

MARDI 2 OCTOBRE

Rencontres
Nationales
Réseaux EIE & PTRE



Conférence 1 : Le rafraîchissement passif

UN ÉVÉNEMENT ADEME



Le rafraîchissement passif : l'amélioration du confort en été dans les bâtiments existants rénovés sans recours à la climatisation active.

Salle Joffre BC - 14.15

Intervenants :

Stéphane Bedel, Izuba Énergies et Renaud Barrès, Union Régionale des CAUE d'Occitanie.

Résumé :

Préserver le confort pendant la saison estivale sans augmenter les consommations énergétiques est tout l'enjeu du rafraîchissement passif. La rénovation énergétique ne se préoccupe encore que trop peu de cette problématique et la recherche d'une performance d'hiver peut même conduire à dégrader celle d'été. Il existe de nombreuses actions dites passives qui permettent, en les combinant, de limiter les hausses de températures à l'intérieur du logement. Cette conférence permet de comprendre pourquoi les périodes de surchauffe peuvent augmenter dans un bâtiment rénové, et comment y remédier sans recourir à la climatisation.

Que nous enseigne la bioclimatique sur les stratégies efficaces de rafraîchissement passif ?

Renaud Barrès, Union Régionale des CAUE (Conseils d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement) d'Occitanie

La hausse des températures estivales est une réalité sur le territoire français comme dans beaucoup d'autres pays à travers le monde. Bien souvent, la réponse à cette situation est celle d'un usage abusif de la climatisation, avec toutes les conséquences néfastes que cela engendre sur la consommation énergétique et l'esthétique des constructions.

Malgré cet enjeu prégnant, le concept de rafraîchissement passif constitue une alternative relativement peu abordée dans les réglementations thermiques. En effet, jusqu'à présent, ces réglementations - à travers la notion de « confort d'hiver » - traitent essentiellement des enjeux d'économies d'énergie liés à la baisse des températures et ne considèrent pratiquement pas les problématiques associées à la hausse des températures en été.

En architecture, la notion de « bioclimatique » consiste à prendre en compte les caractéristiques du lieu d'implantation du projet en adaptant la construction en fonction des conditions climatiques afin d'optimiser le confort des occupants sans altérer outre mesure le cadre naturel.

La bioclimatique permet de considérer la problématique de confort thermique sous un angle plus complet.

Elle nous renseigne sur les stratégies à mettre en œuvre au stade de la conception ou de la rénovation pour favoriser un rafraîchissement passif des bâtiments dans les zones exposées aux chaleurs :

- *Empêcher les rayonnements solaires directs*

Pour pallier à cette problématique de nombreuses options existent mais qui ne présentent pas le même degré d'efficacité.

- les avancées de toit ne sont pas efficaces à 100 % en raison de 2 facteurs : le soleil se déplace et l'orientation n'est pas la même pour les différentes façades
- l'installation de persiennes verticales et/ou horizontales constitue une solution simple et efficace
- encore très répandus, les stores intérieurs représentent, au contraire, une mauvaise option : ils vont provoquer un effet de serre à l'intérieur des bâtiments
- Les stores extérieurs verticaux sont eux efficaces, en plaçant le vitrage à l'ombre. Choisir des stores guidés par des câbles dans les zones ventées.
- l'utilisation de la végétation pour protéger une construction du soleil est une alternative efficace mais nécessitant davantage de temps pour être optimale.

- Isoler sa toiture

Il s'agit d'un sujet primordial à prendre en compte dans le cadre d'une stratégie de rafraîchissement passif.

- En la matière, le choix de l'isolant est déterminant : il existe des différences très importantes de déphasage entre les isolants, lesquelles ne sont pas toujours connues du grand public car il y a quand même des gros lobbies qui sont présents. À titre d'exemple, la laine de bois est nettement plus efficace contre la chaleur que les laines minérales. La ouate de cellulose constitue également un isolant efficace.
- Une autre option possible pour isoler sa toiture est la toiture végétalisée, notamment pour les toitures terrasse. Actuellement en vogue, cet aménagement est à éviter toutefois dans les zones trop ventées dans lesquelles la végétation aura du mal à résister.

