

Expériences de bâtiments passifs ou à énergie positive

Par **Pascal GONTIER**

Professeur à l'École nationale supérieure d'architecture de Nantes et membre titulaire à l'Académie d'architecture

À partir de la fin des années 1990, la prise en compte des économies d'énergie s'invite progressivement dans le débat architectural. Par paliers successifs, les niveaux d'exigence évoluent. Au départ, focalisés sur les consommations de chauffage, ils concernent aujourd'hui l'ensemble des postes de consommation et s'ouvrent à la problématique du carbone.

L'engagement environnemental de mon agence d'architecture, depuis sa création, nous a conduit à accompagner ce mouvement, en devançant les évolutions, lorsque cela est possible, et en allant au-delà des exigences réglementaires ou programmatiques, avec la conviction que les défis énergétiques et environnementaux sont tels qu'ils ne peuvent pas se satisfaire de simples solutions normatives ou techniques. Les enjeux environnementaux sollicitent le monde de l'architecture dans son ensemble. Celui-ci est désormais confronté à de nouveaux défis. Il est en effet invité à aller encore plus loin dans la sobriété énergétique et la décarbonation, tout en rendant nos bâtiments et nos villes résiliants face au changement climatique.

À partir de la fin des années 1990, l'intégration des questions énergétiques et, plus généralement, des questions environnementales dans la construction commençait à peine à sortir de la marginalité. J'ai créé mon agence d'architecture à cette époque, avec la volonté de m'impliquer activement dans la transition écologique alors émergente et la conviction qu'elle ne peut se résumer à de simples dispositions techniques ou normatives architecturalement neutres. La démarche de mon agence, depuis sa création, est ainsi portée par l'idée que les défis environnementaux sont tels qu'ils demandent des réponses innovantes et créatives, et sont ainsi de nature à susciter un renouvellement architectural profond.

Les quatre exemples de programmes immobiliers frugaux présentés ci-après sont quelques-uns des jalons de cette démarche qui est par nature évolutive.

L'opération du passage Fréquel

La construction de 17 logements du passage Fréquel (20^e arrondissement de Paris), réalisée pour le bailleur social SIEMP, est la première opération parisienne de construction de logements collectifs passifs. Nous avons réalisé ce bâtiment à la suite d'un concours que nous avons gagné en 2006, avec un projet dont les ambitions énergétiques, basées sur le standard allemand Passivhaus, allaient bien au-delà des prescriptions du programme considéré.



Le bâtiment passif du passage Fréquel.

Photo © Pascal Gontier

Ce projet est situé dans un tissu urbain dense, sur un terrain essentiellement orienté au nord et dont la façade sud-est en vis-à-vis proche avec des bâtiments élevés. Cette situation urbaine peu favorable avait conduit le maître d'ouvrage à demander que le bâtiment se contente de répondre aux prescriptions du label THPE (Très Haute Performance Énergétique) de l'époque.

En proposant de réaliser un bâtiment passif, j'avais souhaité démontrer que l'objectif d'une consommation de chauffage au mètre carré de 15 kW/h était atteignable, et ce quel que soit le contexte urbain. J'avais également souhaité aller à l'encontre de la doxa bioclimatique en vigueur à l'époque en France, qui voulait qu'un bâtiment passif soit nécessairement orienté au sud et qu'il se devait d'être hyper compact, doté de noyaux de distribution aveugles et de fenêtres chichement dimensionnées.

Nous avons donc fractionné le programme en deux bâtiments distincts, et avons ainsi créé une courette « parisienne » afin de ménager les jours de souffrance du bâtiment voisin et d'apporter un maximum de lumière dans les logements et les parties communes. Ce parti pris nous a permis de créer des logements qui sont tous multi-orientés, ainsi que des studios traversants. La cage d'escalier et les paliers d'étage bénéficient de lumière naturelle ainsi que de vues sur l'extérieur. Enfin, les fenêtres, toutes à triple vitrage, sont réparties entre les différentes façades et ont une surface de 30 % supérieure à celle qui était demandée dans le programme.



