

Mots clés



Ce glossaire propose de préciser quelques expressions utilisées en matière d'analyse d'énergie, de bâtiment et de confort climatique. Il accompagne les 6 cahiers et les 6 fiches disponibles sur le site www.apur.org.

Directeur de la publication : Francis Rol-Tanguy

Directrice de la rédaction : Dominique Alba

Étude réalisée par : Julien Bigorgne, François L'Hénaff, Hovig Terminassian et Jennifer Rezé

Sous la direction de : Christiane Blancot et André-Marie Bourlon

Cartographie et dessin 3D : Patrice Bouny

Maquette : Jennifer Poitou

www.apur.org

Mots clés

Confort d'été

On considère qu'un logement reste confortable en été tant que sa température ne dépasse pas 26°C.

Afin d'atteindre le confort d'été il faut veiller à se protéger des apports solaires à l'aide de volets, stores ou persiennes et appliquer une stratégie de surventilation nocturne⁽ⁱ⁾ en créant des courants d'air dans le logement. Il faut veiller aussi à limiter les consommations internes d'énergie : cuisson, électroménager, ordinateur, etc. Rappelons que tout kWh électrique utilisé dans un logement dégage de la chaleur et participe donc à la surchauffe d'un logement.

Lors d'un ravalement, si la façade est enduite ou peinte, faire le choix d'un revêtement clair limitera l'échauffement des parois opaques en été.

Lors d'une opération de réhabilitation les solutions d'isolation extérieures seront préférées aux solutions intérieures en particulier pour les façades Ouest ou Est. Dans le cas de l'isolation extérieure, la masse inertielle reste au contact de l'ambiance intérieure ce qui est un atout pour le confort d'été.



Persiennes métalliques



Stores

Diagnostic de Performance Énergétique (DPE)

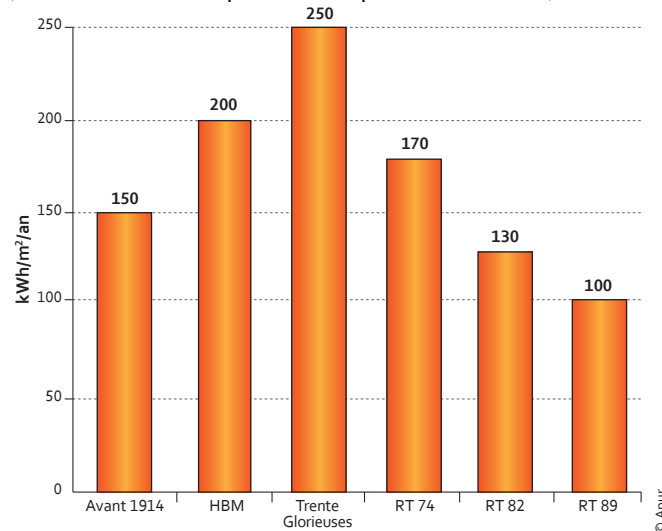
Obligatoire pour la vente ou la location d'un logement, le DPE fait partie des nombreux diagnostics immobiliers obligatoires. Il est aujourd'hui très critiqué dans son application, notamment sur le bâti ancien (<1948). Pour réaliser un DPE, un diagnostiqueur a à sa disposition deux méthodes : compiler des factures réelles sur plusieurs années et effectuer une correction climatique afin d'évaluer les consommations du logement ou bien utiliser un tableur qui calculera une consommation théorique en se basant sur la géométrie du logement et ses différents équipements de chauffage. En pratique la deuxième solution est toujours adoptée car elle est la plus simple et la moins coûteuse en temps, elle est pourtant proscrite sur le bâti construit avant 1948.

Lorsque l'on applique un modèle de calcul de type DPE sur un bâtiment ancien, les résultats sont très nettement surévalués, on a constaté un facteur 2 sur certaines simulations.

Aujourd'hui, la seule façon acceptable d'évaluer la consommation d'un bâtiment ancien est de se baser sur sa consommation réelle.

Le graphique ci-dessous a été élaboré sur la base de consommations réelles d'un échantillon de bâtiments pour chaque période, les chiffres sont à prendre comme des ordres de grandeur car les différentes configurations urbaines des bâtiments peuvent faire varier de façon importante les consommations indiquées (notamment pour le bâti non isolé). Les hypothèses concernant les types de chauffage et de combustibles sont rappelées dans les cahiers de chacune des périodes.

Consommations d'énergie des logements parisiens (chauffage + ECS)
(estimations réalisées à partir de recoupements de factures)



(i) – La surventilation nocturne correspond à un renouvellement d'air important (par exemple 5 volume/h) pour extraire la chaleur accumulée dans le logement lorsque le refroidissement nocturne se fait sentir en été.

Énergie finale / énergie primaire

L'énergie finale est ce qu'on appelle l'« énergie commerciale », c'est-à-dire l'énergie telle qu'elle est facturée au consommateur. Si votre compteur de gaz indique 18 000 kWh, alors votre consommation d'énergie finale de gaz est de 18 000 kWh.

