

R É A L I T É S INDUSTRIELLES

NOVEMBRE 2008 • PRIX : 23 €

L'ÉCO-
CONCEPTION,
UNE NOUVELLE
ÉCONOMIE
INDUSTRIELLE ?



UNE SÉRIE DES

**ANNALES
DES
MINES**

FONDÉES EN 1794

ISSN 1148.7941

ISBN 978-2-7472-1496-4



9 782747 214964



**Editions
ESKA**

L'éco-conception : quelques questions posées à l'architecture

Le développement d'une architecture fondée sur le principe du « bâtiment passif » a permis une amélioration spectaculaire des performances en matière de chauffage. Cependant, d'autres considérations environnementales tout aussi importantes, telles l'éclairage en lumière naturelle ou la gestion de l'eau et des déchets, ont souvent été laissées au second plan. En outre, une partie des gains en matière de chauffage a été compensée par la croissance d'autres consommations énergétiques pour la ventilation, l'éclairage ou la climatisation. Une nouvelle génération de bâtiments respectueux de l'environnement devra prendre en compte l'ensemble des consommations d'énergie durant la période d'occupation, ainsi que l'énergie « grise » liée à la fabrication des matériaux et à leur mise en œuvre.

par **Pascal GONTIER***

Après une longue phase de gestation, les préoccupations environnementales de nos sociétés commencent peu à peu à trouver une traduction significative dans la conception des bâtiments. La prolifération actuelle de bâtiments présentés comme écologiques témoigne de cette nouvelle tendance, même si le phénomène dit de « *greenwashing* » (1) ne semble pas avoir complètement épargné le secteur de la construction.

Cette émergence d'une nouvelle génération de bâtiments plus respectueux de l'environnement a été accompagnée par une vaste panoplie de réglementations, normes et labels qui font aujourd'hui l'objet d'une rude concurrence au niveau international. Ces outils, qui peuvent cacher des enjeux technologiques et industriels, ont une influence très importante sur la manière de concevoir et de construire les bâtiments.

Cette influence va bien au-delà des matériaux et dispositifs de construction : elle concerne de façon directe l'architecture et son impact sur nos modes de vie.

En France, la démarche Haute Qualité Environnementale [HQE] a, depuis la fin des années 90, joué ce rôle d'accompagnateur en diffusant, sous la forme d'un système cohérent et lisible, la plus grande partie des problématiques environnementales présentes à l'échelle du bâtiment. Cependant, l'absence d'objectifs ambitieux et chiffrés a rapidement constitué une limite pour la HQE, par rapport à d'autres labels et référentiels conçus afin d'évaluer les « performances » environnementales des projets. La démarche HQE a ainsi joué un

* Architecte DPLG.

(1) ou éco-blanchiment.



Projet de rénovation urbaine s'intégrant dans le Plan Climat de Paris (passage de la Duée, quartier de Ménilmontant, Paris XX^e) (photo-montage Atelier Pascal Gontier-Paris).

rôle de sensibilisation important auprès d'un très large public, tout en permettant à de nombreux projets de s'afficher comme « environnementaux », malgré des performances plutôt modestes.

Depuis 2007, la certification Bâtiment Basse Consommation-Effinergie, qui fonctionne un peu comme un « plug in » de la HQE, comble en partie ce manque. Elle témoigne de la mutation que nous vivons actuellement et qui se traduit par une recherche de réelles performances environnementales qui soient chiffrables, et valorisables. Elle témoigne également d'une prédominance des préoccupations énergétiques qui n'est pas sans susciter quelques interrogations.

En effet, cette focalisation sur les performances énergétiques comporte le risque de créer un déséquilibre, en laissant au second plan d'autres considérations environnementales tout aussi importantes, telles que celles concernant la lumière naturelle, la gestion de l'eau et des déchets ou la biodiversité. Par ailleurs ce tropisme énergétique est, pour des raisons historiques, très partiel, car très largement orienté vers des considérations thermiques et plus particulièrement vers les problématiques de chauffage. Cela s'explique par le fait que c'est en grande partie à partir du standard allemand « Passivhaus » (créé il y a dix ans) et de son cousin suisse « Minergie » que se sont développées les approches énergétiques qui dominent actuellement.

Fort de son succès depuis dix ans en Allemagne et en Autriche, le concept de bâtiment « passif » s'est en effet imposé comme un des modèles emblématiques de l'architecture écologique. Le principe du Passivhaus, ou

« bâtiment passif » (2), repose sur une idée simple, mais lumineuse : en réduisant les besoins de chauffage de façon drastique (3), il devient possible de chauffer un bâtiment en faisant uniquement appel à un système de ventilation mécanique. Les surcoûts engendrés par la très forte isolation, les fenêtres dotées de triples vitrages particulièrement performants et la ventilation double flux à récupération de chaleur sont, de ce fait, en partie compensés par l'économie réalisée sur l'installation de chauffage.

