LIBRARY
SOUTH PACIFIC
COMMISSION

COMMISSION DU PACIFIQUE SUD

Loan no 19348(D)

Le corail en tant que matériau de construction

Les présentes notes sur l'utilisation du corail comme matériau de construction ont été rédigées par Nancy Phelan, membre du personnel de la section Développement Social, dans le cadre du projet de recherches sur l'habitat (S.8) de la Commission.

Nous tenons à remercier l'Officier de Liaison avec les Colonies de la Station de Recherches sur les Bâtiments du Ministère de la Recherche Scientifique et Industrielle du Royaume-Uni, à Garston, Watford, Herts., sans l'aide et les conseils duquel ce document n'aurait pu voir le jour. Nous sommes également reconnaissants au Directeur de la Station Expérimentale de Construction de North Ryde, (Nouvelle-Galles du Sud), qui a bien voulu vérifier ce texte et suggérer d'intéressantes additions et améliorations. Nous remercions enfin l'Institut Impérial de Londres qui a bien voulu nous fournir de la documentation.

Bien que ces notes aient tout d'abord été destinées à servir uniquement au travail du bureau et aux réponses à nos correspondants, nous estimons qu'elles pourront présenter un certain intérêt pour les services des administrations ou pour toute autre personne s'intéressant à des projets de construction dans la région du Pacifique Sud.

Le corail est un des matériaux de construction que l'on trouve en abondance dans tous les territoires de la zone d'action de la Commission, à l'exception des îles Norfolk et Pitcairn. L'ignorance générale des méthodes employées ailleurs et le fait, rendu clair dans ce document, que tous les genres de corail ne conviennent pas à la construction, expliquent qu'il soit rarement employé dans le bâtiment.

Nous espérons que ce document, avec sa bibliographie choisie, aidera à résoudre la première de ces difficultés, et stimulera en même temps, dans chaque territoire, les recherches visant à déterminer les meilleurs types de corail pouvant être utilisés pour la construction.

LIBRARY
SOUTH PACIFIC COMMISSION

La Section Développement Social de la Commission du Pacifique Sud se fera un plaisir de donner toute l'aide possible aux personnes désirant se documenter plus à fond sur cette question. Nous pouvons en particulier les aider à obtenir les documents qui ont été publiés à ce sujet et transmettre à des spécialistes du bâtiment les questions relatives aux divers tests qui doivent être effectués avant de pouvoir considérer un type de corail comme bon à utiliser soit directement ou en agglomérés. La Section serait également heureuse de recevoir à cet égard tous autres renseignements que ses lecteurs pourraient lui communiquer. La correspondance devra être adressée au Directeur de la Section Développement Social, Box 5254, G.P.O., Sydney, N.S.W., Australie.

Commission du Pacifique Sud

Sydney - 21 juillet 1952

H.E. Maude

Directeur de la Section Développement Social.

LE CORAIL EN TANT QUE MATERIAU DE CONSTRUCTION

préparé par

Nancy Phelan

Dans certaines parties du monde où les matériaux de construction ordinaires sont rares tandis que le corail y abonde, ce dernier a été largement utilisé comme pierre à bâtir. Dans les Antilles et dans certaines régions d'Afrique, il a été employé tant directement (moellons de corail) que sous forme de béton. Dans ces régions, le corail s'est avéré un bon matériau, et a donné de bons résultats aux tests scientifiques de résistance et de porosité.

Le mot "corail" sert généralement à décrire tantôt les récifs coralliens encore en formation, tantôt les masses plus anciennes de calcaire corallien surélevé, en retrait de la mer, comme dans les îles Gilbert et Ellice. C'est parmi les calcaires coralliens anciens que se trouvent les matériaux de construction. Les gisements coralliens plus récents sont trop mous et peuvent contenir des sels solubles qui les rendent impropres à la construction. Toutefois, le fait que des gisements anciens sont présents ne signifie pas qu'ils peuvent être employés pour le bâtiment... il se peut, par exemple, que le corail ne durcisse pas suffisamment après avoir été exposé à l'air pendant longtemps; ou encore, des facteurs extérieurs peuvent l'avoir rendu impropre, comme c'est le cas à Ocean Island où le guano a libéré trop de phosphore. Par ailleurs, les divers types de corail peuvent présenter des différences considérables des points de vue dureté, consistance, résistance à l'écrasement, etc.. Il n'y a pas de règle générale qui puisse s'appliquer à tous les genres de corail, mais en effectuant des recherches dans chaque région, on pourra peut-être trouver une importante source de matériaux de construction locaux.