Cette notion permet certes de comprendre les niveaux de consommations des habitants mais ne permet pas pour autant d'avoir un avis sur la pression qu'exerce notre consommation d'énergie sur l'environnement. En effet les énergies avant d'arriver sur leur lieu de consommation ont dû être prélevées dans le milieu naturel (ex : forage), transformées (ex : raffineries), acheminées (ex : pipeline). Chacune de ces étapes nécessite de l'énergie et donc la consommation finale nécessite des consommations d'énergie intermédiaires. Pour rendre compte de ces consommations intermédiaires on a créé un indicateur qui s'appelle l'énergie primaire. Dans le cas du fioul, pour 1 kWh d'énergie finale achetée correspond 1,1 kWh d'énergie primaire si on estime que 10 % de l'énergie facturée a en réalité servi aux différentes phases d'extraction, de transformation et d'acheminement du combustible.

Équipements de chauffage

Les équipements de chauffage sont un élément essentiel pour comprendre le comportement thermique d'un bâtiment de logements et les émissions de gaz à effet de serre qui lui sont liés. Ils sont fonction de la performance des installations (plus ou moins vétustes...), du type d'énergie mobilisée (chaque énergie ayant une contribution aux émissions de carbone qui lui est propre) et des modes d'utilisation (collectif ou individuel).

Chaque période de construction correspond à des types de chauffage bien particuliers. Le chauffage individuel est très largement répandu à partir de 1975 (date de la première réglementation thermique) mais aussi dans le bâti très ancien dont les systèmes de chauffage d'origine (cheminées et poêles) ont été remplacés. Le chauffage collectif a été systématiquement employé lors des Trente Glorieuses, avec un usage intensif du fioul qui, au fil des ans, est remplacé par le chauffage urbain (CPCU) ou le gaz.

Forme urbaine

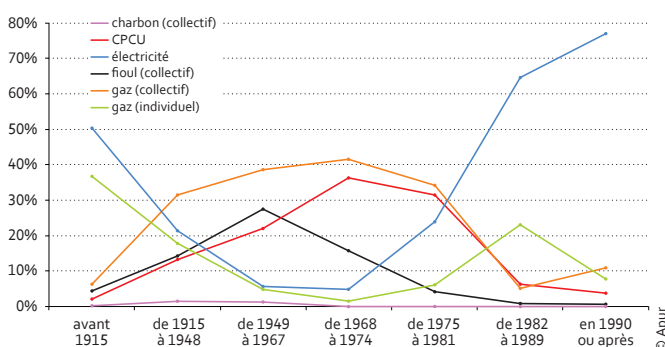
La forme urbaine décrit l'agencement des bâtiments au sein d'un même îlot ainsi que le rapport qu'ils entretiennent avec l'espace public et les espaces libres de l'îlot. La forme urbaine a énormément évolué au cours du temps à Paris. Les bâtis très anciens sont souvent inscrits dans des configurations denses avec peu de vides. À l'inverse au cours des Trente glorieuses les tissus urbains s'ouvrent, les îlots sont composés en plans libres et la densité est souvent plus faible (cf. illustration chronologique ci-après). La forme urbaine est un élément capital pour comprendre les consommations d'énergie du bâti. Les formes denses et compactes sont très mitoyennes et donc limitent les surfaces

Les chiffres de consommation en énergie primaire sont à regarder avec prudence, surtout lorsqu'ils sont censés arbitrer des solutions de réhabilitation dans le bâti.

En effet, l'énergie primaire n'est pas un indicateur qui permet de mesurer l'impact d'une mesure de réhabilitation sur le changement climatique car il n'y a aucun lien direct entre les émissions de carbone et la consommation d'énergie primaire.

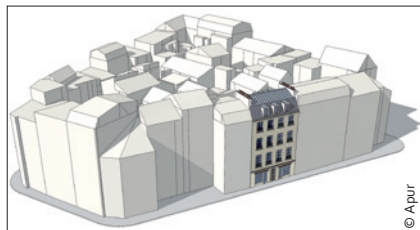
Pour illustrer ce propos on peut prendre le cas d'un groupe HBM consommant 200 kWh/m²/an de gaz. Si on constate que l'amélioration de la performance thermique de l'enveloppe est impossible car on estime que la valeur patrimoniale interdit toute intervention extérieure. Si dans ce cas une solution de géothermie apparaît comme possible. En la mettant en œuvre, on augmentera vraisemblablement la consommation en énergie primaire du bâtiment alors qu'on aura réduit considérablement l'impact climatique du bâtiment. Dans ce cas l'énergie primaire n'est pas un indicateur suffisant pour arbitrer en faveur de la solution de réhabilitation la plus pertinente.

Énergies et types de chauffage par période de construction à Paris (INSEE RGP99)



de façades par lesquelles les déperditions se font. À l'inverse les formes non mitoyennes auront tendance à être énergivores. En été la forme urbaine joue un rôle tout aussi important. Les formes compactes des centres anciens laissent peu rentrer le soleil et préservent donc les bâtiments de la surchauffe. La configuration traversante des appartements facilite la surventilation nocturne par tirage thermique naturel. Inversement les îlots ouverts des Trente Glorieuses exposent les bâtiments au soleil et facilitent donc la surchauffe des logements et, comme les appartements sont souvent non traversants, la surventilation nocturne est impossible.

