

Concevoir un bâtiment confortable et sain

Claude-Alain Roulet⁽¹⁾
École polytechnique
fédérale de Lausanne



Bâtiment du laboratoire d'énergie solaire et de physique de l'EPFL, bâti expérimental depuis 1982.

Nous passons le plus clair de notre temps dans des bâtiments, qui doivent donc être confortables et sains. Dans une optique de développement durable, cet objectif doit être atteint en utilisant de l'énergie exclusivement renouvelable, ce qui implique une limitation des besoins. Une conception adaptée à l'environnement et basée sur des mesures passives permet, à moindre coût, d'obtenir un confort agréable et réduit – voire supprimer – le recours aux mesures actives.

Nous vivons plus de 90 % de notre temps à l'intérieur d'un bâtiment : habitation, lieu de travail, école et loisirs. La qualité de l'environnement, à l'intérieur du bâtiment, prend donc une importance primordiale et sa conception doit viser à la plus grande satisfaction des occupants. De nombreux bâtiments sont conçus en fonction de divers enjeux : prestige, spéculation, économie financière ou énergétique, rendement, etc. En fait, le bâtiment doit être conçu, construit et exploité, en premier lieu, pour protéger ses occupants des rigueurs du climat et assurer un environnement intérieur sain et confortable, que ce soit pour le logement, le travail ou les loisirs. Une bonne conception doit satisfaire aux trois principes d'architecture de Vitruve⁽²⁾ :
- *Comoditas* ou *utilitas* : être confortable et fonctionnel ;
- *Firmitas* ou *Necessitas*⁽³⁾ : tenir debout, au besoin pendant longtemps ;
- *Voluptas* ou *Venustas*⁽³⁾ : être beau, esthétiquement bien conçu.

Ce n'est probablement pas sans raison que Vitruve a placé « *comoditas* » en premier...

Les bâtiments ont longue vie

Comme tout objet ou être vivant, le bâtiment a un cycle de vie, allant de sa conception à sa déconstruction, en passant par la construction, l'exploitation et l'entretien, voire l'évolution. Ce cycle a une durée de plusieurs décennies, voire plusieurs siècles, pour la plupart des bâti-

ments. C'est lors de sa conception que l'on prend les décisions permettant au bâtiment d'assurer ses fonctions pendant longtemps. Il est fort probable que l'usage du bâtiment change pendant sa vie, passant du logement à l'administration, voire au commerce, et vice versa. Une conception adéquate permet cette souplesse à moindre coût économique, social ou environnemental. En fin de vie, le bâtiment n'est plus démolit, mais déconstruit de manière à revaloriser, au mieux, ses composants. Ici encore, une conception adéquate facilite cette valorisation.

Vu leur longue durée de vie, les bâtiments construits ou rénovés aujourd'hui verront la révolution énergétique où l'humanité passera des sources d'énergie fossiles aux sources renouvelables. Ils doivent donc être conçus et construits pour utiliser, au mieux, une quantité nécessairement limitée d'énergie pour assurer efficacement le confort et le bien-être des occupants.

(1) Professeur honoraire de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

(2) Marcus Vitruvius Pollio, connu sous le nom de Vitruve, est un architecte romain qui vécut au I^{er} siècle av. J.-C. C'est de son traité, *De Architectura*, que nous vient l'essentiel des connaissances sur les techniques de construction de l'Antiquité classique. Selon lui, l'architecture est une imitation de la nature.

(3) Ces mots changent suivant les sources !

On ne fait rien sans énergie

Ceci inclus aussi une recherche de l'efficacité énergétique et matérielle, le gaspillage étant néfaste à notre environnement global. Un apport d'énergie est nécessaire pour assurer les prestations du bâtiment et le bien-être des occupants, notamment pour garantir une bonne qualité de l'environnement intérieur qui inclut les confort thermique, visuel, et acoustique ainsi qu'une bonne qualité de l'air.

Cette énergie peut être gratuite, fournie par le soleil et notre environnement ou onéreuse, fournie par des distributeurs. Ainsi, pour assurer une bonne qualité de l'environnement intérieur, on peut appliquer des mesures passives et des mesures actives. Les mesures passives sont des mesures architecturales et constructives – telles que l'isolation et l'inertie thermiques, la ventilation et l'éclairage naturels, l'isolation et l'atténuation acoustiques – qui permettent d'améliorer le bien-être des occupants en utilisant, en exploitation, essentiellement de l'énergie gratuite. Leur conception dépend fortement du climat et de l'environnement locaux. Les mesures actives – telles que le chauffage à combustibles, le conditionnement d'air, la ventilation mécanique, l'éclairage artificiel – permettent d'assurer des conditions de confort prédéfinies par des actions mécaniques, en consommant de l'énergie onéreuse.

