

# Réhabilitation énergétique des copropriétés normandes construites entre 1948 et 1974

Juin 2014



MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE  
ET DE L'ÉNERGIE  
[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)

MINISTÈRE DU LOGEMENT  
ET DE L'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES  
[www.territoires.gouv.fr](http://www.territoires.gouv.fr)

La rénovation des logements constitue aujourd'hui un enjeu majeur en matière de réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, ainsi que de lutte contre la précarité énergétique, sujets pour lesquels la France se fixe des objectifs ambitieux.

Le parc de logements existant est composé d'une **grande diversité de bâtiments**, différents de par leur année de construction, leur localisation (architecture régionaliste) et leur nature (maison individuelle, en bande, bâtiment collectif, etc.). Cette diversité implique des **stratégies de rénovation différentes**, devant prendre en compte les spécificités propres à chaque type de bâtiment.

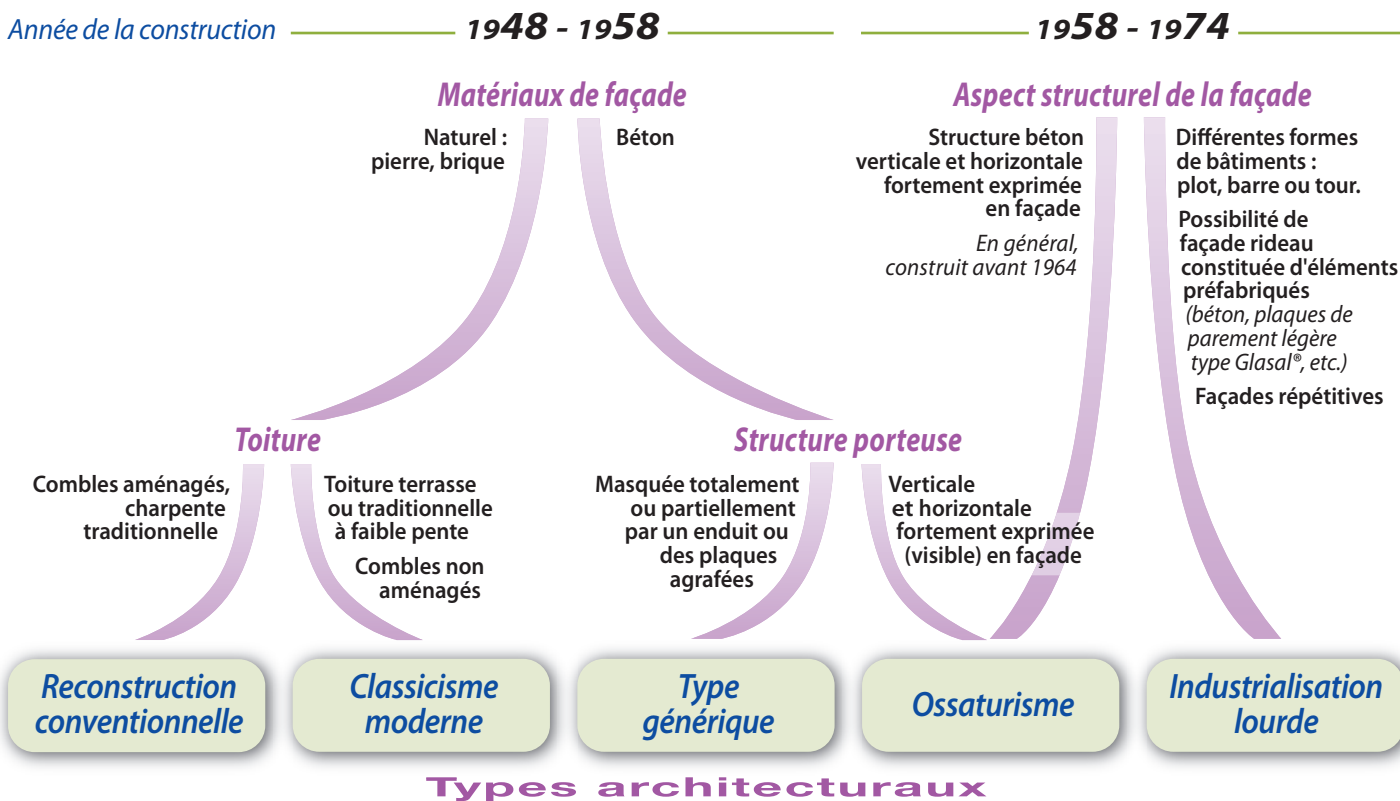
En Normandie, les bombardements de la Seconde Guerre mondiale ont engendré des destructions conséquentes, notamment du parc de logements. Afin de reloger les habitants devenus sans domicile, la **construction d'un parc de copropriétés** relativement important a été entreprise **dès 1948**. En l'absence de réglementation thermique, ces bâtiments de la reconstruction (1948-1958) ainsi que ceux issus de la densification et de l'extension des villes ont été construits sans contrainte thermique jusqu'en 1974. N'ayant pas ou peu fait l'objet de réhabilitation thermique jusqu'alors, ces bâtiments constituent un potentiel d'économies d'énergie important. Leur localisation dans les villes normandes et leur grand nombre font de ces bâtiments un **élément marquant du paysage architectural régional**. Ils revêtent donc, pour certains, un intérêt patrimonial fort qu'il convient de préserver, y compris en cas de rénovation énergétique.

La présente étude a été engagée en 2013 par la Direction Territoriale Normandie-Centre et pilotée conjointement par les Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Haute et Basse-Normandie.

Son objectif est à la fois de **caractériser architecturalement et thermiquement** les copropriétés normandes construites entre 1948 et 1974, puis de proposer des **travaux d'amélioration thermique** de ces bâtiments (enveloppes et équipements), tenant compte de leurs contraintes architecturales, techniques et organisationnelles.


En parallèle, une étude statistique du parc considéré a été menée et montre l'importance de ce dernier : en Normandie, plus de **85 000 logements** se situent dans ce patrimoine des trente glorieuses. Dans les villes de Caen, Le Havre et Rouen, le parc des copropriétés 1948-1974 représente respectivement 24,6 %, 15,3 % et 12,1 % des logements totaux.

**Cinq types architecturaux ont été identifiés** au sein de ce parc. Le schéma ci-dessous permet, en fonction de certains éléments constructifs, de reconnaître le type auquel appartient un bâtiment. En cas de doute, le descriptif détaillé de chaque type présent dans ce dossier permet d'achever l'orientation vers celui correspondant le plus au bâtiment considéré.



**Ce dossier contient**

- 5 fiches correspondant aux 5 types de bâti, accompagnées de leurs cas d'étude
- Un livret « Travaux sur le système ventilation »
- Un livret « Travaux sur le système de chauffage et production d'eau chaude sanitaire ».

Ce document a été réalisé par la Direction territoriale Normandie Centre du  **Cerema**

**Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement**

Direction territoriale Normandie Centre - Département Aménagement Durable des Territoires

10, chemin de la Poudrière - CS 90245 - 76121 Le Grand-Quevilly Cedex - Tél : +33 (0)2 35 68 89 07

Siège : Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - 69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30 - [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Directeur d'étude : Cédric DELAHAIS

Rédacteurs : Noélie CARRETERO  
Cédric DELAHAIS

Equipe projet : Faouzi BEN SETHOUM  
Noélie CARRETERO  
Cédric DELAHAIS  
Jean-Yves FOSSE  
Maxime LECOURT  
Margaux PRIGENT

Mise en page : Antoine JARDOT

Impression : Imprimerie GABEL - Maromme (76) - Imprimé sur papier recyclé

ISBN : 978-2-11-138960-1

**Direction Régionale de l'Environnement,  
de l'Aménagement et du Logement Basse-Normandie**

10, boulevard du général Vanier - CS 60040 - 14006 Caen cedex 1

Tél : 02 50 01 83 00 - [dreal-basse-normandie@developpement-durable.gouv.fr](mailto:dreal-basse-normandie@developpement-durable.gouv.fr)

[www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr](http://www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr)

**Direction Régionale de l'Environnement,  
de l'Aménagement et du Logement Haute-Normandie**

Cité administrative - 2, rue Saint-Sever - 76032 Rouen Cedex

Tél : 02.35.58.52.80 - [dreal-hnormandie@developpement-durable.gouv.fr](mailto:dreal-hnormandie@developpement-durable.gouv.fr)

<http://www.haute-normandie.developpement-durable.gouv.fr>





Partenaires :



Direction régionale des affaires culturelles de Haute-Normandie (Drac)  
Architectes des bâtiments de France







# Reconstruction conventionnelle 1948-1958

## 1 cas d'étude • Le Havre (76)

*Souvent situés dans les cœurs de villes et proches des axes principaux ou des monuments historiques, ces bâtiments possèdent un caractère architectural très représentatif de la reconstruction du bâti normand.*

*Ils sont constitués à la fois de matériaux traditionnels tels que la brique et la pierre calcaire mais possèdent également des planchers en béton et parfois des cadres de fenêtres en béton préfabriqués ou non, en saillie.*

*Ces bâtiments possèdent de 2 à 6 niveaux avec combles aménagés sous une charpente traditionnelle.*



Combles aménagés  
Lucarnes



Toiture traditionnelle  
à forte pente



Matériaux traditionnels



Hautes cheminées

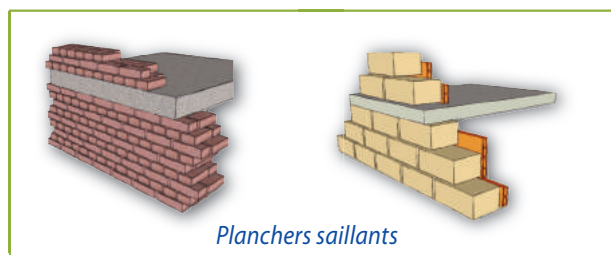


Cadres béton en saillie

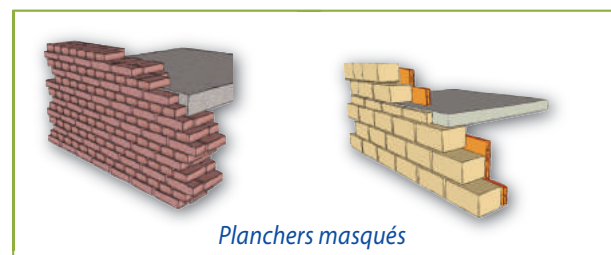


## Caractéristiques constructives

**Structure porteuse et revêtements :** Murs en pierres calcaires, en briques pleines ou en moellons de 30 à 40 cm d'épaisseur, enduits plâtre côté intérieur directement sur le mur ou sur un double mur intérieur en briques creuses séparé de la façade par une lame d'air de 3 à 5 cm d'épaisseur.



Planchers saillants



Planchers masqués

**Toiture :** traditionnelle à forte pente avec charpente bois et couverture ardoise, tuile plate ou parfois zinc. Les combles sont aménagés avec présence de lucarnes. Présence de cheminées hautes en briques enduites ou non.

**Planchers :** en béton, visibles ou non sur les façades (si non visibles, masqués par un placage en pierres calcaires ou briques) cf. schéma ci-dessus.

**Menuiseries :** hautes et à l'origine munies de cadres bois et simple vitrage. Certaines sont maintenant remplacées par des menuiseries souvent en PVC et à double vitrage. Leur taux de remplacement dépend de la copropriété (67 % des surfaces vitrées des logements pour la copropriété diagnostiquée).

**Caractéristiques diverses :** cadres béton préfabriqués autour des fenêtres non systématiques. Présence très fréquente de caves en sous-sol et de celliers ou séchoirs mis hors d'eau par des claustras béton dans les logements.

**Plein / Vide :** les parties vitrées du bâtiment diagnostiqué représentent 39 % des parois verticales.

# Caractéristiques thermiques

## • Confort des occupants

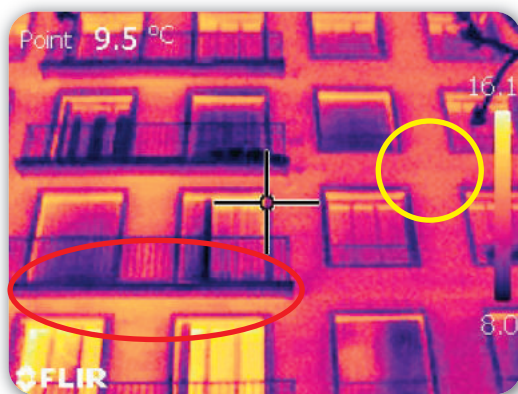
**Non homogénéité de la température :** Dans de nombreux bâtiments, le phénomène de parois froides détériore le confort thermique des habitants. Ce phénomène crée d'une part un rayonnement froid obligeant les occupants à augmenter la température de leur logement s'ils le peuvent, et d'autre part, peut engendrer des pathologies sur les revêtements intérieurs.

**Non maîtrise du chauffage :** Dans les bâtiments équipés de chauffage collectif, les habitants peuvent rarement maîtriser la température de leur logement créant ainsi une ambiance trop chaude ou trop froide et un sentiment de subir une température non désirée. De plus, cet inconfort peut être dégradé par le mauvais équilibrage des réseaux de distribution de chauffage desservant les logements.

**Renouvellement d'air :** Pour la plupart des habitants, la ventilation est suffisante dans les logements. Cela est dû à la mise en pratique de bons réflexes de ventilation manuelle. Cependant, la ventilation naturelle crée de fortes déperditions thermiques et n'est pas maîtrisable.

*Ces informations sont basées sur des questionnaires renseignés par les occupants des copropriétés étudiées pour la rédaction de ces fiches.*

## • Campagne de thermographies



## • Caractéristiques thermiques de l'enveloppe

**Aucune paroi de ces bâtiments n'est isolée.**

**La toiture, les murs et les menuiseries sont les parois les plus déperditives de l'enveloppe, avec 25 % des déperditions pour chacune d'entre elles (sans tenir compte des déperditions par renouvellement d'air).**

Ces bâtiments ne comportent pas de ponts thermiques significatifs. N'étant pas isolés, les jonctions entre les façades en pierre ou en brique et les planchers ou murs de refend ne sont pas des points faibles importants de l'enveloppe (on peut tout de même constater de légers points singuliers aux croisements des murs de refend/dalles, entourés en **jaune** ci-dessus).

Une déperdition plus importante est visible au niveau des dalles de balcons sur les murs de façade (entourés en **rouge** ci-dessus). Un phénomène de conduction thermique dans la dalle de l'intérieur vers l'extérieur du bâtiment avec dissipation de la chaleur dans le mur de façade peut expliquer ce point faible.

Les cadres préfabriqués de fenêtres ne sont pas des points faibles de l'enveloppe tant que ces bâtiments ne sont pas isolés par l'intérieur.

**Dans l'état d'origine (qui est souvent l'état actuel) de ces bâtiments, les déperditions sur les façades sont homogènes.**

## • Caractéristiques des équipements

**Ventilation naturelle par conduits verticaux individuels et pièce par pièce :** Dans les cuisines, la ventilation est naturelle par bouches reliées aux conduits individuels verticaux et grilles d'entrée d'air sur les façades. Pour les WC et les salles de bain, soit des bouches reliées à des conduits individuels, soit une fenêtre donnant sur l'extérieur ou sur le séchoir (pièce ouverte à l'origine sur l'extérieur) permettent de ventiler ces pièces. Dans les pièces de vie, la ventilation se fait par ouverture des fenêtres.

**Chauffage :** Le système de chauffage peut être collectif (gaz ou fioul), ou individuel (gaz ou électrique).

**Eau Chaud Sanitaire :** La production d'ECS est individuelle (couplée à la production de chauffage gaz ou ballon électrique) ou collective (couplée à la production de chauffage collectif).

# Préconisations de travaux relevant de la copropriété

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision collective en assemblée générale, conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis.


Ces travaux doivent être coordonnés par une maîtrise d'œuvre composée à minima d'un bureau d'étude thermique et d'un architecte.

Un audit énergétique permet de déterminer par une **réflexion globale**, quels travaux sont nécessaires à l'amélioration énergétique d'une copropriété, permet de **programmer un plan pluriannuel de travaux facilitant la prise de décision et le financement** des travaux.

**Rappel :** cet audit est obligatoire avant le 1<sup>er</sup> janvier 2017 pour les copropriétés de 50 lots ou plus quelque soit la destination de lot (logement, local vélo, cave, etc.), munies d'un système de chauffage collectif (articles R134-14 à 18 du code de la construction et de l'habitation). Les autres copropriétés devront faire réaliser un diagnostic de performance énergétique (DPE - article L 134-4-1 du CCH).



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNP/2011.

	Opportunités/Avantages
<p>• <b>Plancher haut</b></p> <p>Isolation sur le plancher des combles avec isolant en vrac ou en rouleau. Résistance thermique minimum préconisée : <b>7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 28 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants ; Création d'un plancher ou d'un cheminement sur plots si besoin d'accès.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 30 à 40 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Facilité de mise en œuvre</p> <p>Amélioration du confort thermique des logements</p>
<p>• <b>Plancher bas sur cave</b></p> <p>Isolation en sous-face du plancher par projection d'un flocage isolant. Résistance thermique minimum préconisée : <b>5 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 20 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 40 à 65 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Travaux couplés aux travaux de calorifuge des réseaux</p> <p>Amélioration du confort thermique des locaux du rez-de-chaussée</p>
<p>• <b>Murs entre cages d'escalier et logements</b></p> <p>Si les cages d'escalier sont non chauffées et que la largeur de la cage est suffisante, isolation côté escalier des murs donnant sur les logements. Résistance thermique minimum préconisée : <b>2 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 8 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 35 à 45 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p><i>(Ce type de travaux ne donne pas lieu au déclenchement d'aides financières)</i></p>	<p>Réfection des cages d'escalier dégradées ou défraîchies</p> <p>Amélioration du confort thermique et acoustique des logements</p>
<p>• <b>Ventilation</b></p> <p>Amélioration du système de ventilation (cf. fiche «Travaux sur le système de ventilation»).</p> <p> <i>Ces travaux sont indispensables en cas de changement des menuiseries (cf. travaux parties privatives) et de manière générale, en cas de travaux ayant un impact sur l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.</i></p>	<p>Amélioration du confort thermique des logements</p> <p>Réduction des pertes par ventilation</p> <p>Amélioration ou maintien de la qualité de l'air intérieur</p>
<p>• <b>Chauffage collectif et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production, des réseaux et des systèmes d'émission (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ECS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique de l'ensemble du bâtiment</p>

**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**






# Préconisation de travaux relevant du copropriétaire

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision individuelle conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis. Néanmoins, il est indispensable de les évoquer en assemblée générale suite à la réalisation d'un audit énergétique permettant ainsi de motiver la mise en œuvre des travaux et de maîtriser l'état énergétique des éléments de l'enveloppe du bâtiment situés dans les parties privatives.



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNP/2011.

