

Analyse de la performance thermique des logements parisiens construits entre 1801 et 1850



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

1801-1850



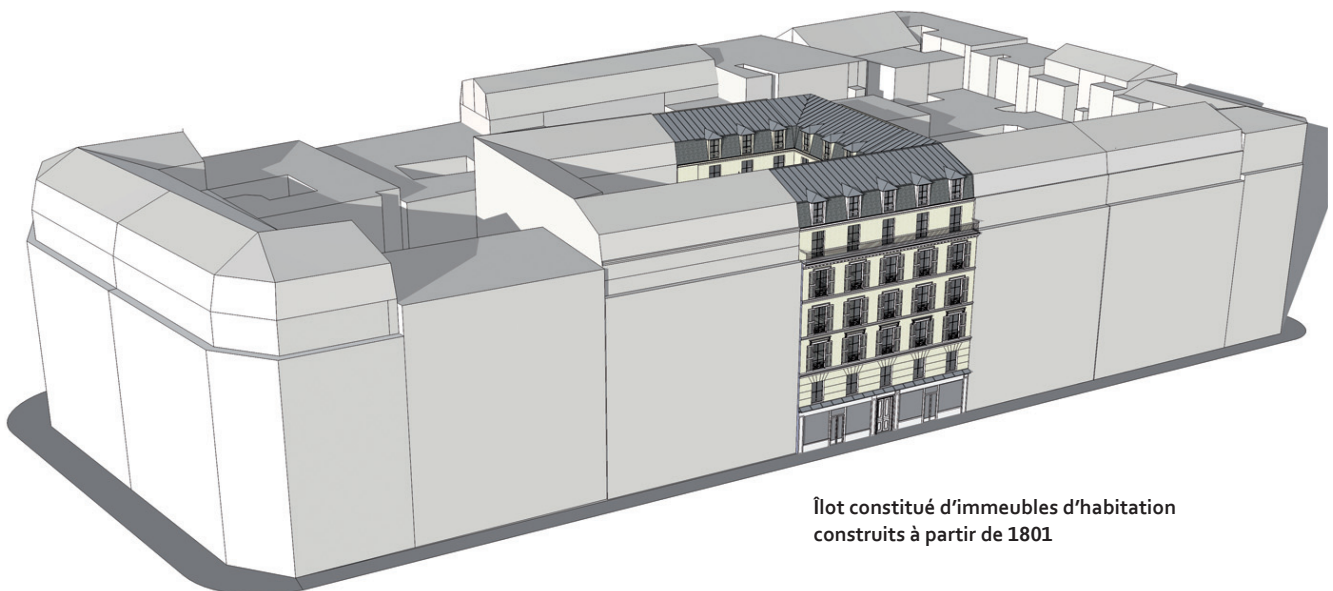
Immeubles construits entre 1801 et 1850, rue de Tréville, 9^e arrondissement.

Ce cahier analyse la performance thermique des bâtiments de logements construits à Paris entre 1801 et 1850 (9 % des logements parisiens), 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.



Îlot constitué d'immeubles d'habitation construits à partir de 1801

Schéma de principe de forme urbaine

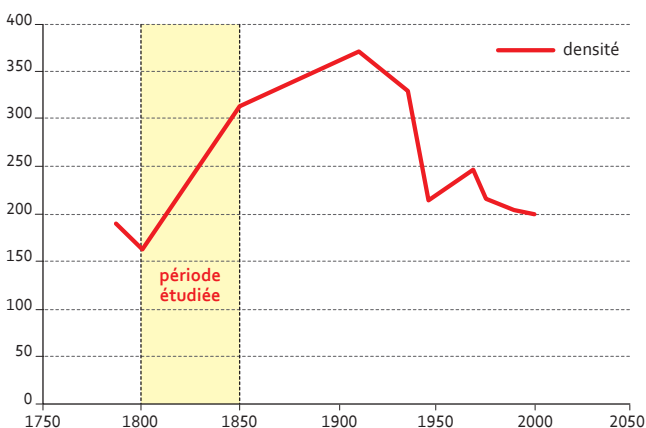
Contexte de la construction

Entre 1801 et 1850, la capitale connaît un processus de modernisation, qui s'accéléra durant la seconde moitié du XIX^e siècle. La révolution industrielle, l'arrivée du chemin de fer et les premières opérations urbaines de grande ampleur transforment l'espace urbain parisien, dans un contexte de forte croissance démographique.

Démographie

Durant la première moitié du XIX^e siècle la croissance démographique de Paris est très forte, alimentée par les flux d'immigration provinciale. Sa population double en cinquante ans, de 550 000 habitants en 1801 à environ un million en 1851, avec une densité humaine d'environ 310 habitants à l'hectare. À la fin de la période, la population parisienne représente environ 44 % de celle de l'agglomération. Les conditions de vie restent très inégales, notamment entre le centre surpeuplé dans de très petits logements et des garnis et les quartiers périphériques.

