

AMÉLIORATION DU CONFORT D'ÉTÉ

les écoles

- 
- A photograph of a classroom scene. A teacher with glasses and a patterned top stands at the front, smiling. Several students in the foreground have their hands raised. A whiteboard in the background displays a list of geometry tasks.
- Trace un segment [AB]
 - Trace une droite d
 - Trace un triangle-rectangle CDE
 - Trace un rectangle FGHI
 - Dessine une maison en faisant un rectangle au-dessus pour faire

L'heure de la rénovation a sonné

Plus chaud, plus tôt, plus long. L'été se transforme, dans notre région en particulier. Les écoliers et les enseignants transpirent : en 2022, nombreux sont les établissements à s'être mués en fournaies dès le mois de mai. Et ce n'est pas fini, car, avec le dérèglement climatique, ces températures élevées et précoces vont passer d'exceptionnelles à banales.

Mauvaise isolation, abords minéralisés, ombrage absent... Nombre de bâtiments scolaires ne sont pas conçus pour faire face, tandis que la population qu'ils accueillent – les enfants – est particulièrement vulnérable.

Alors, on climatise ? N'y pensons pas : ce système accentue le phénomène d'îlot de chaleur urbain. Énergivore, il est d'autant moins souhaité que, pour atteindre, en 2050, la neutralité carbone souhaitée par l'État, les groupes scolaires ont comme objectif de réduire leurs consommations énergétiques de 40 % d'ici à 2030.

Heureusement, des alternatives à la climatisation existent. Pour aider les communes à adapter ces bâtiments qui représentent la moitié de leurs équipements, EnvirobatBDM et le CAUE13 ont conçu ce livret à destination des élus. Il a pour but de recenser les bonnes pratiques et donne des clés avant d'engager les travaux d'adaptation des bâtiments.

Pour mettre en pratique chacun de ces conseils, une constante : penser concertation. Faire participer l'équipe pédagogique, les écoliers ou le personnel, par le biais d'ateliers par exemple, permet d'ajuster, d'adapter, et, au final, d'impliquer chacun dans le projet de rénovation.

01

Adopter les bons gestes 04

- En agissant sur le thermomètre
- En agissant sur la température ressentie
- En évitant les heures chaudes
- En aérant la nuit

02

Rafrâchir les abords du bâtiment 06

- Avec la végétation
- Avec l'eau
- En rendant les sols perméables

03

Empêcher la chaleur d'entrer 10

- En isolant
- En installant des protections solaires
- En remplaçant les menuiseries

04

Maîtriser la chaleur produite à l'intérieur 14

- En repensant les usages
- En évitant la climatisation
- En agissant sur l'inertie thermique

05

Évacuer la chaleur 16

- Avec la ventilation naturelle
- En surventilant mécaniquement



01 - Adopter les bons gestes

Que ce soit pour un membre de l'équipe pédagogique ou un élève, l'inconfort thermique est considéré comme atteint quand la température d'ambiance d'une pièce dépasse 28 °C, d'après la norme EN 16798. En été, la température de l'air extérieur dépasse souvent 38 °C et les revêtements sombres exposés au soleil peuvent atteindre 60 °C sous l'effet de l'albédo, comme dans les cours goudronnées. Cet air chaud pénètre à l'intérieur faisant naître une sensation d'inconfort. Dans un premier temps, faire évoluer le comportement des usagers peut améliorer significativement la situation.

En agissant sur le thermomètre

Pour réduire la température de l'air, il faut coupler la ventilation, qu'elle soit naturelle ou mécanique, avec un système d'humidification. Par exemple les ventilateurs peuvent être équipés d'un récipient plein eau. L'évaporation fait alors baisser la température. Cette technique peut être appliquée aussi à plus grande échelle, en arrosant les cours de récréation, souvent imperméables et au revêtement de goudron sombre (albédo faible) qui emmagasine la chaleur en journée. En effet, ces espaces proches des bâtiments influencent grandement le niveau de la température intérieure.

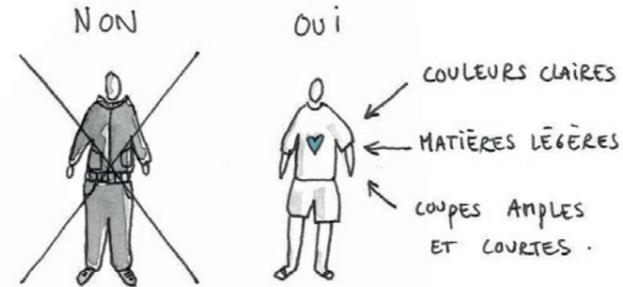


LE SAVIEZ-VOUS ?

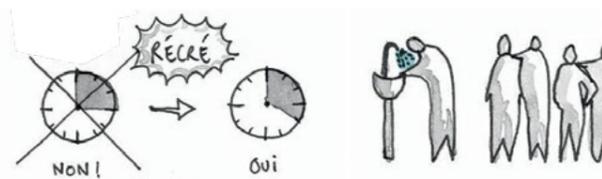
« L'école du dehors », c'est la classe !

L'école primaire Jacqueline, à Strasbourg, propose une façon d'apprendre peu commune. Chaque jour, les élèves sortent dans des espaces «ensauvagés» pour y faire «l'école du dehors». Par tous les temps, ils grattent de la terre, s'allongent dans l'herbe, observent la faune et la flore, construisent des cabanes... L'apprentissage par l'expérimentation. Soumise au climat continental, la capitale alsacienne connaît des étés chauds. L'école du dehors permet donc aux enfants de profiter de la fraîcheur naturelle qui émane de ces espaces ombragés. Compter minimum 60 m² d'espace naturel pour 24 enfants.

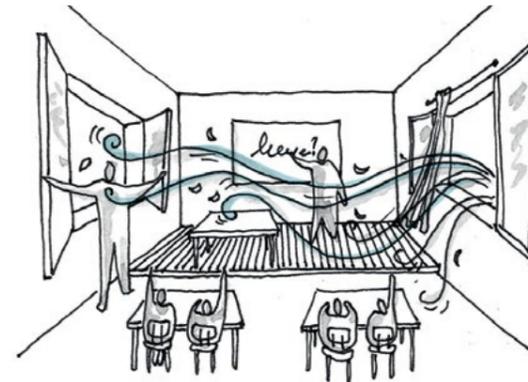
En agissant sur la température ressentie



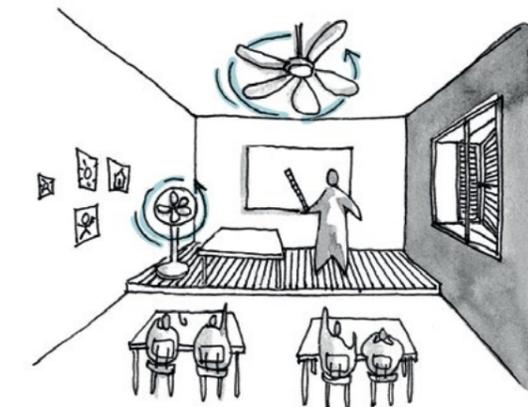
Des vêtements adaptés.



