



Prévenir les désordres,  
améliorer la qualité  
de la construction

PÔLE  
OBSERVATION

Dispositif REX  
Bâtiments  
performants

# BÂTIMENTS TERTIAIRES EN GUYANE 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE







# SOMMAIRE

Avertissement .....	2
<b>PARTENARIAT AQC / CENTRE DE RESSOURCES DE L'ASSOCIATION AQUAA.....</b>	<b>2</b>
L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS.....	3
Présentation générale.....	3
Fonctionnement du dispositif .....	3
Quelques chiffres en Métropole .....	4
Quelques chiffres en Guyane.....	6
SPÉCIFICITÉS GÉOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES DE LA GUYANE .....	7
LE CENTRE DE RESSOURCES DE L'ASSOCIATION AQUAA .....	8
<b>LES BÂTIMENTS TERTIAIRES EN GUYANE : UNE PERFORMANCE SOUMISE À CONDITIONS .....</b>	<b>10</b>
<b>12 ENSEIGNEMENTS CLÉS TIRÉS DES RETOURS D'EXPÉRIENCES.....</b>	<b>11</b>
1 Protéger spécifiquement les surfaces vitrées à l'Ouest et à l'Est.....	12
2 Protéger les parois verticales des rayonnements du soleil .....	13
3 Choisir des vitrages performants pour les pièces climatisées .....	14
4 Choisir des menuiseries étanches et réversibles adaptées à la climatisation et à la ventilation naturelle .....	15
5 Isoler les parois opaques des pièces climatisées.....	16
6 Se prémunir des vibrations des unités extérieures de climatisation .....	17
7 Prévoir la ventilation des combles accueillant l'unité extérieure de climatisation .....	18
8 Traiter l'acoustique des unités de climatisation par moyens physiques ou d'éloignement..	19
9 Prévoir l'extinction automatique de la climatisation .....	20
10 Prévoir des systèmes d'éclairage adaptés à un usage de bureau.....	21
11 Anticiper les problématiques d'éblouissement par réverbération .....	22
12 Choisir une GTB dont la maintenance peut être assurée localement .....	23
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>24</b>
<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>25</b>
<b>EN SAVOIR PLUS .....</b>	<b>26</b>



## AVERTISSEMENT

*Ce document contient la description d'événements relevés lors d'une enquête. Il ne reflète que l'expérience issue de l'échantillon d'opérations visitées. C'est donc un retour partiel à partir duquel aucune extrapolation statistique ne peut être réalisée.*

*Ce document propose également un ensemble de bonnes pratiques qui sont issues de l'expérience des acteurs rencontrés sur le terrain ou de celle des spécialistes qui ont participé à ce travail.*

*En aucun cas ces bonnes pratiques ne peuvent se substituer aux textes de référence concernés.*

*Les enseignements présentés proviennent de l'analyse de retours d'expériences réalisés en Guyane. Toutefois, ils peuvent également concerner d'autres territoires ultramarins bénéficiant de conditions climatiques similaires.*

## PARTENARIAT AQC / CENTRE DE RESSOURCES DE L'ASSOCIATION AQUAA

**Ce rapport est le fruit d'une collaboration entre l'AQC et le centre de ressources de l'association AQUAA. Il a été réalisé grâce au soutien financier du programme PACTE et de l'ADEME. Les informations qu'il contient proviennent des retours d'expériences collectés via le Dispositif REX Bâtiments performants conçu et développé par l'Agence Qualité Construction.**

**Il a pour but de présenter 12 enseignements majeurs concernant les bâtiments tertiaires performants en Guyane. Le choix de ces enseignements s'est fait en fonction de la récurrence des constats observés au sein de l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.**



# L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Sous l'impulsion des objectifs de la transition énergétique, le secteur du bâtiment s'est engagé dans une mutation importante qui bouleverse les logiques et les habitudes du passé. Comme dans tous les domaines, ces changements impliquent une montée en compétences des acteurs, qui passe par l'expérimentation. Cette étape, indispensable pour progresser, est cependant naturellement génératrice d'écueils.

L'AQC se devait donc de capitaliser et valoriser ces retours d'expériences pour s'en servir comme des leviers d'amélioration de la qualité. C'est dans cet esprit que le Dispositif REX Bâtiments performants accompagne, depuis 2010, l'ensemble des acteurs de l'acte de construire en les sensibilisant sur les risques émergents induits par cette mutation de la filière Bâtiment.

Ce dispositif consiste concrètement à capitaliser des retours d'expériences en se basant sur l'audit *in situ* de bâtiments précurseurs allant au-delà des objectifs de performances énergétiques et environnementales et sur l'interview des acteurs qui ont participé aux différentes phases de leur élaboration.

Le partage des expériences capitalisées est au cœur du mode opératoire. Après une étape de consolidation et d'analyse des données, les enseignements tirés sont valorisés pour permettre l'apprentissage par l'erreur. Cette valorisation s'attache également à mettre en valeur les bonnes pratiques.

## FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF

### COLLECTE SUR LE TERRAIN

#### ÉTAPE A

- Interview *de visu* et *in situ* d'acteurs précurseurs de constructions performantes.
- Identification des non-qualités et des bonnes pratiques par les enquêteurs.

### CONSOLIDATION DANS UNE BASE DE DONNÉES

#### ÉTAPE B

- Capitalisation de l'information en utilisant une nomenclature prédéfinie.
- Relecture des données capitalisées par des experts construction.

### ANALYSE DES DONNÉES

#### ÉTAPE C

- Extractions de données en fonction de requêtes particulières.
- Évaluation des risques identifiés par un groupe d'experts techniques.

### VALORISATION DES ENSEIGNEMENTS

#### ÉTAPE D

- Production de rapports.
- Réalisation d'une mallette pédagogique et de plaquettes de sensibilisation pour les professionnels.

Le Dispositif REX Bâtiments performants est alimenté grâce à la coopération des centres de ressources membres du Réseau Bâtiment Durable. Les enquêteurs qui collectent les retours d'expériences sur le terrain sont hébergés dans les centres de ressources régionaux, qui partagent leurs réseaux et leurs réflexions autour des retours d'expériences.

