



Prévenir les désordres,  
améliorer la qualité  
de la construction

PÔLE  
OBSERVATION

Dispositif REX  
Bâtiments  
performants

# CONFORT D'ÉTÉ ET RÉDUCTION DES SURCHAUFFES 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE





# SOMMAIRE

Avertissement .....	2
<b>PARTENARIAT AQC / ENVIROBATBDM .....</b>	<b>2</b>
L'AQC ET LE DISPOSITIF REX BÂTIMENTS PERFORMANTS.....	3
Présentation générale.....	3
Fonctionnement du dispositif .....	3
Quelques chiffres .....	4
LE CENTRE DE RESSOURCES ENVIROBATBDM .....	6
<b>CONFORT D'ÉTÉ: COMMENT PRÉVENIR LES SURCHAUFFES? .....</b>	<b>8</b>
<b>12 ENSEIGNEMENTS CLÉS TIRÉS DES RETOURS D'EXPÉRIENCES.....</b>	<b>9</b>
1 Concevoir les bâtiments en s'appuyant sur des simulations thermiques dynamiques (STD) .....	10
2 Garantir la présence et le bon développement de la végétation extérieure quand elle est utilisée comme protection solaire .....	11
3 Composer avec l'inertie thermique des matériaux de construction .....	12
4 Vérifier la compatibilité de la ventilation naturelle avec les besoins de rafraîchissement... ..	13
5 Optimiser les surfaces vitrées .....	14
6 Intégrer des protections solaires adaptées et bien dimensionnées. ....	15
7 Distinguer stores intérieurs et protections solaires .....	16
8 Éviter la stratification d'air chaud dans les grands volumes .....	17
9 Prévoir la régulation du chauffage en fonction de l'orientation et de l'usage des locaux.....	18
10 Choisir un mode de chauffage réactif dans les zones bénéficiant d'apports solaires en mi-saison .....	19
11 Limiter les apports de chaleur internes .....	20
12 Sensibiliser les occupants aux bons réflexes .....	21
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>22</b>
Glossaire .....	23

## 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.*

## PARTENARIAT AQC / ENVIROBATBDM

Ce rapport est le fruit d'une collaboration entre l'AQC et EnvirobatBDM. 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 le confort d'été et la réduction des surchauffes. 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.

## 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**

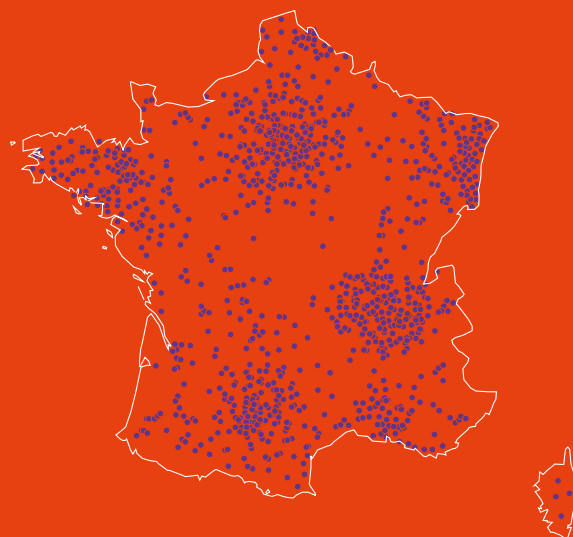
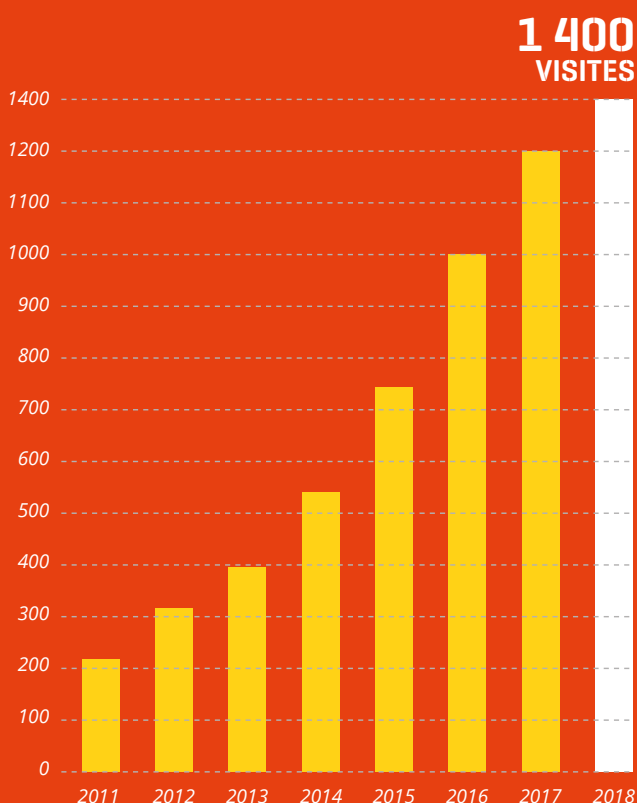
**15 BÂTIMENTS INTÉGRANT LA DÉMARCHE E+/C-**

**1 400 BÂTIMENTS VISITÉS**

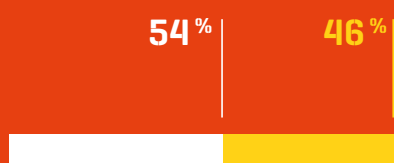
depuis 2010

**200 EN 2018**

### OPÉRATIONS VISITÉES

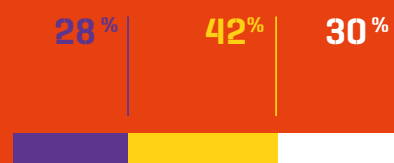


NATURE DE L'OPÉRATION



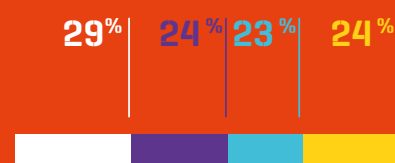
neuf  
rénovation

ANCIENNETÉ AU MOMENT DE LA VISITE



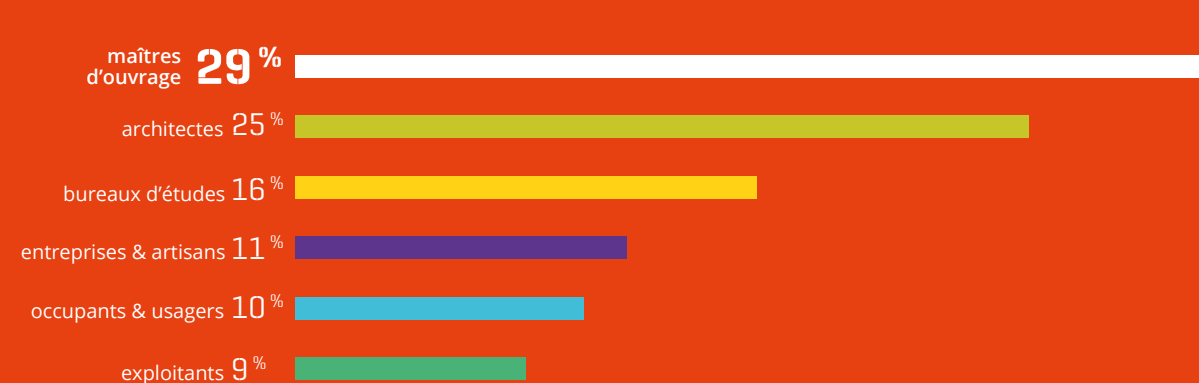
en phase de chantier  
pendant les deux premières années d'exploitation  
après deux ans d'exploitation