Des pauses plus fréquentes et plus longues.



Quand la température intérieure est supérieure à la température extérieure : si la pièce est traversante, créer un courant d'air.



Si la pièce n'est pas traversante, croiser les volets et installer des brasseurs d'air à faible vitesse (à faible consommation d'énergie).

En évitant les heures chaudes

À LA CANTINE

Servir des repas froids quand il fait chaud offre deux avantages : d'une part, quand les repas sont cuisinés sur place, cela évite les sources de chaleur liées à la préparation des plats ; d'autre part, celui qui mange a la sensation de se rafraîchir. Éviter également les mets trop gras ou trop sucrés qui suscitent la déshydratation. Ne pas oublier que la sudation rafraîchit le corps.

DANS LES CLASSES

Il est important de minimiser l'usage d'équipements électriques tels que les vidéoprojecteurs, les ordinateurs, mais aussi l'éclairage artificiel, si la lumière naturelle est suffisante.

DANS L'ÉTABLISSEMENT

Lors des vacances ou, dans une certaine mesure, des week-ends, la coupure complète des équipements techniques (production de l'eau chaude sanitaire, éclairage, serveurs...) supprimera les sources d'une chaleur qui se stocke dans les murs du bâtiment et est restituée lors de la reprise des cours.

En aérant la nuit

Quand la configuration des lieux le permet, il est conseillé d'ouvrir portes et fenêtres la nuit ou tôt le matin, hors des heures d'occupation de l'école. Créer un courant d'air naturel dans tout le bâtiment contribuera à évacuer la chaleur emmagasinée en journée.

Lorsque le bâtiment a été livré, nous avons sensibilisé les enseignants et nos équipes d'animation du centre de loisir. Un bâtiment comme celui-ci nécessite une formation préalable pour que le confort thermique de l'école soit optimal. Un agent a été dédié à l'écogestion du bâtiment, il veille en particulier à une bonne gestion de l'eau, de l'énergie, des déchets et de l'entretien du bâtiment.

Daniel Rousseau

Directeur général des services de Cuges-les-Pins



©Theo Ménuard - CAUE Paris

02 – Rafraîchir les abords du bâtiment

La cour peut devenir une source de fraîcheur. (École Émeriau, Paris)

En ville, la minéralisation des espaces extérieurs (routes, parkings, cours...) stocke la chaleur, qui est restituée en soirée. Les bâtiments environnants ne peuvent donc pas se rafraîchir la nuit venue. Pour abaisser la température entre le coucher et le lever du soleil, il convient d'intervenir autour des bâtiments, à commencer par les cours de récréation. Ces travaux seront l'occasion de sensibiliser les usagers au respect de l'environnement (cf. fiche 1).

Avec la végétation

AU SOL

Grâce à leur feuillage, les arbres freinent ou stoppent les rayonnements solaires. Quand ils sont plantés à proximité des bâtiments, ils constituent ce que l'on appelle des masques végétaux.

Les sujets existants sont à conserver, à entretenir et à compléter de sorte que l'ombrage se porte sur les façades. Dans la cour, ils offrent aux enfants autant d'espaces protégés tandis que la plantation de nouveaux arbres permet de réduire la surface d'enrobé bitumineux qui, de couleur sombre, garde la chaleur.

Un aménagement bien pensé pourra aussi accueillir des classes en extérieur, à l'ombre des arbres, pendant les heures les plus chaudes (cf. p. 4).

EN FAÇADE

Certains végétaux peuvent aussi grimper directement sur les façades ou des structures de type pergola. On préférera alors des espèces à feuillage caduque, ce qui favorise aussi le confort d'hiver.

SUR LE TOIT

Sur toit plat ou faiblement incliné, des plantations peuvent être envisagées pour compléter les autres dispositifs. L'épaisseur du substrat dépendra de la structure du bâtiment.

L'intérêt est multiple :

- Le substrat stocke de l'eau et en rejette une partie en différé ;
- Les plantes captent et stockent du CO₂, la biodiversité est favorisée ;
- La toiture étant la surface la plus exposée au soleil, ces travaux seront l'occasion d'ajouter une isolation performante sous le complexe de végétalisation.



Des expériences de COURS DITES «OASIS» ont été menées à Paris à partir de 2018 avec le CAUE75. Elles ont permis de définir des objectifs pour un meilleur usage de ces espaces. Des enseignements ont également été tirés pour améliorer le confort d'été lors d'une rénovation ou d'une réhabilitation. (Plus d'infos sur www.caue75.fr)



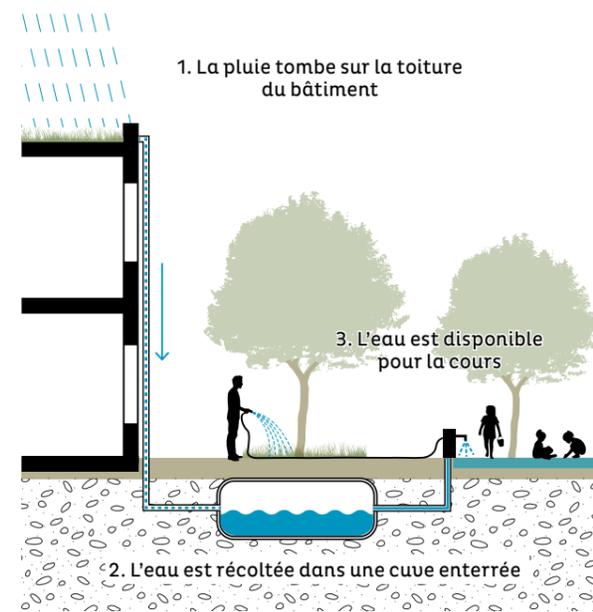
Architectes : Chance! + Cardone - © CAUE73

Parvis et abords de l'établissement doivent aussi être repensés. (École Paul-Cézanne, Miramas)

Avec l'eau

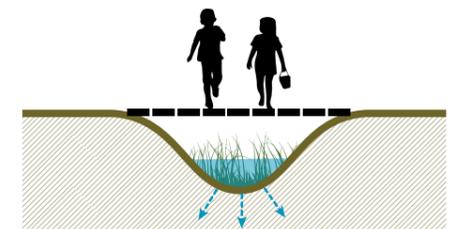
L'abaissement de la température extérieure peut aussi se faire en arrosant des revêtements sombres et imperméables et en laissant l'eau s'évaporer (cf. p. 4).

par phyto-épuration des eaux grises est envisagé, celui-ci se fait par des plantes adaptées à cette fonction. L'eau est ensuite récupérée et stockée ou s'infiltré dans la terre.



Récupérer pour limiter la surconsommation.

Une autre solution sera de prévoir la récupération des «eaux grises» (eau des éviers de la cantine, des lave-vaisselle, des urinoirs et des lave-mains). Dans ce cas, il est nécessaire de prévoir une système d'épuration avant d'utiliser cette ressource pour l'arrosage de jardinières et/ou l'alimentation d'un bassin à ciel ouvert planté. Dans ce cas, une charte d'utilisation de produits ménagers est indispensable. Si un traitement



Aménager une noue plantée permet à l'eau de s'infiltrer. Ce dispositif pourra être couvert d'une passerelle en bois.



