

A large, abstract, yellow graphic element that resembles a stylized, flowing shape or a splash of paint, set against a white background. It has several rounded, irregular protrusions and indentations, creating a sense of movement and organic form.

Manifestes

6

Philippe Rahm

Le style anthropocène

Manifestes

6

— HEAD ■ ●
Publishing

Philippe Rahm
Le style anthropocène

Introduction	7
Prise de conscience de la responsabilité humaine dans le réchauffement climatique	11
Comment la modernité a disqualifié le décoratif	17
Pourquoi l'art décoratif n'était pas décoratif avant les énergies fossiles	22
Comment les énergies fossiles ont épuré l'intérieur des maisons	26
Quand la décoration d'intérieur protégeait du froid	29
Quand les lustres de cristal étaient fonctionnels	34
Modernité et disparition de la décoration fonctionnelle	36
Comment la fonction pratique de la décoration revient avec le réchauffement climatique	38
Isolation thermique et pare-vapeur comme nouveaux éléments décoratifs du XXI ^e siècle	42
Comment réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO ₂	44
Quelles formes et matières pour le style anthropocène?	46
Quelques exemples de style anthropocène	51
Se réchauffer	54
Se rafraîchir	57
Ne pas tomber malade	61
Catalogue	65
Tapis à faible effusivité thermique	66
Rideau à basse émissivité	70
Miroir à haute réflectance	74
Tapiserie à faible conductivité thermique	78
Paravent imperméable à l'air	82
Miroir à haute émissivité	85
Chaise convective	86
Lampe spectrale	88
Peinture froide	92
Poignée virucide	96

Jusqu'au début du xx^e siècle, la décoration d'intérieur en Occident avait un rôle pratique : celui de lutter contre le froid en hiver, d'amplifier la faible lumière provenant des petites fenêtres percées dans des murs lourds et épais, de bloquer les courants d'air qui s'infiltraient à travers chaque porte, chaque fenêtre, inondant de froideur les intérieurs et faisant claquer des dents les habitant·es. Un tapis servait alors à ne pas avoir froid aux pieds, une tapisserie à isoler thermiquement les murs et à retenir la chaleur. Les cristaux des lustres, comme les miroirs ou les dorures, démultipliaient le faible éclairage solitaire des bougies et des fenêtres. Un paravent servait à « parer le vent », c'est-à-dire à dévier de la peau nue la froideur convective des mouvements d'air ; les rideaux à bloquer les courants d'air, à les essouffler dans la profondeur de la laine pour qu'ils n'emportent pas avec eux le peu de chaleur que l'habitant·e avait réussi à produire en brûlant quelques bûches de bois rare et cher dans la cheminée.

L'arrivée au tournant du xx^e siècle des techniques modernes du bâtiment, celle du chauffage central, de l'éclairage électrique et de l'air conditionné, a rendu caduque cette raison d'être utilitaire et climatique première de l'art décoratif d'intérieur, devenu superflu face à la puissance des hydrocarbures. Bien plus efficaces dans cette fonction d'amélioration du confort thermique, les techniques modernes ont prodigué sans réserve, par l'usage massif des énergies fossiles (charbon, gaz, fioul, pétrole), la lumière, la pleine chaleur ou la fraîcheur qui avaient manqué à la vie domestique depuis des milliers d'années. En tournant simplement le robinet du radiateur, on pouvait faire venir une chaleur folle que l'on n'avait jamais connue dans les maisons avant le xx^e siècle. En appuyant sur l'interrupteur, on pouvait illuminer démesurément les intérieurs la nuit pour y reproduire le plein jour. Dès lors, on a pu décrocher tapisseries et rideaux qui préservaient si modestement du froid, replier les tapis et les paravents, ranger les chandeliers qui apportaient une si faible lumière. On a remis tous ces anciens dispositifs décoratifs au profit d'intérieurs épurés, vides et blancs, caractéristiques de la modernité architecturale héroïque de la première partie du xx^e siècle prônés par Le Corbusier — une esthétique sous-tendue par le dégagement de CO₂ des chaudières à fioul et des centrales à charbon.

Et puis, le temps passant, hébété par les énergies fossiles, le xx^e siècle a même oublié peu à peu à quoi servait la décoration d'intérieur. On en a perdu le sens pratique, climatique, physiologique, jusqu'à se dire qu'elle ne servait à rien, si ce n'est à établir

et à affirmer un statut social, une distinction symbolique, un prestige de classe, à travers la rareté, la beauté, la cherté et l'opulence de ses lustres, tapisseries, rideaux, miroirs et dorures.

Mais depuis 1990, tout change. La nécessité de réduire les émissions de CO₂ des bâtiments pour lutter contre le réchauffement climatique, les vagues de chaleur qui rendent inhabitables les intérieurs en été, ou le retour dans les maisons du froid hivernal causé par l'augmentation de la facture énergétique, brisent cette illusion moderne. Ces épisodes catastrophiques révèlent la réalité matérielle du confort : on ne peut se passer de tous ces anciens dispositifs décoratifs qu'en établissant une dépendance aux énergies fossiles. En l'absence de celles-ci, c'est bien le confort moderne et son esthétique épurée qui sont mis en crise. La lutte actuelle contre le réchauffement climatique signe le passage d'une absence de décoration, dorénavant démodée, propre au XX^e siècle, à un autre style décoratif, à nouveau utilitaire, propre au XXI^e siècle et aujourd'hui « dans le vent ». Ce nouveau style décoratif, que l'on propose de nommer « style anthropocène », a pour mission de réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ en habitant les intérieurs, et d'améliorer passivement le confort thermique durant les hivers et les étés caniculaires.

À la croisée de l'architecture, de l'esthétique et des sciences de l'ingénieur, ce livre est un manifeste en faveur d'un style encore non authentifié et une introduction au changement épistémologique qu'il induit. Il s'agit dans un premier temps de rejeter la

dimension symbolique des objets qui a monopolisé le discours au XX^e siècle. La crise climatique appelle à revenir aux questions matérielles et pratiques, autrement dit, à quitter les superstructures idéalistes pour regagner l'infrastructure matérialiste. Notre ambition est de retrouver la valeur d'usage de la décoration d'intérieur et de dresser un catalogue. Nous nous plongerons dans l'histoire de ces dispositifs, quand ceux-ci avaient encore une fonction pratique. À partir de cette redécouverte, nous réinventerons des typologies d'objets à vocation climatique actualisés selon les connaissances scientifiques d'aujourd'hui. De cet inventaire émergera un style propre à relever les défis écologiques de notre époque. Le style anthropocène a pour finalité de baisser la consommation d'énergie du bâtiment pour réduire les émissions de CO₂ et le réchauffement climatique en conséquence, tout en améliorant le confort intérieur hivernal et estival. Il veut offrir des solutions passives, simples, pour rafraîchir les intérieurs lors des canicules, capter et conserver la chaleur dans la maison durant l'hiver, améliorer le confort de l'habitat sans recourir à plus d'énergies fossiles. De cette mission climatique émergeront dans un second temps de nouvelles valeurs esthétiques et de nouvelles formes de beauté.

PRISE DE CONSCIENCE DE LA RESPONSABILITÉ HUMAINE DANS LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Les chocs pétroliers des années 1970 avaient révélé que notre confort moderne dépendait complètement de la disponibilité des énergies fossiles. On devait accepter de baisser le chauffage et mettre un pull en laine chez soi, comme l'encourageait le gouvernement français en 1980¹. Mais ce n'est qu'à partir des années 1990, avec le Sommet de la Terre de Rio de 1992², que la réalité anthropique du réchauffement climatique et de la catastrophe écologique et humaine s'est imposée. Celle-ci s'amorce avec les débuts de l'ère industrielle — que l'on peut situer autour de 1830, quand les premières usines à charbon ont commencé à émettre des gaz à effet de serre. Ces rejets modifient considérablement les écosystèmes terrestres ainsi que la physique de la Terre et de l'atmosphère, la répartition des climats, des surfaces

1 Voir par exemple les deux publicités suivantes :

www.youtube/qcUbrW4chBo et www.youtube/aHoJ13ohQ3E

2 Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, Nations unies 1992 : bitly.ws/xo6L

terrestres et marines, engendrant des changements de la nature planétaire qui ne sont plus de l'ordre du local et du superficiel mais du global et du géologique. Compte tenu de l'ampleur de ces modifications chimiques, physiques et biologiques qui touchent autant l'atmosphère que la lithosphère, certains scientifiques et penseur·euses ont commencé à évoquer un changement d'époque géologique, en inventant le terme d'Anthropocène³, une nouvelle ère qui supplanterait l'Holocène dans la grande succession des époques géologiques. Les causes de ce changement d'époque ne seraient plus cependant naturelles, volcaniques ou cosmiques, comme ce fut le cas il y a 11 700 ans avec le passage, par exemple, du Pléistocène à l'Holocène, mais humaines, à travers le dégagement de CO₂ par l'utilisation des énergies fossiles, la déforestation et les autres activités industrielles humaines. Ces changements de climat et d'ère géologique ont de lourdes conséquences pour la vie et les activités humaines puisqu'ils vont entraîner des migrations de populations suivant la disparition de zones côtières, de régions habitables, de sécheresses ou d'inondations, des modifications des économies locales et de l'agriculture basées sur les climats spécifiques, l'augmentation d'épisodes météorologiques catastrophiques, des troubles sociaux et des guerres⁴. Depuis le Sommet de Rio, la lutte pour limiter les émissions de gaz à effet de serre est devenue une priorité mondiale sur laquelle

3 Crutzen et Stoermer, 2000, p. 17-18

4 Welzer, 2009

s'efforcent de légiférer les grandes conférences telles la COP 21 à Paris en 2015 ou la COP 28 à Dubaï en 2023.

Le secteur du bâtiment et de la construction (c'est-à-dire relevant des disciplines de l'architecture et de l'architecture d'intérieur) est responsable de 39 % du CO₂ mondial émis⁵. Pour l'Europe, c'est quasiment la moitié : « Le chauffage et la climatisation dans nos bâtiments et notre industrie représentent la moitié de la consommation d'énergie de l'Union européenne⁶. » Pour lutter contre le réchauffement climatique dans notre secteur, il faut donc réduire la quantité de CO₂ dégagée lors de la combustion des énergies carbonées, notamment par le chauffage central des bâtiments et donc baisser la demande en chaleur.

Pour un tiers (11 % des émissions globales de CO₂), le CO₂ est émis lors de la fabrication et le transport des matériaux (ce que l'on appelle aujourd'hui l'empreinte carbone ou l'énergie grise des matériaux) et par la construction du bâtiment. Les deux autres tiers (28 % des émissions globales de CO₂) sont produits par le fonctionnement du bâtiment au cours de sa vie, avec le chauffage, la production d'eau chaude, l'air conditionné, l'éclairage. La lutte contre ce que l'on appelle commu-

5 Global Status Report for Buildings and Construction, International Energy Agency (IEA) for the Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC), 2019 : bitly.ws/xo77

6 « Heating and cooling in our buildings and industry accounts for half of the EU's energy consumption » : https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/heating-and-cooling_en

nément aujourd'hui les « passives thermiques », c'est-à-dire les bâtiments mal isolés, devient donc une priorité. Des exigences réglementaires thermiques et énergétiques pour le bâtiment sont apparues à partir des années 1990 : elles demandent principalement d'isoler les murs des maisons avec 20 cm d'isolation thermique pour empêcher le froid extérieur de traverser les murs.

Les autres réponses passent par une réduction de la consommation d'énergie des bâtiments (meilleure étanchéité à l'air, ventilation contrôlée permettant de baisser le chauffage) et par l'usage priorisé des énergies renouvelables. Elles sont promues et améliorées à travers de multiples labels et réglementations : Passivhaus⁷ en Allemagne (1996), Minergie⁸ en Suisse (1994), LEED⁹ aux USA (1993), RT2012¹⁰ (2012) et RE2020¹¹ (2022) en France, QSAS¹² au Qatar ou les différents Green Building Assessment à Hong Kong¹³ (2009) et Taïwan¹⁴ (1995), pour donner quelques exemples.

7 Le Passivhaus Institut (PHI) a été fondé en 1996 par le professeur Wolfgang Feist en Allemagne : passivehouse.com

8 Le label Minergie a été fondé en 1994 par Ruedi Kriesi et Heinz Uebersax en Suisse : minergie.ch

9 Le développement du programme de certification Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) a commencé en 1993, sous l'impulsion de Robert K. Watson, scientifique principal du Natural Resources Defense Council (NRDC), et avec le soutien du U.S. Green Building Council (USGBC) : usgbc.org/leed

10 Ministère de la transition énergétique : bitly.ws/xo7u

11 Ministère de la transition énergétique : bitly.ws/xo7x

12 Ferwati *et al.*, 2019 : bitly.ws/xo7E

13 Hong Kong Green Building Council : bitly.ws/xo7L

14 Taiwan Architecture & Building Center : bitly.ws/xo8u

Ces nouvelles normes, réglementations ou recommandations thermiques ont des conséquences importantes sur le design architectural et rendent caduques bien des stratégies du xx^e siècle, basées sur une forte dépense d'énergie fossile, concernant à la fois la forme extérieure des bâtiments, le mode de construction et l'aménagement intérieur¹⁵. La structure porteuse, souvent en béton ou en acier à cette époque, ne peut plus être apparente en façade et visible depuis l'extérieur, car on doit dorénavant la recouvrir d'une laine molle d'isolation thermique. Par conséquent, la structure porteuse est rejetée dans les intérieurs cachés du bâtiment. Cette structure ne constitue plus l'image esthétique des bâtiments, comme ce fut le cas au xx^e siècle et avant, avec l'architecture classique de pierre, de briques et de bois. De la même façon, on ne peut plus vitrer autant les bâtiments, car ils surchauffent en été (et augmentent fâcheusement la dépense énergétique de l'air conditionné), ou au contraire se refroidissent trop vite en hiver, car la valeur de conductivité thermique du vitrage, même double ou triple, reste toujours plus élevée que celle d'un mur opaque bien isolé thermiquement. Ou encore, on ne peut plus construire en béton aujourd'hui comme on le faisait au xx^e siècle, car le béton dégage énormément de CO₂ lors de sa fabrication¹⁶. On construira alors de préférence en bois, ou en pierre, ce qui, esthétiquement, signe immédiatement un changement d'époque, un changement

de style architectural. Le xx^e siècle était en béton apparent ; le xxi^e siècle sera en bois caché derrière un isolant thermique.