- Utiliser la relation au sol dans la construction

Le contact avec le sol permet de rafraîchir naturellement le bâtiment.

Le lien conservé avec le sol dépend du mode de construction choisi :

- dans les bâtiments récents le mode de construction sur vide sanitaire est souvent privilégié. Il offre des avantages pratiques mais présente l'inconvénient de couper toutes relations avec le sol.
- à l'inverse, le mode de construction sur terre-plein, plus compliqué à mettre en œuvre, a l'avantage de permettre de capter la fraîcheur du sol lorsqu'il est réalisé avec des matériaux adéquats isolants et drainants tels que du verre cellulaire.

- Favoriser une ventilation naturelle

Cette stratégie implique la connaissance des vents auxquels est exposée la structure afin d'adapter la construction et de l'orienter efficacement. Dans les constructions anciennes, l'action du vent était bien souvent prise en compte dans la conception du bâtiment mais c'est moins systématique aujourd'hui. Une ventilation naturelle fonctionne de manière optimale lorsqu'est généré un effet de surpression et de dépression. Parmi les systèmes existants :

- les lames de ventilation naturelles, équipées de moustiquaires, constituent des dispositifs efficaces.
- le système du puits canadien (ou puits provençal) a également démontré ses performances. La mise en œuvre d'un tel puits implique toutefois la prise en compte de deux points de vigilance techniques importants : le mode de récupération des condensats et le choix du matériau du tuyau.

- Isoler les façades

L'isolement des façades extérieures permet de gagner en performance énergétique. Outre cette fonction, il constitue également un projet architectural en soi qui peut contribuer à transformer l'esthétique d'un bâtiment. C'est bien souvent dans cette double optique, esthétique et utilitaire que sont réalisés les travaux d'isolation.

Une étude récente intitulée « Bâti du XX^e siècle - Stratégies pour une rénovation adaptée en Occitanie » a été menée par l'Union régionale des CAUE Occitanie. Cette étude, portant sur un ensemble de bâtis du XX^e siècle détenant des modes de constructions quasi similaires avait pour objectif d'analyser quelle était la meilleure façon d'adapter ces bâtiments au changement climatique en se basant pour cela sur des simulations thermiques dynamiques avec des scénarios portant jusqu'à 2040 dans différentes zones géographiques.

Les résultats de cette étude mettent notamment en avant les effets souvent bénéfiques en termes de rafraîchissement passif d'une isolation thermique extérieure par rapport à une isolation thermique intérieure, qui peut parfois doubler le nombre de jours d'inconfort d'été en empêchant la fraîcheur nocturne emmagasinée dans les murs de pénétrer dans les pièces. Il n'existe toutefois selon cette étude aucune méthode universelle en termes d'isolation, d'où l'importance d'agir au cas par cas en s'appuyant sur une connaissance aiguisée du terrain (climat, altitude, etc.) En la matière les EIE, les CAUE, l'ADIL etc. forment une palette d'organismes qui se complètent pour fournir des conseils personnalisés.

Résistance de bâtiments au réchauffement climatique, quels facteurs d'amélioration ?

Stéphane Bedel, Bureau d'études Izuba Énergies

La hausse des températures va se poursuivre et s'intensifier dans le futur. C'est le constat effectué par de nombreuses études telles que le rapport du GIEC (Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat). Dans les zones du pourtour méditerranéen le nombre de jours annuels présentant des températures supérieures à 30 degrés est en augmentation importante (50 jours à Montpellier pour 2018).

Cette hausse des températures signifie la réalisation d'économies d'énergie en période hivernale. Ces gains sont une réalité mais ne doivent pas être dilapidés à travers l'utilisation abusive de systèmes de climatisation en été du fait d'un inconfort thermique croissant.

Cette situation implique d'adopter des stratégies efficaces de rafraîchissement passif des bâtiments (sans utilisation de la climatisation) au stade de la construction, de la rénovation ou encore au quotidien à travers l'adoption des comportements efficaces lors des périodes de chaleur.