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



Urbanisme

Au milieu du XIX^e siècle, la superficie de la capitale est d'environ 3 370 hectares, Paris s'arrête à la barrière des fermiers généraux même si le long des routes nationales et dans villages voisins, de nouveaux faubourgs commencent à se développer rapidement. L'enceinte de Thiers est achevée à la fin des années 1840, préfigurant spatialement les futures limites de Paris. Le modèle de l'immeuble de rapport commence à se diffuser et à structurer un nouveau paysage urbain relativement uniforme dans certains quartiers. La construction de ce type d'immeubles s'adresse à la bourgeoisie et à la classe moyenne parisienne, alors que 65 % des Parisiens en 1848 ne gagnent pas suffisamment pour être imposables.

Parallèlement, l'épidémie de choléra de 1832 met en évidence les liens entre la forte mortalité et l'insalubrité et la surpopulation des logements. Le conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine préconise alors l'assainissement du tissu urbain et la création et l'amélioration des réseaux d'égout (39 km en 1832, mais 358 km en 1850) et de distribution d'eau potable. Ce souci de moderniser Paris s'exprime aussi dans la diffusion de l'éclairage urbain, dans les travaux d'amélioration de la circulation, la création du réseau des canaux et le déplacement des cimetières hors de la ville.



Atlas des travaux de Paris ; Paris Haussmann : réseau viaire ; Évolution Paris en 1871 ; les opérations de voiries exécutées de 1854 à 1871 ; 1889.

Économie

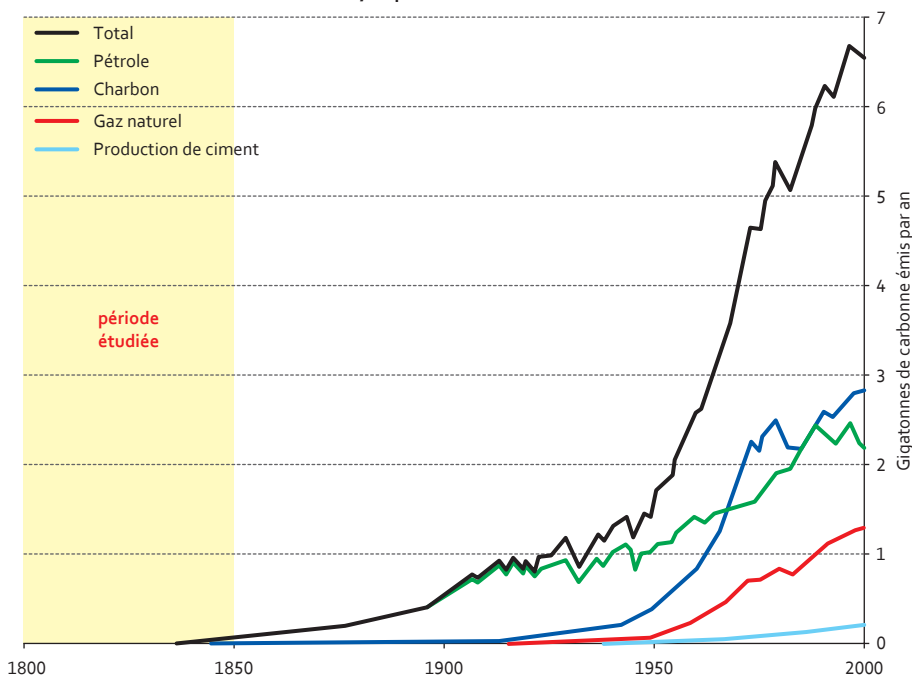
Au cours du XIX^e siècle, Paris s'impose comme la capitale financière du pays. L'essor de l'industrie d'extraction et de transformation, à l'échelle nationale, la modernisation de la capitale et la diffusion de l'immeuble de rapport, à l'échelle de Paris, suscitent des besoins croissants en capitaux. Ils favorisent l'émergence d'un système bancaire puissant capable de supporter les investissements. Tous les modes de transports se développent. Le transport fluvial jusqu'au cœur de la capitale est facilité par la création des canaux parisiens (le canal Saint Martin est inauguré en 1822) et par l'aménagement des quais de Seine pour réguler le cours du fleuve. L'omnibus à cheval se développe, favorisant la construction de lotissements un peu plus éloignés du centre. Enfin, l'arrivée du chemin de fer à Paris fixe les industries et les quartiers ouvriers autour des gares et dans les communes voisines du nord et de l'est de Paris (La Chapelle, la Villette...). Les ouvriers représentent le tiers de la population parisienne totale. À la fin de la période, Le nombre d'immeubles à Paris est d'environ 30 000.

Énergie

Le début du XIX^e siècle est marqué par l'apparition et l'utilisation croissante de nouvelles ressources énergétiques. La houille (charbon de terre) commence à être exploitée en France à partir des années 1820, il s'agit du début de l'usage d'énergies non fossiles en France, usage qui perdure encore jusqu'à aujourd'hui. Pour le chauffage, si la consommation de bois et de charbon de bois augmente en valeurs absolues, du fait de la hausse des besoins, elle chute en proportion au profit de celle du charbon de terre. Vers le milieu du XIX^e siècle, on estime à environ 45 % la part du bois dans les ressources énergétiques mobilisées pour le chauffage, et à 55 % celle de la houille, bien que cette dernière soit principalement utilisée dans l'industrie. Le gaz de ville, issu de la combustion de la houille, se développe également. De faible pouvoir calorifique, il sert avant tout à l'éclairage urbain. Désormais situées en territoire urbanisé, les carrières parisiennes cessent d'être exploitées.