Photo © Stephan Lucas

Vue intérieure du bâtiment passif du passage Fréquel.

Pour arriver à combiner performances énergétiques, multi-orientation des logements et générosité de l'éclairage naturel, nous avons mis en œuvre l'ensemble de la panoplie technique des bâtiments passifs : forte isolation par l'extérieur, chasse impitoyable aux ponts thermiques, étanchéité maîtrisée, loggias et coursives portées par une structure autonome. Ainsi, l'expression du bâtiment passe plus par ses détails architectoniques que par une gestuelle formelle.

Ce projet nous a permis de montrer que les bâtiments passifs pouvaient s'accommoder de situations urbaines denses et complexes et aussi qu'une ville constituée de bâtiments énergétiquement performants ne ressemblait pas nécessairement à une ville homogène et héliotropique.

Sa réalisation nous a aussi permis de constater que les consommations de ventilation, du fait du double flux, étaient supérieures, en énergie primaire, aux consommations de chauffage. Postérieurement à l'achèvement de ce programme, nous avons continué et nous continuons encore aujourd'hui à réaliser des bâtiments passifs, à l'instar des 41 logements Passivhaus que nous avons livrés à la ville de Gonesse en 2012. Mais nous travaillons également sur des modèles de ventilation alternatifs, qui permettent de réduire les consommations du couple chauffage-ventilation.

Par ailleurs, le bilan carbone que nous avons réalisé dans le cadre du programme Fréquel nous a fait prendre conscience du fait que les émissions de carbone durant la phase de construction représentaient l'équivalent des émissions produites durant soixante années d'exploitation du bâtiment. Les bâtiments conçus par la suite l'ont été avec le souci de minimiser l'énergie grise et de réduire l'impact carbone des matériaux mis en œuvre.

Le bâtiment Duée-Pixérécourt

Le bâtiment Duée-Pixérécourt situé dans le 20^e arrondissement de Paris, qui a été réalisé pour la RIVP et livré en 2013, s'inscrit dans un environnement bâti fortement hétérogène. Il se caractérise par une juxtaposition d'événements architecturaux contrastés, construits à différentes époques, et qui présentent une grande diversité d'échelles, de formes et de matériaux. La parcelle se présente sous la forme d'une longue bande mono-orientée qui longe un passage étroit et pentu.

Cette réalisation se compose de trois entités indépendantes, réalisées en structure bois, disposées le long du passage et organisées autour de trois cours ouvertes. Cette configuration, qui reprend un type d'organisation relativement courant dans les rues avoisinantes, permet d'offrir une certaine intimité aux occupants des logements, et surtout de leur assurer un bon niveau de confort lumineux ainsi que des orientations offrant des vues multiples malgré l'étroitesse du passage. L'ensoleillement des logements a par ailleurs été optimisé grâce à des fenêtres à triple vitrage, dont les dimensions sont encore plus généreuses que celles des fenêtres du bâtiment du passage Fréquel.



Photo © Hervé Abbadie

Vue intérieure du bâtiment Duée-Pixérécourt.



Photo © Hervé Abbadie

Le bâtiment Duée-Pixérécourt.

Pour aller au-delà des ambitions énergétiques du standard Passivhaus, le dispositif de ventilation des logements a été dédoublé. Le bâtiment est en effet doté d'une ventilation mécanique double flux à récupération d'énergie, qui n'est utilisée qu'en période de chauffage. Hors de la saison de chauffe, cette ventilation est coupée et remplacée par une ventilation naturelle qui est assurée par une simple ouverture de volets d'air disposés en façade et dissimulés derrière des grilles persiennes. L'ouverture de ces volets s'effectue manuellement lorsque la ventilation mécanique double flux est arrêtée (un arrêt qui, dans chaque appartement, est indiqué par un voyant lumineux situé dans la cuisine). Des conduits sont disposés dans les pièces humides pour permettre une extraction naturelle de l'air obtenue grâce à une simple ouverture des volets évoqués ci-dessus.