## EN MÉTROPOLE

# LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS EN QUELQUES CHIFFRES

**9 ANS**

d'ancienneté

**74 ENQUÊTEURS**

depuis 2010

**13 EN 2018**

**3 500 ACTEURS RENCONTRÉS**

depuis 2010

**500 EN 2018**

**610 BÂTIMENTS VISANT LE NIVEAU BBC OU RT 2012**

labellisés ou non

**190 BÂTIMENTS VISANT LE NIVEAU PASSIF**

labellisés ou non

**520 BÂTIMENTS VISANT LE NIVEAU BBC RÉNOVATION**

labellisés ou non

**65 BÂTIMENTS RÉALISÉS À L'AIDE D'OUTILS BIM**

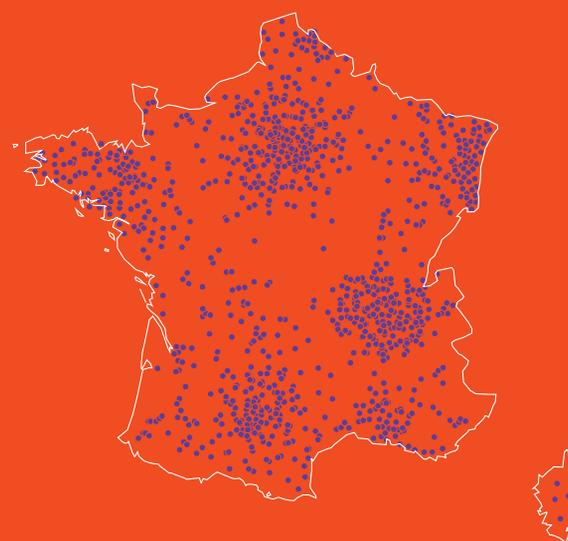
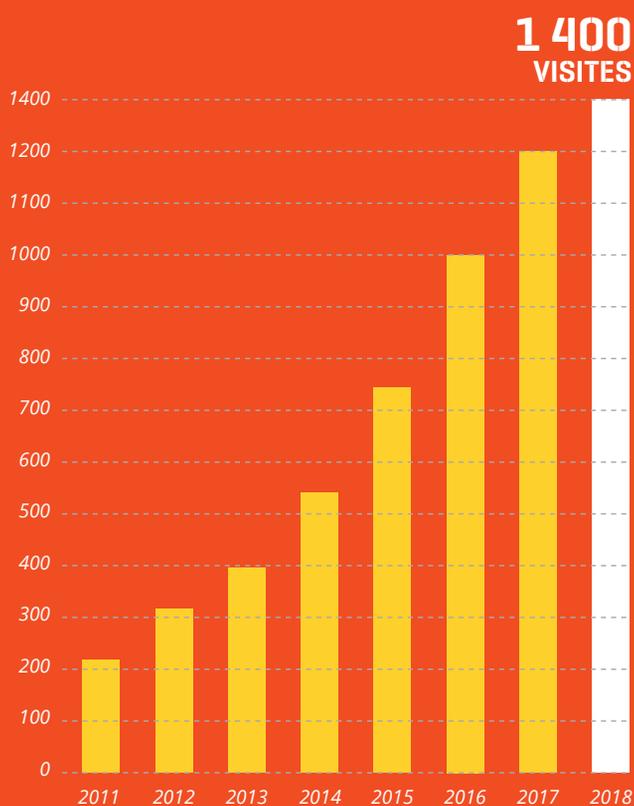
**15 BÂTIMENTS INTÉGRANT LA DÉMARCHE E+/C-**

**1 400 BÂTIMENTS VISITÉS**

depuis 2010

**200 EN 2018**

### OPÉRATIONS VISITÉES



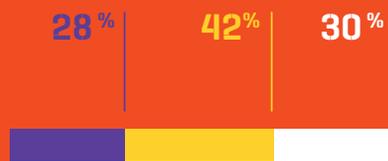
**EN MÉTROPOLE**

NATURE DE L'OPÉRATION



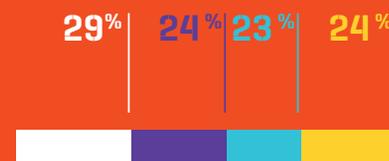
neuf  
rénovation

ANCIENNETÉ AU MOMENT DE LA VISITE



en phase de chantier  
pendant les deux premières années d'exploitation  
après deux ans d'exploitation

TYPE D'USAGE

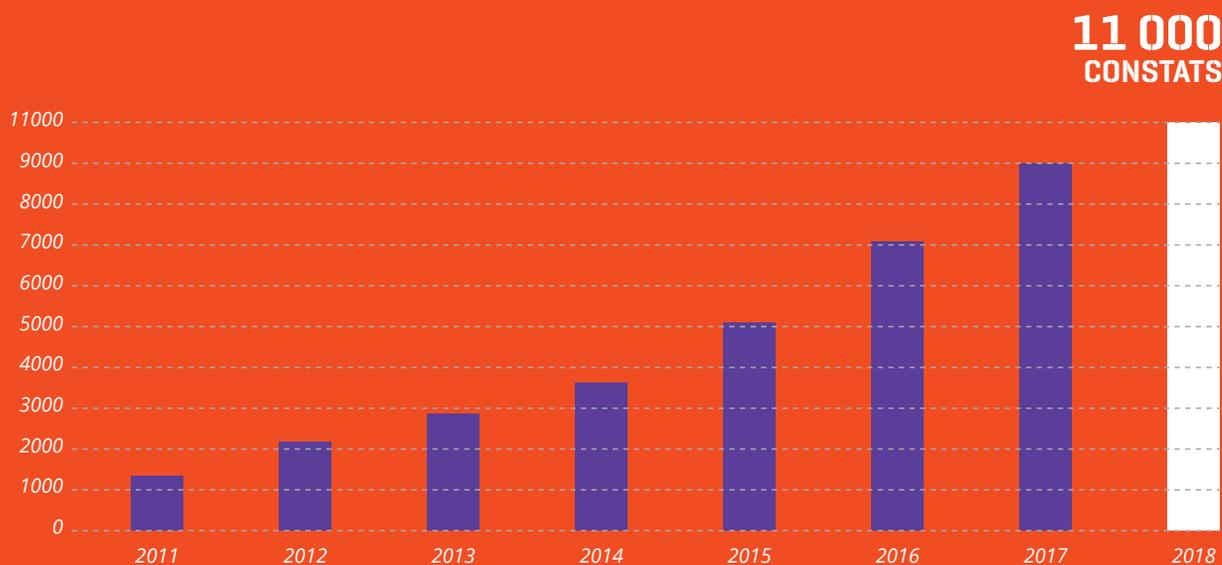


maisons individuelles  
logements collectifs  
bureaux  
établissements recevant du public (ERP)

LES ACTEURS RENCONTRÉS



CONSTATS CAPITALISÉS



## EN GUYANE

# LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS EN QUELQUES CHIFFRES

**2 ANS**  
d'ancienneté

**1 ENQUÊTEUR**  
depuis 2017

**74 ACTEURS RENCONTRÉS**  
depuis 2017

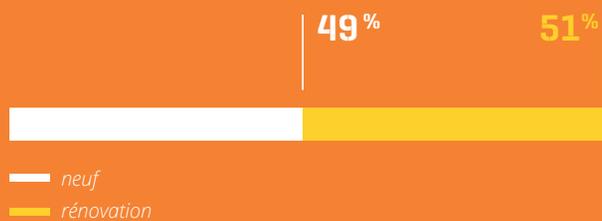
### OPÉRATIONS VISITÉES

**41**  
**OPÉRATIONS**  
DEPUIS 2017

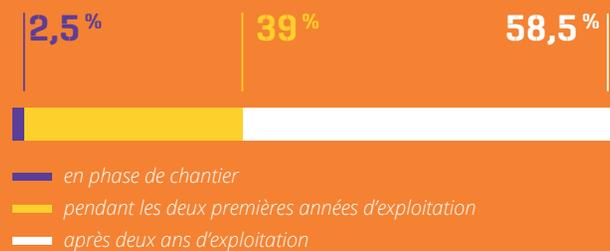
### CONSTATS CAPITALISÉS

**540**  
**CONSTATS**

### NATURE DE L'OPÉRATION



### ANCIENNETÉ AU MOMENT DE LA VISITE



### TYPE D'USAGE



### LES ACTEURS RENCONTRÉS





## SPÉCIFICITÉS GÉOGRAPHIQUES ET CLIMATIQUES DE LA GUYANE

Située au nord de l'Amérique du Sud entre 2° et 6° Nord, la Guyane est délimitée à l'Ouest par le fleuve Maroni, frontière avec le Surinam, à l'Est et au Sud par le fleuve Oyapock, frontière avec le Brésil. Le littoral, constitué de terres basses d'altitude souvent inférieure à 30 mètres, est parsemé de collines. Avec un relief faible (altitude moyenne entre 100 et 200 mètres) l'intérieur de la Guyane est dominé par quelques massifs culminants autour de 800 mètres.

Le territoire, marqué par une croissance démographique importante, la population ayant doublé en 22 ans, comptabilisait plus de 260 000 personnes en 2016 selon l'INSEE. Cette population se concentre principalement sur le centre littoral (50 %) et dans l'ouest du territoire (34 %).

