

ARTICLE TECHNIQUE

LES ÉCO-MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION SONT-ILS ADAPTÉS AU CLIMAT TROPICAL LOCAL ?

Rédigé par Jim NOURRY
Ingénieur de projets chez Qualitropic

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION NATURELS ET ÉCO-MATÉRIAUX : QU'EST-CE QUE C'EST ?

Les matériaux de construction naturels sont issus de la nature, ils ne sont pas ou peu transformés par l'homme et leur composition simple comporte peu d'éléments.

Ex : La **botte de paille isolante**, la **brique de terre compressée**, la **laine de mouton isolante**, le **bois**.

MIEUX COMPRENDRE

Les **éco-matériaux** sont définis par leur impact environnemental faible. Ils peuvent être naturels ou non. Afin d'être le **moins impactant possible**, ces matériaux peuvent être fabriqués grâce à des procédés respectueux de l'environnement, avec des matières premières naturelles ou recyclées renouvelables, proche de leur lieu d'utilisation finale et en intégrant un itinéraire de fin de vie vertueux. Un éco-matériau ne doit pas être nocif pour la santé.

Les **matériaux bio-sourcés**, sont des matériaux fabriqués avec une grande part de ressources végétales ou animales. De même, les **matériaux géo-sourcés**, sont fabriqués à partir de ressources minérales. S'ils sont fabriqués localement à partir de ressources renouvelables, ce sont des éco-matériaux.



L'impact environnemental des matériaux est calculé lors de l'Analyse de son Cycle de Vie (ACV), de l'approvisionnement de chaque matière première à la fin de vie du produit fabriqué et peut être exprimé en tonne équivalent CO2 (teqCO2).

Les **matériaux de construction bio/géo-sourcés** fabriqués localement à partir de ressources renouvelables permettent de diminuer grandement l'**impact environnemental** des bâtiments. En particulier, les matériaux biosourcés permettent le « stockage du carbone » car la matière végétale carbonée qui les compose a été produite avec le CO2 de l'atmosphère par des processus naturels comme la photosynthèse. En se substituant aux matériaux classiques, dits pétrosourcés, ils permettent de **baïsser le bilan carbone** cumulé du bâtiment. La fabrication locale de ces matériaux est cruciale, car elle permet d'éviter l'importation d'éco matériaux qui ne le sont plus à cause des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) liées à leur transport.

LE CLIMAT LOCAL

En raison de l'influence modératrice de l'océan, la Réunion présente une pluralité de microclimats. À l'ouest, le climat est caractérisé par des conditions chaudes et sèches, tandis qu'à l'est, il est chaud et humide. Dans les reliefs élevés des Hauts et des cirques, un climat humide et frais domine. Les matériaux de construction doivent donc **être performants** été comme hiver contre les fortes températures des bas et les faibles températures des Hauts dans une humidité relative élevée.



LE CONFORT D'ÉTÉ

En été, le confort consiste à rester frais à l'intérieur malgré la chaleur extérieure. Plusieurs éléments influencent ce confort :

- La température l'air
- La vitesse de l'air
- L'épaisseur des parois
- L'orientation du bâtiment
- Les caractéristiques des matériaux

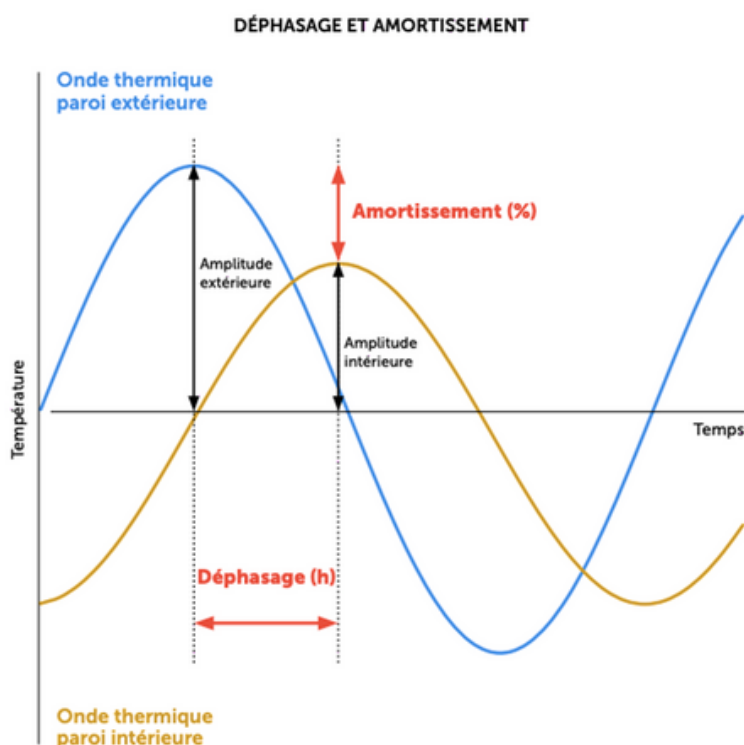


LES PRINCIPES BIOCLIMATIQUES

Il est crucial, pour un bon confort d'été, d'appliquer les principes de construction bioclimatiques :

