ALÉAS CLIMATIQUES ET NATURELS

QUELLES SOLU POUR DES BÂTI PLUS RÉSILIEN

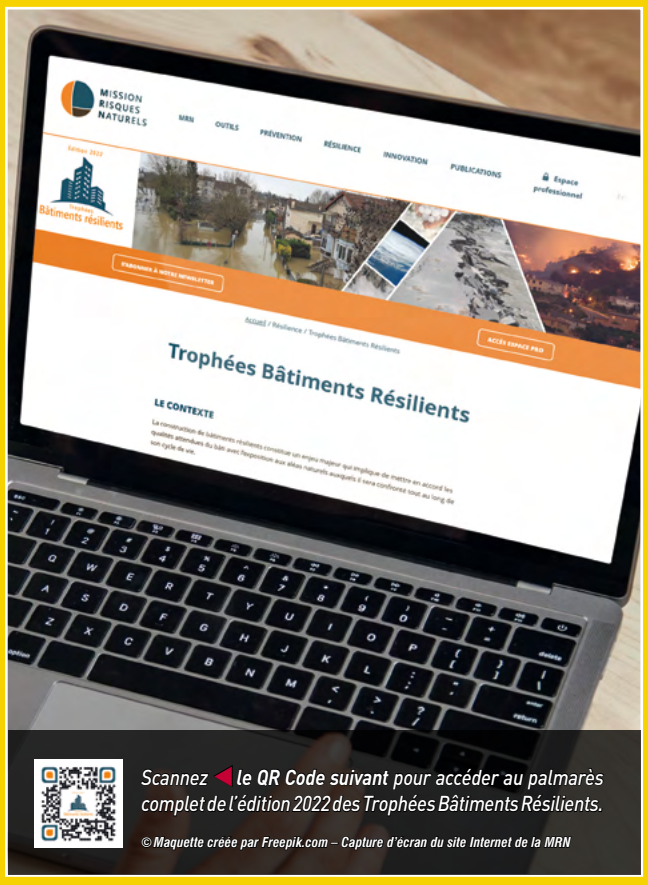
TEXTE : FRANÇOIS PLOYE
PHOTOS : ATELIER 13, LAURENT DARVIOT, JEAN-FRANÇOIS DAURES/ ARCHIVISION, HERVÉ DOURIS/LAB RÉUNION, FLOODFRAME, NIC GERAERDT/ BEBAMBOO, THOMAS MANILLIER, MEANDRE ETC', REEZOME, CHARLOTTE PICARD/VILLE DE ROSNY-SOUS-BOIS

Inondations, sécheresses, mouvements de terrain, feux de forêt, cyclones, tempêtes, grêles… L'actualité est marquée par une succession d'épisodes et de phénomènes climatiques extrêmes soulignant l'urgence à concevoir et réaliser des bâtiments résilients : ces derniers doivent pouvoir s'adapter et résister aux crises climatiques et aux catastrophes naturelles tout en préservant le confort de leurs occupants. Les chantiers lauréats ou participants à l'édition 2022 des Trophées Bâtiments Résilients montrent la voie. Retour sur une sélection de projets récompensés.

Photo © Jean-François Daures – Archivision

L'Office intercommunal de tourisme Cèze (30) est abrité par un dôme géodésique végétalisé constitué d'une ossature en bambous d'Anduze. Cet ancien parking a été transformé en véritable « champs-clos » typique de la commune, entouré de mûriers (l'arbre d'or) et planté d'une prairie de graminées. Ce projet a remporté le 1er Prix « Innovation » des Trophées Bâtiments Résilients 2022 (source : extrait de la présentation de cette réalisation sur le site de Construction 21 : *https://www.construction21.org*).

TIONS
MENTS
TS ?



Scannez ◀ le QR Code suivant pour accéder au palmarès complet de l'édition 2022 des Trophées Bâtiments Résilients.

© Maquette créée par Freepik.com – Capture d'écran du site Internet de la MRN

TROPHÉES DES BÂTIMENTS RÉSILIENTS

2E ÉDITION, 21 CANDIDATURES, 12 EXPERTS, 8 LAURÉATS

Organisée par la Mission risques naturels (MRN), en partenariat avec l'Agence qualité construction (AQC) et Construction21, la cérémonie de remise des prix de la 2e édition des Trophées Bâtiments Résilients s'est déroulée le 5 octobre 2022 à Paris, à l'occasion du salon Batimat (du 3 au 7 octobre 2022). La première édition a été créée en 2020 en écho à l'actualité marquée par la succession d'épisodes et de phénomènes climatiques extrêmes, soulignant l'urgence à concevoir et réaliser des bâtiments résilients. L'objectif du concours est de mettre en avant des bâtiments sélectionnés pour leur capacité à faire face à un ou plusieurs aléas climatiques et naturels (inondation, sécheresse, séisme, mouvement de terrain, avalanche, feu de forêt, cyclone, tempête, grêle…) et pour l'exemplarité de leur réalisation. Composé de 12 experts, et présidé par Pierre Lacoste (MRN), le jury de la 2e édition a sélectionné huit lauréats (5 premiers prix et 3 mentions) sur 21 candidats.

Pour en savoir plus (lauréats, maîtres d'ouvrage, architectes, bureaux d'études, solutions retenues, coût des projets, règlement du concours…) : https://www.mrn.asso.fr/resilience/trophees-batiments-resilients.

Bâtiments résidentiels, tertiaires, industriels… La résilience des constructions est devenue le nouveau mantra face aux crises multiples qui fracturent nos écosystèmes. Le chaos climatique et sanitaire, l'effondrement de la biodiversité, la raréfaction des ressources…, ces épreuves se multiplient et mettent à rude épreuve les bâtiments, les villes et leurs occupants. Savoir y répondre demande de s'adapter et de rebondir au sens de l'étymologie latine *resilire*. Lors de l'édition 2022 des Trophées Bâtiments Résilients, événement initié par la Mission risques naturels (MRN), cinq premiers prix et trois mentions ont été désignés (voir ◀ encadré ci-contre). Les participants à ce concours ont démontré que sur le terrain des solutions existent et peuvent être mises en œuvre.

