

Analyse de la performance thermique des logements parisiens construits entre 1851 et 1914



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 : Jean-Christophe Bonijol et Florent Bruneau

www.apur.org

1851-1914



Immeubles de rapport, construits entre 1851 et 1914, rue de Chateaudun, 9^e arrondissement.

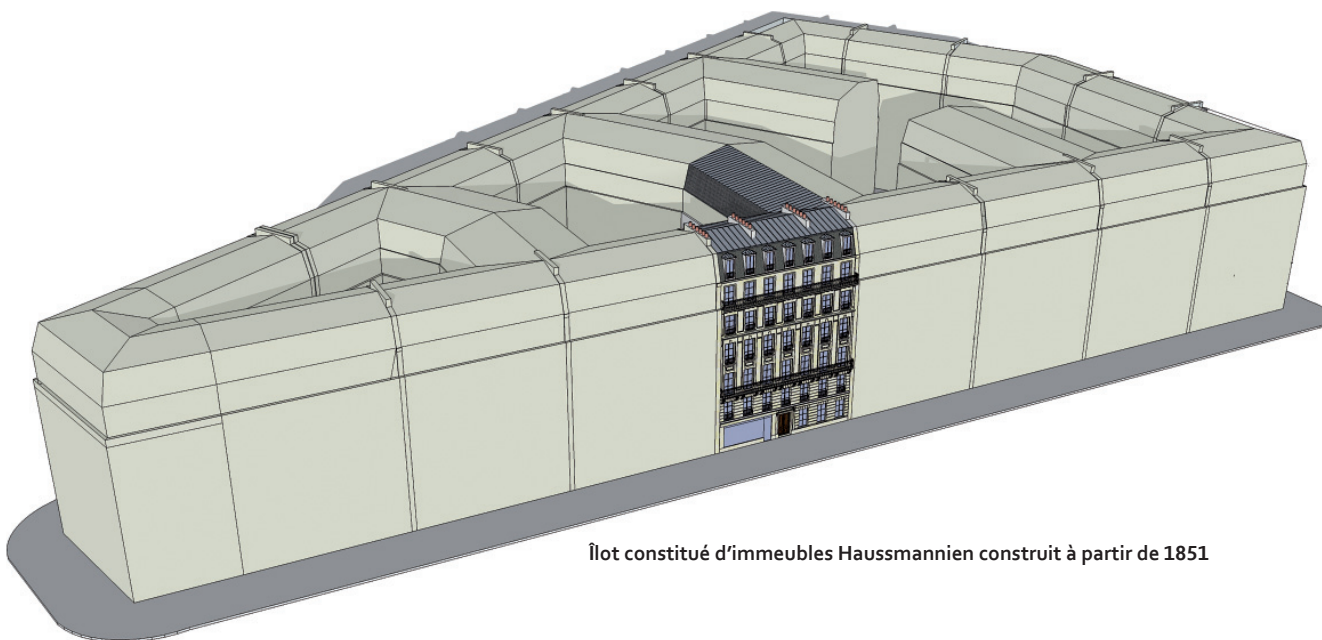
Ce cahier analyse la performance thermique des bâtiments de logements construits à Paris entre 1851 et 1914, il propose un ensemble de réflexions permettant d'améliorer les consommations d'énergie de ces bâtiments en hiver comme en été.

Dans une première partie, le contexte de la production de logement est rappelé, on s'efforce de montrer comment la production d'une ville est influencée par les facilités d'accès à l'énergie et la nature des énergies disponibles.

Dans une seconde partie la forme urbaine et les techniques constructives sont analysées.

Enfin dans une troisième partie, les atouts et les faiblesses des bâtiments en tant que consommateurs d'énergie sont illustrés par des images thermographiques et par des analyses thermiques.

On estime aujourd'hui à 29 % les logements parisiens construits entre 1851 et 1914.



Îlot constitué d'immeubles Haussmannien construit à partir de 1851

Schéma de principe de forme urbaine

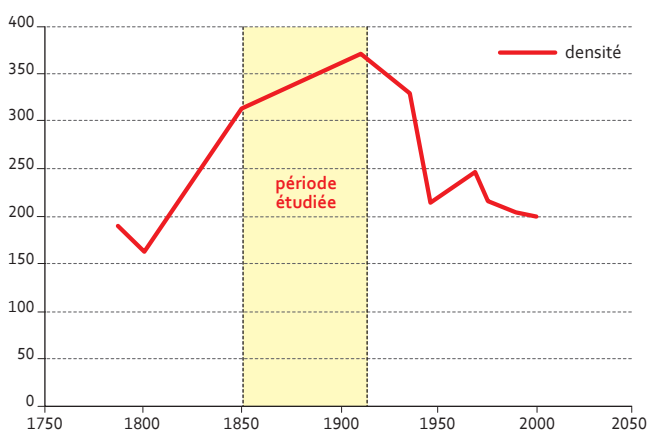
Contexte de la construction

Environ 29 % des immeubles de logements collectifs parisiens ont été construits entre 1851 et 1914. Durant cette période, Paris fait l'objet de très importantes transformations urbaines par une politique de grands travaux destinée à adapter la capitale à ses nouvelles fonctions industrielles, économiques et culturelles. La demande en ressources fossiles explose et accompagne des mutations techniques profondes.

Démographie

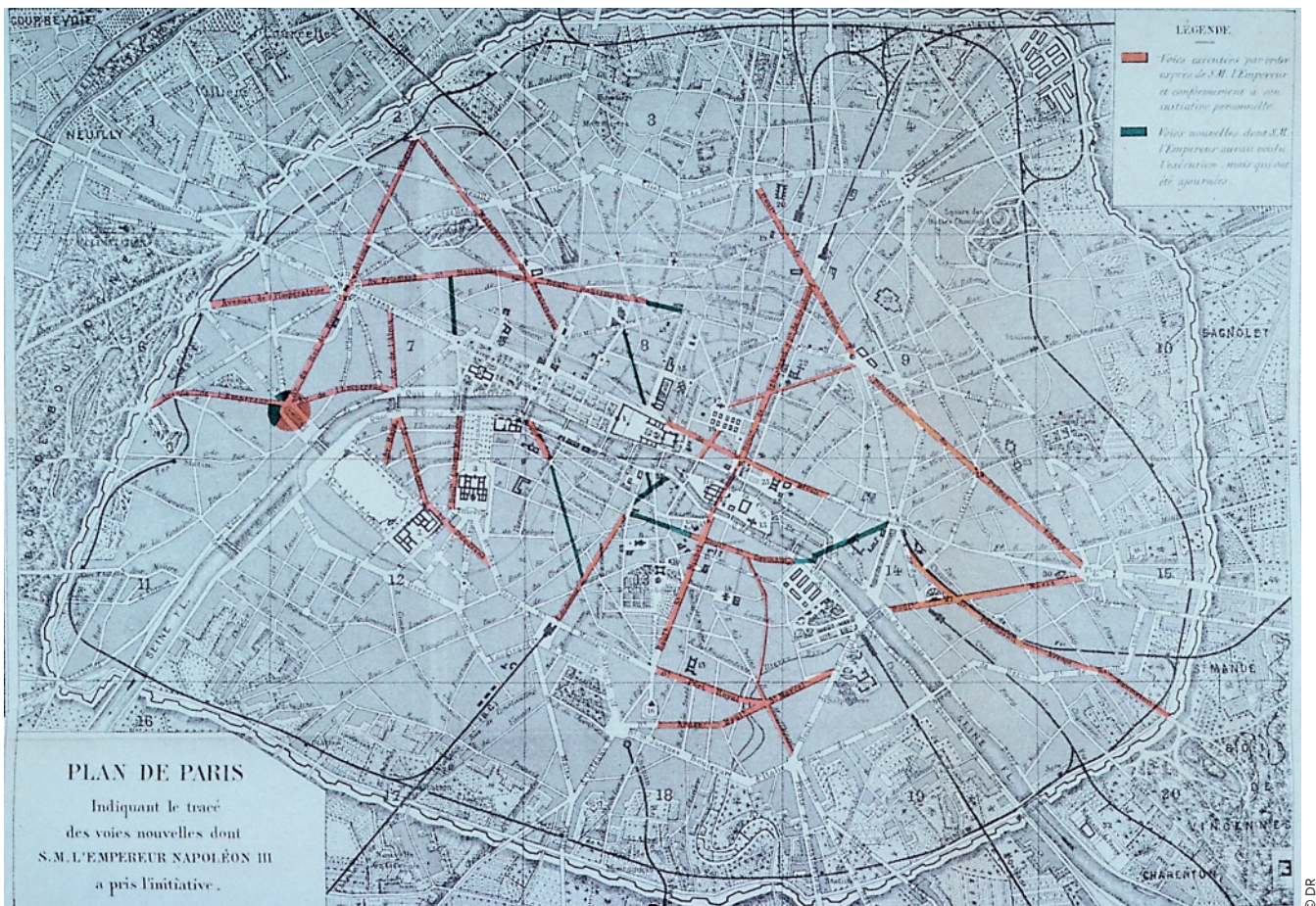
Paris s'industrialise et sa croissance économique et commerciale génère d'importants flux migratoires depuis la province, soutenus par le développement des transports ferroviaires. Sa population passe d'environ 1,6 millions d'habitants en 1860 à 2,9 millions à la veille de la première guerre mondiale. Avec l'annexion des communes limitrophes en 1860, la population parisienne représente quasiment 70 % de celle de l'agglomération à la fin de la période. La densité humaine est d'environ 370,2 habitants à l'hectare.