TYPE D'USAGE

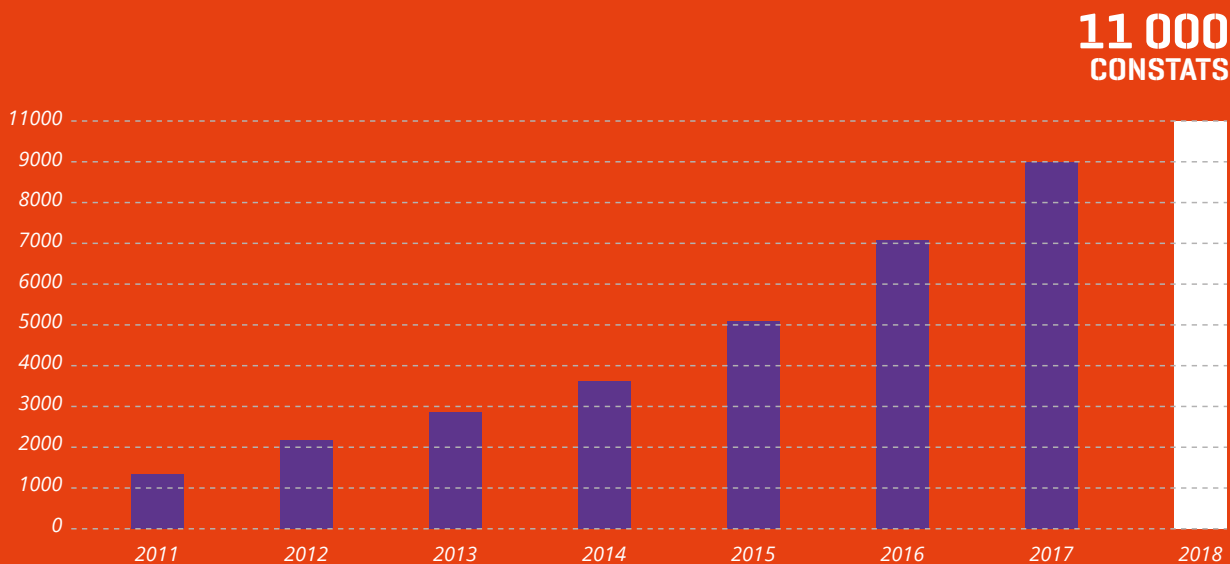


maisons individuelles  
logements collectifs  
bureaux  
établissements recevant du public (ERP)

LES ACTEURS RENCONTRÉS



CONSTATS CAPITALISÉS





## LE CENTRE DE RESSOURCES ENVIROBATBDM



### PRÉSENTATION ET OBJECTIFS

EnvirobatBDM est un centre de ressources qui rassemble les professionnels de la construction depuis maintenant plus de dix ans. Ces acteurs font fructifier les connaissances, les bonnes pratiques et les innovations dans le domaine de l'aménagement, de la construction et de la réhabilitation durables en région méditerranéenne.

Ils sont partis du postulat qu'il était primordial d'évaluer leurs opérations pour mieux évoluer ensemble, en partageant les retours d'expériences. Ils ont ainsi développé des outils adaptés grâce à l'intelligence collective.

Les maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises de réalisation, fabricants et fournisseurs de matériaux adhérents d'EnvirobatBDM, dialoguent avec les utilisateurs pour valider leurs retours d'expériences. L'association propose ses services aux collectivités, bailleurs, promoteurs et particuliers pour optimiser leurs projets durables dans un contexte méditerranéen. Chaque interlocuteur bénéficie, dans un écosystème de confiance, d'une expertise technique et humaine pour réaliser des bâtiments d'une grande qualité durable.

Ensemble, bâtissons le bonheur des générations futures !

### AXES DE TRAVAIL

#### Évaluation

Pour accompagner et évaluer les projets de bâtiments et de quartiers ainsi que les actions novatrices.

#### Capitalisation et partage des ressources

Pour assurer une veille technique et dynamique sur les sources d'informations, capitaliser la matière issue de l'expérience des professionnels et accompagner la montée en compétences.

#### Diffusion

Pour amplifier la généralisation du bâtiment durable en s'adressant à tous les corps de métier, et mobiliser le plus grand nombre d'acteurs.

La diffusion des connaissances et des bonnes pratiques repose sur la formation, l'animation des réseaux de professionnels (conférences, rencontres d'acteurs, visites et voyages d'étude) et la diffusion des ressources et des publications (fiches d'opérations, fiches retours d'expériences, rapports thématiques, site internet, EnviroBOITE, etc.).





## LA DÉMARCHE BDM/QDM

Une démarche pour construire un monde durable.

Proposée depuis 2009 en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur par EnvirobatBDM, les labels « Bâtiments Durables Méditerranéens » et « Quartiers Durables Méditerranéens » visent à démocratiser l'accès à la qualité environnementale du bâtiment et à accélérer la transition écologique dans les territoires.

La réussite de la démarche BDM/QDM a séduit d'autres régions et territoires. Cet outil développé en Provence-Alpes-Côte d'Azur, rayonne aujourd'hui en Ile-de-France (BDF - Bâtiments Durables Franciliens) et en Occitanie (BDO - Bâtiments Durables en Occitanie).

### Qualité globale

Démarche qui œuvre pour améliorer la qualité des projets et renforcer les compétences des professionnels du bâtiment et de l'aménagement en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

### Intelligence collective

Démarche ouverte, transparente et accessible à tous. Les référentiels BDM/QDM sont évolutifs et s'appuient sur les retours d'expériences des acteurs du bâtiment pour faire monter en compétences l'ensemble des professionnels.

