

OUTRE-MER

# ADAPTER LES BÂTIMENTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

TEXTE : PHILIPPE HEITZ  
PHOTOS ET ILLUSTRATIONS : ANCO,  
ENDEMIK, ISABELLE LACAZE/CSTB,  
LE POULAILLER, OC2 CONSULTANTS,  
JÉRÔME VUILLEMIN/CIRBAT

Pour améliorer les bâtiments d'Outre-mer face au changement climatique, de nombreux acteurs travaillent à développer des solutions constructives adaptées aux spécificités locales. Exemples de projets lauréats d'un appel à projets du Programme d'action pour la qualité de la construction et la transition énergétique (Pacte).

# BÂTIMENTS ET CLIMATIQUE

*Photo © OC2 Consultants*

En climat tropical, la terrasse couverte est un espace de vie protecteur contre le soleil et les intempéries.



1 Photo © Endemik



2 Photo © Endemik

L'été caniculaire 2018 aura pu donner aux habitants de la métropole une idée de l'inconfort des habitations sous un soleil de plomb. Les départements ultramarins doivent en plus faire face aux agressions d'une atmosphère souvent très humide, parfois saline et corrosive, se prémunir contre les moisissures, les termites, résister aux cyclones et aux tremblements de terre. Les techniques, les matériaux et les produits importés de métropole sont parfois peu, voire pas du tout, pertinents en situation tropicale. En outre, leur usage hors métropole est souvent exclu du champ normatif, compliquant la tâche des prescripteurs et des entreprises quant aux garanties assurantielles. Le boom de la climatisation lors des deux dernières décennies est une réponse complètement contradictoire avec la lutte contre le réchauffement climatique, par sa consommation importante d'électricité. Face à ce constat, aux Antilles, à la Réunion, en Guyane, à Mayotte, en Polynésie et en Nouvelle-Calédonie, des projets voient le jour pour améliorer les connaissances et développer des outils pratiques en direction des professionnels du bâtiment et des maîtres d'ouvrage. C'est un travail de fond, soutenu à hauteur de près de 4 M€ pour 28 projets ultramarins, par le programme Pacte (1), administré par l'AQC (Agence qualité construction). Illustration de ce travail de longue haleine au travers de six exemples.

### Réhabiliter par une varangue en extension

Le projet Convex (pour Confort d'une varangue en extension) vise à proposer aux bailleurs sociaux de l'île de la Réunion une solution de réhabilitation en filière sèche permettant une extension en façade des logements, l'agrandissement des espaces à vivre, l'amélioration du confort thermique sans détériorer l'acoustique des logements, une meilleure performance énergétique diminuant les charges locatives, ainsi que la réduction des coûts et de l'impact environnemental de la réhabilitation. Le moyen ? Rapporter en façade une varangue, terrasse couverte fermée sur deux ou trois côtés, en structure métallique légère avec habillages modulables en bois. Pour s'affranchir des contraintes de sol, la structure serait si possible

**“Aux Antilles, à la Réunion, en Guyane, à Mayotte, en Polynésie et en Nouvelle-Calédonie, des projets voient le jour pour améliorer les connaissances et développer des outils pratiques en direction des professionnels du bâtiment et des maîtres d'ouvrage”**

(1) L'ensemble des projets est consultable à l'adresse <https://www.programmepacte.fr/projets-soutenus>.

non fondée, portée par la façade existante. Dans le cas où celle-ci ne pourrait supporter seule cette charge, une alternative mixte avec poteaux fondés et ancrage en façade serait étudiée.

Le projet de recherche Convex cible explicitement la réhabilitation lourde des quelque 5000 logements sociaux inscrits dans les six nouveaux périmètres de renouvellement urbain créés dans six communes, toutes situées dans les bas de l'île, donc toutes en climat chaud. Pour autant, les conditions climatiques sont bien différentes selon la localisation de ces villes. Au nord, Saint-Denis ne prend pas les alizés de plein fouet, qui soufflent d'est en hiver. Son climat est moyennement humide. À l'est, Saint-Benoît et Saint-André affrontent un climat très venteux et humide. Au sud, Saint-Pierre, très soumis aux embruns, subit de forts vents l'hiver. À l'ouest, à l'abri du relief, Le Port bénéficie d'un climat très sec, sans vent. Pour protéger les façades des vents forts, le projet prévoit donc d'adapter l'habillage bois de la varangue à son exposition au vent. En revanche, quelle que soit leur localisation, les villes côtières reçoivent le jour une brise venant de la mer, la brise de mer, et la nuit une brise descendant des montagnes du centre de l'île, la brise de terre. Ces brises, de vitesse modérée, sont très utiles pour le confort thermique des logements, à condition qu'elles puissent les traverser : un flux d'air de vitesse 1 m/s (3,6 km/h) génère une baisse de température ressentie par la peau de 4 °C. « Les logements sociaux n'étant pas climatisés, ils ont été la plupart du temps conçus pour être traversés par ce flux d'air. Le parc présente déjà un grand nombre de logements traversants, c'est un point fort pour la réhabilitation proposée », souligne Magalie Munier, architecte de l'atelier Endemik situé à Saint-Denis, et coordinatrice du projet Convex.