Architectes : A. Beau et L. Boumard - ©2023 David Giancattorinas

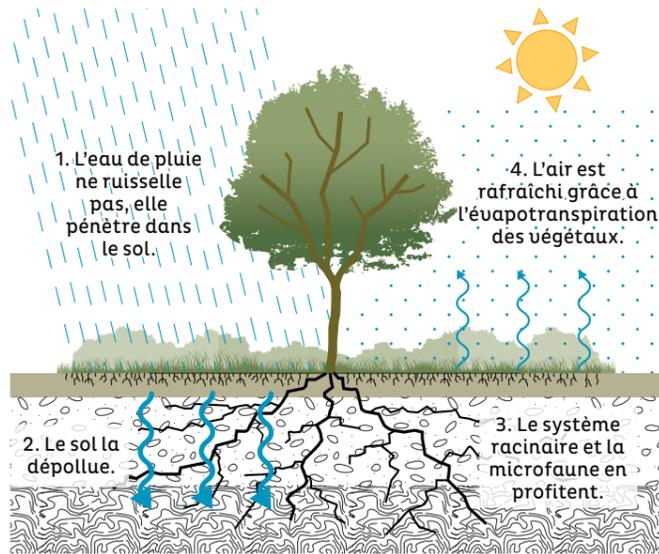
La noue d'infiltration des eaux pluviales peut prendre place en limite de la cour (école Simone-Veil, Cuges-les-Pins)

En rendant les sols perméables

En augmentant les surfaces en terre et herbe, on réduit les phénomènes de ruissellement (car l'eau s'infiltré) et on participe à la restauration du cycle de l'eau : en pénétrant dans des sols naturels, elle alimente les plantes, puis est restituée par évapotranspiration sous l'effet de la chaleur.

Pour les enfants, deux autres avantages des cours ainsi aménagées : elles permettent de diversifier les jeux et servent de support pédagogique pour parler de faune, de flore, d'environnement, de tri...

Bénéficier pleinement des effets de la végétation requiert un entretien régulier. Penser en particulier à l'arrosage. Dans les Bouches-du-Rhône, les jardins secs, peu gourmands en eau, s'adaptent bien.



Les quatre fonctions d'une terre qui laisse l'eau s'infiltrer.

LE CAS DES PARKINGS

Pour les parkings (ou les lieux consacrés aux activités sportives), différents matériaux associent rigidité et porosité, comme des modules assemblés (pavés en béton ou en pierre, calades...) laissant l'eau s'infiltrer entre les joints.

Dans les espaces carrossables, selon les zones, différents degrés de perméabilité sont à envisager.

1. Places de stationnement : la perméabilité est possible, on peut mettre en place des systèmes telles que les dalles alvéolaires enherbées.



Un parking désimperméabilisé et ombragé. (École Simone-Veil, Cuges-les-Pins)

2. Espaces de circulation : une plus grande résistance est requise. Sur ces surfaces : privilégier une base claire, qui s'échauffera moins, et un enrobé à liant organominéral ou végétal, qui assurera aussi une fonction drainante. De plus, le traitement des sols devra être pensé de sorte à ce que les espaces les moins perméables fassent ruisseler l'eau de pluie vers les plus perméables, où elle sera récupérée, stockée et infiltrée.



Un chemin perméable pour se rendre à pied à l'école. (École Simone-Veil, Cuges-les-Pins)

La cour de récréation est la pièce centrale de l'école l'espace de vie par excellence. Elle doit être polyvalente et inclusive : adaptée à tous les enfants en toute saison.

Antoine Beau
Architecte

CES MATÉRIAUX QUI ÉVITENT LE RUISSÈLEMENT



Copeaux de bois



Stabilisé



Pavés enherbés



Dalles alvéolaires enherbées

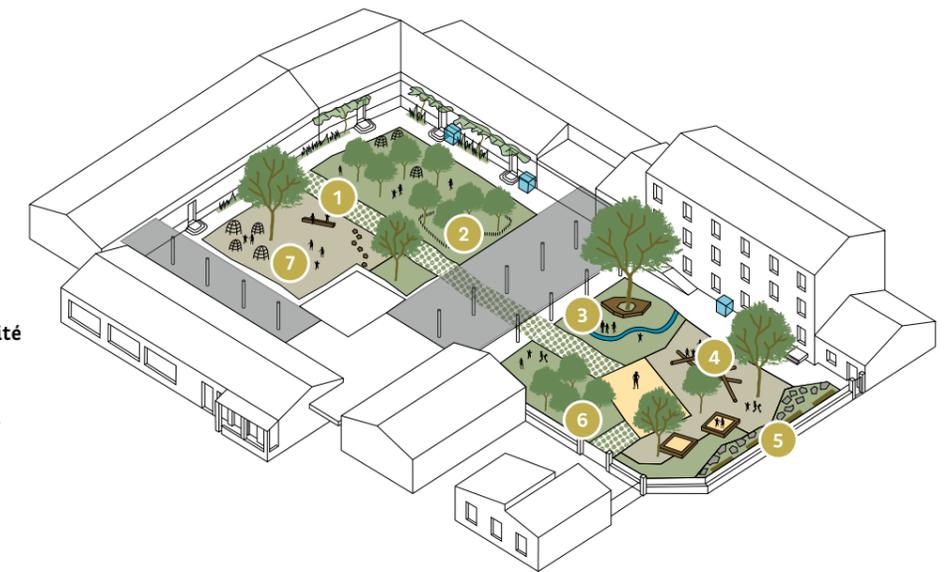


LE SAVIEZ-VOUS ?

Cour de récré : en multipliant les ambiances, on diversifie les usages

Les cours telles que nous les connaissons ont été formatées par des impératifs de sécurité et d'hygiène. Il en résulte le plus souvent une grande surface asphaltée et imperméable avec peu d'arbres, où l'espace central est monopolisé par les grands, voire les garçons qui jouent aux jeux de ballon. Pourtant, la cour est un lieu stratégique où les enfants apprennent à vivre ensemble et à devenir des citoyens éclairés. La diviser en sous-espaces permet de diversifier fonctions et usages : ici on peut discuter, là expérimenter, se reposer, jouer ensemble, ailleurs développer l'imaginaire et la motricité. Cette décomposition redonne une place centrale à la nature.