### Ancrage territorial

Démarche portée par et pour les territoires. Les référentiels BDM/QDM sont adaptés aux contextes et aux spécificités locales, soutiennent l'écosystème d'acteurs du territoire et encouragent les filières et matériaux de construction.

### Accompagnement, évaluation et montée en compétences

Pour des projets d'aménagement, de construction et de réhabilitation, l'accompagnement et le support technique continu, viennent en appui des acteurs durant les trois étapes de conception, de réalisation et d'exploitation.

**1,4 M de m<sup>2</sup> reconnus BDM / 1 000 personnes par an en commission / + de 400 projets reconnus BDM**



## « BATI'FRAIS », LE COLLOQUE DU CONFORT D'ÉTÉ

Depuis plusieurs années, EnvirobatBDM affirme son expertise sur cette problématique d'actualité, celle du confort d'été. Il propose depuis quatre ans, un moment d'échange et de partage qui consiste à présenter des ateliers 100 % retours d'expériences issus d'opérations en exploitation (suivi des consommations énergétiques et des conditions de confort, témoignages et bonnes pratiques). Le colloque rassemble plusieurs centaines d'acteurs pour promouvoir les solutions concrètes contre les problèmes de surchauffe et mettre en avant les innovations.

Chaque année, une région du monde est mise à l'honneur. En 2018, Bati'Frais a reçu le Maroc.



## CONFORT D'ÉTÉ : COMMENT PRÉVENIR LES SURCHAUFFES ?

Les périodes de surchauffe augmentent en durée et en fréquence, et touchent désormais l'ensemble du territoire.

Les bâtiments performants et bioclimatiques sont conçus pour maximiser les apports solaires gratuits en période hivernale. Avec le renforcement de la performance de l'enveloppe (isolation et étanchéité à l'air), les problèmes de confort d'été, mais également les surchauffes en mi-saison, sont de plus en plus récurrents dans les bâtiments, qu'ils soient neufs ou rénovés.

Serait-ce un mal inévitable pour nos nouveaux bâtiments performants ? À force de vouloir réduire la consommation énergétique pour le confort d'hiver, aurions-nous augmenté anormalement le poids énergétique de la saison estivale, et de certaines intersaisons ?

Au vu de la tendance climatique, serions-nous condamnés à perdre les économies d'énergie réalisées l'hiver pour assurer notre confort et l'usage de nos bâtiments performants l'été ?

Ce rapport liste 12 enseignements issus des retours d'expériences du Dispositif REX Bâtiments performants dans l'objectif de limiter les surchauffes et de maintenir un bon confort d'été. L'enjeu est d'éviter de voir émerger un développement incontrôlé d'équipements de rafraîchissement énergivores et émetteurs de gaz à effet de serre.

Vous y retrouvez des exemples concrets de bonnes ou de mauvaises pratiques actuelles illustrant les principes de base pour assurer le confort d'été : prise en compte de l'environnement extérieur, protection du rayonnement solaire, évacuation de la chaleur accumulée, minimisation des apports internes des équipements, etc.

# ENSEIGNEMENTS CLÉS

Les pages suivantes présentent 12 enseignements principaux issus de l'analyse et de la synthèse des retours d'expériences observés depuis 2010 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 CONCEVOIR LES BÂTIMENTS EN S'APPUYANT SUR DES SIMULATIONS THERMIQUES DYNAMIQUES (STD)

## CONSTAT

- Les données relatives au comportement thermique du bâtiment n'ont pas été modélisées (usage, occupation, inertie thermique, masques, ventilation naturelle...).

## PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort thermique.
- Surconsommation énergétique liée aux besoins de rafraîchissement.
- Surcout lié à la mise en place de solutions correctives.

## ORIGINE

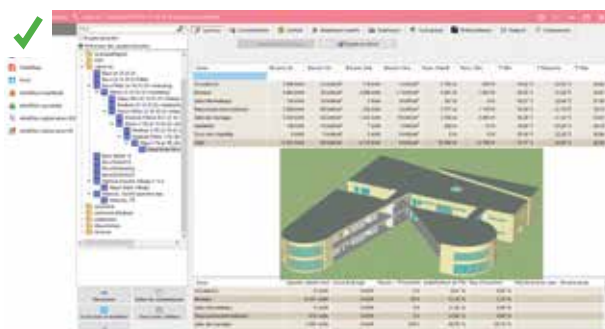
- En conception, aucun outil de simulation thermique dynamique n'a été utilisé.

## BONNES PRATIQUES

- Prendre en compte l'occupation et l'usage réel du bâtiment.
- Modéliser et comparer différents scénarios.
- Identifier les risques d'inconforts et/ou de dérive de consommations
- Tester et valider le modèle retenu



*Inconfort thermique dans ces locaux malgré l'utilisation d'une casquette solaire métallique et de vitrages à basse émissivité et à contrôle solaire. Ces solutions ne sont pas suffisantes. Une simulation thermique dynamique aurait permis d'identifier l'inconfort en amont et d'adapter les dimensions des ouvertures et des protections solaires. ©AQC*



*Dans cet exemple, le bâtiment a été modélisé pour la réalisation d'une simulation thermique dynamique. L'impact des différentes orientations des façades sur le confort thermique a pu être étudié. Le nombre et le type de protections solaires, les besoins en chauffage et l'inertie du bâtiment ont été ajustés en conception pour assurer un meilleur confort toute l'année. ©AQC*



*En conception, pour un groupe d'appartements bénéficiant des mêmes conditions, l'évolution des températures intérieures (en rouge) est modélisée en fonction des températures extérieures (en vert). Les périodes où la température intérieure dépasse 28 °C sont identifiées. De nouvelles solutions seront proposées et testées en conception pour améliorer le confort thermique. ©AQC*

## Références

- La réglementation thermique 2012, Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des transports et du logement, France, 2011.
- NF EN ISO 7730 : Ergonomie des ambiances thermiques - Détermination analytique et interprétation du confort thermique par le calcul des indices PMV et PPD et par des critères de confort thermique local, novembre 2005.

## 2 GARANTIR LA PRÉSENCE ET LE BON DÉVELOPPEMENT DE LA VÉGÉTATION EXTÉRIEURE QUAND ELLE EST UTILISÉE COMME PROTECTION SOLAIRE

### CONSTAT

- La végétation, prescrite comme protection solaire en conception, n'a pas été mise en œuvre ou ne s'est pas développée.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort thermique et surchauffe en saison chaude et en mi-saison : la végétation ne joue pas son rôle de protection solaire des parois et des ouvertures.
- Éblouissement.

