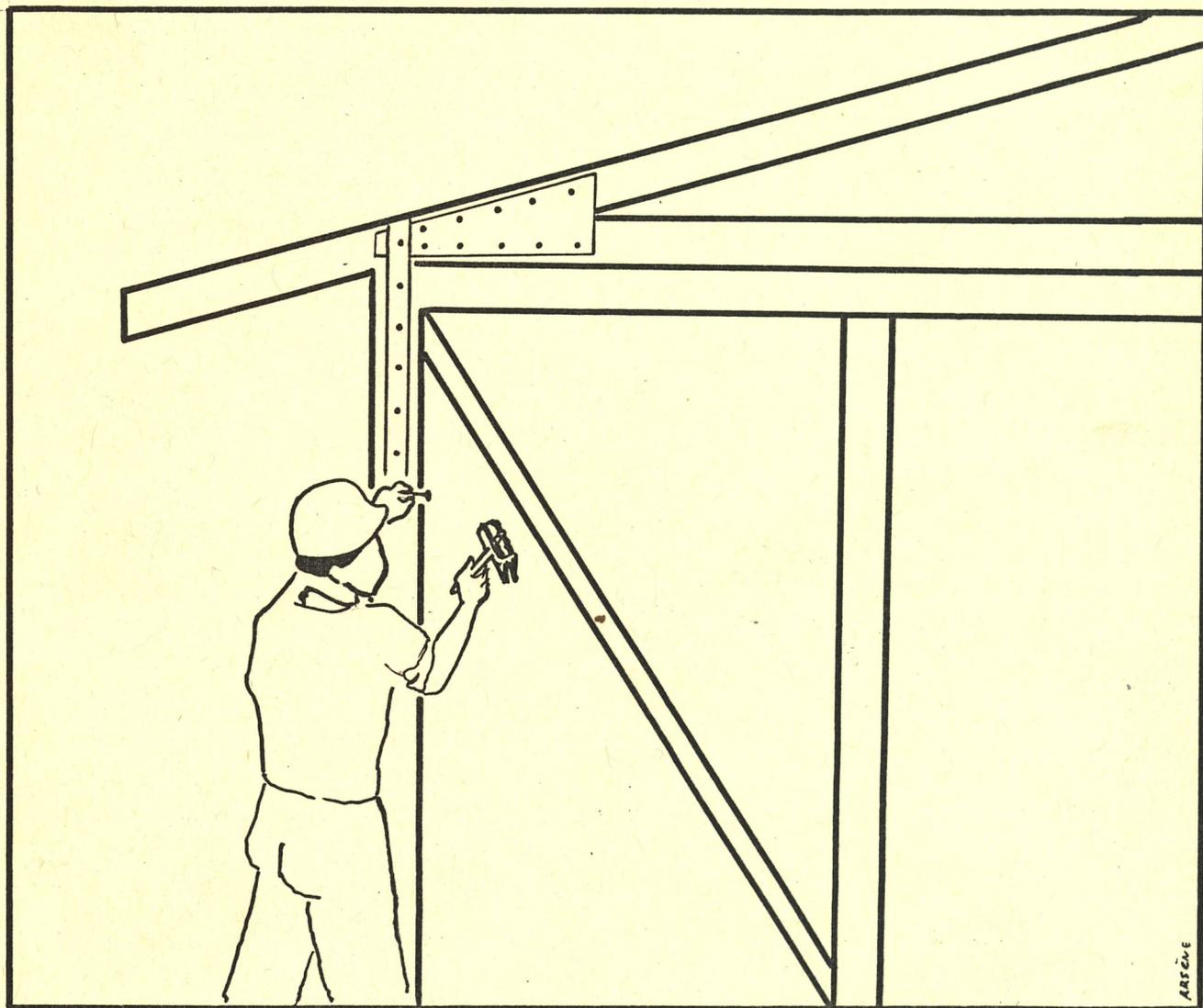


304/2  
801/4F

# INTRODUCTION A LA CONSTRUCTION DE MAISON RESISTANT AU CYCLONE



REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DE MADAGASCAR  
PROGRAMME DE RECONSTRUCTION CYCLONE  
KAMISY

INTERTECT

—

USAID

## Introduction à la construction de maisons résistant au vent

### Introduction

Dans les régions affectées par des tempêtes de vent rigoureuses la question souvent posée est la suivante: " les maisons construites de manière traditionnelle dans les pays en voie de développement peuvent-elles être suffisamment sûres pour résister à des vents forts ou même à des vents cycloniques?". La réponse est que toute maison, utilisant n'importe quel matériau de construction, peut résister au vent à partir du moment où certains principes de conception sont respectés et certaines règles de construction sont suivies.