Exemple de réorganisation d'une cour à Meyrargues (étude CAUE13)



- 1 Cheminement
- 2 Réserve de biodiversité
- 3 Rivière pédagogique
- 4 Espace d'exploration
- 5 Potager
- 6 Prairie
- 7 Espace apaisé



Des jeux conçus dans des matériaux naturels permettent de développer la créativité et la motricité. (Différentes cours Oasis, Paris)



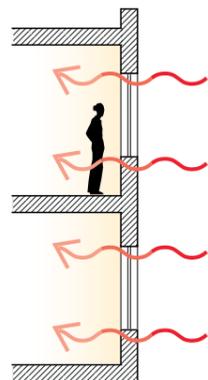
Architecte Damien Blaise - ©Damien Blaise

Pose de l'ossature bois avant remplissage.
(École de la Roseraie, Marseille)

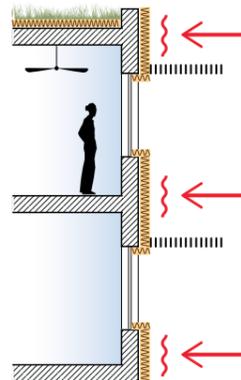
03 - Empêcher la chaleur d'entrer

Traiter les espaces extérieurs contribue à tenir la chaleur à distance, il convient cependant de s'attaquer aussi à l'enveloppe du bâtiment : isolation, menuiseries et protections solaires entrent en scène.

Avant toute chose, il est important de s'assurer que les interventions ne vont pas contrevenir aux valeurs patrimoniales du bâti. Toute amélioration doit respecter l'architecture originale, en prenant en compte ses singularités.



Non-insulé : la chaleur entre par les murs et les baies.



Isolé et équipé de casquettes : la chaleur reste à l'extérieur.

En isolant

C'est bon pour toutes les saisons : une bonne isolation permet de réduire la consommation de chauffage en hiver et de conserver la fraîcheur en été pour peu qu'on ait pris soin d'améliorer l'inertie.

Si l'architecture est récente ou qu'elle n'est pas remarquable d'un point de vue patrimonial, et si les règlements d'urbanisme le permettent, privilégiez une isolation par l'extérieur. Ne surtout pas négliger la toiture, qui est la surface la plus sensible thermiquement. Là, un isolant dense est préconisé.

Si le bâti est ancien avec des murs épais en matériaux naturels (pierre de taille, moellons, terre...), il faudra s'orienter vers des isolants perspirants et biosourcés (enduit chaux/chanvre, laine de bois, paille...). Cela évitera à terme des pathologies liées à la condensation de la vapeur d'eau.



Les **MATÉRIAUX PERSPIRANTS** offrent la capacité de laisser passer l'humidité à travers leur épaisseur et à permettre son évaporation lorsqu'elle arrive de l'autre côté. Lors d'une rénovation, attention, en améliorant l'étanchéité d'un local, à ne pas freiner ce phénomène.

LE PRINCIPE D'ISOLATION AU BÉTON DE CHANVRE À L'ÉCOLE DE LA ROSERAIE (MARSEILLE)

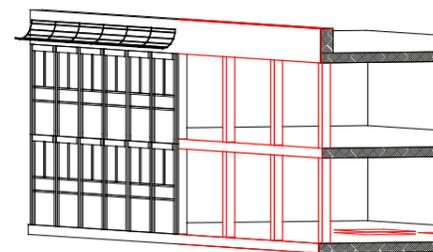


La façade sud avant la rénovation.



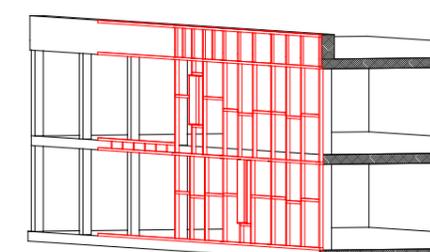
La façade sud renouvelée.

Architecte Damien Blaise - ©Damien Blaise



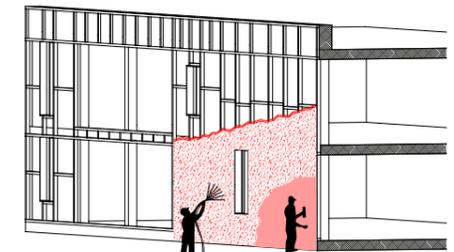
Étape 1 : mise à nu de la structure

L'ensemble du vitrage de la façade est démonté afin de garder uniquement l'ossature porteuse du bâtiment : les dalles et les poteaux.



Étape 2 : pose du coffrage en bois

Une ossature bois ainsi que des plaques composites à base de plâtre sont installées sur la structure existante afin de créer un coffrage.



Étape 3 : remplissage

L'isolant en béton de chanvre est projeté dans les alvéoles de l'ossature bois. Un enduit de finition est appliqué par-dessus.

Tout en conservant de grandes parties vitrées nécessaires à l'éclairage naturel des salles de classe, le nouveau mur, épais et isolant dans la masse, forme un bouclier thermique orienté plein sud et assure un confort optimal en toute saison. Le choix du béton de chanvre s'est imposé.

Damien Blaise
Architecte

LE SAVIEZ-VOUS ?

Des matériaux biosourcés pleins de ressources !

Ils sont constitués de matière organique renouvelable, d'origine végétale ou animale (paille, bois, coton, laine...). On les emploie souvent pour la fabrication de matériaux qui, grâce à leurs propriétés, offrent une bonne isolation thermique, mais aussi acoustique.



Chanvre



Paille de riz



Fibre de bois

En installant des protections solaires

Tout en gardant la possibilité de ventiler, il est primordial d'installer des protections solaires sur les parties vitrées. Éléments d'architecture à part entière, elles doivent être pensées en cohérence avec l'esthétique de la façade. Ne pas négliger non plus leur entretien et leur maintenance.

Plusieurs facteurs sont déterminants : les besoins en éclairage naturel, la taille de la surface vitrée, les matériaux, le budget, la possibilité d'une ventilation naturelle et bien sûr l'orientation du bâtiment.

SUR QUELLE FAÇADE LES METTRE ?

1. Les façades sud pourront être protégées avec des débords, casquettes, auvents ou pergolas.
2. Côté est et ouest, une protection extérieure fixe ou mobile pourra être mise en œuvre, comme des brise-soleil orientables (BSO), lames verticales fixes.
3. Les baies orientées au nord n'auront a priori pas besoin d'une protection car, dans la plupart des cas, les tableaux des fenêtres suffisent.

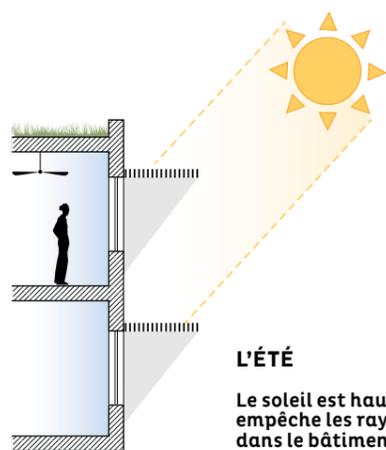
À L'INTÉRIEUR OU À L'EXTÉRIEUR ?

Toutes les protections solaires doivent être installées à l'extérieur, c'est là qu'elles constituent le rempart le plus efficace contre la chaleur. Les stores intérieurs ne sont qu'un complément pour gérer les problèmes d'éblouissement et de gestion de lumière naturelle. (Lire p. ci-contre «Le saviez-vous ?»)

QUI ACTIONNE LES PROTECTIONS ?