Pour autant, la pression de l'homme sur l'environnement reste encore faible à l'échelle mondiale, le carbone fossile émis est très largement compensé par un regain d'activité de la part des végétaux qui stockent par photosynthèse le surplus de carbone dans l'atmosphère. En revanche la pression de l'homme sur l'environnement a parfois un impact sur les écosystèmes locaux, par exemple le bouleversement du bassin hydrographique francilien en lien avec les grands travaux d'acheminement de l'eau vers Paris. Un nouveau rapport à l'environnement s'instaure, alimenté par l'idée que la technique peut compenser les contraintes de la nature, même si les contemporains restent inquiets d'une éventuelle poursuite du refroidissement climatique dû au « petit âge glaciaire » de la période précédente.

Les émissions mondiales de carbone fossile, depuis 1800.



© www.globalwarmingart.com

Forme urbaine et analyse architecturale

Répartition des bâtiments sur le territoire parisien

Les bâtiments de logements collectifs datant de cette période sont majoritairement situés en rive droite. On les trouve surtout dans un croissant est-ouest qui contourne le quartier du Marais et passe entre les Grands Boulevards et l'ancienne enceinte des Fermiers Généraux. C'est le cas des lotissements de la Chaussée d'Antin ou de la « nouvelle Athènes ». Ils sont également situés dans les anciens faubourgs du nord de Paris, autour des portes (quartier des Batignolles), ou bien dans quelques opérations plus ponctuelles à l'intérieur des Grands Boulevards (rue Rambuteau).



Rue de Châteaudun, 9^e arrondissement.
Les immeubles de logements collectifs construits à Paris entre 1801 et 1850, quartier de l'église Notre-Dame-de-Lorette.