La diversité des démarches suivies est salutaire. L'espoir réside dans l'action de ces multiples acteurs de la construction qui s'intéressent au lieu et à l'usage, qui s'investissent pour explorer et défricher, qui refusent la facilité de la conception et la paresse du geste tout en étant lucides sur les contraintes réglementaires, de délais et de budgets, sur la disponibilité et le niveau de formation des entreprises.

Un bon exemple est la nouvelle école primaire Simone-Veil (Mention spéciale «Innovation») de Rosny-sous-Bois (93) livrée en septembre 2021. Cette école a été construite en matériaux locaux biosourcés ou géosourcés avec des murs et une toiture respectivement isolés en paille (francilienne) et en coton recyclé (Metisse), des cloisons à base de panneaux en terre sur ossature bois, une ventilation naturelle avec récupérateur de chaleur et un puits canadien. Autres atouts du projet : la perméabilisation maximale de la parcelle (cour plantée, agriculture urbaine…), la récupération des eaux pluviales, des toilettes sèches et une cour «oasis» pour lutter contre le phénomène «îlot de chaleur» (1).

Les Tropiques : laboratoire du confort d'été

S'il n'est pas nécessaire de chauffer en climat tropical, les concepteurs de bâtiments sur les îles situées sous les tropiques doivent néanmoins prendre en compte le risque cyclonique, les vagues de chaleur humides et les pluies diluviennes accompagnant les tempêtes. Le caractère insulaire pose des contraintes additionnelles dont la rareté ou le coût élevé de certaines ressources, matériaux ou énergie. Un enjeu énergétique important est de réduire le recours à la climatisation, ce qui passe par une conception optimisée combinant principes bioclimatiques, protection solaire, ventilation naturelle et végétalisation. Les architectes du collectif guadeloupéen Atelier 13 ont montré leur maîtrise de ces thématiques en étant doublement lauréats : Grand Prix pour le siège du Parc national de la Guadeloupe (livré en 2013) et le 1er Prix «Tertiaire et industriel» pour le Campus sanitaire et social de Saint-Pierre (livré en 2015 et mis en service en 2018). ▷▷▷

(1) Lire l'article «Confort d'été & enjeux climatiques : quels sont les impacts de la végétalisation des bâtiments ?» publié dans le n° 195 de Qualité Construction *(novembre-décembre 2022, pages 46 à 57).*

Photo © Charlotte Picard – Ville de Rosny-sous-Bois 1

▲ 1 La nouvelle école primaire Simone-Veil (Mention spéciale « Innovation » des Trophées Bâtiments Résilients 2022) de Rosny-sous-Bois (93) fait la part belle aux matériaux locaux comme l'ossature en bois, l'isolation en paille bio francilienne et les cloisons en panneaux en terre. Performance visée : niveau bâtiment passif.

▼ 2 À travers la conception passive de ce groupe scolaire, la mairie a souhaité apporter des réponses adaptées aux aléas auxquels le bâtiment est exposé, notamment en zone urbaine dense : végétalisation des toitures, cour de récréation sans bitume (photo), gestion des eaux pluviales et de l'eau potable, faible consommation énergétique (42 $kWh_{EP}/m^2.an$)… Une structure de l'Économie sociale et solidaire (ESS) a été sollicitée pour réaliser l'isolation en paille de ce chantier (Apij-Bat) et des ateliers pédagogiques ont été organisés pour associer les parties prenantes (enfants, parents et enseignants) et les riverains.

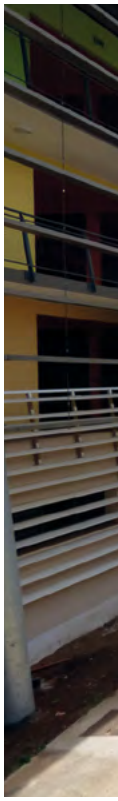
Photo © Charlotte Picard – Ville de Rosny-sous-Bois 2

"Bâtiments résidentiels, tertiaires, industriels… La résilience des constructions est devenue le nouveau mantra face aux crises multiples qui fracturent nos écosystèmes"

Situé à Basse-Terre et d'une surface de 1 600 m², le siège du Parc national de la Guadeloupe (2) est non climatisé, avec une consommation d'énergie primaire annuelle de l'ordre de 84 kWh/m². Le principe général de la ventilation naturelle mise en œuvre est de drainer les vents dominants au travers des bureaux, dans le goulet du patio central. La fraîcheur créée par les plantations existantes aux abords du bâtiment est diffusée dans les bureaux par une ventilation traversante directe, assistée en cas de besoin par des brasseurs d'air plafonniers. «*Ce bâtiment a été conçu entre les arbres et posé délicatement au-dessus du terrain, le tout surmonté d'une toiture végétalisée. La prise en compte des risques sismiques et cycloniques dans le calcul du bâtiment a été particulièrement complexe pour les ingénieurs*», reconnaît Périne Huguet, architecte mandataire de l'équipe de maîtrise d'œuvre. La difficulté vient de la combinaison d'un bâtiment de grande longueur posant des difficultés pour le parasismique, avec une structure en bois qui, du fait de sa souplesse, résiste mieux aux séismes mais moins bien aux cyclones.
Construit sur plusieurs niveaux, le bâtiment est chargé en tête du fait du poids de la toiture végétalisée. L'utilisation de matériaux locaux s'est heurtée au coût élevé du bois local. «*Sur demande de la maîtrise d'ouvrage, nous avons cependant pu introduire une petite part de bois local en créant des claustras faits avec de jeunes arbres récoltés dans la forêt guadeloupéenne avec l'accord de l'Office national des forêts et utilisés bruts après traitement par immersion contre les termites*», poursuit Périne Huguet. Ces troncs assez droits, d'environ 4 à 10 cm de diamètre et de 3 à 5 m de hauteur, servent traditionnellement d'étais pour la construction et ont donné à la lumière intérieure des ambiances de sous-bois typiques de la forêt guadeloupéenne.