Dans le bâtiment, le corail a été utilisé sous deux formes: en moellons sciés et comme élément de béton.

UTILISATION DU CORAIL EN MOELLONS

Aux Antilles, où cette méthode est utilisée depuis longtemps, les moellons sont sciés directement dans le gisement de corail mort. Ces moellons sont mous au moment où on les extrait, mais durcissent bien une fois exposés à l'air. Ce calcaire étant poreux, les murs extérieurs des bâtiments sont généralement recouverts d'un enduit qui les rend imperméables.

Cet enduit est parfois utilisé non seulement comme protection, mais aussi pour donner un aspect lisse à la pierre mal taillée. Aux Bahamas, les murs extérieurs des plus belles maisons sont recouverts d'un enduit, puis peints à la détrempe, et même l'intérieur est enduit de bitume avant plâtrage.

La pierre naturelle est beaucoup plus jolie qu'une surface plâtrée et, de temps à autre, des bâtiments ont été volontairement laissés sans enduit. Dans ces cas, il semble que la surface extérieure devienne suffisamment imperméable après quelques années, mais l'humidité pénètre pendant quelque temps du côté au vent, ce qui présente des inconvénients.

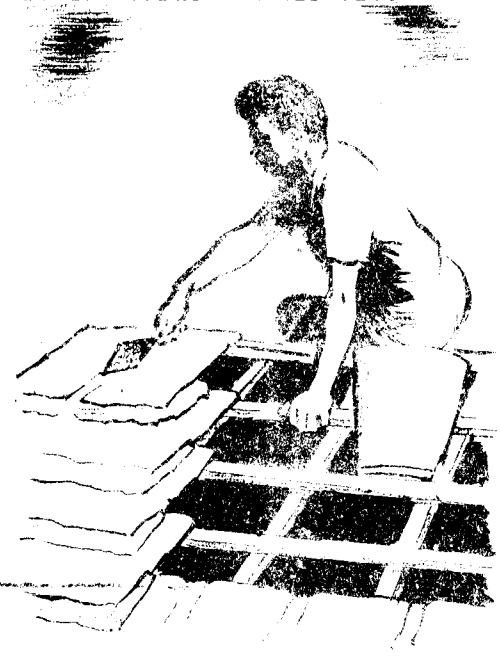
On a pensé à faire une construction double pour empêcher la pluie de s'infiltrer dans les murs, et que, par ailleurs, si les murs deviennent réellement moins perméables avec l'âge, une couche de chaux devrait suffire à les protéger pendant les quelques premières années.

A la Barbade et aux Bermudes, où les moellons de corail ont été beaucoup utilisés, l'épaisseur ordinaire des murs extérieurs est de:

maison sans étage :	30 cm.
rez-de-chaussée d'une maison à un étage :	45 cm.
Cloisons de séparation :	15 cm.

Dans les grands bâtiments, les murs ont parfois 60 cm. d'épaisseur, bien qu'un rapport ~~rédigé en 1949 indique~~ que des murs de 30 cm. doivent suffire à empêcher l'humidité d'atteindre la surface intérieure.

Les moellons sont assis, posés, jointoyés et gobetés dans un mélange de ciment, de chaux et de sable. (La méthode courante pour préparer ce mortier consiste à mélanger d'abord la chaux et le sable, 1 partie pour 2, on ajoute ensuite une partie de ciment pour huit du premier mélange.)



Aux Bermudes, on utilise depuis le 17e siècle, pour couvrir les toitures, des dalles sciées dans le calcaire corallien. Ces dalles (45 x 30 x 2,5 cm. environ) sont sciées à la main dans des blocs choisis et sont enduites, une fois posées, d'un lait de ciment; on dit que cela renforce le toit et l'imperméabilise. Chaque rangée de dalles est posée sur la rangée précédente dans un mortier de ciment et de chaux. (Fig. 1).

Ces toits sont généralement passés au lait de chaux une fois par an.

Bien que ces toits en dalles de corail aient été utilisés avec succès aux Bermudes depuis des siècles, ils n'ont pas donné satisfaction à la Barbade. Il paraît que la pierre de la Barbade est trop poreuse mais, comme les deux genres semblent avoir une consistance très semblable, on peut penser que les méthodes de construction ne sont pas les mêmes. Un autre facteur est introduit par les précipitations, qui sont plus fortes à la Barbade qu'aux Bermudes à la saison la plus humide.