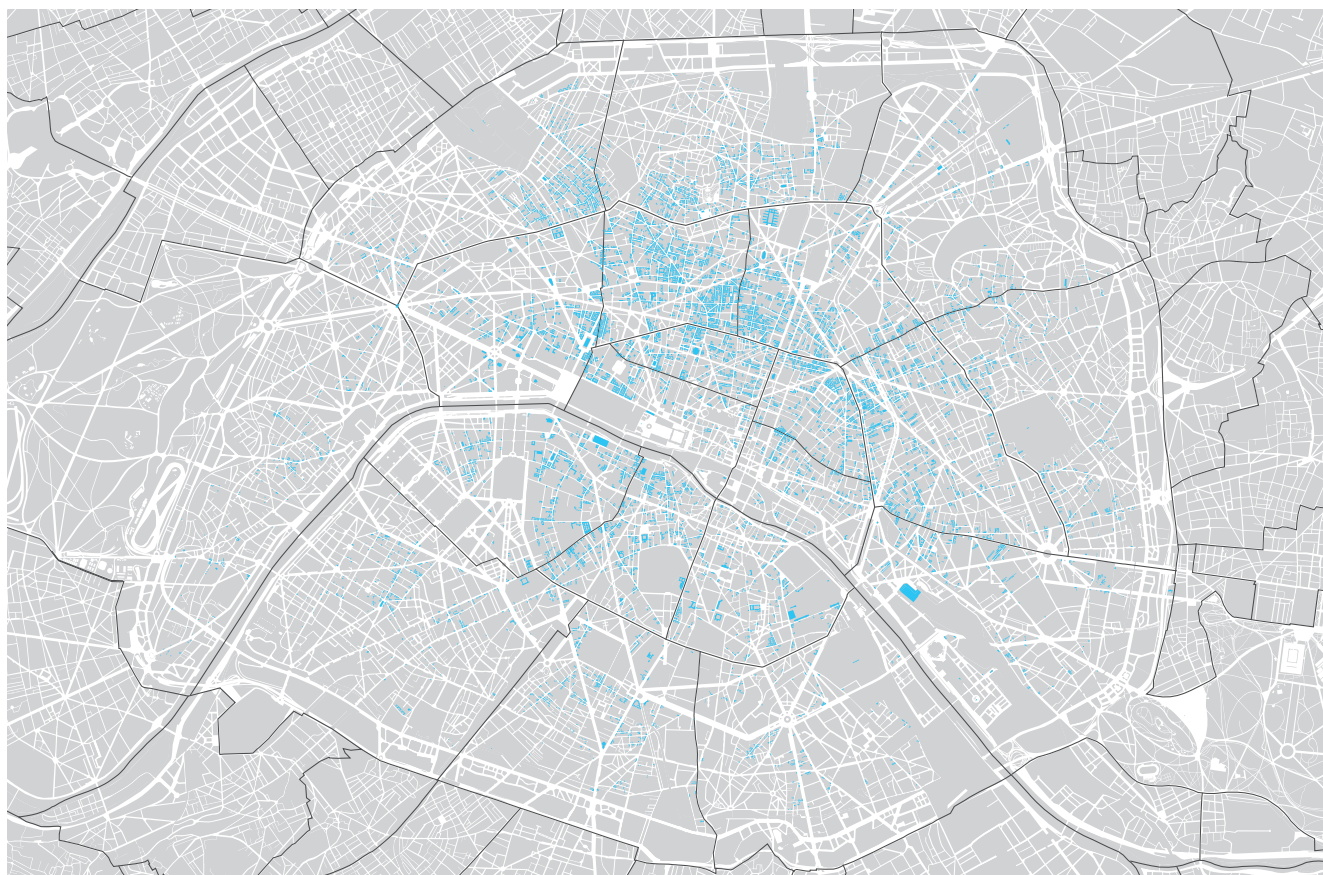
Forme urbaine

La forme urbaine héritée de la première moitié du XIX^e siècle résulte principalement de nombreuses opérations de lotissement, souvent juxtaposées. Le réseau de voies présente des rues relativement larges et rectilignes, qui distribuent un parcellaire régulier. Il faut noter que depuis 1783, il est interdit d'ouvrir des rues dans Paris de moins de 10 m de large. Les îlots sont de forme géométrique et découpés en un parcellaire régulier.

Les séries de parcelles relativement larges peuvent atteindre 18 mètres, en particulier dans les opérations de lotissement.

À l'échelle de l'îlot, les bâtiments forment un ensemble généralement très compact et minéral. Les volumétries sont homogènes et continues en bordure de rue, de R + 4 + C à R + 5 + C. Dans les opérations de lotissement, les bâtiments s'implantent de manière rationnelle, avec un bâtiment sur rue, un autre en fond de parcelle, et souvent des cours et courettes généralement mises en commun d'une parcelle à l'autre.

L'implantation des bâtiments à l'alignement et en mitoyenneté limite les déperditions énergétiques, en multipliant les adossements. Les apports solaires pour les façades sur cour sont faibles, en particulier pour les îlots les plus densément bâtis.

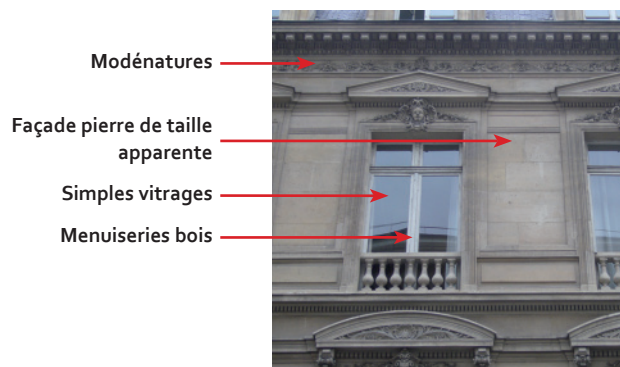
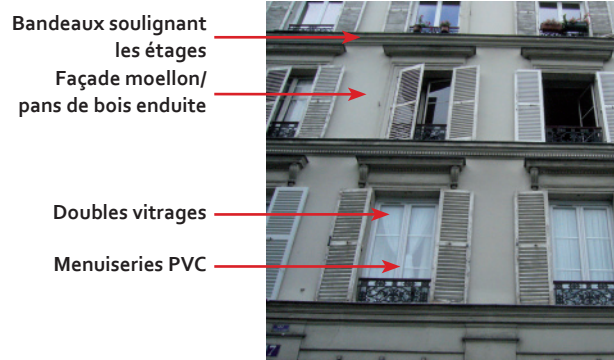


Les bâtiments de logements collectifs construits à Paris entre 1801 et 1850

Techniques de Construction

Le début du XIX^e siècle est une période de structuration de l'activité de construction comme un secteur économique à part entière. La figure du maître d'œuvre commence à émerger. Les techniques de construction restent cependant artisanales, même si, progressivement, elles intègrent les innovations techniques de la première révolution industrielle. On utilise par exemple de plus en plus la machine à vapeur pour assécher les sols destinés à recevoir les fondations des futurs bâtiments, ou bien, à partir des années 1840, les poutres métalliques en remplacement du bois pour soutenir les planchers. La machine à mortier est mise au point en 1843.

HAUTEUR	R+4+C à R+5+C
FAÇADE	<p>Bandeaux filant à tous les étages</p> <p>Persiennes</p> <p>Balcon à l'étage de couronnement et corniche</p> <p>Modénatures plus ou moins riches (dais, encadrements des fenêtres, joints creux aux rez-de-chaussée...) selon le statut de l'immeuble</p> <p>Dimension et implantation régulière des fenêtres</p>
STRUCTURE	<p>Façade porteuse</p> <p>Façades sur cour souvent plus fines</p>
ENVELOPPE	<p>Murs en pierre de taille apparente (de 40 cm à 50 cm environ)</p> <p>Pans de bois avec remplissage en maçonnerie (de 25 cm à 30 cm d'épaisseur environ) et enduit en mortier de plâtre ou de chaux</p>
OUVERTURES	<p>Menuiseries en bois</p> <p>PVC (si rénovation)</p> <p>Simple-vitrage</p> <p>Double vitrage (si rénovation)</p>
VENTILATION	Ventilation naturelle
TOITURES	<p>Double-pente (zinc ou tuile)</p> <p>Comble à la Mansart (zinc et/ou ardoise)</p> <p>Occupation systématique des combles</p>
DISPOSITION INTÉRIEURE	<p>Appartements généralement traversants</p> <p>Début de spécialisation des pièces (pièces de service sur cour)</p>



Analyse thermique et thermographique du bâti



Avenue Friedland, 8^e arrondissement.
Absence de ponts thermiques au niveau des planchers.



