

The cooling solution

L'avenir de la climatisation et son impact sur la société

Photos Gaia Squarci, recherche de ENERGYA (Université Ça' Foscari de Venise)

Dans un article du New York Times de 2022, le journaliste David Wallace-Wells, auteur du livre *La Terre inhabitable*, a fait remarquer qu'il n'était plus correct de continuer à définir les vagues de chaleur dangereuses comme des événements extrêmes. Il ne s'agit plus, en effet, de cas isolés, mais d'une nouvelle norme dans le cadre d'un climat qui a déjà changé, accompagné par des événements météorologiques, autrefois rares mais désormais de plus en plus fréquents, étendus et intenses. L'utilisation de la climatisation s'est désormais imposée comme la seule stratégie omniprésente et fortement médiatisée pour faire face à la chaleur extrême dans des parties différentes du monde, que puisse être le degré de chaleur ou d'humidité qui y règnent. Selon le rapport *The Future of Cooling* publié en 2018 par l'Agence internationale de l'énergie, au cours des 30 prochaines années, 10 unités de climatisation seront vendues chaque seconde, atteignant ainsi 5,6 milliards d'appareils installés dans le monde en 2050.

The Cooling Solution est un projet scientifique qui a choisi la photographie d'auteur pour raconter comment des personnes de différents contextes socioculturels, habitant des parties différentes du globe, s'adaptent à des températures croissantes et à des taux d'humidité élevés. En commençant par le titre, le terme "solution" veut remettre en question le paradigme de l'adaptation au changement climatique centré sur l'utilisation aveugle des climatisations. Le projet met en évidence les conséquences que l'augmentation des températures pourrait avoir pour notre santé, la demande croissante de services de refroidissement, et propose une réflexion sur les risques environnementaux et sociaux liés à l'utilisation excessive de méthodes énergivores, telles que la climatisation. Ce projet combine les résultats scientifiques de la recherche menée à Ça' Foscari avec des témoignages personnels recueillis lors d'un reportage photo journalistique au Brésil, en Inde et en Indonésie afin d'illustrer comment les conditions socio-économiques, les facteurs démographiques, l'espace environnant et la culture sont tous des éléments qui influencent nos façons de faire face à la chaleur et à l'inconfort thermique.

Se concentrer sur une solution technologique unique telle que la climatisation, indépendamment des conditions réelles de température et d'humidité, risque d'entraîner l'accumulation de grandes quantités d'émissions de gaz. Ces émissions, ainsi que les effets sur la santé, sont des conséquences qui ont tendance à passer inaperçues car elles sont éloignées dans le temps et l'espace. On observe déjà aujourd'hui une utilisation excessive de la climatisation, même là où il existe des méthodes moins énergivores qui pourraient donner un résultat tout aussi satisfaisant. Le projet met en lumière les contradictions environnementales et sociales de cette solution, ainsi que la contradiction avec les objectifs qui motivent souvent son utilisation, comme la nécessité de protéger les personnes les plus fragiles de la société tels que les enfants, les personnes âgées et les personnes handicapées.

Aujourd'hui, pratiquement toutes les mégapoles sont confrontées à des vagues de chaleur, mais c'est dans les 30 prochaines années et dans les pays tropicaux que l'amélioration des conditions socio-économiques amènera les couches les plus pauvres de la population du Brésil, Inde, Indonésie, à acheter des centaines de millions de climatiseurs. En Europe, le vieillissement rapide de la population sera un facteur supplémentaire qui contribuera à la vulnérabilité de notre pays face au changement climatique. The Cooling Solution offre ainsi un parcours visuel entre le Brésil, l'Inde, l'Indonésie et l'Italie, à travers des expériences de refroidissement inefficaces et inefficaces, hyper refroidissement, architectures vernaculaires et technologies de refroidissement à la pointe du progrès au Brésil, en Inde, en Indonésie et en Italie.

→ GRAPHIQUE

Nombre de jours très chauds par an, aujourd'hui et en 2050.

Nombre de jours par an avec un indice de chaleur supérieur à 32 °C.

L'indice de chaleur est un indicateur qui combine la température et l'humidité de l'air pour restituer la température apparente perçue par les individus. Par exemple, lorsque la température de l'air est de 30 °C et que l'humidité est de 75 %, l'indice de chaleur ou la température apparente sera de 36 °C.

01 La climatisation

Pourquoi la climatisation est-elle devenue la principale solution pour le refroidissement ?