### ORIGINES

- Végétation jamais plantée pour des raisons financières.
- Espèces non adaptées au climat et au terrain local.
- Entretien et arrosage réguliers non assurés, voire absents.
- Dégradations.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Planter la végétation si cela n'a pas été réalisé.
- Identifier les raisons pour lesquelles les plantes n'ont pas poussé.
- Changer l'essence des plantes, si nécessaire.
- Assurer l'entretien et l'arrosage.

### BONNES PRATIQUES

- Prévoir les coûts, en amont, pour l'installation des plantes et leur entretien.
- Choisir les essences adaptées au contexte climatique du projet et aux besoins du bâtiment. Privilégier les arbres à feuilles caduques.
- Réceptionner spécifiquement le lot « aménagement paysager ».
- Anticiper la plantation de la végétation pour qu'elle soit suffisante lors de la réception du bâtiment ou prévoir un dispositif temporaire (toile, etc.).
- Formaliser un contrat d'entretien intégrant le maintien d'un taux minimal de couverture végétale.

N.B. : La végétalisation peut aussi être utilisée pour lutter contre les îlots de chaleur urbains.



Protection solaire végétale prévue en conception mais jamais plantée pour des raisons financières. ©AQC



Bon développement de la protection végétale grimpante sur la façade. ©AQC



Bon développement de la protection végétale grimpante sur la pergola. ©AQC

### Références

- Concevoir des bâtiments bioclimatiques, Pierre Fernandez et Pierre Lavigne, Édition Le Moniteur, Paris, 2009.
- Source web : Chaud dehors, frais dedans : garder son logement frais en été – ADEME : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr).
- Végétalisation du bâti existant, 12 enseignements à connaître. Agence Qualité Construction - 2019.

## 3 COMPOSER AVEC L'INERTIE DES MATÉRIEAUX DE CONSTRUCTION

### CONSTAT

- Dans les bâtiments à faible inertie, il est constaté une augmentation sensible des températures durant les journées chaudes en mi-saison et en été.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort thermique.
- Surconsommation énergétique liée aux besoins de rafraîchissement.

### ORIGINE

- Les éléments de construction à l'intérieur de l'enveloppe sont peu denses. La capacité à absorber et à stocker la chaleur de l'air intérieur est donc limitée.

### BONNES PRATIQUES

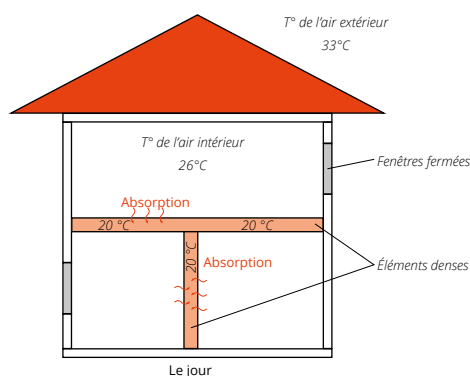
- Évaluer la capacité inertielle du bâtiment en conception, en prenant en compte la densité des matériaux et leur surface d'échange disponible.
- Associer des matériaux denses (terre, béton, etc.) aux matériaux légers (bois, etc.).
- Rafraîchir le bâtiment quand la température extérieure est inférieure à celle de l'intérieur et limiter les échanges caloriques en dehors de cette période.

N.B. :

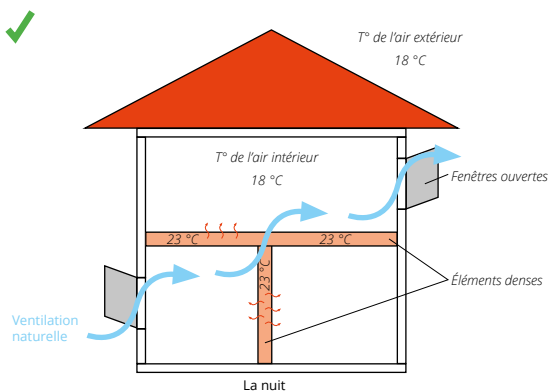
- Vérifier la compatibilité entre les matériaux lourds et légers combinés pour assurer l'inertie du bâtiment (interfaces, comportement parasismique, retrait, élasticité, réaction à l'eau, hygrothermie, étanchéité à l'air).
- L'inertie par absorption amortit l'amplitude des variations de température. Lorsque la température de l'air intérieur augmente, une partie des calories est captée par les matériaux à fortes inerties, limitant les surchauffes. Durant la nuit, si les températures extérieures sont plus faibles, les calories peuvent être déstockées par surventilation nocturne.



Apport d'inertie dans une construction en bois grâce à une cloison en briques de terre crue. ©AQC



L'augmentation de la température de l'air intérieur est limitée par la capacité de stockage des matériaux denses dont la température est plus faible. On parle d'inertie d'absorption. ©AQC



Durant la nuit, grâce à la ventilation naturelle traversante, les calories stockées dans les éléments denses durant la journée sont libérées sous réserve d'une différence de température suffisante entre l'air intérieur et l'air extérieur. ©AQC

### Références

- Construire en terre crue, Ulrich Rohlen et Christof Ziegert, Éditions Le moniteur, Paris, 2013.
- L'isolation thermique écologique, Jean-Pierre Oliva et Samuel Courgey, Édition Terre vivante, Mens, 2010.
- Source web : <http://catalogue-construction-bois.fr/neuf/ouvrage/generalites/thermique/>.
- Source web : L'inertie thermique du bâtiment : [www.enviroboite.net/l-inertie-thermique-du-batiment](http://www.enviroboite.net/l-inertie-thermique-du-batiment).



## 4 VÉRIFIER LA COMPATIBILITÉ DE LA VENTILATION NATURELLE AVEC LES BESOINS DE RAFRAÎCHISSEMENT.

### CONSTAT

- Le système de ventilation naturelle n'est pas efficace pour le rafraîchissement nocturne.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Surchauffes en été et en intersaison.
- Surconsommation énergétique liée aux besoins de rafraîchissement.

### ORIGINE

- Le dimensionnement de la ventilation naturelle (entrée/sortie d'air et transit d'air) répond à un débit hygiénique réglementaire mais est insuffisant dans le cadre d'une surventilation nocturne pour le rafraîchissement.

### BONNES PRATIQUES

- Concevoir des bâtiments traversants avec des ouvrants dimensionnés et positionnés pour favoriser au mieux la ventilation naturelle.
- Prendre en compte les problèmes d'intrusion, d'intimité, de confidentialité, de bruit ou de pollution de l'air extérieur, dès la conception.
- Dimensionner le transit d'air pour assurer un débit suffisant pour le rafraîchissement.
- Mettre en place un dispositif assurant un transit d'air suffisant tout en garantissant la sécurité contre l'intrusion.
- Sensibiliser les occupants pour garantir le bon usage de la ventilation naturelle.