Rue des Haudriettes, 3^e arrondissement.
Façade en pans de bois et moellon dont la composition apparaît sur le thermogramme.

Diagnostic

Avec la construction des années 1800 à 1850, on retrouve les préceptes énergétiques de l'époque précédente 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).

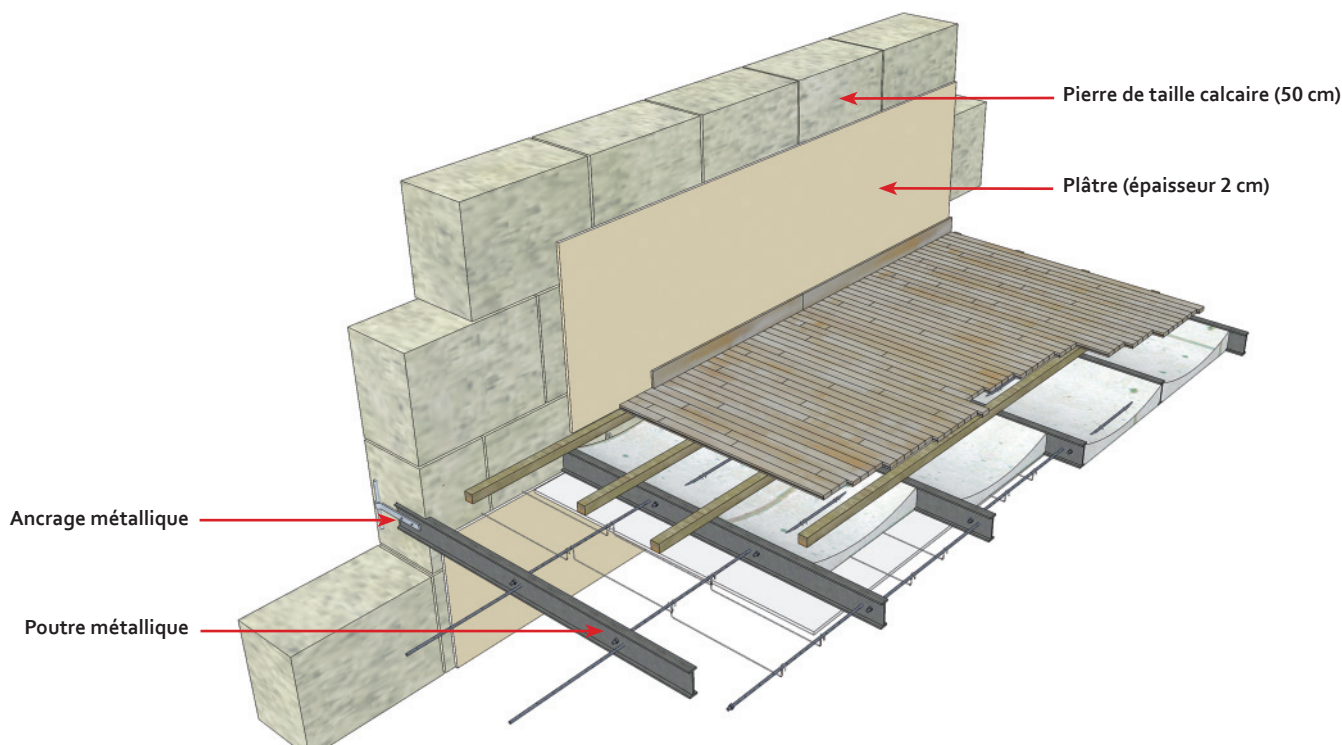
Dans la période 1800-1850, les bâtiments possèdent de réelles qualités thermiques à ne pas négliger et qu'il conviendra de respecter voire de mettre en valeur lors des différentes opérations de réhabilitation.

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.

Des murs hétérogènes, « relativement » performants

Les murs sur rue sont composés de pierre de taille ou de pans bois remplis d'éléments de maçonnerie. Lorsque la pierre de taille est utilisée, les fuites thermiques sont assez importantes ($R = 0.5K.m^2/W$). Lorsque les murs sont en pans de bois et maçonnerie les murs sont hétérogènes et leur comportement thermique est assez complexe. Cette composition hétérogène est assez unique dans la typologie des immeubles parisiens. Les parties en pans