La densité humaine à Paris au XVIII^e siècle (en habitants/hectare)



Urbanisme

Paris se densifie et passe de 12 à 20 arrondissements en 1860. À la veille de la première guerre mondiale, la superficie de la capitale est d'environ 7 800 hectares. La demande en logements est très forte et l'offre insuffisante. Les questions de santé publique et de salubrité des logements sont récurrentes, face à des taux de mortalité élevés dans les îlots identifiés comme « insalubres » au début du XX^e siècle. Le paysage urbain hérité de cette époque se caractérise par une apparente homogénéité. Elle résulte des aménagements qui se sont essentiellement appuyés sur la maîtrise de l'espace public et sur la diffusion de l'immeuble de rapport haussmannien comme modèle architectural unique. La transformation de Paris s'opère dans le cadre d'un dessein urbain global, porté par le préfet Haussmann et ses successeurs, issu de la convergence entre le pouvoir politique fort du Second Empire, la mobilisation des investissements privés et une nouvelle conception de la ville et de son rôle social.



Plan de Paris indiquant le tracé des voies nouvelles dont S.M. l'Empereur Napoléon III a pris l'initiative

in : MERRUAU (Ch.) Souvenirs de l'Hôtel de Ville de Paris 1848-1852. P., Plon, 1875 2947 x 2135

Économie

La poussée démographique, l'essor de l'activité de la construction et de l'industrialisation de la capitale suscitent une explosion de la demande en ressources énergétiques et en matières premières à Paris. Le développement des activités industrielles et économiques se fonde sur une utilisation croissante de l'acier et du charbon, acheminé par voie ferrée ou par voies navigables depuis les bassins houillers du nord de la France ou de la région de Saint-Étienne. À la fin du XIX^e siècle, les ouvriers représentent un tiers de la population totale parisienne, mais sont en réalité deux fois plus nombreux (environ 750 000) que lors de la période précédente. Le développement des nouvelles activités industrielles parisiennes favorise l'urbanisation des nouveaux quartiers, notamment dans la partie nord-est de la capitale qui devient le premier centre de production de biens d'équipement pour l'industrie et la consommation courante de Paris.

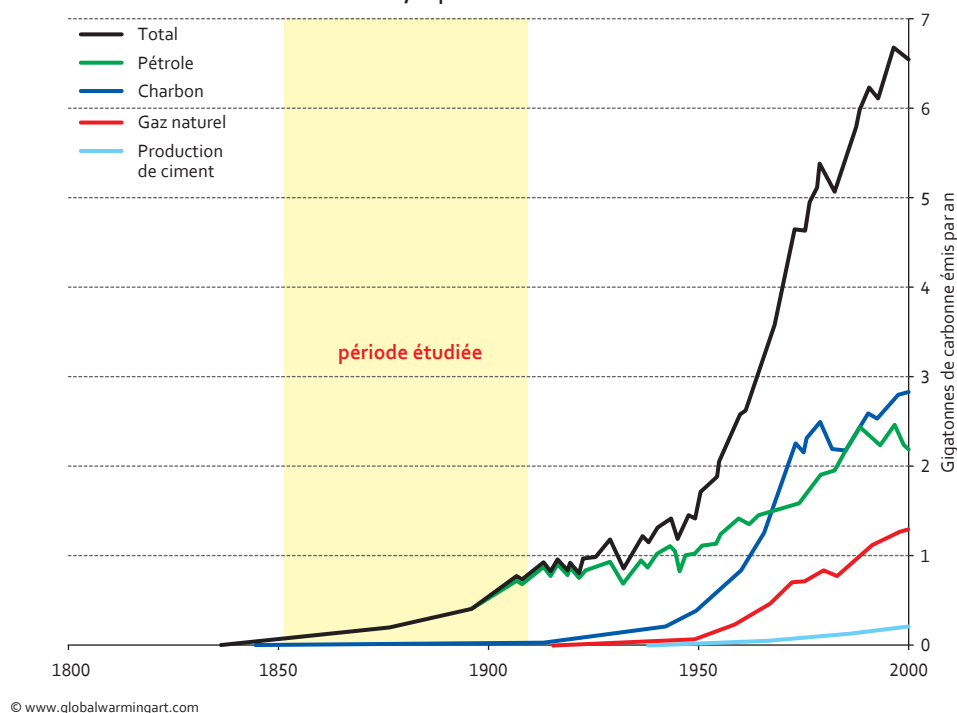
L'activité de construction est très intense. En un peu plus d'un demi-siècle, le nombre d'immeubles à Paris a été multiplié par pratiquement trois, et la capitale compte environ 84 000 immeubles à la veille de la Première Guerre Mondiale.

Énergie

À partir de la seconde moitié du XIX^e siècle, l'industrialisation de la France alimente le processus d'urbanisation, et accélère l'exode rural et les mutations économiques des campagnes. Cette « révolution industrielle » est le moment crucial où les sociétés humaines basent pour la première fois leur développement sur l'exploitation industrielle à grande échelle de combustibles fossiles, principalement le charbon, favorisée par des innovations techniques multiples. À cette époque, les ressources naturelles sont perçues comme infinies et inépuisables. La vision dominante des rapports entre l'homme et son environnement est celle d'une nature « domestiquée ».

Le charbon (de bois ou de terre) est consommé tel quel ou sert à produire d'autres énergies primaires comme le gaz de ville. On estime encore à plus de 400 000 m³ la consommation annuelle de charbon de bois à Paris pour le chauffage à la fin du XIX^e siècle, mais elle est devenue minoritaire par rapport à celle de la houille (charbon de terre). En 1910, la production annuelle de houille de la France était d'environ 40 millions de tonnes. Le gaz de ville est avant tout utilisé pour l'éclairage public puis pour alimenter les logements et progressivement pour le chauffage collectif à partir des années 1870. L'électricité fait son apparition beaucoup plus tardivement. En 1901, seuls 7 % des logements parisiens disposent de l'électricité, essentiellement pour l'éclairage des cages d'escalier et le fonctionnement des premiers ascenseurs.

Les émissions mondiales de carbone fossile, depuis 1800.