Les avantages et inconvénients des mesures passives et actives sont résumés ci-dessous. On remarque qu'à chaque avantage correspond un inconvénient et vice versa, montrant la com-

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES MESURES PASSIVES ET ACTIVES

Mesures passives

- Bon marché
- Utilisent de l'énergie gratuite
- Ne tombent pas en panne
- Difficiles à contrôler
- Dépendent de la météorologie

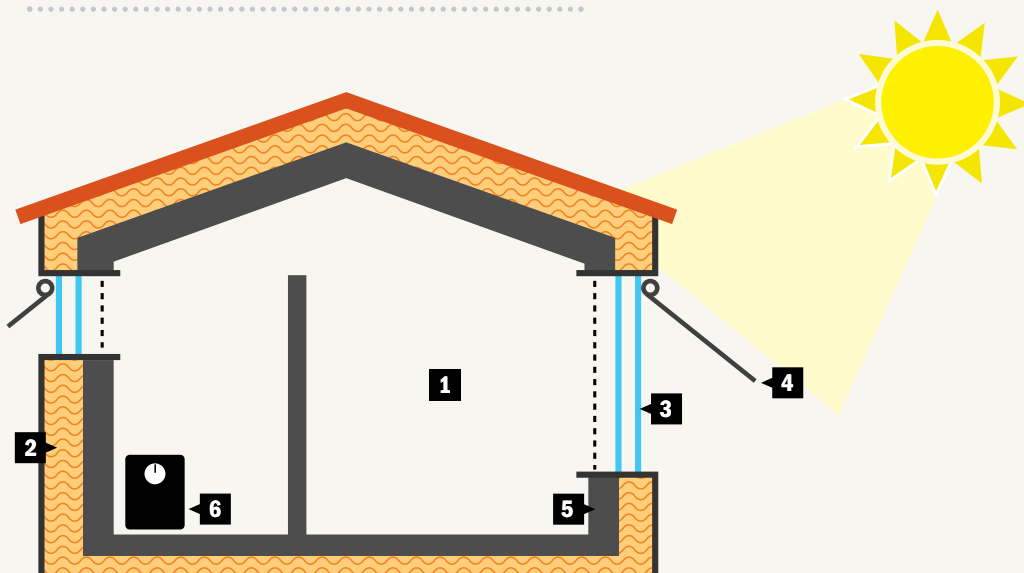
Mesures actives

- Chères
- Consommation de l'énergie onéreuse
- Des pannes sont possibles
- Faciles à contrôler
- Souples et indépendantes

plémentarité de ces deux types de mesure. Les mesures actives ont été privilégiées quand l'énergie était bon marché (années 1970) mais désormais, les mesures passives sont préférables pour des raisons de coût et de consommation d'énergie. Elles ne peuvent, toutefois, pas toujours garantir des conditions confortables. La stratégie à adopter consiste donc à aller aussi loin que raisonnablement possible avec les mesures passives, et de pallier les insuffisances résiduelles par des installations actives dont les dimensions seront alors réduites. Cette stratégie permet souvent d'avoir plus de choix quant aux types et aux emplacements des installations actives.

Figure 1 - Principes du chauffage solaire passif

- 1 Espace occupé le jour côté soleil.
- 2 Bonne isolation thermique, pour garder la chaleur à l'intérieur et limiter les besoins de chauffage.
- 3 Grands vitrages côté soleil pour laisser entrer le soleil en saison froide...
- 4 ... avec protections solaires efficaces et mobiles pour contrôler les gains et éviter les surchauffes.
- 5 Structure intérieure massive pour accumuler la chaleur et stabiliser la température intérieure.
- 6 Installation de chauffage d'appoint qui ne fonctionne que si nécessaire, avec un contrôle de température dans chaque pièce.



Deux exemples de mesures passives pour améliorer le confort thermique

Le chauffage solaire passif consiste à utiliser, au mieux, l'énergie du rayonnement solaire entrant dans le bâtiment. Ces apports solaires peuvent contribuer, pour une part importante, aux besoins en chauffage du bâtiment, voire assurer la totalité pour un bâtiment bien conçu si le climat est adéquat. Cette part est non négligeable en climat tempéré : elle atteint 10 % des besoins d'un bâtiment courant, mais elle peut dépasser 50 % dans les bâtiments bien conçus. De plus, les caractéristiques du bâtiment nécessaires à l'utilisation optimale des gains solaires en font un bâtiment confortable, été comme hiver, caractérisé par une grande ouverture sur l'extérieur. Pour une efficacité optimale, il convient de suivre les quelques mesures architecturales et constructives simples illustrées dans la figure 1. Le refroidissement passif permet d'abaisser, notablement, la température interne en saison chaude sans aucune consommation d'énergie. Si le climat est adéquat (ce qui est le cas en Europe), on obtient un excellent confort estival tout en évitant l'installation de coûteux systèmes de conditionnement d'air. La figure 2 illustre les règles constructives à respecter pour permettre le refroidissement passif efficace. On notera que les mesures constructives pour le chauffage et le refroidissement passifs sont pratiquement identiques. Un bâtiment conçu pour le chauffage solaire passif convient parfaitement au refroidissement passif s'il a une ouverture au haut de l'espace occupé, permettant d'évacuer la totalité de l'air chaud.