Les bâtiments « passifs » sont parfaitement étanches et exempts de ponts thermiques, ce qui nécessite un projet étudié minutieusement, dans les moindres détails, une mise en œuvre parfaitement soignée et des éléments de construction de très bonne qualité. Du point de vue de la qualité technique, ce sont potentiellement de « beaux bâtiments », susceptibles d'illustrer la célèbre phrase de Mies Van der Rohe : « Dieu est dans le détail ». Ils sont souvent reconnaissables à leur simplicité géométrique, qui peut, selon les cas, être le support d'un langage minimaliste inventif ou se traduire par un appauvrissement architectural.

Contrairement aux bâtiments de la génération « bioclimatique », dont le concept énergétique reposait essentiellement sur la valorisation des apports solaires, et qui

(2) « bâtiment passif » est ici une traduction de « Passivhaus », cette expression ne devant pas être confondue avec « architecture solaire passive ».

(3) Les consommations de chauffage doivent être inférieures à 15 kWh/m²/an et les consommations globales doivent être inférieures à 120 kWh/m²/an.

avaient de ce fait besoin d'une orientation favorable et d'un site dégagé pour exister, les bâtiments « passifs » peuvent s'inscrire dans n'importe quel site urbain, même orienté au nord. En effet, ces bâtiments présentent des surfaces vitrées très peu déperditives du point de vue thermique grâce à leurs triples vitrages et ils peuvent tirer parti des apports internes autant que de l'énergie du soleil, grâce à leur ventilation double flux à récupération de chaleur. Le concept de bâtiment « passif » a ainsi permis à l'architecture solaire de s'urbaniser et même d'apporter une réponse à la problématique de la densité de l'habitat, qui est au cœur des préoccupations environnementales actuelles.

Les bâtiments « passifs » peuvent également se passer des espaces intermédiaires, qui constituent la marque des bâtiments de la génération précédente et qui en font le charme, mais qui sont difficiles à intégrer en milieu urbain, alors que l'espace disponible y est nécessairement mesuré. Là encore, le triple vitrage et la ventilation double flux ont produit leurs effets : ils ont partiellement relégué au rang de curiosité historique – pour un temps, tout au moins – la serre bioclimatique. En s'éloignant du modèle « bioclimatique » qui reposait sur une relation douce entre l'intérieur et l'extérieur, la génération « passive » semble, paradoxalement, vouloir limiter les interfaces avec l'environnement extérieur. Elle semble autant chercher à se protéger contre l'environnement extérieur qu'à le protéger. Cette stratégie la conduit à se rapprocher imperceptiblement d'un autre modèle : celui du sous-marin. Il faut prendre garde à de telles évolutions, qui ne sont pas sans rappeler celles qui ont eu lieu quand le recours massif à la climatisation est devenu la règle pour les bâtiments de bureau. Nous n'en avons en effet pas encore fini avec cette génération de « bâtiments-aquariums », totalement indifférents à leur environnement extérieur, qui ne cessent de proliférer aux quatre coins du monde, pour le plus grand mal-être (4) d'une partie non négligeable de leurs occupants.

Dans son schéma originel, le bâtiment « passif » présente des limites. En effet, si ses performances thermiques sont très élevées en hiver, quel que soit le site d'implantation, les autres postes de consommations (5) n'attachent pas les mêmes niveaux d'ambition. D'ailleurs, le fait que le standard « bâtiment passif » affiche fièrement des consommations de chauffage attrayantes tout en restant muet sur les consommations d'énergie de ventilation, est, de ce point de vue, significatif. En effet, dans un bâtiment passif, les consommations de ventilation sont – une fois converties en énergie primaire – à peu près équivalentes aux consommations de chauffage. Cela s'explique par le fait que, pour atteindre ses brillantes performances thermiques, le bâtiment « pas-

sif » est entièrement dépendant d'une machinerie qui en assure les fonctions vitales. D'apparence insignifiante, ce point est pourtant de nature à orienter profondément la conception des bâtiments.