L'ADEME en collaboration avec le bureau d'étude Izuba a effectué en 2010 une étude comparative sur la résistance de bâtiments au réchauffement climatique : l'étude Simulation Climat-2030-2050 des bâtiments « BBC »

L'étude porte sur des types de bâtiments variés (collectif ou individuel, ancien ou neuf, etc.) et présente une évaluation du comportement de ces bâtiments dans les conditions climatiques prévues à échéance 2030 et 2050 en Languedoc Roussillon. Elle évalue l'impact de nombreux facteurs sur le confort thermique.

Plusieurs résultats ressortent de cette étude qui pointe en premier lieu des différences locales assez importantes d'exposition à l'inconfort thermique d'été, selon la zone d'implantation du bâti. Les zones les plus proches du littoral sont significativement moins impactées par cette perte de confort que les zones situées davantage dans les terres et ce même si ces dernières ne sont séparées qu'une dizaine de kilomètres.

Cette étude nous renseigne sur l'impact réel de différents facteurs sur le confort thermique :
- *le type d'enveloppe isolante* - selon qu'il s'agisse de l'isolation thermique intérieure (ITI), de l'isolation thermique extérieure (ITE) ou de l'isolation thermique répartie (ITR) et le choix de l'isolant - sont des facteurs déterminants pour le confort thermique d'un bâtiment.

- L'isolation extérieure apporte un gain significatif de confort. C'est la méthode la plus efficace d'isolation. De la densité du matériau choisi va dépendre le gain en confort obtenu. L'impact de l'isolation par l'extérieur est d'autant plus prononcé concernant les constructions individuelles dans lesquelles le ratio surface de mur/surface habitable est important par rapport à celui de l'habitat collectif.
- Lorsque l'isolation extérieure n'est pas possible, l'isolation intérieure va également permettre d'obtenir un gain de confort non négligeable : de 14 % à 17 % de confort supplémentaire en fonction des bâtiments observés. Ici encore, c'est la densité de l'isolant choisi qui va constituer le facteur déterminant. Une multitude d'options existent en fonction du type de matériau (terre-paille, plâtre, brique, etc.).
- Les impacts de l'ITR (type mono mur en brique ou béton cellulaire) se situent à mi-chemin entre l'ITI et l'ITE. Quant à l'ossature en bois elle fait preuve d'efficacité : selon le choix de l'isolant, on peut atteindre le même confort qu'avec l'ITE.

L'étude démontre qu'une bonne isolation n'est pas incompatible avec le confort d'été. Au contraire, un bâtiment bien isolé en hiver sera mieux protégé de la chaleur.

- le sol

Pour un bâtiment individuel notamment, la relation du bâti au sol a un impact considérable : en passant d'un sol à vide sanitaire à un sol terre-plein, le gain de confort thermique est significatif. Avec ce type de technique il est cependant nécessaire de veiller à ce que le gain en confort soit effectif en hiver et en été.

- la toiture

L'incidence du choix de la toiture et du type d'isolant sont conséquents : des choix judicieux vont permettre d'améliorer significativement le confort et à l'inverse une mauvaise prise en compte de ces éléments va nuire à l'efficacité des tentatives d'isolation. Les isolants de type laine de bois, de par leur haute densité, présentent les meilleures performances. Les toitures lourdes constituées de dalle en béton, par exemple, présentent une vraie plus-value pour le confort thermique. La toiture végétale est également une option efficace qui permet d'assurer un déphasage en refroidissant la dalle. Enfin la ventilation du toit est primordiale pour éviter qu'il ne retienne la chaleur et ne provoque ainsi un effet de serre.

- la ventilation

La ventilation joue un rôle majeur dans toute stratégie de confort thermique. La ventilation doit être effectuée à des moments stratégiques (la nuit) et de manière raisonnée pour être le plus efficace possible. La ventilation naturelle reste une des stratégies les plus efficaces pour le rafraîchissement passif mais nécessite d'avoir les ouvrants adéquats, qui protègent

contre les intrusions, les moustiques, les courants d'air, etc. En la matière, les oscillo-battants constituent une option efficace. L'utilisation de certains outils va permettre de ventiler « intelligent » : il peut s'agir de thermomètres intérieurs et extérieurs parfois associés à un système de voyants de rappel permettant de signaler qu'il est la bonne heure pour aérer.

