

Analyse de la performance thermique des logements parisiens construits avant 1800



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

AVANT 1800



Immeubles construits avant 1800, rue Saint-Martin, 1^{er} arrondissement.

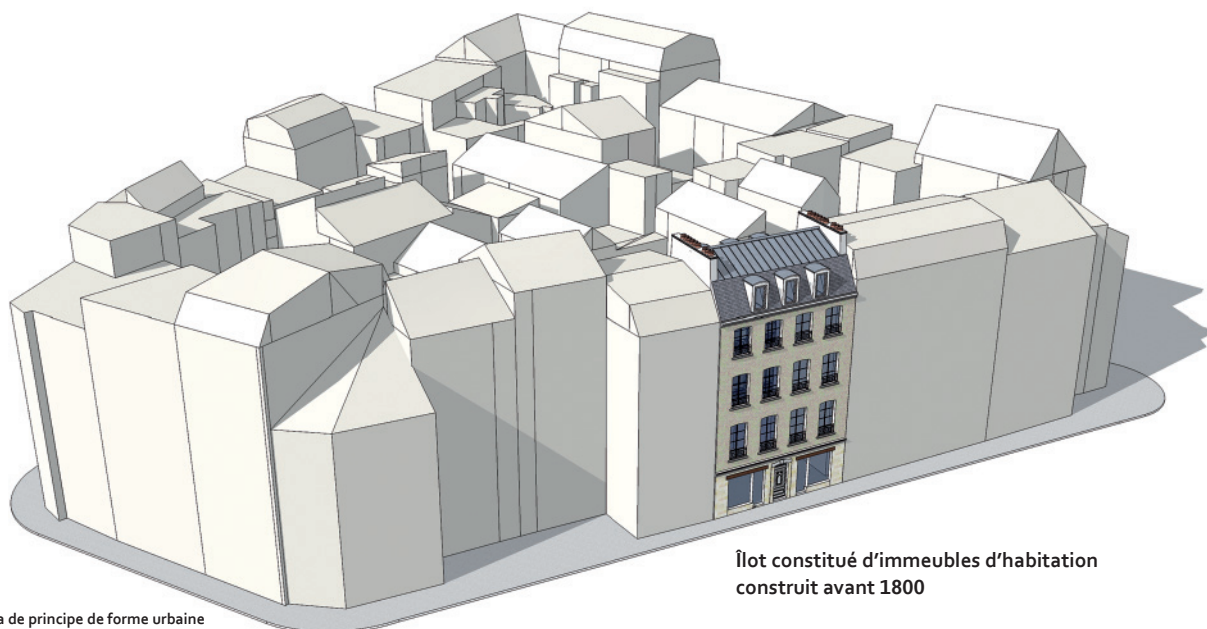
Ce cahier analyse la performance thermique des bâtiments de logements construits à Paris avant 1800, il propose un ensemble de réflexions permettant d'améliorer les consommations d'énergie de ces bâtiments en hiver comme en été.

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 6 % les logements parisiens construits avant 1800. Par commodité on rassemble dans ce cahier l'ensemble des bâtiments avant 1800, ce qui constitue un patchwork relativement hétérogène du point de vue architectural. D'un point de vue thermique en revanche les bâtiments de logements sont assez semblables (à l'exception des hôtels particuliers, qui ne seront pas traités dans ce recueil).



Îlot constitué d'immeubles d'habitation construit avant 1800

Schéma de principe de forme urbaine

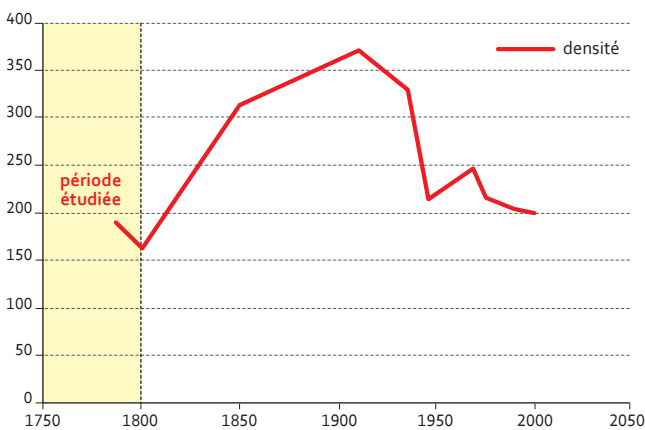
Contexte de la construction

Du milieu du XV^e siècle jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, la croissance urbaine parisienne est lente mais continue, sans rupture majeure. Elle s'affranchit progressivement des différentes enceintes qui entourent la capitale.

Démographie

Malgré des épisodes de reflux dus aux guerres, aux épidémies ou aux périodes de disette, la population parisienne triple en environ deux siècles, passant d'environ 200 000 habitants vers 1590, à environ 640 000 habitants en 1793. On estime alors la densité humaine à environ 190 habitants à l'hectare.