	Opportunités/Avantages
<p><b>• Menuiseries</b></p> <p>Généralisation du remplacement des menuiseries munies de simple vitrage par des menuiseries munies de double vitrage. Indice <b>Uw conseillé <math>\leq 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un <math>S_w \geq 0,36</math></b> (<math>S_w</math> est le facteur solaire de la menuiserie).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Reprise indispensable du système de ventilation collective (cf. fiche sur les travaux de ventilation).</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 500 à 1 000 € HT/menuiserie</b></p> <p> <b>Dossier de déclaration préalable</b>, à déposer, systématiquement, en mairie. <b>Respecter le règlement de copropriété et les textes d'urbanisme</b> qui peuvent préciser la couleur et la matière de la menuiserie afin de garder l'unité architecturale de la copropriété et de la ville. <b>Reprenre globalement le système de ventilation</b> du bâtiment afin de ne pas engendrer de pathologies sur le bâti dues à la diminution de la perméabilité à l'air de l'enveloppe. <b>Déposer l'ancien bâti</b>, systématiquement, pour conserver la proportion de surface vitrée et éviter l'apparition de pathologies. <b>Conserver ou remplacer à l'identique</b> les systèmes d'occultation.</p>	<p>Amélioration du confort thermique et acoustique du logement</p> <p>Réduction des courants d'air et sensation de parois froides</p>
<p><b>• Rampants de toiture des logements</b></p> <p>En cas de réfection des rampants d'un logement, isoler avant de remettre le revêtement. Résistance thermique minimum préconisée : <b><math>6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}</math></b> (équivalent environ à 24 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Réfection de la paroi intérieure (ossature métallique et plaque de plâtre).</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 80 à 95 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p> <b>Mettre en place un frein vapeur</b> entre le nouveau revêtement intérieur et l'isolant afin de limiter les transferts de vapeur dans ce dernier.</p>	<p>Travaux couplés à la réfection d'un logement</p> <p>Amélioration du confort thermique du logement</p>
<p><b>• Isolation thermique des murs extérieurs</b></p> <p>En cas de réfection d'un appartement, isolation par l'intérieur des murs. Résistance thermique minimum préconisée : <b><math>3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}</math></b> (équivalent environ à 15 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Réfection de la paroi intérieure (ossature métallique et plaque de plâtre) ; Déplacement des réseaux de chauffage si nécessaire.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 80 à 95 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p> <b>Utiliser un matériau isolant perméable à la vapeur d'eau</b> et mettre en place un frein vapeur entre le nouveau revêtement intérieur et l'isolant afin de limiter les transferts de vapeur dans ce dernier.</p>	<p>Travaux couplés à la réfection d'un logement</p> <p>Amélioration du confort thermique du logement</p>
<p><b>• Chauffage individuel et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production de chauffage et d'ECS (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ECS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique du logement</p>

**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**



# Classicisme moderne 1948-1958

- 3 cas d'étude • **Le Havre (76)**  
• **Caen (14)**  
• **Rouen (76)**

*Souvent situés dans les cœurs de villes et proches des axes principaux ou des monuments historiques, ces bâtiments possèdent un caractère architectural très représentatif de la reconstruction du bâti normand.*

*Ils sont constitués à la fois de matériaux traditionnels tels que la pierre calcaire mais possèdent également des planchers en béton et parfois des cadres de fenêtres en béton préfabriqués ou non, en saillie.*

*Ces bâtiments possèdent de 3 à 11 niveaux avec toiture terrasse ou traditionnelle 4 pans à faible pente et combles non aménagés.*



Cadres béton en saillie

Terrassons

Pierre calcaire

Charpente bois et/ou métallique

Balcons dans les angles

## Caractéristiques constructives

**Structure porteuse et revêtements :** murs en pierre calcaire de 25 à 40 cm d'épaisseur, enduits plâtre côté intérieur directement sur la pierre ou sur un double mur intérieur en brique creuse séparé de la pierre par une lame d'air de 3 à 5 cm d'épaisseur.

Possibilité de façades sur cour en brique pleine ravalées ou non.

Possibilité de mur de façade en pierres calcaires peu épaisse (5 à 10 cm) auto-porteur.

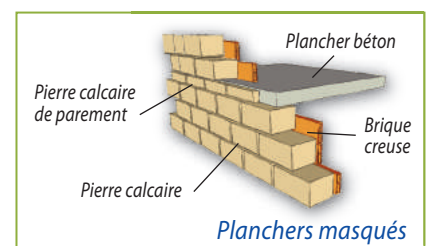
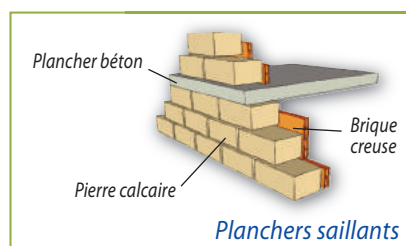
**Toiture :** terrassons recouverts d'un feutre bitumineux d'étanchéité ou de zinc, ou toiture traditionnelle à très faible pente en ardoise avec charpente bois ou métallique et combles non aménagés (région rouennaise).

**Planchers :** en béton visibles ou non sur les façades (si non visibles, masqués par un placage en pierre calcaire) cf. schéma ci-contre.

**Menuiseries :** hautes et à l'origine munies de cadres bois et simple vitrage. Certaines sont maintenant remplacées par des menuiseries souvent en PVC et à double vitrage. Leur taux de remplacement dépend de la copropriété (30 %, 50 % et 75 % des surfaces vitrées des logements sur les trois copropriétés diagnostiquées).

**Caractéristiques diverses :** balcons fréquents en façade ou en angle de bâtiment, cadres béton en saillie (préfabriqués ou non) autour des menuiseries très fréquents, présence quasi systématique de caves en sous-sol.

**Plein / Vide :** les parties vitrées des bâtiments diagnostiqués représentent 25, 29 et 39 % des parois verticales déperditives.



# Caractéristiques thermiques

## • Confort des occupants

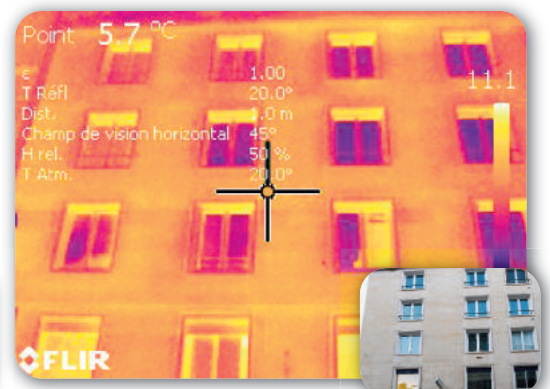
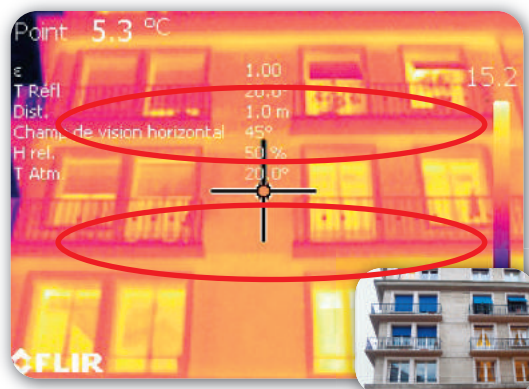
**Non homogénéité de la température :** Dans de nombreux bâtiments, le phénomène de parois froides détériore le confort thermique des habitants. Ce phénomène crée d'une part un rayonnement froid obligeant les occupants à augmenter la température de leur logement s'ils le peuvent, et d'autre part peut engendrer des pathologies sur les revêtements intérieurs.

**Non maîtrise du chauffage :** Dans les bâtiments équipés de chauffage collectif, les habitants peuvent rarement maîtriser la température de leur logement créant ainsi une ambiance trop chaude ou trop froide et un sentiment de subir une température non désirée. De plus, cet inconfort peut être dégradé par le mauvais équilibrage des réseaux de distribution de chauffage desservant les logements.

**Renouvellement d'air :** Pour la plupart des habitants, la ventilation est suffisante dans les logements. Cela est dû à la mise en pratique de bons réflexes de ventilation manuelle. Cependant, la ventilation naturelle crée de fortes déperditions thermiques et n'est pas maîtrisable.

*Ces informations sont basées sur des questionnaires renseignés par les occupants des copropriétés étudiées pour la rédaction de ces fiches.*

## • Campagne de thermographies



## • Caractéristiques thermiques de l'enveloppe

**Les murs extérieurs et les menuiseries représentent les deux parois les plus déperditives de l'enveloppe de ces bâtiments (de 30 à 50 % des déperditions pour les murs et de 25 à 40 % des déperditions pour les menuiseries, sans tenir compte des déperditions par renouvellement d'air).**

**Les planchers hauts (toiture terrasse ou plancher sur combles) représentent, en fonction du nombre d'étages du bâtiment, de 10 à 16 % des déperditions.**

**Les planchers bas donnant sur des sous-sols représentent le quatrième poste déperditif de l'enveloppe des bâtiments.**

Ces bâtiments ne comportent pas de pont thermique significatif. N'étant pas isolés, les jonctions entre les façades en pierre, les planchers et murs de refend ne sont pas des points faibles importants de l'enveloppe. On constate néanmoins sur la thermographie ci-dessus un exemple où un léger pont thermique au niveau des planchers intermédiaires existe. Ce phénomène s'observe dans le cas de planchers intermédiaires saillants.

Les cadres préfabriqués de fenêtres ne sont pas non plus des points faibles des enveloppes des bâtiments le temps que ceux-ci ne sont pas isolés par l'intérieur.

**Dans l'état d'origine (qui est souvent l'état actuel) de ces bâtiments, les déperditions sur les façades sont quasi-homogènes.**

## • Caractéristiques des équipements

**Ventilation naturelle par conduits verticaux individuels et pièce par pièce :** Dans les cuisines, la ventilation est naturelle par bouches reliées aux conduits individuels verticaux et grilles d'entrée d'air sur les façades. Pour les WC et les salles de bain, soit des bouches reliées à des conduits individuels, soit une fenêtre donnant sur extérieur permettent de ventiler ces pièces. Dans les pièces de vie, la ventilation se fait par ouverture des fenêtres.

**Chauffage :** Le système de chauffage est très souvent collectif gaz ou fioul desservant tous les bâtiments de la copropriété.

**Eau Chaude Sanitaire :** La production d'ECS est souvent collective, couplée à la production de chauffage collectif mais peut parfois être individuelle par ballon électrique.



# Préconisations de travaux relevant de la copropriété

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision collective en assemblée générale, conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis.



Ces travaux doivent être coordonnés par une maîtrise d'œuvre composée à minima d'un bureau d'étude thermique et d'un architecte.

Un audit énergétique permet de déterminer par une **réflexion globale**, quels travaux sont nécessaires à l'amélioration énergétique d'une copropriété, permet de **programmer un plan pluriannuel de travaux facilitant la prise de décision et le financement** des travaux.

**Rappel** : cet audit est obligatoire avant le 1<sup>er</sup> janvier 2017 pour les copropriétés de 50 lots ou plus quelque soit la destination de lot (logement, local vélo, cave, etc.), munies d'un système de chauffage collectif (articles R134-14 à 18 du code de la construction et de l'habitation). Les autres copropriétés devront faire réaliser un diagnostic de performance énergétique (DPE - article L 134-4-1 du CCH).



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNP/2011.

	<b>Opportunités/Avantages</b>
<p>• <b>Plancher haut sous comble</b></p> <p>Isolation sur le plancher des combles avec isolant en vrac ou en rouleau. Résistance thermique minimum préconisée : <b>7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 28 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits</b> : Mise en coque des réseaux existants ; Création d'un plancher ou d'un cheminement sur plots si besoin d'accès.</p> <p><b>Coût</b> : <b>de 30 à 40 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Facilité de mise en œuvre</p> <p>Amélioration du confort thermique des logements</p>
<p>• <b>Plancher haut sur toiture terrasse</b></p> <p>Isolation par le dessus de la terrasse, sur l'étanchéité si elle est en bon état, ou sous étanchéité si reprise de celle-ci. Résistance thermique minimum préconisée : <b>4,5 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 18 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits</b> : Reprise de l'étanchéité de la toiture terrasse (réhaussement de l'acrotère) ; Réserves pour possibilité d'accueil de centrale de ventilation.</p> <p><b>Coût</b> : <b>de 20 à 40 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Travaux couplés à la réfection de l'étanchéité des terrasses</p> <p>Amélioration du confort thermique des logements</p>
<p>• <b>Plancher bas sur cave</b></p> <p>Isolation en sous-face du plancher par projection d'un flocage isolant. Résistance thermique minimum préconisée : <b>5 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 20 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits</b> : Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût</b> : <b>de 40 à 65 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Travaux couplés aux travaux de calorifuge des réseaux</p> <p>Amélioration du confort thermique des locaux du rez-de-chaussée</p>
<p>• <b>Murs extérieurs sur cour</b></p> <p>Isolation par l'extérieur des murs sur cour sans intérêt architectural particulier. Résistance thermique minimum préconisée : <b>3,7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 15 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits</b> : Réfection des enduits extérieurs.</p> <p><b>Coût</b> : <b>plus de 145 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p> <i>Supprimer toute pathologie existante sur le mur à isoler avant de procéder aux travaux d'isolation. Le matériau du mur étant naturel, le type d'isolation retenu ne doit en aucun cas empêcher les échanges de vapeur d'eau entre le mur et l'extérieur de manière à pouvoir évacuer naturellement l'eau transitant dans la paroi.</i></p>	<p>Requalification architecturale des façades sur cour</p> <p>Amélioration du confort thermique</p>
<p>• <b>Murs entre cages d'escalier et logements</b></p> <p>Si les cages d'escalier sont non chauffées et que la largeur de la cage est suffisante, isolation côté escalier des murs donnant sur les logements. Résistance thermique minimum préconisée : <b>2 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 8 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits</b> : Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût</b> : <b>de 35 à 45 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p><i>(Ce type de travaux ne donne pas lieu au déclenchement d'aides financières)</i></p>	<p>Réfection des cages d'escalier dégradées ou défraîchies</p> <p>Amélioration du confort thermique et acoustique des logements</p>
<p>• <b>Ventilation</b></p> <p>Amélioration du système de ventilation (cf. fiche «Travaux sur le système de ventilation»).</p> <p> <i>Ces travaux sont indispensables en cas de changement de menuiseries (cf. travaux parties privatives) et de manière générale, en cas de travaux ayant un impact sur l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.</i></p>	<p>Amélioration du confort thermique des logements</p> <p>Réduction des pertes par ventilation</p> <p>Amélioration ou maintien de la qualité de l'air intérieur</p>
<p>• <b>Chauffage collectif et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production, des réseaux et des systèmes d'émission (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ECS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique de l'ensemble du bâtiment</p>

**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**

# Préconisation de travaux relevant du copropriétaire

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision individuelle conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis. Néanmoins, il est indispensable de les évoquer en assemblée générale suite à la réalisation d'un audit énergétique permettant ainsi de motiver la mise en œuvre des travaux et de maîtriser l'état énergétique des éléments de l'enveloppe du bâtiment situés dans les parties privatives.



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNP/2011.

	Opportunités/Avantages
<p><b>• Menuiseries</b></p> <p>Généralisation du remplacement des menuiseries munies de simple vitrage par des menuiseries munies de double vitrage. Indice <b>Uw conseillé <math>\leq 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un <b>Sw <math>\geq 0,36</math></b> (Sw est le facteur solaire de la menuiserie).</b></p> <p><b>Travaux induits :</b> Reprise indispensable du système de ventilation collective (cf. fiche sur les travaux de ventilation).</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 500 à 1 000 € HT/menuiserie</b></p> <p> <b>Dossier de déclaration préalable</b>, à déposer, systématiquement, en mairie. <b>Respecter le règlement de copropriété et les textes d'urbanisme</b> qui peuvent préciser la couleur et la matière de la menuiserie afin de garder l'unité architecturale de la copropriété et de la ville. <b>Prendre globalement le système de ventilation</b> du bâtiment afin de ne pas engendrer de pathologies sur le bâti dues à la diminution de la perméabilité à l'air de l'enveloppe. <b>Déposer l'ancien bâti</b>, systématiquement, pour conserver la proportion de surface vitrée et éviter l'apparition de pathologies. <b>Conserver ou remplacer à l'identique</b> les systèmes d'occultation.</p>	<p>Amélioration du confort thermique et acoustique du logement</p> <p>Réduction des courants d'air et sensation de parois froides</p>
<p><b>• Isolation thermique des murs extérieurs</b></p> <p>En cas de réfection d'un appartement, isolation par l'intérieur des murs. Résistance thermique minimum préconisée : <b><math>3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}</math></b> (équivalent environ à 15 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Réfection de la paroi intérieure (ossature métallique et plaque de plâtre) ; Déplacement des réseaux de chauffage si nécessaire.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 80 à 95 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p> <b>Utiliser un matériau isolant perméable à la vapeur d'eau</b> et mettre en place un frein vapeur entre le nouveau revêtement intérieur et l'isolant afin de limiter les transferts de vapeur dans ce dernier.</p>	<p>Travaux couplés à la réfection d'un logement</p> <p>Amélioration du confort thermique du logement</p>
<p><b>• Chauffage individuel et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production de chauffage et d'ECS (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ECS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique du logement</p>

**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**



# Type générique 1948-1958

2 cas d'étude • Le Havre (76)  
• Rouen (76)

*Situé dans les centres-villes et les premières couronne des agglomérations, ce type de bâtiment se caractérise par le masquage de la structure verticale et parfois également horizontale des bâtiments par le biais de plaques béton ou d'enduit ciment.*

*La structure verticale et les planchers sont en béton.*

*Il existe parfois des cadres préfabriqués blancs autour des menuiseries. Ces bâtiments possèdent de 4 à 5 niveaux avec toiture terrasse ou traditionnelle et combles non aménagés.*



Plaques  
béton



Enduit  
ciment



Cadre béton  
en saillie

Toiture traditionnelle  
faible pente



Toiture terrasse



Exemple :  
charpente  
bois/béton



## Caractéristiques constructives

**Structure porteuse et revêtements :** structure porteuse en béton armé poteaux-poutres ou refends porteurs-façades porteuses. La structure est masquée côté extérieur par des plaques de plus ou moins grande taille en béton, préfabriquées, parfois gravillonnées ou par des plaques pelliculaires. Dans certains cas, le remplissage de la structure est réalisé par des parpaings et un enduit ciment peint.

Il est possible que les façades sur cour, si elles existent, aient été traitées différemment des façades sur rue.

**Toiture :** deux types de toitures ont été identifiés :

- toiture traditionnelle avec charpente bois et parfois constituée d'arbalétriers en béton. La couverture est en ardoise et présente une pente moyenne. Les combles ne sont, dans le cas général, pas aménagés ;
- toiture terrasse en béton avec étanchéité feutre bitumineux souvent recouvert de gravillons.

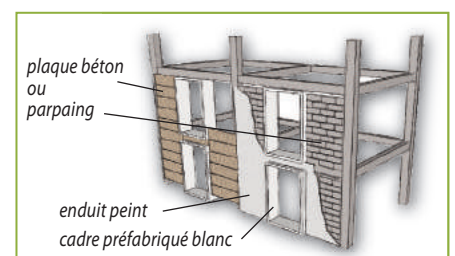
Les cheminées sont en brique pleine enduite ou boisseau béton.

**Planchers :** en béton, soit masqués en façade par le revêtement de façade (plaque ou enduit), soit terminés par une corniche visible en façade à un, deux voire tous les étages.

**Menuiseries :** à l'origine munies de cadres bois et simple vitrage. Certaines sont maintenant remplacées par des menuiseries souvent en PVC et à double vitrage. Leur taux de remplacement dépend de la copropriété (100 % et 70 % des surfaces vitrées des logements sur les deux copropriétés diagnostiquées).

**Caractéristiques diverses :** présence très fréquente de cadres béton en saillie (préfabriqués ou non) autour des fenêtres, présence de caves possible mais non systématique.

**Plein / Vide :** les parties vitrées des bâtiments diagnostiqués représentent 21 % et 33 % des parois verticales déperditives.



plaque béton  
ou  
parpaing

enduit peint  
cadre préfabriqué blanc



# Caractéristiques thermiques

## • Confort des occupants

**Non homogénéité de la température :** Dans la plupart de ces bâtiments, le phénomène de parois froides détériore considérablement le confort thermique des habitants. Ce phénomène crée d'une part un rayonnement froid obligeant les occupants à augmenter la température de leur logement s'ils le peuvent, et d'autre part engendre des pathologies sur les revêtements intérieurs (phénomène important observé dans les deux cas d'étude).