#### 1. Comment les vents violents endommagent une maison

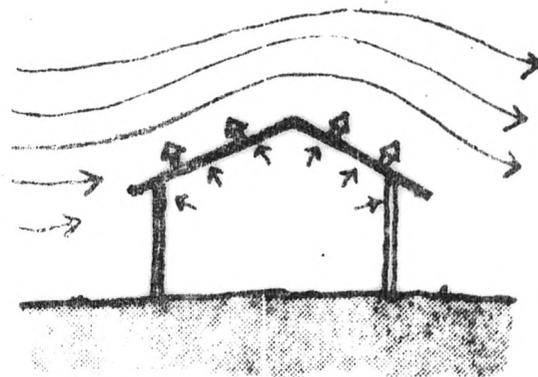
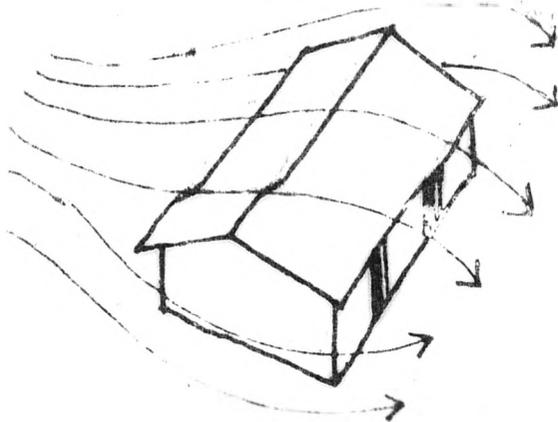
Dans le but de comprendre la façon de construire une maison qui puisse résister aux fortes poussées de vents, il est d'abord nécessaire de comprendre de quelle façon les vents endommagent une structure.

##### A. Les effets du vent sur une maison

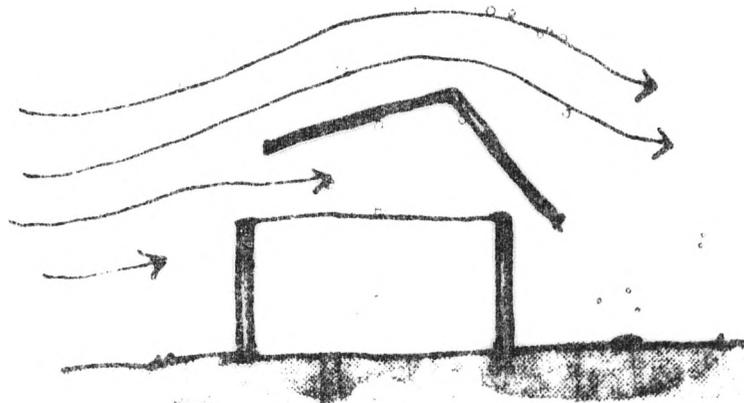
Les vents détruisent les maisons de deux façons: Soulèvement du toit et fortes pression sur les murs.

1. Soulèvement du toit: la majorité des dégâts sur les maisons est causée par la séparation du toit des murs. Peu de dégâts de structure sont enregistrés dans les cas où l'assemblage toit/murs est faible. Cependant si l'assemblage est plus robuste pour maintenir le toit, des dégâts peuvent se produire lorsque le toit se détache des murs.

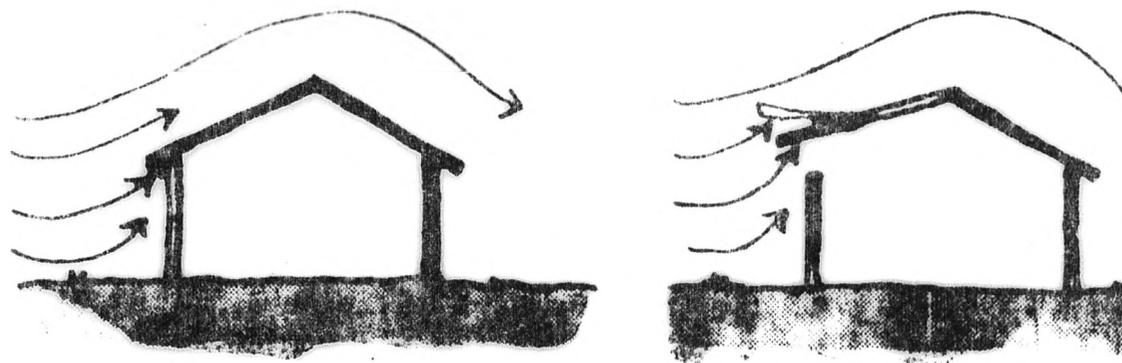
Un ou les trois facteurs suivants peuvent faire en sorte que le toit se détache des murs. Primo la poussée provoquée par le déplacement rapide du vent sur la surface du toit. Cette poussée existe lorsque le vent frappe le côté de la maison exposé au vent et doit s'en séparer pour atteindre la partie opposée de la maison.