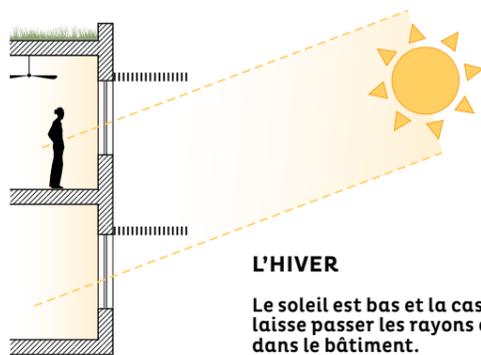
Dans le cas d'une école, c'est souvent l'équipe pédagogique qui interviendra pour abaisser, remonter, ouvrir ou fermer les dispositifs de protection solaire. Une concertation avec eux est recommandée pour le choix ultime de ces protections, afin qu'elles soient pleinement acceptées et bien gérées. Des réunions de sensibilisation annuelles, au début de la période chaude, sont également recommandées afin de transmettre et rappeler les bonnes habitudes.

QUELLE QUE SOIT LA SAISON, LA «CASQUETTE» EST DE RIGUEUR



L'ÉTÉ

Le soleil est haut et la casquette empêche les rayons du soleil d'entrer dans le bâtiment.



L'HIVER

Le soleil est bas et la casquette laisse passer les rayons du soleil dans le bâtiment.



En novembre, la lumière extérieure n'est stoppée que partiellement par les casquettes et allèges. (École Simone-Veil, Cuges-les-Pins)



Le préau peut servir de protection solaire pour les jeux et pour les salles de classe. (École de la Pomme de pin, La Fare-les-Oliviers)

DIFFÉRENTES TYPOLOGIES DE PROTECTION SOLAIRE



Un claustra en béton (école Paul-Cézanne, Miramas) ou des lames verticales fixes (école Simone-Veil, Cuges-les-Pins) protègent les baies vitrées de l'ensoleillement direct.



À l'étage, des volets pliables et, au rez-de-chaussée, des baies placées au nu intérieur d'un mur épais qui profitent de son ombre portée (école du Rouet, Marseille).

En remplaçant les menuiseries

Si les baies sont faites d'un simple vitrage, le projet de rénovation proposera de changer l'ensemble par du double vitrage, un dispositif qui laisse moins passer les rayons solaires. Cependant, dans le cas de façades et menuiseries à haute valeur patrimoniale, la conservation et la restauration de l'existant s'imposent, ce qui n'empêche pas d'améliorer les performances thermiques et acoustiques.

Dans ce cas, on conserve les menuiseries, on corrige les défauts d'étanchéité à l'air (rénovation des joints) et on renforce la vitre existante en lui appliquant une seconde vitre fixée sur la menuiserie d'origine ou en doublement.

Concernant les matériaux, on privilégiera le bois qui a de bonnes performances thermiques ainsi qu'une durabilité importante. L'aluminium présente aussi des propriétés satisfaisantes. Le PVC, polluant à la fabrication et au recyclage, peu durable, est à éviter.



Menuiserie bois doublée d'un store. (École Simone Veil, Cuges-les-Pins)



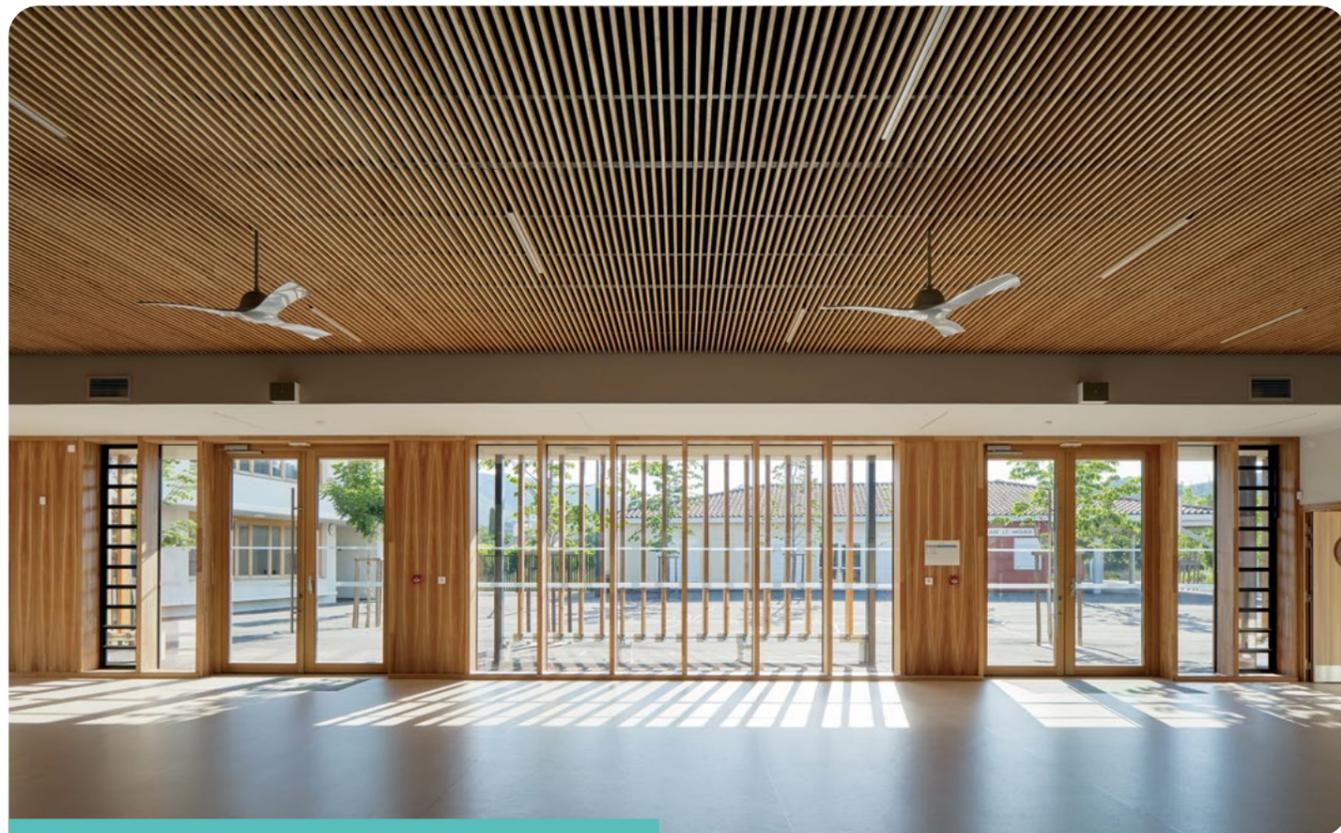
LE SAVIEZ-VOUS ?

Les rideaux et les stores n'arrêtent pas de la chaleur !

Dans les salles de classes, ils sont parfois indispensables pour se protéger de l'éblouissement. Ils protègent de la réflexion des zones claires, pas des températures élevées. En effet, une fois que les rayons du soleil ont traversés la vitre, la chaleur est rentrée dans le bâtiment. Le rideau aura même tendance à enfermer une petite lame d'air qui pourra s'échauffer encore plus rapidement !