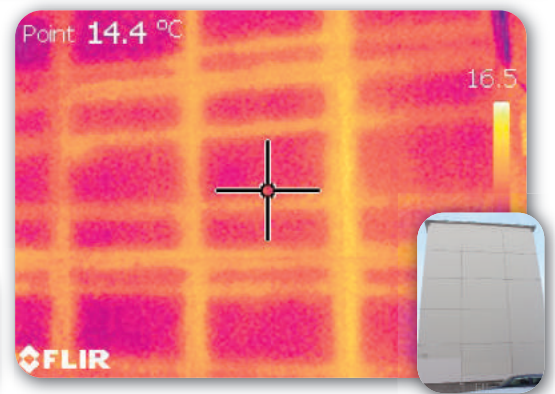
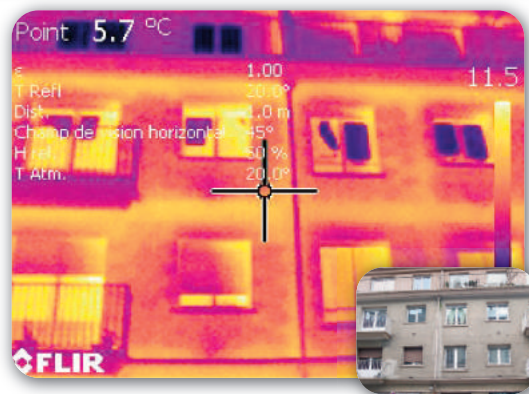
**Non maîtrise de la température des logements en chauffage collectif :** Dans les bâtiments équipés de chauffage collectif, les habitants peuvent rarement maîtriser la température de leur logement créant ainsi une ambiance trop chaude ou trop froide et un sentiment de subir une température non désirée. De plus, cet inconfort peut être dégradé par le mauvais équilibrage des réseaux de distribution de chauffage desservant les logements.

Dans les logements équipés de chauffage individuel, les habitants maîtrisent mieux la température de leur logement.

**Renouvellement d'air :** Pour la plupart des habitants, la ventilation est suffisante dans les logements. Cela est dû à la mise en pratique de bons réflexes de ventilation manuelle et non au bon fonctionnement du système de ventilation naturelle d'origine, bien souvent rendu inefficace par les modifications d'aménagement intérieur des logements.

*Ces informations sont basées sur des questionnaires renseignés par les occupants des copropriétés étudiées pour la rédaction de ces fiches.*

## • Campagne de thermographies



## • Caractéristiques thermiques de l'enveloppe

Aucune paroi de ces bâtiments n'est isolée.

Les murs extérieurs représentent les parois les plus déperditives de l'enveloppe de ces bâtiments (de 30 % à 50 % des déperditions).

Les menuiseries représentent en général (selon le taux de remplacement des menuiseries) le second poste déperditif (de 15 % à 25 % des déperditions).

Les planchers hauts représentent de 10 % à 20 % des déperditions.

Les planchers bas donnant sur des sous-sols ou sur terre-plein représentent le quatrième poste déperditif de l'enveloppe (environ 5 % des déperditions).

Les façades de ces bâtiments possèdent des ponts thermiques significatifs, situés au niveau des planchers intermédiaires et des murs de refend. Ces ponts thermiques constituent des points faibles de la façade, bien que celles-ci ne soient pas isolées.

D'après d'autres thermographies réalisées sur le même type de bâtiment, les cadres préfabriqués de fenêtres ne sont pas des points faibles de l'enveloppe le temps que ces bâtiments ne sont pas isolés par l'intérieur.

*NB : les % de déperditions exposés ici ne tiennent pas compte des déperditions par renouvellement d'air.*

## • Caractéristiques des équipements

**Ventilation naturelle par conduits verticaux individuels ou collectifs et pièce par pièce :** Dans les cuisines, la ventilation est naturelle par bouches reliées aux conduits verticaux individuels ou collectifs (type shunt) et grilles d'entrée d'air sur les façades. Pour les WC et les salles de bain, soit des bouches sur conduits individuels ou collectifs, soit une fenêtre donnant sur extérieur permettent de ventiler ces pièces. Dans les pièces de vie, la ventilation se fait par ouverture des fenêtres.

**Chauffage :** Le système de chauffage peut être collectif (gaz ou fioul) desservant toute la copropriété ou individuel (gaz ou électrique).

**Eau Chaude Sanitaire :** La production d'ECS peut être collective (couplée à la production de chauffage collectif) ou individuelle (ballon électrique).

# Préconisations de travaux relevant de la copropriété

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision collective en assemblée générale, conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis.

Ces travaux doivent être coordonnés par une maîtrise d'œuvre composée à minima d'un bureau d'étude thermique et d'un architecte.

Un audit énergétique permet de déterminer par une **réflexion globale**, quels travaux sont nécessaires à l'amélioration énergétique d'une copropriété, permet de **programmer un plan pluriannuel de travaux facilitant la prise de décision et le financement** des travaux.

**Rappel :** cet audit est obligatoire avant le 1<sup>er</sup> janvier 2017 pour les copropriétés de 50 lots ou plus quelque soit la destination de lot (logement, local vélo, cave, etc.), munies d'un système de chauffage collectif (articles R134-14 à 18 du code de la construction et de l'habitation). Les autres copropriétés devront faire réaliser un diagnostic de performance énergétique (DPE - article L 134-4-1 du CCH).



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNP/2011.

	<b>Opportunités/Avantages</b>
<p>• <b>Plancher haut sous comble</b></p> <p>Isolation sur le plancher des combles avec isolant en vrac ou en rouleau. Résistance thermique minimum préconisée : <b>7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 28 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants ; Création d'un plancher ou d'un cheminement sur plots si besoin d'accès.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 30 à 40 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Facilité de mise en œuvre</p> <p>Amélioration du confort thermique des logements</p>
<p>• <b>Plancher haut sur toiture terrasse</b></p> <p>Isolation par le dessus de la terrasse, sur l'étanchéité si elle est en bon état, ou sous étanchéité si reprise de celle-ci. Résistance thermique minimum préconisée : <b>4,5 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 18 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Reprise de l'étanchéité de la toiture terrasse ; Réserves pour possibilité d'accueil de centrale de ventilation.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 20 à 40 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Travaux couplés à la réfection de l'étanchéité des terrasses</p> <p>Amélioration du confort thermique des logements</p>
<p>• <b>Plancher bas sur cave</b></p> <p>Isolation en sous-face du plancher par projection d'un flocage isolant. Résistance thermique minimum préconisée : <b>5 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 20 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 40 à 65 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Travaux couplés aux travaux de calorifuge des réseaux</p> <p>Amélioration du confort thermique des locaux du rez-de-chaussée</p>
<p>• <b>Murs entre cages d'escalier et logements</b></p> <p>Si les cages d'escalier sont non chauffées et que la largeur de la cage est suffisante, isolation côté escalier des murs donnant sur les logements. Résistance thermique minimum préconisée : <b>2 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 8 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 35 à 45 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p><i>(Ce type de travaux ne donne pas lieu au déclenchement d'aides financières)</i></p>	<p>Réfection des cages d'escalier dégradées ou défraîchies</p> <p>Amélioration du confort thermique et acoustique des logements</p>
<p>• <b>Murs extérieurs et murs extérieurs sur cour</b></p> <p>Avec un projet architectural englobant l'ensemble du bâtiment et conservant l'esprit minéral des façades, l'isolation thermique par l'extérieur est possible. Sinon, isolation par l'extérieur des murs sur cour sans intérêt architectural particulier. Résistance thermique minimum préconisée : <b>3,7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 15 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Réfection des enduits extérieur.</p> <p><b>Coût :</b> <b>plus de 145 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p> <b>Supprimer toute pathologie existante sur le mur à isoler avant de procéder aux travaux d'isolation.</b></p>	<p>Amélioration du confort thermique</p> <p>Reprise du ravalement et requalification des façades</p> <p>Requalification architecturale des façades sur cour</p>
<p>• <b>Ventilation</b></p> <p>Amélioration du système de ventilation (cf. fiche «Travaux sur le système de ventilation»).</p> <p> <i>Ces travaux sont indispensables en cas de changement des menuiseries (cf. travaux parties privatives) et de manière générale, en cas de travaux ayant un impact sur l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.</i></p>	<p>Amélioration du confort thermique des logements</p> <p>Réduction des pertes par ventilation</p> <p>Amélioration ou maintien de la qualité de l'air intérieur</p>
<p>• <b>Chauffage collectif et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production, des réseaux et des systèmes d'émission (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ECS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique de l'ensemble du bâtiment</p>

**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**

# Préconisation de travaux relevant du copropriétaire

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision individuelle conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis. Néanmoins, il est indispensable de les évoquer en assemblée générale suite à la réalisation d'un audit énergétique permettant ainsi de motiver la mise en œuvre des travaux et de maîtriser l'état énergétique des éléments de l'enveloppe du bâtiment situés dans les parties privatives.



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNP/2011.

	Opportunités/Avantages
<p>• <b>Menuiseries</b></p> <p>Généralisation du remplacement des menuiseries munies de simple vitrage par des menuiseries munies de double vitrage. Indice <b>Uw conseillé <math>\leq 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un <b>Sw <math>\geq 0,36</math></b> (Sw est le facteur solaire de la menuiserie).</b></p> <p><b>Travaux induits :</b> Reprise indispensable du système de ventilation collective (cf. fiche sur les travaux de ventilation).</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 500 à 1 000 € HT/menuiserie</b></p> <p> <b>Dossier de déclaration préalable</b>, à déposer, systématiquement, en mairie. <b>Respecter le règlement de copropriété et les textes d'urbanisme</b> qui peuvent préciser la couleur et la matière de la menuiserie afin de garder l'unité architecturale de la copropriété et de la ville. <b>Reprenre globalement le système de ventilation</b> du bâtiment afin de ne pas engendrer de pathologies sur le bâti dues à la diminution de la perméabilité à l'air de l'enveloppe. <b>Déposer l'ancien bâti</b>, systématiquement, pour conserver la proportion de surface vitrée et éviter l'apparition de pathologies. <b>Conserver ou remplacer à l'identique</b> les systèmes d'occultation.</p>	<p>Amélioration du confort thermique et acoustique du logement</p> <p>Réduction des courants d'air et sensation de parois froides</p>
<p>• <b>Isolation thermique des murs extérieurs</b></p> <p>Si les solutions d'isolation des murs par l'extérieur ne sont pas possibles, pour des questions de préservation architecturale des façades, isolation par l'intérieur des logements. Résistance thermique minimum préconisée : <b><math>3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}</math></b> (équivalent environ à 15 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Réfection de la paroi intérieure (ossature métallique et plaque de plâtre) ; Déplacement des réseaux de chauffage si nécessaire.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 80 à 95 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p> <b>Mettre en place un pare-vapeur</b> côté intérieur afin de limiter la migration de l'humidité dans l'isolation.</p>	<p>Travaux couplés à la réfection d'un logement</p> <p>Amélioration du confort thermique du logement</p>
<p>• <b>Chauffage individuel et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production de chauffage et d'ECS (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ECS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique du logement</p>

**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**





# Ossaturisme 1948-1964

1 cas d'étude • **Le Havre (76) - Isolation extérieure**  
• **Le Havre (76) - Isolation intérieure**

*Situés dans les centres-villes et les premières couronnes des agglomérations, les bâtiments de ce type se caractérisent par la mise en valeur de leur structure porteuse verticale et horizontale sur les façades.*

*Ces bâtiments sont constitués essentiellement de béton : structure verticale, planchers et parfois cadres de fenêtres préfabriqués. Ils possèdent de 4 à 7 niveaux.*



Structures horizontale et verticale exprimées en façades



## Caractéristiques constructives

**Structure porteuse et revêtements :** Structure porteuse, **fortement exprimée en façade**, en béton armé poteaux / poutres ou refend porteur / façade porteuse. Le remplissage de la structure peut être en parpaing ou en brique creuse, recouvert d'un enduit et peint (mais laissant apparaître la structure).

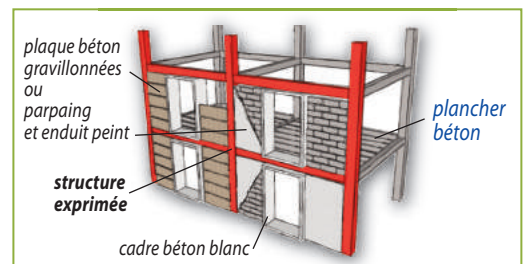
Il peut également être constitué de plaques de béton gravillonnées positionnées entre la structure. Dans ce dernier cas, côté intérieur, le mur est en brique creuse recouvert d'un enduit plâtre.

**Toiture :** Toiture terrasse en béton avec étanchéité feutre bitumineux souvent recouverte de gravillons. Particularité pour la région rouennaise : possibilité de toiture 4 pans à très faible pente formant des combles non aménagés.

**Planchers :** En béton armé coulé sur poutrelles, saillants sur les façades.



Plancher béton



**Menuiseries :** Hautes et à l'origine en simple vitrage et cadres bois. Certaines sont maintenant remplacées par des menuiseries souvent en PVC et à double vitrage. Leur taux de remplacement dépend de la copropriété (90 % des surfaces vitrées des logements pour la copropriété diagnostiquée).

**Caractéristiques diverses :** Balcons et loggias fréquents en façade de bâtiment. Parfois, présence de cadres béton en saillie (préfabriqués ou non) autour des fenêtres, blancs ou roses. Présence quasi systématique de caves en sous-sol.

**Plein / Vide :** Les parties vitrées du bâtiment diagnostiqué représentent 37 % des parois verticales déperditives.

## Caractéristiques thermiques

### • Confort des occupants

**Non homogénéité de la température :** Dans la plupart de ces bâtiments, le phénomène de parois froides détériore le confort thermique des habitants. Ce phénomène crée d'une part, un rayonnement froid obligeant les occupants à augmenter la température de leur logement s'ils le peuvent et d'autre part, engendre des pathologies sur les revêtements intérieurs.

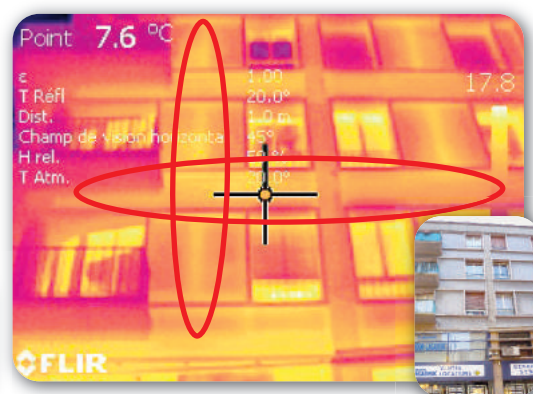
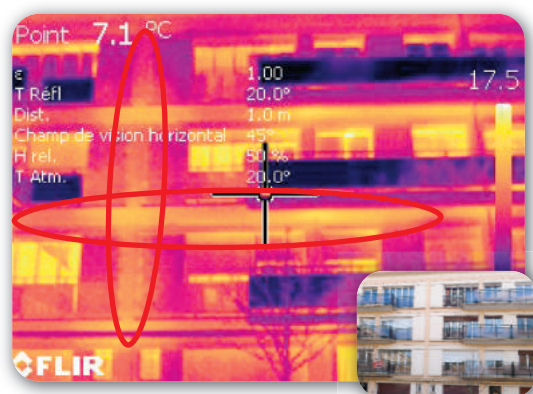
**Non maîtrise du chauffage :** Dans les bâtiments équipés de chauffage collectif, les habitants peuvent rarement maîtriser la température de leur logement créant ainsi une ambiance trop chaude ou trop froide pour le bon confort de occupants. De plus, cet inconfort peut être dégradé par le mauvais équilibrage des réseaux de distribution de chauffage desservant les logements.

Dans les logements équipés de chauffage individuel, les habitants maîtrisent mieux la température de leur logement.

**Renouvellement d'air :** Pour la plupart des habitants, la ventilation est suffisante dans les logements. Cela est dû à la mise en pratique de bons réflexes de ventilation manuelle. Cependant, la ventilation naturelle crée de fortes déperditions thermiques et n'est pas maîtrisable.

*Ces informations sont basées sur des questionnaires renseignés par les occupants des copropriétés étudiées pour la rédaction de ces fiches.*

### • Campagne de thermographies



### • Caractéristiques thermiques de l'enveloppe

**Aucune paroi de ces bâtiments n'est isolée.**

**Les murs extérieurs et les menuiseries représentent les deux parois les plus déperditives de l'enveloppe de ces bâtiments avec environ 40 % des déperditions pour les murs et environ 30 % des déperditions pour les menuiseries** (chiffre variable selon le nombre de menuiseries munies de double vitrage).

**Les planchers hauts (toiture terrasse ou plancher sous combles) peuvent représenter plus de 10 % des déperditions.**

La structure de ces bâtiments est un vecteur de transfert de chaleur direct par conduction thermique entre l'intérieur des logements et l'extérieur. Bien que les bâtiments ne soient pas isolés, les planchers intermédiaires et les structures apparentes en façades créent des ponts thermiques non négligeables (jusqu'à 5 % des déperditions pour les ponts thermiques dus aux planchers intermédiaires).

*NB : les % de déperditions exposés ici ne tiennent pas compte des déperditions par renouvellement d'air.*

### • Caractéristiques des équipements

**Ventilation naturelle par conduits verticaux collectifs et pièce par pièce :** Dans les cuisines, la ventilation est naturelle par bouches reliées aux conduits verticaux collectifs (type shunt) et grilles d'entrée d'air sur les façades. Pour les WC et salles de bain, soit des bouches sur conduits individuels ou collectifs, soit une fenêtre donnant sur l'extérieur permettent de ventiler ces pièces. Dans les pièces de vie, la ventilation se fait par ouverture des fenêtres.

**Chauffage :** Le système de chauffage est très souvent collectif gaz, rarement fioul, desservant toute la copropriété. Dans de rares cas, le chauffage peut être individuel gaz ou électrique. Certains de ces bâtiments sont encore équipés de production de vapeur surchauffée chauffant l'air des logements via des échangeurs situés dans chacun d'eux.

**Eau Chaude Sanitaire :** La production d'ECS peut être collective (couplée à la production de chauffage collectif) ou individuelle (ballon électrique).

# Préconisations de travaux relevant de la copropriété

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision collective en assemblée générale, conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis.

Ces travaux doivent être coordonnés par une maîtrise d'œuvre composée à minima d'un bureau d'étude thermique et d'un architecte.

Un audit énergétique permet de déterminer par une **réflexion globale**, quels travaux sont nécessaires à l'amélioration énergétique d'une copropriété, permet de **programmer un plan pluriannuel de travaux facilitant la prise de décision et le financement** des travaux.

**Rappel : cet audit est obligatoire avant le 1<sup>er</sup> janvier 2017 pour les copropriétés de 50 lots ou plus quelque soit la destination de lot (logement, local vélo, cave, etc.), munies d'un système de chauffage collectif (articles R134-14 à 18 du code de la construction et de l'habitation). Les autres copropriétés devront faire réaliser un diagnostic de performance énergétique (DPE - article L 134-4-1 du CCH).**



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNPI/2011.