Les résultats d'une expérience effectuée par la Station de Recherches sur les Constructions du Ministère britannique de la Recherche Scientifique et Industrielle donneront une idée de la résistance à l'écrasement des roches coralliennes en général. Ces expériences ont montré que les roches coralliennes avaient une résistance égale à celle d'un béton moyen fait de matériaux ordinaires. Un calcaire possédant une telle résistance serait suffisant pour des maisons d'habitation ordinaires.

Le calcaire de la Barbade a également été soumis à des tests de porosité, et les résultats indiquent qu'après des tests répétés le spécimen n'a perdu que 2,4% de son poids. On considère cela comme un excellent résultat, car les calcaires de mauvaise qualité perdent 50% ou plus de leur poids dans des circonstances semblables. On doit toutefois se rappeler que ces résultats ne valent que pour le calcaire de la Barbade et ne peuvent être généralisés.

EXTRACTION DES CALCAIRES CORALLIENS

Les moellons utilisés à la Barbade étaient encore récemment tirés à la main. On essaie à l'heure actuelle d'utiliser, pour tirer la pierre, des machines à extraire le charbon, mais cela n'a pas donné des résultats parfaits et d'autres méthodes sont à l'étude.

Dans le tirage à la main, on commence par tailler un front de taille vertical, puis on fait une saignée sur trois faces sur toute la hauteur de la pierre, au moyen d'une barre à mine d'environ 1m,80. La face inférieure est détachée au moyen de coins, qui fendent aisément la pierre. Pour les bâtiments plus

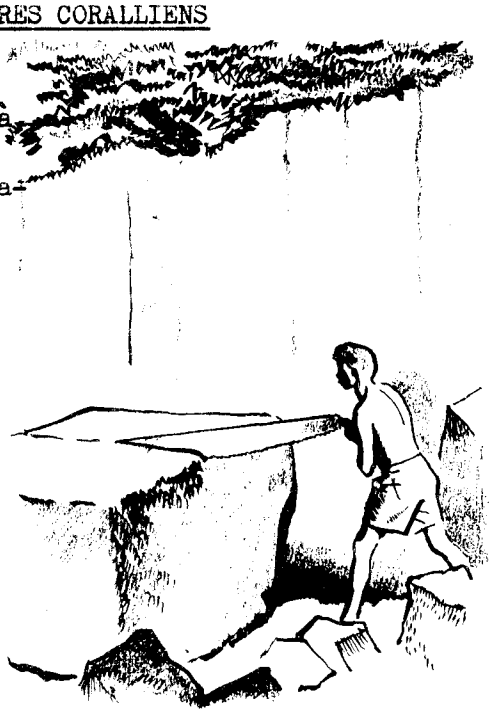


Fig 2.

coûteux et plus soignés, les moellons sont équarris avant utilisation, soit à la scie (on peut scier les moellons à la main), soit en dressant la surface. (Fig. 2).

L'extraction de la pierre se fait presque de la même façon aux Bermudes, avec cette seule différence que les saignées verticales sont faites au moyen d'un ciseau fixé à l'extrémité d'une longue perche (3m. à 3m,60). La pierre est tirée en gros blocs, généralement de toute la hauteur de la carrière. Ces blocs sont ensuite débités en moellons à la main.

La Station de Recherches sur les Constructions pense que, lorsque l'extraction peut se faire mécaniquement, on pourrait peut-être appliquer au corail la méthode employée pour l'extraction du calcaire tendre exploité à Bonneuil en Valois, en France. Des perceuses sont utilisées pour faire les saignées verticales et horizontales dans la carrière et les blocs extraits sont ensuite débités au moyen de scies multiples en fil d'acier, qui peuvent donner un débit de 90 pieds cubes ($2^{m3},4$) par homme et par journée de 8 heures.

UTILISATION DU CORAIL COMME ELEMENT DE BETON

Lorsque le corail ne peut être employé directement pour bâtir, il peut servir d'autres façons. A Ngambo (Zanzibar), par exemple, on coule des panneaux de murs avec de la caillasse de corail mélangée à un mortier de chaux et de boue, entre des poteaux de béton; à Mombassa, au Kenya, on utilise pour construire les maisons européennes des agglomérés de roche corallienne (blocs de béton poreux).

Toutefois, l'article 121.202 du Projet de Code Standard de Pratique britannique déclare que les murs pleins en blocage de 40 à 60 cm. d'épaisseur ne conviennent que dans des endroits abrités. Dans des conditions d'exposition moyennes, ces murs devraient être revêtus d'un enduit extérieur et, s'ils sont très exposés à l'humidité, ils devraient être construits à double paroi, ou lattés et coffrés à l'intérieur.