La Guyane connaît un climat de type équatorial et bénéficie d'une relative stabilité climatique, dénuée de passages de cyclones à proximité des côtes. On observe une grande régularité des vents et des températures qui varient faiblement au cours de l'année. Seuls les précipitations et l'ensoleillement montrent des variations annuelles conséquentes en fonction des quatre saisons : la grande saison sèche de juillet à novembre, la petite saison des pluies de fin novembre à mi-février, le 'petit été de mars' autour de mi-février à fin mars et la grande saison des pluies de d'avril à juin.

- L'ensoleillement est important du fait de la position équatoriale, particulièrement en saison sèche. La course du soleil est presque zénithale et oscille légèrement entre les saisons.
- Les températures fluctuent entre 22 °C et 33 °C pour une moyenne annuelle de 27,3 °C.
- La pluviométrie du territoire varie entre un minimum relevé de 1 800 mm en moyenne par an pour l'extrême Nord-Ouest pour un maximum de 4 000 mm pour le Nord-Est.
- Le taux d'humidité de l'air évolue entre 65 % et 95 %, en fonction des saisons et du moment de la journée, pour une moyenne de 75% sur l'année environ.
- Les vents relevés sur la zone de Cayenne sont issus des Alizés provenant de l'Est, évoluant entre le Nord-Est (saisons sèches) et l'Est/Sud-Est (saison des pluies). La vitesse des vents est très modérée, variant entre 1,5 m/s et 3,7 m/s en 2016, avec des rafales maximales à 22 m/s (soit 78 km/h).

Construire sur le territoire guyanais nécessite de bien prendre en compte ces données essentielles à la viabilité d'un projet de construction ou de réhabilitation sur le long terme. Ainsi, les plus grandes problématiques rencontrées dans le Bâtiment en Guyane sont directement ou indirectement liées au climat : le confort thermique des occupants, la surconsommation énergétique liée à la climatisation et la gestion des eaux pluviales.

### Références :

- <https://www.insee.fr/fr/statistiques>.
- Météo France (pluiesextremes.meteo.fr ; meteofrance.com ; meteofrance.gp).
- ECODOM + guide vf 2010 P58.
- Le changement climatique en Guyane Édition 2015.
- Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie Région Guyane 26/06/2012, rédigé par H3C CARAIBES, MDE conseils et INGEKO P 22.



# LE CENTRE DE RESSOURCES DE L'ASSOCIATION AQUAA



## HISTOIRE

Née en 2004, l'association AQUAA (Actions pour une Qualité Urbaine et Architecturale Amazonienne) agit pour une meilleure intégration du développement durable et une réduction des impacts environnementaux dans l'acte de construire et d'aménager le territoire de Guyane.

Partant du constat des potentiels de l'architecture bioclimatique et de l'urbanisme environnemental en Guyane, AQUAA a pour vocation d'être le passeur d'idées entre les professionnels informés et formés et les acteurs de la construction, le grand public, les décideurs privés et ceux des collectivités.



## MISSIONS

AQUAA apporte sa brique à la construction de la Guyane à travers ses différentes missions :

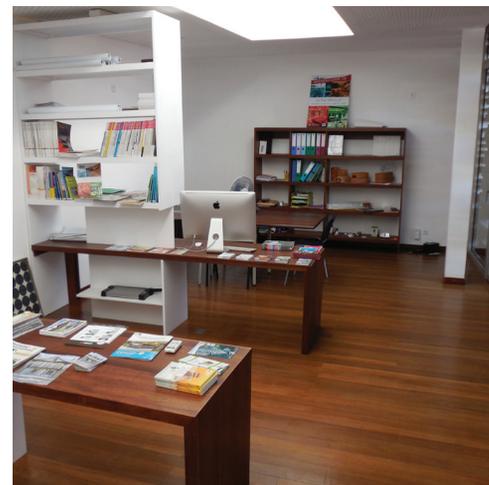
- **Promouvoir** le développement durable dans la construction et renseigner le public de manière objective et opérationnelle sur ce mode de construction.
- **Favoriser** l'émergence de pratiques locales adaptées aux contextes économiques, sociaux, culturels, écologiques et climatiques de la Guyane.
- **Capitaliser et diffuser** les informations sur les opérations et spécificités locales, participer à un réseau entre centres de ressources et associations nationales permettant échanges et synthèses.

## OBJECTIFS ET ENJEUX

Le Centre de Ressources (CdR) Qualité Environnementale du Cadre Bâti (QECB) d'AQUAA a pour objectif d'informer les particuliers et les professionnels de la construction sur les bonnes pratiques à mettre en place pour le respect d'une démarche environnementale et améliorer les connaissances de la population sur le développement durable dans la construction et l'aménagement en Guyane.

Les enjeux qui en découlent sont :

- La sensibilisation du grand public et des professionnels.
- La montée en compétences des acteurs.
- La diminution de la demande énergétique des bâtiments.
- L'amélioration du confort au sens large (sensoriel, espaces de vie).
- Le développement des filières de matériaux locaux.

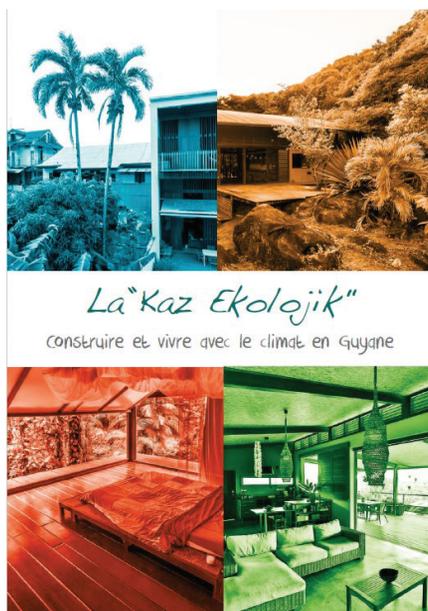


## ACTIVITÉ ET IMPACT DU CdR :

- **Animation d'un réseau d'acteurs régionaux :** informer des nouvelles réglementations, capitaliser les connaissances et assurer un accompagnement dans la recherche de documentation. Mise à disposition d'un centre de documentation. Organisation du concours AQUAA AWARDS porté sur la performance énergétique en milieu tropical. Organisation des visites de bâtiments exemplaires ainsi que de séminaires.
- **Information et sensibilisation :** organisation de rencontres publiques, diffusion de lettres d'information, production de documents d'information, présence dans des salons...
- **Conseils :** pour le grand public, le CdR apporte des renseignements concernant l'architecture bioclimatique, les protections solaires dont l'isolation des toitures et des murs, la récupération d'eaux pluviales, l'utilisation de chauffe-eaux solaires et de panneaux photovoltaïques raccordés au réseau... Des consultations personnalisées informatives sont fournies aux professionnels et aux collectivités. Les renseignements dispensés portent sur la Qualité Environnementale Amazonienne (QEA), la climatisation performante et l'utilisation de matériaux écologiques. Le CdR peut effectuer des missions auprès des scolaires afin de sensibiliser le jeune public à la thématique de l'énergie.
- **Rencontre des acteurs locaux** dans le cadre de l'Observatoire régional de la Qualité Environnementale.

L'impact de l'action du CdR s'étend sur tout le territoire guyanais et concerne le public au sens large :

- Le grand public : scolaires et particuliers.
- Les professionnels de la construction : maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage, artisans et autres professionnels.



## LA "KAZ EKOLOJIK"

En 2016, AQUAA a lancé la réédition de son ouvrage référence, la "Kaz Ekolojik", dont la thématique est la suivante :  
"Construire et vivre avec le climat en Guyane".