	Opportunités/Avantages
<p>• <b>Plancher haut sous comble</b></p> <p>Isolation sur le plancher des combles avec isolant en vrac ou en rouleau. Résistance thermique minimum préconisée : <b>7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 28 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants ; Création d'un plancher ou d'un cheminement sur plots si besoin d'accès.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 30 à 40 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Facilité de mise en œuvre</p> <p>Amélioration du confort thermique des logements</p>
<p>• <b>Plancher haut sur toiture terrasse</b></p> <p>Isolation par le dessus de la terrasse, sur l'étanchéité si elle est en bon état, ou sous étanchéité si reprise de celle-ci. Résistance thermique minimum préconisée : <b>4,5 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 18 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Reprise de l'étanchéité de la toiture terrasse (réhaussement de l'acrotère); Réserves pour possibilité d'accueil de centrale de ventilation.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 20 à 40 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Travaux couplés à la réfection de l'étanchéité des terrasses</p> <p>Amélioration du confort thermique des logements</p>
<p>• <b>Plancher bas sur cave</b></p> <p>Isolation en sous-face du plancher par projection d'un flocage isolant. Résistance thermique minimum préconisée : <b>5 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 20 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 40 à 65 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Travaux couplés aux travaux de calorifuge des réseaux</p> <p>Amélioration du confort thermique des locaux du rez-de-chaussée</p>
<p>• <b>Murs entre cages d'escalier et logements</b></p> <p>Si les cages d'escalier sont non chauffées et que la largeur de la cage est suffisante, isolation côté escalier des murs donnant sur les logements. Résistance thermique minimum préconisée : <b>2 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 8 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 35 à 45 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p><i>(Ce type de travaux ne donne pas lieu au déclenchement d'aides financières)</i></p>	<p>Réfection des cages d'escalier dégradées ou défraîchies</p> <p>Amélioration du confort thermique et acoustique des logements</p>
<p>• <b>Murs extérieurs</b></p> <p>Avec un réel projet architectural englobant l'ensemble du bâtiment, conservant l'aspect minéral des façades et gardant l'esprit du marquage fort des verticales et horizontales du bâtiment, l'isolation thermique par l'extérieur est une solution envisageable. Résistance thermique minimum préconisée : <b>3,7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 15 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Réfection des enduits extérieur.</p> <p><b>Coût :</b> <b>plus de 145 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p> <i>Supprimer toute pathologie existante sur le mur à isoler avant de procéder aux travaux d'isolation.</i></p>	<p>Amélioration du confort thermique</p> <p>Reprise du ravalement et requalification des façades</p>
<p>• <b>Ventilation</b></p> <p>Amélioration du système de ventilation (cf. fiche «Travaux sur le système de ventilation»).</p> <p> <i>Ces travaux sont indispensables en cas de changement des menuiseries (cf. travaux parties privatives) et de manière générale, en cas de travaux ayant un impact sur l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.</i></p>	<p>Amélioration du confort thermique des logements</p> <p>Réduction des pertes par ventilation</p> <p>Amélioration ou maintien de la qualité de l'air intérieur</p>
<p>• <b>Chauffage collectif et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production, des réseaux et des systèmes d'émission (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ÉCS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique de l'ensemble du bâtiment</p>

**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**




# Préconisation de travaux relevant du copropriétaire

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision individuelle conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis. Néanmoins, il est indispensable de les évoquer en assemblée générale suite à la réalisation d'un audit énergétique permettant ainsi de motiver la mise en œuvre des travaux et de maîtriser l'état énergétique des éléments de l'enveloppe du bâtiment situés dans les parties privatives.



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNPI/2011.

	Opportunités/Avantages
<p>• <b>Menuiseries</b></p> <p>Généralisation du remplacement des menuiseries munies de simple vitrage par des menuiseries munies de double vitrage. Indice <b>Uw</b> conseillé <math>\leq 1,7 \text{ W/m}^2.\text{K}</math> avec un <b>Sw</b> <math>\geq 0,36</math> (Sw est le facteur solaire de la menuiserie).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Reprise indispensable du système de ventilation collective (cf. fiche sur les travaux de ventilation).</p> <p><b>Coût :</b> de 500 à 1 000 € HT/menuiserie</p> <p> <b>Dossier de déclaration préalable</b>, à déposer, systématiquement, en mairie. <b>Respecter le règlement de copropriété et les textes d'urbanisme</b> qui peuvent préciser la couleur et la matière de la menuiserie afin de garder l'unité architecturale de la copropriété et de la ville. <b>Reprenre globalement le système de ventilation</b> du bâtiment afin de ne pas engendrer de pathologies sur le bâti dues à la diminution de la perméabilité à l'air de l'enveloppe. <b>Déposer l'ancien bâti</b>, systématiquement, pour conserver la proportion de surface vitrée et éviter l'apparition de pathologies. <b>Conserver ou remplacer à l'identique</b> les systèmes d'occultation.</p>	<p>Amélioration du confort thermique et acoustique du logement</p> <p>Réduction des courants d'air et sensation de parois froides</p>
<p>• <b>Isolation thermique des murs extérieurs</b></p> <p>Si les solutions d'isolation des murs par l'extérieur ne sont pas possibles, pour des questions de préservation architecturale des façades, isolation par l'intérieur des logements. Résistance thermique minimum préconisée : <b>3,7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 15 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Réfection de la paroi intérieure (ossature métallique et plaque de plâtre) ; Déplacement des réseaux de chauffage si nécessaire.</p> <p><b>Coût :</b> de 80 à 95 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</p> <p> <b>Mettre en place un pare-vapeur</b> côté intérieur afin de limiter la migration de l'humidité dans l'isolation.</p>	<p>Travaux couplés à la réfection d'un logement</p> <p>Amélioration du confort thermique du logement</p>
<p>• <b>Chauffage individuel et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production de chauffage et d'ECS (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ECS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique du logement</p>

**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**



# Industrialisation lourde 1958-1974

- 3 cas d'étude • **Le Havre (76)**  
• **Rouen (76)**  
• **Hérouville-Saint-Clair (14)**

*Situés en périphérie des centres-villes, ces bâtiments se caractérisent par des constructions de grande taille, des façades répétitives, des surfaces vitrées relativement importantes et l'utilisation massive d'éléments préfabriqués. Trois formes de bâtiment ont été identifiées : plot (cubique allant jusqu'à 8 niveaux), barre (longitudinale allant jusqu'à 7 niveaux) et tour (verticale, allant jusqu'à 20 niveaux).*

*Ces bâtiments sont essentiellement constitués de béton armé (structure, murs porteurs, planchers et toitures) et d'éléments préfabriqués.*

Barre

Plot



Tour



## Caractéristiques constructives

**Structure porteuse et revêtements :** structure en béton armé avec, principalement, refends porteurs transversaux aux façades et, parfois, structure poteaux/poutres. Façades en éléments préfabriqués béton, en parpaings ou en briques creuses. Possibilité de façade rideau avec revêtement léger type Glasal® ou éléments préfabriqué béton. Les revêtements intérieurs des façades sont composés de plâtre sur brique creuse ou de revêtement préfabriqué type Placopan®.

**Toiture :** Toiture terrasse en béton avec étanchéité feutre bitumineux recouverte de gravier. Particularité pour la région rouennaise : possibilité d'une toiture traditionnelle 4 pans avec pente faible et combles non aménagés.

**Planchers :** En béton armé reposant sur les refends et les façades.

**Menuiseries :** Coulissantes ou à battant, à l'origine en simple vitrage et cadres bois ou aluminium. Certaines sont maintenant remplacées par des menuiseries souvent en PVC ou en aluminium et à double vitrage. Leur taux de remplacement dépend de la copropriété (100 %, 58 % et 28 % des surfaces vitrées des logements pour les copropriétés diagnostiquées).

**Caractéristiques diverses :** Balcons et loggias fréquents en façade de bâtiment, présence quasi systématique de cave en sous-sol et, parfois, présence de celliers ou séchoirs à l'origine uniquement séparés de l'extérieur par des claustras béton et aujourd'hui clos par des matériaux opaques ou des menuiseries simple ou double vitrage.

**Plein / Vide :** Les parties vitrées des bâtiments diagnostiqués représentent 27 %, 38 % et 39 % des parois verticales déperditives.

# Caractéristiques thermiques

## • Confort des occupants

**Non homogénéité de la température :** Dans la plupart de ces bâtiments, le phénomène de parois froides détériore le confort thermique des habitants. Ce phénomène crée d'une part un rayonnement froid obligeant les occupants à augmenter la température de leur logement s'ils le peuvent, et d'autre part engendre des pathologies sur les revêtements intérieurs.

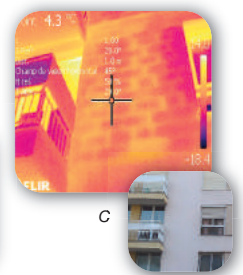
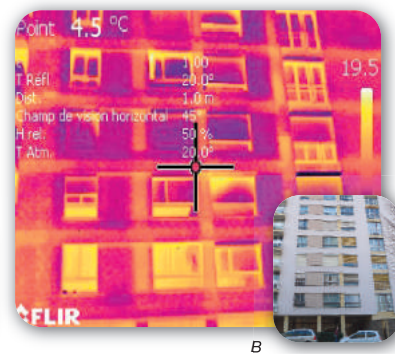
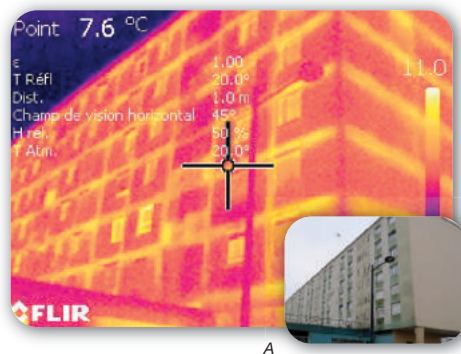
**Non maîtrise du chauffage :** Dans les bâtiments équipés de chauffage collectif, les habitants peuvent rarement maîtriser la température de leur logement créant ainsi une ambiance trop chaude ou trop froide pour le bon confort des occupants. De plus, cet inconfort peut être dégradé par le mauvais équilibrage des réseaux de distribution de chauffage desservant les logements.

**Ventilation :** Pour la plupart des habitants, la ventilation est suffisante dans les logements. Cela est dû à la mise en pratique de bons réflexes de ventilation manuelle. Cependant, la ventilation naturelle crée de fortes déperditions thermiques et n'est pas maîtrisable.

**Confort d'été :** Dans le cas de façades rideaux, la faible inertie de la paroi ne permet pas d'atténuer la montée en température dans les logements l'été. Le confort thermique d'été s'en trouve fortement altéré.

*Ces informations sont basées sur des questionnaires renseignés par les occupants des copropriétés étudiées pour la rédaction de ces fiches.*

## • Campagne de thermographies



## • Caractéristiques thermiques de l'enveloppe

Les parois de ces bâtiments sont très peu ou pas isolées.

Les murs extérieurs et les menuiseries représentent les deux parois les plus déperditives de l'enveloppe de ces bâtiments (de 20 % à 45 % des déperditions pour les murs et de 25 % à 50 % des déperditions pour les menuiseries (chiffres variables selon le nombre de menuiseries munies de double vitrage).

Les planchers hauts (toiture terrasse ou plancher sous combles) représentent de 10 % à 20 % des déperditions. Les planchers bas donnant sur sous-sol représentent le quatrième poste déperditif de l'enveloppe des bâtiments (de 7 % à 10 % des déperditions).

Les façades de ces bâtiments possèdent des ponts thermiques significatifs au niveau des planchers intermédiaires et des murs de refends ou poteaux (thermographies A et B). Ces ponts thermiques constituent des points faibles de la façade, bien que celles-ci ne soient pas ou très peu isolées.

La thermographie (C) peut permettre d'identifier la nature des murs de façade et ainsi d'évaluer leur performance thermique : mur porteur de façade en parpaing identifié grâce à la thermographie.

*NB : les % de déperditions exposés ici ne tiennent pas compte des déperditions par renouvellement d'air.*

## • Caractéristiques des équipements

**Ventilation naturelle par conduits verticaux collectifs et pièce par pièce :** Dans les cuisines, la ventilation est naturelle par bouches reliées aux conduits verticaux collectifs (type shunt) et grilles d'entrée d'air sur les façades. Pour les WC et salles de bain, des bouches sur conduits collectifs, permettent de ventiler ces pièces. Dans les pièces de vie, la ventilation se fait par ouverture des fenêtres.

**Chauffage :** Le système de chauffage est collectif (souvent gaz ou relié à un réseau de chaleur urbaine via une sous-station).

**Eau Chaude Sanitaire :** La production d'ECS est souvent collective (couplée à la production de chauffage) mais peut parfois être individuelle (ballon électrique).



# Préconisations de travaux relevant de la copropriété

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision collective en assemblée générale, conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis.

Ces travaux doivent être coordonnés par une maîtrise d'œuvre composée à minima d'un bureau d'étude thermique et d'un architecte.

Un audit énergétique permet de déterminer par une **réflexion globale**, quels travaux sont nécessaires à l'amélioration énergétique d'une copropriété, permet de **programmer un plan pluriannuel de travaux facilitant la prise de décision et le financement** des travaux.

**Rappel :** cet audit est obligatoire avant le 1<sup>er</sup> janvier 2017 pour les copropriétés de 50 lots ou plus quelque soit la destination de lot (logement, local vélo, cave, etc.), munies d'un système de chauffage collectif (articles R134-14 à 18 du code de la construction et de l'habitation). Les autres copropriétés devront faire réaliser un diagnostic de performance énergétique (DPE - article L 134-4-1 du CCH).



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNP/2011.

	<b>Opportunités/Avantages</b>
<p>• <b>Plancher haut sous comble</b></p> <p>Isolation sur le plancher des combles avec isolant en vrac ou en rouleau. Résistance thermique minimum préconisée : <b>7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 28 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants ; Création d'un plancher ou d'un cheminement sur plots si besoin d'accès.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 30 à 40 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Facilité de mise en œuvre</p> <p>Amélioration du confort thermique des logements</p>
<p>• <b>Plancher haut sur toiture terrasse</b></p> <p>Isolation par le dessus de la terrasse, sur l'étanchéité si elle est en bon état, ou sous étanchéité si reprise de celle-ci. Résistance thermique minimum préconisée : <b>4,5 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 18 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Reprise de l'étanchéité de la toiture terrasse ; Réserves pour possibilité d'accueil de centrale de ventilation.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 20 à 40 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Travaux couplés à la réfection de l'étanchéité des terrasses</p> <p>Amélioration du confort thermique des logements</p>
<p>• <b>Plancher bas sur cave</b></p> <p>Isolation en sous-face du plancher par projection d'un flocage isolant. Résistance thermique minimum préconisée : <b>5 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 20 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 40 à 65 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p>	<p>Travaux couplés aux travaux de calorifuge des réseaux</p> <p>Amélioration du confort thermique des locaux du rez-de-chaussée</p>
<p>• <b>Murs entre cages d'escalier et logements</b></p> <p>Si les cages d'escalier sont non chauffées et que la largeur de la cage est suffisante, isolation côté escalier des murs donnant sur les logements. Résistance thermique minimum préconisée : <b>2 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 8 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Mise en coque des réseaux existants.</p> <p><b>Coût :</b> <b>de 35 à 45 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p><i>(Ce type de travaux ne donne pas lieu au déclenchement d'aides financières)</i></p>	<p>Réfection des cages d'escalier dégradées ou défraîchies</p> <p>Amélioration du confort thermique et acoustique des logements</p>
<p>• <b>Murs extérieurs</b></p> <p>Avec un réel projet architectural englobant l'ensemble du bâtiment, isolation thermique par l'extérieur avec traitement des balcons et loggias. Résistance thermique minimum préconisée : <b>3,7 m<sup>2</sup>.K/W</b> (équivalent environ à 15 cm d'isolant standard).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Réfection des enduits extérieurs.</p> <p><b>Coût :</b> <b>plus de 145 € HT/m<sup>2</sup> de surface isolée</b></p> <p> <i>Supprimer toute pathologie existante sur le mur à isoler avant de procéder aux travaux d'isolation.</i></p>	<p>Amélioration du confort thermique</p> <p>Reprise du ravalement et requalification des façades</p>
<p>• <b>Ventilation</b></p> <p>Amélioration du système de ventilation (cf. fiche «Travaux sur le système de ventilation»).</p> <p> <i>Ces travaux sont indispensables en cas de changement des menuiseries (cf. travaux parties privatives) et de manière générale, en cas de travaux ayant un impact sur l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.</i></p>	<p>Amélioration du confort thermique des logements</p> <p>Réduction des pertes par ventilation</p> <p>Amélioration ou maintien de la qualité de l'air intérieur</p>
<p>• <b>Chauffage collectif et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production, des réseaux et des systèmes d'émission (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ECS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique de l'ensemble du bâtiment</p>


**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**

# Préconisation de travaux relevant du copropriétaire

Les travaux présentés ci-dessous relèvent d'une prise de décision individuelle conformément à la loi du 10 juillet 1965 fixant le statut de la copropriété des immeubles bâtis. Néanmoins, il est indispensable de les évoquer en assemblée générale suite à la réalisation d'un audit énergétique permettant ainsi de motiver la mise en œuvre des travaux et de maîtriser l'état énergétique des éléments de l'enveloppe du bâtiment situés dans les parties privatives.



Sources des coûts (estimations qui comprennent la fourniture et la main-d'œuvre mais pas les travaux induits) : Données Batiprix 2013 - Économie de la construction/Cerema/DterNP/2011.

	Opportunités/Avantages
<p><b>• Menuiseries</b></p> <p>Généralisation du remplacement des menuiseries munies de simple vitrage par des menuiseries munies de double vitrage. Indice <b>Uw conseillé <math>\leq 1,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}</math> avec un <math>S_w \geq 0,36</math></b> (<math>S_w</math> est le facteur solaire de la menuiserie).</p> <p><b>Travaux induits :</b> Reprise indispensable du système de ventilation collective (cf. fiche sur les travaux de ventilation).</p> <p><b>Coût :</b> de 500 à 1 000 € HT/menuiserie</p> <p> <b>Dossier de déclaration préalable</b>, à déposer, systématiquement, en mairie. <b>Respecter le règlement de copropriété et les textes d'urbanisme</b> qui peuvent préciser la couleur et la matière de la menuiserie afin de garder l'unité architecturale de la copropriété et de la ville. <b>Reprenre globalement le système de ventilation</b> du bâtiment afin de ne pas engendrer de pathologies sur le bâti dues à la diminution de la perméabilité à l'air de l'enveloppe. <b>Déposer l'ancien bâti</b>, systématiquement, pour conserver la proportion de surface vitrée et éviter l'apparition de pathologies. <b>Conserver ou remplacer à l'identique</b> les systèmes d'occultation.</p>	<p>Amélioration du confort thermique et acoustique du logement</p> <p>Réduction des courants d'air et sensation de parois froides</p>
<p><b>• Chauffage individuel et production d'eau chaude sanitaire</b></p> <p>Amélioration des systèmes de production de chauffage et d'ECS (cf. fiche «Travaux sur le système de chauffage et production d'ECS»).</p>	<p>Amélioration du confort thermique du logement</p>

**Les préconisations techniques présentées ci-dessus sont issues d'une optimisation du compromis «isolation/gain énergétique». Elles respectent les exigences de la réglementation thermique des bâtiments existants, éléments par éléments. De plus, ces préconisations permettent d'atteindre les seuils minimaux des principales aides financières nationales et locales pour la rénovation énergétique des logements.**



## Reconstruction conventionnelle 1948-1958

### Cas d'étude Le Havre (76)



Type architectural :

**Reconstruction conventionnelle**

Année de construction : **1955**

Surface logements : **2 826 m<sup>2</sup>**

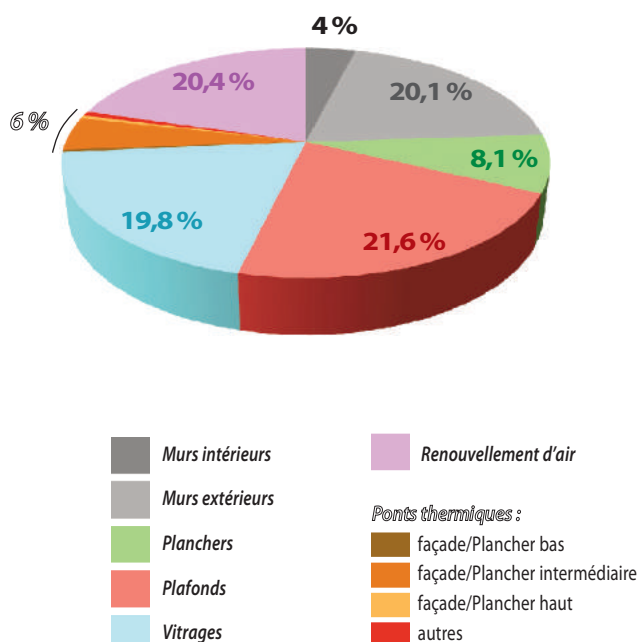
Surface commerciale : **514 m<sup>2</sup>**