Bien qu'il n'existe pas pour la Réunion de réglementation thermique applicable à la réhabilitation, les porteurs du projet l'inscrivent en cohérence avec les outils et réglementations existants : RTAA DOM (Réglementation thermique, acoustique et aération obligatoire pour les logements neufs dans les DOM), outil Perene (pour Performances énergétiques des bâtiments à la Réunion), Batipei (label pour l'amélioration thermique en réhabilitation de logements).



Contrairement à la RT 2012 applicable en France métropolitaine, qui pousse à concevoir des logements étanches à l'air, la RTAA DOM (2) incite à la ventilation naturelle des logements, par des flux traversants via des ouvertures correctement dimensionnées, ainsi qu'à la pose de protections solaires. L'adjonction de la varangue sur la façade existante conduit donc à une étude aérodynamique des ouvertures et des habillages en fonction de leur exposition au vent et aux brises, pour optimiser la ventilation naturelle d'un logement ouvert sur l'extérieur, tout en le protégeant des intempéries. La varangue, terrasse couverte, servira également de protection solaire mettant à l'ombre la façade par ses planchers haut et bas et par ses joues. L'amélioration du confort thermique sera significative, à condition que leurs matériaux n'absorbent pas eux-mêmes la chaleur solaire, par une couleur sombre par exemple. Les parois de la varangue devront être configurées en fonction de l'exposition des bâtiments et de l'orientation des façades : sous le vent ou au vent, avec apports solaires à l'horizontale à l'est et à l'ouest, au contraire du nord et du sud avec un soleil à la verticale. La simulation thermique dynamique permet de calculer les flux de chaleur en fonction de ces paramètres.

Le parc social des années 1960-1970 offre des séjours très petits (16 m<sup>2</sup>). L'extension du logement par la varangue a pour objectif de créer un nouvel espace à vivre, avec salle à manger et cuisine extérieure, correspondant au mode de vie réunionnais. « C'est là où l'on vit », témoigne l'ingénieur Nicolas Adam, de l'atelier Endemik. Ce nouvel espace extérieur privatif, dont les logements existants sont parfois dépourvus, accueillera également un volume abritant machine à laver, séchoir à linge et chauffe-eau solaire. Ce volume intégrera les réseaux créés pour la réhabilitation : chute d'eaux pluviales, eaux usées, eau chaude sanitaire entre autres. Le confort acoustique est une préoccupation dès la conception, pour affaiblir les bruits d'impact et les bruits aériens venant du voisinage et de l'extérieur.

Le projet Convex vise à proposer aux bailleurs une solution de réhabilitation à coût maîtrisé, réduisant les impacts économiques, environnementaux et sociaux de la réhabilitation lourde. « La solution béton a jusqu'ici été la plus employée en réhabilitation, mais



**1 Saint-Denis (La Réunion) : immeuble de 140 logements sociaux avant réhabilitation.**

**2 Le même immeuble après extension de varangue, création d'ateliers d'artistes et de jardins partagés. Projet Camélias primé au OFF du DD 2015.**



**3 Saint-Pierre (La Réunion) : réhabilitation de 167 logements sociaux avec extension de varangue en béton. Projet Bons Enfants labellisé Batipei. Atelier d'architectes Endemik.**