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

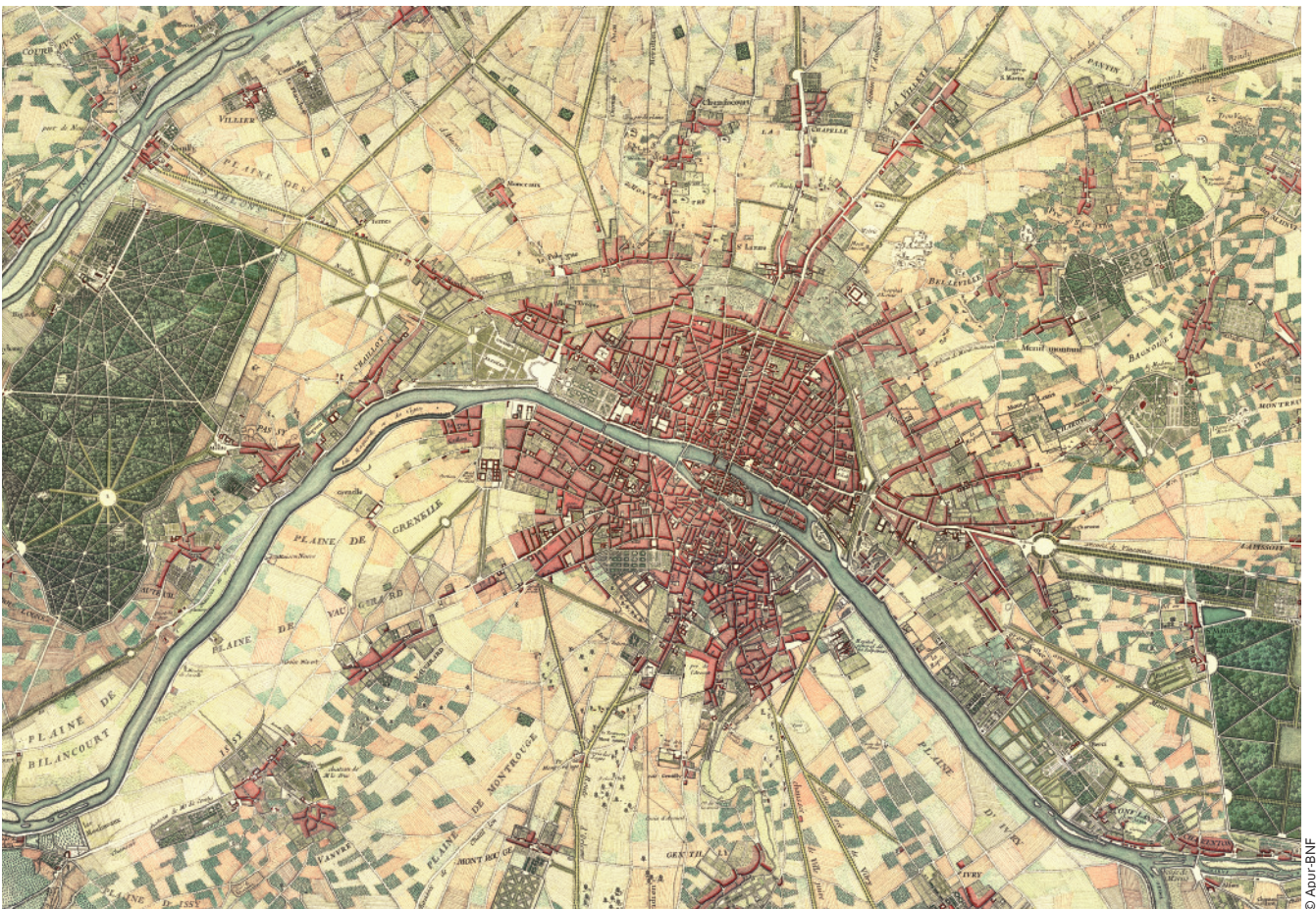


Urbanisme

Pendant tout l'Ancien Régime, la croissance urbaine de Paris est radioconcentrique, avec quelques extensions urbaines le long des principales voies de communication vers la capitale, pour aboutir à une superficie d'environ 3 370 hectares à la fin du XVIII^e siècle. À partir du XVII^e siècle, le pouvoir royal affiche sa volonté de mener de grands travaux d'aménagement et d'embellissement (Pont-Neuf, place des Vosges, place de la Concorde...).

Cette croissance urbaine s'accompagne d'une densification progressive des quartiers centraux, du fait des conditions limitées de transports terrestres pendant l'Ancien Régime. Elle est favorisée par la volonté royale de limiter l'extension spatiale de la capitale afin de réduire le développement d'activités non soumis aux taxes dans les faubourgs, de préserver la ceinture maraîchère de la capitale et de conserver des ressources naturelles à proximité (notamment les carrières).

Pour autant, les extensions urbaines durant cette période restent relativement peu contrôlées, du fait du manque d'efficacité des règlements urbanistiques.



Plan de Paris et de ses faubourgs réalisé en 1740 par l'abbé Jean Delagrive

Économie

Durant tout l'Ancien Régime, la campagne « nourrit » la ville, qui reste avant tout un lieu de transformation et de consommation, et non de production. C'est encore le cas de Paris à la fin du XVIII^e siècle, dont la croissance est assurée par un approvisionnement régulier en vivres, en combustibles, en eau, en matériaux de construction et en matières premières industrielles. La capitale est alimentée par sa ceinture maraîchère et profite de sa proximité géographique avec les campagnes agricoles de la Beauce, de la Brie, du Pays de Caux ou encore de la Picardie. L'essentiel de la croissance économique de la ville repose sur le capitalisme marchand, fondée sur les échanges commerciaux. Les artisans et ouvriers sont estimés entre 8,5 et 12,5 % de la population totale. La présence du réseau de rivières du bassin hydrographique de la Seine et la convergence des voies de transports terrestres vers Paris jouent un grand rôle dans l'acheminement des produits, tout en renforçant son rôle de ville-capitale.

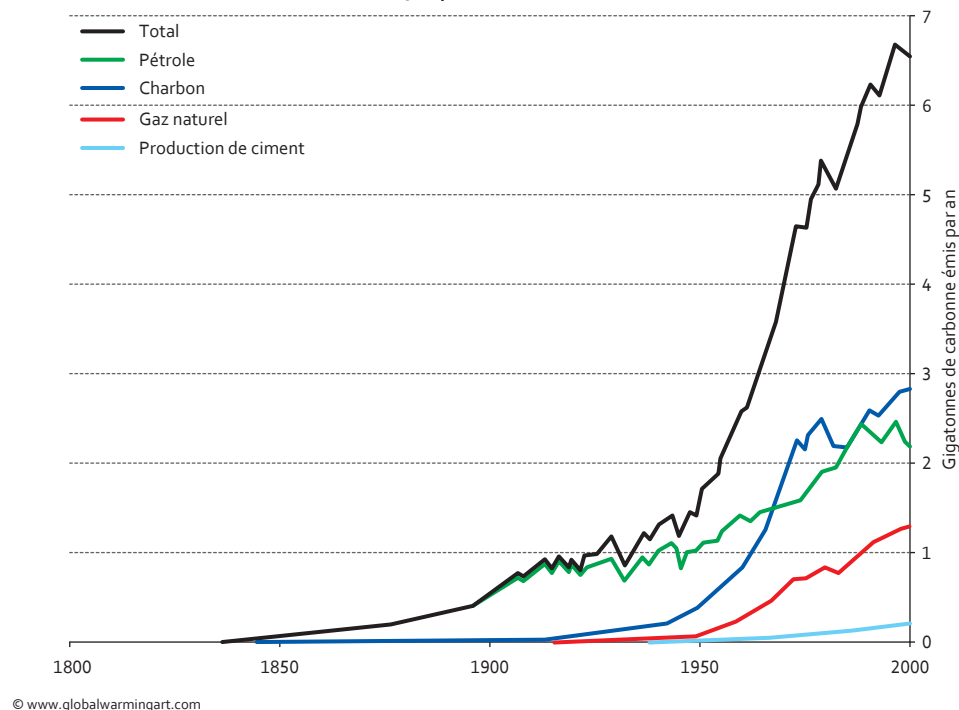
Paris compte environ 23 500 immeubles à la veille de la Révolution Française. Ce n'est qu'à la fin du XVIII^e siècle que l'immobilier devient un bien d'investissement, marquant la naissance de l'immeuble de rapport dont le modèle se diffusera largement durant tout le XIX^e siècle.