3 Photo © Atelier 13

3 Le siège du Parc national de la Guadeloupe (Grand Prix des Trophées Bâtiments Résilients 2022) est à énergie positive et en autoconsommation photovoltaïque (PV) grâce à une centrale solaire PV en toiture de 36 kWc. Un chauffe-eau solaire sans appoint couvre les besoins en Eau chaude sanitaire (ECS).



4 Le bois de la structure principale et des bardages provient de forêts de résineux certifiées exploitées de façon durable du nord de l'Europe.

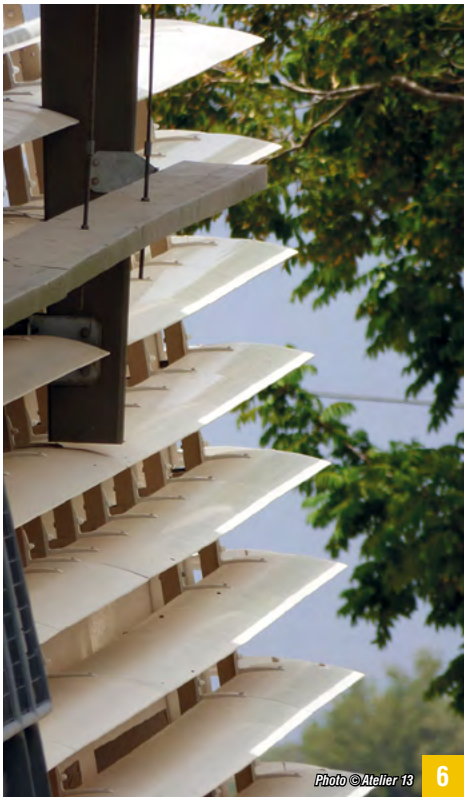
Démarche HQE et bioclimatisme

Situé à Saint-Claude en Guadeloupe (97), le Campus sanitaire et social (CSS) (3) est une université autour des métiers de la santé et du social, construite en deux bâtiments principaux. Le bâtiment affecté à l'enseignement est rafraîchi par une ventilation naturelle, sauf le CDI (Centre de documentation et d'information) et l'amphithéâtre, et le bâtiment administratif est climatisé. Le plus économique était de séparer en deux volumes en fonction des deux types d'ambiance climatique. L'ensemble du programme a suivi une démarche HQE (Haute qualité environnementale) et les grands principes du bioclimatisme ont été mis en œuvre avec une orientation nord-sud des bâtiments choisie en fonction des vents dominants. Le bâtiment d'enseignement est élancé pour offrir aux alizés la plus grande surface d'ouvertures possible, tandis que la compacité du bâtiment administratif minimise les déperditions thermiques.
Le traitement paysager de la périphérie des bâtiments a été soigné en minimisant les surfaces bitumées et en végétalisant les sols à plus de 90 %. Les toitures sont isolées avec une épaisseur minimum de 5 cm de polystyrène ainsi que par une végétalisation partielle. L'objectif est d'arriver à un facteur de transmission solaire global de la toiture à moins de 1 %. Pour le bâtiment d'enseignement, la surtoiture mise en œuvre sert à la fois pour l'isolation et la ventilation. La maîtrise de la direction et de la vitesse de la ventilation traversante dans les salles de classe est obtenue par des ouvrants par trames. Des brasseurs d'air plafonniers ont été installés en complément. Le dimensionnement du taux de percement des façades sous le vent a été étudié afin de permettre une circulation d'air homogène y compris dans le cas de brise de jour, défavorable d'un point de vue aéraulique.

Faire face au climat tropical humide

Les établissements scolaires sont devenus ces dernières années des lieux d'expérimentation et d'innovation comme en témoignent les locaux de l'École supérieure d'ingénieurs Réunion Océan ▷▷▷

(2) Grand Prix des Trophées Bâtiments Résilients 2022 – Détails complets du projet : https://www.construction21.org/france/case-studies/h/siege-du-parc-national-de-la-guadeloupe.html.
(3) 1er Prix « Tertiaire et Industriel » – Détails complets du projet : https://www.construction21.org/france/case-studies/h/campus-sanitaire-et-social.html.



▲ 5 **L'architecte mandataire du Campus sanitaire et social (CSS) (1er Prix « Tertiaire et Industriel ») installé à Saint-Claude en Guadeloupe, Périne Huguet, met en avant le lien existant entre les deux bâtiments : la transparence de leurs façades et la création d'une liaison piétonne ouverte à tous.**

▶ 6 **Pour la protection solaire, les parois verticales vitrées sont équipées de brise-soleil de couleur claire dimensionnés en fonction de l'orientation.**

7 L'orientation des nouveaux locaux de l'École supérieure d'ingénieurs Réunion Océan indien (Esiroi) (Mention spéciale « Tertiaire et Industriel » des Trophées Bâtiments Résilients 2022), situés à Saint-Pierre sur l'île de la Réunion, exploite avec profit l'intensité des vents dominants par une augmentation de la ventilation naturelle en saison chaude pour rafraîchir et en la minimisant en saison fraîche.