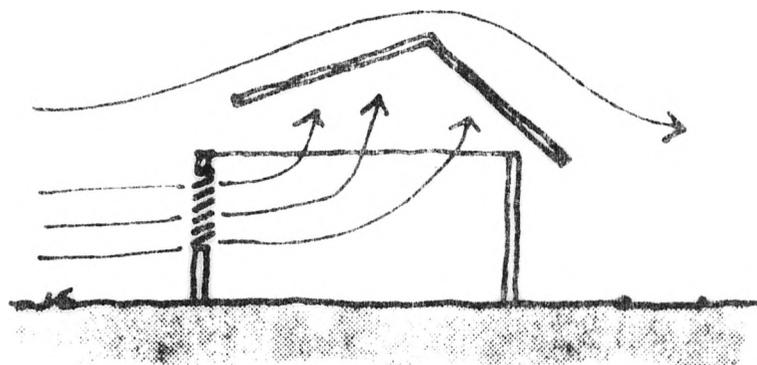
Une partie du vent qui traverse le toit doit le faire à une vitesse plus grande que celui qui se déplace autour du bâtiment afin d'atteindre le côté opposé en même temps. Plus l'air se déplace sur la surface, moindre est la pression exercée sur cette surface; ainsi une aspiration commence à se faire qui fait remonter le toit. Si l'intérieur de la maison est relativement étanche et si l'air n'y pénètre pas, la pression intérieure restera constante. Cependant, par rapport à la pression extérieure la pression intérieure est considérée positive tandis que l'air circulant à l'extérieur du bâtiment est une pression négative. La pression positive s'exerce sur le toit et les murs en même temps que la pression négative tire vers l'extérieur. Le toit s'envolera s'il n'est pas convenablement assujéti aux murs.



Le second facteur est le vent soulevant les bords du toit. Comme le vent frappe le côté du mur opposé au vent, une partie du vent est déviée vers le haut. Si l'avant toit se prolonge loin du mur, ou si l'avant toit est utilisé comme attrape-vent, une pression énorme peut s'exercer sur le bord du toit et cette pression pourrait soulever le toit (ou une partie du toit) et le détacher du mur.

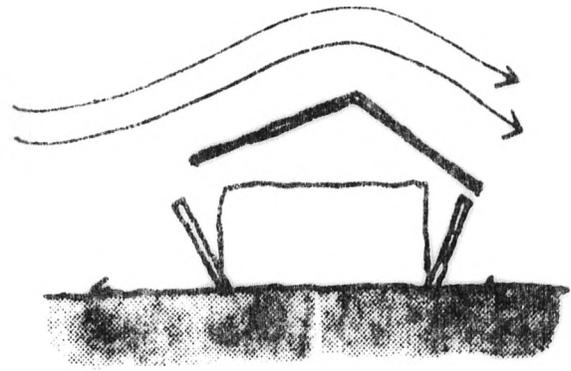
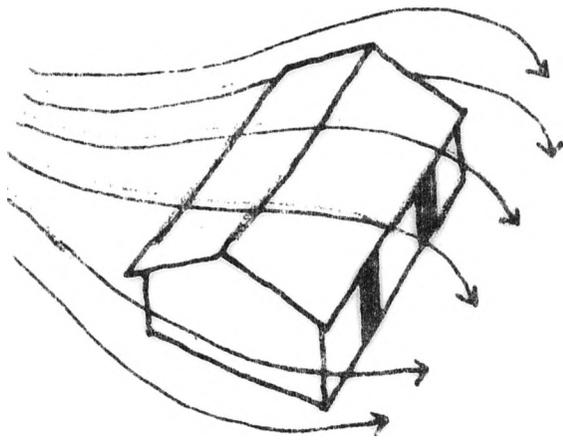


Le troisième facteur est le vent attaquant le toit de l'intérieur de la maison. Si les portes, fenêtres et volets d'aération ne sont pas convenablement assujetties, le vent peut pénétrer dans la maison avec une force démesurée et remonter de l'intérieur. Cette force peut s'ajouter soit aux forces déjà créées par la pression positive à l'intérieur du bâtiment soit aux forces remontant sur les bords du toit sous les gouttières, et cette association peut être suffisante pour soulever le toit.