#### Éléments retenus pour la modélisation (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Toiture	Traditionnelle, combles aménagés + partie non aménagée au dessus des logements ( $R = 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Plancher bas	Sur terre-plein + caves au R+1 non chauffées ( $R = 0,56 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Murs	Brique pleine 33 cm (éventuellement brique pleine + lame d'air + brique creuse) sans isolation ( $R = 0,48 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Menuiseries	56 % en double vitrage ( $U_w = 2,60 \text{ W/K.m}^2$ ), vitrines comprises, le reste en simple vitrage ( $U_w = 4,30 \text{ W/K.m}^2$ )
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits individuels verticaux
Chauffage	Individuel : 25 % électrique + 75 % gaz (hypothèse)
ECS	Individuel gaz couplé au chauffage - Électrique avec ballon
Particularités	Présence d'anciens séchoirs fermés par menuiseries simple vitrage

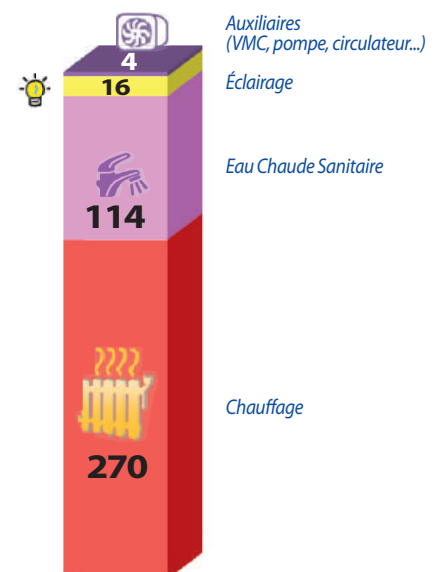
## État initial

#### Répartition des déperditions énergétiques



#### Consommation en énergie primaire <sup>(1)</sup>

Classe <sup>(2)</sup> **F** : **404 kWh/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle



# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

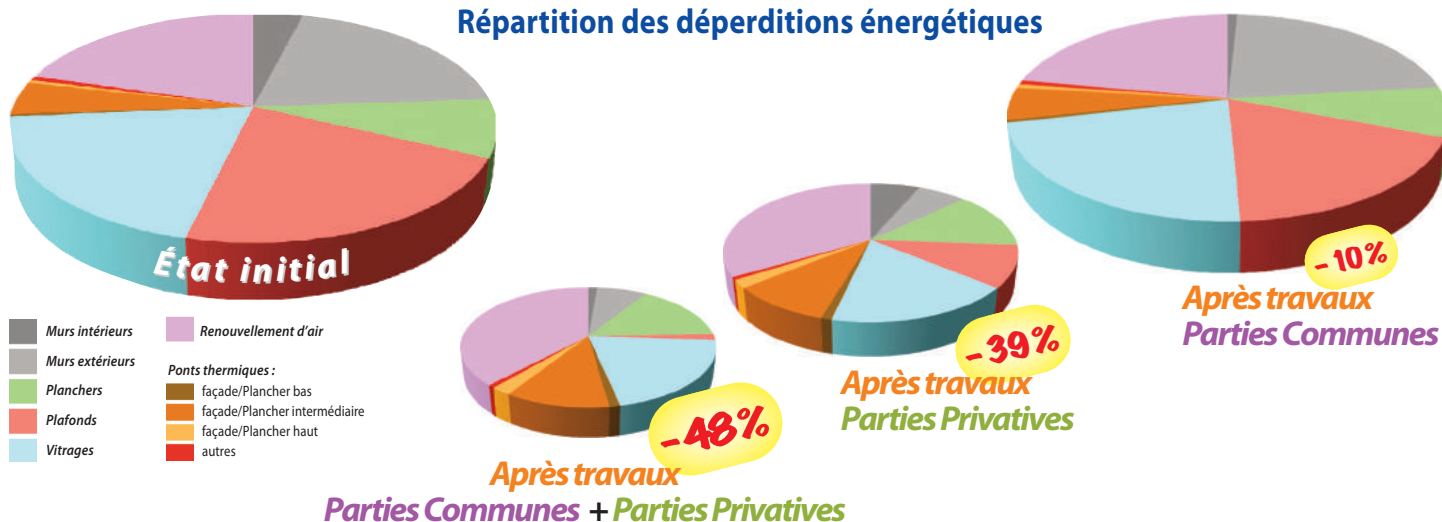
- **Isolation du plancher des combles** avec un R\* de 7 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 28 cm d'isolant classique en vrac ou en rouleau => **Réduction de 5 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation du plancher haut des caves situées au R+1** donnant sur des logements avec un R\* de 5 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 20 cm d'isolant projeté au plafond => **Réduction de 1 % des déperditions initiales totales (faible surface concernée).**
- **Isolation de la cage d'escalier** avec un R\* de 2 m<sup>2</sup>.K/W (correspondant à 8 cm de laine minérale) => **Réduction de 4 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements et autoréglable pour les commerces (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 1 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

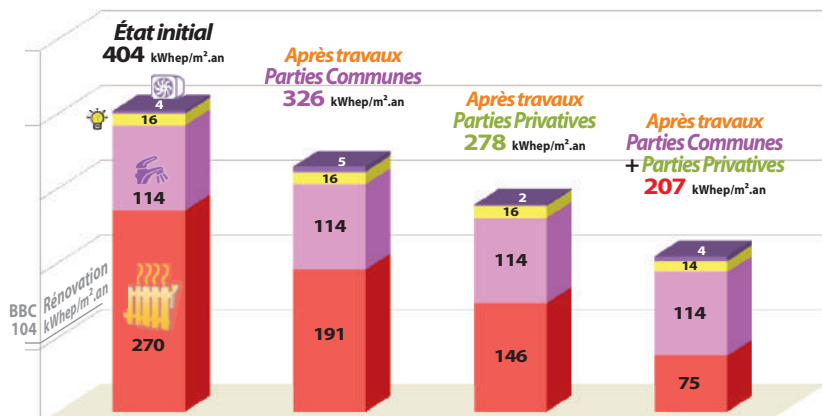
- **Isolation des rampants** en cas de réfection des revêtements intérieurs avec un R\* de 6 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 24 cm d'isolant standard => **Réduction de 16 % des déperditions initiales totales.**
- **Changement des menuiseries et vitrines** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un Uw\*\* de 1,7 et un Sw\*\*\* de 0,36 W/m<sup>2</sup>.K => **Réduction de 9 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'intérieur des murs extérieurs** en cas de réfection d'un appartement avec un R\* de 3,7 m<sup>2</sup>.K/W => **Réduction de 16 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



(\*) R est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)

(\*\*) Uw est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)

(\*\*\*) Sw facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Le Havre (76)

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives : => **Gain de 472 834 kWh/an**
- Possibilité d'économiser **32 600 €** de chauffage par an sur l'ensemble de la copropriété.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

-Hypothèse : coût du kWh<sub>elec</sub>-gaz PCS = 0,0524 Euro

-Hypothèse : coût du kWh<sub>elec</sub>-électricité = 0,1186 Euro

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



## Classicisme moderne 1948-1958

# Cas d'étude Le Havre (76)



Type architectural :  
**Classicisme moderne**

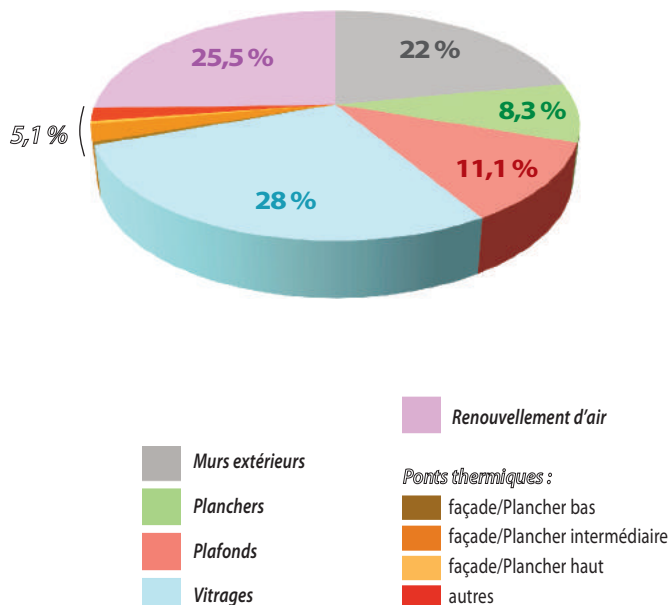
Année de construction : **1953**  
Surface logements : **3 082 m<sup>2</sup>**  
Surface commerciale : **367 m<sup>2</sup>**

### Éléments retenus pour la modélisation (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Toiture	Terrasse surmontée d'une charpente très faible pente ( $R = 0,42 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Plancher bas	Dalle béton donnant sur cave ( $R = 0,56 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Murs	Pierre calcaire de 34 à 39 cm d'épaisseur, lame d'air 3 cm et brique creuse 5 cm + plâtre ( $R = 0,69 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Menuiseries	57 % en double vitrage ( $U_W = 2,60 \text{ W/K.m}^2$ ), vitrines comprises, le reste en simple vitrage ( $U_W = 4,30 \text{ W/K.m}^2$ )
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits individuels verticaux
Chauffage	Collectif gaz
ECS	Couplé à la production de chauffage, ballon 1 000 litres
Particularités	Nombreux balcons et retraits de façade sur les deux derniers étages. Cage d'escalier en volume chauffé.

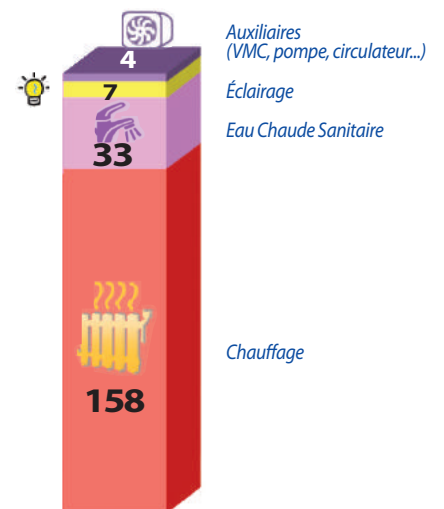
## État initial

### Répartition des déperditions énergétiques



### Consommation en énergie primaire <sup>(1)</sup>

Classe <sup>(2)</sup> **D** : **202 kWh/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle

# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

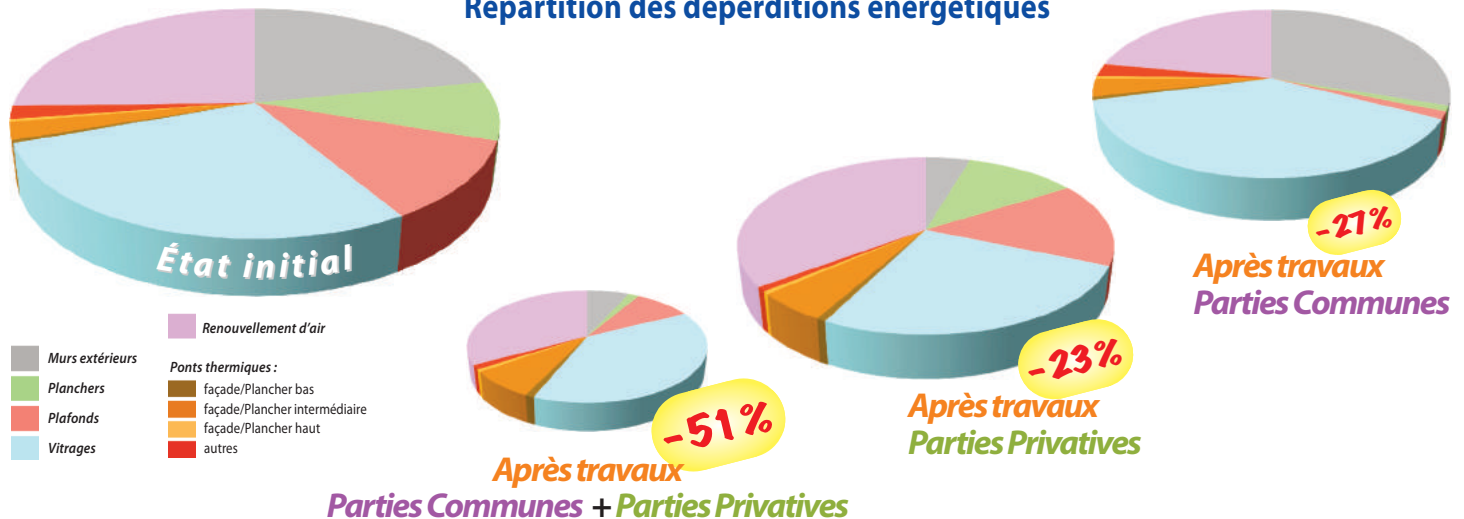
- **Isolation de la toiture terrasse** avec un  $R^*$  de  $4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 18 cm d'isolant classique  
=> **Réduction de 10 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation du plancher haut des caves** donnant sur des logements avec un  $R^*$  de  $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 20 cm d'isolant projeté au plafond => **Réduction de 7 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements et autoréglable pour les commerces (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 9 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

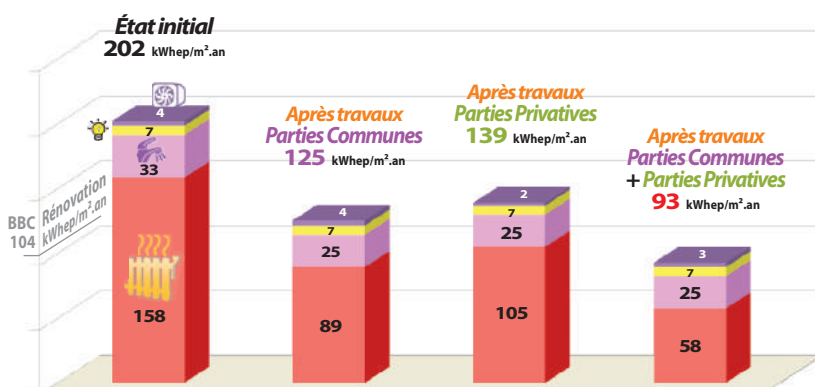
- **Changement des menuiseries et vitrines** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un  $U_w^{**}$  de 1,7 et un  $Sw^{***}$  de  $0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  => **Réduction de 9 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'intérieur des murs extérieurs** en cas de réfection d'un appartement avec un  $R^*$  de  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$   
=> **Réduction de 18 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



(\*)  $R$  est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)

(\*\*)  $U_w$  est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)

(\*\*\*)  $Sw$  facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Le Havre (76)

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives :  
=> **Gain de 347 831 kWh/an**
- Possibilité d'économiser **18 200 €** de chauffage par an sur l'ensemble des logements du bâtiment.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWh<sub>elec</sub> - gaz PCS = 0,0524 Euro

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014





## Classicisme moderne 1948-1958

### Cas d'étude Caen (14)



Type architectural :  
**Classicisme moderne**

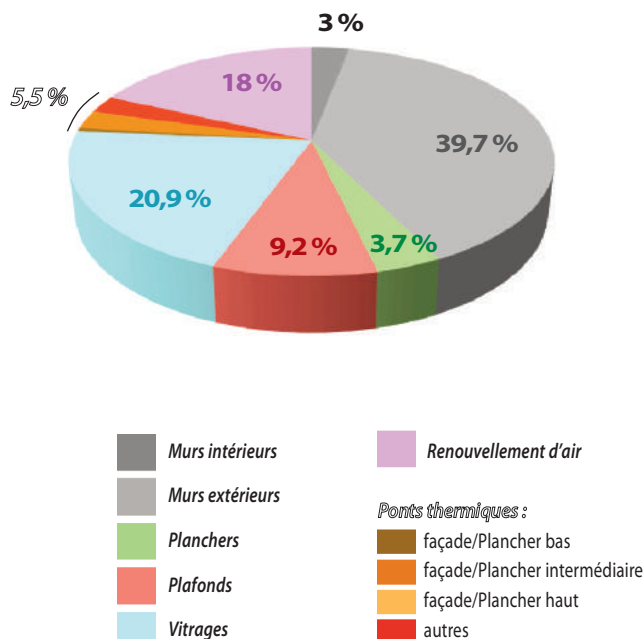
Année de construction : **1953**  
Surface logements : **2 465 m<sup>2</sup>**  
Surface commerciale : **75 m<sup>2</sup>**

#### Éléments retenus pour la modélisation (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Toiture	Terrasse surmontée d'une charpente très faible pente ( $R = 0,38 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Plancher bas	Dalle béton donnant sur cave ( $R = 0,55 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Murs	Pierre calcaire de 40 cm d'épaisseur + plâtre ( $R = 0,40 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Menuiseries	72 % en double vitrage ( $U_w = 2,70 \text{ W/K.m}^2$ ), le reste dont les vitrines est en simple vitrage ( $U_w = 4,50 \text{ W/K.m}^2$ )
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits individuels verticaux
Chauffage	Collectif fioul, desservant 5 bâtiments
ECS	Individuel électrique (34 logements)
Particularités	Balcons dans les angles

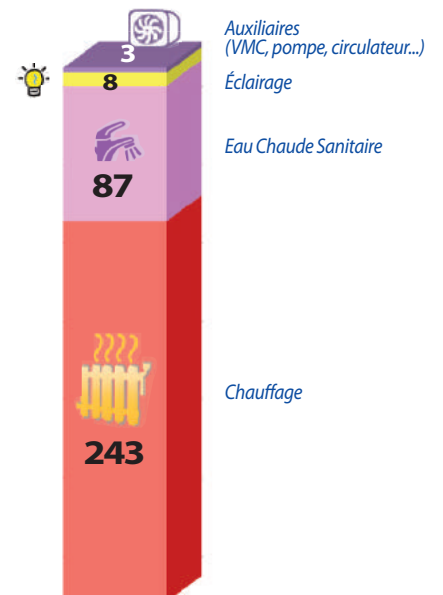
## État initial

#### Répartition des déperditions énergétiques



#### Consommation en énergie primaire<sup>(1)</sup>

Classe<sup>(2)</sup> **F** : **341 kWh/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle

# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

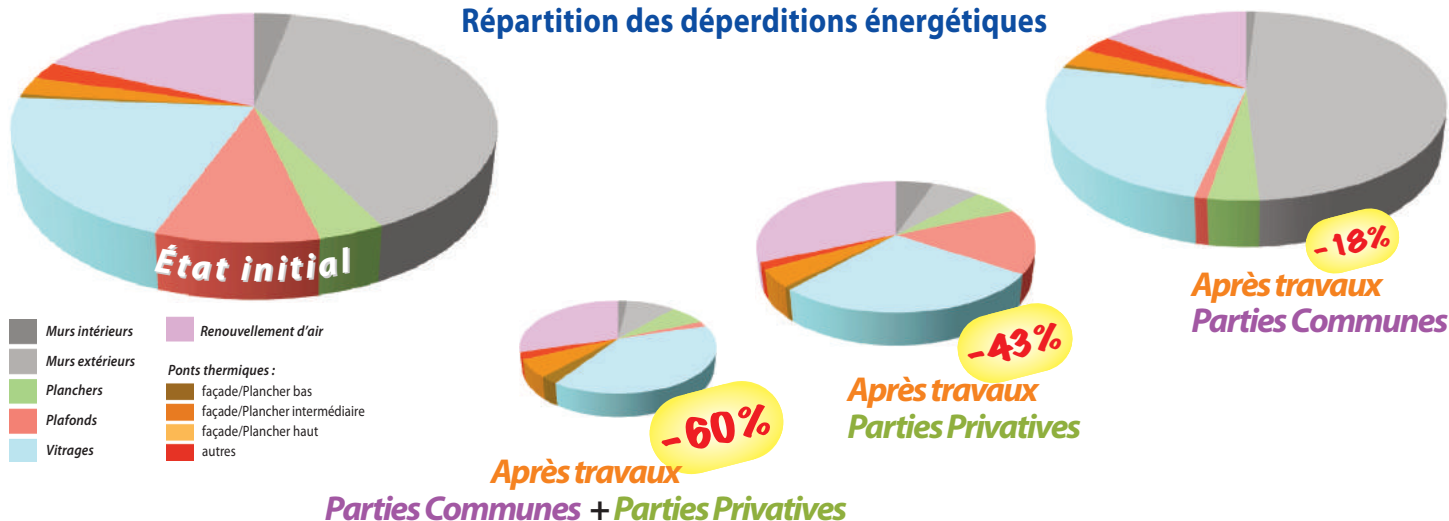
- **Isolation de la toiture terrasse** avec un R\* de 4,5 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 18 cm d'isolant classique  
=> **Réduction de 8 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation du plancher haut des caves** donnant sur des commerces avec un R\* de 5 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 20 cm d'isolant projeté au plafond => **Réduction de 1 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation de la cage d'escalier** avec un R\* de 2 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 8 cm de laine minérale  
=> **Réduction de 2 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements et autoréglable pour les commerces (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 6 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