- Concevoir le bâtiment par rapport à l'ensoleillement
- Mettre en œuvre des parois à fort déphasage thermique
- Isoler l'enveloppe du bâtiment
- Protéger le bâtiment du rayonnement direct
- Favoriser la ventilation naturelle et les transferts hygrométrique (matériaux respirants)

Il faut ralentir l'entrée du pic de chaleur à l'intérieur du bâti jusqu'à la nuit, lorsqu'il est possible de rafraîchir le bâti grâce aux ouvertures tous en diminuant l'intensité du pic de chaleur. Il faut cumuler le déphasage thermique à l'atténuation thermique.



DÉPHASAGE THERMIQUE :

Un matériau est caractérisé par sa conductivité thermique (λ), sa masse volumique (ρ) et sa capacité thermique massique (c). Ces trois grandeurs permettent de calculer :

- La **diffusivité thermique**, capacité à transférer la chaleur : $\alpha = \lambda/\rho c$
- L'**effusivité thermique**, capacité à absorber la chaleur : $E = \sqrt{\lambda \cdot \rho \cdot c}$

Pour un grand déphasage thermique et un grand confort d'été, un matériau doit **absorber et stocker** beaucoup de chaleur mais transférer peu de chaleur. Une grande effusivité associée à une faible diffusivité.

**On remarque aussi que la conductivité thermique est moins importante que la masse volumique ou que la capacité thermique du matériau.*

Les **matériaux biosourcés** sont particulièrement **adaptés à notre climat chaud** puisqu'ils affichent des valeurs de déphasage thermique très élevées. En effet, l'effusivité thermique des isolants biosourcés est **1,5 à 3,5 fois plus grande** que celle des isolants minéraux (laine de verre/roche) ou pétrosourcés (Polystyrène). Aussi leur diffusivité thermique est **1,5 à 6,5 fois plus petite** que celle des isolants minéraux et pétrosourcés, alors que leur conductivité thermique (λ) est comparable.

Tableau comparatif des temps de déphasage de certains matériaux isolants :

| | DIFFUSIVITE (m ² /s) | EFFUSIVITE (J.K-1.m-2.s-1/2) | DÉPHASAGE (heures) | CONDUCTIVITE (W/m.K) |
|---------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| ISOLANT BIOSOURCE | 3,6 - 1,6 | 63 - 93 | 7-10,5 | 0,036 - 0,044 |
| ISOLANT MINERAL | 6,4 - 8,8 | 34 - 41 | 4,5 - 5,5 | 0,032 - 0,046 |
| ISOLANT PETROSOURCE | 7,6 - 10,5 | 26 - 37 | 4-5 | 0,023 - 0,038 |

Source : Livre Blanc - CONFORT D'ÉTÉ : L'ATOUT DES BIOSOURCÉS
<https://www.batiment-biosource.fr/>

MATÉRIAUX BIOSOURCÉS ET HUMIDITÉ

Dans les **zones humides de la Réunion**, principalement l'est de l'île, les hauts (altitude > 400m), et les zones d'altitude (altitude > 600m), les bâtiments sont plus sujet au risque de développement de **moisissures** et de **dégradation** due à la présence d'eau. Ainsi la mise en œuvre des matériaux en chantier et le traitement de l'étanchéité à l'eau et à l'air de l'enveloppe doit être particulièrement soignée. En particulier, le drainage des eaux de ruissellement participant à l'évacuation des eaux pluviales ainsi que l'élévation du bâti afin de limiter le contact au sol et les remontées d'humidité par capillarité sont des dispositions désirables pour limiter la sinistralité liée à l'humidité.

La **condensation**, phénomène par lequel l'humidité présente dans l'air se transforme en gouttes d'eau sur les parois froides, doit être évitée afin de garder un environnement intérieur confortable et sain. Dans un environnement froid et humide, l'**isolation bio-sourcée** permet de maintenir une **température** de surface **plus élevée** et constante évitant ainsi la condensation.

En situation de haute humidité, il faut concevoir des **bâtiments ventilés** qui « respirent » favorisant ainsi les transferts de vapeur d'eau. Le **coefficient de résistance à la diffusion de vapeur (μ)** d'un matériau indique la difficulté avec laquelle la vapeur traverse ce matériau comparé à l'air. Exemple : Polystyrène expansé $\mu \approx 70$: La vapeur d'eau passe 70x plus difficilement que dans l'air.