Depuis le début de l'enregistrement moderne des températures en 1880, la température moyenne de la planète a

augmenté d'environ 1,1 degré centigrade. En outre, les neuf dernières années ont été les plus chaudes jamais enregistrées sur notre planète. L'exposition prolongée du corps humain à une combinaison de températures extrêmes et d'humidité peut avoir des effets graves sur la santé. Le stress thermique devrait atteindre des seuils critiques non seulement dans les pays tropicaux humides, mais aussi dans les diverses régions d'Europe et d'Amérique du Nord, en particulier pour les travailleurs de plein air et les familles vulnérables avec des personnes âgées, des bébés ou des adultes ayant des problèmes de santé.

Depuis les années 2000, l'utilisation de la climatisation s'est imposée comme la principale solution technologique pour lutter contre les températures excessives. La diffusion des climatiseurs dans plusieurs pays ne reflète cependant pas exactement les conditions climatiques, car des facteurs culturels et socio-économiques jouent également un rôle important. Par rapport à des pays comme les États-Unis ou le Japon, où plus de 90% des familles possèdent au moins un climatiseur, les européens sont moins enclins à les utiliser. Les habitudes en Europe changent toutefois rapidement, sous l'effet de la hausse des températures, de l'urbanisation croissante et de la baisse du coût des climatiseurs. Par contre, dans les pays tropicaux, l'adoption de la climatisation dans les habitations est essentiellement déterminée par les conditions socio-économiques des familles. Dans ces pays, l'augmentation prévue du revenu moyen fera doubler le nombre de maisons équipées de climatiseurs au cours des 20 prochaines années.

L'ancien Premier ministre de Singapour, Lee Kuan Yew, a déclaré dans une interview : "la climatisation [...] a changé la nature de la civilisation en rendant possible le développement sous les tropiques. Sans climatisation, vous ne pouvez travailler que dans les premières heures de la matinée ou en fin de journée". Mais au rythme actuel d'installation dans les maisons et à cause de leur consommation énergétique, les climatiseurs risquent de provoquer une autre crise globale. Sans améliorations drastiques dans l'efficacité énergétique et l'utilisation de sources d'énergie à faible émission, la demande supplémentaire d'énergie générée par la climatisation rendra les efforts pour réduire les émissions de gaz à effet de serre plus difficiles et coûteux.

→ GRAPHIQUE

Adoption de la climatisation dans les familles aujourd'hui et en 2050

Historiquement, les États-Unis, le Japon et l'Australie mènent la course à l'adoption de la climatisation, mais trois des pays les plus peuplés du monde - la Chine, l'Inde et l'Indonésie - enregistreront les plus fortes augmentations d'ici 2050.

Dans les pays tropicaux, l'amélioration des conditions socio-économiques des couches les plus pauvres de la population permettra à des milliards de personnes d'acheter un climatiseur dans les 30 prochaines années.

TerraXCube

Le terraXcube est un centre de simulation d'environnements extrêmes situé à Bolzano, en Italie. À l'intérieur des chambres climatiques de ce centre, les chercheurs étudient la perception de la température de l'air par les personnes dans des conditions différentes. Les participants ont pu identifier des différences de température d'un degré centigrade seulement. Les stimuli visuels semblent également avoir un impact sur la perception thermique : des lumières rouges semblent capables de créer l'illusion d'un environnement plus chaud tandis que des lumières bleues créent l'illusion d'un environnement plus froid.

Nos attentes par rapport à notre confort thermique sont liées à notre bagage cognitif et à notre expérience, ainsi qu'à notre contexte social et culturel et à notre adaptation à l'espace environnant.

- Anderson Cleyton, 23 ans, pose dans sa maison en bois sans fenêtre à Ocupação Dandara, un bidonville temporaire illégal dans la banlieue de Rio de Janeiro. Brésil, 2022
- Un bâtiment au cœur de Mumbai avec des climatiseurs installés sur chaque fenêtre. Ce type de façades couvertes de climatiseurs est assez courant dans les grandes villes des pays tropicaux. Inde, 2019
- Une famille sur un scooter dans le quartier de Kemayoran au centre-ville de Jakarta, avec en toile de fond les gratte-ciel typiques de la classe moyenne. Indonésie, 2022
- Des jeunes jouent au cricket en fin d'après-midi à l'Oval Maidan, un grand parc de loisirs dans le quartier aisé de Churchgate, au sud de Mumbai. Inde, 2019
- Quelques clients autour d'un vendeur de nourriture de rue dans le quartier de Old Delhi. Les travailleurs en plein air dans les pays chauds sont particulièrement exposés à la chaleur, car ils ne bénéficient d'aucune forme de refroidissement. Inde, 2019