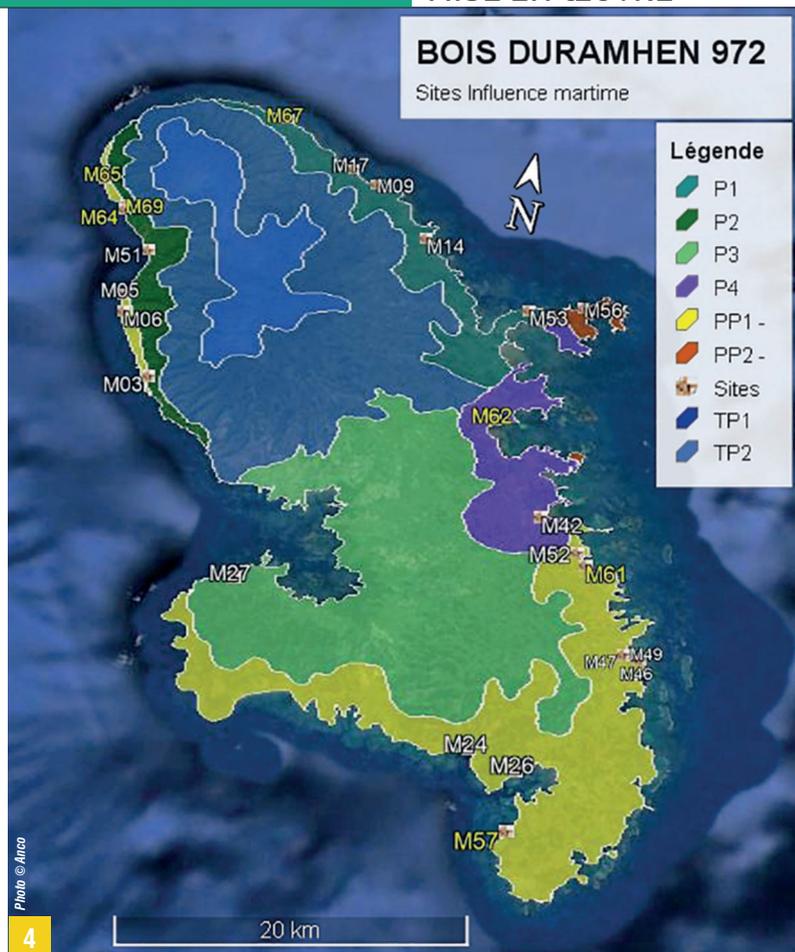
(2) Les principes et objectifs de la RTAA DOM sont disponibles sur : [www.rt-batiment.fr/batiments-neufs/reglementations-specifiques-dom/presentation.html](http://www.rt-batiment.fr/batiments-neufs/reglementations-specifiques-dom/presentation.html).

elle entraîne des nuisances en site habité», explique Nicolas Adam. Une structure métallique légère et préfabriquée apporte une rapidité d'exécution des travaux, tout en diminuant poussières, bruit et déchets. Recouler du béton 50 ans après la construction des immeubles, voire démolir pour reconstruire, aurait bien plus d'impacts pour les habitants et l'environnement. Autre progrès social et environnemental programmé : la production solaire d'eau chaude sanitaire diminue les charges locatives.

Si l'idée de départ du projet Convex paraît simple, on aura compris que son aboutissement demande une somme de compétences à tous les niveaux pour répondre aux besoins des locataires et des bailleurs, et pour concevoir, calculer, fabriquer et diffuser une solution constructive efficace, adaptable aux multiples configurations de l'existant, et reproductible. La construction doit aussi tenir compte des exigences réglementaires en termes de sécurité incendie, parasismique et accessibilité PMR.

Les initiateurs réunionnais du projet, l'atelier d'architectes Endemik et l'entreprise de construction métallique CMOI, ont constitué un groupement réunissant leurs savoir-faire locaux avec les bureaux d'études techniques Ginger (géotechnique), Cotel (ingénierie thermique et fluides), Auditorihome (acoustique) et Dides (contrôle technique). Au terme du projet Convex, au printemps 2019, le groupement veut livrer un dossier comparable à un dossier de consultation des entreprises, avec les pièces graphiques, les notices techniques et les estimations concernant l'ossature primaire, les habillages et les aménagements intérieurs de Convex. Avec le souci d'être compréhensible à la fois par les maîtres d'ouvrage, les maîtres d'œuvre et les entreprises. Au-delà de l'appel à projet Pacte, l'équipe souhaite réaliser une opération témoin pour promouvoir la construction en filière sèche auprès des bailleurs, des locataires et des maîtres d'œuvre.