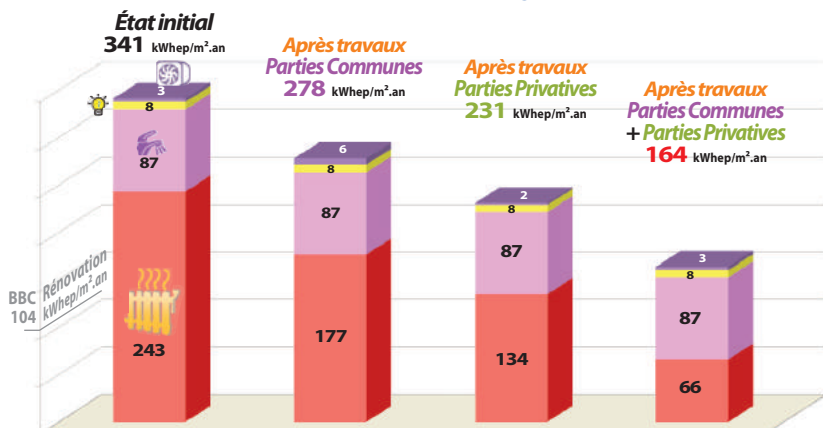
- **Changement des menuiseries et vitrines** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un Uw\*\* de 1,7 et un Sw\*\*\* de 0,36 W/m<sup>2</sup>.K => **Réduction de 5 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'intérieur des murs extérieurs** en cas de réfection d'un appartement avec un R\* de 3,7 m<sup>2</sup>.K/W  
=> **Réduction de 36 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



(\*) R est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)

(\*\*) Uw est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)

(\*\*\*) Sw facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Caen (14)

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives :  
=> **Gain de 449 428 kWh/an**
- Possibilité d'économiser **38 700 €** de chauffage par an sur l'ensemble des logements du bâtiment.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWh<sub>eff</sub> - fioul = 0,0863 €

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



## Classicisme moderne 1948-1958

### Cas d'étude **Rouen (76)**



Type architectural :  
**Classicisme moderne**

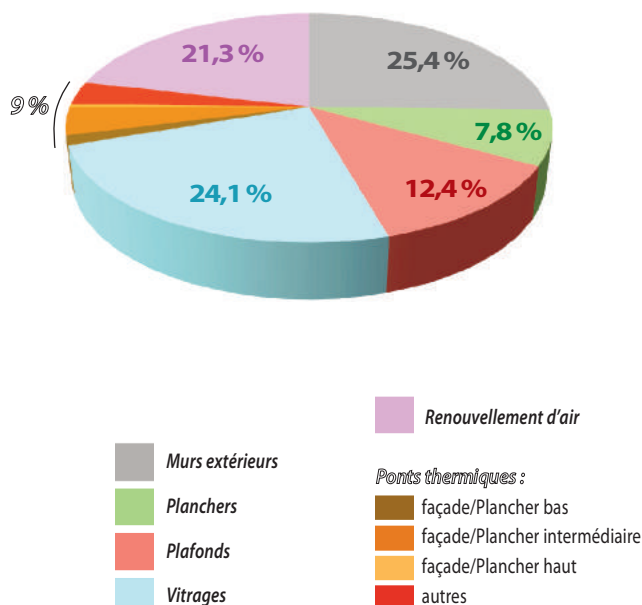
Année de construction : **1953**  
Surface logements : **1 391 m<sup>2</sup>**  
Surface commerciale : **350 m<sup>2</sup>**

#### Éléments retenus pour la modélisation (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Toiture	Traditionnelle à 4 pans (avec éléments métalliques), combles non aménagés ( $R = 0,46 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Plancher bas	Dalle béton donnant sur cave ( $R = 0,60 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Murs	Pierre calcaire de 33 cm d'épaisseur + plâtre ( $R = 0,40 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Menuiseries	14,4 % en double vitrage ( $U_w = 2,24 \text{ W/K.m}^2$ ), le reste dont vitrines et fenêtres parties communes, en simple vitrage ( $U_w = 4,50 \text{ W/K.m}^2$ )
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits individuels verticaux
Chauffage	Collectif gaz à condensation
ECS	Individuel électrique
Particularités	Émetteurs de chaleur dans les cages d'escalier

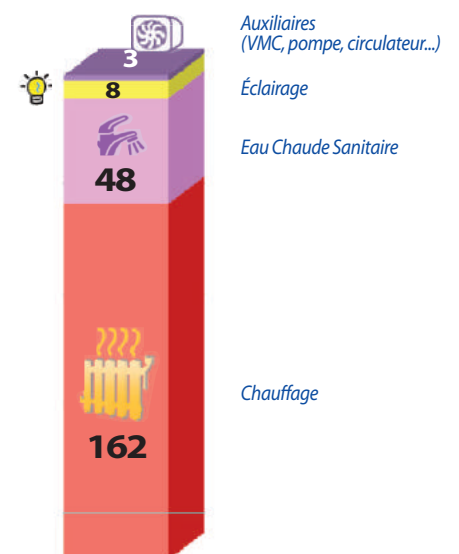
## État initial

#### Répartition des déperditions énergétiques



#### Consommation en énergie primaire <sup>(1)</sup>

Classe <sup>(2)</sup> **D** : **220 kWh/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle



# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

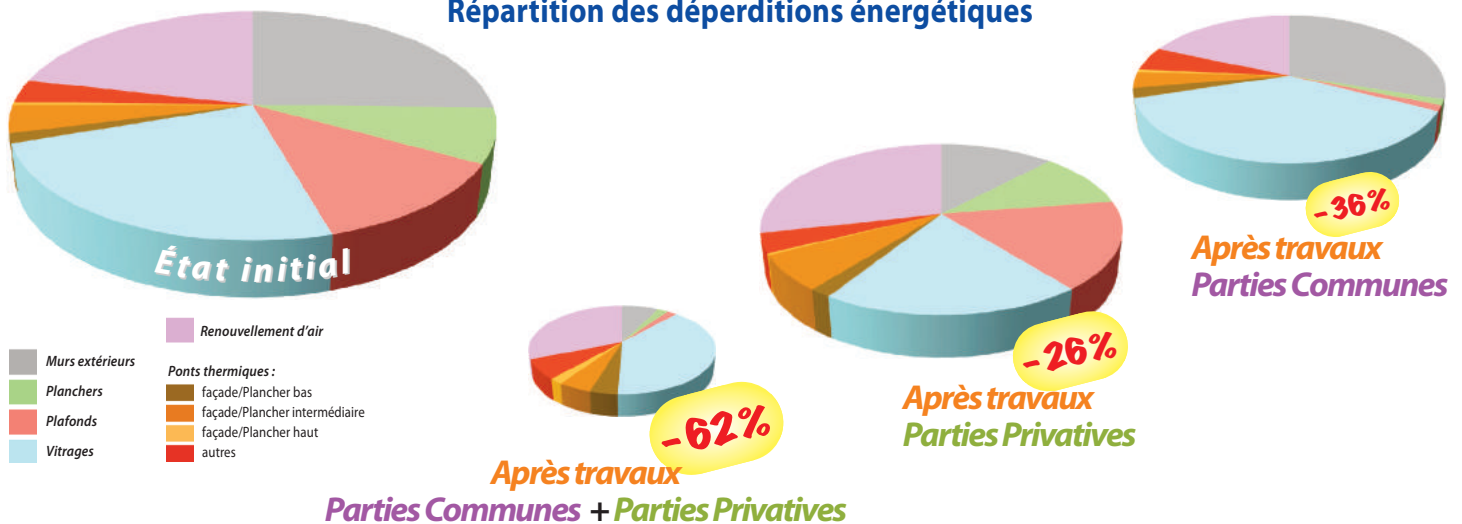
- **Isolation du plancher des combles** avec un  $R^*$  de  $7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 28 cm d'isolant classique en vrac ou en rouleau  
=> **Réduction de 12 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'extérieur de la façade sur cour** avec un  $R^*$  de  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 15 cm d'isolant standard  
=> **Réduction de 6 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation du plancher haut des caves** donnant sur des commerces avec un  $R^*$  de  $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 20 cm d'isolant projeté au plafond => **Réduction de 7 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements et autoréglable pour les commerces (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 10 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

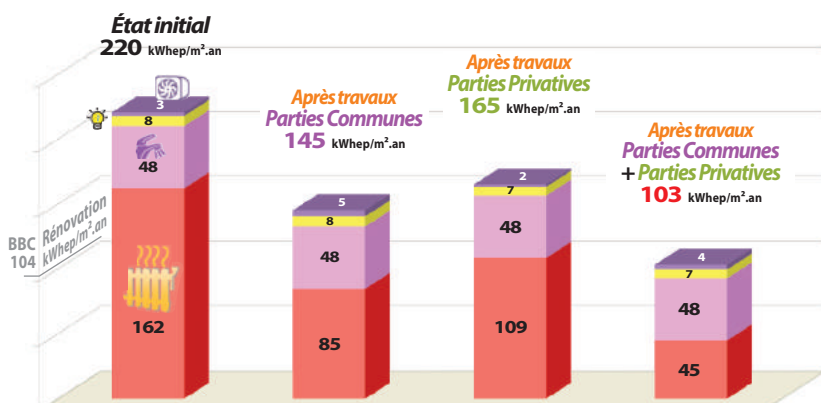
- **Changement des menuiseries et vitrines** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un  $U_w^{**}$  de 1,7 et un  $Sw^{***}$  de  $0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  => **Réduction de 9 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'intérieur des murs extérieurs sur rue** en cas de réfection d'un appartement avec un  $R^*$  de  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  => **Réduction de 16 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



(\*)  $R$  est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)

(\*\*)  $U_w$  est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)

(\*\*\*)  $Sw$  facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Rouen (76)

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives :  
=> **Gain de 204 169 kWh/an**
- Possibilité d'économiser **10 700 €** de chauffage par an sur l'ensemble des logements du bâtiment.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWh<sub>eff</sub>-gaz PCS = 0,0524 €

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



## Type générique 1948-1958

### Cas d'étude

# Le Havre (76)



Type architectural :

**Type générique**

Année de construction : **1958**

Surface logements : **347 m<sup>2</sup>**

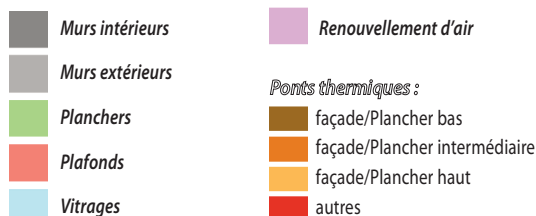
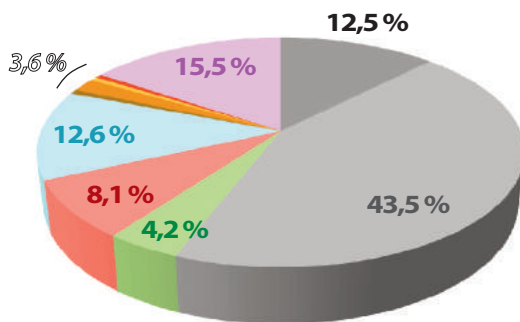
Surface commerciale : **108 m<sup>2</sup>**

### Éléments retenus pour la modélisation (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Toiture	Traditionnelle 2 pans (avec éléments en béton), combles non aménagés dalle béton ( $R = 0,52 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Plancher bas	Dalle béton sur terre-plein ( $R = 1,43 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Murs	Plaque béton + plâtre ( $R = 0,19 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Menuiseries	Logements : 100 % munies de doubles vitrages - lame d'air 16 mm ( $U_w = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) Commerces : vitrines en simple vitrage ( $U_w = 4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits individuels verticaux
Chauffage	Individuel gaz (5 logements + commerce) et électrique (1 logement)
ECS	Individuel gaz couplé à la production de chauffage ou électrique
Particularités	Modélisation ne prenant pas en compte la mitoyenneté de la copropriété - Pas de sous-sol

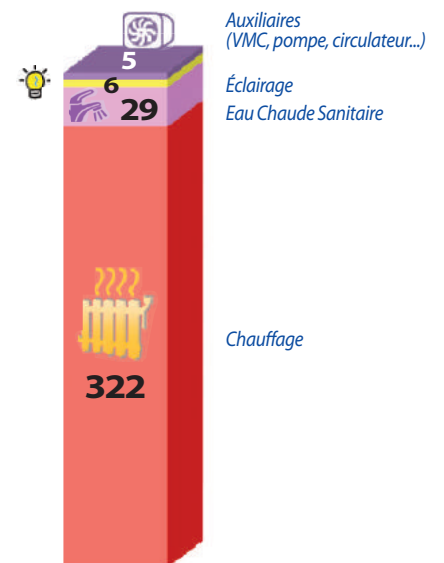
## État initial

### Répartition des déperditions énergétiques



### Consommation en énergie primaire <sup>(1)</sup>

Classe <sup>(2)</sup> **F** : **362 kWh/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle

# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

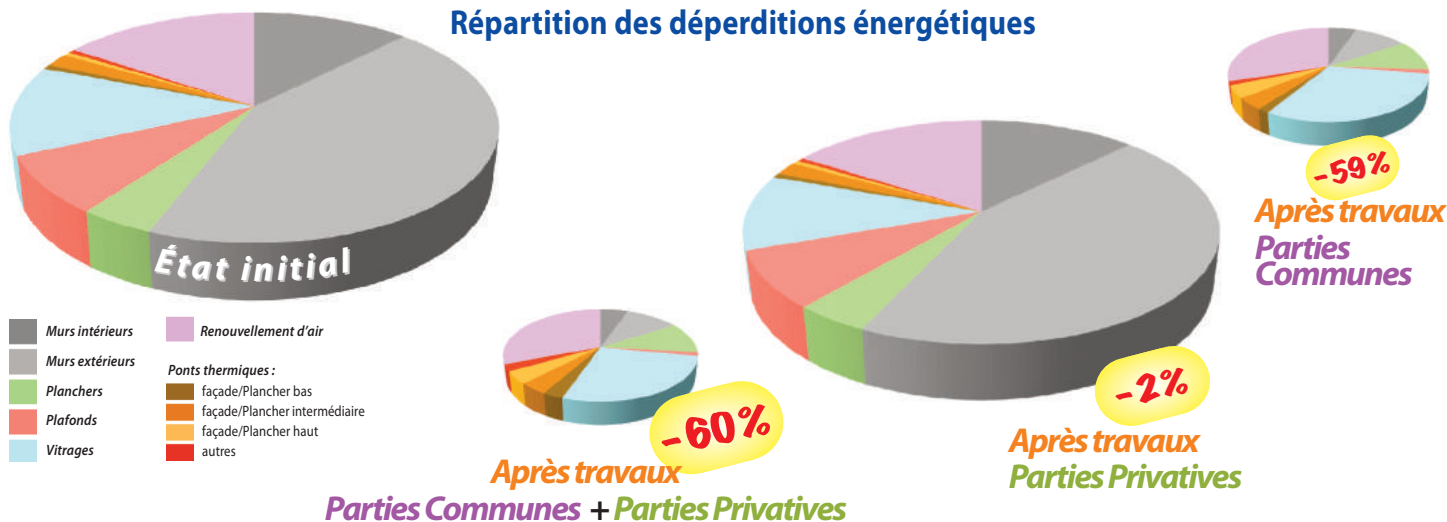
- **Isolation du plancher des combles** avec un  $R^*$  de  $7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 28 cm d'isolant classique en vrac ou en rouleau  
=> **Réduction de 7 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'extérieur des murs** avec un  $R^*$  de  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 15 cm d'isolant classique en vrac ou en rouleau  
=> **Réduction de 39 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation de la cage d'escalier** avec un  $R^*$  de  $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 8 cm de laine minérale  
=> **Réduction de 10 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements et autoréglable pour les commerces (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 3 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

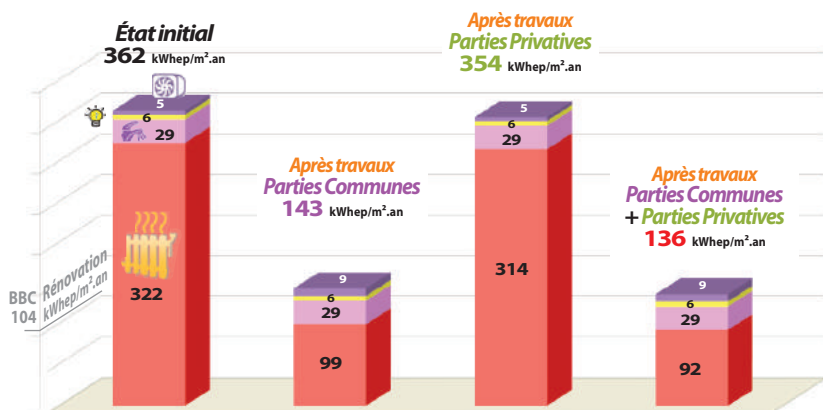
- **Changement des vitrines** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un  $U_w^{**}$  de 1,7 et un  $S_w^{***}$  de  $0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
=> **Réduction de 2 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



(\*)  $R$  est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)

(\*\*)  $U_w$  est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)

(\*\*\*)  $S_w$  facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Le Havre (76)

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives :  
=> **Gain de 79 072 kWhep/an**
- Possibilité d'économiser **5 000 €** de chauffage par an sur l'ensemble de la copropriété.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWhep - gaz PCS = 0,0524 Euro

- Hypothèse : coût du kWhep - électricité = 0,1186 Euro

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014





## Type générique 1948-1958

### Cas d'étude Rouen (76)



Type architectural :  
Type générique

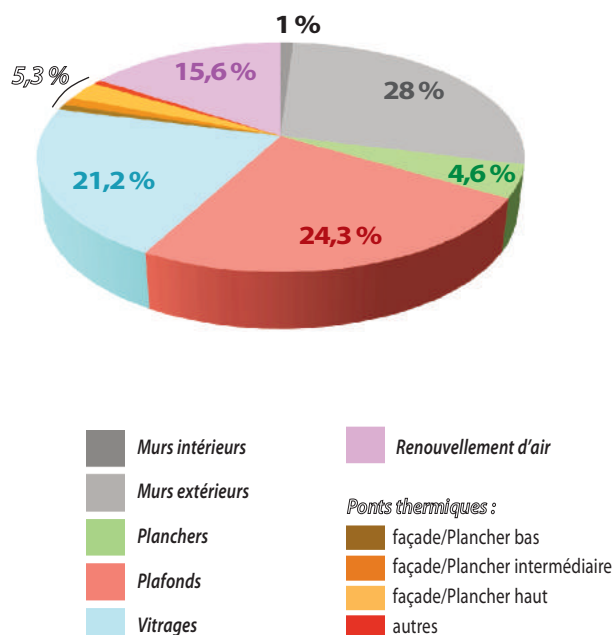
Année de construction : 1960  
Surface logements : 1 447 m<sup>2</sup>  
Surface commerciale : 968 m<sup>2</sup>