Forme urbaine et analyse architecturale

Répartition des bâtiments sur le territoire parisien

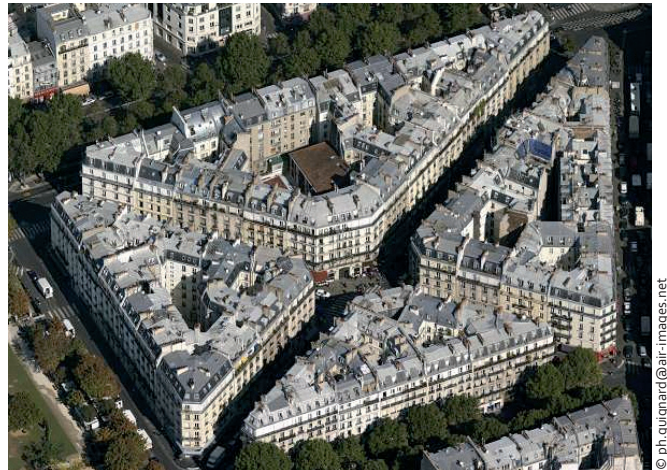
Les bâtiments de logements collectifs datant de cette période se retrouvent aussi bien dans les quartiers centraux que dans les secteurs périphériques de Paris, avec une forte présence dans l'ouest. Ils sont situés principalement le long des grandes avenues percées à cette époque (boulevards Sébastopol ou Saint-Michel...), autour des trois grandes gares du nord de Paris, dans les lotissements dont la construction a commencé durant la première moitié du XIX^e siècle (quartiers de l'ouest du parc Monceau, de l'Europe, du Champ de Mars-Invalides...) et le long des nouvelles voies principales ouvertes dans les territoires annexés.

Forme urbaine

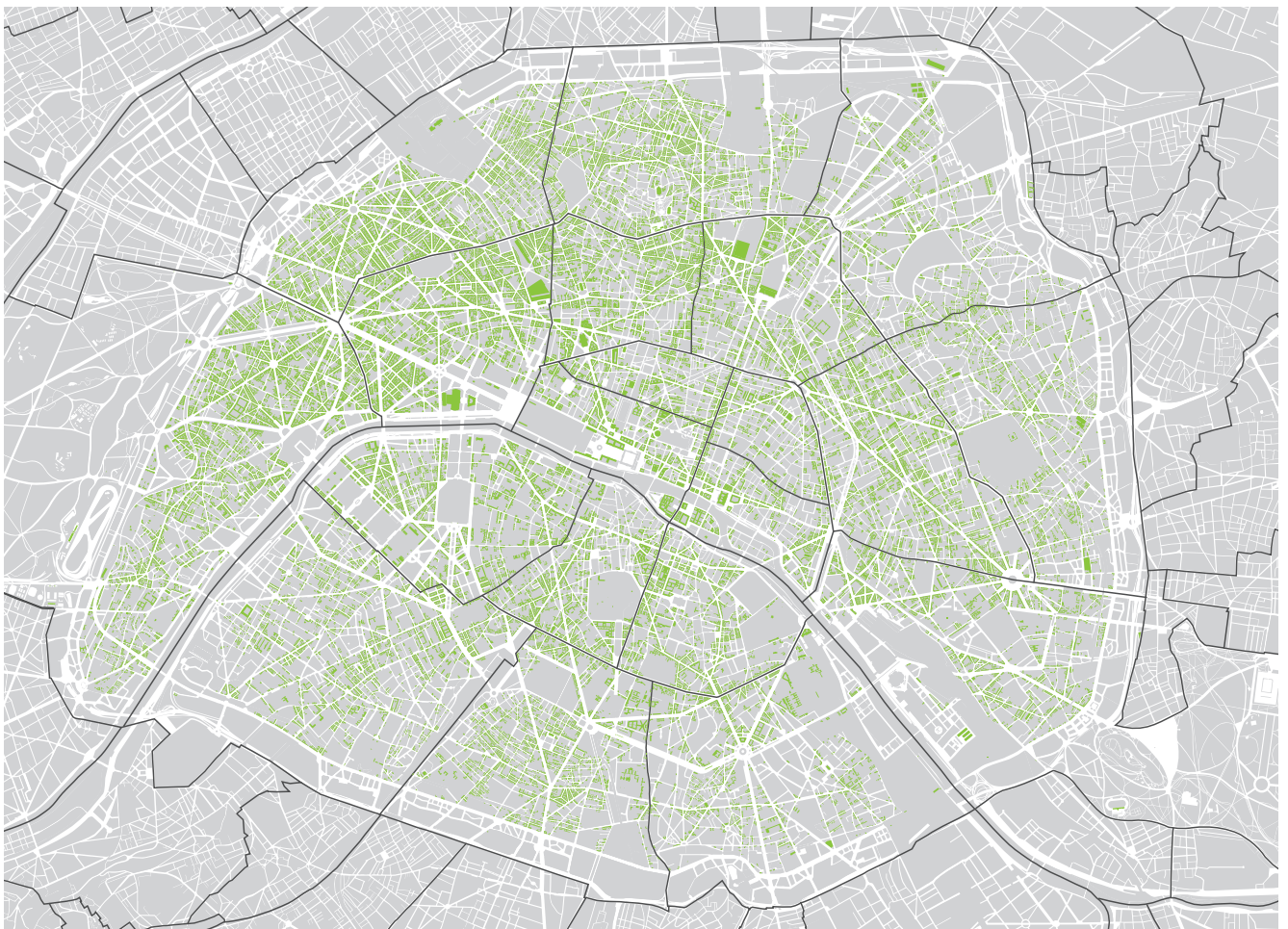
La forme urbaine issue de la seconde moitié du XIX^e siècle représente une part considérable du paysage du territoire parisien. Elle découle d'une vision globale de l'aménagement de Paris, avec un intérêt particulier apporté à l'aménagement des voies publiques.

Dans les percées comme dans les lotissements, les voies sont larges (rarement inférieures à 18 mètres) et rectilignes, et s'inscrivent dans un réseau hiérarchisé. La forme géométrique des îlots est assujettie au tracé des voies.

Le découpage parcellaire est très étudié pour offrir une occupation maximale et homogène du sol. Les parcelles sont généralement de forme régulière, avec un minimum de 12 mètres de large sur la rue. À l'échelle de l'îlot, les bâtiments forment un ensemble généralement très compact, minéral et dense. Les volumétries sont homogènes : de R+5+C pour les immeubles bâtis avant 1902 et jusqu'à R+6+2C ou +3C pour ceux édifiés après 1902, date à laquelle le règlement devient plus permissif et admet une densité de construction plus importante. Les bâtiments sont systématiquement implantés à l'alignement sur rue.



Rue de Dunkerque et rue de Guérande, 9^e arrondissement. Immeubles de rapport, opération de lotissement.



Les bâtiments de logements collectifs construits à Paris entre 1851 et 1914.

La mise en commun des cours intérieures entre plusieurs parcelles est souvent recherchée, avec un adossement de bâtiments mono-orientés aux murs mitoyens dans la profondeur des parcelles. La présence de courettes est systématique pour permettre la ventilation naturelle des pièces de service sur cour.

Les quartiers périphériques présentent un paysage urbain moins compact et plus hétérogène. Les lotissements y sont plus ponctuels ou de plus petite dimension. L'implantation des bâtiments à l'alignement et en mitoyenneté limite les déperditions énergétiques, en multipliant les adossements. Compte-tenu de la taille des voies, les apports solaires sur rue sont relativement importants, pondérés par une élévation progressive des hauteurs de construction et la présence d'alignement d'arbres, qui créent des effets de masque.

Techniques de Construction

Les techniques de construction de l'époque profitent de la baisse des coûts de production et des gains de temps dans l'acheminement des matériaux et dans la construction des bâtiments, grâce au développement de l'industrie, à l'apparition de nouveaux matériaux (métal, puis béton, pour les solives des planchers à la place du bois), aux débuts de la standardisation (mécanisation du sciage et du levage de la pierre de taille) et à certaines innovations techniques (nouvelles méthodes de cuisson pour obtenir des briques de meilleure qualité...). Les matériaux mobilisés dans la construction se sont diversifiés, avec notamment l'utilisation croissante de la fonte, puis de l'acier, ou encore du béton à partir de la fin des années 1860 (92, rue de Miromesnil, réalisé par François Coignet).