Améliorer le confort des logements en climat tropical avec des économies d'énergie, de matière, de travaux, sans béton ni climatisation, en valorisant les compétences et les emplois locaux : la traditionnelle varangue peut être une réponse d'avenir face au réchauffement climatique. >>>



### Faciliter l'usage du bois en Martinique

Bois Durahmen 972, pour « bois durabilité aménagement humidité dans son environnement en Martinique ». Ce titre quelque peu codé recouvre un projet de recherche porté par le bureau de contrôle technique Anco et l'entreprise de charpente S3CB, basés en Martinique. La motivation initiale du projet vient d'un constat de carence de connaissance du taux d'humidité des bois mis en œuvre dans les Antilles. L'enjeu ? En l'absence de cartes de la Martinique et de la Guadeloupe permettant de prévoir le taux d'humidité qu'atteindront les bois d'œuvre sur un site donné, les prescripteurs et les bureaux de contrôle ouvrent le parapluie et placent par défaut les structures en bois en classe de service 3, la plus exigeante

(3) La classe de service 1 correspond à une humidité moyenne d'équilibre du bois inférieure ou égale à 12 %, la classe 2 à une humidité moyenne d'équilibre du bois inférieure ou égale à 20 % et la classe 3 à une humidité moyenne d'équilibre du bois supérieure à 20 % pour des durées non négligeables.

pour le dimensionnement des éléments en bois selon les normes techniques de l'Eurocode 5 (3). La classe de service 3 contraint à l'emploi d'essences résistantes naturellement à l'humidité, ou à recourir à des traitements biocides et à des sections plus importantes, d'où des surcoûts estimés par S3CB en 2015 de l'ordre de 20 à 30 % par rapport à une classe de service 2, moins exposée à l'humidité de l'air en durée et en taux de vapeur d'eau dans l'air. L'ingénieur Paul Quistin, du bureau de contrôle Anco, explique la démarche du projet. « Les ingénieurs de bureaux d'études, comme les contrôleurs techniques en fin de parcours, ont besoin d'éléments pour donner un avis sur un dimensionnement et pour prendre une décision argumentée. Les structures bois reviennent plus cher en classe 3 qu'en classe 2, c'est un frein à l'utilisation du bois aux Antilles, alors que le bois, matériau peu transformé, a beaucoup d'atouts en termes d'énergie grise, de performances thermiques et de résistance aux séismes. Ce qui explique un regain d'intérêt pour la construction bois depuis une quinzaine d'années, alors que l'habitat traditionnel en bois avait décliné, souffrant d'une image sociale dévalorisée et de la crainte des risques d'incendies et de cyclones. Il y a en outre un potentiel énorme de production en Guyane, avec une relance de la filière par l'ONF (Office national des forêts). Le projet de recherche a pour objectif d'établir une cartographie précise des classes de service des bois en Martinique, pour déterminer les zones dans lesquelles les constructions pourront répondre aux exigences de la classe 2. »

Les mesures sont effectuées sur des constructions réparties sur les huit zones météorologiques définies par Météo France. Les sites sont caractérisés par leur altitude, leur environnement et l'âge de la construction. Les éléments bois sont caractérisés par leur massivité, le type de revêtement, l'essence, l'emplacement, l'orientation, l'exposition des faces. Le taux d'humidité relative de l'air et les paramètres de l'air sont relevés en extérieur sous abri, et le taux d'humidité des éléments en bois mesuré. Les périodes durant lesquelles le taux d'humidité des bois est supérieur à 20 % sur une période consécutive de deux mois sont identifiées. Dans ce cas, le site est identifié en classe de service 3. Dans le cas contraire, la classe de service 2 est retenue.

Les résultats complets de l'étude ne seront connus qu'en 2019, mais Paul Quistin relève déjà les tendances. « On mesure souvent beaucoup d'humidité dans les zones maritimes exposées au vent dominant d'est. Sous le vent, sur la côte Ouest, l'air est plus sec et la classe 2 peut parfois s'appliquer. Il faut se garder de généraliser, car on note beaucoup de microclimats liés au relief collinaire, aux cours d'eau et aux fonds de vallée sans soleil. »

### Produire des isolants biosourcés locaux

Isobiodom, pour « Isolants biosourcés dans les Départements d'outre-mer », vise à étudier à la Réunion la performance hygrothermique et la durabilité vis-à-vis des moisissures et des termites des isolants biosourcés. L'étude est menée en partenariat par le Centre d'innovation et de recherche du bâti tropical