A destination du grand public, cet ouvrage a pour objectif de présenter les principes de l'architecture bioclimatique en Guyane : associer au mieux l'Homme à son environnement par la « construction bioclimatique ».

Des principes simples sont abordés dans cet ouvrage : prendre en compte le climat, les points forts du terrain, les matériaux locaux, orienter les ouvertures du côté des vents dominants, protéger les parois du soleil, récupérer l'eau de pluie, utiliser le soleil pour produire l'eau chaude sanitaire... afin d'obtenir un meilleur confort à un moindre coût.



## LES BÂTIMENTS TERTIAIRES EN GUYANE : UNE PERFORMANCE SOUMISE À CONDITIONS

Les bâtiments tertiaires en Guyane, dont le rythme de construction est croissant, sont composés pour majeure partie de locaux destinés à un usage de bureaux. Présentant des consommations énergétiques conséquentes ils ne sont pas pour autant cadrés par une réglementation dédiée. Aussi, présentent-ils des enjeux énergétiques et de qualité constructive notables.

Majoritairement climatisés, parfois dotés de menuiseries réversibles pour permettre un traitement climatique artificiel ou en ventilation naturelle, les bâtiments tertiaires à usage de bureaux appartiennent à une typologie de bâtiments à tendance énergivore, mais globalement maîtrisable par une conception, une mise en oeuvre et une utilisation adaptées aux différents contextes.

Le présent rapport vise à prévenir les défauts constructifs et à diffuser les bonnes pratiques de construction de bâtiments tertiaires, l'objectif étant d'améliorer la performance énergétique des futurs projets, de garantir le confort des usagers et d'assurer la pérennité des équipements.

Les 12 enseignements suivants proviennent de l'étude d'une quarantaine de bâtiments en Guyane. Ces enseignements ont pour objectif d'identifier et de comprendre les non-qualités les plus récurrentes et les plus préjudiciables tout en proposant des solutions préventives et/ou correctives.



# ENSEIGNEMENTS CLÉS

Les pages suivantes présentent  
12 enseignements principaux issus de l'analyse et  
de la synthèse des retours d'expériences observés  
en Guyane depuis 2017 dans le cadre du Dispositif  
REX Bâtiments performants. Le choix de ces  
enseignements s'est fait en fonction  
de la récurrence des constats concernés au sein de  
l'échantillon, de leur gravité et de l'appréciation des  
spécialistes du sujet qui ont participé à ce travail.

---

✓ bonne pratique ✗ non-qualité

# 1 PROTÉGER SPÉCIFIQUEMENT LES SURFACES VITRÉES À L'OUEST ET À L'EST.

## CONSTAT

- Les parois en verre exposées à l'Est et à l'Ouest ne sont pas protégées efficacement des rayonnements solaires.

## PRINCIPAUX IMPACTS

- Transmission de la chaleur par les vitrages.
- Inconfort thermique des occupants par effet de parois chaudes rayonnantes, y compris pour les locaux climatisés.
- Surconsommation électrique des climatisations.
- Inconfort visuel : éblouissement direct ou indirect des occupants aux heures de soleil rasant.

## ORIGINES

- Absence de protection solaire
- Facteurs solaires des parois vitrées trop élevés par rapport aux besoins vis à vis de l'exposition.
- Absence de réglementation pour la définition des facteurs solaires maximum en tertiaire.

## SOLUTIONS CORRECTIVES

- Poser des protections solaires extérieures et verticales si possible à l'Est et à l'Ouest (les protections horizontales n'ont qu'un faible impact thermique sur ces orientations).
- Poser des films solaires à faible émissivité pour jouer sur le facteur solaire tout en étudiant l'impact sur l'éclairage naturel.

## BONNES PRATIQUES

- Choisir le type de protection solaire en fonction de la morphologie du bâtiment.
- S'appuyer sur les dispositions proposées pour les bâtiments d'habitation par la RTAA DOM.



Double vitrage sur paroi Est sans protection solaire à 11h : température de contact de la face interne du vitrage à 35,2°C, pour des températures ambiantes moyennes de 25,5°C à l'intérieur, et de 31,5°C à l'extérieur des locaux. ©AQC



Pour se prémunir des surchauffes, le pignon Ouest (en orange) est faiblement vitré et protégé du soleil par des débords de toiture et de la végétation. Les plus grandes façades, sont exposées Sud et Nord. La façade principale au Sud, fortement vitrée est elle protégée du soleil par un débord de toiture, des lames horizontales et la présence de végétation. ©AQC



Tableau 2.5 : Facteurs de réduction des apports de chaleur en fonction du type de protection

Fenêtres protégées	Couleurs	g
Stores extérieurs en toile	Écru	0,28
Stores extérieurs en toile	Aluminium	0,22
Stores intérieurs entièrement baissés	Aluminium	0,45
Stores intérieurs à moitié baissés	Blanc ou crème	0,63
Persiennes entièrement baissées à l'intérieur des fenêtres	Aluminium	0,58
Persiennes entièrement baissées à l'extérieur des fenêtres	Aluminium	0,22

Source: IEPE, 2006a, p. 15.

Tableau de facteur des réductions des apports de chaleur par type de protection IEPE 2006. Les valeurs concernant les protections extérieures peuvent être utilisées dans le cas précis de cet enseignement.

## Références

- «La Kaz Ekolojik» association AQUAA, juin 2016
- Guide «ECODOM +», ADEME, aout 2016
- «RTAA DOM - Guide pratique et exemples de mise en œuvre de la réglementation thermique en Guyane», ADEME, mai 2010

## 2 PROTÉGER LES PAROIS VERTICALES DES RAYONNEMENTS DU SOLEIL

### CONSTAT

- Quelle que soit leur exposition, les parois verticales ne bénéficient d'aucun traitement contre les rayonnements directs du soleil.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort thermique par augmentation de la quantité de chaleur transmise à l'intérieur du bâtiment.
- Surconsommation énergétique pour assurer la climatisation des locaux.

### ORIGINE

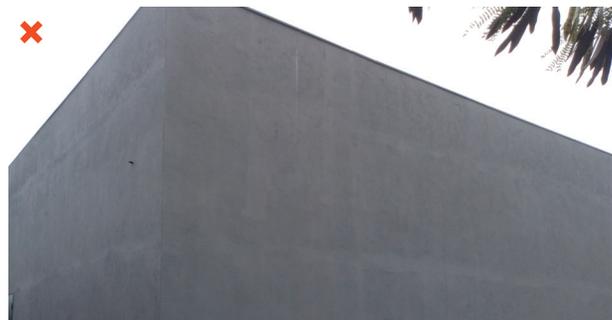
- Défaut de conception : aucune disposition architecturale n'a été prise pour limiter le facteur solaire des parois verticales en fonction de leur exposition.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Envisager un changement de teinte en optant pour des teintes plus claires des parois lorsque cela est possible.
- Végétaliser les abords du bâtiment afin de diminuer l'effet d'îlot de chaleur et limiter les impacts d'un rayonnement direct.
- Poser un bardage vertical ventilé à l'Est et à l'Ouest en priorité.

### BONNES PRATIQUES

- Se référer aux outils de dimensionnement de brise-soleil tel que Le Guide RTAA DOM.
- Prévoir, la protection solaire au Nord et au Sud par des brises soleil horizontaux, un dimensionnement permettant une protection pendant les différentes saisons et donc les différentes courses du soleil.