Lorsque l'on dispose de combustible, on peut obtenir de la chaux en calcinant la roche corallienne - le bois convient comme combustible. (Fig. 3). Cette chaux est utilisée pour la fabrication d'agglomérés de corail

Fig 3

et de ciment de Portland ou de corail et de chaux éteinte. L'Institut Impérial de Londres a découvert, au cours d'expériences sur du corail provenant du Honduras britannique, que les agglomérés de corail et de chaux éteinte étaient plus résistants que ceux faits avec du ciment de Portland.

Des essais ont été faits et sont encore en cours dans d'autres régions. Sur la demande du Ministère des Travaux et du Logement du Queensland (Australie), la Station Expérimentale de Construction du Commonwealth, située à Ryde (Nouvelle-Galles du Sud), a effectué un certain nombre de tests sur des agglomérés de corail et du sable corallien de Nauru. Bien que les tests sur les agglomérés ne soient pas encore terminés, les tableaux prouvent qu'ils ont une résistance à l'écrasement qui représente une bonne moyenne pour du corail. Les expériences portant sur le sable corallien indiquent que certains sables donnent un travail de bonne qualité et peuvent donc être considérés comme satisfaisants. (La Station Expérimentale fait valoir que ces résultats ont été obtenus avec des échantillons particuliers d'agglomérés de corail et qu'on ne peut en tirer des conclusions en ce qui concerne d'autres matériaux qui ne seraient pas identiques aux échantillons utilisés).

Dans l'île de Guam, des entrepreneurs ont utilisé du béton fait de ciment japonais et d'un mélange de sable corallien et de "cascajo" - (corail métamorphosé broyé). Le cascajo a également été employé pour la construction de routes et de revêtements de berges de canaux. Les agglomérés contenant du sable corallien constituent, paraît-il, un matériau dense et facile à travailler, bien que n'offrant que peu de résistance au feu. En ajoutant de la poussière de pierre à ces mélanges de béton et de sable corallien, on augmente beaucoup leur résistance.

Des expériences ont été effectuées à l'Institut Impérial sur du corail mélangé de boues portuaires (pipeshank) provenant de Belize, dans le Honduras britannique. Elles ont montré que, bien que le "pipeshank" n'ait pas de propriétés durcissantes à l'état naturel, une fois mélangé à de la chaux éteinte (préparée avec du "pipeshank") on pouvait le traiter et en faire des agglomérés suffisamment résistants.

Au cours de recherches faites à Fidji sur les matériaux de construction locaux, on a découvert que le corail des Fidji, la glaise rouge calcinée et le sable de quartz limonitique (sable de la Rewa) constituent, après un traitement approprié "une source potentielle de matériaux de construction doués d'une solidité considérable". Un extrait du bulletin de l'Institut Impérial donne les résultats suivants:

> Glaise rouge calcinée mélangée avec de la chaux hydratée pure et du sable ordinaire: grande résistance à la rupture.

Les mortiers faits de chaux corallienne, de glaise rouge calcinée et de sable quartzeux (sable de la Rewa), acquièrent une résistance considérable avec l'âge. (Résistance à la compression de plus de 2.000 livres anglaises par pouce carré à six mois.)

Les briquettes de sable et de chaux préparées avec 90% de sable quartzeux (sable de la Rewa) et 10% de chaux corallienne hydratée ont une résistance moyenne à la compression de près de 3.000 livres anglaises par pouce carré.

Tous ces résultats sont extrêmement encourageants, mais ne signifient pas nécessairement qu'un corail impropre à l'utilisation directe dans la construction puisse automatiquement être utilisé pour faire du béton. L'emploi de corail de mauvaise qualité pourrait avoir des conséquences regrettables. On doit tout d'abord effectuer un certain nombre d'essais, essais dont l'introduction fait déjà mention.

CONCLUSION

L'expérience pratique et les tests scientifiques prouvent nettement que certains types de corail peuvent être utilisés avec succès, sous une forme ou sous une autre, comme matériaux de construction, sinon directement, du moins en agglomérés légers de densité moyenne.

Mais on ne doit pas perdre de vue le fait que les qualités varient beaucoup d'un corail à l'autre. Le corail d'une région quelconque doit faire l'objet d'une étude sérieuse avant qu'il puisse être déclaré propre à la construction: l'expérience acquise dans d'autres parties du monde indiquent néanmoins que ces études méritent d'être faites.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Imperial Institute Bulletin 1940. 38(2) 217-24.
(Coral as a building material in British Honduras).
Rend compte des recherches faites sur le "pipeshank" (corail mélangé à de la boue portuaire) de Belize, dans le Honduras britannique. Le rapport décrit la préparation de chaux à partir du "pipeshank" et donne des suggestions pour la fabrication de briques.