Les systèmes de brasseurs d'air, s'ils ne vont pas diminuer la température, vont néanmoins largement contribuer à augmenter la zone de confort dans le bâtiment. Il existe des brasseurs d'air basses consommations qui ont démontré leur performance. Le système *geocolling* (géothermie), une variante du puits canadien, peut offrir un effet de rafraîchissement important. Il est constitué de pieux verticaux couplés à une pompe à chaleur.

- *systèmes orientaux ancestraux de rafraîchissement par évaporation.*

Il s'agit de tour à vents, de mur à eaux, etc. Ces techniques continuent d'être efficaces et sont toujours utilisées en architecture.

L'étude analyse également les coûts associés aux différentes options. Une isolation performante représente ainsi un budget conséquent : les chiffres montrent que l'isolation extérieure, la plus efficace est aussi la plus onéreuse. Les parois lourdes sont aussi beaucoup plus chères que les parois de type Placoplâtre. Certains matériaux naturels comme les mélanges terre-paille sont néanmoins assez bon marché sans que cela remette en cause leur capacité isolante.

Quant au surcoût engendré par l'adaptation des bâtiments au réchauffement climatique, il est moindre en agissant uniquement sur le bâti (l'isolation, les cloisons, etc.) qu'en agissant de manière mixte : bâti et installation d'équipements. Par ailleurs l'impact environnemental est évidemment plus important dans le second cas de figure puisque ces équipements (pompes à chaleur, brasseurs, etc.) vont consommer de l'énergie.

Échanges avec la salle

De la salle : Pour quelle solution de toiture opter pour maximiser le confort thermique ?

Stéphane Bedel : tout est une question de la ventilation. Si l'air circule bien entre la tuile et l'isolant a priori cela devrait être plus profitable d'avoir un toit sous rampants. L'inconvénient c'est qu'il est plus difficile de ventiler sous rampants que sous combles. Le but, quels que soient les systèmes, c'est d'éviter l'échauffement sous la toiture.

De la salle : Il y a de plus en plus de gens qui suppriment le faux plafond pour gagner de la place, qu'en pensez-vous ?

Stéphane Bedel : le choix de l'isolant est d'autant plus important dans ces cas. La suppression du faux-plafond va rendre la ventilation plus difficile : à l'inverse conserver les combles permet une meilleure ventilation.

De la salle : Quid du choix de la couleur des façades pour réfléchir la lumière comme pour les maisons grecques ?

Stéphane Bedel : le choix de la couleur va avoir un impact réfléchissant mais qui ne sera pas aussi significatif sur un mur parfaitement isolé.

Renaud Barrès : dans des pays comme la Grèce, la couleur blanche des maisons fait partie du patrimoine. Ce n'est pas toujours le cas en France donc il semble difficile d'agir sur ce levier là. Néanmoins, par exemple dans le cas des toits terrasses, effectivement la couleur du gravier va avoir un impact significatif qui pourtant est souvent largement négligé.

De la salle : Pouvez-vous donner des exemples de systèmes de rafraîchissement par évaporation pour les particuliers ?

Renaud Barrès : difficile à ce stade de donner des exemples pour des constructions individuelles mais un cas qui peut être facilement observé est celui de la Gare TGV de Montpellier. Celle-ci dispose aussi d'une toiture en membranes. Ces dernières se déplacent entre l'hiver et l'été. En hiver il y a beaucoup plus de soleil qui rentre à l'intérieur qu'en été.

De la salle : Que pensez-vous des systèmes de ventilation statiques type puits canadien ?

Stéphane Bedel : pour moi ce n'est pas suffisant, ce n'est pas un système thermodynamique. Il faut vraiment du débit et donc un ventilateur, au moins du 3 mètres seconde dans le tuyau pour que cela fonctionne et rafraîchisse la maison. C'est une solution qui vient à l'issue de tout ce qu'on a exposé comme solutions au niveau de la conception. Un puits canadien est intéressant lorsqu'il fait très chaud pour gagner encore les 2 ou 3 degrés supplémentaires, c'est une bonne option à envisager mais toujours en complément d'une autre stratégie.