- Günther Colonna, 64 ans, se concentre pour identifier des variations minimales de température lors d'une expérience dans les chambres climatiques du terraXcube. Italie, 2022
- La chambre climatique principale du terraXcube à Bolzano, où les chercheurs peuvent recréer toutes les conditions environnementales de notre planète, jusqu'aux valeurs les plus extrêmes. Italie, 2022
- Les températures des 4 chambres climatiques du terraXcube sont surveillées lors d'une expérience de perception de la température. Italie, 2022
- Une vue de l'entrée des 4 chambres climatiques utilisées pour les expériences sur la perception de la température au terraXcube. Italie, 2022

02 Les raisons

Quelles sont les raisons qui porteront à l'adoption et à l'utilisation de la climatisation dans les années à venir ?

Le revenu et le climat sont les deux principaux facteurs qui influencent les choix personnels lors de l'achat (et de l'utilisation) ou non de la climatisation, mais ces deux facteurs ont un poids différent selon les pays. Par exemple, aujourd'hui en Europe, le revenu moyen par habitant permet à la majorité des familles de pouvoir faire face aux coûts d'achat et d'utilisation d'un climatiseur. Cependant, les températures moyennes relativement plus basses que dans d'autres régions ont permis de maintenir des taux d'achat à un niveau bas. En Inde, par contre, la plupart des familles ont un budget moyen beaucoup plus bas qui provoque un frein à l'achat, malgré les températures bien plus élevées.

Dans les pays émergents, au-delà du revenu, on constate que les familles très nombreuses ont tendance à posséder et utiliser moins de climatiseurs tandis que les familles avec des personnes âgées dans la maison y semblent plus enclines. On constate également une plus grande propension à utiliser la climatisation chez les hommes que chez les femmes, tant dans les pays émergents comme le Brésil que dans les pays développés comme l'Italie.

Dans les pays développés, la dynamique d'adoption de la climatisation est essentiellement gouvernée par la fréquence des jours très chauds. Outre ce facteur déterminant, les caractéristiques démographiques de la population et la répartition des richesses jouent également un rôle important. Les familles qui possèdent un grand nombre d'appareils électroménagers sont plus enclines à utiliser des climatiseurs, alors qu'il est moins probable d'en trouver dans les familles qui prêtent attention à l'impact de leurs actions sur l'environnement.

Les pays développés et émergents partagent aussi des motivations communes concernant l'achat de climatiseurs. Dans tous les pays analysés, les familles semblent également préoccupées par la nécessité de protéger les enfants au sein de leur famille, ce qui les conduit souvent à choisir d'acheter un appareil de climatisation. Indépendamment du pays, les mêmes classes sociales ont tendance à avoir des comportements comparables, même si dans les pays émergents les différences entre les classes sont plus marquées. Enfin, l'éducation a tendance à avoir un effet positif sur la propension à acheter, et ce n'est que dans certains pays développés qu'on peut observer une influence de signe opposé.

→ GRAPHIQUE

Principales raisons de l'adoption de la climatisation

Dans les pays tropicaux émergents, l'adoption de la climatisation dans les maisons et son utilisation effective est liée au revenu, alors que dans les pays plus tempérés et développés, la principale raison qui motive son achat et son utilisation est le changement climatique.

Même dans les pays développés et tempérés où la climatisation n'a pas eu jusqu'à présent une grande diffusion, cette solution deviendra une stratégie d'adaptation prédominante pour lutter contre la chaleur excessive.

→ GRAPHIQUE

Adoption de la climatisation par tranche de revenu aujourd'hui et en 2050

Si l'on considère les plus riches de la population, environ 80 % des familles auront un climatiseur en 2050 et consommeront environ 4 fois plus d'électricité qu'aujourd'hui.

GAUCHE : EMERGING COUNTRIES = PAYS ÉMERGENTS

DROITE : DEVELOPED COUNTRIES = PAYS DÉVELOPPÉS

Les gens qui visitent un pays pour un court séjour n'ont pas le temps de s'adapter au climat local. Les courts séjours sont l'une des principales raisons de l'installation de climatiseurs dans les destinations touristiques.