Les solutions architecturales comme les protections solaires permettent de se passer de la climatisation en été. Le jour, la température dans l'école monte progressivement. La nuit, le bâtiment est refroidi par une ventilation naturelle. Les salles ouvertes au sud sur la cour sont protégées du soleil l'été par les débords de toit profonds et bénéficient l'hiver d'apport solaire passif.

Bernard Destrost
Maire de Cuges-les-Pins



Les brasseurs d'air améliorent le confort d'été.
(École Simone-Veil, Cuges les Pins)

04- Maîtriser la chaleur produite à l'intérieur

En été, le soleil n'est pas le seul pourvoyeur de chaleur dans le bâtiment. Des sources internes sont à identifier afin de les atténuer, de les supprimer ou, a minima, de les éloigner des enseignants et élèves. Par exemple, pour en optimiser l'utilisation, on peut favoriser la mise en route de certains équipements techniques aux heures où l'établissement est vide.

On distingue deux types de sources internes :

- la chaleur corporelle (le métabolisme des usagers dans les salles de classe) ;
- les équipements techniques (éclairage, ordinateurs, cuisine, moteurs de ventilation...).

QU'EST-CE QUE ?

La CHALEUR CORPORELLE est produite par les activités physiques et métaboliques. La production métabolique de chaleur (la thermogenèse) résulte d'actions telles que la respiration, la digestion, etc. et permet de maintenir notre corps à 37 °C. Dès lors, une trentaine d'élèves réunis dans une même salle dégagent autant de chaleur que deux radiateurs de 1 500 à 2 000 W. Le rafraîchissement s'impose.

En repensant les usages

Lors des travaux de réhabilitation, la réflexion sur la distribution générale dans le bâtiment est l'occasion d'optimiser l'ensemble en fonction des sources de chaleur internes.

SELON LA SAISON

Certaines zones sont plus fraîches en été. En les identifiant, on peut y installer les activités (cours ou autres) et ainsi, si l'établissement le permet, organiser une rotation des usages entre l'hiver et l'été.

SELON LES EFFECTIFS

En adaptant le nombre d'élèves par classe, on agira directement sur la chaleur générée par les usagers : un critère à étudier en conséquence.

AVEC DES « ESPACES TAMPONS »

Penser aussi à installer les locaux techniques et la cantine le plus loin possible des salles de classe. L'interposition d'espaces tampons comme des couloirs, des halls, ou même des sanitaires, permet d'éviter les surchauffes directes.

AVEC DES ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES ADAPTÉS

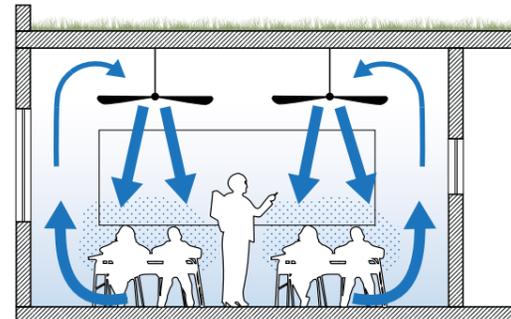
Remplacer les appareils vétustes et énergivores par des ampoules LED et des équipements labellisés pour leur qualité environnementale et énergétique (dans les cantines, mais aussi pour les appareils techniques de ventilation, les ballons d'eau chaude).

En évitant la climatisation

Si un rafraîchissement est indispensable, il existe des technologies plus efficaces énergétiquement que le climatiseur. Le plus compliqué à mettre en œuvre est le puits provençal. Il nécessite l'installation de conduits enterrés, et doit donc être pensé lors de travaux d'aménagement des cours de récréation. Le principe ? Les conduits sont placés entre 2,5 et 10 mètres de profondeur, où la température oscille entre 10 °C et 18 °C toute l'année. En parcourant ce réseau, l'air extérieur se rafraîchi puis il est projeté dans le bâtiment. Les deux autres systèmes ci-dessous sont plus facile à envisager.

LES BRASSEURS D'AIR

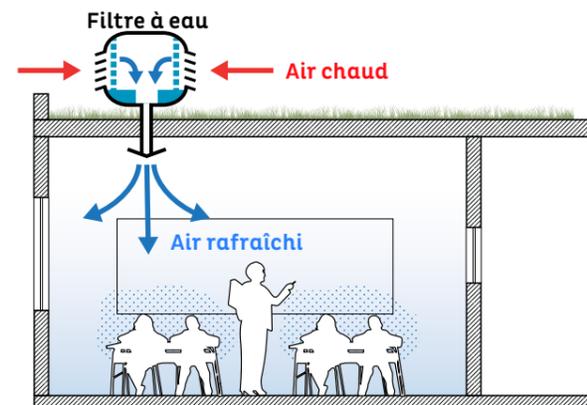
Par la création d'un léger courant d'air, plafonniers ou ventilateurs d'appoint abaissent la température ressentie (lire p. 5). Prévoir ces équipements au moment de la rénovation permet de placer des modèles fixes aux endroits les plus pertinents et dimensionnés aux besoins. Ne pas oublier de prévoir un contrat de maintenance et d'entretien.



Une ventilation dynamique : l'air chaud monte, et redescend en provoquant une sensation de fraîcheur.

LE RAFRAÎCHISSEMENT ADIABATIQUE

Il permet de produire de l'air frais en utilisant le principe de l'évaporation : l'air chaud et sec est mis en contact avec un filet d'eau, celle-ci s'évapore et rafraîchit l'air. Il s'agit donc d'un système plus efficace énergétiquement qu'une climatisation et qui peut être couplé à une ventilation double flux qui serait déjà en place.



En contact avec l'eau, la température de l'air diminue.

En agissant sur l'inertie thermique

Selon l'épaisseur des murs et les matériaux mis en œuvre, on peut réguler les échanges de température entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. C'est l'inertie thermique. Plus celle-ci est « lourde » (inertie élevée), plus les matériaux de construction absorbent les calories venues de l'extérieur, plus la température intérieure est stable.

ISOLATION PAR L'EXTÉRIEUR

Dans les locaux à occupation diurne, l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) – plaçant l'inertie à l'intérieur – aura tendance à limiter la montée en température des locaux, repoussant les effets du soleil plus tard en journée, idéalement après les heures de cours.

ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR

Il est plus courant car moins onéreux de poser une isolation thermique par l'intérieur (ITI). Dans ce cas, attention à bien choisir les matériaux, en privilégiant ceux avec un fort déphasage thermique (panneaux de fibre de bois ou en liège expansé) et à laisser brutes certaines surfaces (plafond, murs de refend...).

Dans un bâtiment ancien rénové et bien isolé ou dans le cas d'un établissement jouissant dès l'origine d'une bonne inertie thermique, une certaine quantité de chaleur s'accumule progressivement au long de la journée : il faut donc prévoir une ventilation nocturne ou matinale qui fasse retomber la température intérieure (lire p. 16).

L'installation de brasseurs d'air permet de gagner en confort estival avec un rapport efficacité/coût défiant toute concurrence. Cette solution est pertinente dans le neuf comme dans l'ancien.

Tangi Le Berigot
Ingénieur en énergétique

LE SAVIEZ-VOUS ?