La couleur sombre des parois de ce bâtiment administratif et l'absence de protections solaires entraînent une forte augmentation du coefficient d'absorption des rayons solaires. ©AQC



Protection des vitrages et d'une partie des parois opaques verticales par des lames en bois. Le reste des parois verticales sont peintes en blanc pour limiter l'absorption des rayons solaires. ©AQC

	Teinte	Coefficient d'absorption
Claire		0,4
Moyenne		0,6
Foncée		0,8
Noire		1

En conception, prendre en compte le coefficient d'absorption des différentes teintes lors du choix de la couleur des revêtements extérieurs. ©AQC

### Références

- Guide « ECODOM + », ADEME, aout 2016, P23 à P29.
- « RTAA DOM - Guide pratique et exemples de mise en œuvre de la réglementation thermique en Guyane », ADEME, mai 2010.
- Bâtiments performants aux Antilles - 12 enseignements à connaître, enseignement 3, assurer la bonne ventilation des bardages, AQC, 2019.

## 3 CHOISIR DES VITRAGES PERFORMANTS POUR LES PIÈCES CLIMATISÉES

### CONSTAT

- De la condensation est présente sur la partie extérieure du vitrage des menuiseries.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort visuel par défaut d'accès aux vues extérieures et diminution de l'accès à la lumière naturelle.
- Dégradation, par l'eau de condensation, des joints du châssis et des joints entre le dormant et l'ouvrant pouvant conduire à une dégradation de l'étanchéité à l'eau et à l'air.

### ORIGINE

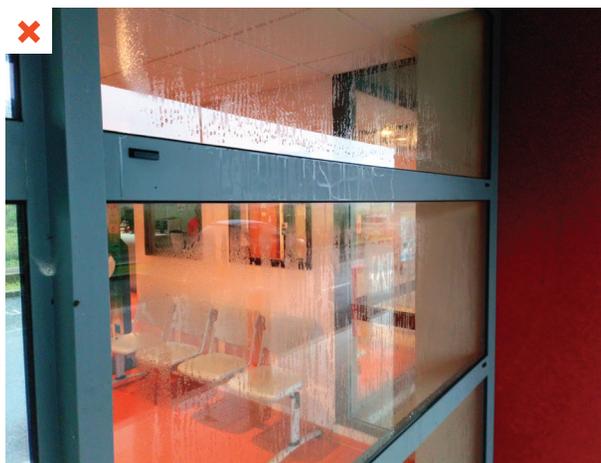
- Pour des raisons de coût, les parois vitrées prescrites sont en simple vitrage, et présentent un fort coefficient de transmission thermique. Les vitrages des espaces climatisés deviennent donc des surfaces froides provoquant la condensation de l'air extérieur chaud et humide.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Limiter la température de consigne de la climatisation.
- Nettoyer régulièrement les vitrages et les châssis pour limiter le développement de moisissures.

### BONNE PRATIQUE

- Identifier les espaces qui seront climatisés et choisir des menuiseries performantes pour ces espaces, avec des coefficients de transmission thermique pour le cadre (Uf) et pour le vitrage (Ug) adaptés.



Condensation régulière sur la face extérieure des menuiseries simple vitrage de l'espace d'attente climatisé. ©AQC



Seules les vitres des bureaux climatisés présentent une condensation sur la partie extérieure du vitrage. Les châssis, plus performants thermiquement que les vitrages, ne sont pas impactés. ©AQC



La condensation régulière, sur la partie extérieure des vitrages, est à l'origine de développement de mousses et de moisissures. ©AQC

## 4 CHOISIR DES MENUISERIES ÉTANCHES ET RÉVERSIBLES ADAPTÉES À LA CLIMATISATION ET À LA VENTILATION NATURELLE

### CONSTAT

- Les menuiseries installées ne sont pas adaptées à un fonctionnement alternant des phases de ventilation naturelle et des phases de climatisation des locaux.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Dans le cas où des jalousies ont été installées, ces dernières ne présentent pas une étanchéité à l'air suffisante pour un fonctionnement optimal en période de climatisation. Cela entraîne une surconsommation pour compenser les déperditions. En période de climatisation cela entraîne une surconsommation électrique pour compenser les déperditions.
- Dans le cas où des châssis fixes ont été installés, il n'est pas possible de fonctionner en ventilation naturelle. Ce gisement d'économie d'énergie ne peut donc pas être exploité.

### ORIGINES

- Le choix des menuiseries en jalousies est motivé par deux principaux critères :
  - Ce sont les menuiseries globalement les moins coûteuses disponibles sur le territoire ;
  - Elles sont sécurisées et évitent ainsi la pose de barreaux aux fenêtres.
- Le choix des châssis fixes a été fait sous le seul angle de la climatisation. En conception, la possibilité de mettre en œuvre une ventilation naturelle n'a pas été abordée.

### BONNES PRATIQUES

- Opter pour des menuiseries répondant à la fois aux contraintes de la climatisation (étanchéité) et de la ventilation naturelle (ouvertures réglables).
- Prévoir un entretien et un contrôle de l'étanchéité à l'air des menuiseries.

### Références

- Les bâtiments performants aux Antilles - 12 enseignements à connaître, enseignement 7, prévoir l'étanchéité à l'air des menuiseries des espaces climatisés, AQC, 2019.
- La réhabilitation en Guyane - 12 Enseignements à connaître, enseignement 10, améliorer l'étanchéité à l'air et l'isolation en cas de pose de climatisation, AQC, 2018



Les joints d'étanchéité à l'air et à l'eau des jalousies sont dégradés prématurément. Les cycles répétés d'ouverture - fermeture pour le passage de la ventilation naturelle à la climatisation en sont à l'origine. ©AQC



Triple menuiserie permettant une bonne étanchéité à l'air en cas de climatisation, une ouverture facile pour la ventilation naturelle et une protection contre les nuisibles (moustiquaire). ©AQC



Une fenêtre oscillo-battante a été installée permettant une bonne étanchéité à l'air en position fermée et une utilisation pour la ventilation naturelle. ©AQC

## 5 ISOLER LES PAROIS OPAQUES DES PIÈCES CLIMATISÉES

### CONSTAT

- Des tâches d'humidité et des moisissures sont présentes sur les faces extérieures des parois des pièces climatisées.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Détérioration de la qualité de l'air intérieur par le développement de moisissures.
- Dégradation des revêtements muraux par la présence d'humidité.

### ORIGINES

- Défaut de conception : l'isolation des murs des pièces climatisées n'a pas été prévue.
- Défaut d'utilisation : le réglage des climatiseurs à des températures trop basses (<24°C) favorise les phénomènes de condensation sur un mur non isolé et en contact avec un air extérieur chaud et très humide. L'orientation du flux d'air des climatiseurs directement sur les parois verticales peut amplifier ce phénomène.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Limiter la température de consigne de la climatisation.
- Étudier la possibilité d'isoler les parois

### BONNES PRATIQUES

- Prévoir l'isolation des parois des pièces climatisées dès la conception.
- Limiter la température basse des climatiseurs en mettant en place des températures de consigne.



Développement de moisissures sur la partie extérieure d'un mur maçonné non isolé. Ce mur sépare une pièce climatisée d'un espace de circulation non climatisé. ©AQC



Gouttelettes de condensation en sous face du plancher bas non isolé d'un local climatisé. L'air chaud et humide du sous-sol condense sur la dalle béton plus froide. ©AQC

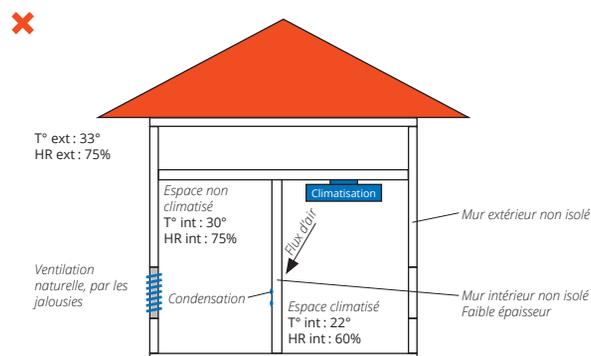


Schéma de principe du risque de condensation sur les parois entre un espace climatisé et un espace non climatisé. ©AQC

### Références

- Guide RAGE Isolation thermique par l'intérieur, neuf, juin 2015
- DTU 25.42 et 25.41 Isolation des murs extérieurs par l'intérieur
- La réhabilitation en Guyane - 12 enseignements à connaître, enseignement 10, améliorer l'étanchéité à l'air et l'isolation en cas de pose de climatisation, AQC, 2018.