Guthembergo et Lidia, Brésil

Guthembergo et sa fille Lidia Cristina prennent une douche dans leur maison d'Ocupação Dandara, à la périphérie de Rio de Janeiro. La zone abrite un bidonville illégal, qui s'est installé en 2020 à la suite de la crise économique due à la pandémie de COVID-19. Les habitants n'ont pas le droit de construire des maisons permanentes et donc la plupart d'entre eux vivent dans des baraques en bois et tôles. Tous les habitants possèdent des ventilateurs, mais avec des températures dépassant régulièrement les 40 degrés Celsius à l'intérieur pendant l'été, ils évitent simplement de rester à la maison pendant les heures les plus chaudes de la journée, et se douchent fréquemment pour se rafraîchir pendant la saison chaude. Comme les habitants n'ont pas accès à l'eau courante, l'eau qu'ils utilisent n'est pas potable et leurs stratégies de refroidissement leur causent souvent d'autres problèmes de santé.

Marisa, Italie

Marisa Vesco, 85 ans, est aidée par sa fille Chiara à se doucher, dans son appartement de Cossato, dans le Piémont. Marisa a été diagnostiquée d'un cancer du foie incurable et, bien qu'elle ait été plus sensible au froid qu'à la chaleur toute sa vie, son état de santé la rend particulièrement faible les jours les plus chauds. Marisa marche avec une canne, mais elle se fatigue facilement et passe la plupart de son temps au lit à lire ou à regarder la télévision. Son appartement n'est pas climatisé, donc sa famille utilise un ventilateur pour l'aider à supporter la chaleur de l'été. La perception de la chaleur dépend également de la sensibilité à la chaleur, et les personnes âgées ayant des problèmes de santé préexistants ont une capacité réduite à réguler la température de leur corps.

- Des bâtiments résidentiels surplombent le marché dans le quartier de Kemayoran à Jakarta. Le développement urbain rapide dans les pays chauds et émergents entraîne une hausse de la demande de climatisation. Indonésie, 2022
- Habitants du village de pêcheurs de Worli tôt le matin, et en arrière-plan les bâtiments résidentiels de Mahim, aujourd'hui une zone aisée de Mumbai. Inde, 2019
- Les gens cherchent un abri contre la chaleur lors de l'une des vagues de chaleur de 2022 à la BAM Tree Library, un espace vert dans le quartier financier de Milan. Italie, 2022
- Un cinéaste prend une pause sur le plateau ultra-climatisé d'une série télévisée de Bollywood au nord de Mumbai. Inde, 2019
- Les touristes envahissent la Place Saint-Marc lors de la traditionnelle Fête du Rédempteur à Venise. L'offre d'appartements résidentiels pour courts séjours est un des principaux moteurs de l'adoption de la climatisation dans les villes touristiques. Italie, 2015
- Les baigneurs profitent du coucher de soleil sur la plage d'Ipanema. Le quartier de Leblon, en arrière-plan, est le plus riche de Rio de Janeiro. Sur la colline derrière, on voit la favela de Vidigal. Brésil, 2022

03 L'environnement

La plupart des climatiseurs actuellement sur le marché sont peu chers et ont une faible performance énergétique : la plupart des systèmes utilisés par les particuliers sont deux à trois fois moins efficaces que les meilleurs modèles disponibles. Si le refroidissement des espaces était une nation, il consommerait aujourd'hui toute l'électricité produite en Inde, soit environ 2.000 térawattheures.

Selon les projections, la demande mondiale d'électricité pour le refroidissement devrait augmenter de 7 % d'ici 2050 et de 18 % en 2100. Comme nos systèmes énergétiques dépendent encore en grande partie des combustibles fossiles, au cours des 30 prochaines années, nos sociétés devront trouver environ 55 gigawatts supplémentaires d'énergie fossile par an pour produire l'énergie qui alimente les climatiseurs, un ajout comparable à environ 30 nouvelles grandes installations de gaz et 10 nouvelles grandes installations de charbon chaque année jusqu'en 2050.

La croissance de l'air conditionné sera ainsi responsable d'une augmentation des émissions annuelles de CO₂ entre 7 et 17 millions de tonnes en Europe, et entre 38 et 160 millions de tonnes en Inde, d'ici 2050. À l'échelle mondiale, d'ici 2100, le refroidissement des environnements pourrait représenter jusqu'à 7 % du total cumulé des émissions mondiales de gaz à effet de serre, soit environ 350 milliards de tonnes de CO₂, comparables à dix fois les émissions annuelles actuelles de CO₂ provenant des combustibles fossiles.

Un autre problème environnemental important lié à l'utilisation des climatiseurs est l'utilisation de gaz réfrigérants dans le cycle de compression de la vapeur. Suite au protocole de Montréal de 1987, qui a réussi à éliminer les CFC et les HCFC qui nuisent à l'ozone sur notre planète, les climatiseurs utilisent désormais des réfrigérants à base de HFC, appelés gaz fluorés. Ces gaz fluorés ont malheureusement un effet de serre élevé et représentent déjà environ 2,5% des émissions de gaz à effet de serre de l'Union européenne.