Énergie

La société de l'Ancien Régime est une « civilisation du bois », elle base la totalité de son développement sur l'exploitation du bois, à tel point que la déforestation en Ile-de-France commence à devenir problématique à la fin du XVIII^e siècle. Même si l'usage du bois est considéré comme climatiquement neutre (puisque le carbone séquestré lors de la pousse repart dans l'atmosphère lors de la combustion) la question de la ressource se pose déjà dans la France d'avant 1800 puisque les prélèvements annuels sont supérieurs à la croissance annuelle locale. Le bois est donc utilisé à cette époque sur un mode non renouvelable. Ce n'est qu'avec l'utilisation des énergies fossiles au cours du siècle suivant que les forêts françaises seront sauvées de la déforestation.

Le bois représente 98 % des ressources naturelles utilisées pour le chauffage. Les deux tiers du bois parisien proviennent des forêts du Morvan. La pierre et le gypse (pour faire du plâtre) sont exploités dans les carrières généralement situées à proximité de Paris (Bagneux, Arcueil, Melun...). Les matériaux des ouvrages préexistants (par exemple les différentes enceintes de Paris) sont réemployés au gré de leur démolition. L'utilisation croissante de la pierre de taille dans l'architecture domestique est liée à la volonté d'afficher la capacité économique des commanditaires.

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 surtout dans les arrondissements du centre (1^{er} au 11^e arrondissement), le long des anciennes voies N/S et E/O de la capitale, le long de quelques extensions radiales dans les anciens faubourgs (Saint-Antoine, Mouffetard), dans des lotissements (Odéon, île Saint-Louis, Palais-Royal, place des Vosges) ainsi que dans quelques anciens noyaux villageois (La Villette, Vaugirard, Saint Blaise...). Leur répartition montre également une dissymétrie entre la rive gauche et la rive droite, avec une forte concentration de bâtiments datant d'avant 1800 dans le quartier du Marais.

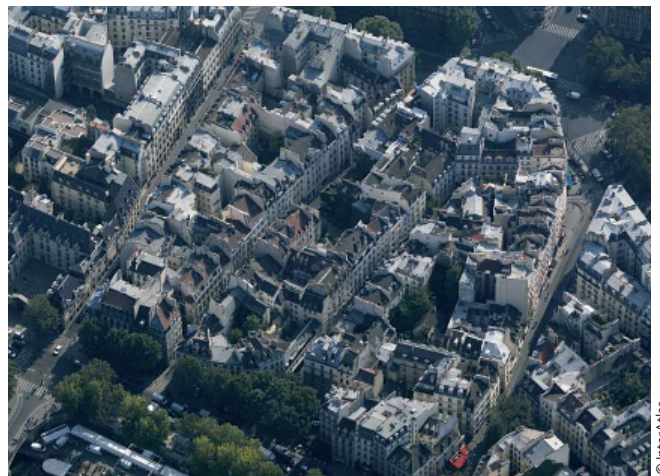
Forme urbaine

Dès le début du XVII^e siècle, les règlements de voirie interdisent toute construction en encorbellement au dessus des voies, impose la mitoyenneté et oblige à l'alignement sur rue. Les façades des immeubles parisiens resteront plates jusqu'au milieu du XIX^e siècle.

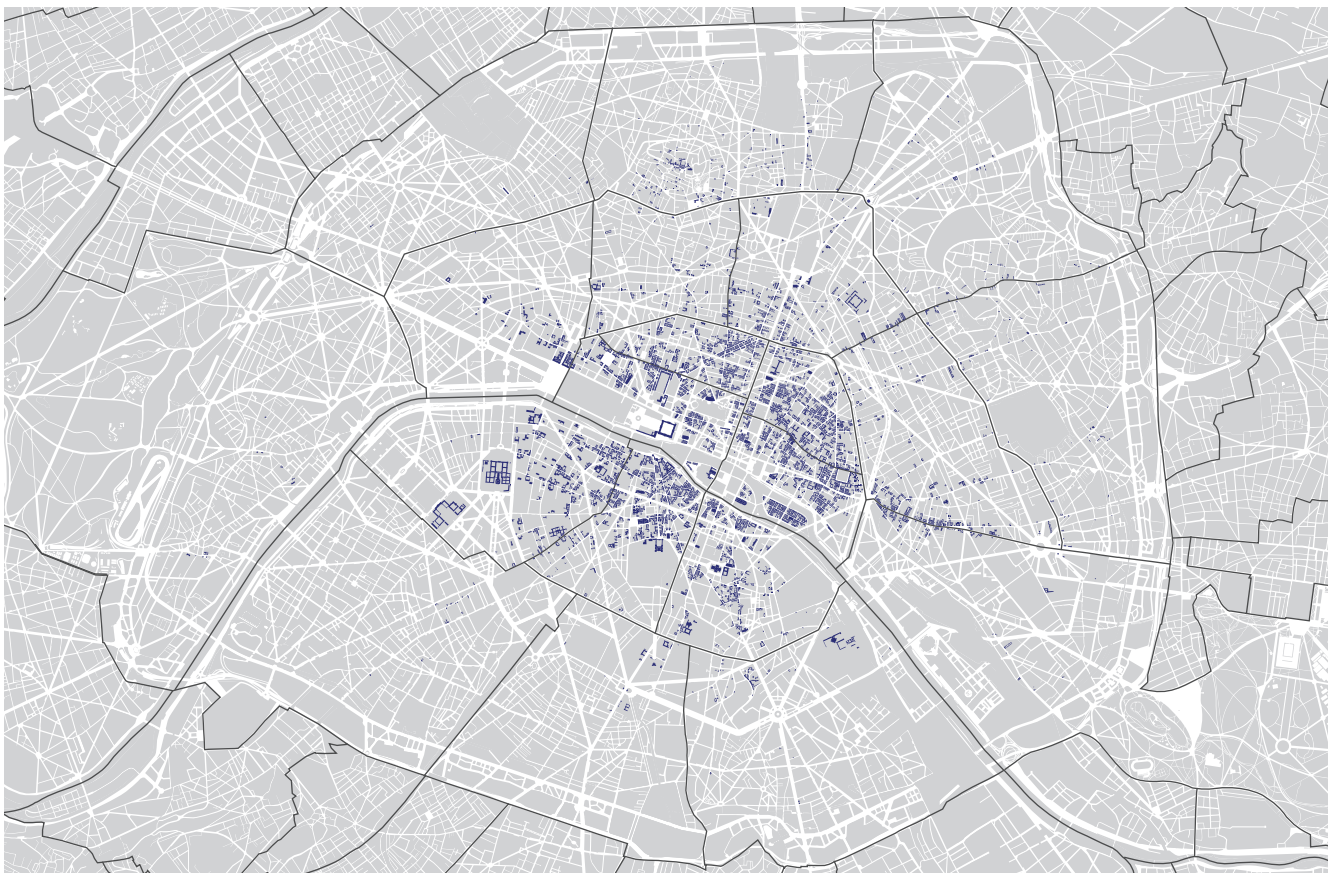
Le tissu urbain hérité de l'Ancien Régime est dense, avec un réseau de voies étroites au tracé irrégulier, dépassant rarement les 10 mètres de large. Les îlots sont de petite dimension, à l'exception des quartiers qui ont fait l'objet de réaménagements postérieurs à leur création. Les parcelles sont généralement étroites et profondes, de 4 à 6 mètres de large et entre 10 et 20 mètres de profondeur, mais peuvent être de plus grande dimension et plus régulières dans les lotissements (par exemple place Dauphine).