Des préconisations

Les conditions de confort peuvent être atteintes par des méthodes actives, chères mais parfaitement contrôlables, et par des méthodes passives, bon marché mais dont la performance n'est pas totalement garantie. La stratégie proposée pour apporter une bonne qualité de l'environnement intérieur dans un contexte de développement durable consiste à utiliser, autant que possible, les méthodes passives et compléter leurs lacunes par les techniques actives.

Les recommandations essentielles que l'on peut proposer pour concevoir un bâtiment sain et confortable sont les suivantes :

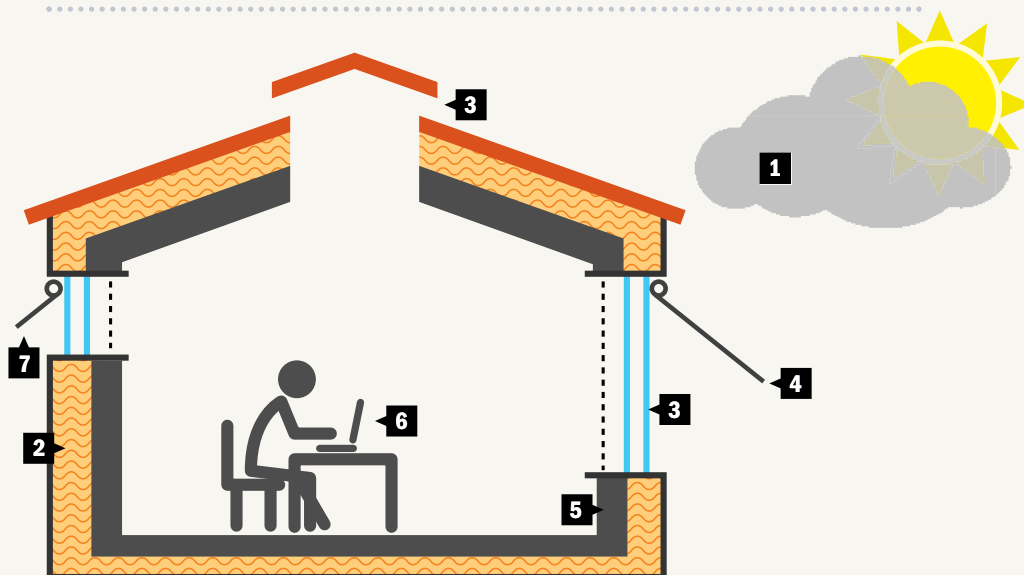
- penser à l'occupant, à ses besoins, son bien-être et son comportement à toutes les étapes de la conception ; tenir compte, notamment, du fait que l'occupant désire adapter son environnement à ses besoins ;
- pour garantir le confort à moindre coût, donner la priorité aux mesures passives et compléter les lacunes avec des mesures actives ;
- adapter l'architecture au climat et à son environnement immédiat.

Il est démontré par des enquêtes que les bâtiments conçus en pensant, en premier lieu, au confort des occupants sont effectivement mieux perçus par ces derniers et leur apportent plus de satisfactions. De plus, les occupants de ces bâtiments semblent en meilleure santé que ceux des bâtiments ayant d'autres objectifs (par exemple, coût, prestige) à la conception.

Références bibliographiques

- ROULET, C.-A., *Éco-confort ? Pour une maison saine et à basse consommation d'énergie*, Lausanne, PPUR, 198, 2012.
- ROULET, C.-A., C. Cox, P. Bluysen, *Comfort and well-being in passive solar buildings - Results from an European Audit in PLEA 2006*, Geneva.
- ROULET, C.-A., et al., *Design of Healthy, Comfortable and Energy Efficient Buildings, in Sustainable Environmental Design in Architecture: Impacts on Health*, S. Rassaia and P.M. Pardalos, Editors, Springer, 2012.

Figure 2 - Conditions nécessaires pour un refroidissement passif efficace



- 1 Le climat doit être tempéré, la température journalière et l'humidité ne doivent pas être trop élevés. Le climat tropical, par exemple, ne convient pas.
- 2 Une bonne isolation thermique est nécessaire pour garder la chaleur dehors pendant les heures chaudes.
- 3 Les fenêtres permettent d'aérer les locaux pendant les heures fraîches pour refroidir la masse du bâtiment. Une ouverture haute permet d'évacuer facilement l'air chaud.
- 4 De bonnes protections solaires empêchent le rayonnement solaire de pénétrer par les fenêtres.
- 5 Une structure intérieure massive stabilise la température intérieure.
- 6 Utiliser des appareils à haut rendement pour réduire la production de chaleur.
- 7 Aérer fortement la nuit pour refroidir la structure, et fermer le jour pour éviter de la chauffer !