#### Éléments retenus pour la modélisation (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Toiture	Traditionnelle 4 pans (avec éléments en béton), combles non aménagés dalle béton ( $R = 0,40 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Plancher bas	Sur sous-sol : poutrelles + hourdis + chape ( $R = 0,51 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Murs	Mur béton enduit ( $R = 0,41 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Menuiseries	47 % munies de doubles vitrages ( $U_w = 2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), le reste étant muni de simple vitrage ( $U_w = 4,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits individuels verticaux
Chauffage	Individuel gaz et fioul pour les commerces - hypothèse : chaufferie fioul (non visitée)
ECS	Individuel gaz couplé à la production de chauffage (hypothèse : tout gaz, pas de ballon électrique)
Particularités	Le bâtiment modélisé comprend 3 copropriétés. Une extension des commerces chauffée se situe sous une toiture terrasse

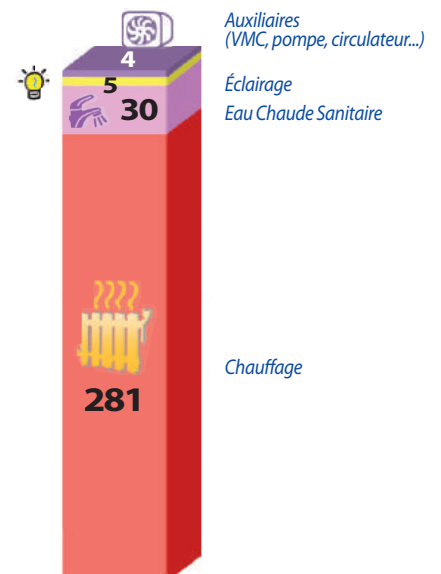
## État initial

### Répartition des déperditions énergétiques



### Consommation en énergie primaire <sup>(1)</sup>

Classe <sup>(2)</sup> **E** : 320 kWhep/m<sup>2</sup>.an



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle

# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

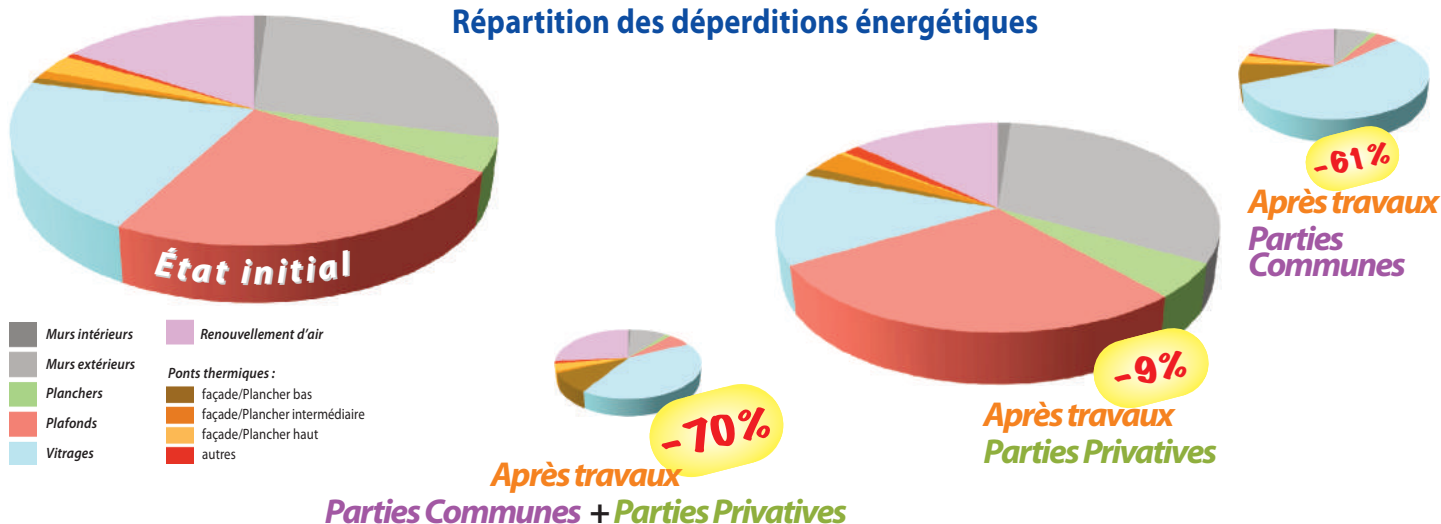
- **Isolation du plancher des combles** avec un  $R^*$  de  $7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 28 cm d'isolant classique en vrac ou en rouleau => **Réduction de 6 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'extérieur de toutes les façades en gardant l'aspect minéral** avec un  $R^*$  de  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 15 cm d'isolant classique en vrac ou en rouleau => **Réduction de 25 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation du plancher haut des caves et du parking** donnant sur des commerces avec un  $R^*$  de  $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 20 cm d'isolant projeté en plafond => **Réduction de 4 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation de la cage d'escalier** avec un  $R^*$  de  $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 8 cm de laine minérale => **Réduction de 1 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation de la toiture terrasse** avec un  $R^*$  de  $4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 18 cm d'isolant classique => **Réduction de 16 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements et autoréglable pour les commerces (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 8 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

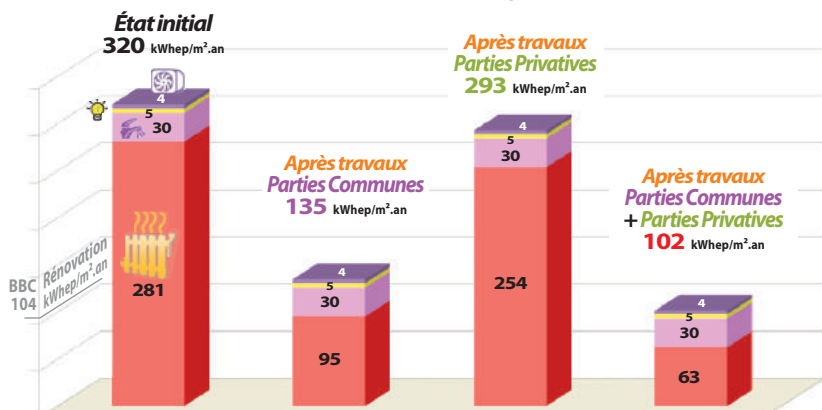
- **Changement des menuiseries et vitrines** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un  $U_w^{**}$  de 1,7 et un  $Sw^{***}$  de  $0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$  => **Réduction de 9 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



- (\*)  $R$  est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*)  $U_w$  est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*)  $Sw$  facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Rouen (76)

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives : => **Gain de 527 663 kWhep/an**
- Possibilité d'économiser **34 800 €** de chauffage par an sur l'ensemble de la copropriété.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWhep - gaz PCS = 0,0524 Euro

- Hypothèse : coût du kWhep - fioul = 0,0863 Euro

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



## Ossaturisme 1948-1964

### Cas d'étude

# Le Havre (76) - Isolation extérieure



Type architectural :

**Ossaturisme**

Année de construction : **1955**

Surface logements : **4 584 m<sup>2</sup>**

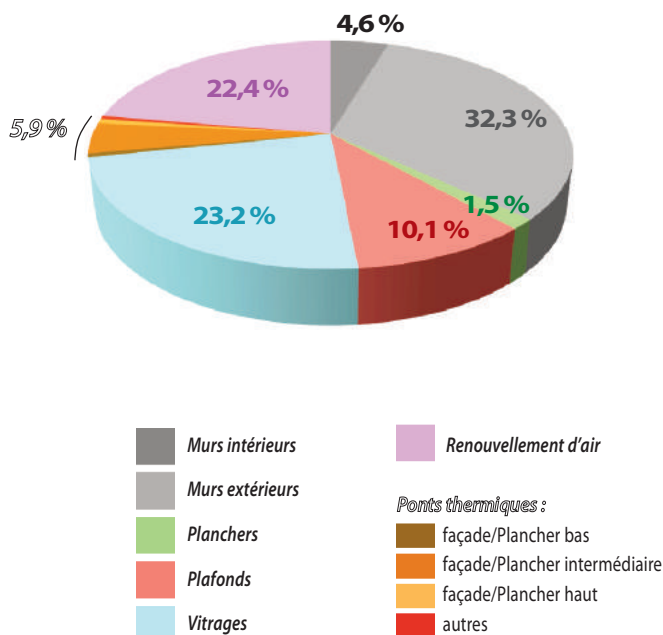
Surface commerciale : **1 432 m<sup>2</sup>**

### Éléments retenus pour la modélisation (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Toiture	Toiture terrasse béton (R = 0,42 m <sup>2</sup> K/W)
Plancher bas	Plancher béton sur sous-sol (R = 0,69 m <sup>2</sup> K/W)
Murs	Plaque de ciment + lame d'air + brique creuse et plâtre (R = 0,42 m <sup>2</sup> K/W)
Menuiseries	59 % munies de doubles vitrages (Uw = 2,6 W/m <sup>2</sup> .K), le reste étant muni de simple vitrage (Uw = 4,5 à 4,8 W/m <sup>2</sup> .K)
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits collectifs verticaux
Chauffage	Collectif gaz
ECS	Collectif, lié à la production de chauffage
Particularités	Présence d'anciens séchoirs dans les logements ouverts à l'origine sur l'extérieur, aujourd'hui clos par des fenêtres souvent munies de simple vitrage

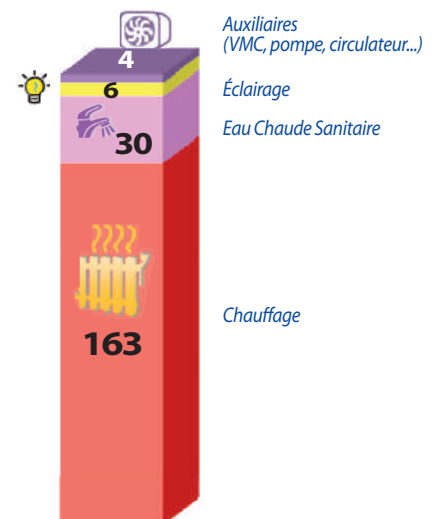
## État initial

### Répartition des déperditions énergétiques



### Consommation en énergie primaire<sup>(1)</sup>

Classe<sup>(2)</sup> **D** : **203 kWh/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle



# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

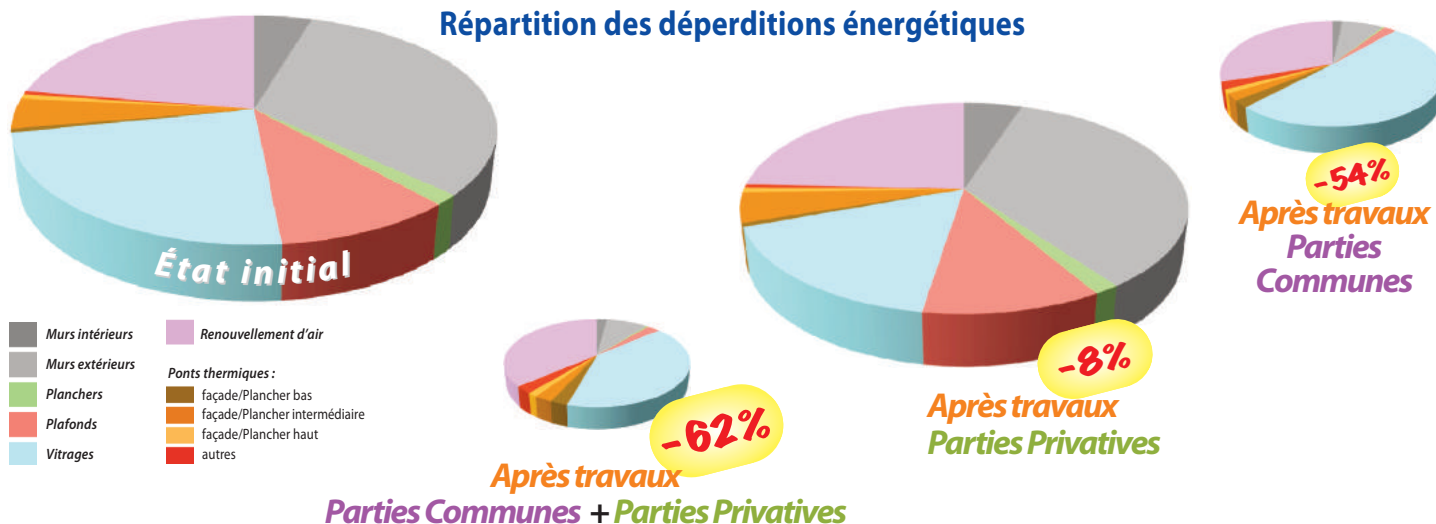
- **Isolation de la toiture terrasse** avec un  $R^*$  de  $4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  équivalent à 18 cm d'isolant classique  
=> **Réduction de 9 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'extérieur des murs** avec un  $R^*$  de  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  équivalent à 15 cm d'isolant standard  
=> **Réduction de 29 % des déperditions initiales totales et diminution de 40 % des déperditions par ponts thermiques (par rapport aux déperditions initiales des ponts thermiques)**
- **Isolation du plancher haut des caves et du parking** donnant sur des logements avec un  $R^*$  de  $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  équivalent à 20 cm d'isolant projeté en plafond => **Réduction de 1 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation de la cage d'escalier** avec un  $R^*$  de  $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  équivalent à 8 cm de laine minérale  
=> **Réduction de 4 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements et autoréglable pour les commerces (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 8 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

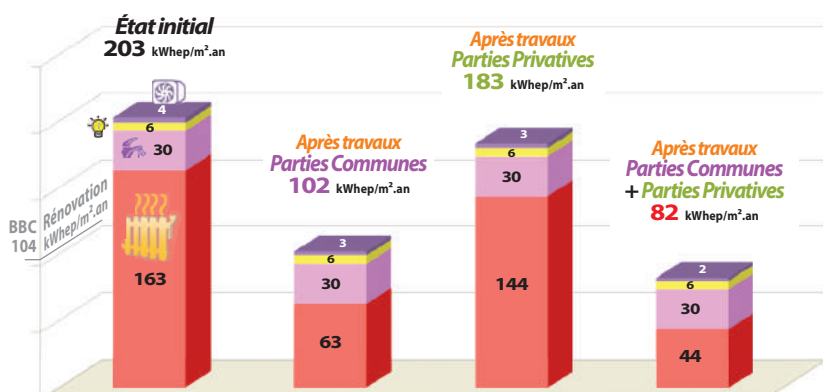
- **Changement des menuiseries et vitrines** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un  $U_w^{**}$  de 1,7 et un  $S_w^{***}$  de  $0,36 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$   
=> **Réduction de 8 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



- (\*)  $R$  est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*)  $U_w$  est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*)  $S_w$  facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Le Havre (76) - Isolation extérieure

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives :  
=> **Gain de 717 653 kWh/an**
- Possibilité d'économiser **37 600 €** de chauffage par an sur l'ensemble de la copropriété.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWhef-gaz PCS = 0,0524 €uro

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



## Ossaturisme 1948-1964

### Cas d'étude

# Le Havre (76) - Isolation intérieure



Type architectural :

**Ossaturisme**

Année de construction : **1955**

Surface logements : **4 584 m<sup>2</sup>**

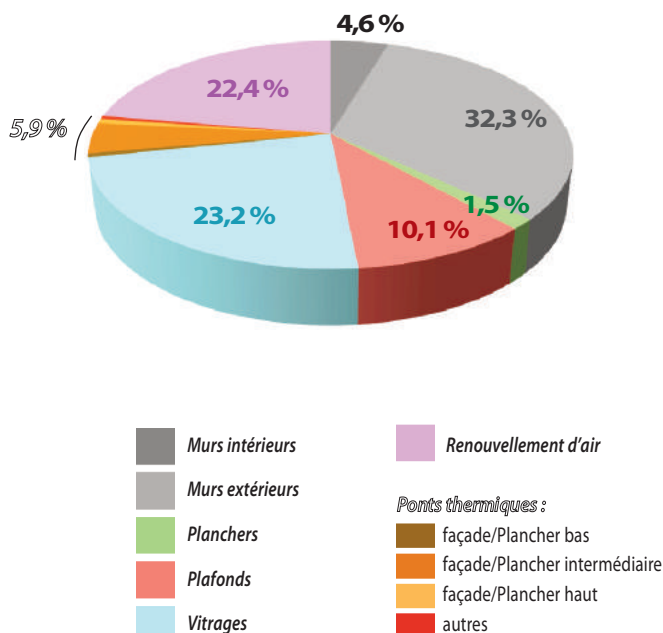
Surface commerciale : **1 432 m<sup>2</sup>**

**Éléments retenus pour la modélisation** (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Toiture	Toiture terrasse béton ( $R = 0,42 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Plancher bas	Plancher béton sur sous-sol ( $R = 0,69 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Murs	Plaque de ciment + lame d'air + brique creuse et plâtre ( $R = 0,42 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Menuiseries	59 % munies de doubles vitrages ( $U_w = 2,6 \text{ W/m}^2\text{.K}$ ), le reste étant muni de simple vitrage ( $U_w = 4,5 \text{ à } 4,8 \text{ W/m}^2\text{.K}$ )
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits collectifs verticaux
Chauffage	Collectif gaz
ECS	Collectif, lié à la production de chauffage
Particularités	Présence d'anciens séchoirs dans les logements ouverts à l'origine sur l'extérieur, aujourd'hui clos par des fenêtres souvent munies de simple vitrage

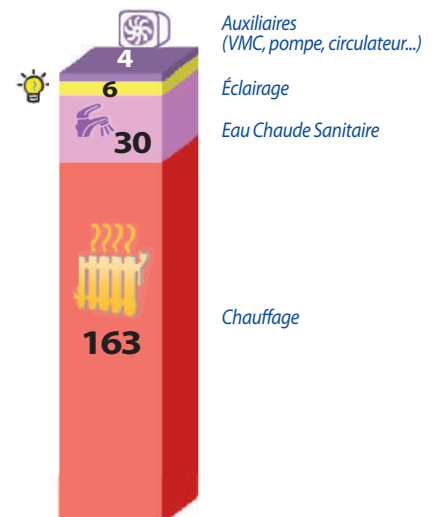
## État initial

### Répartition des déperditions énergétiques



### Consommation en énergie primaire <sup>(1)</sup>

Classe <sup>(2)</sup> **D** : **203 kWhep/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle

# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

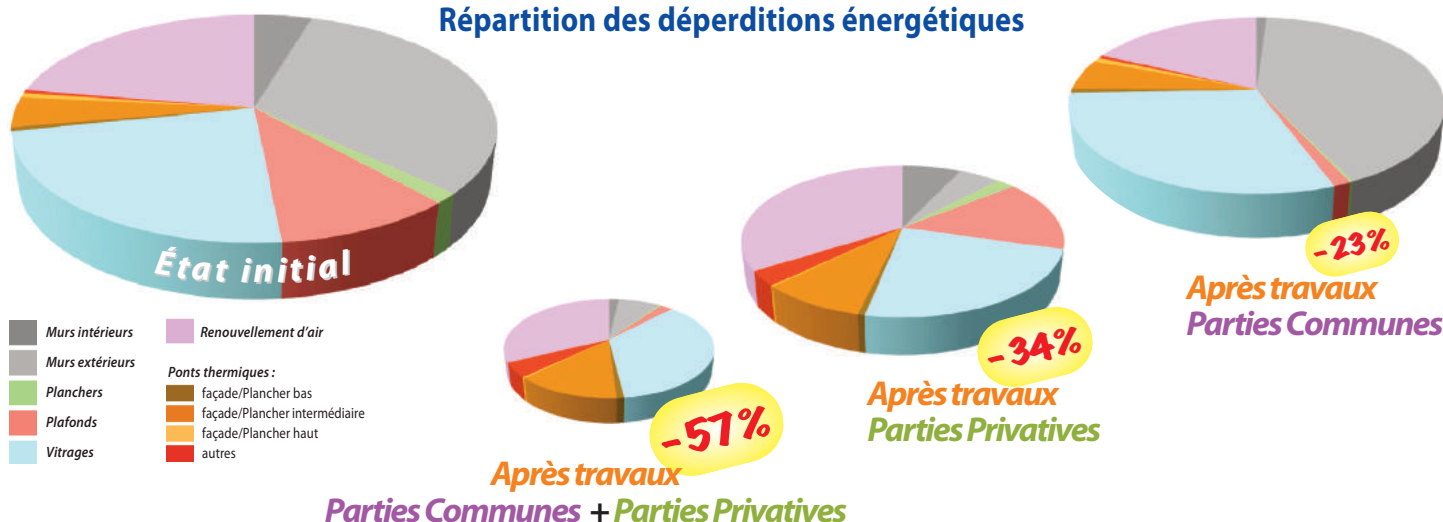
- **Isolation de la toiture terrasse** avec un R\* de 4,5 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 18 cm d'isolant classique  
=> **Réduction de 9 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation du plancher haut des caves et du parking** donnant sur des logements avec un R\* de 5 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 20 cm d'isolant projeté en plafond => **Réduction de 1 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation de la cage d'escalier** avec un R\* de 2 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 8 cm de laine minérale  
=> **Réduction de 4 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements et autoréglable pour les commerces (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 9 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