Ces considérations sur l'esthétique de l'enveloppe extérieure amènent à envisager un élément comme l'isolation, non plus seulement comme une couche thermique, mais comme une nouvelle forme de tapisserie qui ne dit pas son nom — et marquerait inconsciemment un retour de la décoration d'intérieur. Si le style moderne du xx^e siècle, éclairci et épuré, était la conséquence des énergies carbonées, à travers un gaspillage sans limite des ressources et de l'énergie, la décarbonisation du bâtiment pourrait induire un nouveau style décoratif propre au xxi^e siècle. Celui-ci serait déterminé par la performance thermique, l'empreinte carbone des matériaux et la nécessité de produire des intérieurs frais en été. Ces critères redéfinissent les choix formels, matériels et, finalement, les valeurs esthétiques, culturelles et sociales des intérieurs du style anthropocène.

16 Le béton est fait de gravier, de sable et de ciment. Ce dernier est constitué par broyage de différentes matières dont le clinker, lui-même obtenu en amalgamant différentes matières par clinkérisation dont de l'oxyde de calcium (CaO), la chaux vive, obtenue en cuisant à haute température (calcination) de la pierre calcaire (CaCO₃) laquelle, en se décomposant en chaux (CaO), dégage du CO₂. C'est donc un triple dégagement de CO₂ que produit la fabrication du béton, à travers la réaction chimique lors de la calcination du calcaire et par la nécessité de brûler du charbon pour atteindre ces hautes températures (près de 1500° C) nécessaires pour produire d'abord la réaction chimique de la calcination puis de la clinkérisation.

COMMENT LA MODERNITÉ A DISQUALIFIÉ LE DÉCORATIF

Avec le style anthropocène, c'est le domaine de l'architecture d'intérieur qui nous intéresse, ce que l'on appelle « art décoratif » (ou « décoration d'intérieur »), c'est-à-dire l'aménagement d'intérieur. Ce champ a largement disparu du registre des missions de l'architecture depuis environ un siècle au profit des « décorateur·trices » ou des habitant·es. Cette mutation a commencé avec Adolf Loos qui proclamait en 1908 que « l'ornement est un crime¹⁷ ». Suivra le fameux « less is more » de Mies van der Rohe. Le Corbusier réduira l'aménagement d'intérieur à un badigeonnage de « lait de chaux », homogène, minimal et blanc : « On fait propre chez soi¹⁸ », écrit-il alors. Il décrète en 1925 : « Le décor hiérarchique est tombé... Les dorures s'effacent... Les rutilances vont à l'eau. L'art décoratif moderne n'a pas de décor... L'art décoratif n'a pas de raison d'exister¹⁹... »

17 Loos, [1908] 2015

18 Le Corbusier, 1925

19 *Ibid.*

La modernité a disqualifié l'art décoratif et relégué les tentures, rideaux, voilages, boiseries, capitonnages, marqueteries, tapis, papiers peints, paravents, plinthes, moulures, lustres et miroirs dès lors superflus et surchargeant les intérieurs sans raison, au profit d'un aménagement minimal, neutre et souvent blanc, réduit à la plus simple expression de sa construction, grâce à la puissance d'équipements techniques modernes, des systèmes mécaniques et électriques de chauffage, de ventilation, et d'éclairage artificiel apparu avec la fin du XIX^e siècle. Le terme de « décoration » lui-même a pris au cours du XX^e siècle une connotation légère et superficielle, voire moqueuse et péjorative²⁰. Cette élimination, par l'usage des énergies fossiles, de l'art de l'aménagement intérieur issu du XIX^e siècle, a été fondatrice de l'esthétique moderne, d'un « style moderne » au succès continu tout au long du XX^e siècle, et dont l'ascèse a longtemps relevé chez les architectes d'une forme de bon goût disciplinaire²¹. De la même manière qu'Adolf Loos, il a été longtemps d'usage dans notre profession de décrier ou railler le décoratif et sa futilité, car sans fonction pratique, et d'en abandonner le sujet aux décorateur·trices, architectes d'intérieur et amateur·trices, mais aussi aux magazines grand public de décoration et cahiers de tendances. Tous·tes d'ailleurs prospèrent en continuant de proposer rideaux et tentures, couleurs et matières nobles, miroirs et luminaires, comme un champ esthétique

20 Soulillou, 1992, p. 117-138

21 Voir par exemple : bitly.ws/show/xo8N

autoréférentiel, la plupart du temps narratif et métaphorique, souvent traditionaliste et superficiel²², vidé de toutes raisons pratiques, ne servant qu'à «décorer» les intérieurs et non plus à les réchauffer ou les rafraîchir. On notera que cette division s'était établie largement sur des critères de genre, les magazines féminins du xx^e siècle faisant, par exemple, la promotion de la décoration d'intérieur dans leurs pages.

Ce basculement du pratique au symbolique a été introduit en réalité par les architectes modernes eux-mêmes. Ainsi, au cœur du pavillon de Barcelone de 1929, Mies van der Rohe choisissait un marbre rouge pour évoquer la chaleur du feu de cheminée disparu et symbolisait par un tapis le périmètre de l'espace statique de l'ancien salon, dissout dans l'espace continu du pavillon. De même, les tapis allaient être posés sur les sols déjà chauds et sous lesquels courent les serpents du chauffage central, évidés d'un rôle fonctionnel au profit d'une seule apparence symbolique. Dorénavant les lourds rideaux aux fenêtres pour bloquer les courants d'air et isoler du froid allaient être de simples voilages préservant l'intimité : leur fonction thermique est remplacée par une fonction sociale.

Mais en réalité, qui est l'auteur de ce style moderne propre au xx^e siècle? Qui est le premier à avoir inventé cet art décoratif épuré et minimaliste caractéristique du xx^e siècle? Est-ce Adolf Loos,

22 *bitly.ws/xo8V*

Le Corbusier, Eileen Gray, Mies van der Rohe, Walter Gropius? À cette question anthropocentriste et idéaliste de l'histoire, nous préférons répondre à travers un matérialisme dialectique qui voit les révolutions stylistiques et esthétiques en relation avec les transformations des conditions matérielles, « géologiques, orographiques, hydrographiques, climatiques et autres²³ ». Le charbon ne serait-il pas le vrai responsable de tout cela, l'auteur véritable, l'authentique designer de la modernité qui a permis de remplacer le travail humain par sa production d'énergie thermique²⁴? Ne serait-ce pas à cause des (ou grâce aux) énergies fossiles, qui ont permis le chauffage central et l'air conditionné, que l'on a pu, à partir du début du xx^e siècle, se moquer de l'art décoratif et le reléguer hors des missions sérieuses de l'architecte? L'électricité n'est-elle

23 Karl Marx, Friedrich Engels et Joseph Weydemeyer, *L'idéologie allemande*, Paris, Éditions sociales, [1845] 2014, p. 273 : « La première présupposition de toute histoire humaine est naturellement l'existence d'individus humains vivants. Le premier état de fait à constater est donc l'organisation corporelle de ces individus ainsi que leur rapport, donné par là-même, au reste de la nature. Nous ne pouvons naturellement ici nous occuper ni de la constitution physique des hommes eux-mêmes, ni des conditions naturelles que les hommes, trouvent là avant eux : les rapports géologiques, oro-hydrographiques, climatiques et autres. Pour écrire l'histoire, il faut nécessairement partir de ces bases fondamentales naturelles et de leur modification par l'action des hommes au cours de l'histoire. »

24 Cf. Robert A. Millikan, *Human Origins*, New York, 1933, vol. 11, p. 134-135 : « If, then, you ask me to put into one sentence the cause of that recent rapid and enormous change I should reply: "It is found in the discovery and utilization of the means by which heat energy can be made to do man's work for him." »

pas à l'origine de la disparition du sens pratique des dorures et des lustres? Le chauffage central n'est-il pas responsable de la suppression du sens propre de la tapisserie, celui de protéger du froid, pour ne garder qu'un sens figuré, celui de faire beau et d'impressionner les visiteur·euses? Adolf Loos, Le Corbusier, Mies van der Rohe ou Walter Gropius ne seraient-ils pas seulement les porte-voix des énergies fossiles, et le style moderne seulement l'expression esthétique du charbon? Et qu'en est-il aujourd'hui? Qui sont les auteur·trices du tournant esthétique auquel nous assistons et participons, qui voit les bâtiments se couvrir d'isolation thermique et abandonner le béton, l'aluminium et la laine de verre au profit de la pierre, du bois et de la paille? Est-ce moi-même, à travers ce livre, ou bien plutôt le CO₂, lequel, en provoquant le réchauffement climatique, est en train de décarboner toute l'architecture, autant lors du fonctionnement (performance énergétique) des bâtiments que lors de leur construction (énergie grise)? Encore une fois, si le charbon a inventé au début du xx^e siècle le style moderne, c'est le CO₂ qui invente au début du xxi^e siècle le style anthropocène.

POURQUOI L'ART DÉCORATIF N'ÉTAIT PAS DÉCORATIF AVANT LES ÉNERGIES FOSSILES

Le divorce entre architecture et décoration d'intérieur, entre utilité et inutilité, objectivité et subjectivité, n'avait plus été remis en cause depuis les débuts de la modernité²⁵. C'est pourtant à une réconciliation inattendue à laquelle on assiste aujourd'hui à travers les nouvelles contraintes énergétiques et climatiques qu'entraîne l'application des mesures de réduction énergétique (de type Minergie, RE 2020 ou Passivhaus) dans le bâtiment. Car si la neutralité blanche et minimale du style moderne a été inventée, et a connu un succès sans démenti depuis l'exposition de 1932 au MoMA²⁶ jusqu'à récemment, c'est bien parce que la mission essentielle et originelle de l'aménagement d'intérieur décoratif avait été disqualifiée par

25 On fait remonter cela à la fermeture du Bauhaus en 1933 (où se mélangeaient l'art textile des rideaux, tapisseries et tapis sous la direction d'abord d'Anni Albers puis de Gunta Stölzl et Lily Reich) et l'art de la construction des bâtiments sous la direction de Walter Gropius (puis Hannes Meyer et Mies van der Rohe).

26 *Modern architecture : international exhibition*, 10 février au 23 mars, 1932, Museum of Modern Art, New York

l'invention du chauffage central à la fin du XIX^e siècle et de ses radiateurs. La maison Farnsworth, achevée en 1951 par Mies van der Rohe, est exemplaire en cela : la chaudière au fioul, cachée dans la seule chambre opaque de la maison, alimente un réseau de tubes d'eau chaude dissimulés sous le plancher qui chauffent ainsi par le sol, permettant de vitrer totalement les façades, chose impensable avec un mode de chauffage avec des énergies non-fossiles, par cheminée à bois par exemple, car le verre est trop conducteur et laisserait passer trop le froid, rendant la maison glacée en hiver²⁷.

Qu'était l'art décoratif d'autrefois si ce n'est un ensemble de moyens pour améliorer le confort thermique et lumineux des intérieurs froids et sombres des constructions anciennes? En Europe du Nord par exemple, avant le XX^e siècle, pour lutter contre le froid par conduction provenant des sols, on a opposé les tapis de laine, thermiquement isolant et à faible effusivité thermique, lesquels constituaient une ébauche rudimentaire de l'isolation thermique telle qu'on la connaît aujourd'hui²⁸. Contre le froid radiant des anciens murs de pierre ou de brique, à haute conduction thermique, on a placé des tapisseries, des boiseries, des tentures²⁹.

27 Voir les plans (Heating and ventilating. Sections, plans) de la maison dans la collection du MoMa de New York : www.moma.org/collection/works/129133

28 Voir Rahm, 2020, chap. 5

29 Cf. Eugène Müntz, *La Tapisserie*, Paris, A. Quantin, 1890, p. 14 : « Sans aller aussi loin que Semper, on admettra sans difficulté que la destination première des tissus appliqués à l'architecture (tentures disposées verticalement, tapis étendus sur le sol) a été de protéger tour à tour contre le soleil et contre le froid. »

Contre les courants d'air à travers les jointures imprécises entre les murs et les cadres des fenêtres ou portes anciennes, on a opposé des rideaux pour cacher et tenter de colmater ces joints mal étanches. Les étanchéités à l'air en matériau synthétique plastique (de type Tyvek³⁰), dont on barde aujourd'hui les immeubles répondant au label Minergie³¹, résolvent cette problématique de manière ultra-efficace et empêchent toute fuite d'air chaud en hiver ou d'air froid en été, minimisant ainsi la dépense en chauffage ou en air conditionné. Contre la conduction thermique maximum des anciennes fenêtres en simple vitrage, on a opposé les lourds rideaux de velours isolant thermiquement que l'on tire la nuit pour empêcher la chaleur intérieure d'être aspirée par radiation vers la voûte céleste. Et pour augmenter la chaleur contenue dans l'intérieur des pièces, on en a réchauffé l'air par radiation, convection et conduction, par les cheminées, les poêles, les chaufferettes, les animaux domestiques, qui ont constitué autant d'éléments décoratifs actifs de l'intérieur³². Pour des raisons pratiques similaires, la faible lumière du jour apportée par les petites fenêtres et la flamme des bougies étaient autrefois accrues par les miroirs, les ors, les lustres et leurs myriades de verreries miroitantes qui diffractaient, multipliaient et étendaient la surface et la quantité lumineuse³³. Tout l'art décoratif avait une fonction pratique et c'est certainement cette dernière que la crise climatique actuelle nous pousse à retrouver.

30 DuPont de Nemours : *bitly.ws/xo9r*

31 Directive sur l'étanchéité à l'air dans les constructions Minergie (RiLuMi) : *bitly.ws/xo9C*

32 Cf. Benoît Garnot, *La culture matérielle en France aux XVI^e, XVII^e et XVIII^e siècles*, Paris, Ophrys, 2000, p. 77 : « Pour renforcer leurs défenses contre le froid, les citadins utilisent divers accessoires remplis de braise (braseros, chaufferettes pour les pieds, bassinoires et bouillottes pour les lits...), et surtout ils cherchent à limiter les courants d'air avec des tentures murales et des rideaux, des portières et des paravents. »

33 Cf. Nadine Ribet, *Feu — Ami ou ennemi?*, Paris, Dunod, 2018, p. 69 : « La recherche de plus de luminosité explique l'usage de la dorure et, à partir du XVIII^e siècle, le goût pour les boiseries et les plafonds peints en blanc et la multiplication des miroirs. »

COMMENT LES ÉNERGIES FOSSILES ONT ÉPURÉ L'INTÉRIEUR DES MAISONS

La facilité d'accès à l'énergie du charbon, du fioul et du gaz développée au cours du XIX^e siècle, puis à celle de l'électricité introduite dans les maisons au XX^e siècle (1920), l'invention du chauffage central et ses radiateurs à la fin du XIX^e siècle qui utilisent l'eau comme conducteur thermique dans des tuyaux pour chauffer l'air (la première installation de ce type serait celle en France du château du Pecq en 1877³⁴), puis l'invention de l'air conditionné par Willis Carrier au début du XX^e siècle (1902) et sa popularisation à partir des années 1950, ont rendu caduc et déprécié l'art décoratif d'autrefois.