Photo © Cirbat 6



Photo © Cirbat 7



Photo © Cirbat 8

(Cirbat), situé à la Réunion, par l'institut technologique FCBA et par le CSTB. Il s'agit de comparer, vis-à-vis de ces différents critères, les prototypes de quatre isolants biosourcés issus de végétaux réunionnais, avec deux isolants témoins connus, la laine de verre et la ouate de cellulose. L'intérêt est multiple. «*Même si la majorité de la population vit en dessous de 800 m d'altitude, à l'île de la Réunion il y a aussi des habitations à plus de 1500 m, avec des températures qui passent en dessous de 20 °C et de vrais besoins de chauffage et d'isolation à la fois contre le froid et contre la chaleur*», explique Jérôme Vuillemin, responsable du pôle d'innovation au Cirbat. *L'étude de la sinistralité des bâtiments montre qu'il y a très peu de logements isolés et beaucoup de problèmes de condensation liés aux défauts d'isolation et d'aération. Le développement de moisissures pose un problème sanitaire de qualité de l'air intérieur et de noircissement des surfaces, mais pas vraiment d'atteinte des structures.* »

Aux enjeux sanitaires et de performances thermiques s'ajoutent les enjeux économiques et environnementaux d'une production par des entreprises locales d'isolants tirés de ressources végétales de l'île. Substituer ces isolants biosourcés locaux aux matériaux importés serait une économie d'énergie fossile importante et un développement économique porteur. «*Il y a un gros potentiel de développement local*, souligne Jérôme Vuillemin. *Des industriels sont très intéressés et la ressource disponible. Le choix des isolants à étudier est stratégique. La bagasse, sous-produit fibreux issu de la transformation de la canne à sucre, est aujourd'hui un combustible pour la centrale thermique de l'île. Pour*

#### ◀ En Martinique :

4 **Zonage météorologique et sites de mesures du projet Durahmen 972.**

5 **Mesure du taux d'humidité d'un bois d'œuvre.**

#### ▲ À la Réunion :

6 **Prélèvement de moisissures par FCBA.**

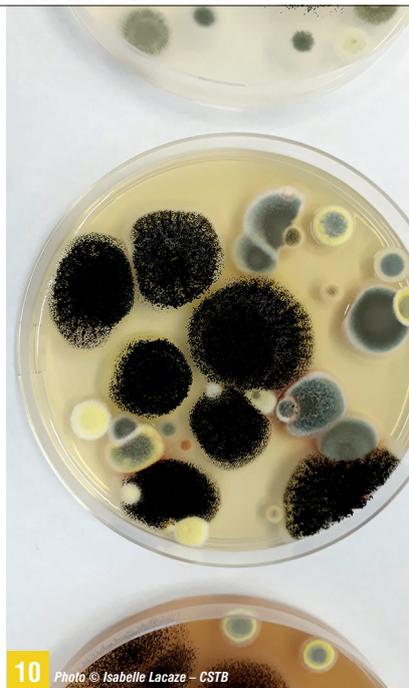
7 et 8 **Échantillons d'isolants biosourcés produits par défibrage de végétaux locaux.**

*couvrir toute la demande annuelle en isolant, il ne suffirait que de 3 à 5 % de ce qui est aujourd'hui brûlé. Le Cryptomeria est un bois de structure, dont on pourrait valoriser les chutes. Transformer le goyavier permettrait de le limiter en le rendant utile. Les grandes tiges de 2 à 3 m du vétiver furent jadis utilisées pour les toits de chaume, mais son développement est dû à la production d'huile essentielle. Il a aussi un grand intérêt contre l'érosion des sols, grâce à son enracinement. Potentiellement, ces matériaux tropicaux et le savoir-faire pourraient s'exporter dans toute la zone Pacifique, les autres DOM, le Brésil... »*

La conductivité thermique de ces quatre matériaux végétaux a été mesurée au laboratoire FCBA de Bordeaux. La matière a été testée sous forme brute, en copeaux, et sous forme défibrée. «*Avec des lambda entre 0,038 W/m.K et 0,049 W/m.K pour la matière défibrée, ces conductivités sont comparables à celles des autres isolants en vrac du marché, biosourcés ou pas*», conclut l'ingénieur construction FCBA Julien Lamoulié. Le défibrage amène, selon les matières, un gain de  $\lambda$  entre 11 % pour la bagasse et 51 % pour le vétiver. L'étude de la durabilité des isolants face aux contaminations par les moisissures a été menée conjointement par les laboratoires de FCBA et du CSTB. Isabelle Lacaze, ingénieure microbiologie du CSTB, explique : «*En amont des essais sur les matériaux, avec ma collègue de FCBA Isabelle Le Bayon, nous sommes parties à la Réunion effectuer des prélèvements pour caractériser la mycoflore existante, qui n'est pas décrite dans la littérature scientifique. En ciblant les matériaux cellulosiques, comme le carton des plaques* » ▶▶▶