Immeuble de type haussmannien



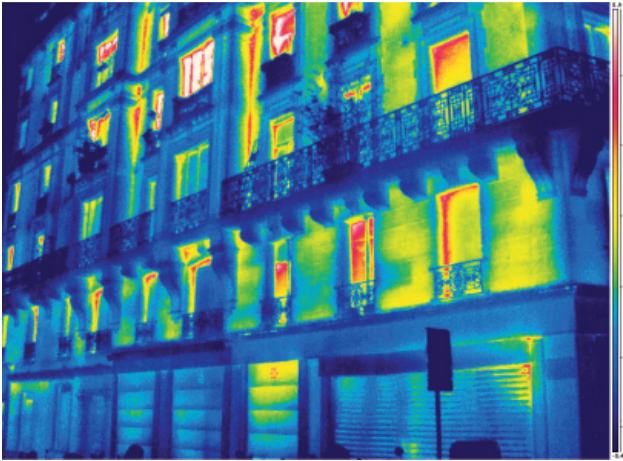
Immeuble de type post-haussmannien



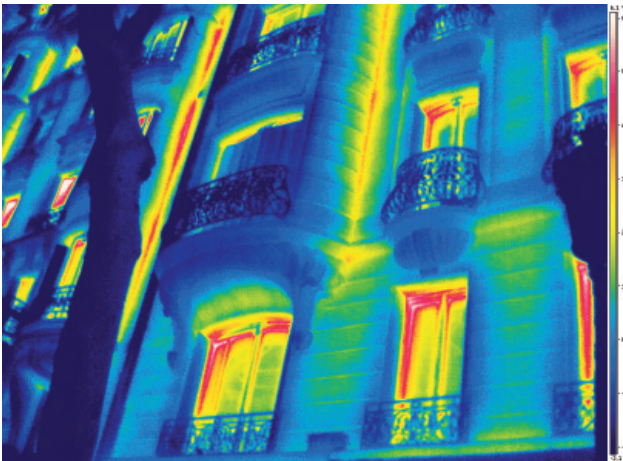
Immeuble de type ouvrier

	TYPE HAUSSMANNIEN	TYPE POST-HAUSSMANNIEN	LOGEMENT OUVRIER COLLECTIF
HAUTEUR	R+5+C	R+5+C à R+6+2C	R+4 à R+6
FAÇADE	Balcon filant à l'étage de couronnement et à l'étage noble	Balcon filant à l'étage de couronnement et à l'étage noble Ornementation riche Oriels, loggias	Brique apparente
STRUCTURE	Façade porteuse Façades sur cour souvent plus fines	Façade porteuse Façades sur cour souvent plus fines	Façade porteuse Façades sur cour souvent plus fines
ENVELOPPE	Murs en pierre de taille (de 40 cm à 50 cm environ) Pans de bois avec remplissage en maçonnerie (de 25 cm à 30 cm d'épaisseur environ) Métal pour les éléments structurels	Murs en pierre de taille (de 40 cm à 50 cm environ) Pans de bois avec remplissage en maçonnerie (de 25 cm à 30 cm d'épaisseur environ) Béton armé ou métal pour les éléments structurels	Brique en remplissage et en parement (de 40 cm à 50 cm d'épaisseur sur rue et de 20 à 30 cm sur cour) Béton armé ou métal pour les éléments structurels
OUVERTURES	Menuiseries en bois Menuiseries PVC (si rénovation) Simple-vitrage Double vitrage	Menuiseries en bois Menuiseries PVC (si rénovation) Simple-vitrage Double vitrage	Menuiseries en bois Menuiseries PVC (si rénovation) Simple-vitrage Double vitrage
VENTILATION	Ventilation naturelle	Ventilation naturelle	Ventilation naturelle
TOITURES	Double-pente (zinc ou tuile) Comble à la Mansart (zinc et/ou ardoise)	Double-pente (zinc ou tuile) Comble à la Mansart (zinc et/ou ardoise)	Double-pente (zinc ou tuile)
DISPOSITION INTÉRIEURE	Appartements généralement traversants Pièces humides (cuisine, salle de bain) situées sur cour	Appartements généralement traversants Pièces humides (cuisine, salle de bain) situées sur cour	

Analyse thermique et thermographique du bâti



Rue Charles Nodier, 18^e arrondissement.
Bâtiment post-haussmannien. On note ici l'absence de ponts thermiques au niveau des planchers.



Boulevard Barbès, 18^e arrondissement.
Ponts thermiques occasionnés par l'oriel (bow-window).

Diagnostic

Avec la construction haussmannienne, on retrouve les préceptes énergétiques des époques précédentes à savoir : un bâtiment qui par ses épaisseurs de mur et la faiblesse de ses ouvertures assure à ses occupants un niveau de confort décent en l'absence de système de chauffage performant (en 1850 seuls les cheminées et les poêles assurent le chauffage). Avec l'arrivée des premiers systèmes de chauffage collectif dans les années 1870 les règles énoncées précédemment s'assouplissent : la taille des ouvertures par exemple augmente, ce qui est de nature rendre le bâtiment plus énergivore.

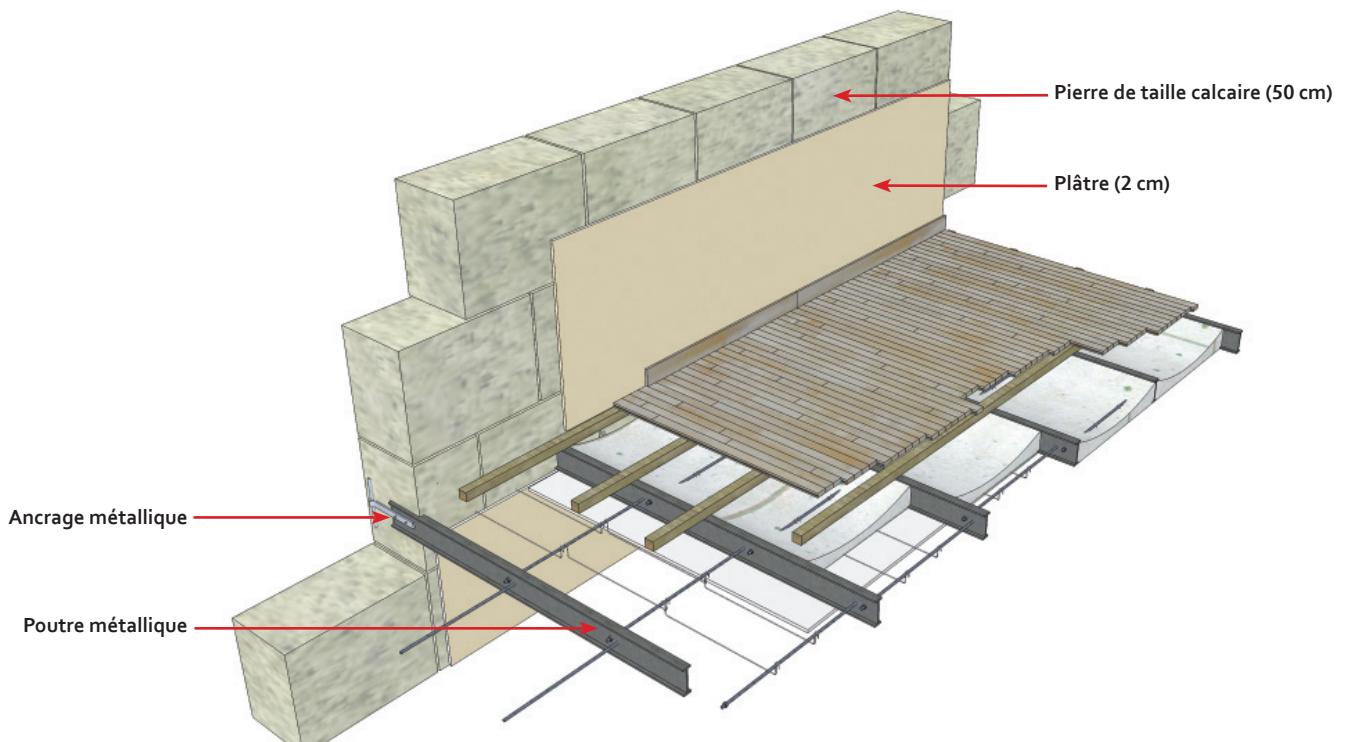
Dans la période 1851-1914, les bâtiments possèdent encore de réelles qualités thermiques à ne pas négliger et qu'il conviendra de respecter voire de mettre en valeur lors des différentes opérations de réhabilitation.