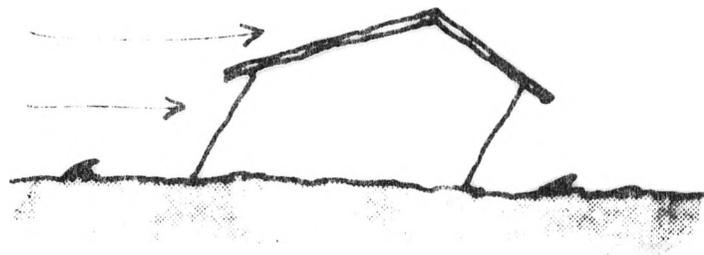


2. Forces sur les murs. Les pressions exercées par les vents soufflant contre les murs peuvent aussi entraîner des failles de structure sur une maison. Il existe trois manières selon lesquelles les pressions sur les murs entraînent des failles.

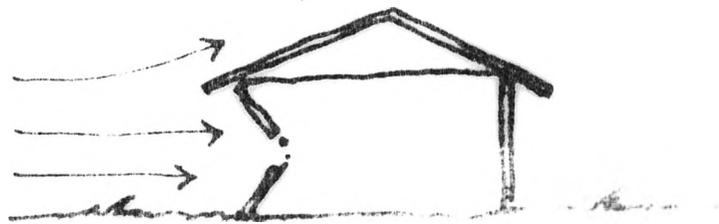
Primo l'éclatement de la maison en raison de la pression différentielle. Comme noté auparavant, les vents contournant le bâtiment crée une traction externe, tandis que la pression constante de l'intérieur crée une pression positive qui, à son tour, expulse de l'intérieur. Plus le vent souffle, plus grande est la pression différentielle; et si les murs ne sont pas solidement construits, ni proprement armés ou bien assemblés, cette pression externe peut être éventuellement trop forte et la maison sera simplement détruite.



Secundo le déplacement horizontal. Le déplacement survient lorsque les forces engendrées par les vents poussant du côté exposé au vent et tirant du côté sous le vent déplacent le bâtiment de sa fondation primitive. Normalement, dans ce genre de dégâts, le bâtiment tend à s'affaisser et à se déformer suivant le dessin ci-dessous. L'on constate ce genre de dégât sur les maisons en bois mais il peut également se produire sur n'importe quelle genre de bâtiment.



Tertio: les failles dans le mur exposé au vent en raison de fortes poussées du vent. Si les murs du bâtiment ne sont pas convenablement armés, l'intensité des coups de vents sur le mur peut faire en sorte que celui-ci se brise. C'est souvent le cas des ouvrages en parpaing ou en pierres qui ne sont pas renforcés par des anneaux de poutres et des colonnes.

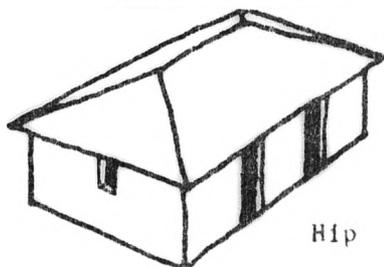


## B. Facteurs critiques

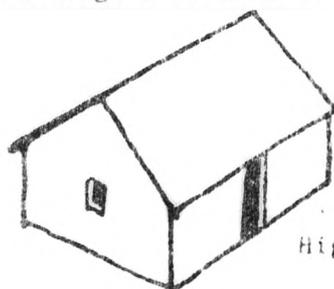
Qu'une maison soit résistante aux effets du vent ne dépend pas tellement des matériaux utilisés mais plutôt de la manière de les utiliser. On croit généralement que les maisons en parpaing sont plus sûres, simplement parce que les matériaux utilisés sont plus solides que les autres types de matériaux de construction. S'il est vrai qu'une maison en parpaing bien construite et bien conçue offre une meilleure marge de sécurité par rapport à d'autres genres de bâtiments, des habitations sûres peuvent et ont été construites à partir d'une variété de matériaux y compris le bois, la boue et l'argile. Dans certaines régions de l'Asie les maisons en bambou avec des toits en feuilles de palmier ont résisté aux typhons pendant des centaines d'années et ont subi des dégâts relativement faibles.

Quels sont dès lors les facteurs critiques qui déterminent la sécurité d'une maison?