L'implantation des bâtiments à l'alignement sur rue est la règle générale mais les volontés d'élargissement des voies ont rendu ses limites mouvantes, sauf dans les lotissements, où elles sont rectilignes. Les emprises libres en cœur d'îlot sont souvent très fragmentées, de forme irrégulière et de taille très réduite. Pour les parcelles les plus denses, elles se limitent à de simples puits de lumière.

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



Quai de Montebello, rue des Bernardins, 5^e arrondissement. Les bâtiments de logements collectifs construits à Paris avant 1800.



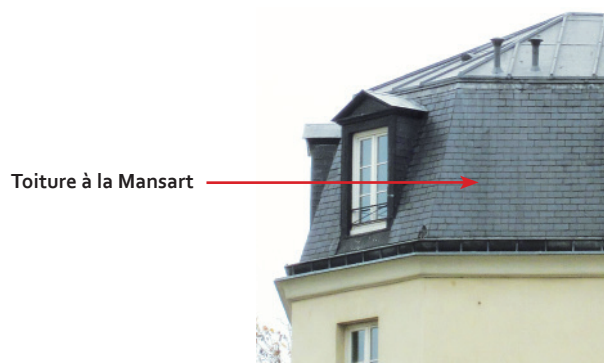
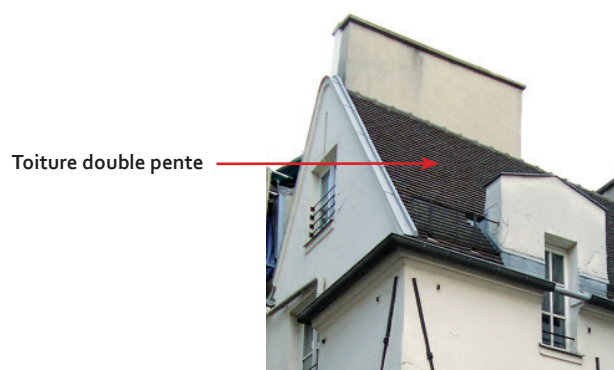
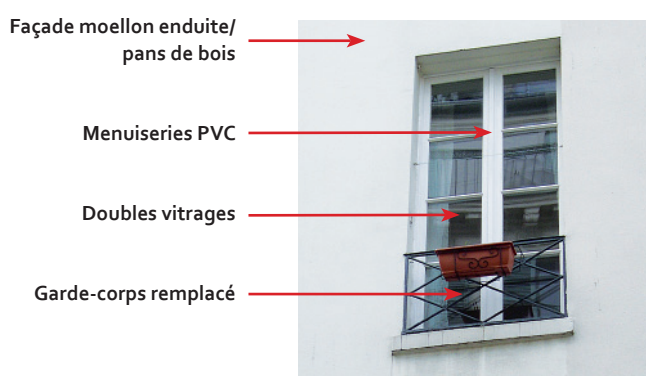
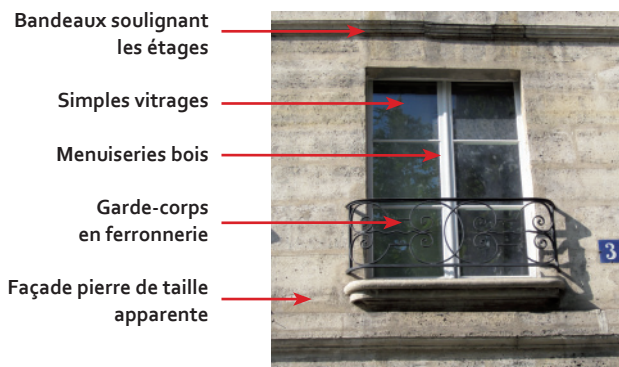
Les bâtiments de logements collectifs construits à Paris avant 1800

