiques, (notamment de sulfate et de chlorures)
- Référence normative: TBM et NFP 18 303

### **Sable**

- Propriété physique: Sable de rivière, exempt d'impuretés, d'éléments coquilliers et notamment d'argile
- Référence normative: TBM, NFP 18-301 à NFP 18 304

### **Gravillons**

- Propriété physique: propres, durs et exempts de corps étrangers, de matière organique, de poussières, vases et argiles adhérent ou non aux grains
- Référence normative: TBM, NFP 18 301, NFP 18 306

### **Ciment**

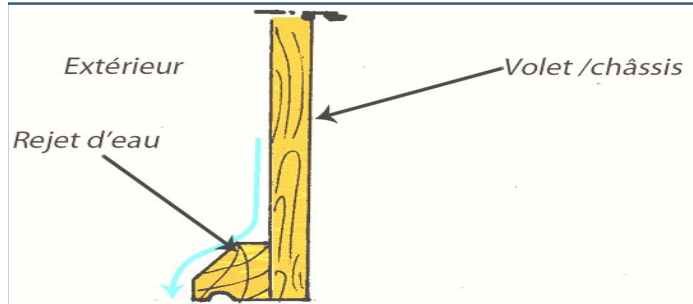
- Propriété physique: sans grumeaux de ciment. (Livré en sacs d'origine et à stocker dans un local bien abrités du soleil et de l'humidité)
- Référence normative: TBM, NF P15-301, ENV 197-1

## **PARTIE METALLIQUES**

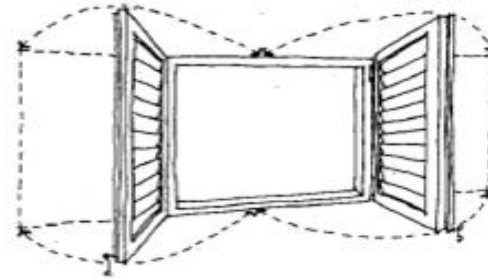
A protéger de la corrosion marine par de l'antirouille marine

# MENUISERIES

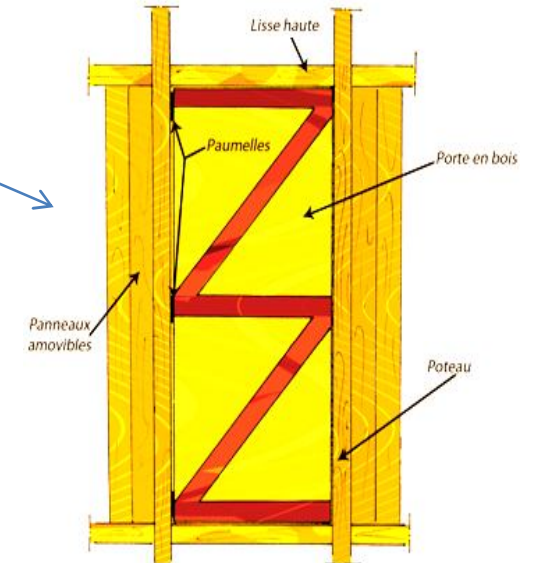
Les **menuiseries extérieures** doivent comporter des jets d'eau



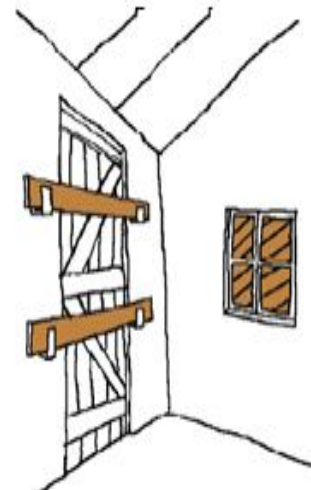
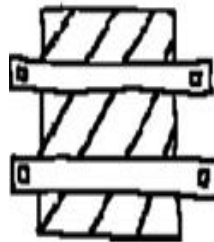
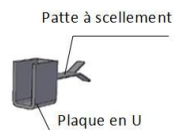
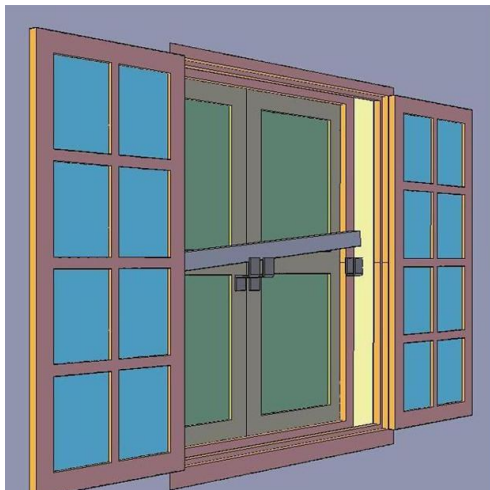
Les menuiseries extérieures doivent **s'ouvrir vers l'extérieur**