Une utilisation accrue des climatiseurs peut également contribuer à la pollution de l'air, car la combustion de combustibles fossiles lors de la production d'électricité génère des oxydes d'azote, du monoxyde de carbone et du dioxyde de soufre. D'ici à 2050, le niveau des oxydes d'azote causés par la climatisation en Afrique sub-saharienne, en Asie du Sud-Est, au Moyen-Orient et en Afrique du Nord pourraient atteindre les niveaux d'émissions actuels des combustibles fossiles pour toutes les utilisations au Moyen-Orient et en Afrique du Nord.

→ GRAPHIQUE

Émissions de CO₂ dues aux climatiseurs aujourd'hui et en 2050

Dans la plupart des pays, les émissions de CO₂ dues à l'air conditionné représentent déjà environ 1/4 des émissions dues à l'électricité pour usage résidentiel.

Si la climatisation était une nation, elle consommerait autant d'électricité qu'en Inde aujourd'hui. Si l'on additionne toutes les émissions liées au refroidissement d'ici 2100, cela correspond à environ 10 fois les émissions annuelles actuelles de CO₂.

- Des systèmes de climatisation obsolètes sont empilés dans un magasin de recyclage dans le bidonville de Dharavi à Mumbai. Inde, 2019
- Des hommes marchent dans une rue de la banlieue de Gurgaon, un centre technologique en pleine expansion à la périphérie de Delhi, connu pour avoir l'un des pires indices de qualité de l'air sur la planète. Inde, 2019
- Une famille indonésienne dans un wagon de première classe climatisé sur un train reliant Tegal à Yogyakarta, Java. Indonésie, 2022
- Des visiteurs du planétarium de Nehru à Delhi regardent une vidéo informative dans une salle climatisée. Inde, 2019

04 La société

L'être humain aura besoin de s'adapter au changement climatique, mais il y a des limites à cette adaptation, tant physiologiques que psychologiques. Dans certaines régions du monde, la population atteint déjà des seuils critiques. En plus de dépendre de la température et de l'humidité, les risques liés à la chaleur varient également selon les vulnérabilités spécifiques de chaque pays. Dans des pays tels que le Brésil, l'Inde et l'Indonésie, ils sont liés aux infrastructures urbaines précaires, aux inégalités socio-économiques et à la présence de communautés marginalisées vivant dans des logements informels. Dans des pays comme l'Italie, les sources de vulnérabilité sont principalement liées au vieillissement de la population et aux inégalités dans la distribution et l'accès aux services de santé.

L'exposition à la chaleur peut représenter un risque important pour la santé, en particulier chez les personnes âgées et chez les personnes présentant d'autres vulnérabilités physique ou psychologique. Aujourd'hui, en Europe et en Amérique du Nord, plus de 10% de la population a plus de 69 ans, alors qu'en Asie et en Amérique du Sud, cette tranche d'âge ne représente que 5% de la population. En 2050, cette proportion atteindra 23% en Europe, 20% en Amérique du Nord et 15% en Asie et en Amérique du Sud.

La chaleur excessive a également un effet direct sur la santé et la productivité des travailleurs, en particulier s'ils travaillent dans des espaces ouverts, dans l'agriculture ou la maçonnerie. Les conditions de chaleur extrême peuvent compromettre la capacité d'effectuer certaines tâches, soit parce que les travailleurs ont besoin de rythmes plus lents et de pauses plus fréquentes, soit parce que la chaleur interfère directement avec leurs capacités cognitives.

Le concept de pauvreté énergétique a été introduit en relation avec la capacité d'une famille à assurer ou non le chauffage dans sa maison. Dans le contexte d'un climat changeant, ce concept doit désormais inclure la capacité économique de rafraîchir son environnement pendant les jours excessivement chauds. La mesure utilisée pour suivre cet aspect est la part du revenu qu'une famille dépense pour le refroidissement. Parmi les ménages à faible revenu, cette part oscille entre 10% en Indonésie et 20% au Brésil, tandis qu'en Italie elle est de l'ordre de 4%. Au Brésil, en Inde et en Indonésie, on estime qu'en 2050, au moins 20 à 30% des familles seront encore dans la pauvreté énergétique, avec une grande variabilité au sein même des pays.

→ GRAPHIQUE

Nombre de jours avec un indice thermique supérieur à 32 degrés, aujourd'hui et en 2050

Au cours des 30 prochaines années, le nombre de jours par an avec un indice thermique supérieur à 32 degrés Celsius augmentera dans tous les pays, mais particulièrement en Indonésie.