N.B. : Dans le cas où les locaux (bureaux, classes, etc.) doivent être fermés, il est possible d'assurer la ventilation par des ouvrants protégés empêchant l'intrusion. Ces ouvrants peuvent être fermés pendant l'occupation des locaux pour des raisons d'intimité ou d'acoustique.



Dans cette cantine, les entrées d'air en imposte pour la ventilation naturelle sont sous dimensionnées pour le rafraîchissement nocturne. ©AQC



Salle présentant une seule menuiserie extérieure. La ventilation naturelle traversante n'est pas assurée puisque la porte doit rester fermée pour des raisons de sécurité. ©AQC



Porte de bureau composée d'une partie fixe persiennée permettant un transit d'air suffisant tout en assurant la fermeture d'accès. Pour des besoins de confort acoustique ou d'intimité, un vantail peut être fermé. ©AQC

### Références

- Source web : La ventilation naturelle : [www.enviroboite.net/la-ventilation-naturelle](http://www.enviroboite.net/la-ventilation-naturelle).
- Source web : La ventilation naturelle des bâtiments : [www.enviroboite.net/la-ventilation-naturelle-des-batiments](http://www.enviroboite.net/la-ventilation-naturelle-des-batiments).
- Source web : La ventilation naturelle (mémoire/Université Laval) : <https://corpus.ulaval.ca/jspui/handle/20.500.11794/19652>.
- Source web : Le free-cooling par ventilation intense : [http://document.environnement.brussels/opac\\_css/elecfile/IF\\_RT\\_BATEX\\_Fiche3.1\\_Free-cooling\\_FR\\_bis.pdf](http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF_RT_BATEX_Fiche3.1_Free-cooling_FR_bis.pdf).
- La ventilation naturelle à La Réunion : 12 enseignements à connaître. Agence Qualité Construction - CAUE Île de la Réunion - 2018

## 5 OPTIMISER LES SURFACES VITRÉES

### CONSTAT

- L'excès de vitrage sur la façade apporte énormément de chaleur aux locaux exposés au soleil. Cette chaleur gratuite et bénéfique en période froide, est source d'inconfort thermique en été et en mi-saison.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Surchauffes en saison chaude et en mi-saison.
- Éblouissement (toute l'année et surtout en hiver ou en fin de journée).
- Surconsommation énergétique liée aux besoins de rafraîchissement.

### ORIGINES

- Sous-estimation des apports solaires.
- Volonté architecturale/esthétique d'accès à la lumière naturelle et à des vues vers l'extérieur.
- Méconnaissance des caractéristiques des vitrages (coefficient de transmission thermique  $U_w$ , facteur solaire FS, transmission lumineuse TL).

### SOLUTIONS CORRECTIVES

- Installer des brise-soleil extérieurs ou des masques bien dimensionnés.
- Ajouter des films solaires sur les vitrages exposés.

### BONNES PRATIQUES

- Réaliser des simulations thermiques dynamiques dès l'esquisse pour la conception des surfaces vitrées et les protections solaires, afin d'anticiper tout inconfort thermique potentiel.
- Prévoir des dispositifs architecturaux, dès la conception, qui limitent l'apport solaire selon l'orientation des façades (casquettes horizontales, brise-soleil orientables, etc.).
- Adapter la surface de vitrage par façade, selon le besoin et l'orientation, afin de faire un compromis entre hiver et été.
- Choisir le vitrage en adéquation avec les besoins des locaux et selon ses propriétés ( $U_w$ , FS et TL). Par exemple au nord (orientation à très faible apport solaire et à forte déperdition thermique), il est prioritaire de sélectionner un  $U_w$  faible et un TL élevé. Au sud, il faut retenir un FS faible pour limiter les apports de chaleur (climat chaud) ou élevé pour favoriser le chauffage grâce aux apports solaires passifs (climat froid).



Surface importante du mur rideau sans protection solaire orienté sud. ©AQC



Exposition importante aux rayons solaires à cause de la grande surface vitrée orientée sud et sans protection solaire. Cette exposition est à l'origine des surchauffes en mi-saison et en été. ©AQC



Pour améliorer le confort d'été, lors de la rénovation du bâtiment, les dimensions des ouvertures orientées ouest ont été réduites. ©AQC

### Références

- Concevoir des bâtiments bioclimatiques, Pierre Fernandez et Pierre Lavigne, Édition Le Moniteur, Paris, 2009.
- Source web : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be).



## 6 INTÉGRER DES PROTECTIONS SOLAIRES ADAPTÉES ET BIEN DIMENSIONNÉES.

### CONSTAT

- Les protections solaires ne protègent pas suffisamment du rayonnement direct aux heures les plus chaudes.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort thermique.
- Éblouissement.
- Surconsommation énergétique liée aux besoins de rafraîchissement.

### ORIGINES

- Le type de protection solaire choisi n'est pas adapté.
- Mauvais dimensionnement des protections solaires.
- Les protections solaires mises en œuvre sont différentes de celles prévues en phase conception, pour des raisons économiques.

### BONNES PRATIQUES

- Utiliser des outils simples (logiciels, diagrammes solaires...) de dimensionnement des protections solaires dès la phase permis de construire.
- S'appuyer sur les simulations thermiques dynamiques (STD) et les simulations de Facteur Lumière Jour (FLJ), dans les cas complexes, pour s'assurer du bon dimensionnement des protections solaires et anticiper les surchauffes et l'éblouissement.
- Détailler précisément les caractéristiques des protections solaires, en conception, dans les documents d'exécution (DCE) puis vérifier leur conformité en réalisation, dans les plans d'exécution de l'entreprise et en réception grâce aux plans d'exécution des ouvrages présents dans le DOE.

N.B. : Dans le cas de fortes exigences patrimoniales, la protection végétale et les masques proches peuvent être une solution.



Protections solaires sous-dimensionnées. ©AQC



Brise-soleil coulissants sous-dimensionnés. ©AQC



Protection solaire correctement dimensionnée. ©AQC

### Références

- Concevoir des bâtiments bioclimatiques, Pierre Fernandez et Pierre Lavigne, Édition Le Moniteur, Paris, 2009.
- Source web : Dimensionner une protection solaire : [www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11151](http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11151).
- Source web : La protection solaire architecturale : [www.enviroboite.net/la-protection-solaire-architecturale](http://www.enviroboite.net/la-protection-solaire-architecturale).
- Source web : Les protections solaires : [www.enviroboite.net/les-protections-solaires](http://www.enviroboite.net/les-protections-solaires).