Le dédoublement du dispositif de ventilation a permis de diviser par deux les consommations électriques afférentes et d'assurer le renouvellement de l'air dans les logements durant la moitié de l'année.

Le bâtiment Max Weber

Le bâtiment Max Weber est implanté dans l'enceinte de l'Université de Paris Nanterre, vaste campus dont les différents bâtiments en béton et en métal sont autant de témoignages de l'architecture universitaire française qui a prévalu dans les années 1960.

Le programme établi par l'Université de Paris Nanterre comprenait le regroupement en un même lieu de ses différents laboratoires de recherche en sciences sociales et humaines. À partir de ce programme archi-

tectural, assimilable à celui d'un bâtiment de bureaux, la maîtrise d'ouvrage demandait la construction d'un bâtiment de prestige capable de valoriser l'image de ses laboratoires de sciences, de favoriser les échanges entre les chercheurs et de donner à la recherche qu'elle mène une identité forte et une attractivité auprès des chercheurs étrangers.

L'ambition environnementale forte qui a présidé à la conception du bâtiment nous a conduits à réinterroger en profondeur la nature même des espaces de travail offerts aux chercheurs et à proposer des pistes architecturales nouvelles. Les immeubles de bureaux sont en effet trop souvent des produits ultra-standardisés, qui ne parviennent à trouver leur identité que dans une surenchère formelle au niveau des façades et de la décoration. Le bâtiment Max Weber a été conçu de façon à éviter, dans une logique environnementale clairement affichée, une telle banalisation des espaces de travail. Il s'agit en effet d'un bâtiment totalement atypique, entièrement construit en bois, passif et doté d'une ventilation naturelle qui fonctionne en hiver comme en été.

Les faux plafonds et la climatisation ont été bannis des bureaux, ainsi que la ventilation mécanique contrôlée. Contrairement aux usages répandus, la structure en bois visible marque fortement les espaces intérieurs, leur donnant un caractère singulier et chaleureux.

Les couloirs et les cages d'escalier sont éclairés par la lumière naturelle et bénéficient de vues sur l'extérieur.

Les réseaux ont fait l'objet pour leur intégration d'une organisation spatiale spécifique tenant compte de la nature de chacun d'eux. Ainsi, les plafonds en bois



Photo © Hervé Abbadie

Le bâtiment Max Weber situé dans l'enceinte de l'Université de Paris Nanterre.

massif s'interrompent régulièrement pour ménager des cavités destinées à accueillir les différents réseaux électriques et les luminaires.

Si au niveau de son enveloppe il est de type « passif », le bâtiment s'écarte toutefois fortement de ce modèle par son système de ventilation naturelle assistée et contrôlée, ce qui permet d'éviter les consommations habituelles liées à la ventilation mécanique double flux.

Ce dispositif de ventilation, qui a fait l'objet d'études et de recherches très poussées dès la phase de son esquisse, constitue une première pour un immeuble de bureaux en France. Il se manifeste en toiture par vingt-cinq cheminées sculpturales en aluminium de trois mètres quatre-vingts de haut.



Photo © Schmepp Renou

Les cheminées sculpturales installées sur le toit du bâtiment Weber.

Le projet de Pessac

La construction de cinquante-six logements collectifs à Pessac (département de la Gironde) est un projet expérimental initié en 2015. Il a été conçu entièrement à partir d'un cahier des charges précis que nous avons établi afin de répondre à une ambition environnementale particulièrement forte, portée par le bailleur social Aquitanis.

Nous avons ainsi proposé de réaliser un ensemble de bâtiments pouvant compter jusqu'à dix étages, avec une structure entièrement en bois, y compris celle des cages d'escalier et d'ascenseur, utilisant comme isolant la paille et qui est doté d'un dispositif de ventilation naturelle assistée et contrôlée. Il s'agissait d'un programme représentant un objectif ambitieux que nous n'étions pas totalement sûrs de pouvoir atteindre.