9 Photo © Cirbat



10 Photo © Isabelle Lacaze - CSTB



11 Photo © Cirbat



12 Photo © OC2 Consultants

**“Le projet Gepeto (pour Guide des procédés d’enveloppe pour la performance énergétique et thermique des constructions d’Outre-mer) vise à soutenir le développement local de solutions techniques d’enveloppe du bâtiment tropical, performantes énergétiquement”**

de plâtre, nous avons identifié des genres de moisissures peu différents de ceux de la métropole, mais parfois avec des espèces en lien avec un milieu hypersalin. Cette caractérisation de la diversité fongique de l'île va permettre de sélectionner les espèces de moisissures qui serviront à tester, en laboratoire, le comportement des isolants biosourcés destinés à être mis en œuvre localement. Les résultats sur la description de la mycoflore du territoire, sur la colonisation, la dégradation cellulosique des isolants biosourcés, seront publiés au printemps 2019. Le projet prévoit la diffusion d'un guide pratique de mise en œuvre.»

L'évaluation de la durabilité des isolants biosourcés face aux termites de la Réunion est en cours à l'Observatoire régional de lutte anti-termites (Orlat) du Cirbat. L'étude économique menée par FCBA et Cirbat permet d'évaluer la disponibilité des ressources, les coûts d'achat et de transformation, et d'identifier les industriels locaux intéressés.

On le voit, le développement d'une filière de production d'isolants biosourcés tropicaux nécessite en amont un solide socle de recherches scientifiques et techniques.

## Évaluer la virulence des termites des DOM

Mené en parallèle d'Isobiodom par le Cirbat, en partenariat avec FCBA, le projet Viterdom vise à l'évaluation de la virulence des termites des DOM. L'enjeu est d'importance, à la fois par l'action dévastatrice des termites tropicaux, par le manque de connaissances sur les espèces et par l'inadéquation aux DOM des normes européennes. Outre les dégâts aux matériaux cellulosiques dont ils se nourrissent, les termites traversent aisément le polystyrène ou les gaines des câbles électriques : le terme de virulence n'est pas exagéré ! Les connaissances sur les termites du continent européen sont bien établies et la réglementation européenne sur la lutte anti-termites et sur les produits biocides adéquats est fondée sur ces espèces européennes. Celles-ci sont du genre *Reticulitermes*, toutes souterraines (4). Or il existe environ 2800 espèces différentes de termites dans le monde, environ 70 dans les DOM, dont une cinquantaine en Guyane. On trouve dans les DOM des termites souterrains, d'autres arboricoles, et des « termites de bois sec » (genre *Cryptotermes*) qui ne sortent pas des pièces de bois. Les protocoles européens d'essai de la durabilité d'un matériau bois et de seuil d'efficacité de produit de préservation contre les termites reposent sur des essais avec des termites souterrains européens du genre *Reticulitermes*. Ces normes ne sont pas applicables en l'état aux termites de bois sec qui infestent la Réunion, notamment à cause du faible effectif de leurs colonies qui ne permet pas concrètement la réalisation du protocole européen. Le projet Viterdom vise donc à réaliser un inventaire des espèces de termites d'importance économique dans les différents DOM, tester en laboratoire la virulence des espèces de termites des DOM face à différents matériaux et produits de traitement et adapter les protocoles normalisés au contexte des DOM.

L'enjeu environnemental de ces recherches est de lever cet obstacle fort à l'utilisation du bois et des matériaux cellulosiques dans les DOM, et de



9 La Réunion : test de résistance aux termites de *Cryptotermes* défibré.

10 Culture de moisissures de surface prélevées sur des bâtiments de la Réunion.

11 Les termites de bois sec (genre *Cryptotermes*) ne sortent pas des éléments de bois, hors essaimage, ce qui rend leur présence particulièrement discrète.

12 Large débord de toit, casquette, brise-soleil, terrasses couvertes : la protection solaire est prioritaire dans les DOM (ici en Martinique).

diminuer, par une prescription plus fine, l'emploi des insecticides. « Il faut adapter le traitement aux types de termites susceptibles de faire des dégâts », conclut Jérôme Vuillemin.