## 7 DISTINGUER STORES INTÉRIEURS ET PROTECTIONS SOLAIRES

### CONSTAT

- Températures intérieures élevées dans les locaux dont les fenêtres sont protégées uniquement par des stores intérieurs ou des rideaux.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Inconfort thermique pendant les périodes d'exposition au soleil.
- Surconsommation énergétique liée aux besoins de rafraîchissement.
- Inconfort visuel : l'accès à la lumière naturelle et aux vues, est fortement dégradé par la fermeture complète des stores.

### ORIGINE

- La mise en place des stores et rideaux intérieurs limite l'entrée de lumière mais n'empêche pas la pénétration des apports solaires thermiques.

### SOLUTION CORRECTIVE

- Ajouter des protections solaires extérieures (éléments rapportés, Brise Soleil Orientables (BSO) ou végétation) pour protéger les parois vitrées.

### BONNES PRATIQUES

- Installer des protections solaires extérieures, dimensionnées et adaptées à l'orientation des vitrages est le seul moyen de limiter les surchauffes.
- S'appuyer sur les simulations thermiques dynamiques pour trouver le bon compromis entre confort thermique et confort visuel.

N.B. :

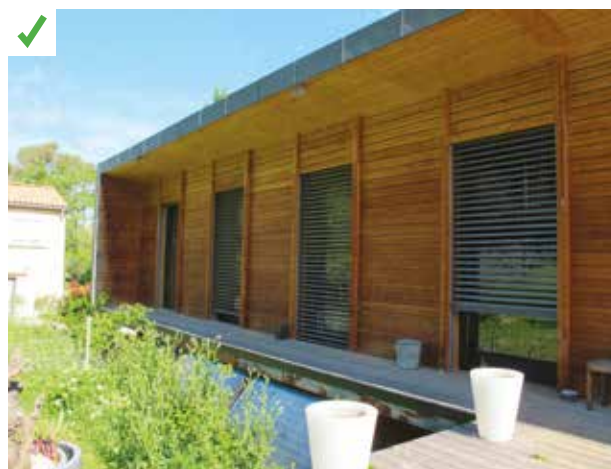
- Les stores intérieurs sont indispensables pour se prémunir des éblouissements et obtenir un bon confort visuel. Par contre, ils n'ont qu'une incidence très faible sur la limitation des apports thermiques.
- Dans le cas de façades classées ou de limite de propriété ne permettant pas l'utilisation de protections solaires rapportées, utiliser des vitrages ayant des caractéristiques adaptées à l'orientation pour limiter l'inconfort (un FS faible limite la pénétration de rayonnement solaire).



Rideaux intérieurs qui n'empêchent pas les surchauffes d'une salle de réunion. ©AQC



Rideaux roulants intérieurs de couleur noire qui n'empêchent pas les surchauffes d'un amphithéâtre exposé est. ©AQC



Brise soleil orientables (BSO) positionnés à l'extérieur et contribuant, en complément de la casquette correctement dimensionnée, à éviter les surchauffes et l'éblouissement en été sur la façade sud. ©AQC

### Références

- Source web : Manuel d'architecture énergétiquement efficace, caue13 : [www.caue13.fr/sites/default/files/guide\\_manuelarchitectureefficace.pdf](http://www.caue13.fr/sites/default/files/guide_manuelarchitectureefficace.pdf).

## 8 ÉVITER LA STRATIFICATION D'AIR CHAUD DANS LES GRANDS VOLUMES

### CONSTAT

- Dans les bâtiments présentant un espace de grande hauteur (hall, sas, gymnase, etc.), l'air chaud va naturellement se concentrer en partie supérieure.

### PRINCIPAUX IMPACTS

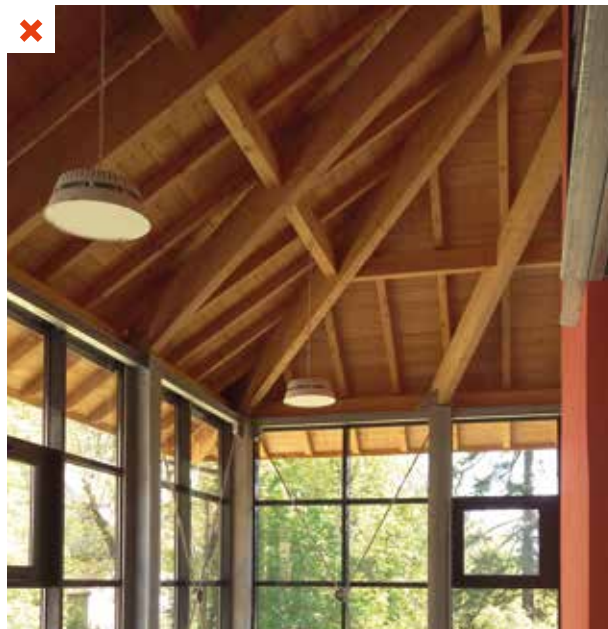
- Inconfort thermique dans les niveaux supérieurs.
- Températures non homogènes dans le bâtiment.

### ORIGINES

- Stratification de l'air.
- Conception des bâtiments avec des volumes de grande hauteur, sans séparation entre les niveaux.

### BONNES PRATIQUES

- Prévoir des ouvrants basculants dans les niveaux supérieurs pour évacuer l'air chaud.
- Installer des brasseurs d'air plafonniers ou des déstratificateurs qui permettent d'homogénéiser la température dans les locaux et de créer de légers courants d'air en diminuant la température ressentie.



Volume ouvert sur trois niveaux. Les températures au dernier niveau sont plus élevées d'environ 3°C. ©AQC



Verrière à double peau, munie d'ouvrants pour évacuer la chaleur en partie haute l'été. ©AQC



Bouche d'extraction du déstratificateur installé dans une médiathèque permettant d'homogénéiser la température de l'air intérieur et créer un courant d'air. ©AQC



## 9 PRÉVOIR LA RÉGULATION DU CHAUFFAGE EN FONCTION DE L'ORIENTATION ET DE L'USAGE DES LOCAUX

### CONSTAT

- Pendant les journées ensoleillées de printemps et d'automne, le chauffage fonctionne pour assurer le confort thermique des locaux situés au nord. Les locaux exposés au soleil bénéficient en plus des apports solaires passifs et sont en surchauffe. Les températures entre les locaux orientés nord et sud ne sont pas homogènes.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Surchauffes en mi-saison, dans les locaux exposés au soleil.
- Sous exploitation des apports solaires gratuits.
- Consommation inutile de chauffage.

### ORIGINE

- Le chauffage n'a pas été conçu par zones et ne tient pas compte de l'exposition et de l'usage des locaux.