Le dispositif de ventilation mécanique permet, en effet, de s'affranchir de la nécessité d'ouvrir directement sur l'extérieur un certain nombre de locaux et, par ce biais, de concevoir des bâtiments plus épais, donc plus compacts et moins déperditifs du point de vue thermique. C'est ainsi que le dogme de la compacité gagne une caution écologique largement imméritée, alors même qu'il correspond, avant tout, à une tendance lourde déjà bien établie et, bien souvent, motivée par des considérations économiques de court terme. Cette quête effrénée de la compacité peut conduire à concevoir des bâtiments dont de multiples espaces, jadis ouverts sur l'extérieur, sont devenus aveugles et introvertis. Ces espaces deviennent, de ce fait, fortement dépendants de l'éclairage artificiel et difficiles à ventiler de façon naturelle pour répondre aux fortes chaleurs de l'été. C'est notamment le cas des cages d'escaliers, des paliers et des salles de bains qui, en perdant leur accès direct à l'air extérieur, aux rayons du soleil et à la vue sur leur environnement, ont également perdu une grande partie de leurs qualités spatiales.

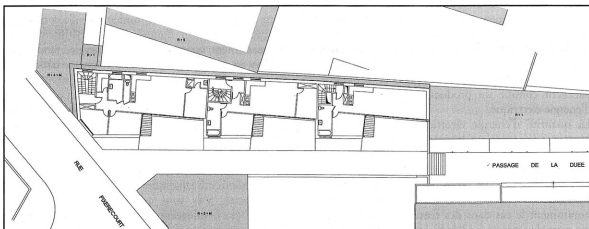
Alors que, jusqu'à une période récente, la lumière et l'air étaient des dons que l'architecture avait pour vocation de valoriser et de célébrer, il s'agit aujourd'hui de biens quantifiables, susceptibles d'être gérés par des machines. Pourtant, si la prothèse technique peut ici se substituer à l'organe architectural, le coût énergétique est loin d'être négligeable. En effet, aux augmentations de consommation électrique dues à l'éclairage artificiel et à la ventilation peuvent venir se surajouter celles liées à des systèmes de climatisation coûteux, qui deviennent alors nécessaires et qui sont particulièrement néfastes pour l'environnement.

Or, si les problématiques liées à la thermique d'hiver ne sont plus, du moins d'un point de vue conceptuel, particulièrement difficiles à traiter, en raison des progrès enregistrés ces dernières années dans les technologies de la construction, les problématiques énergétiques liées au confort d'été sont, à l'ère des changements climatiques, beaucoup plus complexes : elles constituent de véritables enjeux, pour les années à venir.

Il est indéniable que le concept de bâtiment passif, en répondant parfaitement à son contexte historique et climatique, a imposé un nouveau standard en matière de consommation de chauffage. Il a permis de s'attaquer au chantier prioritaire d'alors : venir à bout des « passoires thermiques ». Pourtant, dix ans après sa naissance, le concept de bâtiment passif semble être appelé à évoluer, afin de rééquilibrer les niveaux de consommation préconisés. Cette évolution devrait conduire à tendre, pour l'ensemble des postes énergétiques, vers des niveaux de performance aussi ambitieux que ceux qui sont actuellement pris en compte pour le chauffage. Il apparaît, dès lors, que les postes de consommation faisant appel à l'énergie électrique

(4) Il s'agit du syndrome du bâtiment malsain (*sick building syndrome*).

(5) Le niveau de consommations globales requis (de 120 kWh/m²/an en énergie primaire) peut être atteint en utilisant des appareils électriques énergétiquement efficaces.



Plan-masse du projet de rénovation urbaine du passage de la Duée, à Paris (voir photo, page 11).

constituent les enjeux énergétiques stratégiques de demain.

L'intégration d'exigences élevées vis-à-vis de problématiques telles celles de la lumière naturelle et la ventilation devrait permettre à une nouvelle génération de bâtiments écologiques d'émerger. En répondant de façon globale à ces problématiques complexes, cette nouvelle génération sera sans doute, d'un point de vue architectural et technique, moins « archaïque » que la précédente et elle entretiendra une relation plus apaisée et plus fine avec son environnement.

La prise en compte par le label BBC-Effinergie des consommations électriques pour la ventilation et l'éclairage au-delà des seuils réglementaires est le signe que cette évolution pourrait désormais avoir lieu. Toutefois, cette prise en compte ne produit pas aujourd'hui uniquement des effets positifs : elle incite en effet les maîtres d'ouvrages à se passer du système de ventilation double flux, certes efficace, mais cher et gourmand en énergie électrique (6) et à le remplacer par un système de ventilation simple flux hygroréglable. Cela conduit à limiter les débits de renouvellement d'air au strict minimum, en les assujettissant aux taux d'occupation, au risque d'amoindrir la qualité de l'air intérieur (avec les effets néfastes sur la santé que cela engendre et que l'on commence à mieux appréhender).