8 Les espaces communs extérieurs de l'Esiroi sont protégés par des toiles tendues.

7 Photo © Hervé Douris – Lab Réunion

indien (Esiroi) (4) construits à Saint-Pierre (97), sur l'île de la Réunion. D'une surface de 3885 m², le nouveau site de cette école a été livré en avril 2020 par l'agence d'architecture Lab Réunion pour un budget d'environ 10 M€. Une aile du bâtiment accueille également une extension de l'IUT. L'architecte du projet et co-gérant de Lab Réunion, Cédric Delahaye, précise que « *la structure est mixte avec un socle en béton et une ossature métallique, avec des matériaux bruts et non finis, puisés dans un registre architectural industriel. Le second œuvre est ainsi minimisé dans un objectif bas carbone* . » De plus le panneau *Danpalon*, un matériau innovant et translucide (polycarbonate) utilisé en façade, fait pénétrer la lumière naturelle à l'intérieur du bâtiment tout en la filtrant. Afin de faire face aux aléas d'un climat tropical humide, certaines solutions sont directement inspirées de l'architecture créole pour la ventilation naturelle, la protection solaire et l'importance de la végétation.
Le fonctionnement aéraulique de la ventilation naturelle du bâtiment a été étudié et optimisé grâce aux simulations et à des études en soufflerie physique à la plateforme d'essais Eiffel du CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment) à Paris. Les pignons aveugles créés sur les façades orientées à l'est et à l'ouest ont permis de limiter les apports solaires. Les locaux ayant une stratégie de rafraîchissement identique ont été regroupés dans le même zonage thermique. Ventilés naturellement, les bureaux et les salles de cours sont situés dans les étages supérieurs du bâtiment. Les usagers peuvent créer des courants d'air traversants par de larges ouvertures ajustables manuellement sur les façades opposées et un patio dépressionnaire a été mis en œuvre au dernier étage pour l'administration. Des brasseurs d'air plafonniers ont été installés dans les grands volumes. En revanche, les salles de travaux pratiques, qui demandent à être climatisées du fait de leurs équipements, occupent les niveaux inférieurs.

8 Photo © Hervé Douris – Lab Réunion

(4) Mention spéciale « Tertiaire et Industriel » des Trophées Bâtiments Résilients 2022 – Détails du projet : https://www.construction21.org/france/case-studies/h/nouveaux-locaux-de-l-esiroi.html.

Voies de l'autonomie et architecture végétale

Le questionnement du rôle de la technologie est central dans toute stratégie de résilience. En particulier dans la recherche de l'autonomie en eau ou en énergie, se pose la question du rôle des équipements, de leur régulation et de leur contrôle. Le dôme vernaculaire Low-tech et passif de l'office de tourisme de Cèze dans les Cévennes (1er prix « Innovation ») et la ▷▷▷

RÉNOVER L'EXISTANT : ENJEU MAJEUR POUR LA RÉSILIENCE

Photo © Reezome 1

La résilience d'un bâtiment se juge sur la durée. Le réflexe de la démolition-reconstruction pour le bâtiment vieillissant doit être le dernier recours. Une réhabilitation sur mesure et soigneusement étudiée permet de donner une seconde vie à l'ouvrage. La rénovation peut se mener en finesse comme dans le cas de la résidence de la Reine à Boulogne-Billancourt (mention spéciale «Rénovation» des Trophées Bâtiments Résilients 2022) ou la restructuration peut être majeure avec un changement d'usage et une surélévation pour l'opération Vela Verde à Lyon (1er prix «Rénovation»).

Photo © Reezome 2

1 Accessible et inutilisée, la toiture-terrasse de la résidence de la Reine a été végétalisée avec de l'agriculture urbaine.

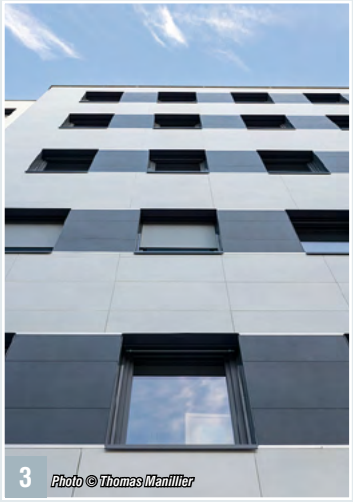
2 Les nouveaux stores métalliques ont été électrifiés sur les parties communes en installant le câblage électrique de l'alimentation dans des colonnes montantes. Chaque utilisateur a son propre émetteur pour piloter son store.

Fondé en 2009, le bureau d'études Reezome a été très vite happé par la problématique de la rénovation énergétique des copropriétés, qui demande des compétences pluridisciplinaires. «*Le chantier de rénovation énergétique de la Résidence de la Reine (1) à Boulogne-Billancourt s'est décidé vers 2015-2016 et la copropriété nous a confié une mission de AMO (Assistance à maîtrise d'ouvrage). La résidence avait une chaufferie au fioul à changer en chaudière gaz à condensation et un ravalement à effectuer. Le bâtiment était compliqué d'un point de vue typologie avec un poteau poutre béton datant des années soixante et des façades très vitrées, présentant des problématiques de froid en hiver et de confort d'été*», décrit Philippe Alluin, architecte et ingénieur, fondateur de Reezome. Il fallait préserver le caractère architectural, et en même temps, améliorer la performance. Les poteaux-poutres devaient être isolés sans épaissir visuellement et sans dénaturer l'écriture architecturale. Le chantier a été livré en 2019 par le groupe A&M Architectes. Le principe retenu a été de concevoir une double peau à la fois pour le confort d'été et pour réduire les consommations de chauffage en hiver. Environ 250 stores métalliques orientables et pilotés à ouverture totale ont été complètement encastrés dans la nouvelle façade, donnant un caractère contemporain. L'ancienne cuve à fioul a été utilisée pour stocker les eaux pluviales et arroser les jardins. Concernant les matériaux, l'isolation a été conçue sur mesure avec un travail en finesse. Les grandes verticales en poteaux avaient des isolants peu performants, elles ont été épaissies avec de la laine de roche et un bardage, ce qui accentue la profondeur des poteaux.