La majorité des **matériaux biosourcés** ont un coefficient de résistance à la diffusion de vapeur compris entre **1 et 5**. La vapeur d'eau traverse facilement ces matériaux, ce qui permet de concevoir des parois perspirantes.

La mise en œuvre d'une **paroi perspirante** est différente d'une paroi classique avec des matériaux étanche à la vapeur d'eau. Dans une paroi perspirante, il faut utiliser des matériaux de plus en plus perméables à la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur. La plupart des **matériaux d'isolation biosourcés** sont perspirants (laissent passer la vapeur d'eau) mais aussi **hygroscopiques** (échangent de la vapeur d'eau). Ils agissent alors comme régulateur d'humidité permettant d'avoir un taux d'humidité constant le bâtiment et un confort hygrothermique augmenté.



Les matériaux biosourcés doivent être mis en œuvre dans le respect des règles de la construction, en portant notamment une grande attention lors de la phase chantier à respecter leur taux d'humidité lors de la pose.

Aussi les matériaux biosourcés, peuvent être traités contre le développement **fongique** et les **moisissures**. Le bois par exemple, est traité selon son exposition à l'eau et au soleil lors de son utilisation, comme la ouate de cellulose utilisée dans les hauts de l'île en climat humide et les isolants en fibres de bois ou en paille utilisés en France Métropolitaine en hiver.

qualitropic
la bioéconomie des Outre-mer

BIOTOOL
10 matériaux de construction locaux biosourcés

MARS 2024
RÉALISÉ PAR JIM NOURRY



GÉNÉRALITÉS

Les **matériaux de construction biosourcés** sont souvent utilisés en tant qu'**isolants**. En effet, ils sont très performants pour le confort d'été, grâce à leurs propriétés de **diffusivité** et **d'effusivité** mais aussi efficaces en hiver par leur grande **résistance thermique**. Ils peuvent être écologiques et diminuent l'impact environnemental du bâti, lorsqu'ils sont fabriqués localement avec des ressources renouvelables.

D'autres matériaux ou produits du bâtiment peuvent être biosourcés et écologiques. Afin d'informer sur le potentiel local de fabrication de ces matériaux, Qualitropic a réalisé le guide **Biotool : 10 matériaux de construction biosourcés locaux**

Les matériaux de construction peuvent être fabriqués à partir de **biomasse brute** à moyennement transformée. Au plus la biomasse est travaillée, traitée, façonnée en un produit de construction au plus le coût environnemental et financier peut être élevé.

DES MATÉRIAUX BRUTS OU PEU TRANSFORMÉS :



L'ISOLATION EN PAILLE PRESSÉE

La paille de blé est utilisée en France métropolitaine pour l'isolation des bâtiments. Considérée comme technique courante car couverte par les règles professionnelles de la construction en paille, l'isolation paille est l'isolation biosourcée écologique par excellence.

La paille se présente sous forme de balles rectangulaires de petite taille et de densité élevée, la taille permet le remplissage aisé d'une ossature bois et la densité permet de lutter contre les nuisibles et la propagation des flammes en cas d'incendie.

C'est une isolation performante avec :

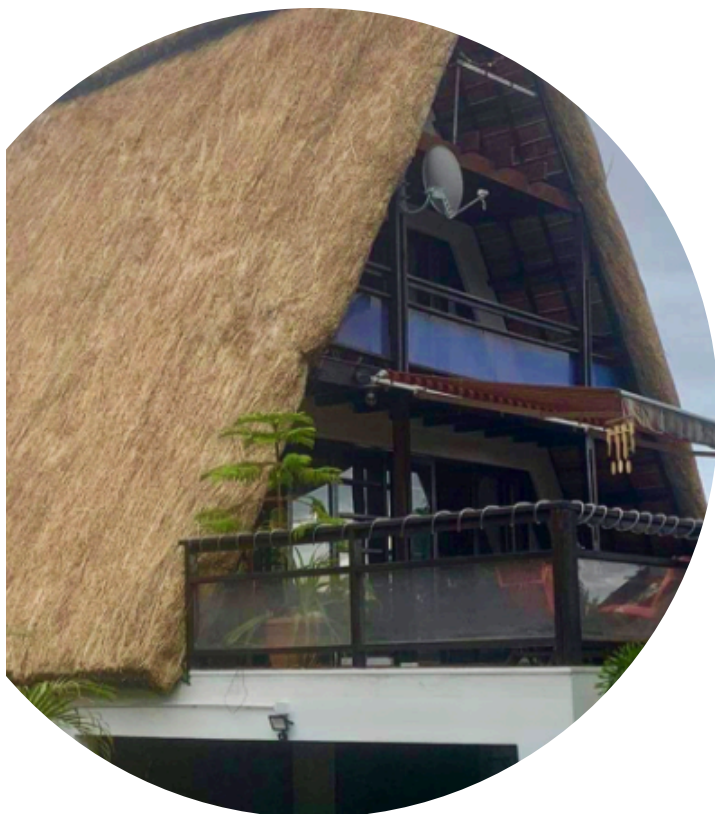
- **Conductivité thermique** : 0.048 W/(m.K)
- **Déphasage** : 12 à 16 heures (fonction de l'épaisseur posée)
- **Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur** : 1,15 (très respirant)
- **Durée de vie constatée** : 60 ans +