## 6 ISOLER INTÉGRALEMENT LES RÉSEAUX ET COMPOSANTS DES CENTRALES DE TRAITEMENT DE L'AIR

### CONSTAT

- De la condensation est présente au niveau des portions non isolées des réseaux de CTA insufflant de l'air froid.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Risque de chute des usagers. Les gouttelettes de condensation forment des flaques rendant le sol glissant.
- Détérioration des éléments recevant les gouttelettes de condensation (faux plafonds, sols, etc.).

### ORIGINES

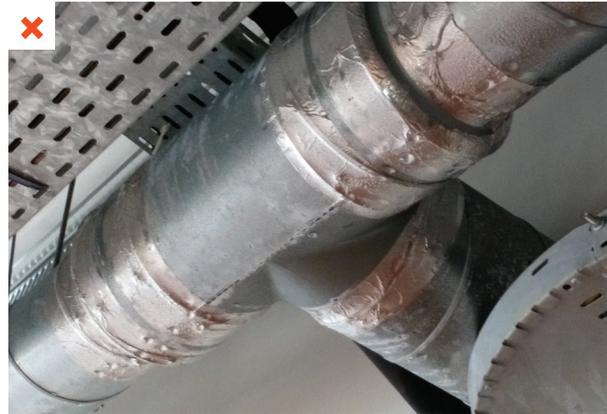
- Le réseau de soufflage pour le traitement de l'air d'un espace climatisé traverse une pièce non climatisée (ou chemine en extérieur) sans être isolé. La différence de température entre les parois non isolées du réseau et l'air environnant engendre de la condensation.
- Au redémarrage de la climatisation, lorsqu'elle a été coupée durant une période d'inoccupation, la différence de température entre l'air soufflé et l'air de la pièce à climatiser est momentanément suffisante pour créer de la condensation sur les parois non isolées du réseau.

### SOLUTION CORRECTIVE

- Compléter l'isolation du réseau.

### BONNES PRATIQUES

- Identifier en conception les passages de réseau de la CTA dans les espaces non climatisés et prévoir leur isolation.
- Contrôler la mise en œuvre de l'isolant, notamment pour les points singuliers tels que les coudes, les T de dérivation et les traversées de murs.



Condensation au niveau des portions non isolées d'un réseau de CTA. ©AQQC



Condensation sur les parois non isolées du caisson de distribution de la CTA. ©AQQC



Réseau CTA isolé intégralement. ©AQQC

### Références

- DTU 45-2 : Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de -80°C à +650°C.

## 7 PRÉVOIR LA VENTILATION DES COMBLES ACCUEILLANT L'UNITÉ EXTÉRIEURE DE CLIMATISATION

### CONSTAT

- Les unités extérieures des climatisations positionnées dans des combles non ventilés surchauffent.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Surconsommation électrique des climatisations du fait du fonctionnement forcé des ventilateurs.
- Usure prématurée des groupes de production de froid.

### ORIGINE

- La présence d'une unité extérieure de climatisation n'a pas été prévue lors de la conception des combles qui ne sont pas ventilés.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Étudier la possibilité d'aménager une ventilation naturelle des combles.
- Déplacer les unités à l'extérieur des combles non ventilés en évitant de les exposer directement au soleil.

### BONNE PRATIQUE

- Placer les unités extérieures dans des espaces fortement ventilés de manière à évacuer au mieux l'air chaud propulsé par les groupes.



Les combles accueillant l'unité extérieure de la climatisation sont fermés et non ventilés. ©AQC



La ventilation des combles accueillant les unités extérieures de la climatisation est assurée par un espace non fermé. ©AQC

## 8 SE PRÉMUNIR DES VIBRATIONS DES UNITÉS EXTÉRIEURES DE CLIMATISATION

### CONSTAT

- Les vibrations produites par le fonctionnement des compresseurs et des ventilateurs perturbent les occupants.

### PRINCIPAL IMPACT

- Inconfort acoustique et détérioration des conditions de travail pour les occupants.

### ORIGINE

- Défaut de mise en œuvre : absence de dispositif d'atténuation du bruit au niveau des unités extérieures de climatisation.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Installer des dispositifs d'atténuation des vibrations.
- Déplacer les unités extérieures en dehors des combles quand cela est possible.

### BONNES PRATIQUES

- Veiller à éloigner les groupes des zones de vie ou de travail, ou encore des ouvrants.
- Prescrire et installer des plaques ou des dispositifs antivibratoires en cas de pose sur une dalle haute ou en façade.
- Intégrer ces dispositifs dès la rédaction des CCTP .



Unités extérieures de climatisation posées à même la dalle haute, sans dispositif antivibratoire, créant de l'inconfort acoustique pour les occupants. ©AQC



Plots anti-vibratiles permettant de désolidariser l'unité extérieure de la dalle. ©AQC



Unités extérieures de climatisation ré-installées à l'extérieur des combles sur silent-blocs et sur une dalle séparée. ©AQC

## 9 PRÉVOIR L'EXTINCTION AUTOMATIQUE DE LA CLIMATISATION

### CONSTATS

- Des locaux restent climatisés même en l'absence prolongée de l'occupant.
- La climatisation est en fonctionnement alors que les fenêtres sont ouvertes.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Surconsommation électrique entraînant des surcoûts d'exploitation.
- Réduction de la durée de vie des équipements de climatisation par sursollicitation.

### ORIGINES

- Aucune programmation spécifique n'a été demandée à la livraison du bâtiment.
- Absence de sensibilisation des usagers à l'utilisation de la climatisation.
- Mauvais réglage des systèmes (commande climatisation, GTB).

### SOLUTIONS CORRECTIVES

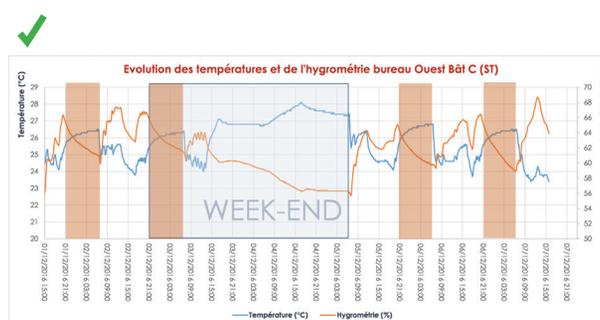
- Reprogrammer les plages de fonctionnement.
- Mettre en place des horloges sur le tableau électrique ou des détecteurs de présence pour le déclenchement et l'arrêt de la climatisation.

### BONNES PRATIQUES

- Programmer la climatisation en prévoyant l'extinction des systèmes tout en laissant la commande d'allumage sous le contrôle de l'utilisateur.
- Imposer dès la phase programmation la gestion des équipements de climatisation et une intervention de réglage des équipements post livraison.
- Prévoir un temps de sensibilisation des occupants.