Techniques de Construction

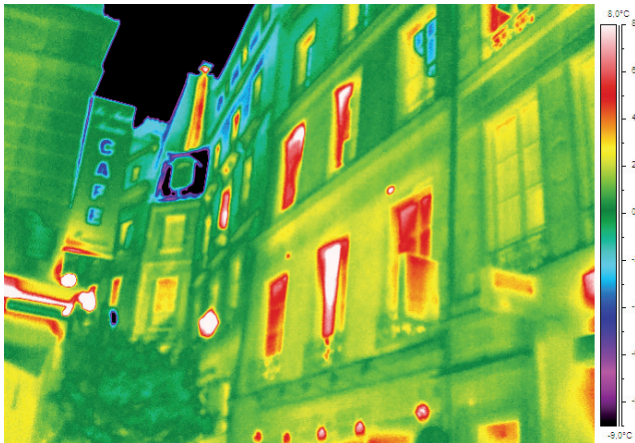
Dés 1667, il est interdit de bâtir des immeubles dont les façades sont en pan de bois non plâtrés. Durant tout l’Ancien Régime, les techniques de construction évoluent peu, profitant de l’abondance de bois dans les forêts d’Île-de-France et des avantages du plâtre. C’est un produit économique et abondant du fait de la présence des couches crayeuses dans le sous-sol du bassin parisien, qui absorbe bien l’humidité et limite les risques de propagation en cas d’incendie. Le plâtre est utilisé notamment comme enduit de façade, comme matériau de cloison ou de cheminée, ou encore en remplissage de plancher. La maison parisienne connaît cependant deux évolutions majeures au cours des XVII^e et XVIII^e siècles. D’abord, l’ossature en bois est progressivement remplacée par une structure en maçonnerie. Ensuite, la pierre de taille n’est plus réservée aux bâtiments exceptionnels et est utilisée, à partir du XVI^e siècle, pour les linteaux, les éléments structurels, les pieds-droits, auparavant en bois. Depuis leur construction, les immeubles ont parfois fait l’objet de surélévation et dans les logements les pièces se sont spécialisées (cuisine, salle d’eau).

Le type « immeuble locatif d’Ancien Régime » est relativement hétérogène, avec beaucoup de variations dans les hauteurs, les matériaux, la largeur de la façade, en fonction du statut du propriétaire, de la taille et la forme de la parcelle, et du type d’opération (lotissement ou insertion dans le tissu existant).

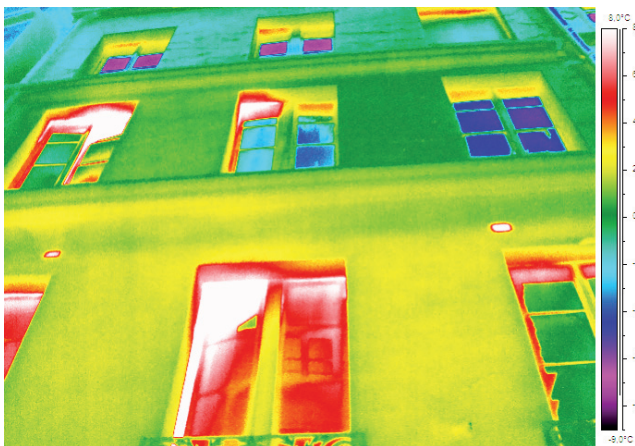
HAUTEUR	R+2 à R+5+C
FAÇADE	Bandeaux soulignant les étages Garde-corps en ferronnerie
STRUCTURE	Façade porteuse Façades sur cour souvent plus fines Façades plus fines vers les étages supérieurs
ENVELOPPE	Murs en pierre de taille apparente (de 40 cm à 50 cm environ) Pans de bois avec remplissage en maçonnerie (de 25 cm à 30 cm d’épaisseur environ) et enduit en mortier de plâtre ou de chaux
OUVERTURES	Menuiseries en bois PVC (si rénovation) Simple-vitrage Double vitrage (si rénovation)
VENTILATION	Ventilation naturelle
TOITURES	Double-pente (zinc ou tuile) Comble à la Mansart (zinc et/ou ardoise)
DISPOSITION INTÉRIEURE	Appartements généralement traversants Rez-de-chaussée souvent commercial Cours intérieures accessibles par des passages cochers



Analyse thermique et thermographique du bâti



Rue Saint-Séverin, 5^e arrondissement.



Rue Saint-Séverin, 5^e arrondissement.

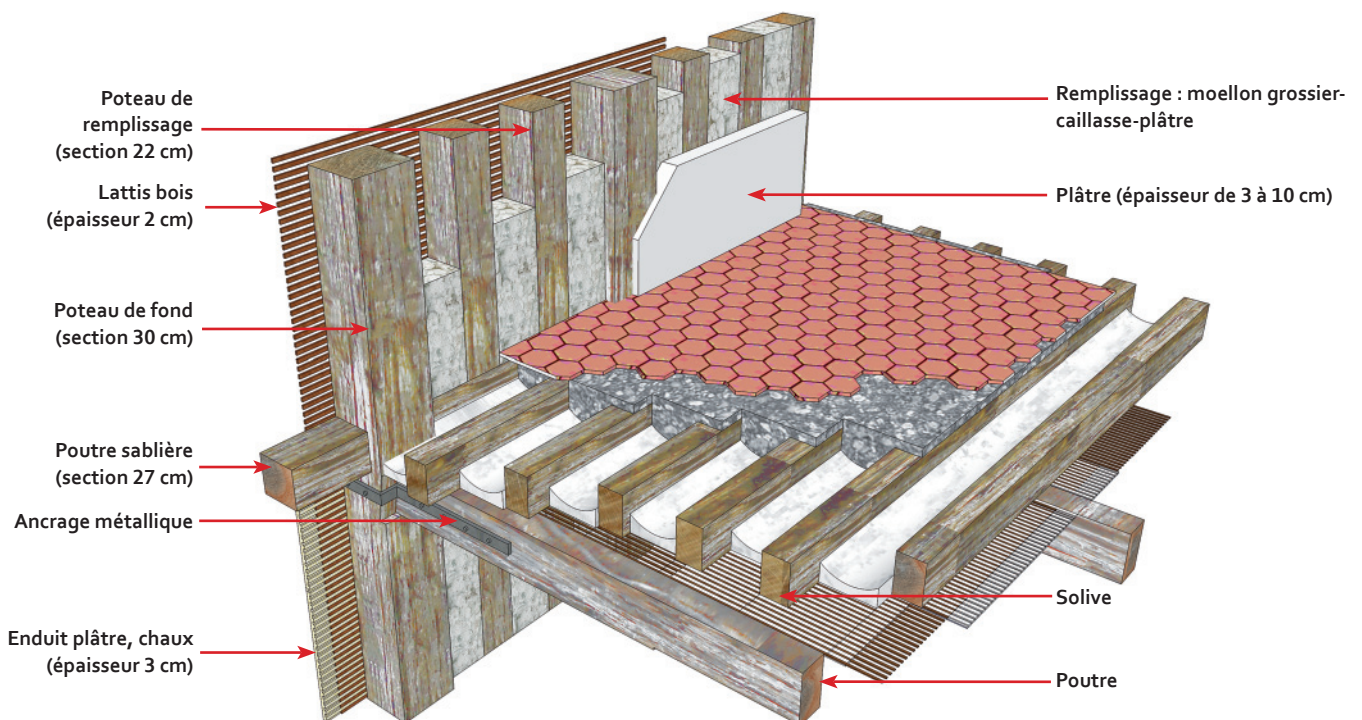
Les thermogrammes ne révèlent pas de ponts thermiques au niveau des planchers.