La nuit, il faut « décharger » le bâtiment

Un mur plein qui est isolé par l'extérieur va, en journée, monter progressivement en température, notamment en stockant la chaleur produite par les équipements et les usagers. La nuit, quand la température extérieure baisse, il va restituer cette chaleur à l'air ambiant. Il est donc important de « décharger » le bâtiment après la tombée du jour grâce à une ventilation naturelle qui va refroidir la structure et emporter les calories vers l'extérieur (lire p. 16).



Architectes : A. Beau et L. Boumendil - © Christophe Pozzo di Borgo

Tard le soir ou tôt le matin : on aère le bâtiment.
(École Simone-Veil, Cuges les Pins)

05- Évacuer la chaleur

Les établissements d'enseignement étant fermés une bonne partie de l'été, la période d'inconfort s'en trouve réduite. Durant le reste de la saison chaude, la nuit, l'inoccupation des locaux permet de mettre en place une ventilation naturelle. Celle-ci est d'autant plus efficace que le bâtiment est traversant, c'est-à-dire possédant des ouvertures sur deux façades opposées. Cependant, de plus en plus souvent, les communes souhaitent mutualiser ces locaux en juillet et août avec des centres de loisirs, des associations... Prévoir des aménagements pour améliorer le confort d'été facilitera le partage de ces espaces.

QUÉSACO ?

Ne pas confondre ventilation naturelle de confort et VENTILATION HYGIÉNIQUE, définie par le règlement sanitaire départemental type (RSDT). Pour un bon renouvellement de l'air et la préservation de sa qualité, la réglementation sur la qualité de l'air intérieur (QAI) impose l'ouverture des fenêtres 5 min chaque heure. En ouvrant portes et fenêtres durant les interclasses et les temps de récréation, par exemple, on assure un renouvellement rapide et complet de l'air dans l'ensemble du bâtiment.

Avec la ventilation naturelle.....

En ajoutant des ouvrants, des cheminées thermiques, des déflecteurs fixes ou mobiles au niveau des entrées d'air pour canaliser et accentuer le flux, on accroît les potentialités du bâtiment.

Le paramètre de la ventilation est à prendre en compte dans le choix des systèmes d'occultation (volets ajourés, persiennes, volets coulissants...) pour, à la fois, se protéger des rayons du soleil et permettre la circulation de l'air.

LES CHOIX ADÉQUATS

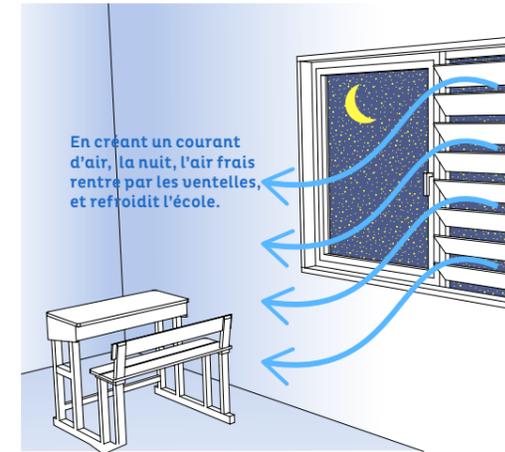
Usure des ouvrants à cause de manipulations fréquentes, poussière et moustiques, courants d'air, réglementation incendie, intrusions... Des solutions existent pour parer ces risques :

- Menuiseries adaptées (fenêtres oscillantes ou à soufflet, menuiseries à ventelles)
- Moustiquaires (efficace aussi contre la poussière).
- Découpage de l'espace global en zones dotées d'un courant d'air traversant indépendant. Chaque « compartiment » peut être ainsi séparé des autres en cas d'incendie.
- Grilles de défense

MANUELLEMENT OU PROGRAMMÉE ?

Face aux risques d'intrusion, l'aération matinale peut être mise en œuvre par la première personne arrivant dans l'établissement (personnel de ménage ou de l'administration par exemple).

Une sensibilisation des équipes aux bons gestes est indispensable. Si le temps manque pour que quelqu'un s'occupe de la ventilation, la gestion des ouvrants peut être réglée automatiquement. Ces mécanismes seront alors à coupler avec une station météorologique extérieure qui ferme les ouvrants en cas de vent important ou de pluie, ce qui règle aussi la question sur les désordres que pourraient causer des courants d'air trop importants.



Une fenêtre à ventelles peut être intégrée aux menuiseries, son fonctionnement sera mécanique ou motorisé.

LE SAVIEZ-VOUS ?

La ventilation naturelle, plus forte que la ventilation mécanique !

Dans de bonnes conditions (fenêtres ouvertes sur deux côtés opposés, baisse suffisante de la température la nuit), le débit du renouvellement d'air par ventilation naturelle est compris entre 6 et 10 vol./heure. Tandis que, dans les établissements scolaires, une ventilation mécanique ne renouvelle que 2 à 3 vol./heure. En outre, l'efficacité de cette dernière dépend de la puissance du moteur et elle consomme de l'énergie en conséquence.

Programmer automatiquement l'ouverture des châssis ouvrants afin d'évacuer la chaleur au petit matin lorsque la température a suffisamment baissé en extérieur a fait ses preuves dans notre établissement.

Daniel Rousseau
Directeur général des services de Cuges-les-Pins

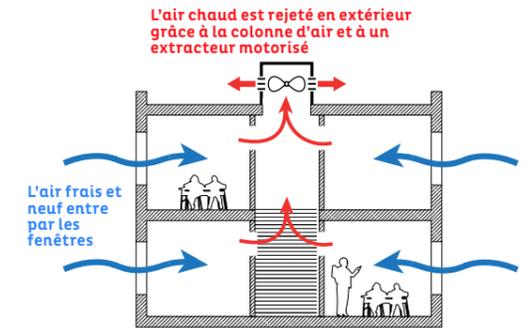
En surventilant mécaniquement.....

En milieu urbain, très minéralisé, il arrive que la température nocturne ne baisse pas assez : le faible écart entre le jour et la nuit réduit l'échange d'air entre l'intérieur et l'extérieur, la ventilation est alors plus faible.

Dans ce cas, il peut être prévu une surventilation nocturne mécanique. Elle consiste à pratiquer une ventilation accélérée du bâtiment dès que la température extérieure descend au-dessous de la température intérieure. Différentes techniques existent.

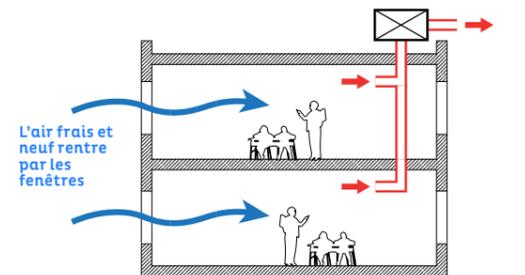
HYBRIDE

En cas de façade mono-orientée, par exemple, la circulation de l'air est assistée (par ouverture automatique des menuiseries ou utilisation d'un moteur en toiture au niveau des sorties naturelles).