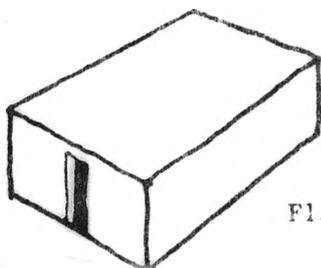
1. Profil du toit. De récentes études sur les différentes formes de toit ont montrées que les maisons avec des toit en croupe (c'est à dire à 4 côtés ou toiture en forme de pyramide) détiennent le record de résistance. C'est en raison du fait qu'il est difficile pour une pression égale de se développer sur toute la surface du toit. Dans l'ordre décroissante de sécurité, la liste des profils de toit est la suivante: toit en croupe, toit sur pignon (avec un angle de 30-45°), toit plat, toit sur pignon (avec un angle de moins de 25°).



Hip

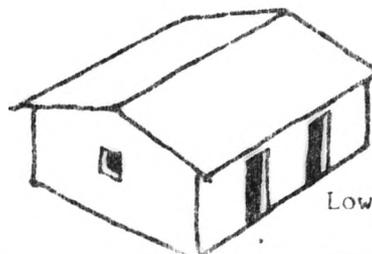


High Gabled



Flat

5

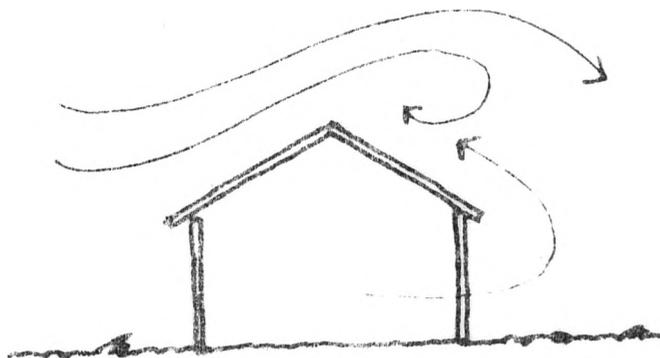


Low Gabled

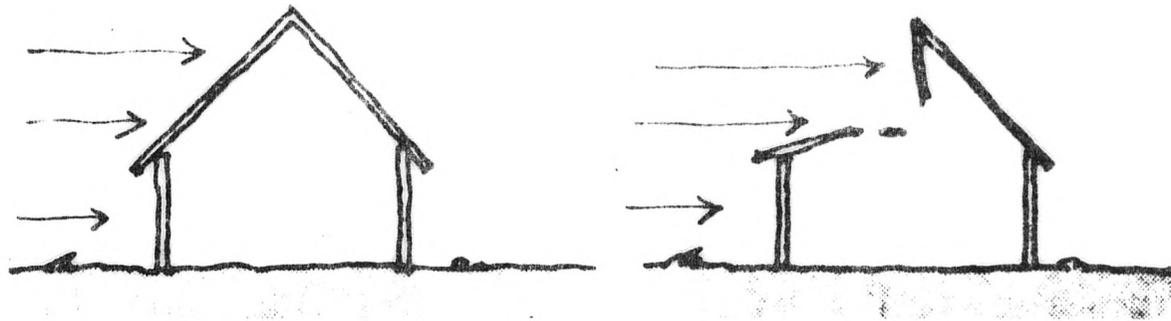
2. La pente ou l'angle d'un toit. L'angle la plus sûre pour la pente d'un toit est entre  $30^{\circ}$  et  $45^{\circ}$ . Si le toit a un angle inférieur à  $30^{\circ}$ , l'air se déplaçant sur la surface peut aisément atteindre l'arêtier (ou le côté du toit sous le vent) et ce au même moment que l'air se déplaçant autour de l'ouvrage. Ainsi, les conditions nécessaires au soulèvement du toit seront réunies et le toit s'envolera.