Ponts thermiques géométriques

Le niveau d'ornementation assez élevé de la façade ainsi que les saillies créent des zones de moindre résistance thermique qui occasionneront des fuites thermiques, notamment au niveau des oriels et des balcons.

Façade porteuse

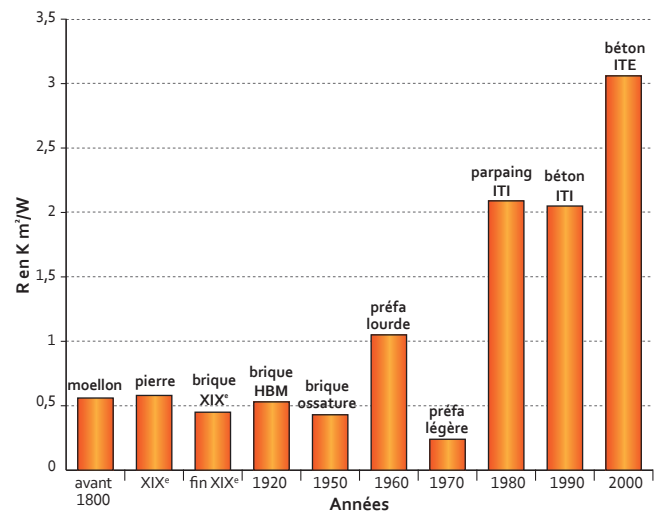
Les murs de façade, les murs de refend et les murs mitoyens portent l'intégralité du bâtiment. Les planchers ne contribuent que peu à la stabilité de l'édifice, et pénètrent à minima dans les façades pour ne pas contraindre la portance des façades. La conséquence de ce principe constructif est que les planchers n'occasionnent pas de ponts thermiques.



Coupe de mur : façade porteuse sur rue en pierre de taille (calcaire);
plancher avec poutre métallique et remplissage plâtre

Des murs peu performants thermiquement

Les murs sur rue sont en pierre de taille, alors que les murs sur cours sont en briques recouvertes d'enduit ou bien en pans de bois et moellons. Ces murs sur cour sont non isolés et sont le lieu de déperditions thermiques assez importantes ($R = 0.5 \text{K.m}^2/\text{W}$).

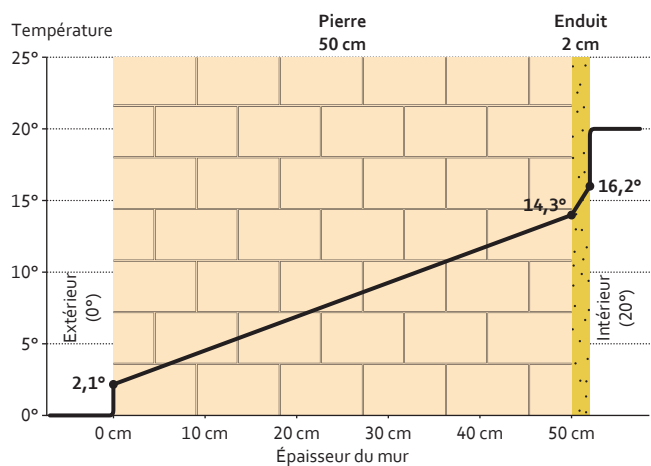


Résistance thermique des murs selon les techniques constructives à Paris

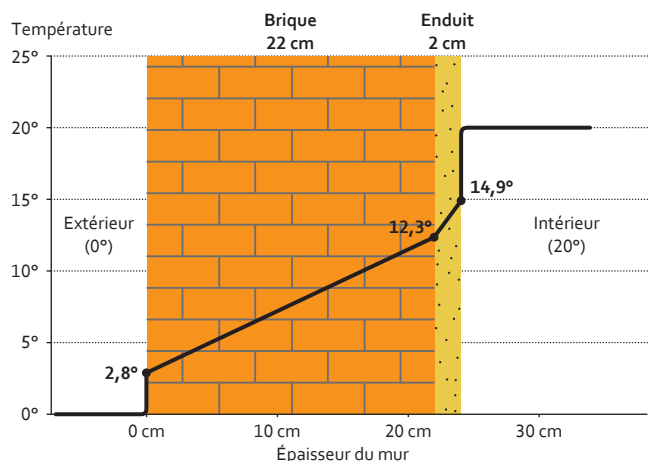
Effet de paroi froide

La sensation de confort thermique dépend de deux choses : la température du logement et la température des parois du logement. Dans les logements non isolés les murs ont des températures de surface souvent basses ce qui accentue la sensation d'inconfort en hiver et pousse les occupants à surchauffer le logement. Ce phénomène est connu sous le nom de phénomène de paroi froide et caractérise la plupart des logements non isolés. On peut simuler l'évolution de la température au niveau des parois du mur pour une température extérieure de 0°C et une température intérieure de 20°C.

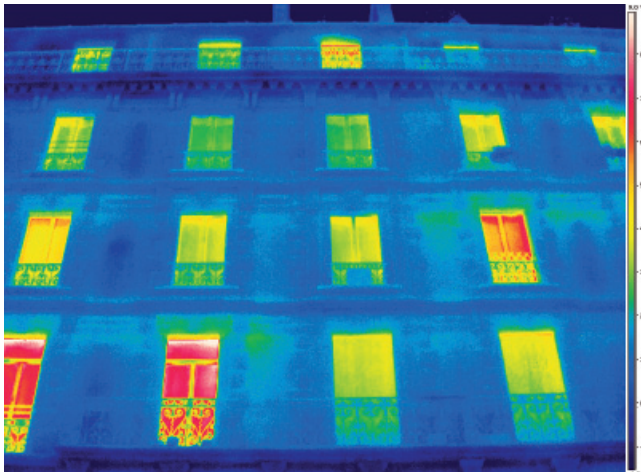
Dans le cas des logements construits entre 1851 et 1914, on constate une température sur les parois intérieures de 16°C pour les murs en pierre et de 15°C pour les murs en brique. Le phénomène de paroi froide est très prononcé ici aussi bien sur cour que sur rue.



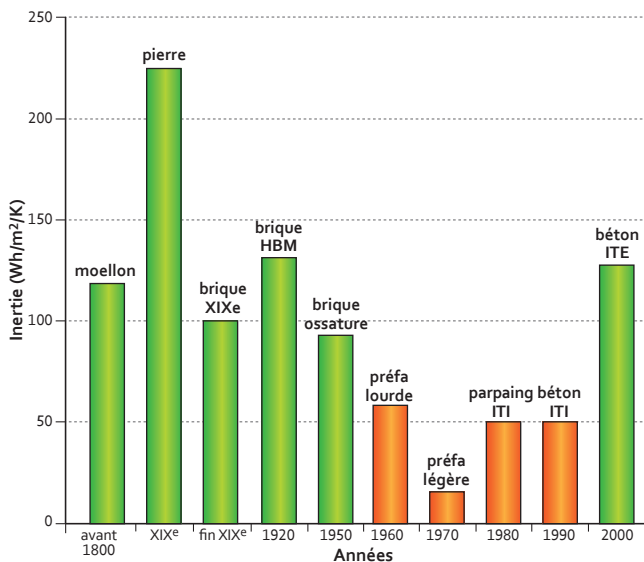
Effet de paroi froide sur un mur de 50 cm en pierre



Effet de paroi froide sur un mur de 22 cm en brique



Fuites thermiques occasionnées par les vitrages, rue de Turenne, 3^e arrondissement.