«*Nous avons obtenu une petite subvention pour la récupération des eaux pluviales et une pour la végétalisation des toitures-terrasses, ainsi qu'une subvention* ▷▷▷

(1) Mention spéciale «Rénovation» des Trophées Bâtiments Résilients 2022 – Détails complets du projet : https://www.construction21.org/france/case-studies/h/residence-de-la-reine-renovation-globale-avec-toiture-partagee.html.

RÉNOVER L'EXISTANT : ENJEU MAJEUR POUR LA RÉSILIENCE – SUITE


3 Photo © Thomas Manillier

4 Photo © Thomas Manillier

3 Le parement des façades du Campus Vela Verde à Lyon (en brique et en céramique) se réchauffe lentement du fait de sa faible effusivité et la performance de l'isolant *Biofib'Trio* (chanvre, coton et lin) est correcte. 4 La surélévation du Campus Vela Verde donne sur des terrasses accessibles et végétalisées.

plus importante de l'Ademe Île-de-France et un prêt à taux zéro copropriété par la Caisse d'Épargne IDF. Notre activité est environ aux deux tiers en rénovation de copropriétés et nous sommes trop peu à maîtriser ces missions. La résilience demande pourtant que ces résidences anciennes, énergivores et construites avec beaucoup de béton, et qui ont eu souvent très peu d'entretien, puissent renaître à partir de leurs défauts pour les 50 années à venir, avec le défi de ne pas les abîmer», ajoute en conclusion Philippe Alluin.

Réversibilité et approche multi-aléas

Les premiers retours sur l'opération de transformation d'un immeuble de bureaux en école supérieure, baptisée Vela Verde, sont positifs (2). À l'origine, le bâtiment – inoccupé – était l'ancien siège de la Macif à Lyon. Situé en centre-ville, l'édifice possédait quelques terrasses non utilisées et un rooftop, avec une vue sur la colline de Fourvière, le Rhône et le quartier Confluence. «*Après avoir été repris par un premier promoteur qui a fait de la démolition et un curage, il a été acquis par l'investisseur lyonnais Arioste Immobilier juste avant la pandémie. Ce dernier m'a sollicité pour transformer le bâtiment en une école supérieure. La problématique posée était celle de la réversibilité d'un bâtiment avec des risques complètement différents et une densité d'occupation multipliée par cinq*», explique Marc Campesi, maître d'œuvre du projet chez Diagonale Concept, développé avec le concours de Sophie Sturlese, architecte.

Le nouveau lieu (3 100 m²) était destiné à accueillir environ 700 occupants avec leurs ordinateurs, ce qui génèrent d'importantes charges caloriques. Côté conception, la surélévation a permis de répondre à la fois aux besoins de densification et de confort d'été. Le sous-sol a été transformé avec un patio pour être habitable et lumineux, et facile à rafraîchir en période de canicule. Dans le futur, il sera possible d'aménager des cuves de stockage d'eau de pluie dans les anciennes fosses des parkings, conservées à cet effet.

Les délais du chantier étaient très courts avec six mois d'études et douze mois de travaux. Livré pour la rentrée 2022, le bâtiment a connu un premier choc thermique dès septembre avec une canicule. Il a bien répondu en montrant sa performance. De l'ordre de 70 % des besoins en consommation d'énergie sont pour le rafraîchissement.

Les équipements sont assez performants avec une petite centrale solaire photovoltaïque en autoconsommation, une VMC double flux couplée à une centrale adiabatique pour le rafraîchissement et une Pac air/air. Fabriquée en région lyonnaise, la Pac (*Veotherm*) possède un indice de réparabilité élevé. Elle fonctionne sans résistance électrique en hiver sur une large gamme de température entre - 35 °C et 55 °C, avec un fluide au GWP négatif (réfrigérant R1234YF) non toxique. Elle peut stocker de la chaleur en hiver et du froid en été grâce à un module intégré avec des matériaux à changement de phase.

En saison chaude, la CTA (Centrale de traitement d'air) double flux intervient avec la centrale adiabatique. Si la canicule se prolonge, la Pac est sollicitée pour rafraîchir l'air prétraité par l'adiabatique.

Le risque inondation vient de la proximité du Rhône et de la présence d'eau dans le sol. Dans le cas de remontée d'eau dans le soubassement, un capteur de niveau d'eau se déclenche et des pompes se mettent en route.

Face aux vagues de chaleur et au froid, le comportement et l'adaptation des usagers représentent un enjeu majeur en termes de consommation d'énergie et de confort.

Une GTB (Gestion technique du bâtiment) a été développée sur mesure et du monitoring est réalisé sur les consommations mais aussi sur la Qualité de l'air intérieur (QAI) avec des seuils d'alerte. «*L'affichage est partagé avec les usagers et un indicateur de performance cognitive est donné à partir de mesures de l'incidence de la lumière, de la température, du CO_2 et du bruit. Il faut se préparer aux impacts climatiques. La résilience est de s'adapter à des problématiques ponctuelles comme les pics de pollution, et grâce à la CTA avec filtres. Nous constatons que le niveau de pollution demeure très bas à l'intérieur des locaux*», se félicite Marc Campesi.

(2) 1er prix «Rénovation» – Détails complets du projet : https://www.construction21.org/france/case-studies/h/vela-verde.html.

9 L'enveloppe de l'office de tourisme de Cèze (30) (1er Prix « Innovation » des Trophées Bâtiments Résilients 2022) est composée de panneaux sandwich constitués d'une couche isolante en fibres de bois entre deux voiles OSB (Oriented strand board) traités anti-feu et boulonnés sur la structure en bambous.

10 Le mur de soubassement est protégé du soleil l'été par les plantes situées au-dessus et à l'inverse stocke la chaleur du soleil hivernal.

résidence Maldyves à Goyave en Guadeloupe très bien équipée et instrumentée (1er prix en « Résidentiel ») viennent illustrer deux démarches différentes pour atteindre l'autonomie.