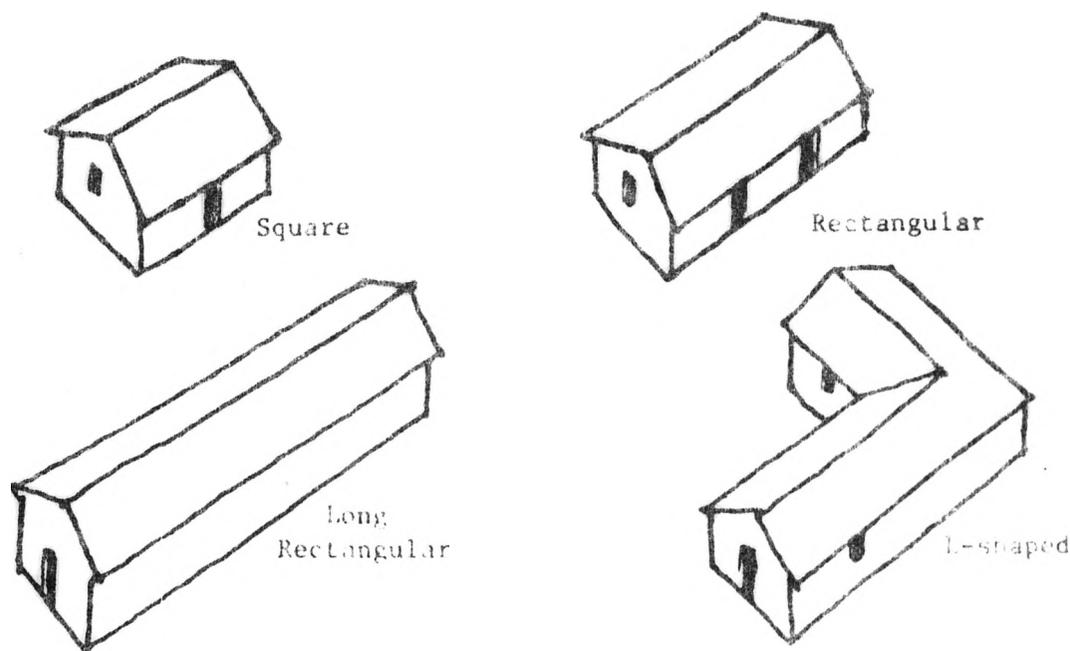
A un angle entre  $30^{\circ}$  et  $45^{\circ}$ , il n'est pas possible au vent d'atteindre l'arêtier au même moment que le vent venant des côtés de la maison. Dès lors, une portion de l'air traversera la surface du toit pour venir à la rencontre de l'air venant du sommet. Ceci crée des turbulences sur le faite du toit mais brise le mouvement d'aspiration et réduit la possibilité de soulèvement du toit.



A un angle de plus de  $45^{\circ}$ , la face du toit au vent est exposée à une pression excessive. Si, dans de certaines limites, un toit peut supporter cette pression, cela exige un renforcement considérable de la surface du toit et une armature de toit plus cher.

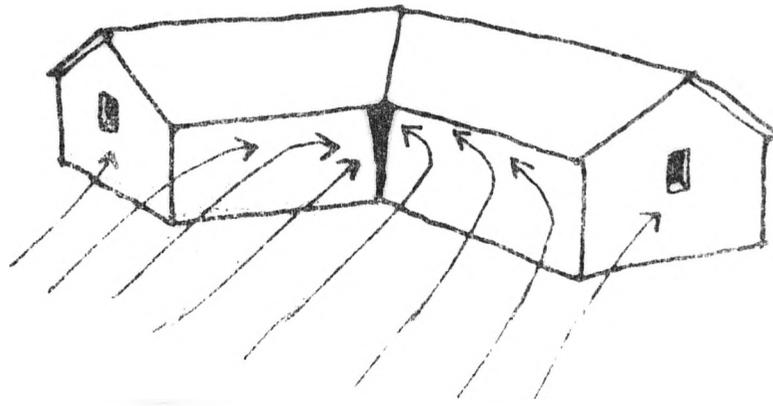


3. Profil ou plan de la maison. Des études ont montré que les formes les plus efficaces pour le plan d'une maison pour résister aux vents forts sont (en ordre décroissant de sécurité): carré, rectangulaire, rectangulaire longiligne, en forme de L.

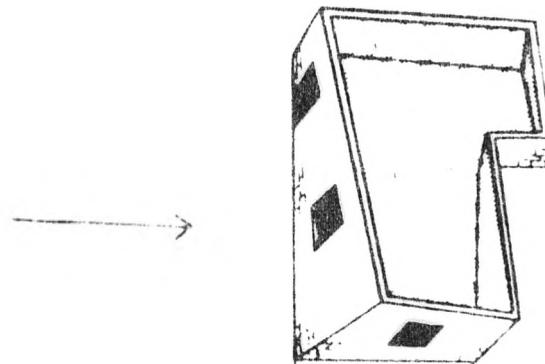


Comme la plupart des maisons sont construites en forme de rectangle, il est utile de connaître que le meilleur rapport longueur-largeur est de 3:1 ou moins. En d'autres termes, dans une région où des vents violents peuvent se produire, il n'est pas bon de dessiner une maison qui est trois fois plus long que large.

Le cas d'une maison en forme de L est d'un intérêt particulier. Non seulement ce type de maison est particulièrement vulnérable aux vents en raison du fait que la forme L fait entrer les vents dans les jointures entre les deux ailes, y entraînant un effondrement:



mais également parce que les vents attaquant la maison des autres côtés peuvent avoir un effet fou sur la maison provoquant ainsi un affaissement interne.