Inertie des murs selon les techniques constructives à Paris



Trou de ventilation en haut à droite, boulevard Barbès, 18^e arrondissement.

Des menuiseries parfois inchangées

Les seuls composants de l'enveloppe des bâtiments anciens qui ont fait l'objet de changements sont les vitrages. Souvent des travaux de remplacement ont été conduits pour des raisons de gêne sonore des façades sur rue. Ainsi la proportion de double vitrage est plus importante sur rue que sur cour. Les simples vitrages qui subsistent entraînent en général des pertes thermiques importantes et participent à l'effet de paroi froide.

L'inertie thermique, l'atout des bâtiments anciens

Les bâtiments anciens ont été construits avec des matériaux denses capables d'emmagasiner de grandes quantités de chaleur, cette propriété s'appelle l'inertie thermique. Lorsque la température varie de façon importante entre le jour et nuit (en demi-saison par exemple), l'inertie permet de protéger les occupants des variations de température et garantit un certain confort intérieur. De même, lorsqu'un épisode de canicule démarre, les bâtiments à forte inertie mettent un certain temps à s'échauffer et restent donc agréables à vivre sans nécessité de climatiser pendant les premiers jours de la vague de chaud.

Ventilation

Les bâtiments anciens sont ventilés naturellement, l'air se renouvelle grâce à la perméabilité des menuiseries anciennes, aux trous pratiqués dans les façades (soit lors de la construction soit a posteriori) et enfin par l'ouverture des fenêtres des occupants qui gèrent ainsi eux-mêmes le renouvellement de l'air. La ventilation est une source de déperdition de chaleur puisque de l'air chaud chauffé par les occupants s'échappe à l'extérieur du bâtiment.

Les appartements, lorsqu'ils sont grands, sont toujours traversant ce qui permet à la ventilation naturelle de fonctionner correctement puisqu'il existe toujours une différence de pression entre l'air extérieur sur rue et l'air extérieur sur cour. Ce point est un avantage très important pour le confort d'été, puisque toutes fenêtres ouvertes l'appartement se ventile efficacement la nuit. Mais, dans les petits logements des immeubles haussmanniens et post haussmanniens destinés aux familles ouvrières ou situés sur cour, la mono-orientation domine.

Équipement de chauffage

Les bâtiments haussmanniens ont été conçus avec des cheminées et des conduites pour y brancher des poêles. Les énergies de chauffage étaient à cette époque le bois, le charbon de bois et le charbon. Aujourd'hui c'est le chauffage individuel électrique ou gaz qui prédomine dans ces logements.

À partir de 1870, le chauffage collectif commence à apparaître (surtout dans les beaux quartiers). Lorsque les bâtiments ont été équipés d'un système de chauffage central collectif lors de leur construction, on retrouve encore aujourd'hui ce système avec toutes les modifications inhérentes au vieillissement des systèmes au cours des années. Peu de cas de démontage des systèmes collectifs ont été constatés. Les énergies utilisées en chauffage collectif sont le gaz, le fioul et le chauffage urbain.

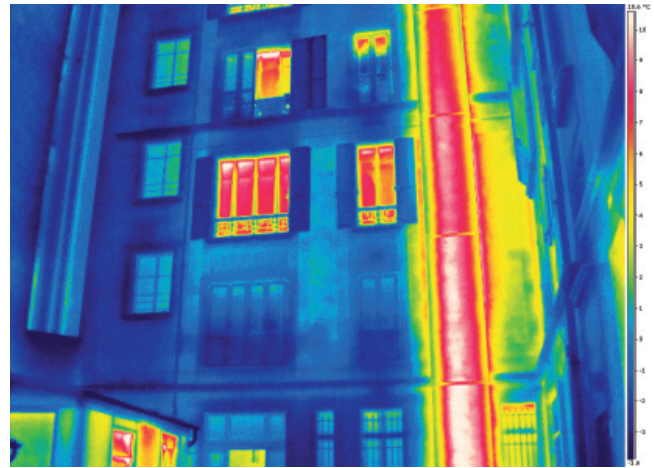
Les systèmes de chauffage individuels et collectifs induisent chez les usagers des niveaux de consommations très différents.

L'avantage des systèmes à facturation individuelle est de responsabiliser les occupants puisque chacun paie ce qu'il consomme ce qui a pour conséquence de tirer les consommations d'énergie vers le bas. À l'inverse, le système collectif tirera les consommations vers le haut puisque chacun paie selon la surface qu'il occupe et non selon ce qu'il consomme.

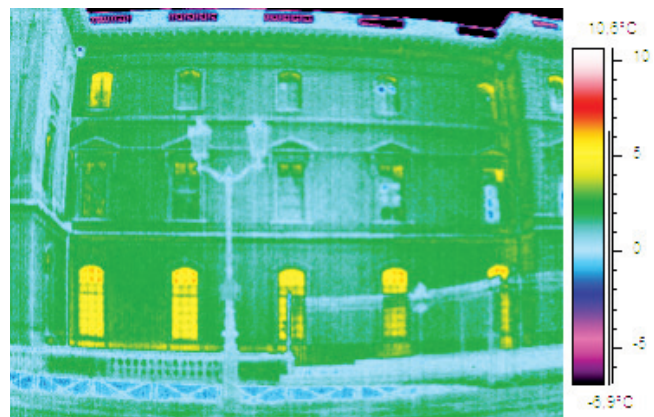
Complexité de l'analyse thermographique

Les bâtiments anciens sont des bâtiments à forte inertie. L'analyse par thermographie de ces bâtiments est en réalité assez complexe : elle permet de rendre compte des fuites thermiques dues au vitrage, aux ventilations, aux équipements de chauffage ou aux canalisations placées le long des murs, en revanche l'expertise de la performance thermique de la façade porteuse peut s'avérer complexe en raison de l'inertie des parois. Les parois mettent un temps très long à se mettre dans une situation d'équilibre thermique et leur analyse par thermographie suppose une documentation préalable sur la météo des jours précédents l'observation afin de comprendre la dynamique globale des murs. Un exemple de bâtiment à très forte inertie est donné avec le Louvre.

L'angle sortant gauche apparaît plus chaud que la paroi ce qui est assez contre-intuitif puisqu'il s'agit d'un pont thermique géométrique. En réalité, les jours précédents l'observation, la température s'est mise à monter, et donc l'angle qui possède une inertie moindre se réchauffe plus vite que la paroi. Il est difficile dans ces conditions de commencer à spéculer sur la performance thermique de l'enveloppe du bâtiment.



Immeuble post-haussmannien en chauffage collectif : pertes occasionnées par la conduite d'évacuation des fumées de la chaufferie



Le Louvre : exemple de bâtiment à très forte inertie

POINTS FORTS DU BÂTI ANCIEN

- inertie thermique forte
- morphologie favorable (mitoyenneté, taille des ouvertures)
- peu de ponts thermiques au niveau des planchers
- appartements traversants

POINTS FAIBLES DU BÂTI ANCIEN

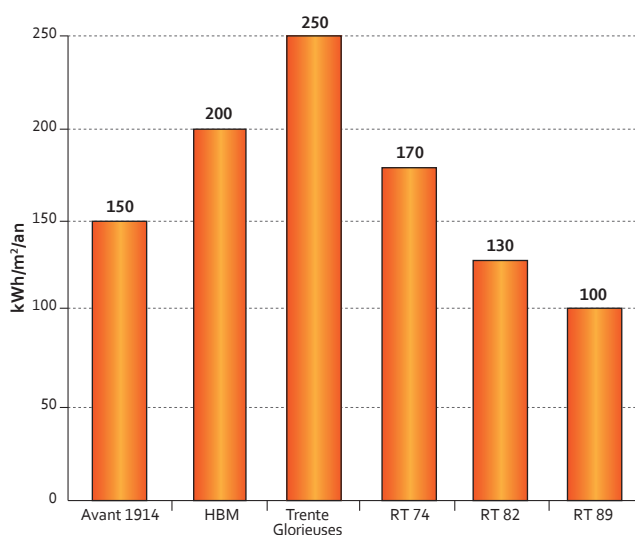
- phénomène de paroi froide
- ventilation naturelle
- menuiseries et vitrages anciens
- ponts thermiques au niveau des saillies et des éléments d'ornementation des façades

Recommandations

Quelles consommations d'énergie dans les bâtiments anciens ?