Diagnostic

Les bâtiments de l'ancien régime ont été conçus pour fournir un environnement le plus confortable possible à leurs occupants. À l'époque le seul système de chauffage se résume à la cheminée dont les rendements sont dérisoires (5 %), la conception des bâtiments de l'ancien régime répond donc à un cahier des charges simple à savoir garder au mieux la chaleur des logements avec pour seule marge de manœuvre l'enveloppe et la taille des ouvertures. Les bâtiments conçus avant 1800 correspondent donc à une optimisation des constructions pour que le confort des habitants soit assuré au mieux en l'absence de système de chauffage performant. Ces bâtiments possèdent donc certaines 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 contribuent 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 en pans de bois/moellon ; plancher bois avec remplissage plâtre

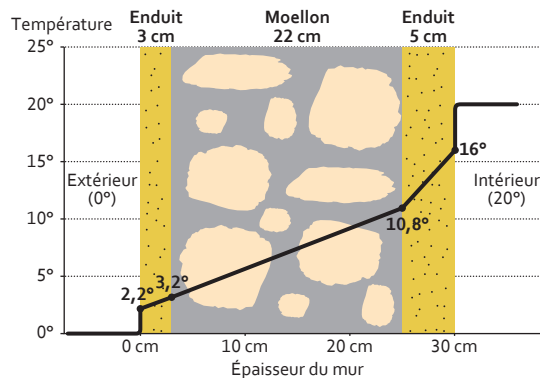
Des murs hétérogènes, « relativement » performants

Les murs sont hétérogènes : ils sont à la fois composés de bois et de maçonneries. Cette composition hétérogène est assez unique dans la typologie des immeubles parisiens. Les parties en pans de bois sont d'ailleurs relativement performantes d'un point de vue thermique ($R = 1,3 \text{ Km}^2/\text{W}$), 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.

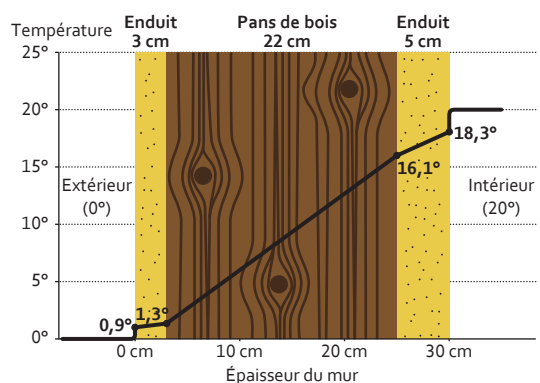
Effet de paroi froide

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 du logement d'avant 1800, on constate une température sur les parois intérieures allant de 16° à 18°C . Le phénomène de paroi froide reste assez modéré ici à cause du choix des matériaux (bois, maçonneries) et des fortes épaisseurs d'enduits intérieurs et extérieurs.



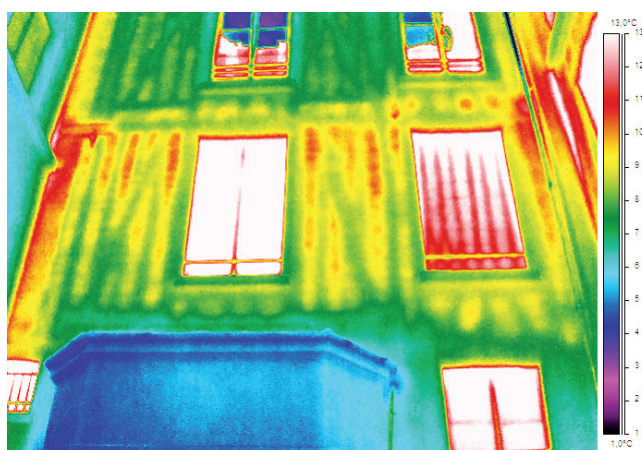
Effet de paroi froide sur un mur de 30 cm en pans de bois/moëllon (coupe effectuée dans le moëllon)



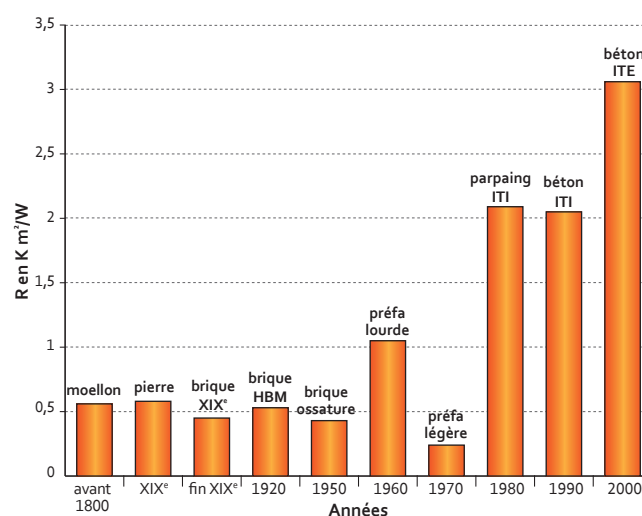
Effet de paroi froide sur un mur de 30 cm en pans de bois/moëllon (coupe effectuée dans le bois)



Rue des Innocents, 1^{er} arrondissement. Bâtiment en cours de réhabilitation : l'enduit a été retiré autour des ouvertures faisant apparaître la composition des murs en pans de bois/moëllon.