Cette forme de maison doit être, dès lors spécialement évitée.

4. Lieu de construction d'une maison. Le lieu de construction d'une maison, ses liens avec les autres ouvrages ou aspects du terrain peuvent jouer un rôle important dans sa survie. Les maisons construites sur pilotis sur des versants montagneux près de la côte où des vents violents soufflant de la mer pourraient être déviés, sont susceptibles d'être arrachées de leur fondation. De même, les maisons construites dans des vallées longues et étroites ayant une ouverture sur la mer peuvent être démolies par le "coup d'entonnoir" que provoque les vents bloqués dans les limites de la vallée. Les maisons construites linéairement, à côté des unes des autres, dans un périmètre déterminé (comme c'est souvent le cas dans les plans de construction gouvernementaux), peuvent également subir l'"effet entonnoir" durant les cyclones. Disposer les maisons en quinconce et profiter des coupe vents naturels (tels que aspects du terrain, position des arbres ou par l'intermédiaire d'une localisation originale d'un groupe d'habitations) peut réduire d'une façon significative la

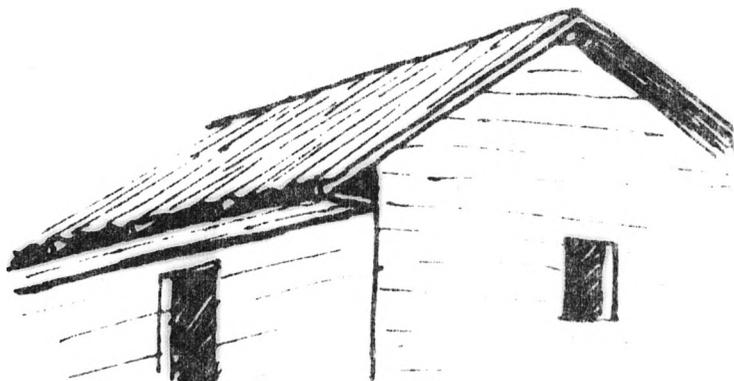
force des vents déviée par les masses de terre.

C. Points critiques d'une maison.

Une maison qui ne peut résister aux vents forts a généralement pour cause une faiblesse dans un point particulier de sa structure. Après examen des différents types de maisons démolies par le vent, des chercheurs ont essayé de définir les points critiques d'une maison pour déterminer sa solidité. Ces points sont les suivants:

1. L'adhésion du matériau utilisé pour la toiture à la charpente. Bien souvent, le matériau utilisé pour la toiture se détache de la maison simplement parce qu'il n'est pas proprement assujetti. Ceci est particulièrement important lorsque des tôles ondulées sont utilisées pour la toiture. Il a été démontré qu'en doublant simplement le nombre des clous utilisés pour fixer les feuilles de tôles à la ferme, le nombre de celles qui sont sensibles aux vents peut être diminué de façon substantielle.

2. Porte-à-faux. Il a été démontré qu'un porte-à-faux de moins de 46 cm (18 inches) et qui empêche l'air d'être pris sous l'avant toit, empêchera le toit de se détacher et réduira sensiblement les poussées vers le haut agissant sur le bord du toit.



3. Rapport toit-mur. Le rapport toit-mur est probablement le facteur le plus critique de la solidité d'une maison. Si le toit reste sur la maison et si les murs sont suffisamment forts, il y a peu de chance que la maison soit démolie et les dégâts seront moindres. Dès lors, il est de la plus haute importance qu'une attention spéciale soit portée à la fixation du toit et à la fixation de celui-ci aux murs d'une façon convenable.