Il est difficile de donner un chiffre permettant d'évaluer les consommations d'énergie des bâtiments entre 1851 et 1914 car chaque bâtiment est en soit un cas particulier : la mitoyenneté, les apports solaires, la taille des ouvertures influenceront notablement les consommations d'énergie dans un bâtiment qui n'est pas isolé. S'il faut se risquer à avancer une valeur moyenne, on pourra avancer, dans le cas d'un chauffage individuel gaz performant, le chiffre de 150 kWh/m²/an, avec une fourchette de ±50 kWh/m²/an selon les configurations morphologiques du bâti.

Avec 150 kWh/m²/an, on peut considérer le niveau de consommation comme assez bas pour des bâtiments qui ne sont pas isolés. C'est d'ailleurs ce niveau de consommation qu'on retrouvera au début des années 80 dans les bâtiments faisant déjà l'objet d'une isolation de l'enveloppe.



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

Baisser les consommations avec des mesures simples

Pour ramener les consommations aux alentours de 80 kWh/m²/an, on aura à mettre en œuvre des mesures simples de réhabilitation et des mesures plus délicates concernant l'enveloppe du bâtiment. Passons en revue sans entrer dans le détail ce que nous appelons des mesures simples :

- isolation des combles (choisir un isolant « assez » dense pour éviter la surchauffe estivale),
- s'assurer que les équipements de chauffage ne sont pas désuets et que la régulation des niveaux de chauffage se fait dans de bonnes conditions (surtout dans le cas du chauffage collectif),
- s'assurer que les convecteurs ou radiateurs ne sont pas placés sur les parois qui donnent sur l'extérieur, sinon les déplacer. En cas d'impossibilité de déplacement, mettre un matériau réflecteur voire un isolant si c'est possible,
- poser la question du changement des vitrages (voir paragraphe suivant sur la ventilation et l'humidité),
- etc.

Les mesures plus délicates à mettre en œuvre concerneront l'enveloppe du bâtiment.

Choix de l'isolation : isolation thermique extérieure (ITE) ou isolation thermique intérieure (ITI) ?

Pour ramener le bâtiment aux alentours de 80 kWh/m²/an on aura vraisemblablement besoin de poser la question de l'amélioration de la performance de l'enveloppe du bâtiment.

Les bâtiments construits entre 1851 et 1914 possèdent généralement une valeur patrimoniale forte avec un niveau d'ornementation des façades sur rue très élevé qui est l'un des déterminants de l'identité architecturale parisienne. Dans ces conditions l'ITE ne pourra pas être mise en œuvre sur les façades sur rue. Faudra-t-il pour autant déplacer la question de l'isolation à l'intérieur des logements et si oui de quelle manière ? Couramment le débat sur les économies d'énergie s'accorde avec la sauvegarde du patrimoine par la préconisation de l'isolation intérieure des bâtiments. Il s'agit d'un raccourci terriblement simplificateur mais malheureusement courant, nous allons voir en quoi ce raccourci conduit à une impasse tant sur le plan énergétique que sur le plan de la sauvegarde du patrimoine.

La réduction des consommations d'énergie passe un questionnement méthodique sur le fonctionnement du bâti dans le respect de ses caractéristiques constructives.

La mise en œuvre d'une isolation dans un bâti ancien est un procédé anachronique par définition, en plaquant un isolant sur un mur en pierre ou en brique on confronte des matériaux aux caractéristiques physiques très différentes.

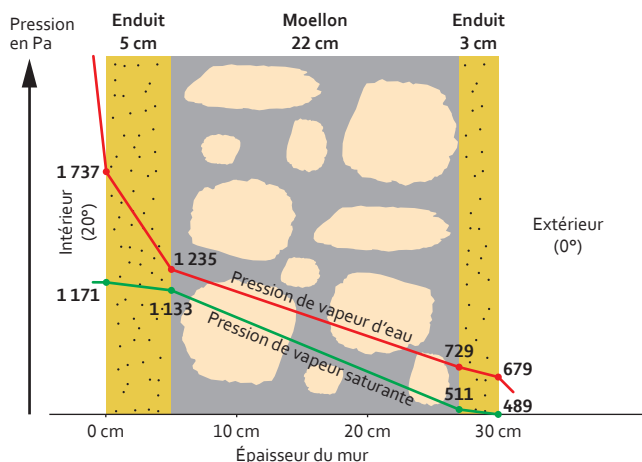
Les murs anciens sont perméables à l'eau ; dans un mur ancien transite en permanence de l'eau sous forme liquide ou gazeuse. Si le passage de l'eau dans le mur est interrompu alors de multiples dégâts peuvent être constatés notamment au niveau des joints entre les briques ou les pierres. Si on choisit un isolant il faut dans tous les cas se pencher sur **un isolant perméable à la vapeur d'eau** ⁽¹⁾.

La pose d'une isolation peut créer une chute de température brutale dans le mur. Proche de l'ambiance intérieure cette chute de température pourra occasionner des phénomènes de condensation dans l'isolant ou le mur. À l'inverse, placé à l'extérieur, l'isolant provoque une chute de température qui n'est généralement pas problématique du point de vue de la condensation.

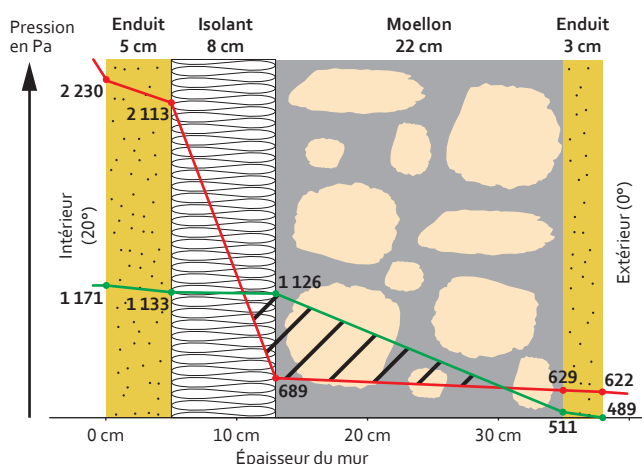
Ci-contre est donné un exemple en régime stationnaire sur un mur en brique (le même raisonnement se tient sur un mur en pierre), l'ambiance intérieure est à 50 % d'humidité relative et dehors on est à 80 %. Ces conditions sont un peu dures mais peuvent se produire. Le mur isolé par l'intérieur est susceptible d'être le siège de phénomène de condensation dans le mur ou l'isolant ce qui est extrêmement problématique dans le bâti ancien. Inversement, le mur isolé par l'extérieur semble ne pas poser de problème dans cette première approche. Notons qu'il s'agit là d'une approche statique simpliste qui ne fait office de diagnostic (il faut faire une simulation dynamique pour cela) mais qui possède l'avantage de montrer que la solution intérieure est très fragile du point de vue de l'hygrométrie.

(1) – Un isolant hygroscopique et capillaire

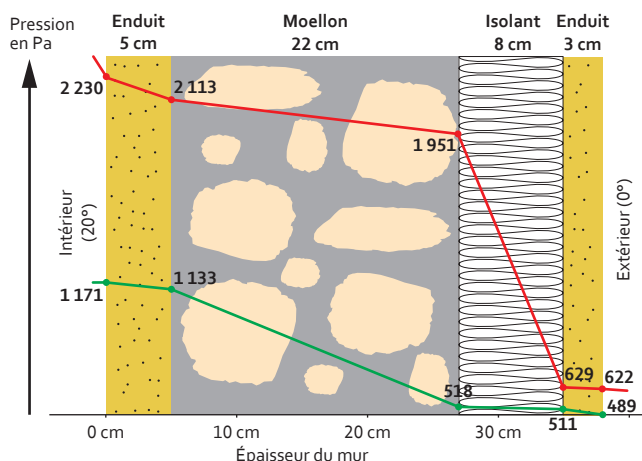
Transferts de vapeur d'eau dans les murs en brique



Mur en brique sans isolation :
Les courbes ne se chevauchent pas, il n'y a à priori pas de problème de condensation dans la paroi.