## Rechercher des procédés d'enveloppe performants

Le projet Gepeto (pour Guide des procédés d'enveloppe pour la performance énergétique et thermique des constructions d'Outre-mer) vise à soutenir le développement local de solutions techniques d'enveloppe du bâtiment tropical, performantes énergétiquement. L'objectif est l'élaboration de deux guides distincts, l'un à destination des industriels, l'autre à destination des prescripteurs. Le premier sera un document d'appui méthodologique, support au développement de produits innovants adaptés au climat des DOM. Le second sera une aide à la décision pour les prescripteurs des procédés d'enveloppe. Le projet est porté par le CSTB et le bureau d'études Explicit Caraïbes, basé en Guadeloupe.

Lionel Bertrand, directeur adjoint du département Énergie et environnement du CSTB, en explique les motivations. « Le contexte insulaire est très particulier : le tissu industriel est trop petit, avec des difficultés à faire de la R&D, le marché est également trop petit, et il n'y a pas assez de prescription de solutions locales. Les solutions à base de produits métropolitains importés sont très chères, souvent inadaptées. Il existe des compétences techniques locales, dans un contexte économique défavorable. Le projet veut doper l'innovation technologique locale, tirer les industriels vers la R&D et, en parallèle, développer le marché, créer un appel d'air par les prescripteurs. La Région Guadeloupe, qui met une pression très forte pour une rationalisation de l'efficacité énergétique des bâtiments, est partenaire du projet. Gepeto fait partie d'un ensemble d'actions pour ouvrir le marché hors Guadeloupe et Martinique, vers la Guyane et les Caraïbes. »

L'ingénieur thermicien détaille la méthode. « Deux équipes de thermiciens du CSTB travaillent à deux échelles différentes. L'équipe "Hygrothermie des ouvrages" étudie les performances des composants des parois opaques, car les industriels sont intéressés par l'étude des matériaux. L'équipe "Énergie-environnement" étudie la performance globale des bâtiments dans une vision systémique énergie et confort thermique, pour les prescripteurs bureaux d'études, maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage qui ont besoin d'éléments pour sélectionner des produits et prendre des risques pour la performance des enveloppes. Notre partenaire Explicit assure en Guadeloupe la concertation locale, le recrutement des participants aux deux groupes de travail, industriels et prescripteurs, la collecte des documents, les événements locaux... L'approche métropolitaine de la performance thermique des parois, très axée sur la résistance thermique avec beaucoup d'isolation, doit être adaptée. La Guadeloupe n'est pas le Jura. Ici, le gradient de température entre intérieur et extérieur n'est jamais très élevé. Ce qui fait mal, c'est le rayonnement solaire >>>>

(4) Lire l'article « Pathologie du bois : prévention, détection et traitement », publié dans le n° 160 de Qualité Construction (janvier-février 2017, page 32).



13 Photo © OC2 Consultants

très puissant : le paramètre physique le plus impactant est le facteur solaire des parois (5). Il y a de la place sur le marché pour des innovations performantes sur cet aspect. En revanche, il existe chez les architectes et les bureaux d'études un savoir-faire local sur la construction bioclimatique. Certaines solutions constructives efficaces telles que les toitures ventilées ne sont plus prescrites, pour des raisons autres que thermiques (insectes, cyclones...). Cela vaut la peine de réétudier ces questions. Pour Gepeto, nous développons aussi un modèle de simulation multicouches de migration de la vapeur. Le résultat des calculs sera présenté sous forme d'une galerie de cas. On constate beaucoup d'erreurs techniques sur le positionnement du pare-vapeur : placé comme en métropole côté intérieur, il entraîne des problèmes de condensation en cas de climatisation. Le projet inclut également le montage d'un banc d'essai pour l'étude du vieillissement de matériaux d'enveloppe.»

À l'échelle des composants des parois, à partir de l'analyse des typologies constructives courantes en Guadeloupe, les thermiciens mesurent la conductivité thermique, l'émissivité, la réflexion solaire des composants de façade et toiture, et calculent les indicateurs de performance thermique que sont la transmission thermique et le facteur solaire. Les risques de pathologie, la condensation par exemple, sont évalués au regard de l'analyse des désordres rencontrés couramment en Guadeloupe : dégradation des surfaces par contaminations fongiques, corrosion,

(5) Le facteur solaire d'une paroi, noté  $S$ , est la proportion de l'énergie solaire reçue qui traverse cette paroi.



13 Martinique : un large débord de toit et une coursive protègent ce bâtiment tertiaire des intempéries et du soleil.



14 Dans les DOM, l'étanchéité des toitures, majoritairement en tôles ondulées et tôles d'acier nervurées, est soumise à rude épreuve. Tout comme celle des façades.

dégâts de nuisibles, empoûssièremement des isolants réfléchissants. Croisées avec les données climatiques, ces caractéristiques des composants mis en œuvre permettent d'évaluer la durabilité des performances thermiques.