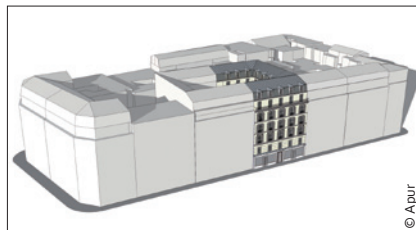
Avant 1800



Petites cours
Parcelles étroites (4 à 6m)
Ilots denses
Bâtiments fortement mitoyens
Bâtiments compacts

© Apur

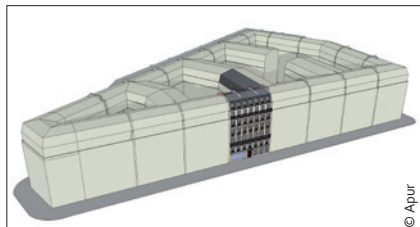
1801-1850



Agrandissement des cours
Parcelles plus larges (jusqu'à 18m)
Ilots denses aux formes géométriques
Bâtiments fortement mitoyens
Bâtiments compacts

© Apur

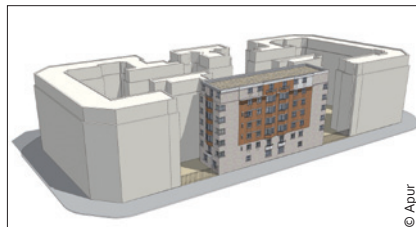
1851-1914



Parcelles larges (au moins 12m)
Ilots denses aux formes géométriques
Bâtiments fortement mitoyens
Bâtiments compacts

© Apur

1918-1939



(HBM)
Ilots ouverts qui restent denses
Baisse de la mitoyenneté
Baisse de la compacité (saillies, ...)

© Apur

1945-1974



Retrait d'alignement
Bâtiment en T
Beaucoup d'espaces libres
Bâtiments peu mitoyens
Bâtiments compacts

© Apur

1945-1974



Composition en plan libre
Beaucoup d'espaces libres
Bâtiments peu mitoyens
Bâtiments compacts

© Apur

1975-2000



Retour à l'îlot
Retour à la mitoyenneté
Beaucoup d'espaces libres
Bâtiments faiblement compacts

© Apur

Inertie thermique

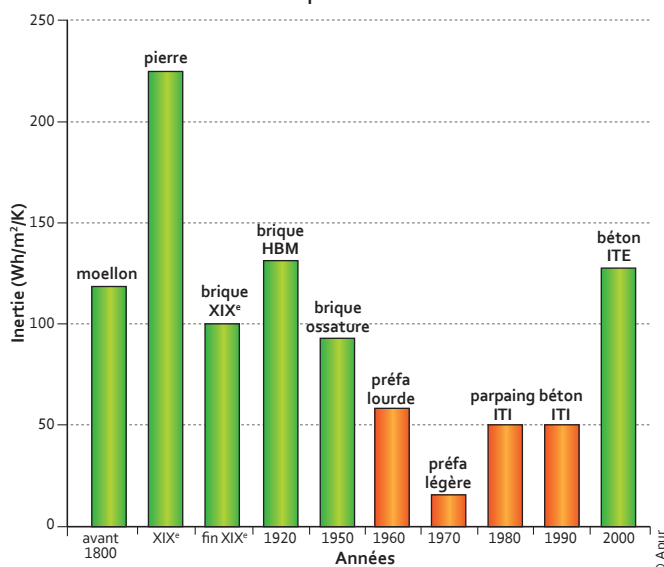
L'inertie thermique désigne la capacité qu'ont les murs d'un bâtiment à stocker de la chaleur dans leur masse. Les bâtiments anciens ont été conçus à une époque où la seule manière de se protéger efficacement du froid était d'épaissir les murs. Les bâtiments anciens ont donc généralement une forte inertie. Les bâtiments récents ont généralement peu d'inertie, les murs sont peu épais et fortement isolés (les isolants sont des matériaux sans inertie) car le discours sur la performance énergétique des bâtiments se focalise sur la question de l'isolation et non sur la question de l'inertie.

L'inertie a pourtant un rôle essentiel. En été l'inertie permet de se prévenir des phénomènes de surchauffe (notamment si on l'accompagne d'une surventilation nocturne).

En demi-saison, si l'écart de température entre le jour et la nuit est fort (ex: 10 °C/20 °C), l'inertie peut permettre d'éviter la mise en route du système de chauffage.

L'inertie est l'une des caractéristiques essentielles des bâtiments anciens que les opérations de réhabilitations thermiques ne devront en aucun cas compromettre surtout dans un contexte où la question du confort d'été risque de devenir de plus en plus capitale.