Imperial Institute Bulletin 1939. 37(3) 434-40.
(Artificial pozzolana and sand-lime bricks from Fijian raw materials).
Décrit les expériences effectuées sur du corail de Fidji, de la glaise rouge et du sable de la rivière Rewa pour essayer d'obtenir une pouzzolane pouvant être utilisée avec de la chaux. L'auteur décrit la préparation de mélanges de chaux et de pouzzolane comme une opération assez simple et estime que le procédé ne serait pas onéreux.

Engineering News Record 1926. 97(3) 106.
(Difficulties of construction work on the island of Guam).
Article illustré rédigé par un ancien officier de la Marine Nationale des Etats-Unis. Cet article mentionne l'utilisation de sable corallien et de corail métamorphosé broyé dans le béton. Des photographies montrent un bâtiment et des revêtements de berges de canaux pour lesquels on a employé ces matériaux.

Engineering News Record 1945. 135. no. 6, pp. 174-180.
(Coral - a good aggregate in concrete).
Article de sept pages écrit par un officier des "Seebees" et décrivant comment le corail a été employé par les forces armées des Etats-Unis pendant la campagne du Pacifique. En dépit de l'absence de tests en laboratoire et malgré les moyens de fortune, le corail s'est avéré un matériau des plus précieux pour la construction d'emplacements de canons, d'incinérateurs, de réservoirs etc.., et, bien que le mortier ait été délayé à l'eau de mer, les ouvrages étaient encore debout après plusieurs années.

Engineering News Record 13 juillet 1944. vol. 29.
("Characteristics of coral deposits" par Harold T. Stearns).
Mission géologique américaine. Décrit différents types de corail et en indique l'utilisation pour la construction de bases avancées dans le Pacifique pendant la guerre.

American Concrete Institute Journal 1944. 16. proc. no. 39, no. 1, pp. 53-55.
Décrit la construction de réservoirs en béton pré-éprouvés, avec du corail et du calcaire poreux. Un mélange de pouzzolane a été ajouté

pour réduire la teneur en eau et augmenter la densité, et les réservoirs ont ensuite été utilisés par la Marine Nationale des Etats-Unis.

Colonial Geology & Mineral Resources vol. 1. no. 2 pp. 152-163
(Building materials from St. Vincent (clay, volcanic rocks, sand and coral) par F.R. Stacey et W.O.R. Wynn).
Publié par l'Imprimerie Nationale du Gouvernement Britannique.
Compte-rendu des expériences faites avec des matériaux provenant de St. Vincent, dans les Antilles britanniques. Le corail de St. Vincent a été calciné, puis éteint et séché, et a donné une bonne chaux grasse hydratée qui a ensuite été employée avec les autres matériaux: roche volcanique décomposée, cendres volcaniques grises, tuf volcanique et sable fin - pour essayer d'obtenir une bonne pouzzolane.

American Concrete Institute Journal septembre 1943. v.15. pp. 61-5.
(Use of coral aggregate, par Ben E. Nutter).

American Concrete Institute Journal avril 1946. v.17. pp. 547-551.
(Concrete at advance bases, par I.S. Rasmussen).

Interim Report. Department of Engineering: Queensland University
(Coral sand as a material for concrete making, par G.H. Francey).

Le Journal du Bâtiment 21 mai 1948.
Avec une réclame illustrée décrivant l'extraction du calcaire tendre à Bonneuil en Valois, France.

Civil Engineering 1951. 1. (13), 1184-8
(Engineering problems in the tropics. C.B. Andrews).

Woodhouse, W.M.
Note on quarrying and use of Barbados coral.
Préparé pour le 'Colonial Office', 30 septembre 1949.

Tests on Concrete containing Florida Ojus Rock Public Roads. 1944.
23 No. 12, pp. 315-318.

On the Ocean's Bosom Unespied. Fello Atkinson et Will Onions.
Architectural Review, 107 No. 642 (juin 1950) pp. 405-416.
(Décrit l'utilisation de la roche corallienne aux Bermudes).

Inventory of the Barbados Rocks and their possible utilization
A. Senn. Bulletin No. 1 (Nouvelle Série) du Ministère de la Science et de l'Agriculture de Barbades, janvier 1944.

****