À l'échelle du bâtiment, l'étude combine les données de l'étude composants avec les typologies des constructions guadeloupéennes, maisons individuelles, habitats collectifs et bureaux. La modélisation permet d'évaluer la performance thermique et énergétique par le calcul de consommation d'énergie finale avec ou sans climatisation et d'un indicateur de confort thermique sans climatisation. La résistance aux pathologies est également intégrée. Les prescripteurs disposeront au final d'une aide au choix des composants d'enveloppe pour un bâtiment confortable.

### Adapter les normes NF DTU aux DOM

L'adaptation des constructions au réchauffement climatique ne se limite pas à une problématique énergétique : l'augmentation de l'énergie atmosphérique conduit à des pluies et des vents plus intenses. Les moyens d'étanchéité à la pluie et de résistance au vent des bâtiments des zones tropicales doivent donc être renforcés et adaptés à des conditions cycloniques, qui s'aggravent en fréquence et en intensité. Or, paradoxalement, les normes françaises en matière de construction, publiées sous la forme de documents techniques unifiés, les NF DTU, excluent le plus souvent par défaut les DOM de leur champ d'application. En effet, l'éloignement géographique, les contraintes de déplacement et de communication entravaient



historiquement la participation des experts ultramarins aux commissions métropolitaines de normalisation. Avec prudence, ces dernières, conscientes des limites de leur expertise, excluaient donc les DOM par défaut, laissant ces territoires éloignés se débrouiller pour adopter des Règles de l'art en adéquation avec leurs contraintes spécifiques.

«À l'ère d'Internet, des mails et des vidéoconférences, il n'y a plus de raisons de ne pas être associés aux commissions de normalisation», affirme Stéphane Villalonga, de la Fédération réunionnaise du BTP (FRBTP) et animateur du Bureau de normalisation des techniques et équipements de construction du bâtiment (BNTEC) de la Réunion. «Depuis plus de 15 ans, les initiatives locales de labels de produits adaptés aux conditions locales, ou de certification des entreprises du bâtiment, se sont heurtées à la réalité normative unifiée métropolitaine, DTU et normes produits, seules références contractuelles auprès des assureurs et donneurs d'ordre. Mais, en 2016-2017, un rapport sénatorial propose de pérenniser l'initiative menée à la Réunion avec l'appui du BNTEC pour proposer des adaptations de DTU. Et en juillet 2017, la FRBTP est lauréate de l'appel à projet AAP 11 du programme Pacte, pour le projet d'adaptation des NF DTU aux spécificités de l'île de la Réunion. Les acteurs réunionnais de la construction ont donc constitué quatre groupes d'experts métiers pour travailler sur les DTU concernant le gros œuvre, le clos-couvert, l'aménagement-finitions et les équipements techniques. Les objectifs prioritaires ont été fixés à partir de la sinistralité, à partir de l'analyse de la base de données Sycodés 2016 de l'AQC. Pour boucher le trou normatif, on s'appuie sur les Règles de

## “En 2016-2017, un rapport sénatorial propose de pérenniser l'initiative menée à la Réunion avec l'appui du BNTEC pour proposer des adaptations de DTU”

l'art locales, non écrites ou consignées dans des guides, comme le Guide de la construction en zone cyclonique clos et couvert publié en 2003 par la Chambre des métiers de la Réunion.

» L'intérêt d'un DTU est de définir les bonnes pratiques dans un document qui capitalise le savoir pour l'ensemble d'une profession, quelle que soit la taille de l'entreprise. Cela permet de préciser des points particuliers. Par exemple, les sinistres sur les couvertures surviennent sur des points singuliers comme des noues ou des points de pénétration. Le NF DTU 40.35 sur les tôles nervurées acier devrait être complété pour la Réunion par des précisions sur les joints et les compléments d'étanchéité. Quant au NF DTU 40.32 sur les tôles ondulées, la couverture la plus répandue sur l'île, il a tout simplement été rayé de la liste des DTU ! Les experts vont travailler pour le réviser et le réactiver. Autre exemple : le NF DTU 20.1 sur la maçonnerie de petits éléments demande à être adapté aux fortes pluies battantes. Souvent un simple enduit n'assure pas l'étanchéité dans ces conditions tropicales. Un DTU adapté devrait inscrire des exigences complémentaires, basées sur le retour d'expérience des professionnels. » ■