Inertie des murs selon les techniques constructives à Paris



© Apur

kWh/m²/an

La performance thermique d'un bâtiment est généralement exprimée par sa consommation en kWh/m²/an. Pourtant les kWh/m²/an n'expriment pas la consommation d'énergie d'un bâtiment et encore moins les émissions de carbone de ce dernier. Comme personne n'habite un logement de 1 m², la consommation d'énergie d'un logement doit être obtenue par la multiplication des

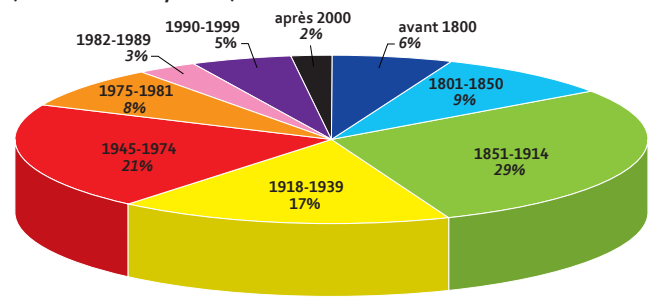
surfaces de logement par les consommations en kWh/m²/an. Un foyer de 4 personnes habitant un logement affichant 100 kWh/m²/an et de surface 50 m² consomme autant d'énergie qu'un foyer de 4 personnes habitant un logement BBC⁽ⁱⁱ⁾ de 100 m². La sobriété énergétique c'est donc à la fois porter son choix sur des logements performants et de petites tailles.

Solutions de réhabilitation

La part des logements parisiens par époque de construction est donnée dans le graphique ci-dessous. Chaque époque de construction renvoie à des techniques qui lui sont propres et donc donne une idée des solutions à envisager pour rendre les bâtiments plus performants d'un point de vue thermique. Néanmoins chaque bâtiment possède une configuration urbaine et une architecture qui lui est propre. En conséquence de quoi, il n'existe pas de solution universelle de réhabilitation qui marche pour tous les bâtiments d'une même période de construction. Les bâtiments doivent donc faire l'objet d'une approche au cas par cas. Toute démarche d'amélioration thermique doit passer en premier lieu par une compréhension du fonctionnement actuel du bâtiment afin d'en lister les pathologies existantes. On pense en particulier au cas de l'humidité qui est une question propre à chaque bâtiment et qui est le corollaire de la disposition urbaine (propre à chaque bâtiment), de la disposition des pièces humides ainsi que de l'état actuel de la ventilation (qui a parfois pu subir de

nombreuses modifications au cours du temps, en particulier dans le bâti ancien). Enfin rappelons que les solutions de réhabilitation doivent traiter à la fois la question du confort d'hiver et d'été. Une solution de réhabilitation dont l'impact en termes de surchauffe estivale n'a pas été étudié doit être considérée comme irrecevable.

Date de construction des logements parisiens
(INSEE RGP2007, APUR)



© Apur

Ventilation

Le renouvellement d'air dans les logements est essentiel car l'humidité et les divers polluants générés par les occupants (NO₂, CO₂, etc....) doivent être évacués.

Jusqu'en 1948, les bâtiments sont ventilés naturellement, le renouvellement d'air est assuré par les défauts d'étanchéité de la façade principalement les menuiseries, ainsi que par l'ouverture des fenêtres par les occupants. Ce renouvellement d'air est à la fois problématique et essentiel :

- il est problématique car le renouvellement d'air c'est de l'air chaud qui s'échappe ce qui aggrave le bilan thermique du logement,
- il est essentiel pour la santé des occupants mais aussi parce que les parois des bâtiments anciens laissent transiter la vapeur d'eau. La bonne ventilation des pièces est capitale surtout lorsque la structure ne peut supporter des phénomènes de moisissures (comme les structures en pans de bois). Le simple fait de changer des vitrages anciens pour des doubles vitrages performants, qui étanchéifieront le bâtiment, peut être source de désordre dans un bâtiment ancien si la question de la ventilation n'est pas posée en même temps.

Après guerre, les systèmes de ventilation mécanique ont commencé à équiper les logements, leur généralisation date des années 60. Dans un bâti devenu étanche avec la généralisation des murs en béton, la ventilation mécanique joue son rôle d'évacuation de l'air vicié. Ces systèmes mécaniques sont « en théorie » des systèmes performants qui aujourd'hui règlent automatiquement leur débit selon le niveau d'occupation des logements (systèmes hygroréglables), et récupèrent même les

calories de l'air chaud avant de le rejeter dehors (systèmes double flux). L'essentiel des problèmes vient de la mauvaise acceptabilité de ces systèmes par les occupants des logements. Beaucoup d'habitants voient d'un mauvais œil le fait de vivre dans un logement étanche dont le renouvellement d'air est assuré indépendamment de leur volonté. Les premiers systèmes mécaniques des années 70 étaient en général jugés trop forts dans les pièces à vivre, ce qui créait de l'inconfort lié à la pénétration du froid, et trop faibles dans les chambres ou les cuisines alors que le renouvellement de l'air y est jugé capital. Le réflexe des habitants



© Apur

Ventilation

(ii) – BBC pour Bâtiment Basse Consommation, sa consommation est d'environ 50kWh/m²/an

fut alors, dans de nombreux cas, de boucher les ventilations en façade et d'aérer eux-mêmes par ouvertures des fenêtres les pièces qu'ils jugeaient mal ventilées. Si aujourd'hui les systèmes mécaniques sont jugés techniquement performants, leur accep-

tabilité sociale n'est toujours pas documentée alors que tous les projets de réhabilitation ambitieux tablent sur des systèmes de ventilation mécanique afin de répondre aux objectifs de réduction de consommation d'énergie.