Les locaux sont inoccupés mais la climatisation est en fonction suite à une absence de paramétrage de la GTC. ©AQC



Le relevé de température (courbe bleue) montre une augmentation des températures durant le week-end confirmant l'arrêt de la climatisation en période d'inoccupation. ©AQC



Contact de feuillure installé sur les ouvrants permettant l'arrêt automatique de la climatisation en cas d'ouverture d'une fenêtre. ©AQC

### Références

- Bâtiment équipés de systèmes de pilotage - 12 enseignements à connaître, AQC, 2017.

## 10 PRÉVOIR DES SYSTÈMES D'ÉCLAIRAGE ADAPTÉS À UN USAGE DE BUREAU

### CONSTAT

- Les éclairages et leur commande ne sont pas adaptés à un travail spécifique de bureau.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Niveaux d'éclairage du poste de travail insuffisants, entraînant un inconfort visuel.
- Inconfort d'usage dans les bureaux dont l'éclairage artificiel est couplé à la détection.
- Surconsommation liée à l'absence de sectorisation et au fonctionnement en tout ou rien.

### ORIGINES

- Absence de prise en compte des activités spécifiques dans les différents espaces.
- La destination et l'organisation des espaces ont évolué sans adaptation de l'éclairage.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Effectuer un zonage et dissocier les commandes d'éclairage.
- Installer des luminaires ou des lampadaires mobiles pour bureau.

### BONNES PRATIQUES

- Prévoir une commande spécifique des zones de travail indépendante de l'éclairage global de la pièce.
- Effectuer un zonage de l'éclairage des pièces quand elles sont grandes (salle de réunion ou de cours par exemple).
- Ne pas disposer tous les interrupteurs les uns à côté des autres pour éviter l'allumage automatique de l'ensemble des luminaires en même temps.



Espace de travail dont les éclairages ne sont pas sectorisables et dont la puissance est insuffisante en certains points de la salle. ©AQC



Cellule de détection couplée au déclenchement de l'éclairage artificiel dans un bureau aveugle : l'utilisateur doit agiter les bras pour obtenir un éclairage continu. ©AQC



Sectorisation et réglage de l'ambiance lumineuse d'une salle de travail rendus possibles grâce à des commandes différenciées. ©AQC

### Références

- Bâtiment équipés de systèmes de pilotage - 12 enseignements à connaître, AQC, 2017.
- Ambiance lumineuse - 12 enseignements à connaître, AQC, 2016.
- «Norme NF EN 12464-1: Lumière et éclairage des lieux de travail» (juillet 2011).

# 11 ANTICIPER LES PROBLÈMES D'ÉBLOUISSEMENT PAR RÉVERBÉRATION

## CONSTAT

- Les éléments environnants réverbèrent la lumière du soleil.

## PRINCIPAUX IMPACTS

- Éblouissement d'inconfort voire d'incapacité.
- Fermeture permanente des stores ou pose d'affiches sur les vitrages, ce qui entrave le potentiel d'accès à la lumière naturelle et aux vues.

## ORIGINE

- En conception, la réverbération n'a pas été prise en compte lors du dimensionnement des protections solaires.

## SOLUTION CORRECTIVE

- Installer des stores anti-éblouissement et sensibiliser à leur gestion (réouverture en absence d'éblouissement).

## BONNES PRATIQUES

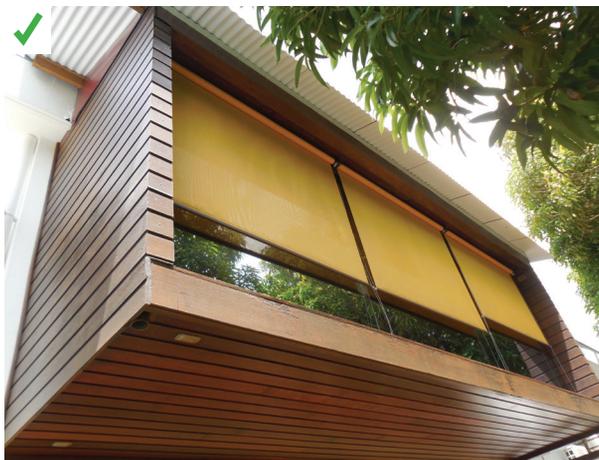
- Effectuer des mesures et des simulations en amont de la conception du projet afin d'ajuster au mieux le placement des ouvrants et leurs protections en fonction de l'environnement immédiat.
- Coupler la solution de protection solaire à une protection contre l'éblouissement dès la conception.



Bureau se trouvant face à d'autres bâtiments reflétant la lumière du soleil : les occupants sont en situation d'inconfort visuel. ©AQC



L'ouvrant au sud est protégé du soleil par un léger débord de toit. Cependant, aucun dispositif n'a été prévu pour traiter l'éblouissement dû à la réverbération du soleil sur les éléments environnants. ©AQC



Solution corrective ayant consisté en la pose de stores en extérieur ce qui permet en outre d'améliorer le confort thermique. ©AQC

## Références

- Guide « ECODOM + », ADEME, aout 2016, P23 à P29.
- Guide « Qualité Environnementale Amazonienne », ADEME, avril 2009.

## 12 CHOISIR UNE GTB DONT LA MAINTENANCE PEUT ÊTRE ASSURÉE LOCALEMENT

### CONSTAT

- La GTB est en panne. Les systèmes ne sont plus pilotables depuis des mois.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Absence d'économies d'énergie et d'amélioration du confort en l'absence de pilotage des systèmes.
- Impossibilité d'optimiser les consommations d'énergie.
- Dégradation du confort.

### ORIGINES

- Le système de GTB installé est en inadéquation avec les compétences des entreprises locales qui ne peuvent pas assurer sa maintenance.
- Le fait de dépendre d'entreprises basées en métropole rend les coûts et les délais d'interventions très importants. Ceci dissuade les gestionnaires et le plus souvent la maintenance n'est pas réalisée.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Mutualiser les interventions pour les bâtiments utilisant des modèles de GTB similaires afin de solliciter conjointement les professionnels compétents pour diminuer les coûts d'intervention.
- Former les agents en interne pour qu'ils puissent réaliser, le plus possible, la maintenance de la GTB par eux mêmes.

### BONNES PRATIQUES

- Sélectionner des systèmes de GTB pour lesquels le fabricant dispose d'un service après vente local.
- Prévoir un contrat de maintenance avec l'installateur du système (le demander dans les CCTP).

N.B. : Au delà des problèmes de maintenance, la mise en œuvre d'une GTB induit des compétences spécifiques pour son utilisation et l'exploitation des données.



En l'absence de maintenance, le pilotage des luminaires est défectueux. Les éclairages des coursives extérieures s'allument automatiquement en pleine journée. ©AQC



Le défaut de maintenance de la GTB ne permet plus de régler les plages de fonctionnement et la température de consigne de la climatisation. Cette dernière fonctionne en dehors de la période d'usage prévue (ici le week-end) et à une température très basse (19,3°C). ©AQC

### Références

- Bâtiment équipés de systèmes de pilotage - 12 enseignements à connaître, AQC, 2017.
- Bâtiment performant aux Antilles - 12 enseignements à connaître, AQC, 2019.



## CONCLUSION

Ces retours d'expériences montrent que plusieurs éléments sont déterminants pour la qualité, la durabilité et la performance d'un bâtiment tertiaire en Guyane.

En premier lieu, l'implantation du bâtiment dans son environnement et les caractéristiques de son enveloppe architecturale conditionnent sa capacité à limiter son exposition à l'ensoleillement ainsi que son autonomie en éclairage naturel.

A titre d'exemple, favoriser l'orientation au Sud et au Nord des parois dont les surfaces sont les plus importantes est un excellent moyen de réduire de façon passive les apports thermiques liés à l'ensoleillement (qui est le plus fort à l'Est et à l'Ouest en Guyane). Les surchauffes sont ainsi minorées et par conséquent l'inconfort thermique et les consommations énergétiques en cas de climatisation.