*Si porte ou fenêtre **en écharpes**, la jambe du Z doit buter sur le côté des paumelles et non sur le côté ouverture*



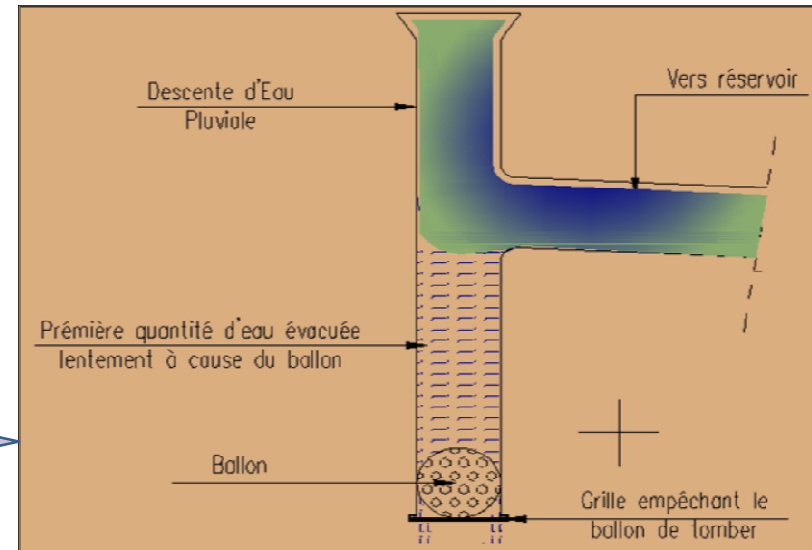
Des serrures supplémentaires du genre **barres amovibles** aideront les menuiseries extérieures à mieux résister à la pression élevée générés par le cyclone. **Les portes-barres sont fixées aux murs** ou aux autres éléments porteurs et non aux menuiseries elles-mêmes.



# ALIMENTATION EN EAU

La collecte des eaux pluviales (**eau de la toiture**, bêche à eau, ...) présente un avantage particulier de ne plus impliquer un traitement ou désinfection par des produits. Mais il faut un système permettant d'évacuer les premières quantités d'eau de la toiture.

*Système permettant d'évacuer la première quantité d'eau pluviale*



# AMENAGEMENT CONTRE LES INONDATIONS

- Entretien et création des digues de protection, des ouvrages d'assainissement
- On peut recommander la création d'une plateforme haute



Un radeau de bambou pour la protection contre les objets flottants  
Des panneaux de signalisation rouges indiquent les trous ou les objets dangereux  
Nécessité de mettre en place des gardes fous sur la plateforme pour éviter les chutes accidentelles des enfants.

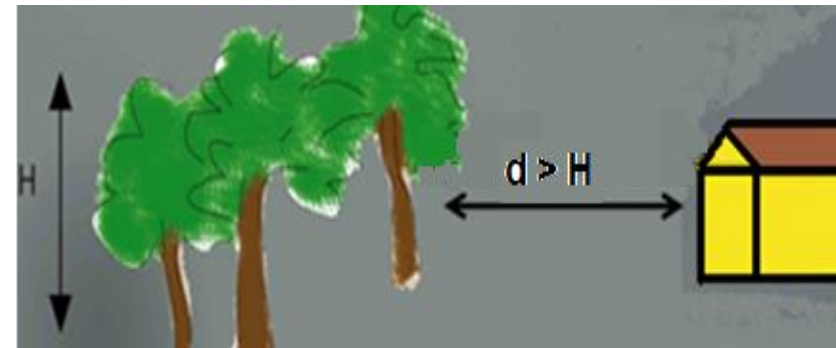
qui sert de marché en temps normal et de refuge temporaire en cas d'inondation  
du béton pour renforcer les bords de la plate-forme sont renforcés  
certains bateaux disponibles.

Pendant utilisation en refuge:

- Y stocker: médicaments, désinfectants /antiseptiques, nourriture et les graines Cordes, marchandises sèches, des réservoirs d'eau, des rouleaux de plastique, du carburant, des ustensiles de cuisine et moustiquaires.
- Installer des latrines d'urgence et des réservoirs pour capter l'eau de pluie.
- La radio fonctionne avec des énergies de secours (Solaire, ....) et les bovins sont en veille à avoir la possibilité d'être évacués.