Le chantier de l'office intercommunal de tourisme de Cèze (5) situé sur la place de la Mairie à Saint-Privat de Champclos (30) a été livré en 2012 par l'agence Archivision. L'architecte Jean-François Daures a poussé dans ses retranchements l'ambition environnementale de cet espace vitrine d'une surface de 57 m², conçu de plain-pied et destiné à accueillir le public. L'écriture est vernaculaire, avec une réinterprétation contemporaine et végétalisée de la capitelle, la cabane arrondie en pierres sèches dont la forme signe les paysages régionaux. L'ossature est constituée d'un dôme géodésique en bambous d'Anduze (30) dont les nœuds en acier ont été conçus et réalisés sur mesure par le groupe Thyssen. Les matériaux locaux et biosourcés sont privilégiés à l'exemple du plancher en bois de châtaignier et pin Douglas. Tous les composants de l'ouvrage entièrement démontable sont recyclables et réutilisables. L'étanchéité de l'enveloppe est assurée par une membrane en caoutchouc bio compatible.

L'isolation de l'enveloppe en fibres de bois est complétée par un substrat végétal, la sphaigne, une sorte de mousse vivant dans les tourbières (retient l'eau et économise l'eau d'arrosage), sur laquelle ont été plantées une cinquantaine d'espèces et variétés de plantes méditerranéennes vivaces. Avec une épaisseur de 300 mm pour le matelas isolant en fibres de bois et sphaigne, le bâtiment atteint un niveau passif pour son isolation thermique. La consommation d'énergie au sens BBC (Bâtiment basse consommation) est inférieure à 12 kWh/m²/an.

L'office n'est ni chauffé, ni climatisé. Ses dix premières années d'existence ont montré que la température intérieure est de 17 °C lorsqu'il fait - 11 °C à l'extérieur et de 27 °C quand la température est de 39 °C dehors. La protection solaire a été conçue pour que le bâtiment capte la chaleur du soleil bas l'hiver et soit protégé du soleil zénithal l'été. Ainsi la large baie vitrée orientée vers le sud est protégée par une casquette végétale et le bâtiment est ceinturé partiellement par un soubassement en pierres sèches prélevées sur le territoire de la commune. Enfin, les travaux du chantier ont permis de retrouver une ancienne citerne enterrée en pierres traditionnelles qui récolte les eaux pluviales de la mairie. Cette eau est pompée pour l'arrosage et pour les w.-c. de l'office. Très économe en eau et en énergie, ce bâtiment pourrait assez facilement fonctionner en toute autonomie.

Stockage et gestion de l'eau

Créé en Guadeloupe il y a 25 ans, Agence Architectures est spécialisé dans les projets de gîtes, les centres médicaux et les villas privés mais pas dans ▷▷▷

(5) 1er prix « Innovation » des Trophées Bâtiments Résilients 2022 – Détails complets du projet : https://www.construction21.org/france/case-studies/h/office-intercommunal-de-tourisme-ceze-cevennes.html.

11 Les balcons métalliques des appartements de la résidence Maldyves (1er prix « Résidentiel » des Trophées Bâtiments Résilients 2022) jouent un rôle de protection solaire et de protection contre les objets qui volent lors des cyclones.

12 La préfabrication de la résidence Maldyves a été poussée pour les niveaux en bois. En huit mois, avec une charpente montée à l'aide de grues mobiles, le chantier était hors d'eau et hors d'air.

11 Photo © Laurent Darviot

12 Photo © Laurent Darviot

l'habitat collectif avant le projet résidentiel Maldyves (6). Son fondateur, l'architecte Laurent Darviot, explique que « *l'opportunité s'est présentée de pouvoir acquérir une petite parcelle place de la Mairie à Goyave. Nous avons monté une SARL immobilière en famille et acquis cette petite friche avec l'idée d'être promoteur et propriétaire d'une résidence collective de cinq appartements meublés destinés à la location.* » Plutôt contemporain, le style est relevé par des références caribéennes. Le rez-de-chaussée (en structure béton) abrite les citernes de stockage de l'eau, les places de stationnement, les batteries lithium et onduleurs Tesla, la buanderie tandis que les deux niveaux supérieurs (en bois) abritent les appartements. Des locataires motivés ont été sélectionnés. Le choix d'une population jeune assez homogène pour une copropriété auto-gérée, permet de réduire les charges d'entretien et de gardiennage (de l'ordre de 90 euros par mois).

Avec l'aide du bureau d'études Equinoxe en tant que AMO énergie (Assistance à maîtrise d'ouvrage), deux grands principes ont été développés : l'autonomie et la mutualisation. La résidence n'est pas raccordée au réseau EDF. L'autonomie électrique est assurée par la production solaire PV et le stockage de 10 x 2 KW en batteries Lithium. Les abonnements à Internet et à l'eau sont mutualisés. La copropriété possède son propre compteur d'eau et un compteur pour chaque locataire. L'eau est pompée et stockée dans les citernes et distribuée en surpression, ce qui est utile en Guadeloupe où il peut y avoir jusqu'à deux jours de coupure d'eau par semaine. Les eaux pluviales sont récupérées dans d'autres citernes et envoyées non filtrées en surpression dans les toilettes. L'Eau chaude sanitaire (ECS) est produite par des capteurs solaires thermiques en toiture, et le système choisi est une boucle d'eau chaude. Ce circuit primaire – capteurs et pompes – passe dans chaque appartement et va aussi dans la buanderie commune. Dans chaque appartement, un serpentin en cuivre permet d'échanger les calories avec l'eau de l'appartement (le circuit secondaire) et chaque logement est équipé d'un ballon échangeur de 150 litres de ECS. La domotique est nécessaire avec une box *Fibaro Home Center*, pour piloter les citernes d'eau et la centrale solaire. « *Lors du passage de la tempête Fiona*, note Laurent Darviot, *des résidences de la ZAC voisine se sont retrouvées inondées, sans eau et sans électricité. À la résidence des Maldyves, il y avait environ 700 litres d'eau d'avance et de l'électricité. L'investissement immobilier sera plutôt rentabilisé en 17 ans au lieu de 12 à 14 ans habituellement, mais il s'agit d'un patrimoine avec de nombreux équipements, de la menuiserie de qualité fabriquée localement, des matériaux durables, de vrais espaces de balcons, une douche pour deux qui est spacieuse…* »

(6) 1er prix « Résidentiel » des Trophées Bâtiments Résilients 2022 – Détails complets du projet : https://www.construction21.org/france/case-studies/h/maldyves-logements-a-energie-positive-en-guadeloupe.html.