### SOLUTIONS CORRECTIVES

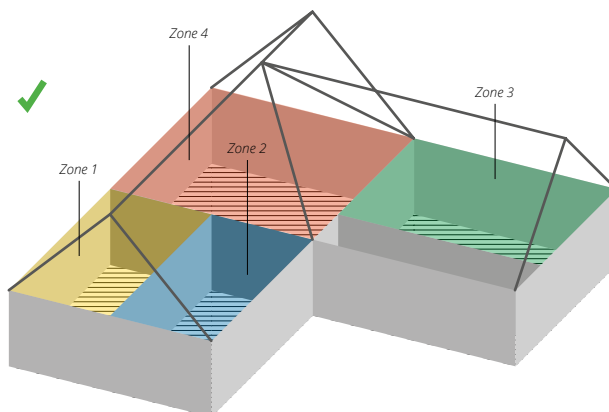
- Étudier la possibilité d'intervenir sur le réseau de chauffage pour réguler par zone.
- Prévoir des chauffages individuels d'appoint dans les locaux exposés nord.

### BONNE PRATIQUE

- Dès la conception, prévoir le zonage du chauffage suivant l'orientation et l'usage des locaux.



*En intersaison, alors que le chauffage est encore actif dans le bâtiment, les appartements situés sur la façade sud de cette résidence des années 1960 sont sujets à de fortes surchauffes les jours d'ensoleillement. L'absence de zonage dans le bâtiment empêche l'arrêt du chauffage qui pénaliserait les logements situés au nord. ©AQC*



*Au sein même des logements, un zonage doit être prévu. Dans cet exemple, quatre zones ont été déterminées en fonction de leur orientation et de leur usage. ©AQC*



*Plancher chauffant alimenté via une nourrice. Chaque départ correspond à une pièce avec une orientation et un usage spécifique. ©AQC*

# 10 CHOISIR UN MODE DE CHAUFFAGE RÉACTIF DANS LES ZONES BÉNÉFICIANT D'APPORTS SOLAIRES EN MI-SAISON

## CONSTAT

- En mi-saison et en hiver, l'apport d'énergie solaire par le vitrage peut-être rapide et suffisant pour couvrir les besoins de chaleur. Il peut conduire à des surchauffes dans les locaux équipés d'un plancher chauffant traditionnel dont la régulation est peu réactive.

## PRINCIPAUX IMPACTS

- Surchauffes en mi-saison.
- Sous exploitation des apports solaires gratuits.
- Consommation inutile de chauffage.

## ORIGINES

- Forte inertie des planchers chauffants traditionnels.
- Choix d'un système de chauffage à forte inertie non adapté en mi-saison en cas d'apports solaires importants (cumul des apports solaires passifs et des apports du plancher chauffant).

## SOLUTIONS CORRECTIVES

- Étudier la possibilité d'installer des émetteurs réactifs pour la mi-saison.
- Travailler sur un ajustement de la courbe de chauffe en mi-saison pour avoir une température de départ moins importante et atténuer l'effet accumulateur de la dalle.
- Étudier le couplage du système avec un dispositif de prédiction météorologique avec un pas à la demi journée pour anticiper les périodes ensoleillées.
- Travailler sur des protections solaires en mi-saison pour atténuer les surchauffes.

## BONNES PRATIQUES

- Équiper les zones bénéficiant d'apports solaires d'un émetteur de chauffage à faible inertie.
- Si le choix d'un plancher chauffant est conservé, opter pour un équipement sec à basse température (directement installé sous carrelage et à faible inertie).



Plancher chauffant traditionnel en fonctionnement lors d'une journée ensoleillée. Les apports solaires vont se cumuler aux calories diffusées par le plancher et créer une surchauffe. De plus, même si le chauffage est coupé en début de matinée, le plancher reste trop chaud pour pouvoir valoriser de façon optimale les apports solaires. ©AQC

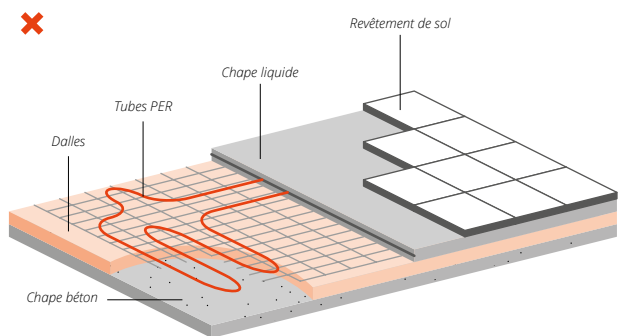


Schéma illustrant les différentes couches d'un plancher chauffant traditionnel. La chape liquide joue le rôle de l'émetteur, plus elle est épaisse, plus on a de l'inertie et des difficultés à assurer une régulation rapide. ©AQC



Dans cette zone bénéficiant d'apports solaires en mi-saison, des radiateurs à faible inertie ont été choisis pour leur réactivité. ©AQC

## Références

- Le bâtiment à énergie positive, Alain Garnier, Éditions Eyrolles, décembre 2012.

# 11 LIMITER LES APPORTS DE CHALEUR INTERNES

## CONSTAT

- Les équipements électriques spécifiques entraînent des apports de chaleur internes importants (serveurs, ordinateurs, fours, lave-linges, etc.).

## PRINCIPAUX IMPACTS

- Surchauffes.
- Surconsommation énergétique liée aux besoins de rafraîchissement.

## ORIGINES

- Négligence ou non prise en compte des apports de chaleur des équipements électriques internes, en phase conception.
- Défaut d'aménagement des espaces intérieurs.

## SOLUTION CORRECTIVE

- Lors de leur renouvellement, opter pour des équipements performants, peu énergivores et limitant les apports thermiques.

## BONNES PRATIQUES

- Penser l'aménagement des surfaces en fonction des usages et destinations.
- Positionner les locaux pour la bureautique et les appareils électroménagers (cuisines, buanderies, locaux serveur, etc.) loin des pièces à vivre en les séparant par des volumes tampons (toilettes, couloirs, etc.).
- Choisir des équipements très basse-consommation.
- Positionner les locaux pour la bureautique et les appareils électroménagers au nord.



Inconfort thermique constaté dans une pièce mitoyenne à une buanderie dû à la chaleur dégagée par les machines à laver. ©AQC



La chaleur dégagée par le matériel de cuisine entraîne une surchauffe dans la salle de restauration. ©AQC



Buanderie	Espace tampon (toilettes)	Salle 1	Salle 2	Salle 3
Local serveur				
Matériels de cuisine	Espace tampon (toilettes)	Salle 4	Salle 5	Salle 6

Dans cette école, les salles de classe ont été séparées de la buanderie par le bloc sanitaire, limitant ainsi l'échange thermique direct entre les deux locaux. ©AQC

## Références

- Source web : Le confort d'été, enertech : [www.enertech.fr/modules/catalogues/pdf/44/T18\\_confort%20ete.pdf](http://www.enertech.fr/modules/catalogues/pdf/44/T18_confort%20ete.pdf).