## AMENAGEMENT EXTERIEUR

- Le **brise-vent** ( végétation autour de la maison) protège contre le vent (réduit la force du vent et dévie ce dernier), retient la poussière, ordure plastique et le sable que le vent transporte. Avec une **distance minimale égale à la hauteur de ces végétations entre le brise-vent et la maison**: les arbres ne doivent pas devenir un danger pour la maison. Il y a une possibilité **d'arrêter la croissance** des arbres suivant la hauteur voulue en enlevant le bourgeon de croissance. La végétation ayant **un port souple**, un accroissement rapide et des feuilles développées comme les bambous fournit un bon brise-vent. Les arbres fruitiers **générant une ressource financière** aux habitants reste aussi une option rentable.

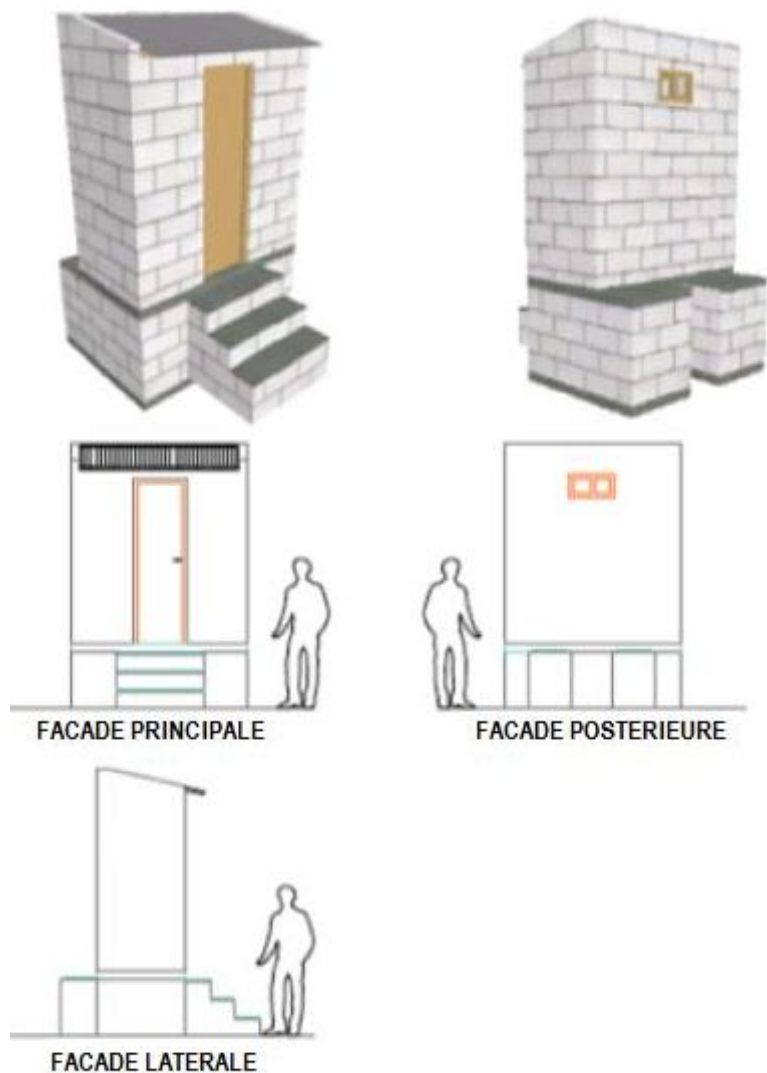


- Etudier **l'environnement immédiat de la construction** : pente autour des fondations, assainissement, traitement des cheminements piétonniers, plantations, clôture



# ASSAINISSEMENT

## MODÈLE DE LATRINES SÈCHES



Maison Refuge de MEDAIR à Maroantsetra

Etudier la création d'un **réseau individuel et le raccordement au réseau collectif** pour Eaux pluviales, Eaux usées et Eaux vannes.

Effectuer **Entretien et curage périodique** des réseaux

Prévoir des **latrines** répondant aux normes, dotées de ventilation, implantées à **plus de 10m d'un puits**.

# MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

## 1. Vision de développement et création d'emplois

## 2. Prendre des mesures de protection:

- Reboisement des berges (vétiver, bambou...)
- Réhabilitation des mangroves
- Entretien périodique des ouvrages (vannes d'arrêt, ...)
- Dragage des rivières
- Désensablement des embouchures
- Construction de dunes artificielles pour protéger le littoral marin à cause de la forte érosion marine
- Politique forestière: exploitation et reboisement en cohérence
- Encadrer le commerce des matériaux de construction dans les zones cycloniques
- Sensibilisation des autorités traditionnelles
- Sensibilisation et prévention (RRC, GRC et CC) : améliorer communication de proximité, relevé des marques... ,
- Changement de comportement face au changement climatique.
- Education pour utilisation latrines



**Le pessimiste se plaint du vent  
L'optimiste espère qu'il y aura un changement  
et le réaliste ajuste ses voiles**