Nous avons donc élaboré le projet selon une méthodologie particulière adaptée à ces enjeux. Habituellement, les études de formes et de fonctions des bâtiments sont réalisées avant les études techniques. L'architecte dessine, puis l'ingénieur calcule. Ici, nous avons revu totalement les processus de conception. La forme du projet a résulté d'une conception paramétrique comprenant des études multi-critères de la volumétrie des bâtiments, de leur structure, de l'organisation spatiale et des systèmes aérauliques.

Nous avons ainsi élaboré plusieurs propositions volumétriques à partir desquelles différentes simulations ont été réalisées dans le but de tester leur capacité à répondre aux exigences du cahier des charges que nous nous étions fixé.



Photo © Artefactory

L'ensemble de bâtiments de logements collectifs envisagé à Pessac.

Il est vite apparu que pour des raisons d'insertion du projet dans le site, la meilleure solution consistait à créer un ensemble composé de deux bâtiments de hauteurs différentes : quatre niveaux pour le premier et dix niveaux pour le second.

À partir de ce principe volumétrique, nous avons réalisé différentes versions du projet que nous avons comparées afin d'être en mesure de répondre à deux questions :

- Est-il possible d'assurer un renouvellement de l'air au moyen d'une ventilation naturelle assistée qui soit capable de répondre aux besoins des logements en la matière sur la totalité de l'année, avec un ensemble bâti comportant un épannelage, dont le niveau le plus bas correspond à R + 5 et le niveau le plus haut à R + 9 ?
- Existe-t-il une volumétrie permettant d'optimiser cette ventilation et d'éviter le recours à l'assistance mécanique, et ce quelle que soit la saison et quelles que soient la direction et la force du vent ?

Une version du projet s'est révélée plus performante que les autres, tant du point de vue de l'insertion urbaine que de celui de l'efficacité de la ventilation. Dans cette version, les deux bâtiments étaient de forme hexagonale et comportaient des toitures plissées à quatre pentes. Le caractère aérodynamique de cette forme était particulièrement bien adapté au site, car il permettait de réduire l'impact visuel des deux bâtiments par rapport aux constructions voisines. Il permettait par ailleurs de réduire de façon significative les effets de pression négative sur les façades du bâtiment de plus faible hauteur en cas de vent défavorable. Dans cette version, les simulations aérodynamiques ont permis de démontrer qu'il était possible d'assurer le renouvellement de l'air par une ventilation naturelle sans recours à une assistance mécanique.

Ces études nous ont permis de démontrer que l'efficacité d'un système de gestion relevant d'une logique environnementale n'est pas qu'une simple affaire de

dispositifs techniques, mais qu'elle relève avant tout de la justesse de la conception architecturale du projet, laquelle est nourrie par une réflexion technique.

Le projet considéré n'a malheureusement pas pu être réalisé. Mais la conception envisagée pour les bâtiments en question nous a permis de développer de nouvelles manières de construire qui nous servent pour nos projets actuels mais aussi futurs.

Conclusion

Nous pouvons aujourd'hui considérer que si les consommations de chauffage dans les bâtiments neufs peuvent encore être améliorées, elles ne constituent plus aujourd'hui le principal enjeu énergétique. La succession des réglementations thermiques et énergétiques a en effet permis d'améliorer considérablement le niveau général de la production du bâti. La nouvelle réglementation énergétique (RE 2020) témoigne de cette évolution puisqu'elle porte désormais sur des problématiques beaucoup plus vastes liées à la décarbonation générale du bâtiment.

Les améliorations sont donc à chercher au niveau des autres postes de consommation, et notamment des postes de ventilation et de climatisation. La réalisation de bâtiments capables de s'adapter aux évolutions climatiques sans recourir ou que faiblement à l'air conditionné est ainsi devenue un sujet central qui est encore insuffisamment pris en compte.

Par ailleurs, la réduction des émissions de CO₂ liées à la phase de construction et à la transformation des bâtiments est devenue, elle aussi, un sujet central. Si l'utilisation du bois et des matériaux bios et géosourcés apporte une première partie de la réponse, d'autres évolutions sont à espérer. De ce point de vue, la réalisation de bâtiments évolutifs et réversibles est devenue un enjeu essentiel.