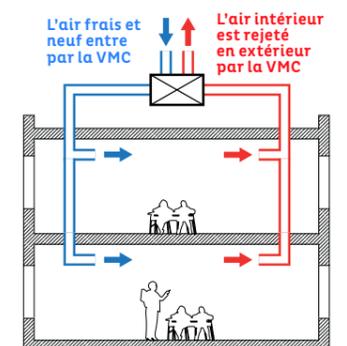
MÉCANIQUE

Il s'agit de créer le courant d'air avec un moteur de ventilation, qu'il s'agisse de simple flux en soufflage ou extraction, de double flux ou d'un traitement d'air.



MIXTE

Combine dans un même réseau de ventilation renouvellement d'air hygiénique (de jour) et surventilation mécanique (de nuit).



Rappel réglementaire

Le sens de la loi climat et résilience

Issue des travaux de la Convention citoyenne pour le climat, cette loi du 22 août 2021 vise à lutter contre :

- le dérèglement climatique ;
- les îlots de chaleur ;
- l'assèchement des nappes phréatiques.

Elle ancre l'écologie dans notre quotidien. Sont ainsi concernés :

- nos services publics
- notre urbanisme
- l'éducation de nos enfants
- nos déplacements
- nos modes de consommation
- notre justice pour la protection de l'environnement

Le cas d'un bâtiment patrimonial

La réglementation laisse la liberté de choisir les équipements ou matériaux, pourvu que la performance globale s'améliore par rapport à la performance initiale.

Cette souplesse permet notamment de pallier des contraintes liées à l'architecture ou à la conception d'origine du bâtiment. Par exemple, l'impossibilité d'isoler un plancher bas ou de recourir à certains systèmes de chauffage performants pourra être compensée par un effort accru sur une autre partie du bâtiment.

Pour les bâtiments tertiaires existants

Le «Décret tertiaire» est applicable à toutes les communes depuis septembre 2022 et concerne la rénovation de tout les bâtiments de plus de 1 000 m². Il oblige à faire réaliser l'état des lieux initial de consommation par un économiste de flux afin de programmer des travaux de rénovation énergétique adaptés. L'objectif est de réduire les consommations d'énergie de 40% en 2023, 50 % en 2040 et de 60 % en 2050.

En outre, les obligations varient selon l'importance des travaux entrepris :

RÉNOVATION ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT :

En toute circonstance, chaque lot (exemple : les menuiseries) doit permettre d'améliorer les performances énergétiques. Cela concerne, entre autres, le refroidissement et le chauffage, la ventilation et le vitrage.

RÉNOVATION GLOBALE :

Le respect de ces exigences s'impose si le projet réunit les trois critères :

- surface hors œuvre nette (SHON) renouvelée supérieure à 1 000 m² ;
- achèvement du bâtiment postérieur au 1^{er} janvier 1948 ;
- coût des travaux de rénovation thermique envisagés supérieur à 25 % de la valeur hors foncier du bâtiment.

Les approvisionnements en énergie de ces bâtiments doivent aussi faire l'objet d'une étude de faisabilité préalablement au dépôt de la demande de permis de construire.

Aides financières

CD13

«Provence verte»

Dans le cadre de l'Agenda environnemental commun du département des Bouches-du-Rhône et de la métropole Aix-Marseille-Provence.

POUR QUI ?

Les communes de moins de 200 000 habitants.

POUR QUOI ?

Tout projet visant à réduire les températures en zones urbaines par des aménagements utilisant la nature comme élément de confort climatique. Exemples : désimperméabilisation des sols et végétalisation de parkings, aménagements de surfaces végétalisées (plantation de sujets à haute tige, murs végétaux, toitures ou canopées végétales...), brumisateurs, arrosage par eau brute ou récupération, etc. Sont également subventionnées les actions visant à favoriser la biodiversité, telles que l'installation d'hôtels à insectes, de nichoirs...

COMBIEN ?

Le taux de subvention peut atteindre 70 % du coût du projet dans la limite de dépenses annuelles plafonnées à :
- 300 000 € HT par an pour les communes de plus de 10 000 habitants
- 200 000 € HT par an pour les communes de moins de 10 000 habitants
Plusieurs dossiers par commune peuvent être déposés dans la limite du plafond annuel.

L'Agence de l'eau

La désimperméabilisation est un enjeu prioritaire de «**Sauvons l'eau !**», le 11^e programme de l'Agence de l'eau.

POUR QUI ?

Les écoles

POUR QUOI ?

Les projets d'amélioration de gestion des eaux pluviales par des techniques privilégiant l'infiltration dans les sols :
- déconnexion des eaux de pluie du réseau d'eau général ;
- solutions fondées sur la nature, adaptées à la Méditerranée ;
- mise en œuvre d'un volet communication ;
- dimensionnement des ouvrages, selon les statistiques de fréquence des pluies.

COMBIEN ?

70 % du coût du projet avec un plafond de 100 €/m² (études et travaux).

Région Paca

«Nos communes d'abord»

POUR QUI ?

Les écoles et autres bâtiments tertiaires publics

POUR QUOI ?

Les études concernant la rénovation énergétique et le management de l'énergie. Les projets de réhabilitation de bâtiments et d'équipements publics s'inscrivant dans des démarches de rénovation globale y compris les abords (parvis, cours), à l'exception des parkings. Sont également concernés les projets de lutte contre les îlots de chaleur, de gestion de la ressource en eau pluviale, d'urbanisme favorable à la santé et la biodiversité.

Sont éligibles en particulier :

- les cours d'école et cheminement doux (pour les abords des écoles) ;
- les études préalables à la conception.

COMBIEN ?

Un dossier par an et par commune avec un taux de financement de 50 % du coût HT des travaux. Plafond : 200 000 €.

« Nature ta ville »

POUR QUI ?

Toutes les communes

POUR QUOI ?

Végétalisation des espaces publics et abords des établissements publics. Exemples : plantation d'arbres et d'arbrisseaux.

COMBIEN ?

Selon la taille des végétaux, jusqu'à 80 000 € HT, plafonné à 70 % du coût du projet.

Offrir un confort thermique dans les bâtiments en toute saison est une nécessité. En Provence, l'été concentre désormais toutes les attentions.

Dans le cas des écoles des communes, une rénovation bien menée permettra d'accueillir dans les meilleures conditions possibles les écoliers, les enseignants et tout le personnel. Comment s'y prendre ?

Le CAUE13 et EnvirobatBDM se sont associés pour élaborer un guide pratique de la rénovation pour améliorer le confort d'été. De la sensibilisation des usagers au rafraîchissement des salles de classe, des cours et des abords, ce livret détaille ce qu'il convient de mettre en œuvre pour améliorer la vie quotidienne dans ces établissements.

Suivre ces conseils permettra aussi de réaliser, à terme, de substantielles économies d'énergie. Et de contribuer ainsi pleinement à la transition écologique.

POUR EN SAVOIR PLUS

CAUE13

www.caue13.fr
caue13@caue13.fr
04 96 11 01 20

envirobatBDM

www.envirobatbdm.eu
contact.envirobatbdm.eu
04 95 04 30 44

photos © CAUE13 sauf mentions contraires • Dessins CAUE13 • Coordination CAUE13