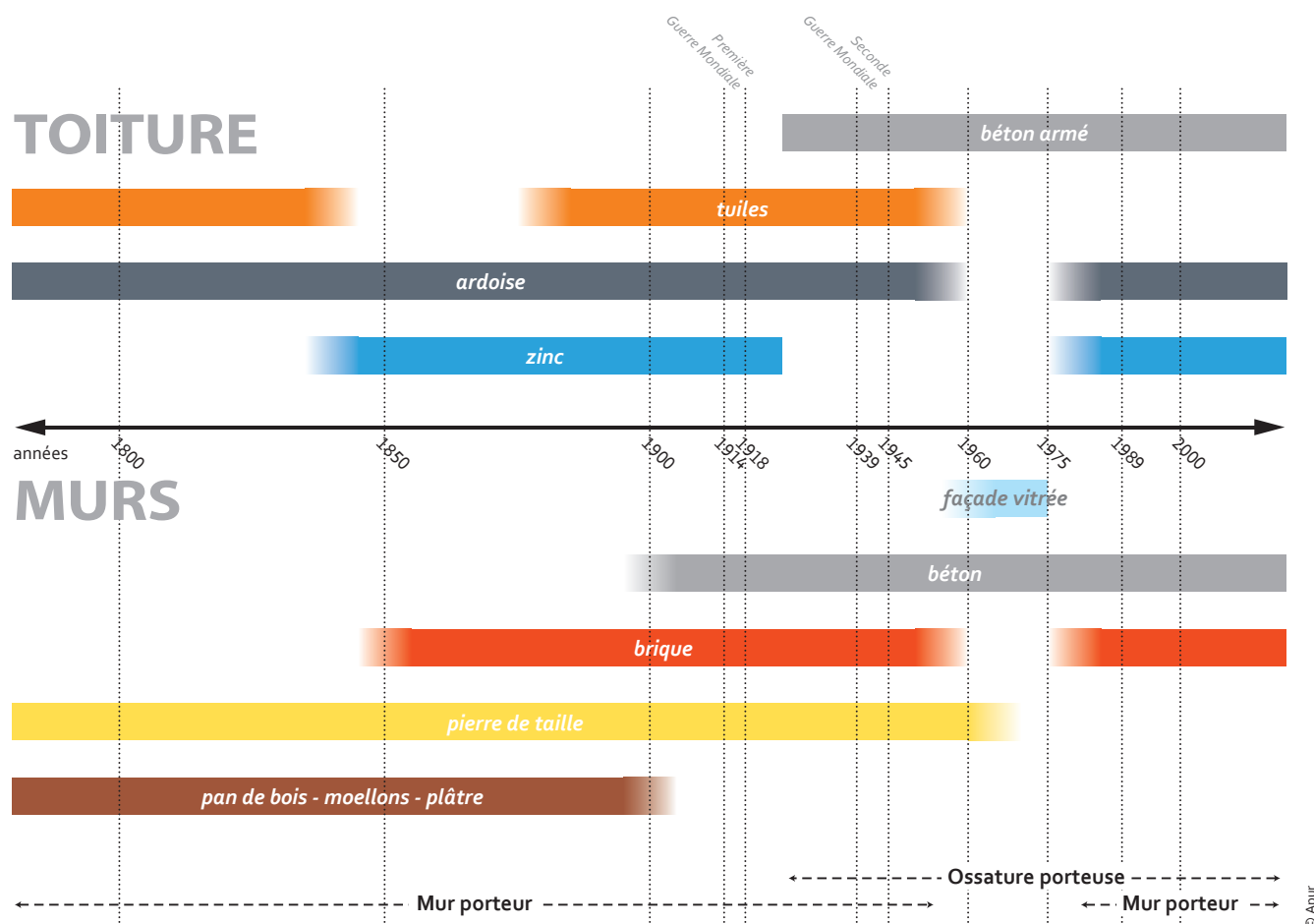
Matériaux de construction

La connaissance des matériaux présents dans les murs et les toitures des immeubles collectifs parisiens est indispensable à la compréhension de leur comportement thermique et hygrométrique. Une rapide analyse des types de matériaux dans les murs et sur les toitures, selon les périodes de construction, montre des différences au regard des matériaux mobilisés, de leur épaisseur et de leur homogénéité relative. Historiquement, les matériaux naturels relativement simples à produire (bois, pierre, brique), ont été remplacés par des matériaux artificiels nécessitant des techniques de production plus élaborées et plus consommatrices d'énergie (métal, béton...). L'évolution des techniques de construction s'est également traduite par une diminution des

épaisseurs des murs⁽ⁱⁱⁱ⁾, et une augmentation progressive des dimensions des ouvertures en façade. Ces tendances historiques se traduisent par des variations parfois importantes du comportement thermique des bâtiments de logements à Paris (inertie des murs, phénomènes de parois froide, ponts thermiques...). Il en découle, dans les logements collectifs parisiens, des différences en termes de qualité de vie et de confort d'été.