La chaleur excessive représente un risque plus élevé pour ceux qui ne peuvent pas se rafraîchir, comme les travailleurs dans l'agriculture, la maçonnerie et le commerce informel.

La chaleur excessive affecte directement les travailleurs, réduisant le nombre d'heures de travail et donc leur production. Dans l'Haryana, un État du nord de l'Inde et l'un des principaux producteurs de riz du pays, le stress dû à la chaleur pèse déjà lourdement sur les travailleurs agricoles en plein air. Sur le mont Ijen, à Java, en Indonésie, l'extraction du soufre se fait encore à la main. Les mineurs appellent le soufre "l'or du diable", parce que ceux qui s'y consacrent pour un salaire décent paient un prix élevé en termes de santé, et parfois de leur vie. Les mineurs d'Ijen travaillent la nuit et tôt le matin pour éviter la chaleur, une habitude que de nombreux travailleurs en plein air devront adopter dans un proche avenir.

→ GRAPHIQUE

Consommation d'électricité des familles aujourd'hui et en 2050

Au cours des 30 prochaines années, la quantité d'électricité utilisée par les familles augmentera dans tous les pays, mais surtout en Inde et en Indonésie.

- Un homme regarde par la porte de sa maison, traversée par les câbles qui détournent l'électricité du réseau principal, dans le bidonville de Dharavi, à Mumbai. Inde, 2019
- Un marchand de noix de coco fume une cigarette dans un marché du quartier de Kemayoran à Jakarta. Indonésie,

- Trois hommes dorment sur le banc d'un arrêt de bus à Churchgate, un quartier riche de Mumbai. Inde, 2019
- Une travailleuse écologiste fait une pause dans le Parque Madureira, à la périphérie de Rio de Janeiro. Dans les pays tropicaux, le travail de nuit est très répandu parmi les travailleurs en plein air.
- Brésil, 2022 Un agriculteur bat le riz dans l'État d'Haryana. Inde, 2019
- Un mineur de soufre travaille à l'aube près d'une fumerolle dans le cratère du mont Ijen, un volcan actif de l'île de Java. Indonesia 2022
- Une femme et son fils sont assis à l'extérieur de leur maison avec un toit en tôle dans le quartier de Cosme Velho à Rio de Janeiro. Brésil, 2022

05 Les alternatives

Au cours des prochaines années, nous devons faire face à deux défis liés entre eux mais quelque peu contradictoires. D'une part, nous aurons besoin de nous adapter à une température qui augmentera inévitablement, et d'autre part, nous devons éviter que la température continue à augmenter. Des actions visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre seront donc nécessaires pour contenir l'augmentation de la température moyenne mondiale. Dans ce contexte, les solutions de refroidissement que nous allons adopter devraient alors éviter d'entrer en conflit avec la nécessaire réduction des émissions. Heureusement, il existe déjà aujourd'hui des opportunités de ce type, comme la décarbonisation dans la production d'électricité, l'amélioration de l'efficacité énergétique des climatiseurs, l'isolation des bâtiments, et toutes les stratégies qui permettent de réduire la nécessité des climatiseurs en premier lieu.

Le processus d'homogénéisation des techniques de construction et des styles architecturaux a conduit le monde à choisir la climatisation comme principale méthode pour contrôler la température intérieure des bâtiments. Ces derniers temps, certains architectes redécouvrent cependant le rôle important des principes architecturaux traditionnels. Ces techniques de construction, basées sur le refroidissement passif, étaient particulièrement attentives au confort thermique des habitants dans les intérieurs, et on peut en trouver aujourd'hui encore de nombreux exemples en Inde et en Indonésie.

Il y a des siècles, avant l'accès à l'électricité et le changement climatique, les maharajas du Rajasthan jouissaient d'une brise naturelle agréable dans leurs palais grâce à un système sophistiqué d'éléments architecturaux, tandis qu'à Old Delhi, l'orientation des bâtiments et les rues étroites permettaient de garder la chaleur estivale à l'extérieur des bâtiments. En Indonésie, l'architecture vernaculaire est encore caractérisée par des éléments architecturaux particuliers tels que l'espace entre les murs et le toit, de hauts plafonds, des formes particulières des plafonds et des portiques à l'entrée des bâtiments : ce sont tous les éléments qui facilitent la circulation de l'air et l'ombrage.