Concernant les systèmes de climatisation, largement utilisés dans les bâtiments tertiaires, ils doivent faire l'objet d'une attention particulière quant à leur conception et leur utilisation pour éviter la surconsommation énergétique ou encore les nuisances sonores ainsi que les risques de condensation.

Le contexte hygrothermique (couple humidité et température de l'air, tous deux élevés en Guyane) peut être source d'aggravation de situations de non qualités constructives ou de dégradations accélérées. Sa prise en compte est donc incontournable à toutes les étapes des projets.

Enfin, les systèmes automatisés de gestion technique du bâtiment sont des équipements qui génèrent une attractivité croissante chez les maîtres d'ouvrage. Cependant, ces systèmes de pilotage, par méconnaissance de leur fonctionnement ou du fait de leur mauvais usage, ne livrent pas véritablement tout leur potentiel et peuvent parfois même s'avérer contre-productifs, notamment en termes de maîtrise des consommations énergétiques.





## GLOSSAIRE

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

AQC : Agence Qualité Construction

AQUAA : Actions pour une Qualité Urbaine et Architecturale Amazonienne

CCTP : Cahier des Clauses Techniques Particulières

CdR : Centre de Ressources

CRE : Commission de Régulation de l'Énergie

CTA : Centrale de Traitement d'Air

DEAL : Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DTU : Document Technique Unifié

GTB : Gestion Technique des Bâtiments

GTC : Gestion Technique Centralisée

INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques

PACTE : Programme d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Énergétique

QEA : guide de la Qualité Environnementale Amazonienne, démarche destinée à accompagner les maîtres d'ouvrage dans l'application du développement durable à la construction

QECB : Qualité Environnementale du Cadre Bâti

REX : Retour d'EXpériences

RTAA DOM : Réglementation Thermique Acoustique et Aération pour les Départements d'Outre-Mer

SIKODOM : méthode reprenant les principes de la démarche de Haute Qualité Environnementale (HQE®) en les adaptant aux spécificités de la Guyane et aux caractéristiques des établissements d'enseignement.



## EN SAVOIR PLUS

- Guide RAGE Isolation thermique par l'intérieur, neuf, juin 2015.
- DTU 25.42 et 25.41 Isolation des murs extérieurs par l'intérieur.
- La réhabilitation en Guyane - 12 enseignements à connaître.
- Guide « ECODOM + », ADEME, août 2016.
- DTU 45-2 : Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de -80°C à +650°C.
- Les bâtiments performants aux Antilles - 12 Enseignements à connaître.
- « La Kaz Ekolojik » association AQUAA, juin 2016.
- « RTAA DOM - Guide pratique et exemples de mise en oeuvre de la réglementation thermique en Guyane », ADEME, mai 2010.
- Bâtiment équipés de systèmes de pilotage - 12 enseignements à connaître, AQC, 2017.
- Ambiance lumineuse - 12 enseignements à connaître, AQC, 2016.
- « Norme NF EN 12464-1 : Lumière et éclairage des lieux de travail » (juillet 2011).
- Guide « Qualité Environnementale Amazonienne », ADEME, avril 2009.







## LES MISSIONS DE L'AQC

### OBSERVER L'ÉVOLUTION DES DÉSORDRES ET DES PATHOLOGIES

La priorité est donnée au recueil et à l'analyse d'informations sur les désordres. Une méthode spécifique de recueil et de traitement des données est mise en place : le SYStème de COLlecte des DÉsordres (Sycodés).

Les données produites font apparaître les techniques et les ouvrages les plus sinistrants ainsi que les causes de ces sinistres. Elles permettent également de mesurer les progrès des professions.

En complément, l'AQC conduit une enquête d'envergure nationale sur les risques dans les bâtiments performants aux plans énergétique et environnemental.

### IDENTIFIER LES SIGNES DE QUALITÉ

L'Observatoire des signes de qualité a été conçu et enrichi par l'AQC, à partir de l'analyse des référentiels techniques et des conditions d'utilisation des diverses marques. Il a abouti à la conception d'un moteur de recherche des signes de qualité au service des professionnels et des maîtres d'ouvrage. Il est disponible sur le site internet de l'AQC.

### CHOISIR LES PRODUITS

La Commission Prévention Produits mis en œuvre (C2P) agit au sein de l'AQC avec trois objectifs clés :

- tenir compte des enseignements de la pathologie pour améliorer les produits et les textes qui régissent leur mise en œuvre ;
- éviter que de nouveaux produits ou textes ne soient à l'origine d'une sinistralité importante et répétée ;
- attirer l'attention des professionnels lors de leur choix technique sur les produits et/ou procédés, susceptibles de poser des problèmes.

Le champ traité par la C2P est vaste puisqu'il couvre le domaine traditionnel : normes et documents techniques unifiés (NF DTU), Règles professionnelles, et le domaine non traditionnel : Avis Techniques (ATec), Documents Techniques d'Application (DTA)...

### CONSTRUIRE AVEC LA QUALITÉ EN LIGNE DE MIRE

L'AQC développe des actions de prévention (publications techniques, Fiches pathologie bâtiment, articles dans la revue...) et accompagne les professionnels dans l'adoption de bonnes pratiques (démarches qualité, documents de sensibilisation).

La Commission Prévention Construction (CPC) s'est fixée comme objectif à sa création de :

- développer des actions sur les pathologies les plus coûteuses ou les plus nombreuses ;
- mobiliser les professionnels ;
- travailler sur les causes profondes de la non-qualité ;
- s'ouvrir aux règles et nouveaux systèmes constructifs susceptibles de générer des risques.

### PRÉVENIR DÉSORDRES ET PATHOLOGIES

La revue Qualité Construction, le site internet de l'AQC, le Rendez-vous Qualité Construction, les journées destinées aux formateurs et la présence active sur des salons comme BePOSITIVE ou BATI'FRAIS sont l'illustration dynamique de la volonté permanente de communication de l'AQC avec son environnement.



# DANS LA MÊME COLLECTION

Retrouvez nos publications sur :

[www.qualiteconstruction.com/nos-ressources](http://www.qualiteconstruction.com/nos-ressources)



## LA RÉHABILITATION EN GUYANE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce rapport, élaboré en partenariat avec le centre de ressources de l'association AQUAA, vise à faire un état des lieux des pratiques locales concernant les premières rénovations performantes afin de progresser et de faciliter la réussite des futurs projets.



## LA VENTILATION NATURELLE À LA RÉUNION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce rapport, élaboré avec le CAUE de la Réunion, présente les points de vigilance à connaître pour faire des choix de conception réalistes, fonctionnels et pérennes concernant la ventilation naturelle.



-  CONSTRUCTION MODULAIRE TRIDIMENSIONNELLE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  DU BON USAGE DU BIM - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  CONFORT D'ÉTÉ ET RÉDUCTION DES SURCHAUFFES - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  ISOLATION DES COMBLES PAR SOUFFLAGE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  LA CONSTRUCTION BOIS - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  BÂTIMENTS ÉQUIPÉS DE SYSTÈMES DE PILOTAGE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  LES MENUISERIES EXTÉRIEURES - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  HUMIDITÉ DANS LA CONSTRUCTION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  AMBIANCE LUMINEUSE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  PRÉVENTION ET REMÉDIATION DU RISQUE RADON - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  LES MATÉRIAUX BIO-SOURCÉS - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE
-  VÉGÉTALISATION DU BÂTI EXISTANT - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

2019 - Conception graphique :  - ISBN : 978-2-35443-618-6

*réalisé avec le soutien financier de :*



11 bis, avenue Victor Hugo, 75116 Paris | T 01 44 51 03 51 | [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)