Le graphique de synthèse rappelle la composition des toitures et des murs de façade, sans nécessairement tenir compte de la variété des matériaux utilisés en parement ou en enduit, ni des systèmes spécifiquement dédiés à l'isolation thermique mis en œuvre après les années 1970.

Principaux matériaux présents dans les immeubles collectifs parisiens par période de construction



(iii) – PICON A., « La notion moderne de structure », Culture constructive. Les cahiers de la recherche architecturale, n° 29, 1992, pp. 101-110.

Ardoise

L'ardoise est composée de schiste, c'est-à-dire d'argile ayant subi un processus de métamorphisation. Traditionnellement, les carrières d'ardoises sont situées près d'Angers, dans les Ardennes, ou encore en Bretagne et dans les Pyrénées.

L'ardoise est plus légère et plus solide que la tuile. Elle sert principalement pour les pans inclinés des toitures, notamment le brisis des combles à la Mansart, à partir du XVII^e siècle. Au départ réservé aux bâtiments les plus prestigieux, la baisse des coûts d'acheminement entre le XVII^e et le XIX^e siècle (percement des canaux de Briare entre la Loire et la Seine, et de l'Ardenne entre la Meuse et l'Aisne) et la généralisation des immeubles de rapport avec combles mansardés permet sa diffusion plus large. Comme la tuile, l'ardoise est inadaptée à l'horizontalité des toitures-terrasses.



Brisis en ardoise

© Apur

Bétons

Le béton est un matériau artificiel composé de gravillons ou de petits cailloux, et d'un liant hydraulique, le ciment (lui-même composé de chaux et de sable). Il existe différents types de béton (hydrofuge, cellulaire, THPE...). On peut également lui associer un ferrailage en acier pour améliorer la résistance du mur. On parle alors de béton armé. Il est utilisé pour la première fois en logement collectif à la fin du XIX^e siècle^(iv).

Dans les bâtiments de la première moitié du XX^e siècle, la baisse du coût de production des bétons et l'amélioration des qualités du matériau favorisent sa généralisation pour les éléments structuraux (linteaux, encadrements de fenêtres, terrasses, balcons, loggias...), puis en pleine épaisseur du mur. Après la seconde guerre mondiale, il devient le matériau prédominant dans la construction d'immeubles de logements collectifs. Sa grande résistance mécanique permet la construction d'immeubles où l'ossature (poteaux-poutres) autorise des pièces et des baies en façade de plus grande dimension. Les façades sur rue et sur cour sont souvent traitées de manière indifférenciée.

Le béton armé peut être soit « banché », c'est-à-dire coulé directement en chantier à l'aide de coffrages-outils, soit préfabriqué, ce qui permet de produire à moindre coût et à plus grande échelle. Il faut distinguer la préfabrication dite « lourde » et celle dite « légère », qui se développe plutôt sur la fin de la période. La première fait appel à des éléments de grande taille, dont la manipulation nécessite de gros moyens (grandes grues de montage...)

et entraîne des coûts de transport importants ; la seconde, bénéficiant de la mise au point de matériaux plus légers (panneaux d'aluminium ou de verre), permet la manipulation d'éléments plus petits ou plus adaptables.

L'utilisation du béton pour les éléments structuraux (bow-windows, linteaux de fenêtres, balcons...) dans les murs en briques, est génératrice de ponts thermiques, surtout s'il s'agit de béton armé. Par ailleurs, la mise en œuvre du béton sous forme de panneaux préfabriqués génère également des ponts thermiques au niveau des dispositifs de liaison.



Béton

© Apur

Brique

La brique est un élément de maçonnerie artificiel, issu de la cuisson d'un mélange de terre argileuse et de sable façonné dans un moule en bois ou en fer. Traditionnellement, la dimension de la brique pleine parisienne est de 22 cm x 11 cm x 5,5 cm. Son utilisation quasi systématique dans les logements ouvriers de la fin du XIX^e siècle et dans les logements HBM de la ceinture des Maréchaux de l'entre-deux-guerres a contribué à associer la brique au logement social.

Pendant tout l'Ancien Régime, la fabrication de la brique pleine reste un procédé relativement coûteux. C'est pourquoi on ne

la trouve que de manière ponctuelle (lotissement de la place des Vosges, 1610-1615). La brique pleine est largement utilisée dans la construction des logements ouvriers de la fin du XIX^e siècle. On la trouve également pour les façades sur cour des immeubles haussmanniens et post-haussmanniens, où elle est généralement enduite et remplace le mur en pans de bois et en moellons. En effet, les nouvelles techniques de cuisson au coke mises au point pendant le XIX^e siècle ont permis une production plus économique et de plus grande ampleur. Dans certains immeubles construits au début du XX^e siècle, une lame

(iv) – Immeuble situé au n° 92 rue de Miromesnil (8^e arrondissement), réalisé par François Coignet en 1868 ; immeuble situé au n° 1 rue Danton (6^e arrondissement), réalisé par François Hennebique en 1900.

d'air est laissée entre deux rangées de briques pleines, pour assurer une meilleure performance thermique du mur.