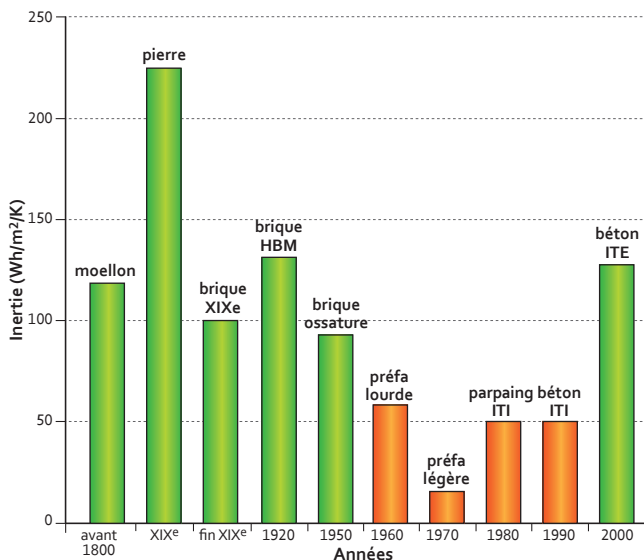
Place de la Madeleine, 8^e arrondissement. Différence de conductivité entre les pans de bois et les éléments de remplissage en maçonnerie.



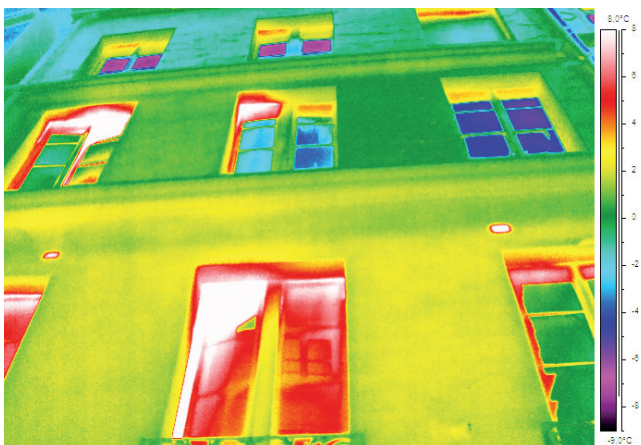
Résistance thermique des murs selon les techniques constructives à Paris



Rue des Francs-Bourgeois, 4^e arrondissement.
Fuites thermiques occasionnées par les vitrages.



Inertie des murs selon les techniques constructives à Paris



Rue Saint-Séverin, 5^e arrondissement.
Trous de ventilation au dessus des vitrages.

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.

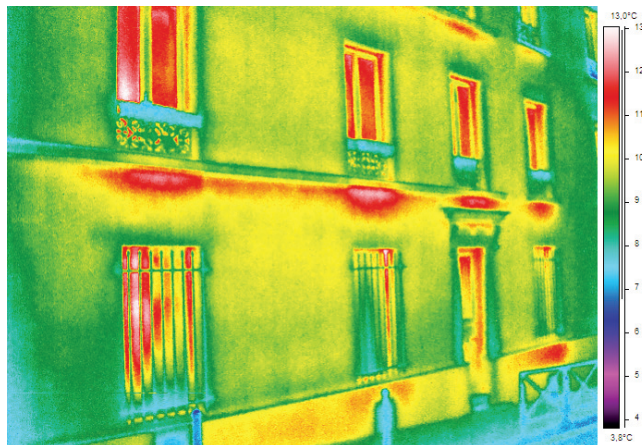
Ventilation

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 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.

Équipement de chauffage

Les bâtiments d'avant 1800 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.

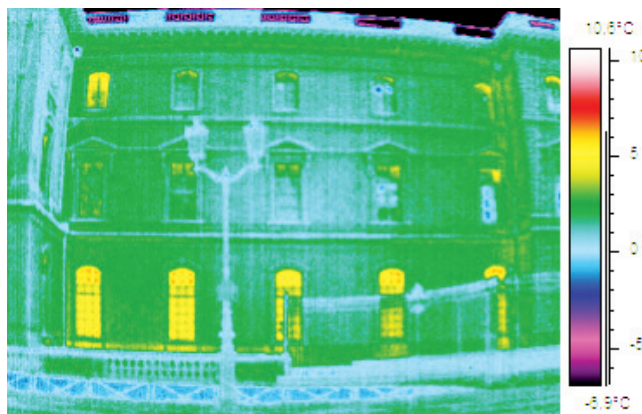


Rue Levert, 20^e arrondissement.
Convecteurs placés sous les fenêtres.

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 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.



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 traversants

POINTS FAIBLES DU BÂTI ANCIEN

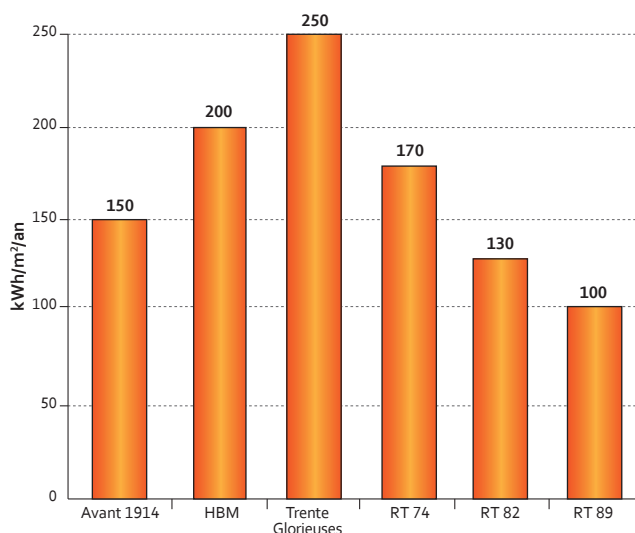
- phénomène
de paroi froide
- ventilation
naturelle
- menuiseries et
vitrages anciens

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 d'avant 1800 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 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. La bonne performance des bâtiments anciens tient principalement à leur forte mitoyenneté, leur bonne compacité, leur forte inertie, et 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 d'avant 1800 possèdent une valeur patrimoniale, ils sont d'ailleurs très majoritairement implantés dans des secteurs de « sauvegarde » à Paris, secteurs faisant l'objet d'une réglementation spécifique élaborée pour préserver la valeur patrimoniale des quartiers concernés. 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 par 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 maçonnerie et pans de bois, on confronte des matériaux aux caractéristiques physiques très différentes.