Ces solutions, ainsi que d'autres technologies, ne sont toutefois pas en mesure de toucher tout le monde. Les communautés marginalisées et désavantagées ne peuvent souvent compter que sur des stratégies comportementales, telles que des douches fréquentes et une hydratation constante. Au Brésil, les habitants des favelas ont tendance à adopter des comportements qui apportent des bénéfices immédiats mais des problèmes à long terme. La consommation de boissons alcoolisées glacées, la consommation d'aliments sucrés, de jus de fruits d'aliments hautement transformés sont tous des facteurs qui augmentent la déshydratation et ralentissent les processus de thermorégulation corporelle, contribuant ainsi à alimenter le stress thermique.

→ GRAPHIQUE

Comment les gens gèrent-ils la chaleur au Brésil ?

La hausse des températures est une menace potentiellement mortelle dans les zones tropicales où se concrétisent de nouvelles formes de vulnérabilité et de privations, telles que : infrastructures urbaines précaires, urbanisation informelle, et exclusions socio-économiques et spatiales.

TABLEAU DE GAUCHE

Pratiques en matière d'eau

Linges mouillés

Boire des boissons sucrées et de l'alcool

Manger des bonbons

Cheveux mouillés

Utilisation de ventilateurs 24 heures sur 24, 7 jours sur 7

TABLEAU DE DROITE

Accès facile aux espaces bleus et verts

Utilisation de climatiseurs et d'autres moyens mécaniques

Manger plus de fruits et légumes

Évitez l'alcool et les boissons sucrées

Pas de cheveux ni de linge mouillés

Utiliser plus uber/taxi/voiture (avec climatisation)

Accès à la climatisation sur le lieu de travail

L'utilisation de l'eau est l'une des formes les plus courantes de refroidissement à travers des cultures très différentes, mais dans les communautés les plus défavorisées, l'eau devient souvent vecteur de maladies.

Eko Prawoto, Indonésie

Eko Prawoto, 65 ans, est un célèbre architecte indonésien qui applique le savoir de l'architecture vernaculaire à l'architecture moderne. Sur les photos, il est chez lui, près de Yogyakarta, en Indonésie, où il a vécu pendant huit ans pour renouer avec la nature. "Au cours des 10 à 15 dernières années seulement, les architectes ont pris davantage conscience des implications environnementales de leur travail et reviennent maintenant aux principes fondamentaux de l'architecture vernaculaire et traditionnelle, tels que les espaces ouverts et les toits et une orientation intelligente des bâtiments". Prawoto affirme que l'habitude actuelle d'utiliser constamment la climatisation est "liée à des facteurs sociaux et psychologiques plutôt qu'à des nécessités physiologiques. Les étrangers qui visitent notre pays ne sont ici que pour une courte période et ne peuvent pas s'adapter au climat local. Donc ils veulent la clim, d'accord. Mais pour nous, elle devrait être comme un médicament : vous ne la prenez que lorsque vous êtes très malade, quand les jours sont très chauds. Si nous devons prendre des médicaments tous les jours, alors il y a quelque chose qui ne va pas".

- Un enfant cherche à se soulager de la chaleur dans une piscine en plastique sur le toit de la favela Babilônia à Rio de Janeiro. En arrière-plan, on aperçoit le riche quartier de Leme. Brésil, 2022
- Deux hommes s'assoient pour prennent une boisson fraîche dans un restaurant de Sumatra près de l'aéroport de Bali. Indonesia, 2022
- Des baigneurs à la recherche d'un soulagement de la chaleur sur une plate-forme construite sur les rochers de Syracuse, en Sicile. Italie, 2022
- Les enfants plongent dans la Cachoeira Piscininha do Silvestre, une cascade du quartier de Cosme Velho à Rio de Janeiro. Brésil, 2022
- Widhi Nugroho, 42 ans, propriétaire d'un studio d'architecture de luxe, crée une maquette à l'échelle d'un bâtiment en bambou qu'il a conçu Bali, Indonésie, 2022
- Un garde se repose à l'ombre de l'Amer Fort, construit à Jaipur en 967 avant JC selon les principes du rafraîchissement passif des architectures Rajput et Mughal. Inde, 2019

Les alternatives

Il existe déjà des solutions alternatives aux climatiseurs inefficaces, tant actifs que passifs, qui permettent de réduire la chaleur à l'intérieur. Ces alternatives comprennent des systèmes de climatisation très efficaces, de nouveaux matériaux pour l'isolation des bâtiments, des toits verts et des techniques passives telles que l'ombrage et l'orientation des bâtiments, visant à favoriser la ventilation naturelle. The Cooling Solution propose une sélection d'études de cas tirée des expériences de voyage au Brésil, en Inde, en Indonésie et en Italie, dans le but de partager les bonnes pratiques qui existent déjà et peuvent être adoptées à plus grande échelle.