La disparition des savoir-faire sur les matériaux anciens, avec les pertes humaines de la première guerre mondiale, et la nécessité de faire baisser les coûts économiques de la construction favorisent l'essor de l'utilisation de la brique pleine après 1918, avant que le béton armé ne vienne l'éclipser. Avec les nouvelles orientations urbanistiques du début des années 1980, la brique est à nouveau utilisée en remplissage ou en parement, dans les constructions.

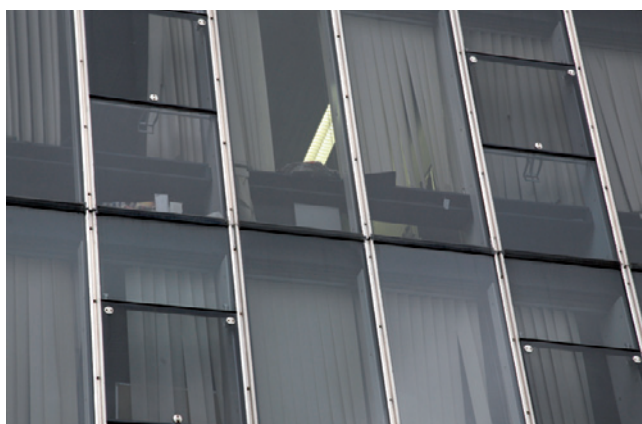


Brique

Façades vitrées

Dans certains types d'immeubles de logements collectifs des années 1960 et 1970, tels que les IGH (immeubles de grande hauteur) et les immeubles en formes de grandes barres avec fenêtres en bande, la présence du verre est tellement importante que la façade ne peut plus seulement être considérée comme un mur percé de baies, mais comme une véritable paroi de verre. Le comportement thermique de ce type de mur se distingue, par rapport aux autres matériaux, par une très faible inertie thermique et des apports solaires très importants. Elle est généralement associée à une structure métallique ou à des panneaux préfabriqués en béton armé, qui multiplient les ponts thermiques.

Les immeubles à façades vitrées doivent être surchauffés par de puissants systèmes de chauffage collectif en hiver afin de compenser l'inconfort créé par l'effet de paroi froide. On peut ainsi atteindre dans ces logements de forts niveaux de consommations d'énergie.



Façade vitrée

Pans de bois – moellon calcaire – plâtre

On désigne par pan de bois un assemblage de pièces de bois dans un plan vertical formant ossature. Les interstices entre les pièces de bois sont remplis par un blocage en pierres de petite taille (moellons bruts, cailloux...), le tout lié et enduit de plâtre. Ce type de mur concerne majoritairement les bâtiments les plus anciens construits à Paris, au moins jusqu'à la première moitié du XIX^e siècle sur rue. Dans quelques bâtiments récents, le bois est utilisé de manière beaucoup plus ponctuelle (parement, volets, panneaux en fibre de bois...).

Cette importance du bois dans la construction ancienne s'explique par la disponibilité des ressources régionales et par les facilités d'acheminement dues à la présence du bassin hydrographique de la Seine. Pendant tout l'Ancien Régime, le plâtre, qui absorbe bien l'humidité et limite les risques de propagation en cas d'incendie, est un produit économique et abondant dans les couches crayeuses du bassin parisien.

La composition hétérogène de ce type de mur, en termes de matériaux, induit des comportements thermiques différenciés et une grande proportion de liants, favorisant le transfert d'humidité de l'intérieur vers l'extérieur du bâtiment. Par ailleurs, le pan de bois



Moellon smilé

Pierre de taille calcaire

La pierre de taille est, à Paris, un matériau noble, socialement marqué, qui reste encore aujourd'hui associé aux immeubles bourgeois haussmanniens ou de standing.

On utilise généralement des calcaires tendres pour les pierres de façade et des calcaires semi-durs pour les saillies. Traditionnellement, les calcaires provenaient des carrières à proximité de Paris^(v). Avec le développement des transports fluviaux et ferroviaires au XIX^e siècle, le bassin d'approvisionnement s'est élargi (pierres de Bourgogne et de Lorraine).

Dans les bâtiments les plus anciens datant de l'Ancien Régime, la pierre de taille est réservée aux bâtiments exceptionnels (églises, hôtels particuliers). Si, dès le Moyen-Âge, elle est utilisée en soubassement de l'immeuble (rez-de-chaussée et premier étage), c'est à partir du XVII^e siècle qu'on trouve la pierre de taille pour les éléments structurels (entourages de fenêtres, chainages d'angle...) auparavant en bois.