INONDATIONS… À LA RECHERCHE DE LA BONNE RÉPONSE

Photo © FloodFrame 1

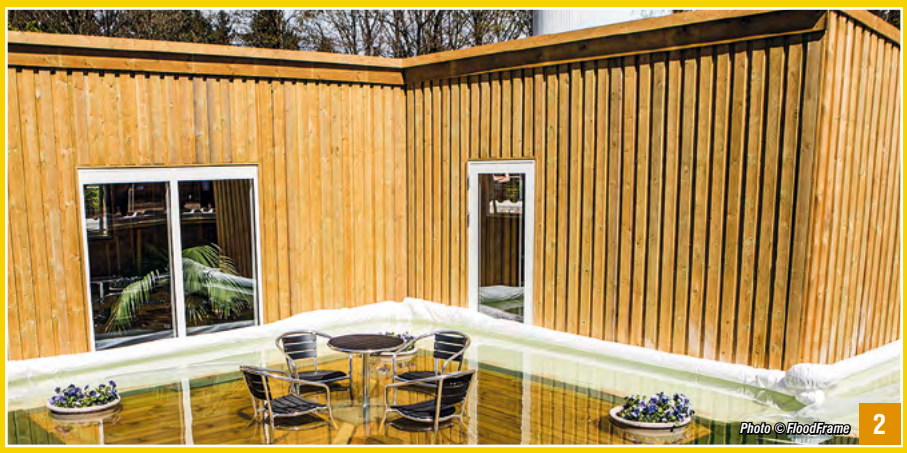


Photo © FloodFrame 2

▲ 1 **Le premier client de *FloodFrame* est un camping situé en zone inondable qui a fait équiper un chalet. Le système au sol qui entoure le bâtiment est invisible.**

◀ 2 **Visuel montrant le principe du système *FloodFrame* avec la bâche relevée du fait d'une inondation.**

Dans toute l'Europe, et la France ne fait pas exception, le risque inondation est majeur, sous des formes diverses entre les submersions marines lors des grandes marées, les crues lentes des grands fleuves et les brutaux épisodes méditerranéens. La politique officielle concernant ce risque est un mélange de prévention et de réduction du risque et d'alertes.

Ces dernières années, la donne a changé avec une réévaluation des niveaux de risques, la prise de conscience du coût élevé et du manque de fiabilité totale des grands ouvrages, conjugués à l'arrivée de nouvelles solutions. Deux exemples peuvent être donnés pour l'existant avec un produit innovant *FloodFrame* mis en œuvre dans un camping, et en neuf avec le programme d'extension de la cité « Jardin des planètes » à Maisons-Alfort (94), où la maîtrise d'œuvre a dû repenser sa conception.