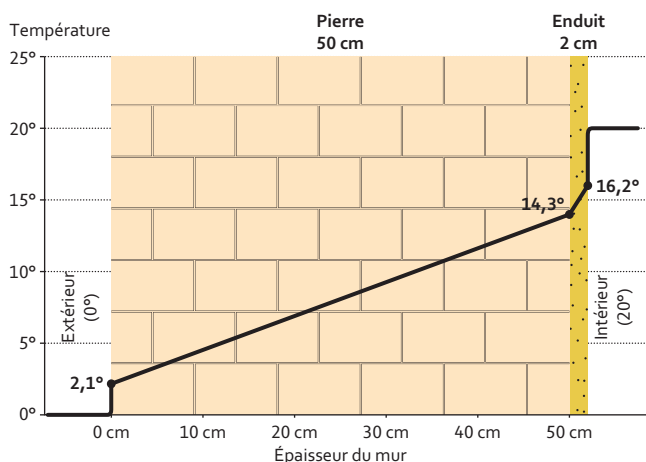
Coupe de mur : façade porteuse sur rue en pierre de taille (calcaire) ; plancher avec poutre métallique et remplissage plâtre

de bois sont d'ailleurs relativement performantes d'un point de vue thermique ($R = 1,3K \cdot m^2/W$), les fortes épaisseurs d'enduits ajoutées pour préserver la structure des agressions extérieures et intérieures (pluie battante, insectes xylophages, etc.) ajoutent à la performance thermique de l'édifice même si on est loin des performances que l'on peut espérer avec des matériaux isolants modernes. Les murs sur cours, eux, sont toujours composés de pans de bois et de moellon.

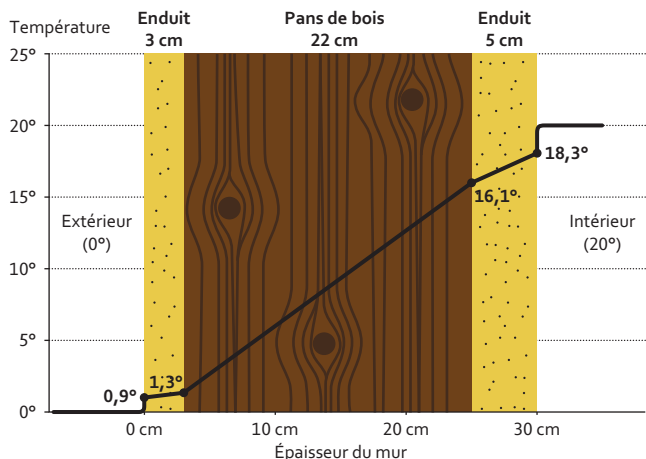
Effet de paroi froide

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 $0^\circ C$ et une température intérieure de $20^\circ C$.

Dans le cas du logement de 1800-1850, on constate une température sur les parois intérieures qui sera de $16^\circ C$ pour les façades sur rue et pouvant atteindre $18^\circ C$ pour les façades sur cour. Le phénomène de paroi froide est très présent dans ce cas et offre un contraste très prononcé entre les façades sur rue et sur cour.



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



Effet de paroi froide sur un mur de 30 cm en pans de bois/moellon (coupe effectuée dans le bois)

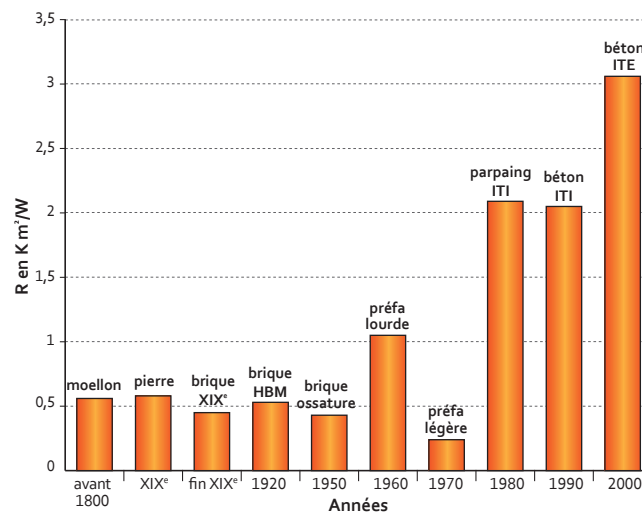


Façade sur rue en maçonneries enduites



Rue Castellane, 8^e arrondissement.

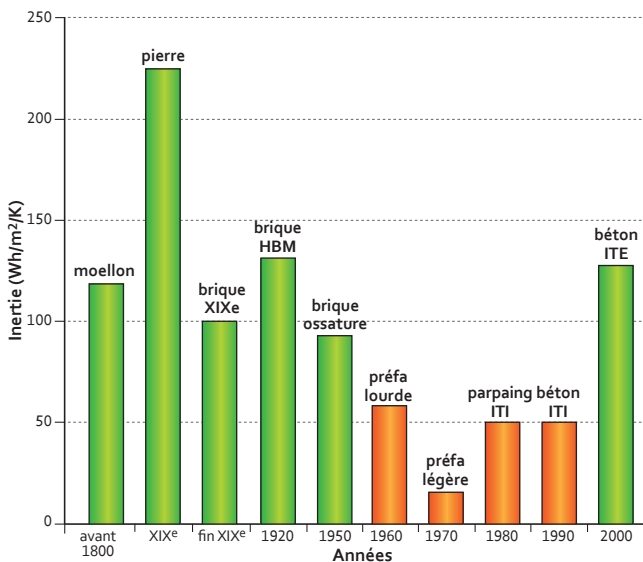
Thermogramme associé à la photo ci-dessus. Les ornements en plâtres au-dessus des fenêtres (les dais) ajoutent des surépaisseurs qui améliorent ponctuellement les performances des murs.