On constate aujourd'hui que ces intérieurs épurés du XX^e siècle, souvent mal isolés thermiquement (voire pas du tout avant 1970) et extrêmement vitrés (par du simple vitrage avant l'invention du double vitrage thermiquement isolant par Thomas Stetson en 1965), et le « style moderne » associé, n'ont aucune considération énergétique

34 BNF Passerelles : bitly.ws/x09Z

— cet aspect-là étant dévolu à l'usage exclusif du chauffage central, de l'éclairage électrique et de l'air conditionné, associé au prix abordable du pétrole³⁵. Ce qui fera dire aux théoriciens de l'architecture, Siegfried Giedion d'abord en 1948³⁶ puis Reyner Banham en 1969³⁷, que les techniques du bâtiment (chauffage, ventilation, plomberie, électricité) sont devenues plus importantes et plus influentes au XX^e siècle dans la définition de l'architecture et de ses formes que la structure porteuse (les murs et les planchers) et, à plus forte raison, que la décoration d'intérieur (tapis, rideaux ou tapisseries). Le Centre Pompidou des architectes Renzo Piano et Richard Rogers, achevé en 1977, avec ses tuyaux et gaines de ventilation en façade, en est l'illustration la plus manifeste. L'image même de ce bâtiment, son esthétique, se détourne de sa construction, de sa structure porteuse et de la statique, pour manifester l'expression visuelle des systèmes mécanisés des énergies et des flux : tuyaux de chauffage et de ventilation, canalisations et distributions mécanisées. Mais ces techniques modernes de chauffage et de climatisation, basées sur une dépense d'énergie constante et illimitée, auxquelles répondent des bâtiments sans inertie ni isolation thermique, très largement vitrés, ne sont plus adaptés à notre époque. Car ils consomment

35 Le pétrole était très facile d'accès jusque dans les années 1970, ce qui le rendait bon marché. Au-delà, il a fallu recourir à de nouveaux types de forages, plus compliqués (plateformes pétrolières, fracturation hydraulique) et plus chers.

36 Giedion, 1948

37 Banham, 1969

trop d'énergie, laquelle provient encore, pour 85 % au niveau global, des énergies fossiles de type gaz ou fioul. Ces dernières, en étant brûlées pour chauffer l'eau des radiateurs ou pour refroidir l'air conditionné, dégagent du CO₂ opaque aux infrarouges, dans l'atmosphère. Cela provoque un effet de serre qui induit le réchauffement climatique. Rejoignant aujourd'hui la catégorie des bâtiments mal isolés construits avant les années 1990 et désignés par le sobriquet de « passoires thermiques », le Centre Pompidou devrait fermer ses portes en 2023 pour trois ans : il sera entièrement rénové et isolé thermiquement³⁸ afin de réduire sa consommation d'énergie.

38 Jean-Christophe Castelain, *Le Journal des Arts*, 2021 : bitly.ws/xoab

QUAND LA DÉCORATION D'INTÉRIEUR PROTÉGEAIT DU FROID

Les éléments d'intérieur traditionnels décoratifs, avant le chauffage central, servaient un agenda climatique. Pour ne pas avoir froid aux pieds, on plaçait un tapis sous sa chaise, près du lit, partout où l'on était en contact avec le sol glacé, en pierre, terre cuite ou en terre battue auparavant, que l'on voulait préserver d'un refroidissement par conduction thermique. Car le froid monte du sol et ce fut longtemps de la paille que l'on jetait dessus pour s'y coucher, tout habillé. Les premiers tapis de laine seraient apparus au VIII^e siècle dans les intérieurs occidentaux, après la rencontre entre Charlemagne et le calife de Bagdad, Hâroun-ar-Râchid³⁹. Le pouvoir thermique, qui provient des fibres de laine lesquelles ensèrent des bulles d'air extrêmement isolantes, est exactement le même que celui de nos isolations en laine de roche, de verre ou de chanvre qui coupent les échanges de chaleur entre intérieur et extérieur. Les tapis en laine ont aussi un autre

39 De Viel-Castel, 1864

avantage, celui caractérisé par la notion d'effusivité thermique, c'est-à-dire la capacité d'un matériau à échanger de la chaleur avec un autre matériau à son contact. Plus le matériau a une haute effusivité, plus l'échange thermique se fera rapidement et efficacement (comme c'est le cas avec le marbre dans les anciennes églises italiennes, lequel transmet facilement aux visiteurs sa froideur en été et permet ainsi de refroidir les corps en contact). Plus l'effusivité thermique d'un matériau sera basse (comme pour le bois et encore plus pour la laine), plus l'échange de chaleur avec un objet en contact se fera lentement et de façon limitée.

Prenons ensuite les tapisseries. Dans les châteaux du Moyen Âge, les murs en pierre en sont couverts. Elles proviennent aussi, au départ, du Moyen-Orient⁴⁰. Avant le développement des techniques modernes de chauffage, les tapisseries — mais aussi tentures et lambris — forment une barrière thermique contre le froid des murs en maçonnerie, pierre ou brique, extrêmement conducteurs thermiquement, se laissant traverser facilement par le froid de l'extérieur. Comme les tapis en laine et les planchers en bois, les tapisseries créent une couche isolante. Elles modifient également le coefficient d'émissivité de la surface finale à laquelle est exposé le corps humain. L'émissivité⁴¹ d'un matériau, une grandeur physique entre 0 et 1⁴², caractérise la capacité de ce dernier à absorber et à diffuser en même

40 Alexandre, 1892

41 www.sciencedirect.com/topics/engineering/emissivity

42 Voir les différentes valeurs d'émissivité : bitly.ws/xoar

temps les infrarouges. Plus l'émissivité est haute (tendant vers 1), plus la température du matériau rayonne et se communique aux objets qui lui font face ; plus elle est basse (s'approchant de 0), plus le matériau tend à garder sa chaleur en lui-même⁴³. Ainsi, un mur froid en hiver « diffuse » ce froid vers les humains si le matériau qui le constitue est très émissif. Au contraire, si celui-ci est peu émissif, le mur reste neutre, évitant aux humains à proximité de perdre de leur propre chaleur par radiation au bénéfice du mur. La peau humaine est extrêmement émissive (0,99), c'est-à-dire qu'elle chauffe très rapidement sous des rayonnements infrarouges et, à l'inverse, accuse une forte perte de chaleur si elle est exposée à une surface émissive froide.

Au XIX^e siècle, l'architecte allemand Gottfried Semper⁴⁴ a théorisé le principe des « éléments » fondamentaux constitutif de l'architecture. Pour lui, le feu, la couverture (le plafond, le dais ou ciel de lit), le tapis (le plancher, le sommier ou le matelas) et les rideaux (les courtines, la cloison, la tapisserie ou le dos), constituent les « quatre éléments de l'architecture » qui sont en réalité aussi quatre éléments de décoration d'intérieur. Les rideaux sont ainsi une composante décorative très commune dont on a largement oublié le sens pratique. Jusqu'au XX^e siècle, le joint entre le mur en maçon-

43 *Handbook of Chemistry and Physics*, Chemical Rubber Publishing Co., Cleveland, Ohio / DMIC Report 177, Battelle Memorial Institute / Thermal Radiation Properties Survey, Honeywell Research Center

44 Semper, [1834-1869] 2007

nerie et le cadre en bois des fenêtres reste très imprécis, laissant entrer l'air froid, parfois aussi la pluie et la neige, et crée des courants d'air désagréables, que l'on surnommait «vent-coulis⁴⁵», car refroidissant par convection. La convection est un autre mode d'échange de chaleur entre un objet et un environnement fluide comme l'air ou l'eau. Au contact d'un courant d'air, la peau se refroidit, car elle perd plus rapidement la chaleur qui remonte du corps humain : 37°C emportés par le vent, d'autant plus quand le courant d'air est fort. Même ouverts, les rideaux cachent le raccord entre le cadre de la fenêtre et le mur, là où s'infiltré l'air extérieur. Ce sont des pare-vent, ou des «pare-vent-coulis» pourrait-on dire, des paravents qui freinent les entrées d'air⁴⁶. La longueur des rideaux est «prévue pour traîner par terre avec une frange de passementerie sur le bas pour arrêter les courants d'air plus que la lumière⁴⁷». Les rideaux, tentures et portes d'autrefois, qui définissent en outre l'intimité, sont avant tout les formes «primitives» de l'étanchéité à l'air d'aujourd'hui qu'imposent les normes thermiques contemporaines (citons à nouveau Minergie⁴⁸ ou Passivhaus⁴⁹), des dispositifs pour empêcher en hiver l'air froid de l'extérieur de s'engouffrer dans les intérieurs chauffés.

45 Pierre Richelet, *Dictionnaire de la langue françoise, ancienne et moderne*, Paris, 1728 : « Vent coulis : c'est un vent qui vient par quelque petit trou, ou quelque petite fente. (Les vent coulis ne sont pas sains. Il faut boucher ce trou-là, il y vient un vent coulis qui incommode fort.) »

46 *Ibid.* : « Paravent : C'est un ouvrage de Menuisier et de Tapissier pour mettre dans une chambre l'hiver, afin d'empêcher le vent qui vient de la porte. »

47 Duvette, Volle, Walter, 2016

48 Directive sur l'étanchéité à l'air dans les constructions Minergie (RiLuMi), version 2021 : www.minergie.ch/media/210804_rilumi_v2021.1_fr.pdf

49 L'étanchéité à l'air de nos bâtiments : bitly.ws/xoaz

QUAND LES LUSTRES DE CRISTAL ÉTAIENT FONCTIONNELS

C'est la faiblesse de l'éclairage artificiel nocturne, mais aussi les petites fenêtres ne laissant passer que peu de lumière du jour, qui ont inspiré de nombreux dispositifs décoratifs augmentant la puissance lumineuse. Du Moyen Âge jusqu'au XIX^e siècle, on ne s'éclairait qu'aux chandelles et bougies ou, le plus souvent, à la lueur du feu qui brûlait dans la cheminée, une option meilleur marché⁵⁰. On multiplie alors les dispositifs d'augmentation, d'élargissement et de diffraction des faibles sources de lumières : « Outre l'aspect esthétique, la dorure présente l'avantage de bien refléter la lumière de bougies. Dans la seconde moitié du XVII^e siècle, les miroirs trouvent également leur place dans les intérieurs, permettant notamment d'augmenter l'éclat des luminaires⁵¹. » Les dizaines de pendentifs en cristal biseauté des lustres sont

50 Pour une histoire de l'éclairage, cf. Louis Figuiet, *L'art de l'éclairage*, Paris, Jouvett et Cie, 1887

51 *Ibid.*

autant de petits miroirs pour multiplier comme par magie le nombre de bougies en les reflétant, les doublant et en doublant d'autant la puissance lumineuse. Et c'est aussi tout ce langage décoratif de dorures, miroirs, cristal, verreries, que fera disparaître l'éclairage électrique au XX^e siècle, autrement plus efficace. Les ampoules à incandescence et les tubes fluorescents ôteront toute raison d'être fonctionnelle à ces dorures et cristaux, les dévalorisant d'abord avec la modernité (1900-1960) puis en les reléguant — parce qu'on en a oublié la fonction première — au champ trouble du subjectif et du goût et des couleurs, propre à la postmodernité (1980-2019).

MODERNITÉ ET DISPARITION DE LA DÉCORATION FONCTIONNELLE

On comprend donc que tous les éléments décoratifs d'intérieur, qui relevaient au xx^e siècle uniquement d'un choix subjectif, avaient eu pour fonction, de la préhistoire jusqu'à la fin du xix^e siècle, d'améliorer les conditions d'habitabilité dans des maisons semblables à des passoires thermiques. Si, au xx^e siècle, la décoration a disparu des intérieurs modernes ou pris une tournure purement métaphorique et poétique — à la manière du design post-moderne des années 1980 du Groupe Memphis ou de Garouste et Bonetti par exemple — l'invention du chauffage central et du radiateur à eau chaude en 1877 en est pour partie responsable. À partir de la seconde moitié du xix^e siècle, l'utilisation du charbon comme combustible bouleverse les sociétés occidentales et entraîne une révolution des formes, des matériaux et des dimensions de l'architecture⁵². Plutôt que de recourir au bois dans les cheminées qui ne chauffaient jamais très bien⁵³, on exploite les mines de charbon et on fait brûler ce combustible dans des chaudières installées dans les caves.

L'eau ainsi chauffée à plus de 60°C est envoyée dans les radiateurs lesquels, par conduction et aussi un peu par radiation, augmentent comme jamais dans l'histoire humaine la température de l'air des logements, et ce de manière absolument facile, efficace et satisfaisante. La découverte et le recours aux énergies fossiles, à partir de l'invention de la machine à vapeur par James Watt en 1770, ont permis de multiplier par 200 l'énergie disponible⁵⁴. L'accès à cette puissance énergétique, celle du charbon d'abord, puis du gaz, du pétrole et du nucléaire — développés au cours du xx^e siècle — rend ainsi totalement inutiles les dispositifs climatiques de l'ère industrielle. À quoi servirait désormais une tapisserie face à un radiateur dans lequel circule de l'eau brûlante, produite en continu par une chaudière alimentée en charbon ou en fioul? En perdant leur valeur d'usage, les anciens éléments décoratifs n'ont plus d'autre fonction que l'ornement.

52 Rahm, 2020, chap. 4

53 Jandot, 2017

54 Morris, 2017

COMMENT LA FONCTION PRATIQUE DE LA DÉCORATION REVIENT AVEC LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Depuis 1973 et la première crise pétrolière, la recherche sur les stratégies thermiques pour baisser la consommation d'énergie du bâtiment a connu un développement constant qui s'est traduit concrètement dans des lois⁵⁵ et des normes. Mais elle concerne avant tout l'enveloppe du bâtiment (la façade), son système général de chauffage et de ventilation. Ces investigations se sont donc concentrées jusqu'à présent sur l'architecture « extérieure », l'amélioration de l'isolation thermique des façades et leur étanchéité à l'air, la maîtrise du système de renouvellement de l'air, à l'échelle du bâtiment, et non pas sur l'aménagement intérieur, à l'échelle de l'architecture d'intérieur, du mobilier et de la décoration. Agir sur les intérieurs, parce que certainement plus simple et plus rapide, peut apporter une alternative ou un complément au travail de réduction des émissions de CO₂ fait à l'échelle du bâti-

55 Par exemple : « Législation sur l'énergie, canton de Vaud », www.vd.ch/themes/environnement/energie/legislation

ment, mais que la complexité des normes et la lourdeur de l'architecture d'extérieur freinent parfois. C'est pour répondre à ce besoin, celui de redonner à l'architecture d'intérieur une responsabilité dans la lutte contre le réchauffement climatique, que nous proposons de commencer cet inventaire d'une décoration d'intérieur climatique, un premier catalogue de solutions décoratives propre au XXI^e siècle.