Mur en brique avec isolation intérieure (ITI) :
Les courbes se chevauchent (zone hachurée), il y a un risque de condensation dans l'isolant de l'épaisseur du mur.



Mur en brique avec isolation extérieure (ITE) :
Les courbes ne se chevauchent pas, il n'y a à priori pas de problème de condensation dans la paroi.

L'isolation intérieure nécessite donc la pose d'un pare-vapeur à l'intérieur du logement. Ce qui est déjà un inconvénient en soi car un pare-vapeur n'est efficace que s'il est parfaitement posé, le moindre défaut concentre l'humidité en un point singulier ce qui peut s'avérer extrêmement problématique. Si le choix se porte sur l'ITI, en plus du pare-vapeur l'occupant devra mettre en œuvre un système de ventilation performant car dans un logement devenu étanche, il faut impérativement évacuer la vapeur d'eau.

L'ITI pose un second problème qui est celui de la perte d'inertie. À l'inverse des bâtiments d'après guerre, les bâtiments anciens ont l'énorme avantage de posséder de l'inertie. C'est pour cela que les consommations d'énergie sont si basses dans le bâti ancien. La solution d'ITI condamne en grande partie l'inertie des façades ce qui est un inconvénient majeur pour le confort d'été. Aujourd'hui toute simulation thermique visant à comparer les avantages et inconvénients entre l'ITI et l'ITE devrait se pencher sur la question du confort d'été et en particulier le comportement thermique du bâtiment lors d'épisodes de canicule. Si la baisse des consommations d'hiver encourage les occupants à isoler et que cette isolation crée des surchauffes estivales obligeant à climatiser, on peut rester dubitatif quant à la portée de telles mesures (c'est d'autant plus vrai dans la perspective d'un climat qui se réchauffe).

À l'inverse la solution d'ITE ne compromet pas l'inertie du bâtiment, le tampon thermique que constituent les murs restant en contact avec l'ambiance intérieure.

Le troisième problème que pose l'ITI est la création de ponts thermiques. L'interruption de l'isolant au niveau des planchers crée des ponts thermiques et donc une hétérogénéité de la température de façade ce qui peut encore être source de phénomène de condensation. Dans le cas d'une ITE ces questions ne se posent pas.

Le dernier problème posé par l'isolation est la question de la place du dispositif. Concernant l'ITE, un débord de 20 cm est désormais autorisé à Paris sur l'espace public, ce qui constitue un encouragement fort vis-à-vis de l'ITE. Dans le cas de l'ITI, les occupants doivent se résoudre à perdre quelques pourcents de la surface habitable ce qui constitue une perte substantielle de la valeur d'un patrimoine immobilier. Ce dernier point est vraisemblablement le plus gros frein à la mise en place de l'ITI dans le parc privé.

À ce stade de la discussion la solution d'ITE semble techniquement la plus simple à mettre en œuvre. Elle pourra s'appliquer sans problème dans les cours des bâtiments construits entre 1851 et 1914. Elle sera par contre inappropriée sur rue, à l'exception des logements ouvriers en briques enduites de la fin du XIX^e. Ces logements ont d'ailleurs souvent été mal rénovés dans les années 60 et 70, et leurs façades ont pu être recomposées avec du ciment (enduit projeté, bandeaux en ciment, etc...). Dans ce cas un ravalement est souhaitable et la pose d'une ITE est susceptible d'améliorer l'état général du bâti ainsi que ses consommations d'énergie. L'ITE peut être aussi l'occasion de restaurer certains éléments de modénature de la façade qui auraient pu disparaître au cours des précédents ravalements.



© Apur

Façade sur cour d'un immeuble haussmannien pouvant se prêter à une isolation par l'extérieure (les garde-mangers devront être condamnés)



© Apur

Façade sur rue d'un bâtiment post-haussmannien ne se prêtant pas à l'isolation par l'extérieure

Faut-il pour autant renoncer à l'ITI sur rue ? :

Un des points faibles du bâti ancien est le fameux phénomène de parois froides. Il est envisageable de baisser les consommations d'énergie en travaillant sur l'enduit intérieur en posant quelques centimètres d'enduit aux propriétés isolantes (comme l'enduit chaux-chanvre). La portée en termes de réduction d'énergie sera tributaire des épaisseurs d'enduit posé sur les parois. Ce procédé se heurte cependant à la composition intérieure des pièces dont les plafonds sont généralement moulurés.

ITI

AVANTAGES

- pas de modification de l'aspect extérieur du bâtiment
- convient à une occupation intermittente du bâtiment

INCONVÉNIENTS

- oblige l'étanchéification des murs (pose d'un pare vapeur) et la ventilation mécanique des pièces
- compromet l'inertie du bâtiment (essentielle en demi-saison et en été)
- perte de surface habitable et donc de la valeur du patrimoine immobilier
- ne s'accorde pas avec l'esthétique intérieure (moultures entre autres)
- crée des ponts thermiques

ITE

AVANTAGES

- les travaux d'isolation peuvent se faire en milieu occupé
- les qualités thermiques du bâtiment anciens sont conservées (inertie)

INCONVÉNIENTS

- modification de l'aspect extérieur de la façade
- débordement sur la voirie

Synthèse

Les bâtiments construits entre 1851 et 1914 ne pourront pas faire l'objet d'une isolation extérieure des façades sur rue (à l'exception des logements ouvriers de la fin du XIX^e en briques enduites), en revanche l'isolation extérieure pourra être mise en œuvre sur cour. Comme toujours la solution d'isolation intérieure devra être étudiée avec grande prudence, il sera généralement préférable de se reporter sur un traitement par enduit intérieur afin de minimiser l'effet de paroi froide qui est la principale source d'inconfort des bâtiments de cette période.

En 2009, à la demande de la Ville de Paris, L'Apur a conduit une opération de thermographie de 505 bâtiments parisiens. En parallèle de nombreux diagnostics thermiques ont été menés par la Ville de Paris afin d'inciter les copropriétés à mener des travaux de réhabilitation thermique (l'opération « Copropriété Objectif Climat » et l'Opération Programmée d'Amélioration Thermique et énergétique des Bâtiments du 13^e). À la lumière de ces nombreux documents l'Apur a produit, en collaboration avec les services de la Ville de Paris (DLH, DU, DPA), des bailleurs sociaux (RIVP, Paris Habitat, SGIM) et des investisseurs privés (La Mondiale, Gécina), une série de cahiers d'analyse retraçant l'évolution de construction à Paris et analysant les performances énergétiques des différentes périodes. Ce cahier est le troisième cahier d'une série de 6 cahiers dont les intitulés sont donnés ci-dessous :

- Cahier n° 1 : Analyse de la performance thermique des logements parisiens construits avant 1800 ;
- Cahier n° 2 : Analyse de la performance thermique des logements parisiens construits entre 1801 et 1850 ;
- Cahier n° 3 : Analyse de la performance thermique des logements parisiens construits entre 1851 et 1914 ;
- Cahier n° 4 : Analyse de la performance thermique des logements parisiens construits entre 1918 et 1939 ;
- Cahier n° 5 : Analyse de la performance thermique des logements parisiens construits entre 1945 et 1974 ;
- Cahier n° 6 : Analyse de la performance thermique des logements parisiens construits entre 1974 et 2000.

Autres documents :

- exposition et panneaux des Journées Parisiennes de l'énergie et du Climat – octobre 2009 ;
- performance thermique des logements parisiens : cahier de synthèse, prospective et recommandations (à paraître).