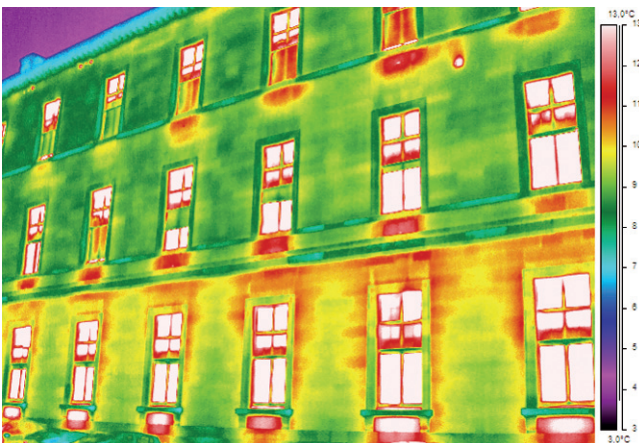
Résistance thermique des murs selon les techniques constructives à Paris



Rue Castellane, 8^e arrondissement.
Fuites thermiques occasionnées par les vitrages.



Inertie des murs selon les techniques constructives à Paris



Rue Ambroise Paré, 10^e arrondissement.
Trous de ventilation en haut à droite.

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 à 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 sont toujours traversants 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.

Équipement de chauffage

Les bâtiments de 1800 à 1850 ont été conçus avec des cheminées et des conduites pour y brancher des poêles. Les énergies de chauffage étaient à cette époque le bois et le charbon de bois. Aujourd'hui c'est le chauffage individuel électrique ou gaz qui prédomine dans ces logements. 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. Souvent les convecteurs ou les radiateurs sont situés sous les fenêtres, ce qui est plutôt une erreur d'un point de vue thermique, la surchauffe occasionnée sur une paroi donnant sur l'extérieur se dissipe vers l'extérieur.

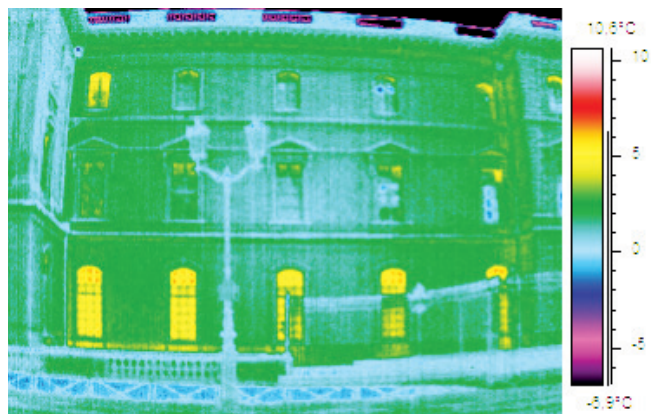


Rue Cambacérés, 8^e arrondissement.
Convecteurs placés sous les fenêtres.

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 de s'être documenté sur la météo des jours précédents l'observation pour 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.



Le Louvre : exemple de bâtiment à très forte inertie

POINTS FORTS DU BÂTI ANCIEN

- inertie thermique forte
- chauffage individuel
- morphologie favorable (mitoyenneté, taille des ouvertures)
- pas de ponts thermiques au niveau des planchers
- appartements traversant

POINTS FAIBLES DU BÂTI ANCIEN

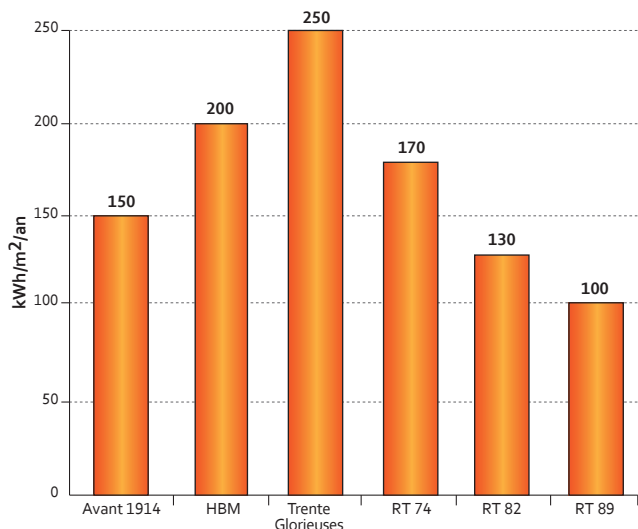
- phénomène de paroi froide
- ventilation naturelle
- menuiseries et vitrages anciens

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 de 1800 à 1850 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 gaz individuel 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 faible 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. La bonne performance des bâtiments anciens tient principalement à leur forte mitoyenneté, leur bonne compacité, leur forte inertie, leur système de chauffage individuel.