## 12 SENSIBILISER LES OCCUPANTS AUX BONS RÉFLEXES

### CONSTATS

- L'utilisation des brise-soleil orientables (BSO) est aléatoire en fonction des occupants.
- Les consignes d'ouverture et de fermeture des fenêtres en fonction des températures extérieures ne sont pas respectées.

### PRINCIPAUX IMPACTS

- Surchauffes en saison chaude et en intersaison.
- Éblouissement.
- Surconsommation énergétique liée aux besoins de rafraîchissement.

### ORIGINES

- Les exploitants/occupants ne sont pas sensibilisés sur leur rôle pour maintenir le confort d'été et les bonnes pratiques à adopter.
- Les exploitants/occupants ne sont pas impliqués dans le bon fonctionnement du bâtiment.

### SOLUTION CORRECTIVE

- Faire des rappels réguliers à l'approche de la saison chaude.

### BONNES PRATIQUES

- Fournir aux occupants un livret d'accueil avec un paragraphe sur le confort d'été pour les sensibiliser sur les bons gestes.
- Organiser des réunions d'échanges ou des affichages réguliers pour entretenir la dynamique initiée.
- Définir un rôle tournant entre les occupants du bâtiment pour la sensibilisation sur les éco-gestes.
- Sensibiliser les occupants et encadrer l'usage du bâtiment en se servant des thermomètres intérieurs et extérieurs.



Tous les brise-soleil ne sont pas utilisés par les occupants pendant une journée ensoleillée d'été. ©AQC



Fenêtre pourvue d'un dispositif anti-intrusion (à droite) pour ventiler les locaux la nuit en période chaude. Elle n'est pas utilisée par les usagers malgré la consigne d'ouverture avant de quitter les locaux, en fin de journée. ©AQC



Les occupants de ce bâtiment ont fermé les brise-soleil coulissants sur cette façade exposée ouest avant de partir au travail. ©AQC

### Références

- Fraîcheur sans clim, Thierry Salomon et Claude Aubert, Éditions Terre Vivante, juin 2004.
- Source web : Survivre à la canicule : [www.enviroboite.net/survivre-a-la-canicule-sans-climatisation](http://www.enviroboite.net/survivre-a-la-canicule-sans-climatisation).
- Source web : Chaud dehors, frais dedans : garder son logement frais en été – ADEME : [www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-chaud-dehors-frais-dedans.pdf](http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-chaud-dehors-frais-dedans.pdf).

## CONCLUSION

Les retours d'expériences montrent que la problématique du confort d'été et des surchauffes provient, dans la plupart des cas, d'une méconnaissance ou du non-respect des principes bioclimatiques. Négliger des éléments comme les protections solaires, la taille, la nature et l'orientation des vitrages, peut avoir de lourdes conséquences sur le confort thermique.

Les principes de base du confort d'été sont simples. Il est indispensable de se protéger du rayonnement solaire et de limiter l'entrée d'air chaud provenant notamment des îlots de chaleur. Les apports internes liés aux équipements et aux usages doivent être pris en compte et limités. Enfin, la chaleur accumulée doit pouvoir être évacuée.

Le bâtiment, par sa conception, son orientation, ses volumes et les matériaux qui le composent est plus ou moins sensible aux risques de surchauffes.

Les outils d'aide à la conception telles que les simulations thermiques dynamiques permettent de modéliser ces facteurs de manière exhaustive et d'étudier l'évolution du confort thermique tout au long de l'année en fonction de l'environnement extérieur (climat, températures, ensoleillement, masques solaires...).

Selon les régions, les modes constructifs, les sensibilités des acteurs rencontrés et les contraintes liées au projet, de nombreuses solutions sont rencontrées sur le terrain, et pour certaines décrites dans ce rapport. Elles permettent d'élaborer une stratégie de gestion des surchauffes dès la conception en concertation avec les usagers.

Lorsque cette stratégie est retenue et son efficacité testée par modélisation, il est important de mettre en œuvre tout ce qui a été prévu. Le dimensionnement des brise-soleil, l'implantation des protections végétales ou encore les caractéristiques des vitrages doivent être respectés et contrôlés à la réception pour assurer le confort thermique. Les systèmes (ouvrants, protections solaires, etc.) doivent être faciles à prendre en main pour être utilisés.

Les usagers qui occupent les bâtiments doivent être sensibilisés à la logique de gestion des surchauffes comme ils peuvent l'être concernant le chauffage en hiver. L'ouverture et la fermeture des fenêtres, la ventilation nocturne pour le rafraîchissement ou la gestion du chauffage en mi-saison sont des points essentiels à aborder.

Enfin, les retours d'expériences dans les bâtiments performants montrent qu'il est possible d'atteindre un niveau de confort satisfaisant en appliquant des principes simples, passifs et « low tech », que nous retrouvons d'ailleurs dans nos constructions vernaculaires.



## GLOSSAIRE

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

AQC : Agence Qualité Construction

BBC : Bâtiment Basse Consommation

BDM : Bâtiments Durables Méditerranéens

BSO : Brise-Soleil Orientable

CDR : Centre De Ressources

DCE : Dossier de Consultation des Entreprises

DOE : Dossier des Ouvrages Exécutés

FLJ : Facteur Lumière Jour

FS : Facteur Solaire

GTB : Gestion Technique de Bâtiment

GTC : Gestion Technique Centralisée

PAC : Pompe à Chaleur

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

QDM : Quartiers Durables Méditerranéens

RT : Réglementation Thermique

REX : Retour d'EXpériences

STD : Simulation Thermique Dynamique

TL : Transmission Lumineuse

VMC : Ventilation Mécanique Contrôlée

## 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 BATIFRAIS 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)



## CONSTRUCTION MODULAIRE TRIDIMENSIONNELLE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce Rapport, élaboré en partenariat avec Envirobat Occitanie, a pour objectif de faire connaître les points de vigilance et les bonnes pratiques pour favoriser la réussite des futures opérations de construction modulaire tridimensionnelle.



## VÉGÉTALISATION DU BÂTI EXISTANT - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

Ce rapport, élaboré en partenariat avec Ekopolis, a pour objectif d'accompagner les acteurs de la construction vers des opérations de végétalisation pérennes, conservant l'intégrité et la durabilité du bâtiment.



INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



DU BON USAGE DU BIM - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



LA VENTILATION NATURELLE À LA RÉUNION - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE



AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE THERMIQUE DU BÂTI ANCIEN - 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



LA RÉHABILITATION EN GUYANE - 12 ENSEIGNEMENTS À CONNAÎTRE

*réalisé avec le soutien financier de :*