LA COUVERTURE EN CHAUME DE VÉTIVER

La **technique du chaume** est historique à la Réunion, toujours d'actualité aujourd'hui, elle est maîtrisée par une seule entreprise locale : Paille en toit. Le chaume d'aujourd'hui intègre tous les éléments permettant d'assurer une étanchéité ainsi qu'une isolation parfaite de la toiture. L'utilisation d'un pare-pluie hautement perméable à la vapeur d'eau, le système de maintien par filet polymère et l'épaisseur posée, en font l'une des **solutions de couverture les plus écologiques et performantes** disponibles sur l'île.

La toiture offre un déphasage thermique mesuré de **12 heures**, favorisant ainsi le confort d'été. Bien que le chaume ne soit pas couvert par DTU et règles professionnelles à la Réunion, les projets de toitures complètes peuvent être pris en charges par les assurances.

Ce système constructif nécessite peu de transformation de la matière première, la récolte mécanisée associée à un stockage efficace de la matière peut permettre d'industrialiser ce procédé. Bien qu'il ne soit pas ignifugé ni antifongique, c'est un produit de construction prometteur, dont la production locale peut encore croître et pour lequel l'offre ne comble pas encore la demande.



DES MATÉRIAUX PLUS TRANSFORMÉS :

L'ISOLATION EN OUATE DE CELLULOSE

Fabriquée principalement à **base de papier journal**, la **ouate de cellulose** est un isolant performant, ignifugé et résistant aux moisissures, champignons et aux nuisibles. La ouate de cellulose est **disponible à la Réunion**. Elle est posée par des entreprises spécialisées et peut être projetée humide entre des montants d'ossature, insufflée en plafond rampants ou soufflée en combles perdus.

Ces caractéristiques thermiques sont très bonnes :

- Conductivité thermique : 0.039 - 0.042 W/(m.K)
- Déphasage : 9 - 11heures (fonction de l'épaisseur posée)
- Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur : 1-3 (très respirant):
- Durée de vie constatée : 50 ans +

La fabrication de la ouate de cellulose nécessite une ligne de production complète, incluant des équipements de tri du papier recyclé entrant, de broyage et de défibrage de la matière. La ouate est traitée aux sels minéraux ce qui assure sa durabilité. La production locale de ouate de cellulose à partir de papier recyclé permettrait de clore la boucle de l'économie circulaire pour les déchets de papier et carton produits sur l'île.



LE PANNEAU DE PARTICULES

Les panneaux de particules peuvent être utilisés en ameublement, comme parement ou comme élément structural du bâti, utilisés de manière courante à la Réunion ils sont **totalemt importés sur l'île**.

Les panneaux de particules sont fabriqués à partir de **bois recyclé**, issus de la déconstruction des bâtiment bois, des connexes de scieries, de déchets bois divers. Leur procédé de fabrication implique plusieurs étapes industrielles de tri, de broyage en copeaux, d'encollage, de nappage et de pressage à chaud. L'investissement nécessaire pour la fabrication de panneau de particules est considérable, il comprend l'approvisionnement des machines pour la ligne de production et la certification des panneaux produits.

Dans le **guide BIOTOOL** nous traitons, en détail, d'autres matériaux :

- Bardeaux de bois
- Isolation en panneaux souple
- L'enduit végétal
- La brique de terre compressée
- Le carreau de plâtre
- L'ossature en bambou

Ces matériaux **n'étant pas fabriqués localement**, la viabilité technico-économique de leur fabrication locale reste à étudier au cas par cas.

Pour en savoir plus , n'hésitez pas à contacter notre ingénieur de projets spécialisée dans les matériaux biosourcés.

Votre contact Matériaux Biosourcés



Jim NOURRY
Ingénieur Matériaux
jim.nourry@qualitropic.fr



GENERATEUR D'INNOVATIONS

 **Suivez nous**



Qualitropic



Qualitropic



qualitropic.fr



Qualitropic



Le KUB Bâtiment C
6 rue Albert Lougnon 97490 Sainte-Clotilde



Tél. 0262 97 10 88
Fax. 0262 29 58 69



vladislav.kyulavski@qualitropic.fr