Aujourd'hui, vous pouvez trouver sur le marché des climatisations hautement efficaces, mais leur coût élevé les rend inaccessibles à la plupart des consommateurs.

Le Museum of Tomorrow est un musée des sciences conçu par l'architecte espagnol Santiago Calatrava en 2015 et construit sur le front de mer de Pier Mauá. Le système de climatisation du musée utilise l'eau de mer, qui maintient une température d'environ 20 degrés même pendant l'été, grâce à un échangeur de chaleur à plaques. Ce système permet de rafraîchir les pièces d'une manière très efficace, en éliminant l'énorme consommation d'eau des tours d'évaporation des systèmes traditionnels.

Il existe de nombreux éléments architecturaux peu onéreux capables de réduire la température à l'intérieur des bâtiments et donc de limiter la nécessité d'utiliser la climatisation.

Dans la ville de Tegal, sur l'île de Java en Indonésie, des chercheurs utilisent des bâtiments expérimentaux à échelle réelle pour évaluer l'intégration d'éléments architecturaux qui peuvent garantir une réduction de la chaleur à l'intérieur des logements sociaux. Ils utilisent des technologies qui exploitent le changement de phase des matériaux ou la masse thermique inertielle des planchers, tandis que les fenêtres basculantes horizontales en combinaison avec divers ventilateurs favorisent la circulation de l'air. La chaleur accumulée pendant les heures de jour est évacuée pendant la nuit par des fenêtres positionnées de manière optimisée pour favoriser une ventilation naturelle. Au centre de recherche ENEA de Casaccia, près de Rome, un autre groupe de chercheurs étudie le potentiel de rafraîchissement des plantes méditerranéennes placées sur le toit d'un bâtiment de démonstration. Grâce à un système complexe de capteurs pour la surveillance du microclimat, les chercheurs ont pu constater que la végétation a été en mesure de maintenir la température superficielle sous le couvert herbeux à un peu plus de 30 °C aux heures les plus chaudes des journées d'été. Au cours des mêmes heures, les surfaces de l'enveloppe du bâtiment non recouvertes de végétation peuvent atteindre des pics de températures supérieurs à 50 °C.

La circulation de l'air à proximité de cours d'eau facilite l'évaporation, un processus physique résultant en un rafraîchissement du milieu environnant.

En Inde, les systèmes de refroidissement par évaporation sont utilisés depuis des siècles pour abaisser la température à l'intérieur des bâtiments. Ce principe est basé sur un système de circulation d'air qui favorise l'évaporation d'un flux d'eau; le passage de phase de l'état liquide à l'état gazeux absorbe la chaleur de l'environnement. Un cabinet d'architecture au sud de la ville de Delhi, Ant Studio, suit le même principe en utilisant un système d'écrans en terre cuite disposés en ruche pour réduire la chaleur perdue par différents processus industriels. Dans une installation au nord de Delhi, chez Deki Electronics, l'écran en terre cuite est capable de réduire la température du flux d'air émis de 15 °C, à partir des 50 °C initiaux. Construit en 2011, le bâtiment qui abrite le ministère des Travaux publics à Djakarta, en Indonésie, a été initialement conçu avec une forme rectangulaire et une orientation est-ouest qui l'exposait au soleil toute la journée. La forme rectangulaire a été modifiée en forme de "H" dans le but de maximiser la lumière naturelle et, en même temps, minimiser le rayonnement solaire. Le bâtiment utilise du verre thermique, des films isolants de surface et des matériaux perforés pour faciliter la dissipation de la chaleur.

- Un homme se repose devant le Museum of Tomorrow, conçu par l'architecte Santiago Calatrava, dans la zone de Porto Maravilha à Rio de Janeiro. Brésil, 2022
- Patrizia De Rossi, chercheuse, vérifie les capteurs de rayonnement solaire sur le toit du bâtiment de démonstration d'Enea Casaccia, à la périphérie de Rome. Italie, 2022
- Une employée travaille au ministère des Travaux publics et de la Construction, un bâtiment vert à Jakarta. Indonésie, 2022
- Tasuku Maeda, 23 ans, étudiant japonais, règle les câbles et les capteurs pour mesurer le vent et la température dans un bâtiment utilisé pour des expériences à l'échelle réelle à Tegal, Java. Indonésie, 2022
- Une structure en terre cuite est installée devant une machine qui évacue la chaleur résiduelle dans un site de production de Deki electronics à Delhi. Inde, 2019