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 (ex : une chaudière à veilleuse),
- 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 1800 et 1850 possèdent généralement une valeur patrimoniale forte avec un niveau d'ornementation des façades sur rue prononcé (bandeaux et corniches, encadrement de fenêtres, denticules, etc.) qui est l'un des déterminants de l'identité architecturale parisienne. Dans ces conditions l'ITE ne pourra être mise en œuvre sur les façades sur rue quand les façades sont ornementées. 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 pans de bois/maçonnerie on confronte des matériaux aux caractéristiques physiques très différentes.

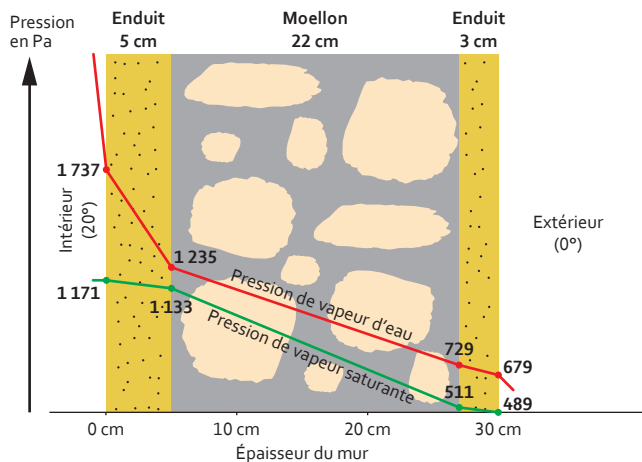
Les murs anciens sont perméables à l'eau ; dans un mur ancien transite en permanence de l'eau sous forme liquide ou gazeuse. Si le passage de l'eau dans le mur est interrompu alors de multiples dégâts peuvent être constatés notamment au niveau des joints entre les pierres ou bien le pourrissement des pans de bois ce qui est de nature à compromettre la stabilité de l'édifice. 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.

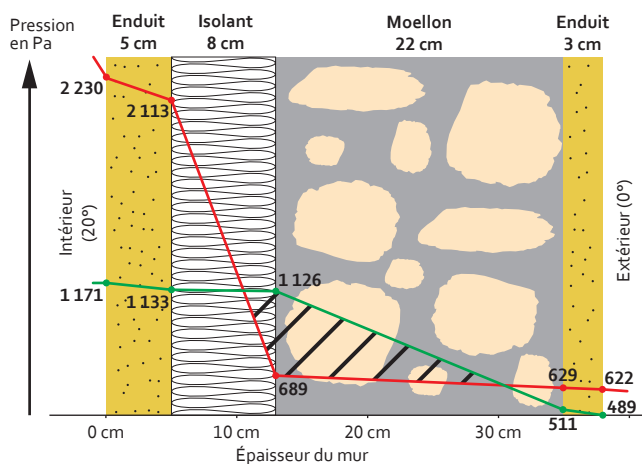
Voici un exemple en régime stationnaire sur un mur en maçonneries, l'ambiance intérieure est à 50 % d'humidité relative et dehors on est à 80 %. Ces conditions sont un peu dures mais peuvent se produire. Le mur isolé par l'intérieur est susceptible d'être le siège de phénomène de condensation dans le 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

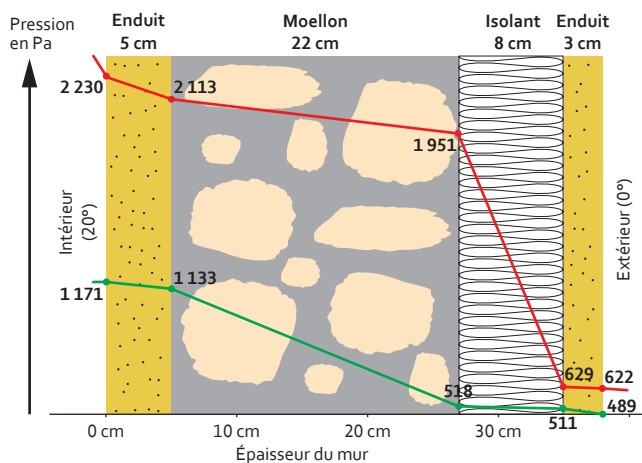
Transferts de vapeur d'eau dans les murs en maçonnerie



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



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



Mur en maçonnerie 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 1800 et 1850. Elle sera par contre inappropriée sur rue, à l'exception des bâtiments qui ont perdu leurs ornements suite aux rénovations hasardeuses des années 60 et 70. Lorsque ces opérations ont eu lieu les 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.



La qualité architecturale de la façade interdit la mise en œuvre d'une ITE

Lorsque les contraintes patrimoniales ne permettent pas la mise en œuvre d'une ITE

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 cm 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.



Façade sur cour à l'écriture architecturale simple pouvant faire l'objet d'une ITE

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
- créer 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 1800 et 1850 ne pourront pas faire l'objet d'une isolation extérieure des façades sur rue (à l'exception de certains bâtiments aux façades non ornementées, notamment dans les quartiers de faubourgs), 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 deuxième 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).