En France, par exemple, la première réglementation thermique de 1973 intégrée à la loi est la RT1974. L'objectif est alors de baisser la consommation d'énergie des bâtiments sous le seuil de 225 kWh/m²/an. Il est estimé que les bâtiments construits entre 1950 et 1970 consommaient environ 300 kWh/m²/an. En Suisse, c'est la norme SIA 180⁵⁶ qui régit au niveau fédéral l'isolation thermique des bâtiments⁵⁷ et traite donc de la réduction de la consommation d'énergie dans le bâtiment. Établie en 1988, la valeur U⁵⁸ (coefficient de transmission thermique) à atteindre a été « nettement renforcée » en 1999 dans la version 180/1⁵⁹ de la norme puis dans la plus récente, celle de 2014⁶⁰. Cette réglementation cherche à limiter la

56 *bitly.ws/xoaJ*

57 Cela concerne principalement l'épaisseur de l'isolant. Plus il est épais, plus le coefficient U est bas, meilleure est l'isolation.

58 « La valeur U (appelée aussi "facteur U" ou "coefficient U") indique la capacité des éléments de construction (mur, plancher, toit, fenêtre, etc.) et des matériaux isolants à résister à ce transfert de chaleur. Son unité est le W/m²K. Plus la valeur U est faible, plus le matériau est isolant. »

www.energie-environnement.ch/definitions/228-valeur-u

59 *bitly.ws/xoaR*

60 *bitly.ws/xoaU*

consommation d'énergie des bâtiments neufs afin qu'ils dépensent au moins huit fois moins d'énergie qu'un bâtiment mal isolé, tels ceux construits avant 1974, où l'on devait donc brûler huit fois plus de fioul ou de gaz pour chauffer la même surface qu'en 2014. Atteindre cette faible consommation énergétique nécessite une bonne isolation thermique des bâtiments au niveau des murs, fenêtres, dalles de plancher et toitures. Plus simplement, il faut éviter en hiver que la chaleur émise par les radiateurs ne s'échappe. Tous les matériaux ont une valeur de conductivité thermique λ (lambda) ou k , qui est mesurée en watt par mètre-kelvin ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$). Plus cette valeur est élevée, plus le matériau conduit la chaleur. Plus la conductivité est basse, plus le matériau est isolant (il ne laisse pas passer la chaleur d'un côté à l'autre de son épaisseur). Les métaux conduisent facilement la chaleur — ce qui explique le choix de fabriquer des radiateurs en fonte ($50 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$) ou en acier ($46 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$), qui transmettent rapidement aux pièces, où ils sont installés, la chaleur de l'eau (50°C) qui y circule. Pour empêcher l'air froid de pénétrer à l'intérieur des logements, il faut doubler les matériaux porteurs (qui sont souvent très conducteurs thermiquement) d'un matériau isolant, c'est-à-dire contenant énormément d'air (valeur λ de $0,0262 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$) et ayant une masse volumique extrêmement faible. La nature du matériau ne compte pas, seule importe sa porosité, le fait que ses fibres enserrant de multiples bulles d'air microscopiques. Ainsi, la conductivité thermique de la laine de roche ou de verre est de $0,035 \text{ W m}^{-1} \text{K}^{-1}$. Pour connaître l'épaisseur

nécessaire de la couche d'isolant thermique à apposer sur la structure porteuse d'un bâtiment, il faut également calculer la valeur de performance d'isolation thermique U ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$). Ces valeurs se calculent à partir du λ ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$) de la conductivité thermique de chaque matériau selon son épaisseur. Selon la norme SIA 180 de 2014, la valeur U ne doit pas excéder $0,17 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ ⁶¹, pour les parties opaques des bâtiments neufs, ce qui correspond à une épaisseur d'isolant thermique de 23 cm. Les programmes de préconisations thermiques plus exigeants, comme Minergie ou Passivhaus, demandent de réduire encore davantage la conductivité thermique des murs, toitures, fenêtres et dalles de sol pour atteindre un U de $0,15 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ pour les parties opaques par exemple, ce qui demande dans une construction standard de recouvrir la structure porteuse du bâtiment par une épaisseur de 26 cm d'isolant thermique⁶².

61 bitly.ws/xoaU

62 Si ces calculs sont faits ensuite précisément par les bureaux d'études CVS (chauffage, ventilation, sanitaire), on peut obtenir grossièrement les épaisseurs nécessaires d'isolant thermique avec ce type de calculateur : ubakus.com

ISOLATION THERMIQUE ET PARE-VAPEUR COMME NOUVEAUX ÉLÉMENTS DÉCORATIFS DU XXI^e SIÈCLE

Ces exigences thermiques renouvellent profondément l'art de bâtir au XXI^e siècle. L'isolation thermique des bâtiments s'avère prioritaire pour diminuer la conductivité des façades, toitures et fenêtres et chauffer plus avec moins d'énergie. On consomme dans le bâtiment en France, par exemple, six fois moins d'énergie (50 kWh/m²/an) avec la réglementation thermique RT2012 (en vigueur jusqu'en décembre 2021) qu'en 1970 où les bâtiments non isolés de l'époque consommaient 300 kWh/m²/an. Avec la nouvelle réglementation thermique RE2020 (réglementation environnementale) en usage depuis janvier 2022, l'objectif est de baisser encore la consommation d'énergie pour atteindre 12 kWh/m²/an, soit une consommation 25 fois moindre qu'en 1970. Et cette consommation est même 300 fois moindre lorsque les bâtiments dits «à énergie positive» (BEPOS), qui produisent plus d'énergie qu'ils en consomment, sont parfaitement isolés ou qu'ils génèrent de l'énergie (électricité et eau chaude) avec des panneaux photovoltaïques et solaires.

Une isolation thermique parfaite des bâtiments permettrait qu'il n'y ait plus aucune déperdition de chaleur. Et qu'est-ce que l'isolation thermique si ce n'est, comme on l'a dit, un étonnant retour des tapisseries et des tapis? Les réglementations thermiques du XXI^e siècle démodent ainsi le style minimal et épuré de la modernité du XX^e siècle, avec ses murs fins et ses larges ouvertures vitrées. Nous assistons donc à un retour des fondamentaux de l'architecture pour lutter contre le froid, l'obscurité, le vent ou l'humidité.

COMMENT RÉDUIRE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET LES ÉMISSIONS DE CO₂

Le Sommet de la Terre de Rio en 1992 est à l'origine d'une reprise des recherches sur l'énergie et la physique du bâtiment qui avaient été lancées suite aux crises pétrolières des années 1970 dans les Hautes Écoles Spécialisées Suisses, à l'exemple du LESBAT⁶³ ou avec le programme de Société à 2000W⁶⁴ à l'ETH de Zurich. Ces recherches visaient au départ essentiellement à réduire la consommation d'énergie durant le fonctionnement du bâtiment et à en améliorer l'efficacité thermique de l'enveloppe. Elles ont été appliquées deux ans plus tard avec le lancement du label Minergie⁶⁵ en Suisse. À ces recherches initiales sur la part performative du bâtiment (CVC pour Chauffage, Ventilation, Climatisation) et thermique de l'enveloppe du bâtiment et leur application avec succès, ont été associées progressivement des recherches sur l'énergie grise (aussi dite « empreinte carbone ») des bâtiments, à savoir l'énergie (ou le carbone⁶⁶) contenue dans le matériau et qui a été nécessaire pour le fabriquer, le déplacer et l'évacuer. Cette part (un tiers de la consomma-

tion d'énergie) est devenue de plus en plus importante au fur et à mesure qu'était combattu et amélioré le problème de la performance énergétique du fonctionnement (CVC) du bâtiment et l'efficacité thermique de son enveloppe (deux tiers de la consommation d'énergie), jusqu'à représenter aujourd'hui la moitié du problème⁶⁷. Si ces réglementations ont été appliquées plus spécifiquement à l'échelle du bâtiment, c'est-à-dire relativement à l'architecture « extérieure », qu'en est-il de l'architecture d'intérieur, quelles recommandations, quelles solutions matérielles et formelles pour réduire les émissions de CO₂ tout en améliorant le confort climatique de l'habitat ?

63 lesbat.ch

64 bitly.ws/xobt

65 www.minergie.ch/fr/histoire-de-lassociation

66 On parle en anglais d'« embodied carbon » ou « embodied energy ».

67 Röck *et al.*, 2020

QUELLES FORMES ET MATIÈRES POUR LE STYLE ANTHROPOCÈNE ?

Du fait de son impact en matière d'émission de gaz à effet de serre, la construction est en première ligne dans la lutte contre le réchauffement climatique. Notre ambition est de considérer le changement d'époque géologique en cours comme un changement de paradigme, d'accepter que le problème des émissions de CO₂ révolutionne les formes architecturales. Nous proposons ainsi d'acter un nouveau moment esthétique dans l'histoire des arts décoratifs et des styles architecturaux. Après les styles Régence, Louis XV, Empire ou Louis-Philippe, après le style moderne et postmoderne, nous proposons de définir pour notre époque un style anthropocène et dont la finalité serait d'offrir des intérieurs thermiquement confortables, en hiver comme en été, fonctionnant sans alimentation électrique, c'est-à-dire de façon passive, selon la physique des matériaux seulement — des dispositifs bas carbone et sains, participant à la diminution de la consommation d'énergie du bâtiment et donc des émissions de CO₂. C'est un style que l'on veut élégant et

beau (dont les valeurs esthétiques s'imposeront en réalité d'elles-mêmes), comme n'importe quel style décoratif qui nous précède, innovant et contemporain, actualisant l'art de l'aménagement intérieur et de la décoration pour répondre aux enjeux contemporains du développement durable, de la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre. Il s'agira pour les architectes d'intérieur de repenser les décors, de redessiner les lignes, les motifs et les géométries d'éléments décoratifs à apposer sur les murs, les plafonds, les sols et les fenêtres : ce nouvel art décoratif devra améliorer le confort thermique. Il faudra réinventer les calepinages, les boiseries et les tapis, les formes et les matières des moulures ou des plinthes selon la saison et le comportement optique des rayons solaires, pour multiplier l'ensoleillement naturel et éviter l'éclairage électrique, pour absorber et déphaser la chaleur infrarouge, éviter de surchauffer la journée pour ramener par conduction l'excès de chaleur accumulé au plafond pour se réchauffer en hiver. On pensera à abaisser le coefficient de conductivité thermique des murs, à éviter les ponts de froid pour que celui-ci reste dehors en hiver et que le chaud demeure dedans, ou, à l'inverse en été, pour que le chaud soit retenu dehors et le frais subsiste dedans. On veillera à reconsidérer le choix des matériaux selon leurs comportements physiques, optiques, thermiques, leur empreinte carbone, leur porosité à la vapeur d'eau, à l'air, leur conductivité thermique, leur diffusivité, leur émissivité ou leur effusivité. On fera en sorte de choisir les matières, les couleurs en fonction de l'albédo⁶⁸, les textures des matériaux

de l'aménagement intérieur et les conséquences au niveau du confort. On examinera la palette de matériaux pour qu'à certains endroits ils réfléchissent les infrarouges, les absorbent à d'autres, les laissent passer ailleurs, tandis qu'en même temps ils réfléchissent les courtes longueurs d'onde de la lumière blanche visible ou les absorbent pour profiter encore de leur chaleur.

Que mettre au sol s'il fait froid? De la laine (à basse effusivité thermique). Que mettre au sol s'il fait chaud? Du cuivre ou du marbre (à haute effusivité thermique). Peut-on récupérer la chaleur des rayons du soleil frappant le plancher en hiver? Peut-on récupérer en hiver la chaleur qui s'accumule sous le plafond? Que mettre au mur si les murs sont froids? Avec quel matériau recouvrir le sol pour rafraîchir l'intérieur en été? Peut-on stocker de la fraîcheur nocturne en été dans une sorte de paravent à forte inertie thermique pour qu'il l'irradie durant la journée caniculaire?

À l'universalité moderne rendue possible par les énergies carbonées, où l'on pouvait construire et décorer de la même façon dans n'importe quel point du globe, ce sont les climats et les saisons qui vont faire varier l'esthétique décorative : il n'y aura

68 L'albédo est une valeur théorique entre 0 et 1 représentant la capacité d'un matériau à absorber ou réfléchir la chaleur des rayons solaires. À 0, toute l'énergie du soleil se convertit en chaleur au contact du matériau, le faisant monter en température. Ici, le matériau sera forcément noir, puisque la couleur noire indique justement qu'aucune longueur d'onde de la lumière incidente n'est réfléchi. À 1, le matériau réfléchit tous les rayons du soleil et leur énergie, ce qui le maintient froid.

plus de solution universelle mais des solutions décoratives spécifiques, géographiquement localisées, pour avoir plus froid en été ou sous les tropiques, plus chaud en hiver ou plus près des pôles. Nous envisagerons les moyens de nous réchauffer en hiver avec des solutions décoratives passives (de type tapisserie, tapis, paravent, etc.) baissant l'usage des radiateurs. Nous chercherons des solutions passives pour se rafraîchir en été (et dans la perspective d'une augmentation de la fréquence des canicules) de type tapisserie réfléchissant les infrarouges, sol à haute émissivité (marbre, métal), voilage à basse émissivité, etc., dans l'optique de se passer d'air conditionné (ou d'en réduire l'utilisation future).

Le style anthropocène concerne ici la part décorative de l'architecture, c'est-à-dire le revêtement, temporaire, saisonnier, apposé sur la structure porteuse du bâtiment, occupée traditionnellement par les tentures, les tapisseries, les tapis, les miroirs, paravents, rideaux, etc. Ce style vaut aussi pour la part décorative plus permanente des aménagements intérieurs, dorures, boiseries, parements muraux, moulures, corniches, reliefs, lambris, papier peint, matelassage, etc. Le style anthropocène est l'art décoratif formalisé pour lutter contre le froid et l'obscurité dans les intérieurs occidentaux. Il réactualise aussi ces autres éléments d'«*emmobilier*⁶⁹» mis en place à partir de la fin du XIX^e siècle pour lutter contre les maladies : peinture murale au ripolin lavable ou au lait de chaux désinfectant, poignée de porte et main courante en cuivre virucide, lavabo d'entrée pour se laver les mains, etc.

69 Nous appelons, avec le critique d'art Jean-Max Colard, «immobilier» la couche intermédiaire entre l'immobilier (architecture/structure porteuse) et le mobilier (à proprement parler, chaises, canapés, lits, tables, etc.), c'est-à-dire la part de «décor» mobile ou non rajoutée sur la structure porteuse, à savoir traditionnellement les tapis, tapisseries, rideaux, chandeliers, etc.