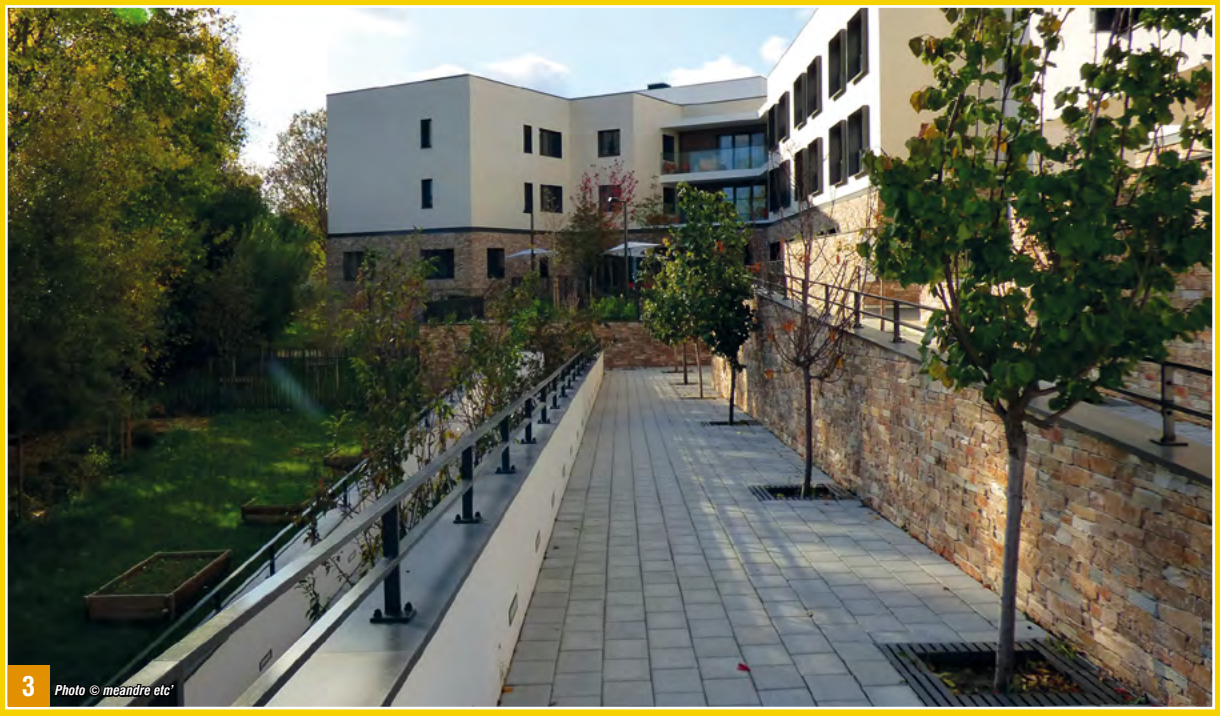
Protéger le bâti des inondations

« *La genèse de notre premier projet*, explique Rémi Alquier, directeur général de FloodFrame France, *est un article publié dans un quotidien régional en juin 2021 sur un camping situé dans le Gers, avec une interview des gérants qui disaient qu'à fin août, ils n'auraient plus d'assurances. La raison est que sur la dernière décennie, le camping a souffert d'une dizaine d'inondations dont celle de 2014 qui leur a coûté 1 million d'euros. J'ai pris contact avec eux pour leur proposer notre solution de protection contre les inondations et nous avons créé la société en août 2021 avec ce camping comme premier client.* »

Intéressés par le coût du dispositif, les gérants du camping veulent bien tester le système pour protéger un premier chalet (36 m²), le plus exposé aux inondations. Deux petites inondations – en décembre 2021 et janvier 2022 – montrent que cette technologie donne des résultats satisfaisants. Les gérants décident alors de déployer la solution sur d'autres chalets.

Le système *FloodFrame* est une protection permanente et un système actif qui n'a pas besoin d'énergie. Le principe est celui d'une toile enroulée autour d'un flotteur et dissimulée dans ▷▷▷

INONDATIONS… À LA RECHERCHE DE LA BONNE RÉPONSE – SUITE



3 Le parc des planètes à Maisons-Alfort (94) est accessible par les PMR depuis les espaces communs par une rampe qui n'en a pas l'air et qui offre un parcours au milieu d'un jardin planté d'arbres fruitiers, d'arbustes à baies comestibles, et de bancs pour s'asseoir.

un caniveau de 30 cm, qui fait le tour d'un bâtiment. En cas d'inondation, la toile monte toute seule grâce au flotteur et se trouve plaquée avec la pression de l'eau sur le bâti. Le système empêche l'eau d'entrer en contact avec le bâtiment. La bâche n'a pas de limite de hauteur d'eau mais le bâti possède une limite de résistance à la pression de l'eau. «*Sur le camping, la hauteur prévue est d'un mètre*», note Rémi Alquier.
Mais l'entreprise a d'autres demandes : «*Sur l'île de Ré, nous avons un projet avec deux mètres de hauteur et dans l'Aude, nous avons une demande pour trois mètres. C'est beaucoup car le risque inondation est une probabilité et la crue peut venir au-dessus de la limite maximale prévue. Notre solution est pour le bâti existant en protection individuelle de chaque bâtiment ou équipement, mais nous avons aussi un projet en neuf qui est compétitif par rapport aux techniques classiques de protection. Au vu du succès du produit en France, le groupe a décidé d'y transférer son siège social pour l'Europe.*»

Faire face à une crue exceptionnelle

L'extension du parc des planètes à Maisons-Alfort (94), comprenant 50 logements sociaux, une pension de famille, un Foyer d'accueil médicalisé (Fam), s'est faite en incorporant une parcelle voisine et en démolissant la pension de famille existante. «*À la genèse du projet, nous avons été contactés par Coallia pour concevoir la partie architecture du dossier de candidature du Fam pour l'Agence régionale de santé*, explique Emmanuelle Patte, architecte associée de l'agence méandre etc'. *Notre démarche globale paysage et bâtiment bioclimatique les intéressait. Le dossier a été retenu et, à l'issue d'un concours, Maisons-Alfort Habitat nous a missionnés comme architecte mandataire, non seulement du foyer d'accueil médicalisé mais aussi d'une résidence sociale et d'une pension de famille en association avec l'Atelier Jahel, plus spécialisé que nous en logements, et avec l'aide des paysagistes de l'agence Panorama et du bureau d'études Facea.*»
La conception devait tenir compte du risque d'inondation car à Maisons-Alfort, les digues protègent des crues de la Marne mais pas d'une crue exceptionnelle. Un des impératifs était de ne pas mettre de locaux de sommeil au rez-de-chaussée. Ainsi, pour le foyer d'accueil médicalisé, l'agence a imaginé des espaces non vitaux en rez-de-jardin, pouvant être inondés (atelier de cuisine, salon de coiffure, etc.). Mais le veto de la préfecture a poussé à revoir cette partie du projet et à prévoir un accès à l'extérieur, adapté aux PMR (Personnes à mobilité réduite), via des terrasses successives en pente douce (une rampe qui n'en a pas l'air). «*Une des spécificités du projet est que nous ne voulions pas de pièces ni de circulations aveugles. Sur des projets antérieurs j'ai pu constater que les personnes ne restent pas dans leur chambre et préfèrent se réunir dans les entrées et les circulations. Du coup, les circulations sont agréables pour stationner et avec une vue sur la rue. D'une surface généreuse, les chambres sont situées au sud, côté jardin, éclairées et ventilées naturellement. De même les paliers d'ascenseurs ont une vue sur l'extérieur et de la lumière naturelle*», ajoute pour conclure Emmanuelle Patte.
Du fait de la certification HQE et des standards actuels de sécurité des personnes et incendie, la VMC double flux était obligatoire. Cependant, par la disposition du bâti, son épaisseur, l'exposition des façades, il a été possible de prévoir une ventilation naturelle traversante en ouvrant la porte de la chambre donnant sur le couloir ainsi que la fenêtre du couloir. Le foyer a ouvert en 2020 au début de la pandémie et avec le confinement. L'avantage d'être situé dans un jardin protégé au cœur du parc des planètes a été largement apprécié. ■