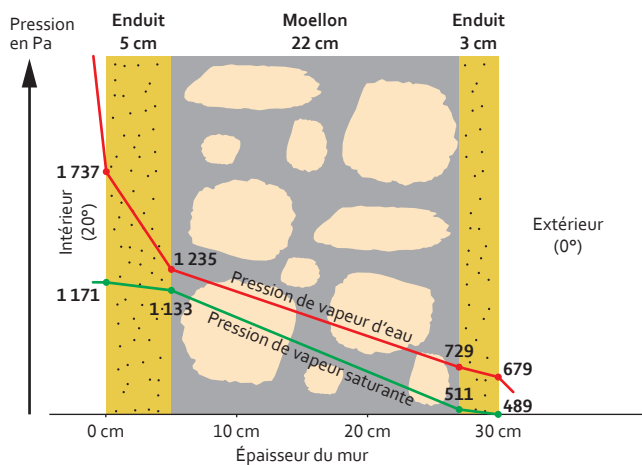
Les murs anciens sont perméables à l'eau ; dans un mur ancien transite en permanence de l'eau sous forme liquide ou gazeuse. Si le passage de l'eau dans le mur est interrompu alors de multiples dégâts peuvent être constatés comme le pourrissement des structures en pans de bois, pouvant compromettre la stabilité du bâtiment. 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.

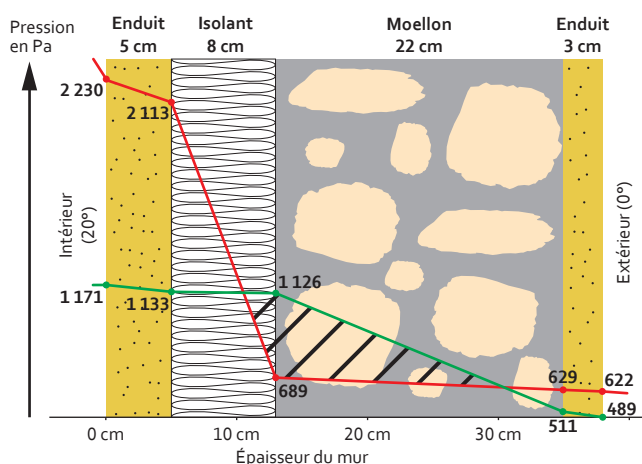
Ci-contre est donné un exemple en régime stationnaire, l'ambiance intérieure est à 50 % d'humidité relative et dehors on est à 80 %. Ces conditions sont un peu dures mais peuvent se produire. Le mur isolé par l'intérieur est susceptible d'être le siège de phénomène de condensation dans le mur ou l'isolant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

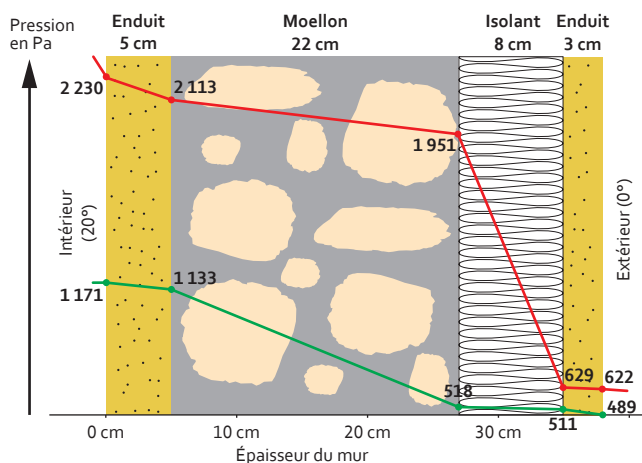
Transferts de vapeur d'eau dans les murs en maçonnerie



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.

À l'inverse de l'isolation extérieure, 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 doit 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 d'avant 1800. Elle sera par contre inappropriée sur rue lorsque la valeur patrimoniale du bâti risque d'être compromise, on pense notamment aux façades d'avant 1800 en pierre de taille et aux modénatures de façade. Néanmoins une approche au cas par cas est nécessaire car de nombreux bâtiments d'avant 1800 possèdent aujourd'hui une écriture architecturale simple et peu développée : façades lisses enduites sans modénatures. Il est à noter que de très nombreux bâtiments d'avant 1800 ont énormément souffert des mesures de réhabilitation des années 60 et 70 à Paris. Ainsi on trouve nombre de bâtiments dont les façades ont été rabotées (disparition des bandeaux, des appuis de fenêtres) et qui ont été recomposées

avec du ciment (enduit projeté, bandeaux en ciment, etc...). Certains de ces bâtiments posent d'ailleurs des problèmes de fissuration et de pourrissement des façades car le ciment est relativement étanche ce qui perturbe le passage de l'humidité à travers les murs. Dans ce cas un ravalement est préférable et la pose d'une ITE est susceptible d'améliorer l'état général du bâti (avec restauration d'un enduit extérieur à la chaux) 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.



ITE inenvisageable, la qualité architecturale de la façade serait trop compromise (pierre de taille, modénature de façade)



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

Cas d'un bâtiment dont la façade a été rabotée et enduite de ciment. L'enduit ciment est inadapté à la respiration du mur et provoque son pourrissement. Dans ce cas une ITE permet d'améliorer l'état général du bâti tout en le rendant thermiquement performant.



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). On peut de même poser un enduit isolant extérieur si la préservation du patrimoine le permet. La portée en termes de réduction d'énergie sera tributaire des épaisseurs d'enduit posé sur les parois. Notons que la portée en terme de réduction de consommation d'énergie est assez mal documentée par les modélisations thermiques qui ne prennent généralement pas en compte l'effet sur le confort thermique des occupants de la température de la paroi.

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
- 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 d'avant 1800 peuvent faire l'objet de la mise en œuvre d'une isolation extérieure sur cour, voire sur rue quand les contraintes patrimoniales le permettent comme c'est le cas des façades dégradées par le raboutage des modénatures et enduites au ciment. En revanche lorsque les contraintes patrimoniales ne permettent pas la reprise de l'enveloppe (pierre apparente, présence de denticules, perturbation de l'alignement des façades, etc.) la solution d'isolation intérieure est très souvent à éviter au profit d'un traitement par un enduit isolant des murs intérieurs.

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 premier 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).