QUELQUES EXEMPLES DE STYLE ANTHROPOCÈNE

Que mettre sur le plancher, les murs, le plafond? Quel matériau, quelle forme choisir pour avoir plus chaud en hiver sans allumer le radiateur? Quel matériau, quelle forme choisir pour avoir plus froid en été sans enclencher la clim? Qu'ajouter pour augmenter la lumière en hiver sans dépense d'électricité? Que choisir pour avoir un air non toxique? De quelle couleur peindre les murs pour avoir moins chaud? Chaque pièce d'art anthropocène est un nouveau type de décor de surface qui entend améliorer par sa performance physique réelle les qualités thermiques et sanitaires de l'espace, dans le but de baisser la consommation d'énergie consommée, d'améliorer la qualité de l'air et de la lumière. Nous définirons ainsi les formes et la matérialité de nouveaux éléments décoratifs, en comprenant ce qu'ils produisent en termes de flux thermiques et aérauliques, de conduction, de convection, de comportements optiques des ondes électromagnétiques, des rayonnements lumineux et infrarouges, selon les

matériaux et leur épaisseur, sur les surfaces, dans et sur les matériaux — avec toujours l'ambition d'améliorer le confort d'habitation et de diminuer la consommation d'énergie.

Les valeurs physiques d'effusivité, d'émissivité ou de conductivité thermiques des matériaux sont importantes pour limiter les dépenses énergétiques dans la lutte contre le réchauffement climatique. Ainsi, on va choisir un matériau extrêmement isolant thermiquement pour la façade de son bâtiment ou un matériau à faible émissivité pour les murs en hiver afin de ne pas perdre par rayonnement notre chaleur corporelle au bénéfice de ces murs plus froids. On va choisir de la laine au sol en hiver pour ne pas se refroidir par conduction thermique. Ou, au contraire, on va choisir du marbre en été pour que ce matériau, à haute effusivité thermique, nous enlève par conduction notre excès de chaleur, comme le préconisaient déjà les architectes de la Renaissance.

Pour décorer nos intérieurs, nous choisirons les matériaux ou alliages correspondant au mieux à nos objectifs d'économie d'énergie. Nous développerons des solutions architecturales et de design pour la mise en œuvre de ces nouveaux matériaux sous forme d'éléments décoratifs, non structurels, amovibles ou non, dont il faudra inventer le nom, l'utilisation et la mise en place. Nous proposons d'identifier les propriétés physiques qui entrent en jeu dans la définition de la valeur thermique et optique des matériaux, à savoir la conduction, l'émissivité, l'effusivité, la diffusivité, l'albédo, en relation avec la masse volumique du matériau et sa

capacité thermique massique — autant de caractéristiques qui permettent de redéfinir les choix de conception en fonction d'objectifs climatiques et d'économie d'énergie.

Pour réduire les émissions de CO₂ en hiver, il faut diminuer la consommation d'énergie et donc baisser ou éteindre son chauffage. Voici, pour exemple, quelques-uns de ces nouveaux types de décors que nous pourrions trouver dans les maisons adaptées au contexte climatique et énergétique à venir.

1 Tapis à faible effusivité thermique

Nous proposons une réactualisation du tapis comme protection contre le froid en le composant des matériaux à l'effusivité thermique la plus faible afin de ne pas prendre la chaleur du corps humain au contact physique du sol par conduction thermique. On peut dérouler le tapis à faible effusivité thermique en hiver pour nous conserver au chaud et le remiser en été pour se rafraîchir.

2 Rideau à faible émissivité

Ce rideau à déplier à quelques centimètres de distance des murs extérieurs froids est fait

d'un matériau à l'émissivité thermique la plus faible afin de ne pas permettre à la froideur radiante des murs extérieurs de se propager vers l'intérieur de la maison, en « réfléchissant » les radiations froides des murs extérieurs sur eux-mêmes, les empêchant ainsi de refroidir par radiation les corps humains qui leur font face.

3 Miroir à faible émissivité

Il s'agit de concevoir un miroir réfléchissant non pas dans le visible, mais dans les infrarouges, renvoyant la chaleur radiante émise dans les infrarouges par le corps humain sur lui-même afin de le réchauffer en hiver.

4 Tapisserie à faible conductivité thermique

Nous proposons une tapisserie d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur à suspendre sur les murs froids et faite des matériaux les plus isolants thermiquement afin de ne pas transmettre par conduction la froideur des murs extérieurs à l'air intérieur.

5 Paravent imperméable à l'air

C'est ici un paravent à déplier pour l'hiver, fait d'un matériau le plus imperméable à l'air lequel, placé devant la porte d'entrée, une fenêtre, une bouche de ventilation, permet d'éviter les courants d'air qui par convection refroidissent la peau en empêchant la chaleur produite par le corps humain de rester en surface de la peau et de le réchauffer.

6 **Lumière spectrale**

Nous proposons une lampe dont le spectre lumineux est réduit aux longueurs d'onde correspondant à la vision humaine, à la réception photosensible des trois cônes photorécepteurs de la rétine, c'est-à-dire à 560 nm, 530 nm et 420 nm, permettant ainsi de réduire d'autant la consommation d'énergie.

7 **Chaise convective**

L'air chaud étant plus léger que l'air froid, il monte en hauteur, tandis que l'air froid tombe vers le plancher. La chaise convective permet de s'élever quand il fait froid, pour placer son corps dans la chaleur accumulée sous le plafond.

Les matériaux de ces pièces d'art décoratif de style anthropocène sont choisis ainsi précisément pour leur plus haute capacité à répondre aux comportements physiques appropriés à leur tâche thermique, aéraulique ou optique. Quant à leur forme, ces éléments décoratifs dépendent de leur emplacement dans la pièce en fonction de l'apport naturel de chaleur radiante du soleil et des variations journalières de la température des murs. De plus, les matériaux doivent avoir une faible empreinte carbone. La tapisserie à faible effusivité sera ainsi faite de ouate de cellulose (énergie grise calculée à 1,95 kWh/kg), plutôt qu'en laine de verre (énergie grise calculée à 13,83 kWh/kg⁷⁰).

70 Calculs réalisés par Bruno Jarno/Association Arcanne.

« Plus de 40°C dans les villes, des sécheresses prolongées et des hivers presque sans neige : dans une quarantaine d'années, la Suisse pourrait ressembler à un pays méditerranéen », écrivait un journaliste le 4 décembre 2018⁷¹. En effet, « si les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter sans restriction, les températures annuelles moyennes pourraient augmenter de près de 2 à 3°C d'ici le milieu du [XXI^e] siècle⁷² ». Des scénarios plausibles⁷³ qui annoncent une augmentation des températures estivales jusqu'à +4,4°C d'ici 2050 et +7,2°C d'ici 2100⁷⁴. Les conséquences sanitaires sont évidentes : « La chaleur excessive présente des risques pour la santé, surtout chez les personnes âgées et les enfants en bas âge. Les étés très chauds enregistrent

71 Luigi Jorio, *Swissinfo*, 2018 : bitly.ws/xobD

72 Rapport de 2018 du National Centre for Climate Services (NCCS) : bitly.ws/xobM

73 Hansjakob Baumgartner, Office fédéral de l'environnement, 2019 : bitly.ws/xobT

74 National Center for Climate Services : bitly.ws/xobM

des taux de mortalité accrus, essentiellement en raison de maladies cardiovasculaires⁷⁵. »

Face à cette réalité, la décoration d'intérieur envisagée selon des principes scientifiques et techniques en énergétique et physique du bâtiment peut proposer des tapis, tapisseries et rideaux, lesquels — à l'inverse de leur mission première qui était de réchauffer les intérieurs en hiver — pourraient être déployés dans les intérieurs en été pour réduire les risques de surchauffe. L'enjeu plus large est de réinventer la décoration d'intérieur, c'est-à-dire le déploiement d'éléments superficiels passifs, sans mécanique ni électricité, comme on le faisait autrefois. L'ambition est d'apporter aux personnes pouvant souffrir de la chaleur un ensemble de solutions décoratives pratiques simples, passives et temporaires, sans recours à l'air conditionné — lequel accroît le problème du réchauffement climatique.

Imaginons maintenant quatre décors qui pourraient limiter la hausse de température des intérieurs en temps de canicules :

8 Rideau à basse émissivité thermique

Nous proposons la conception de rideaux revêtus côté extérieur d'un matériau à très basse émissivité thermique (type aluminium brillant $e=0,05$, étain, $e=0,05$ ou laiton poli $e=0,03$), que l'on peut tirer devant les fenêtres quand le

75 « Ainsi, 975 décès dus à la chaleur ont été recensés pendant la canicule de 2003 en Suisse. Durant l'été 2015, le deuxième été le plus chaud depuis le début des mesures en 1864, près de 800 personnes sont décédées pour les mêmes raisons. » Hansjakob Baumgartner, *op. cit.*

soleil estival tape, afin de réfléchir vers l'extérieur au maximum le rayonnement solaire, dans le visible et les infrarouges, et d'empêcher l'apport radiatif de chaleur solaire en été.

9 Paravent ou tapisserie à inertie thermique

Nous proposons ici un élément de 6 cm d'épaisseur, composé de pierres massives, à placer comme on le souhaite dans l'espace et que l'on expose la nuit à la fraîcheur de l'air en ouvrant les fenêtres. Ce paravent frais permettra ainsi de diminuer l'augmentation de chaleur dans l'air du bâtiment durant la journée.

10 Miroir à haute émissivité

Si la température de l'air reste inférieure à 34°C, on peut sortir le miroir à haute émissivité, permettant au corps humain de se refroidir par rayonnement en perdant sa chaleur en direction du miroir.

11 Tapis de haute effusivité thermique

Si la température de l'air ne dépasse pas 34°C (la température de la peau humaine), nous proposons ici un tapis fait d'un matériau de haute effusivité thermique (aluminium, cuivre ou pierre) que l'on peut dérouler au fond des pièces, loin des fenêtres, pour qu'il nous rafraîchisse à son contact, notre corps perdant alors de la chaleur grâce à la rapidité de l'échange conductif entre le tapis et notre peau.

12 Cheminée d'eau

Afin de faire baisser la température de l'air en cas de canicule, nous proposons un élément décoratif, comme la cheminée ou le poêle autrefois, mais inversé, c'est-à-dire rafraîchissant plutôt que réchauffant. Pour cela, nous utilisons le principe de la transpiration : de l'eau placée au contact de l'air s'évapore naturellement. Ce passage de l'état liquide à l'état gazeux, par l'énergie qu'il prend à l'air, fait baisser la température de ce dernier.

13 Peinture froide

La peau humaine étant composée en majorité d'eau, plus les longueurs d'onde sont grandes, plus elle se réchauffe. Ainsi, en peignant les murs de couleur violette, dans les plus petites longueurs d'onde, la lumière réfléchie vers la peau des habitant·es sera la plus froide pour la peau, qui conservera sa fraîcheur.

Ajoutons un dernier mot rapide sur le rôle sanitaire que notre nouvel art décoratif pourrait endosser à l'avenir. Les phénomènes de pollution intérieure ont été plus largement répertoriés et énoncés ces dernières années⁷⁶. Contre la présence de formaldéhyde par exemple, un composé organique volatile classé récemment comme cancérigène certain par l'OMS, on abandonne peu à peu l'utilisation du bois de type MDF (qui en contient beaucoup dans ses colles) au profit de planches de bois brut. Autre exemple avec la Covid-19. En novembre 2015, des chercheurs de l'Université de Southampton au Royaume-Uni publiaient un article⁷⁷ qui comparait le temps durant lequel le coronavirus 229^E restait infectieux en fonction du matériau sur lequel il

76 Voir par exemple la brochure «Un air sain chez soi» éditée par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) du gouvernement français, bitly.ws/xoxt ou l'article des Services cantonaux suisses de l'énergie et de l'environnement : bitly.ws/xocM

77 Warnes, Little, Keevil, 2015

reposait. Le constat était que le nouveau coronavirus était totalement inactif après 40 minutes sur les surfaces faites de laiton (alliage de cuivre et de zinc), qu'il s'atténuait sur du zinc après 60 minutes, tandis qu'il restait actif au-delà de cinq jours sur les autres métaux, mais aussi sur le verre ou le plastique. Plus un matériau contient de cuivre, plus il est efficace pour désactiver définitivement le virus et empêcher sa transmission entre des personnes qui toucheraient successivement une surface contaminée. L'expérience répétée en posant les virus avec son doigt sur une surface de cuivre — comme on peut le faire dans la vie courante — montrait qu'en trois minutes le virus devenait inoffensif. L'architecture d'intérieur peut immédiatement en tirer quelques leçons, se dire que les vieilles poignées de portes et autres sonnettes et boutons en laiton d'autrefois pouvaient bel et bien éviter les contaminations et qu'il serait peut-être intéressant de réengager aujourd'hui ces principes de santé dans les choix matériels des projets d'architecture et d'architecture d'intérieur.

14 Poignée virucide

Le cuivre ou le laiton sont virucides, c'est-à-dire que les virus de type corona ne survivent pas plus de quelques minutes sur cette matière. Nous proposons donc que toutes les poignées de portes et les mains courantes soient en laiton.

Cela peut paraître anodin, mais c'est pourtant vers une révolution esthétique totale que nous engage-

rait la simple décision de changer aujourd'hui nos poignées de porte en PVC ou en acier inoxydable pour du laiton, ou encore d'abandonner le MDF pour du bois brut. Car depuis plus de 70 ans, durant la période que l'on a appelée postmoderne, celle où les énergies fossiles et les antibiotiques nous avaient largement débarrassés de nos problèmes matériels, les critères quant au choix d'un matériau en architecture ne relevaient plus que d'un mode décisionnel sémantique et analogique : on ne s'intéressait plus à ce qu'«est» un matériau mais à ce qu'il «dit»⁷⁸. Pris dans un vaste comparatif référentiel culturel et des jeux de langage, le matériau n'était plus appréhendé que comme signe, analogie, métaphore, symbole de quelque chose, dans lequel ses valeurs réelles, ses propriétés physiques, physiologiques ou thermiques n'étaient plus des critères de choix. L'épidémie de Covid-19 et le réchauffement climatique retournent la situation et nous engagent dans cette nouvelle ère de l'art décoratif, celui du style anthropocène. Les crises sanitaires et climatiques actuelles signent ainsi en architecture la fin de la postmodernité : les matériaux de construction interviennent non plus comme des signes mais selon des valeurs physiques, biologiques, chimiques et thermiques. Le style anthropocène, en est la désignation historique.