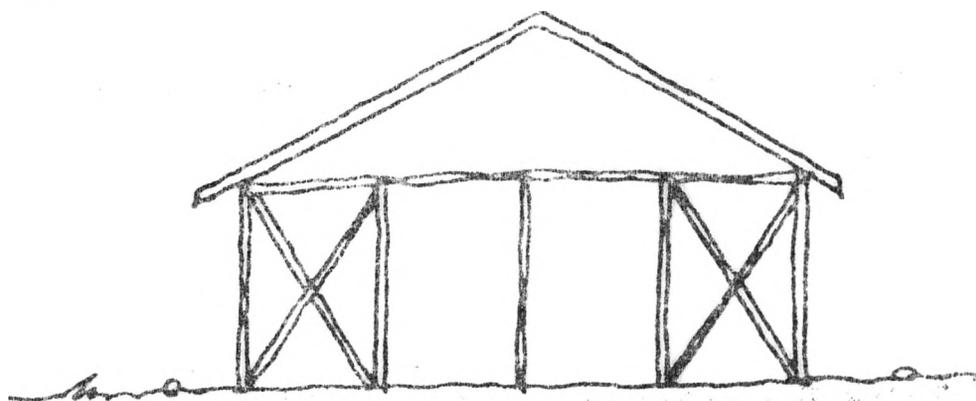
4. Force des murs. Pour permettre au mur de résister aux vents violents, il faut qu'il soit proprement appareillé et renforcé. Dans le cas des murs en bois, cela signifie que les planches de bois doivent être convenablement clouées à la charpente et que des colonnes verticales suffisantes soient utilisées pour renforcer les planches en bois. Dans le cas des murs en parpaing, cela signifie que les colonnes verticales aussi bien que les anneaux de poutres doivent être utilisés de même qu'un bon mortier pour cimenter et niveler le parpaing.

5. Les fenêtres. Un des problèmes majeurs durant les cyclones est l'ouverture brusque d'une porte ou fenêtre ce qui permet au vent de s'engouffrer à l'intérieur de la maison et de pousser jusqu'au toit et murs. Les fenêtres à jalousies sont particulièrement vulnérables, et les vitres, à moins d'être protégés par des volets peuvent se briser soit par la force du vent soit par les débris volants. Il est important que toutes les fenêtres soient fermées ou convenablement voligées avant un cyclone.

6. Orifice d'aération aux portes et fenêtres. Sous les tropiques où la circulation de l'air à l'intérieur d'une maison est nécessaire pour maintenir une température ambiante, on ajoute généralement des orifices d'aérations au-dessus des portes et fenêtres. Durant les cyclones, ces orifices permettent l'entrée d'une masse d'air qui cause souvent les mêmes dommages que ceux signalés ci-dessus. Il est, une fois encore, important que toute orifice d'aération soit fermée ou voligée avant l'arrivée d'un cyclone.

7. Cornières. Les pressions externes créées par les pressions différées venant de l'extérieur et de l'intérieur d'une maison font que les murs se détachent les uns des autres. Dès lors, il est nécessaire qu'une attention spéciale soit prêtée à la liaison des murs aux angles. Ceci est particulièrement important pour les maisons en bois, et une attention particulière sera accordée au renforcement des cornières au sommet des murs avec une moise en écharpe. Cela servira non seulement à maintenir les murs au sommet, mais à réduire également le choc causé par les pressions disproportionnées agissant sur les deux côtés adjacentes de la maison.

8. Renforcement des murs. En vue de réduire la possibilité de l'écroulement interne des murs à partir de leur sommet, aussi bien que les failles aux cornières, les maisons en bois, en boue et en argile ou en béton devraient avoir une moise en écharpe (de préférence en X) aux cornières. Cela donnera une résistance supplémentaire aux murs exposés au vent et soutiendra la maison contre les pressions du vent venant aussi bien de l'intérieur que l'extérieur de la structure. Une moise en X est recommandée car c'est une mesure supplémentaire de renforcement des cornières et des colonnes verticales aux murs.



9. Ancrage de la maison au sol. Toute maison doit être convenablement fixé au sol. Dans le cas des maisons en bois ou utilisant des colonnes verticales en bois, les poteaux devraient être non

seulement profondément enfoncés dans le sol mais devraient avoir une sorte d'ancre de fixation à la base. Dans le cas de l'utilisation de bois tendre, ceux-ci doivent être traités pour résister aux insectes et à la moisissure.

## II. Comment construire une maison sûre

Ces neuf règles de base doivent être respectées pour la construction d'une maison sûre:

- A. Batir une fondation solide ou bien fixer la maison au sol.
- B. Protéger tout matériau en bois utilisé avec un traitement approprié.
- C. Renforcer les murs avec des colonnes verticales suffisantes et dans le cas des maisons en bois, avec des moises en écharpe.
- D. Equilibrer la maison en choisissant une forme appropriée de construction.
- E. Etablir un bon rapport murs-toit. Renforcer ce lien en utilisant des courroies métalliques ou d'autres moyens liant le toit aux murs.
- F. Choisir dans la mesure du possible un toit en croupe et utiliser un angle de  $30-45^{\circ}$ .
- G. Ne pas prolonger l'avant-toit au delà de 46 cm du mur. Couvrir le dessous de l'avant-toit avec du bois.
- H. Mettre des volets aux fenêtres et aux orifices d'aération.
- I. Dans des endroits découverts, planter des arbres et des arbustes qui serviront de coupe vent.