La pierre de taille est largement présente dans les façades sur rue des immeubles de rapport construits entre 1851 et 1914. On retrouve également la pierre en pleine épaisseur du mur ou en parement pour les immeubles de standing de l'entre-deux-guerres et des années 1950 et 1960. En effet, à partir du milieu du XIX^e siècle, les innovations techniques de la révolution industrielle ont permis la mécanisation du sciage et du levage de la pierre de taille, et ont facilité son acheminement, ce qui a

contribué à la baisse des coûts de production.

Plus la densité de la pierre calcaire utilisée et son épaisseur sont importantes, meilleure est l'inertie de ce type de mur. Le système de fixation des poutres métalliques supportant le plancher, dans l'épaisseur du mur de façade en pierre de taille, peut générer des ponts thermiques. La diminution de l'épaisseur du mur dans les étages supérieurs ou les changements de matériaux en cas de surélévation, produisent des variations de comportement thermique.



Pierre de taille calcaire

© Apur

Structure Porteuse

Il existe deux grands types de structure porteuse : soit par les murs extérieurs ou de refend du bâtiment, soit par l'ossature (c'est-à-dire par poteaux-poutres).

Les matériaux de construction traditionnels (pans de bois, brique, pierre de taille...) peuvent être utilisés dans le cas d'une enveloppe porteuse, à condition que les murs soient suffisamment dimensionnés, c'est pourquoi on retrouve ce type de structure porteuse dans pratiquement toutes les périodes de construction à Paris.

Tous les immeubles parisiens construits avant 1914 présentent des murs de façade ou de refend porteurs. Avec l'utilisation massive du béton armé, matériau ayant une résistance mécanique importante, le système de l'ossature porteuse se diffuse, pour devenir quasi exclusif pour les bâtiments construits durant les Trente Glorieuses. Dans ce dernier cas les façades sont libres et s'affranchissent des contraintes structurelles. L'ossature porteuse permet alors de diminuer les épaisseurs des murs et d'agrandir les ouvertures, c'est pourquoi les murs des immeubles construits durant cette période présentent une faible inertie thermique. Contrairement à un immeuble construit en murs porteurs, les nez de dalle de plancher arrivent plus souvent jusqu'au nu extérieur de la façade, ce qui crée des ponts thermiques.

Depuis les années 1980, les deux systèmes (par enveloppe porteuse et par ossature porteuse) coexistent.



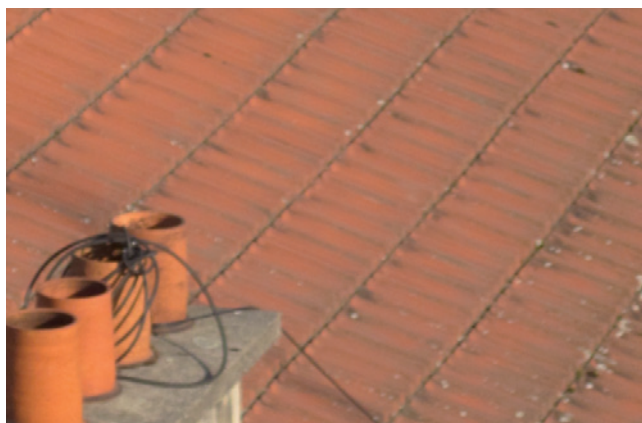
Structure porteuse

© Apur

(v) – Saint-Maur, Saint-Germain-en-Laye, Nanterre ou encore Gentilly pour les calcaires tendres ; Bagneux, Butte-aux-Cailles ou encore Arcueil ou Châtillon pour les calcaires semi-durs.

Tuiles

La tuile est un élément en terre cuite, comme la brique. La tuile plate dite « de Bourgogne » subsiste dans quelques bâtiments anciens situés sur les îles Saint-Louis et de la Cité, dans le quartier du Marais et dans quelques tissus de faubourg (Saint-Antoine, Mouffetard). On retrouve la tuile en toiture des immeubles des logements ouvriers collectifs de la fin du XIX^e siècle, des HBM des années 1920 et 1930, et des immeubles de type MRU des années 1950. En effet, malgré l'utilisation du zinc qui vient concurrencer la tuile traditionnelle à partir du XIX^e siècle, la mise au point de procédés industriels de fabrication a permis sa réintroduction avec un nouveau système d'accrochage par emboîtement. Ce dernier lui confère une meilleure résistance à l'arrachage par le vent et évite les remontées d'eau par capillarité. Malgré tout, dans le logement collectif parisien, la tuile reste minoritaire par rapport au zinc, quasi systématiquement utilisée à l'occasion de surélévations des parties supérieures des bâtiments. Comme l'ardoise, la tuile est inadaptée à l'horizontalité des toitures-terrasses.



Toiture tuile

© Apur

Zinc

Le zinc est un minéral métallique, traité et laminé pour obtenir de grandes feuilles. C'est un matériau léger et aisé à travailler, qui résiste bien au vent et à l'humidité, et qui accepte toute forme de pente. La couverture en zinc est mise au point au début du XIX^e siècle et est encore utilisée dans les constructions récentes. Il couvre actuellement 85 % des toitures parisiennes. Il est très utilisé pour le terrasson des combles mansardés et à l'occasion de la surélévation des bâtiments antérieurs au XIX^e siècle.



Toiture zinc

© Apur