Catalogue

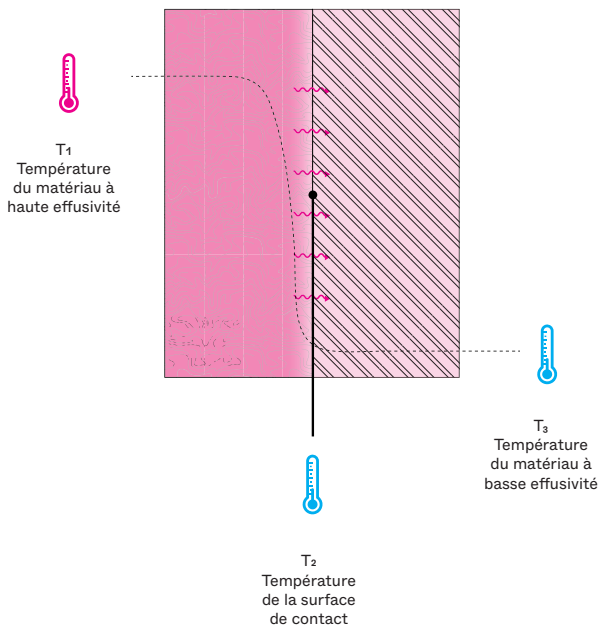
Tapis à faible effusivité thermique

Effusivité

L'effusivité thermique mesure la rapidité d'un matériau à échanger de l'énergie thermique avec son environnement.

Elle dépend de la conductivité, de la densité et de la capacité thermique spécifique de l'objet. L'effusivité agit lorsque les objets partagent une surface de contact. Un matériau présentant une valeur d'effusivité élevée échangera plus rapidement de la chaleur avec son environnement. Lorsque deux objets entrent en contact, la température résultante de la surface de contact est déterminée par la température de chaque élément ainsi que par sa valeur d'effusivité. La température de la surface de contact sera plus proche du matériau ayant une effusivité plus élevée.

Matériau	Effusivité (J/m ² ×K×s×0,5)
Cuivre	35'849
Aluminium	23'377
Acier	13'248
Ciment	2'500
Pierre	1'154
Bois	635
Peau humaine	400
Liège	67
Laine	44

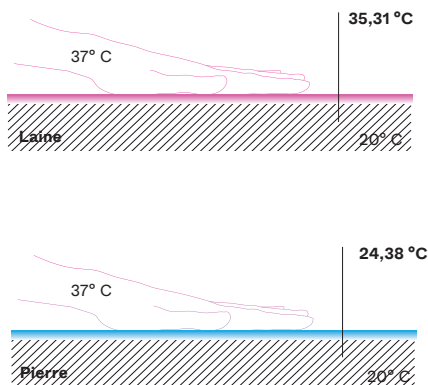


Transfert de chaleur

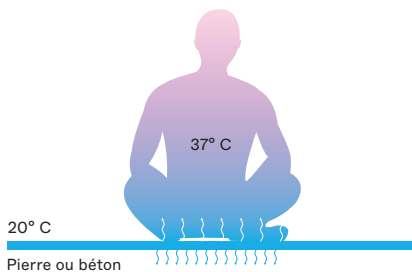
Si, à une température élevée, un matériau hautement effusif rencontre un matériau à basse température de basse effusivité, la température de contact sera plus proche de celle du premier.

Principe de fonctionnement

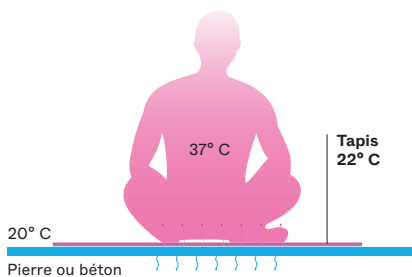
Lorsque l'on s'assied sur le sol ou que l'on y pose les pieds, le corps est en contact direct avec le sol froid en pierre ou en béton. En plaçant un matériau à faible effusivité entre le corps et le sol, le transfert de chaleur entre le corps et le sol sera ralenti. En raison de sa faible effusivité, le tapis va échanger de la chaleur avec le sol et le corps à un rythme très lent. Le corps humain est ainsi préservé d'un refroidissement par conduction.



Température perçue selon le matériau



Le sol à haute effusivité refroidit le corps.



Le tapis à faible effusivité bloque la froideur du sol.

Rideau à basse émissivité

Émissivité

L'émissivité est la capacité d'un matériau à échanger par radiation (sans contact physique) de la chaleur avec un autre matériau.

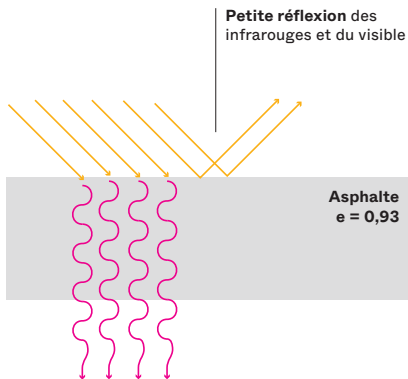
L'émissivité thermique est la propriété d'un matériau à absorber et à émettre des radiations infrarouges et donc de monter en température face à un objet plus chaud par exemple, ou au contraire, à baisser en température face à un objet plus froid, sans contact physique, seulement à travers l'émission d'ondes électromagnétiques à travers l'espace.

Matériau	Émissivité (min = 0 ; max = 1)
Cuivre	0,023-0,052
Aluminium	0,04
Acier	0,43
Ciment	0,54
Fer	0,6
Corps noir	1

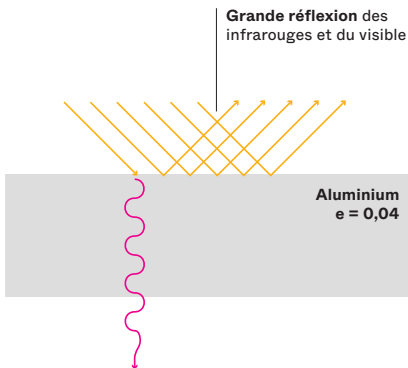
Coefficient d'émissivité

La valeur de l'émissivité est comprise entre 0 (la plus basse) et 1 (la plus haute). Plus l'émissivité d'un matériau est basse, plus le matériau réfléchit les infrarouges et moins il chauffe sous le soleil.

Inversement, plus l'émissivité d'un matériau est haute, plus il absorbe les infrarouges et plus il chauffe.



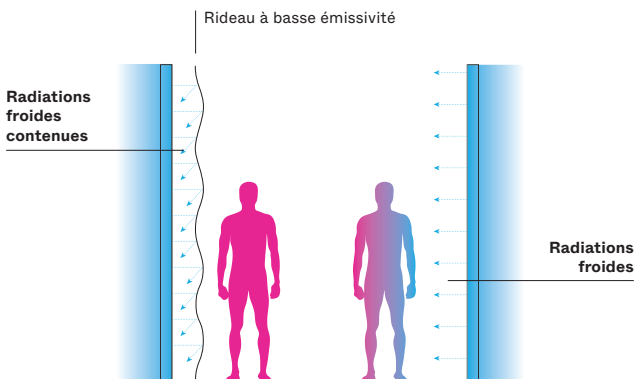
Grande absorption et émission de chaleur par radiation



Faible absorption et émission de chaleur par radiation infrarouge

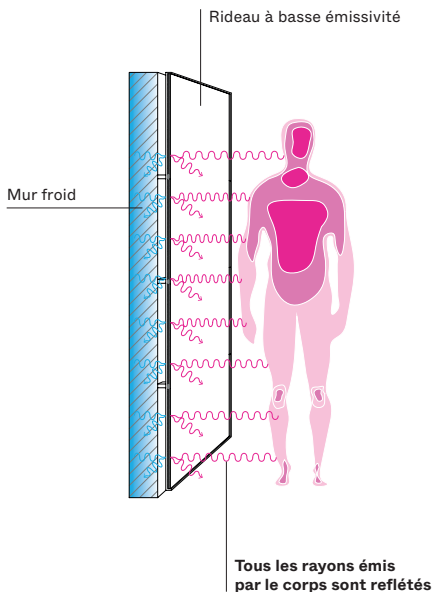
Principe de fonctionnement

Si les murs ont une émissivité élevée, en hiver, le corps humain va perdre de l'énergie et donc de la chaleur par rayonnement infrarouge vers ces murs. L'énergie thermique du corps est alors absorbée par les murs et l'humain se refroidit en conséquence. En plaçant un rideau à faible émissivité, qui a une moindre capacité d'absorption et d'émission des infrarouges, l'échange de chaleur entre le corps humain chaud et le mur froid est empêché à cette interface. L'humain ne perd alors plus de chaleur vers le mur.



Émissivité et refroidissement

Si les murs sont froids et faits d'un matériau à haute émissivité, le corps humain perd de la chaleur par radiation infrarouge (la peau humaine étant extrêmement émissive). Inversement, si les murs sont faits d'un matériau à faible émissivité, le corps humain garde sa chaleur.



Émissivité et matériau

La valeur d'émissivité dépend principalement du type de matériau. Le métal est habituellement très peu émissif, c'est-à-dire qu'il n'absorbe pas la chaleur des rayons incidents.

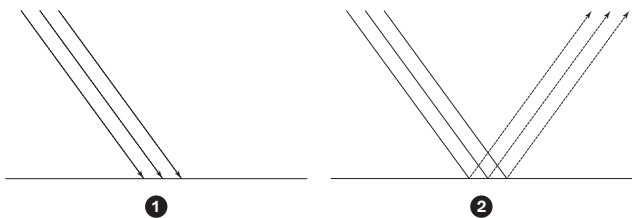
Exposé au soleil il ne monte pas en température, mais suit la température de l'air. Inversement, un matériau comme le béton ($e = 0,91$) ou l'asphalte ($e = 0,93$) monte en température sous le soleil, atteignant progressivement une température supérieure à celle de l'air ambiant.

Miroir à haute réflectance

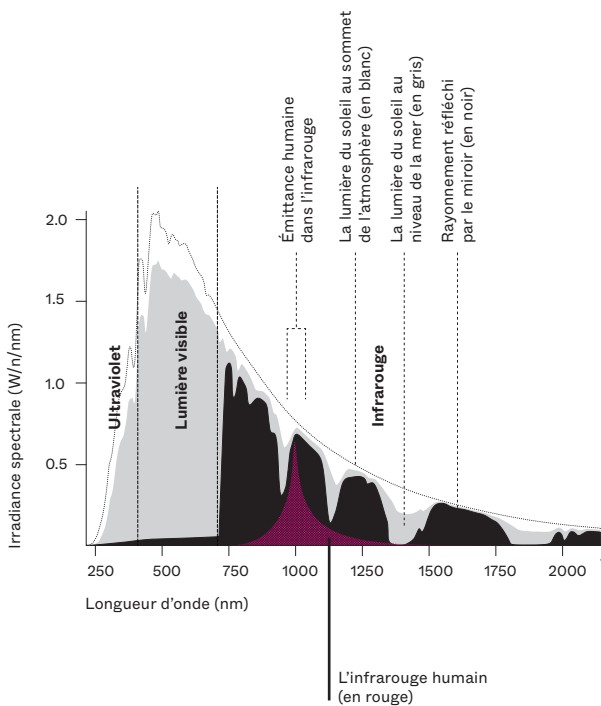
Réflectance

La réflectance d'un rayonnement se produit lorsque la fréquence de vibration du rayon incident ne correspond pas aux électrons des atomes de la surface.

L'énergie est réfléchi, car elle n'est pas entièrement absorbée par les électrons — qui ne vibrent pas continuellement à une grande amplitude. Il existe deux principaux types de réflexion: la réflexion spectrale se produit lorsque les rayons d'énergie incidents provenant d'une seule direction sont réfléchis vers une seule direction sortante, tandis que la réflexion diffuse se produit lorsque l'énergie provenant d'une seule direction entrante est réfléchi selon de nombreux angles. Ce phénomène dépend de la longueur d'onde du rayonnement ainsi que de la volumétrie et de la texture de la surface réfléchissante.



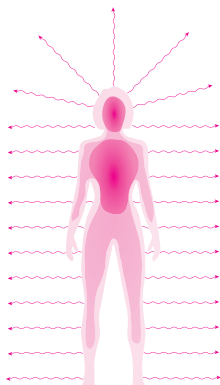
1. Matériau peu réfléchissant
2. Matériau hautement réfléchissant



Le spectre de réflectance du pigment du miroir (en noir) réfléchit l'infrarouge humain (en rouge).

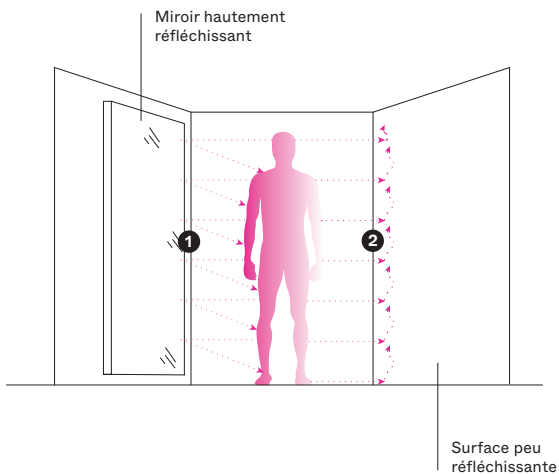
Principe de fonctionnement

Par rayonnement électromagnétique, le corps humain perd de la chaleur dans son environnement sous forme d'ondes infrarouges. Habituellement, cette émission d'infrarouges sera perdue par absorption ou diffusion dans l'environnement. En appliquant sur un miroir une couche de matériau réfléchissant spécifiquement les infrarouges émis par le corps humain, la partie spécifique des radiations émises par le corps humain sera réfléchie vers l'émetteur, entraînant le corps humain à se réchauffer, procurant ainsi une sensation de chaleur.



Refroidissement par radiation

Le corps irradie de la chaleur dans toutes les directions comme un moyen de réguler sa température interne. Dans des conditions normales, c'est le moyen le plus efficace pour évacuer de la chaleur.



1. La chaleur infrarouge émise par le corps est réfléchi sur lui-même.
2. La chaleur infrarouge émise par le corps est absorbée par le mur.

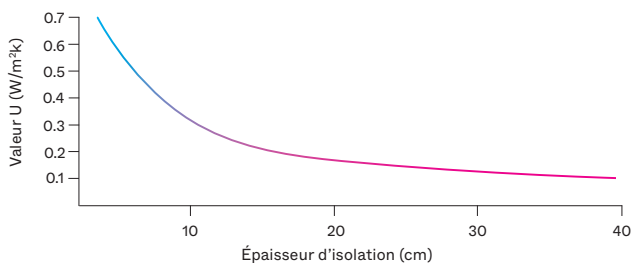
Tapisserie à faible conductivité thermique

Conduction

La conduction thermique est le flux de chaleur à travers les solides et les liquides par vibration et collision des molécules et des électrons libres.