Renaud Barrès : autre point que je souhaiterais aborder je vous invite à être attentifs avec les VMC double flux et à vérifier que le by pass fonctionne bien et que le double flux ne surchauffe pas l'air entrant l'été. C'est un système qui fonctionne bien dans les maisons individuelles mais pas toujours dans le tertiaire.

Stéphane Bedel : ce qui fonctionne bien, ce sont les échangeurs rotatifs pour les gros volumes (écoles, bureaux). Durant la journée quand il fait plus chaud dehors que dedans, la roue est actionnée. Au lieu de souffler à 35°C par exemple, on souffle à 27°C. A l'échelle d'une classe par exemple cela représente une puissance de 1000 W, ce qui n'est pas négligeable. Certaines centrales intègrent dans leurs automatismes ces différentes fonctions de rafraîchissement de jour et de nuit.

De la salle : La végétalisation des toitures et des façades n'est-elle pas l'une des meilleures solutions pour réguler l'effet d'îlot de chaleur urbain notamment en période de canicule ?

Stéphane Bedel : les toitures terrasses permettent d'éviter l'échauffement des parois et donc participent à limiter les effets îlot de chaleur qui représentent, on le sait, 2 à 3 degrés supplémentaires. Lors de canicule, période longue avec des températures de nuit et de jour élevées, il est nécessaire d'aller chercher la fraîcheur ailleurs : brassage d'air, dans le sol, rafraîchissement adiabatique... car les solutions que l'on a exposées présentent toujours une limite...

Renaud Barrès : les climatisations en façade participent à réchauffer l'espace urbain et créent des îlots de chaleur, sans aucun doute. Les îlots de chaleur relèvent de question d'urbanisme. La Métropole de Marseille a par exemple mis en place un PLU (Plan local d'urbanisme) Bioclimatique pour que l'ensemble des éléments de l'urbanisme participent à rafraîchir la ville.

L'artisan a une obligation de prévenir son client qu'il doit déposer une déclaration préalable à la pose d'une climatisation en façade. L'autre responsable, qui doit veiller à ce que la loi soit respectée dans ce domaine, c'est l'élu.

Le développement durable, c'est un ensemble de données, ce n'est pas seulement des économies d'énergies, c'est aussi des considérations architecturales et patrimoniales.

Renaud Barrès : autre sujet, comme vous l'avez-vu avec le réchauffement climatique, nous allons faire des économies d'énergies l'hiver et donc je ne saurais que trop vous conseiller de « non isoler » les murs plutôt que d'isoler par l'intérieur et de provoquer des surchauffes d'été importantes. Nous avons l'exemple de l'Évêché d'Auch qui a été racheté par un bureau d'études, qui a été restauré basse consommation sans aucune isolation des murs et cela fonctionne bien.

De la salle : Est-ce que vous modélisez l'effet « évaporatif » que peuvent avoir les murs et les toitures végétalisés ?

Stéphane Bedel : effectivement l'effet évaporatif est généré lorsque la terre est humide et en s'évaporant contribue à rafraîchir l'ambiance mais on ne le modélise pas dans nos logiciels. Pour notre part, on modélise juste l'inertie que va apporter la terre mais pas l'effet « évaporatif ». La terre, nous la préconisons pas seulement pour son côté inertiel mais aussi pour son côté régulateur hygrométrique.

De la salle : Est-ce que la notion de « confort d'été » est suffisamment prise en compte ?

Stéphane Bedel : La Mairie de Montpellier installe systématiquement des brasseurs d'air dans les écoles ; elle montre l'exemple. En région, on a des programmes qui ont été mis en place comme la démarche BDO : bâtiment durable en Occitanie, qui prend en compte la notion de « confort d'été ». Il y a aussi le programme NoWatt de la région qui peut apporter des aides non négligeables sur des bâtiments durables où le confort d'été est bien pris en compte.

Pour les particuliers, il y a un gros travail de sensibilisation à faire sur cette question.