La résolution de ce problème difficile passe sans doute par le développement de dispositifs plus légers et moins gourmands en énergie. En effet, si la régulation précise des débits d'air au moyen de systèmes mécaniques peut sembler nécessaire en hiver, c'est-à-dire quelques mois, seulement, dans l'année, elle perd en grande partie son utilité en-dehors de ces périodes de chauffe. Il apparaît dès lors illogique d'orienter la conception des bâtiments en fonction de ces quelques mois. Les différentes stratégies susceptibles d'être explorées peuvent faire appel à des dispositifs allant de la ventilation naturelle assistée avec récupération de chaleur aux différents systèmes de ventilation hybrides.

Ce remplacement d'un type de conception simple, reposant sur un système purement mécanique, par un type de conception plus sophistiqué, faisant un usage plus modéré des dispositifs mécaniques et mettant l'architecture à contribution de façon plus active, implique l'intégration d'un savoir-faire important et d'une technologie de modélisation *high-tech*, qui soient capables de simuler les différents flux présents au sein d'un bâtiment. Les mouvements d'air, qui se produisent de façon naturelle dans l'ensemble d'un bâtiment à différents moments, sont en effet beaucoup plus difficiles à appréhender que ceux qui résultent de l'action continue d'un ventilateur dans un conduit.

Si la maîtrise des consommations globales d'énergie d'un bâtiment durant sa période d'occupation est un sujet d'actualité, la maîtrise des consommations d'énergie « grise » liée à la fabrication des matériaux et à leur mise en œuvre constitue probablement un sujet tout aussi important. En effet, pour un bâtiment de type « passif », l'énergie « grise » peut représenter l'équivalent de l'énergie consommée dans le bâtiment pendant plusieurs décennies. La réduction des quantités de matière mise en œuvre, ainsi que l'utilisation de matériaux à faible contenu énergétique, comme le bois, peuvent permettre de diminuer très fortement cette quantité d'énergie « grise ». Il peut toutefois y avoir une contradiction entre la volonté de dématérialiser le bâtiment, visant à le faire entrer dans le cadre d'une économie légère, et la recherche d'inertie thermique, qui peut être justifiée par des considérations thermiques. Cette contradiction peut être féconde et conduire à la quête utopique d'une inertie sans masse.

Dans le cadre d'une démarche d'éco-conception, la réduction des consommations énergétiques n'est pas, bien sûr, une finalité en soi. Celle-ci ne peut en effet jamais être suffisante pour que le bâtiment puisse se passer complètement d'apports énergétiques, ne serait-

(6) Surtout lorsque celle-ci est convertie en énergie primaire, avec un taux de conversion de 2,58.

ce que pour compenser les nécessaires consommations électriques des différents appareils électroménagers et de l'éclairage. Il est, en revanche, de plus en plus nécessaire de considérer à différentes échelles la problématique de la production de d'énergie et de considérer le bâtiment comme un producteur potentiel, crédible, d'énergie électrique.

La quantité d'énergie électrique solaire potentiellement produite par un bâtiment trouve toutefois ses limites, qui sont fonction de l'énergie solaire disponible sur le volume de la construction. Dans certains cas, cette énergie peut être négligeable au regard de la demande en électricité au sein du bâtiment. C'est notamment le cas dans des tissus urbains très denses ou pour de terrains ne bénéficiant pas d'une orientation solaire favorable. Dans d'autres cas, la quantité d'énergie potentiellement produite par le bâtiment peut dépasser largement ses besoins internes. Cette diversité des situations doit être considérée de façon positive, car elle produit des tissus urbains riches et variés.

Cette approche conduit à considérer la ville comme un écosystème, au sein duquel certains bâtiments sont nécessairement consommateurs d'énergie, tandis que d'autres en produisent. Dans ce contexte, le bâtiment à énergie positive peut alors devenir un 'maillon qui structure la ville et joue un rôle écologique et urbain important. Naturellement, cette approche éco-système dépasse largement le cadre des enjeux énergétiques : elle peut concerner l'ensemble des flux, comme l'eau et les matières organiques.

Pour répondre à cette complexité nouvelle, les outils de modélisation informatiques sont amenés à jouer un rôle crucial. S'ils sont aujourd'hui principalement orientés vers l'évaluation des projets, ils sont amenés à évoluer rapidement pour devenir de plus en plus de véritables outils de conception, utilisables par les architectes autant que par les ingénieurs, et ce, dès les premières phases d'un projet. L'intégration de tels outils à la conception des projets est susceptible de transformer radicalement la manière de concevoir ceux-ci, et, à terme, probablement, la forme même de ces projets.