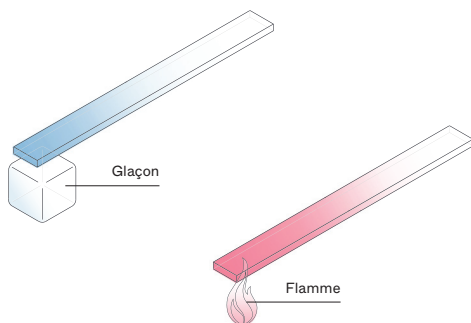
Les molécules d'un système dont la température est plus élevée vibrent plus rapidement que les molécules d'autres systèmes dont la température est plus basse. Le phénomène se produit sans mouvement de matière à la surface de contact entre ces systèmes. L'échange de chaleur d'un système à haute température vers un système à plus basse température se poursuit jusqu'à atteindre l'équilibre.

Matériau	Conductivité thermique (k)
Cuivre	401
Aluminium	205
Acier	43
Béton	1,7
Chêne	635
Plaque de plâtre	0,5
Bois	0,17
Laine de pierre	0,045
Air	0,024



Influence de l'épaisseur d'isolation

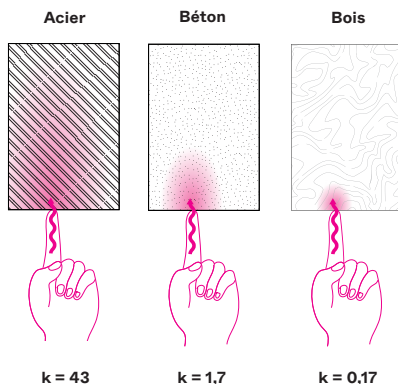
Plus l'isolation thermique est épaisse, plus elle bloquera les échanges thermiques entre l'intérieur et l'extérieur du mur. L'épaisseur la plus efficace d'isolation est de 25 cm ; au-delà, le bénéfice devient négligeable par rapport à l'effort.



Le flux d'énergie (la froideur du glaçon ou la chaleur de la flamme) se propage plus ou moins vite dans le matériau selon son coefficient de conductivité thermique jusqu'à qu'à atteindre un équilibre thermique dans l'ensemble de sa matière.

Principe de fonctionnement

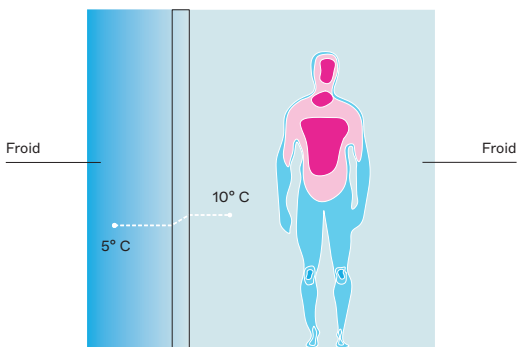
Dans un climat tempéré froid, les murs extérieurs d'une pièce sont d'une température plus basse que l'air à l'intérieur. La couche d'air la plus proche du mur perdra de la chaleur par conduction par contact direct, ce qui fera baisser la température de toute la pièce. En plaçant une couche de matériau à faible conductivité contre le mur, nous pouvons empêcher le transfert de chaleur par conduction entre l'air chaud et le mur froid, ce qui permet de maintenir une température ambiante confortable.



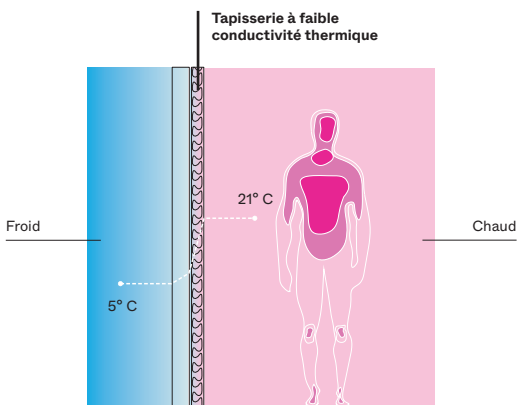
Conduction thermique dans divers matériaux

Plus la valeur k (coefficient de transmission thermique en W/m^2K) d'un matériau est haute, plus la chaleur traverse ce matériau.

Plus la valeur k est basse, plus le matériau est isolant thermiquement.



Transfert de chaleur sans tapisserie



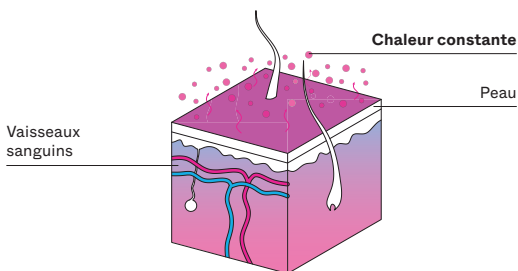
Absence de transfert de chaleur avec tapisserie

Paravent imperméable à l'air

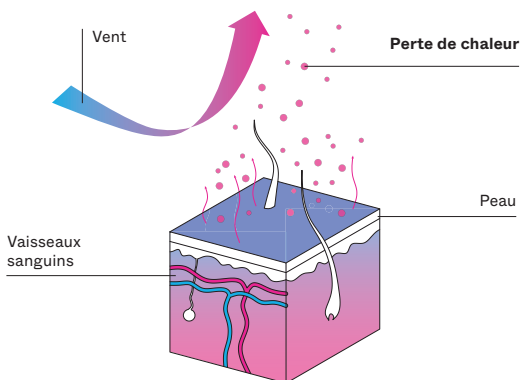
Convection

La convection est le transfert d'énergie thermique entre fluides (liquides et gaz) à travers un matériau par le mouvement des particules.

Par l'échange de chaleur, le fluide le plus chaud aura tendance à monter et à remplacer le fluide le plus froid qui descendra: c'est le mouvement de convection. Deux grands types de convection peuvent se produire: naturelle et forcée. La convection naturelle se produit lorsque le transfert de chaleur est causé par le fluide lui-même, tandis que la convection forcée utilise des moyens externes créant un courant de convection induit artificiellement. Le taux de transfert d'énergie thermique par convection dépend de la différence de température entre les deux fluides et du mouvement d'air existant.



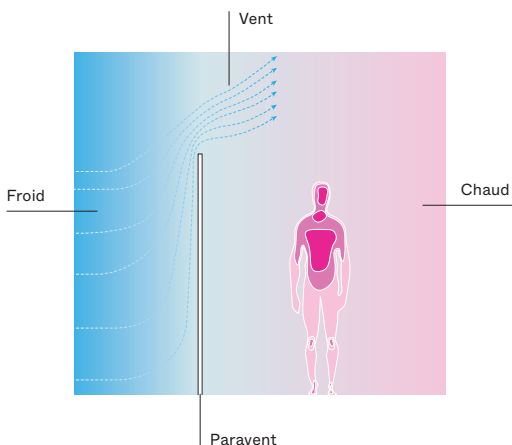
Chaleur constante sur la peau lorsqu'il n'y a pas de vent. La peau reste chaude.



Perte de chaleur par contact entre la peau et le vent. La peau se rafraîchit.

Principe de fonctionnement

Sans mouvement d'air, le corps humain produit toujours de la chaleur, qui forme une couche d'air chaud autour de la peau. Cette chaleur va être évacuée lorsqu'il y a un mouvement d'air. Par convection, l'air plus froid en mouvement va souffler la pellicule de chaleur qui entoure le corps humain et le refroidir. C'est la raison pour laquelle la température ressentie dépend de la vitesse du vent. En installant le paravent étanche à l'air à hauteur d'humain, le mouvement de l'air peut être arrêté autour du corps et la couche d'air chaude peut être conservée, offrant ainsi un environnement confortable en hiver dans des maisons moins chauffées.

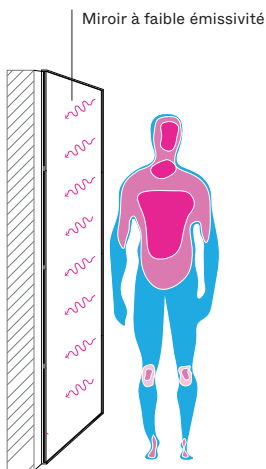


En bloquant les vents intérieurs, on préserve le corps d'un refroidissement convectif, améliorant ainsi le confort en hiver.

Miroir à haute émissivité

Émissivité

Parce que le matériau du miroir a un faible coefficient d'émissivité, il n'absorbe ni n'émet par radiation la chaleur extérieure provenant de l'air chaud et des radiations du soleil. Le corps humain situé en face d'elle ne recevra pas de rayonnement thermique du mur. Par conséquent, l'inconfort pendant les jours chauds sera moindre en raison de la réduction de la chaleur radiative provenant de l'architecture.

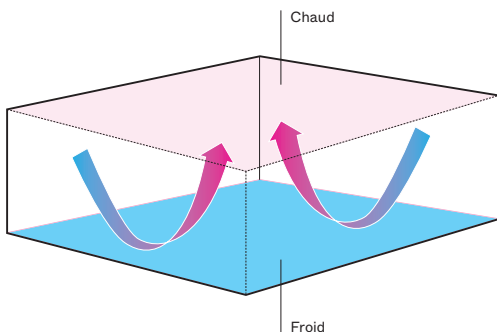


Le miroir à faible émissivité n'absorbe pas la chaleur de l'air extérieur ni les rayons du soleil.

Chaise convective

Convection

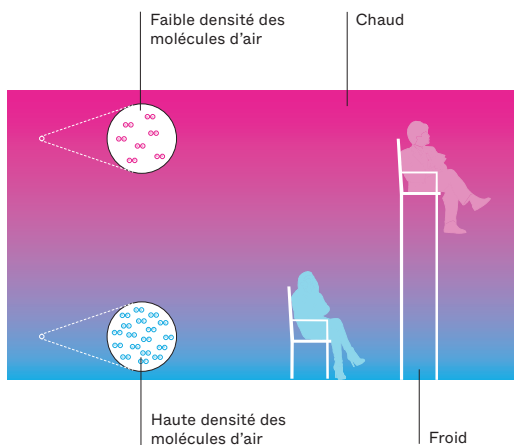
Lorsqu'un fluide est chaud, ses molécules se déplacent plus rapidement que les molécules d'un fluide froid, de sorte que le corps plus chaud sera moins dense et plus léger. Selon le principe de flottabilité d'Archimède — qui stipule qu'un corps de même volume mais de composition plus dense aura tendance à couler lorsqu'il fait face à un corps de moindre densité qui s'élèvera — l'air chaud a tendance à monter tandis que l'air froid descend.



L'air chaud monte, tandis que l'air froid descend.

Principe de fonctionnement

Selon le principe d'Archimède, une pièce sans mouvement d'air important verra son air chaud s'accumuler au plafond et l'air froid rester proche du sol. En soulevant une chaise pour s'asseoir plus haut dans la pièce, le corps humain peut bénéficier d'un environnement plus chaud et donc d'une atmosphère plus confortable en hiver.



Stratification verticale de la chaleur dans l'air selon le principe de la poussée d'Archimède.

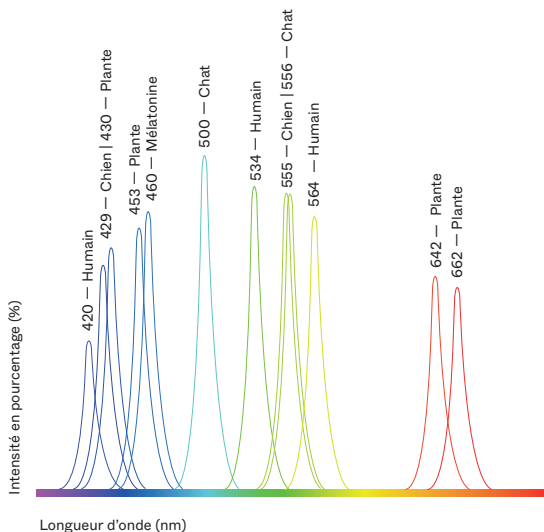
Lampe spectrale

Photoréception

La lumière pénètre dans l'œil au niveau de la rétine et traverse les bâtonnets et les cônes pour être analysée par les cellules photoréceptrices. L'œil humain contient trois cônes différents, dont les longueurs d'onde de perception maximale sont de 420, 534 et 564 nanomètres et qui sont plus actifs à la lumière du jour. Les bâtonnets ont une longueur d'onde de perception maximale de 498 nanomètres et sont plus actifs dans la lumière nocturne. L'information est envoyée sous forme d'image au cerveau. L'œil du chien contient deux cônes différents, dont les longueurs d'onde de perception maximale sont de 429 et 555 nanomètres. Les chlorophylles A et B sont les deux cellules photosynthétiques qui possèdent le pourcentage le plus élevé de chloroplastes, notamment dans les plantes vertes, la couleur la plus courante des plantes d'intérieur. Les longueurs d'onde absorbées par ces deux cellules, 410, 430, 453, 635, 642 et 662 nanomètres, donnent leur couleur aux plantes.

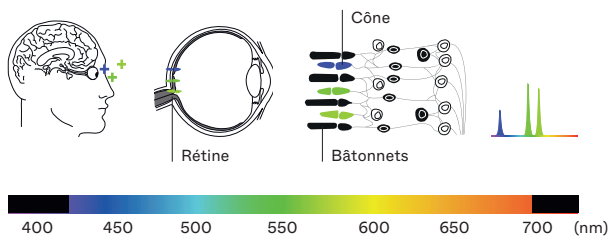
La lumière spectrale est un éclairage pour la vie intérieure qui est composé uniquement des longueurs d'onde nécessaires et vitales, pour des raisons économiques. Tout d'abord, nous proposons d'assembler spécifiquement les longueurs d'onde biologiquement actives des humains pendant la journée: 437nm, 533nm, et 564nm selon les trois cônes photorécepteurs autour du bleu, du vert et du jaune. À partir d'un univers spécifiquement humain, nous ouvrons généreusement le spectre aux autres habi-

tant-es de la maison (chiens, chats, plantes vertes), dont nous répertorions les longueurs d'onde qu'ils perçoivent, pour voir, grandir, et faire de la photosynthèse. La lampe est composée de douze longueurs d'onde lumineuses émises par douze LED de semi-conducteurs différents correspondant à douze pics de longueurs d'onde perçus par les espèces vivantes que nous avons choisies: l'humain, le chien, le chat et les plantes. Les longueurs d'onde qui composent finalement la lampe sont donc pour l'humain 470 nm (bleu), 534 nm (vert), 564 nm (ambre). Pour le chien 470 nm (bleu) et 555 nm (vert citron). Pour le chat 500 nm (cyan) et 556 nm (vert) et pour les plantes 470 nm (bleu) et 662 nm (rouge profond).

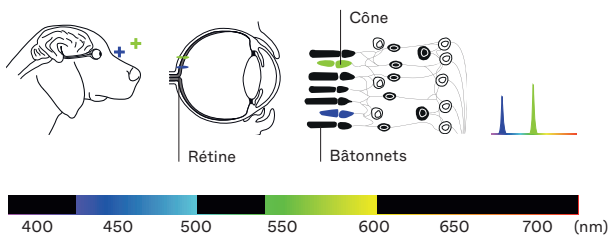


Total des douze longueurs d'onde pour l'humain, le chien, le chat et les plantes

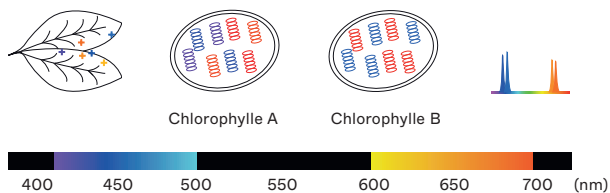
Humain



Chien

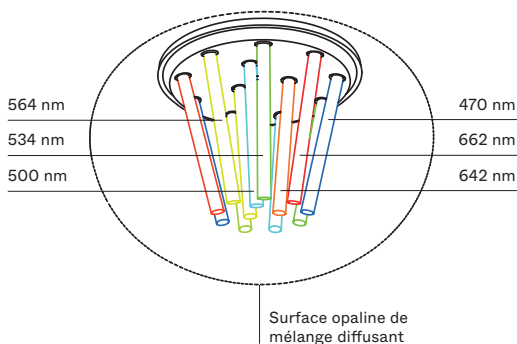


Molécule de la chlorophylle



Principe de fonctionnement

La forme concave de la partie supérieure du globe de verre permet de faire converger les douze rayons de longueurs d'onde différentes vers la surface opaline basse afin de mélanger et homogénéiser leurs lumières et leurs couleurs pour produire au final une lumière blanche, par addition et synthèse des couleurs, comme celle de la lumière naturelle du soleil. Le spectre électromagnétique émis par la lampe sera ainsi le plus économique (puisque de l'énergie est dépensée uniquement dans des longueurs d'onde réellement perceptibles et utiles aux habitant·es de la maison) et le plus sain (puisque'il correspondra exactement aux longueurs d'onde réellement perçues par les cônes spécifiques dans la rétine de chaque animal de compagnie ainsi qu'à la photosynthèse des plantes).

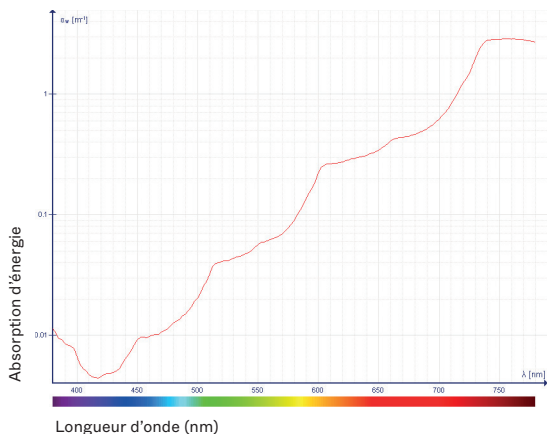


L'addition des différentes ondes émises par les LED que perçoivent les espèces animales et végétales produit une lumière blanche.

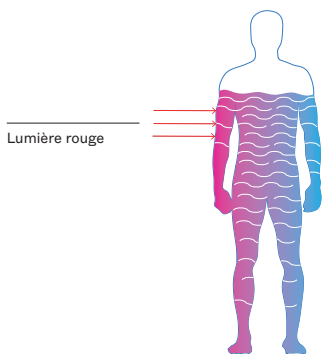
Peinture froide

Absorption thermique spectrale

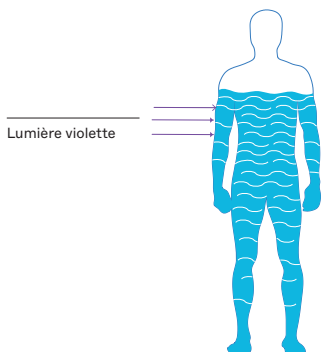
Selon les longueurs d'onde liées aux couleurs des différents spectres de la lumière, l'eau absorbe cent fois plus d'énergie de la lumière rouge que de la lumière bleue. Elle capte encore moins la lumière violette.



Gain énergétique de l'eau en fonction
du spectre de la lumière



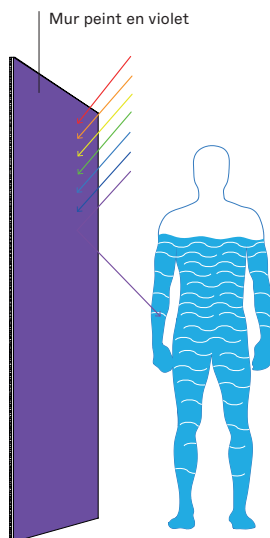
La lumière rouge réchauffe le corps humain.



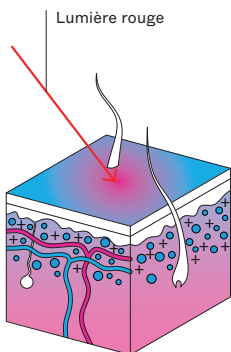
La lumière violette ne réchauffe pas le corps humain.

Principe de fonctionnement

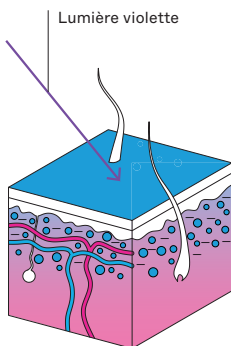
La couleur violette est choisie pour peindre le mur parce qu'elle reflète uniquement le violet, longueur d'onde dont l'absorption thermique de l'eau est la plus faible, de sorte que l'eau ne se réchauffe pas en recevant la lumière violette. Le corps humain, principalement composé d'eau, ne se réchauffe donc pas en recevant la lumière violette par radiation.



Les critères de choix esthétique des parois sont donnés ici par le physiologique et le climatique.



La lumière rouge réchauffe le corps humain.

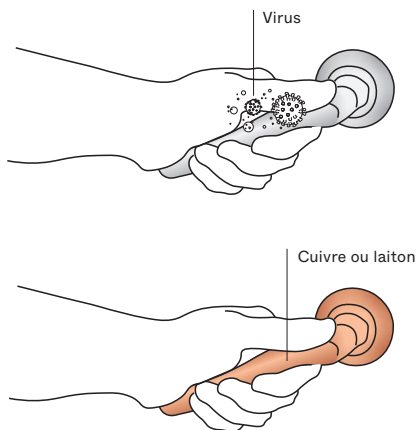


La lumière violette ne réchauffe pas le corps humain.

Poignée virucide

Virucide

Le cuivre (Cu) et ses alliages sont des matériaux avec d'excellentes propriétés antivirales et antimicrobiennes. Des études récentes indiquent que ces alliages peuvent efficacement inactiver le virus Covid-19. Le cuivre est naturellement virucide, c'est-à-dire qu'en quelques minutes, les virus qui y sont déposés au contact de la main s'inactivent, contrairement à l'inox ou au plastique, matériaux sur lesquels le virus reste actif et donc contagieux plusieurs jours.



Les poignées de portes et les mains courantes en cuivre ou en laiton évitent les contaminations.

Né à Pully en Suisse en 1967, diplômé de l'École polytechnique fédérale de Lausanne en architecture et titulaire d'un doctorat en architecture de l'Université Paris-Saclay en 2019, **Philippe Rahm** a fondé l'agence *Philippe Rahm architectes* en 2008 à Paris. Son travail a acquis une audience internationale dans le contexte du développement durable. Il a notamment réalisé le Climatorium de la Ville de Taichung à Taiwan qui a ouvert en 2020. En 2019, avec OMA, il est lauréat du projet de réaménagement urbain du quartier de Farini de 62 hectares à Milan. Il a enseigné dans les universités américaines de Princeton, Harvard, Columbia et Cornell et il est aujourd'hui professeur associé à la HEAD – Genève (HES-SO). Il a été invité, entre autres, à la Biennale Venise en 2002 et 2008 et à celle de Sharjah en 2019 ou Tallinn en 2022. Ses livres les plus récents sont *Le jardin météorologique* (2019) et *Écrits climatiques* en (2020) aux Éditions B2, *Météorologie des sentiments* (2020) aux Éditions Les Petits Matins ainsi que *Histoire naturelle de l'architecture* aux Éditions du Pavillon de l'Arsenal (2020).

Publications

Alexandre, A., *Histoire de l'art décoratif du XVI^e siècle à nos jours*, Paris, Renouard, 1892

Banham, R., *The Architecture of Well-Tempered Environment*, Londres, Architectural Press, 1969

Besset, M., *Le Corbusier*, Genève, Skira, 1968

Cardon, É., *L'art au foyer domestique (la décoration de l'appartement)*, Paris, Renouard, 1884

Crutzen, P. J., Stoermer, E. F., « The "Anthropocene" », *Global Change*, newsletter n° 41, International Geosphere Biosphere Programme (IGBP), mai 2000

Duvette, C., Volle H., Walter, M., *Intérieurs parisiens*, Paris, Parigramme, 2016

Giedion, S., *Mechanization Takes Command*, Minneapolis, University of Minnesota Press, [1948] 2014

Havard, H., *L'art dans la maison (grammaire de l'ameublement)*, Paris, Rouveyre et G. Blond, 1884

Havard, H., *Les arts de l'ameublement. La décoration*, Paris, Charles Delagraves, 1897

Jandot, O., *Les Délices du feu. L'homme, le chaud et le froid à l'époque moderne*, Paris, Champ Vallon, 2017

Le Corbusier, *Vers une architecture*, Paris, Flammarion, [1923] 2008

Le Corbusier, *L'Art décoratif d'aujourd'hui*, Paris, Crès, 1925

Loos, A., *Ornement et Crime*, Paris, Rivages, [1913] 2015

Morris, I., *Foragers, Farmers, and Fossil Fuels : How Human Values Evolve*, Princeton, Princeton University Press, 2017

Neumeyer, F., *Mies van der Rohe. Réflexions sur l'art de bâtir*, Paris, Le Moniteur, 1996

Rahm, P., « Comment l'isolation par l'extérieur est-elle en train de révolutionner l'architecture », in *Be.Passive*, n° 12 , 2012, www.issuu.com/bepassive/docs/bepassive12fr

Rahm, P., « Coronavirus ou le retour à la normale » in AOC, 2020, www.aoc.media/opinion/2020/03/09/coronavirus-ou-le-retour-a-la-normale/

Rahm, P., *Histoire naturelle de l'architecture*, Paris, Pavillon de l'Arsenal, 2020, www.pavillon-arsenal.com/fr/edition-e-boutique/collections/hors-collection/11876-histoire-naturelle-de-larchitecture.html

Rahm, P., Nguyen, P. (dirs), *Architecture du Nouveau Réalisme*, Madrid, Asimetricas, 2020,

Rahm, P., Nguyen, P. (dirs), *Decorative Arts in the Age of Global Warming*, Madrid, Asimetricas, 2021,

Röck, M., et al., « Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation », in *Applied Energy*, n° 258, 2020

Semper, G., *Du style et de l'architecture : Écrits, 1834-1869*, Paris, Parenthèses, 2007

Souillou, J., « Y a-t-il lieu de parler du décoratif ? », in *Chimères. Revue des schizoanalyses*, n° 17, automne 1992

Viel-Castel, H. (comte de), *Exposition des Beaux-Arts appliqués à l'Industrie, Tapis et Tapisserie*, Paris, Journal des Demoiselles, avril 1864

Warnes, S. L., Little, Z. R., Keevil, C. W., « Human coronavirus 229E remains infectious on common touch surface materials », in *mBio*, 6(6):e01697-15, 2015

Welzer, H., *Les guerres du climat. Pourquoi on tue au XXI^e siècle*, Paris, Gallimard, 2009

Règlementations thermiques des bâtiments

Suisse

Minergie : www.minergie.ch

Législation sur l'énergie, canton de Vaud : www.vd.ch/themes/environnement/energie/legislation/

www.vd.ch/themes/environnement/energie/legislation/reglement-sur-le-cecb/

France

Règles Th-bat – Parois opaques, 20 décembre 2017 : www.rt-batiment.fr/documents/rt2012/thbat/4-Fascicule_parois_opaques_methodes.pdf

Décret n° 2017-919 du 9 mai 2017 modifiant les articles R. 131-28-7 et R. 131-28-9 du code de la construction et de l'habitation : www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000034639364

RT 2012 : www.ecologie.gouv.fr/reglementation-thermique-rt2012

RE 2020 : www.rt-batiment.fr/IMG/pdf/guide_re2020_dhup-cerema.pdf

Allemagne

Passivhaus : www.passiv.de

HEAD – Publishing, 2023

Textes sous licence libre
CC BY-SA

Titre : Le style anthropocène

Auteur : Philippe Rahm

Collection Manifestes dirigée
par Julie Enckell Julliard et
Anthony Masure

Coordination éditoriale :
Sylvain Menétrey

Relecture scientifique :
Javier Fernández Contreras

Correctorat :
Martine Passelaigue

Charte graphique de la
collection : Dimitri Broquard

Design graphique :
Alicia Dubuis

Polices de caractères :
ABC Whyte (Dinamo, 2019),
Lyon Text (Commercial Type,
2009)

Impression :
Imprimerie Prestige Graphique,
Plan-les-Ouates

ISBN : 978-2-940510-77-1

Dépôt légal : mars 2023

— HEAD ■ ●
Publishing

Ce manifeste, à la croisée de l'architecture, de l'esthétique et de l'ingénierie, appelle à réactiver le sens pratique de la décoration d'intérieur, tel qu'il existait avant le xx^e siècle. Les fonctions climatiques des tapis, tapisseries, rideaux, miroirs ou paravents ont été oubliées avec la modernité. Ces objets ont été réduits à leur seule dimension symbolique par l'efficacité des dispositifs énergivores de chauffage ou de climatisation. La nécessité de réduire aujourd'hui les émissions de CO₂ et l'énergie consommée, ainsi que la lutte contre les canicules appellent à reprendre en compte la valeur thermique de l'art décoratif du passé, à repenser les modes d'aménagement intérieur, leurs configurations spatiales, formelles et matérielles dans une nouvelle optique de performance climatique : une esthétique décorative propre au XXI^e siècle que nous proposons de nommer le « style anthropocène ».

Ce livre est disponible en différents formats numériques *open access* sur www.head-publishing.ch