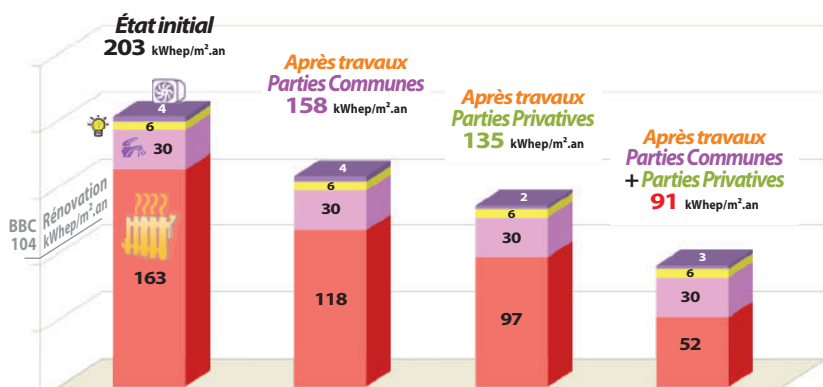
- **Changement des menuiseries et vitrines** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un Uw\*\* de 1,7 et un Sw\*\*\* de 0,36 W/m<sup>2</sup>.K  
=> **Réduction de 8 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'intérieur des murs extérieurs** avec un R\* de 3,7 m<sup>2</sup>.K/W équivalent à 15 cm d'isolant standard  
=> **Réduction de 29 % des déperditions initiales totales, mais augmentation de 43 % des pertes par ponts thermiques (par rapport aux déperditions initiales des ponts thermiques)**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



(\*) R est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)

(\*\*) Uw est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)

(\*\*\*) Sw facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Le Havre (76) - Isolation intérieure

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives :  
=> **Gain de 667 713 kWh/an**
- Possibilité d'économiser **35 000 €** de chauffage par an sur l'ensemble de la copropriété.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWh<sub>eff</sub>-gaz PCS = 0,0524 Euro

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



## Industrialisation lourde 1958-1974

### Cas d'étude Le Havre (76)



Type architectural :  
**Industrialisation lourde**

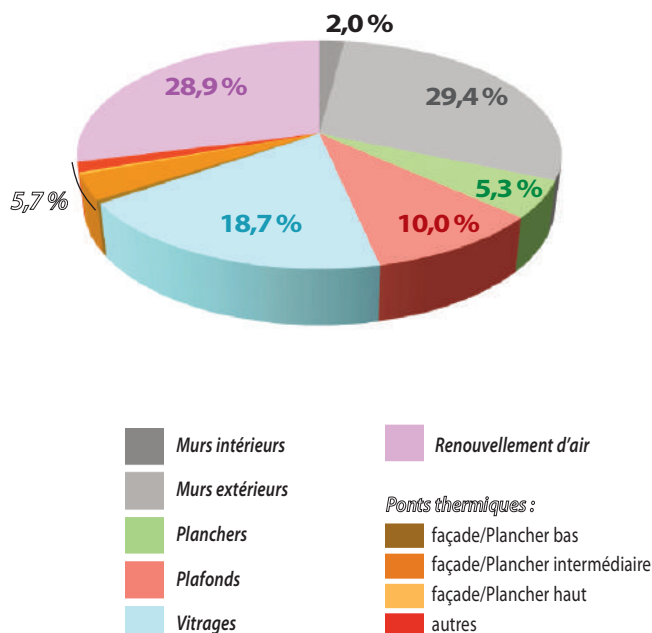
Année de construction : **1964**  
Surface logements : **5 540 m<sup>2</sup>**  
Surface commerciale : **1 040 m<sup>2</sup>**

**Éléments retenus pour la modélisation** (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

<b>Toiture</b>	Logements : toiture terrasse béton ( $R = 1,60 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) - Commerces : toiture terrasse béton ( $R = 0,40 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
<b>Plancher bas</b>	Plancher béton sur sous-sol + Fibralith® ( $R = 0,68 \text{ m}^2\text{K/W}$ ) et partiellement sur terre-plein ( $R = 1,45 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
<b>Murs</b>	Béton + Placopan® + laine de verre (6 cm) sur pignon nord ( $R = 0,42 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
<b>Menuiseries</b>	79 % munies de doubles vitrages ( $U_w = 2,75 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), le reste étant muni de simple vitrage ( $U_w = 4,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
<b>Ventilation</b>	Naturelle pièce par pièce et conduits collectifs verticaux
<b>Chauffage</b>	Sous-station reliée au réseau urbain de Caucriauville
<b>ECS</b>	Sous-station reliée au réseau urbain de Caucriauville
<b>Particularités</b>	Présence d'anciens séchoirs dans les logements ouverts à l'origine sur l'extérieur, aujourd'hui clos par des fenêtres souvent munies de simple vitrage - Bâtiment en forme de barre.

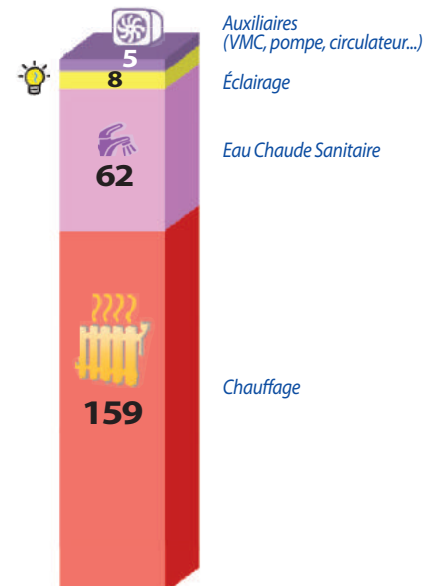
## État initial

### Répartition des déperditions énergétiques



### Consommation en énergie primaire <sup>(1)</sup>

Classe <sup>(2)</sup> **E** : **234 kWh/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle



# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

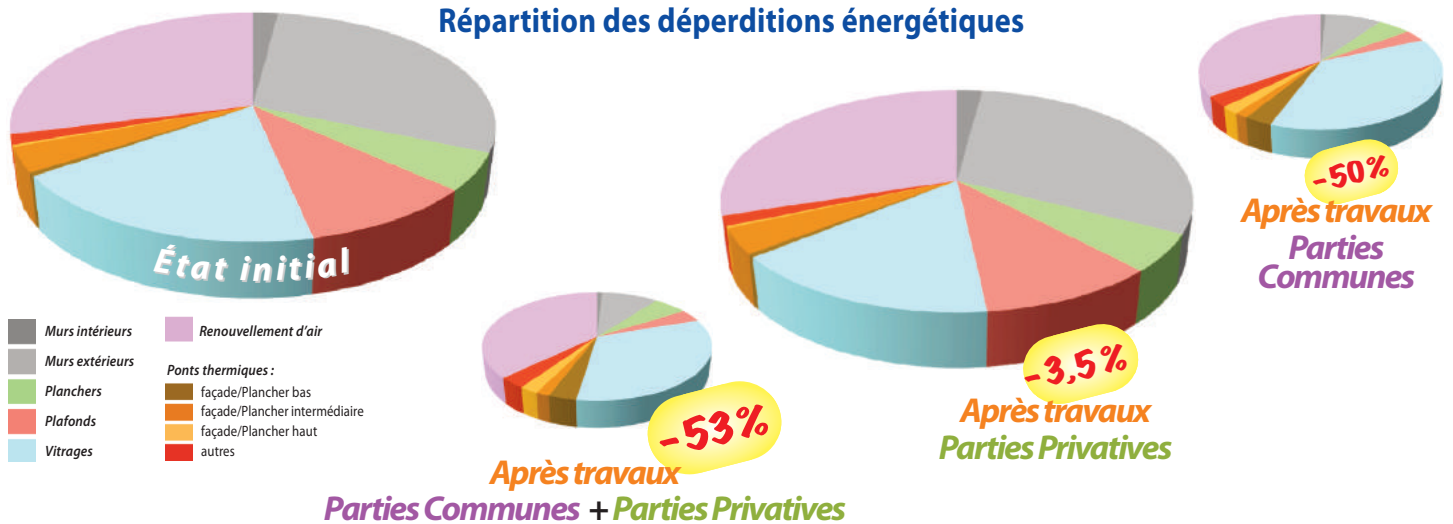
- **Isolation de la toiture terrasse** avec un  $R^*$  de  $4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 18 cm d'isolant classique  
=> **Réduction de 8 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'extérieur des murs** avec un  $R^*$  de  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 15 cm d'isolant standard  
=> **Réduction de 25 % des déperditions initiales totales et diminution de 14 % des déperditions par ponts thermiques (par rapport aux déperditions initiales des ponts thermiques)**
- **Isolation du plancher haut des caves** donnant sur des commerces avec un  $R^*$  de  $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 20 cm d'isolant projeté en plafond => **Réduction de 3 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation de la cage d'escalier** avec un  $R^*$  de  $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 8 cm de laine minérale  
=> **Réduction de 2 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements et autoréglable pour les commerces (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 12 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

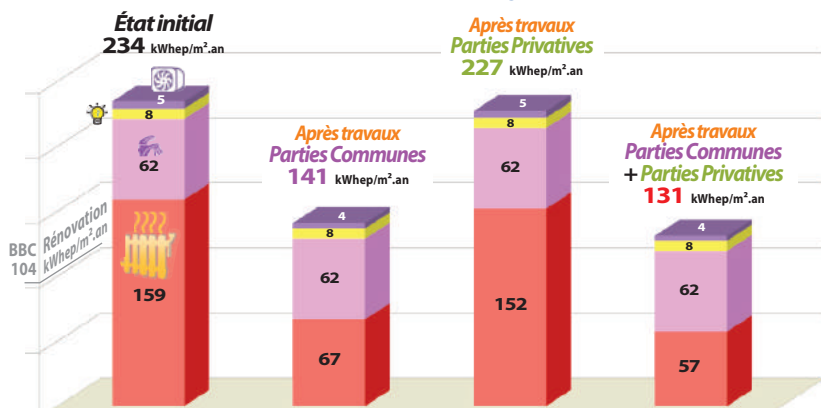
- **Changement des menuiseries et vitrines** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un  $U_w^{**}$  de 1,7 et un  $S_w^{***}$  de  $0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
=> **Réduction de 3 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



(\*)  $R$  est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*)  $U_w$  est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*)  $S_w$  facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Le Havre (76)

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives :  
=> **Gain de 619 780 kWh/an**
- Possibilité d'économiser **30 300 €** de chauffage par an sur l'ensemble de la copropriété.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWh<sub>th</sub> - réseau de chaleur = 0,049 €

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



## Industrialisation lourde 1958-1974

### Cas d'étude Rouen (76)



Type architectural :  
**Industrialisation lourde**

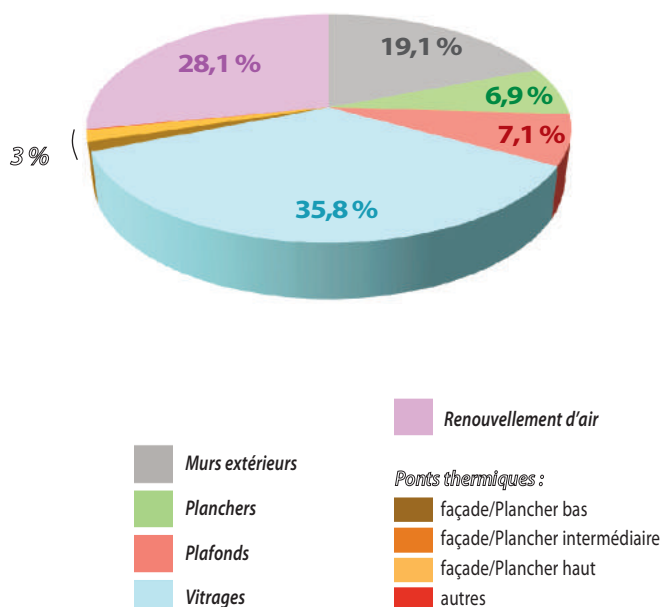
Année de construction : **1972**  
Surface logements : **1 850 m<sup>2</sup>**  
Surface commerciale : **113 m<sup>2</sup>**

#### Éléments retenus pour la modélisation (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Plancher haut	Plancher béton sous toiture 4 pans, isolant mince au sol ( $R = 0,54 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Plancher bas	Plancher béton sur sous-sol + Fibralth® ( $R = 0,74 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Murs	Façade rideau (Glasal®) + lame d'air ventilée + 2 cm laine de verre ( $R = 1,09 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Menuiseries	28 % munies de doubles vitrages ( $U_w = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), le reste (dont les vitrines) étant muni de simple vitrage ( $U_w = 4,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits collectifs verticaux
Chauffage	Chaudières gaz (condensation et basse température) pour toute la copropriété
ECS	Couplée à la production de chauffage + ballon calorifugé
Particularités	Façade rideau, refend longitudinal porteur – Cage d'escalier en volume chauffé.

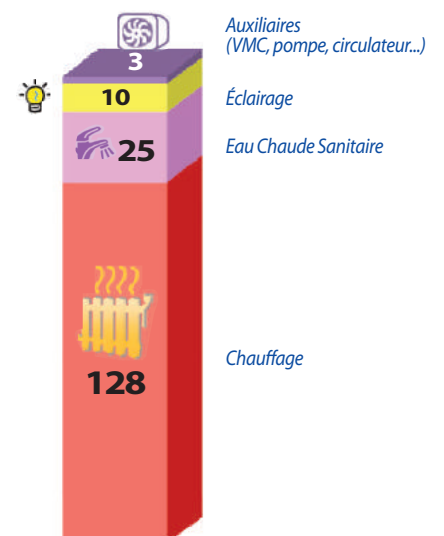
## État initial

#### Répartition des déperditions énergétiques



#### Consommation en énergie primaire <sup>(1)</sup>

Classe <sup>(2)</sup> **D** : **166 kWhep/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique, différente du DPE, basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle

# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

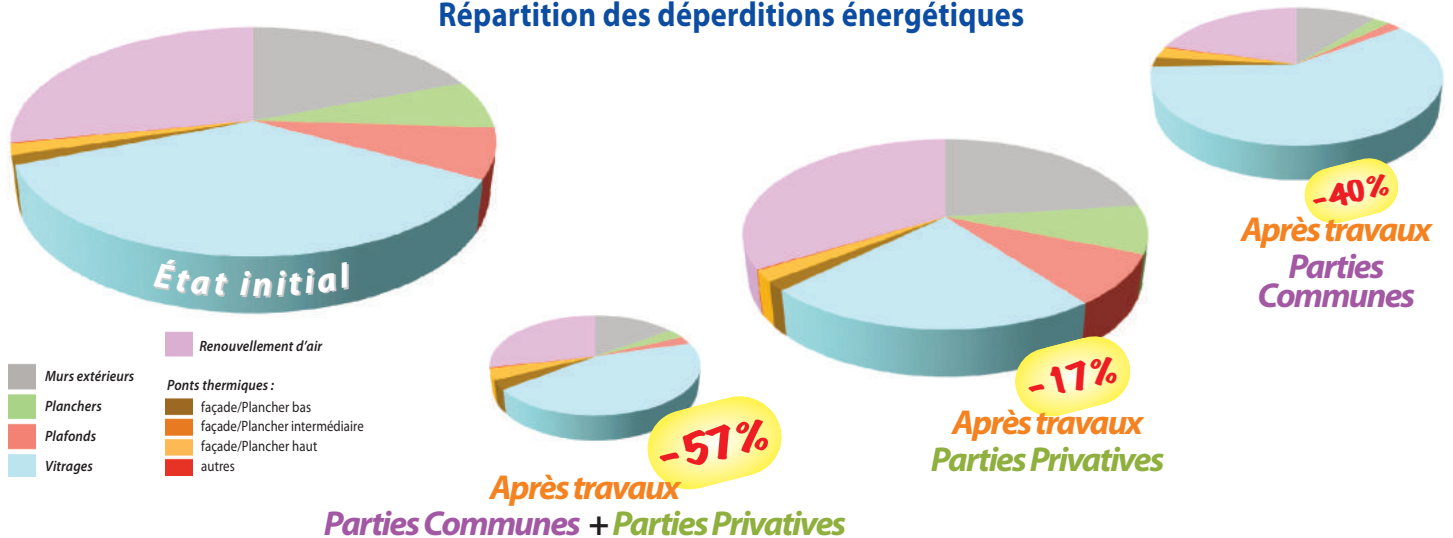
- **Isolation du plancher sous comble** avec un  $R^*$  de  $7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 28 cm d'isolant classique en vrac ou en rouleau  
=> **Réduction de 6 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'extérieur des murs** avec un  $R^*$  de  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 15 cm d'isolant standard  
=> **Réduction de 13 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation du plancher haut des caves** donnant sur les commerces avec un  $R^*$  de  $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 20 cm d'isolant projeté en plafond => **Réduction de 6 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 16 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

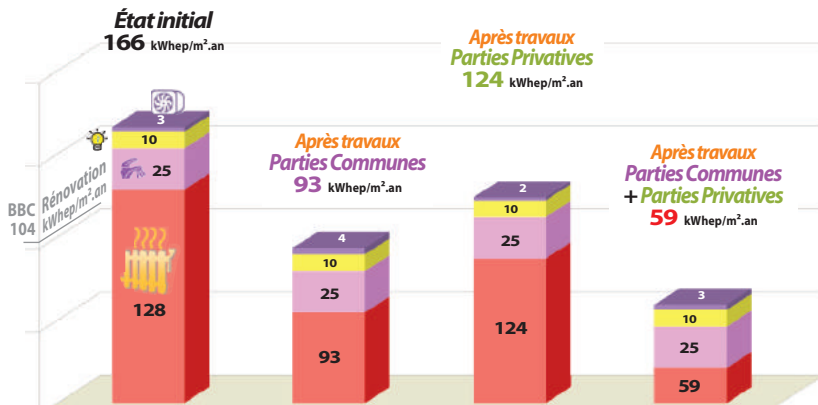
- **Changement des menuiseries** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un  $U_w^{**}$  de 1,7 et un  $Sw^{***}$  de  $0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
=> **Réduction de 17 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



(\*)  $R$  est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*)  $U_w$  est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*\*)  $Sw$  facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Rouen (76)

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives :  
=> **Gain de 210 262 kWh/an**
- Possibilité d'économiser **11 000 €** de chauffage par an sur l'ensemble de la copropriété.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWhep - Gaz PCS = 0,0524 Euro

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



## Industrialisation lourde 1958-1974

### Cas d'étude Hérouville-Saint-Clair (14)



Type architectural :  
**Industrialisation lourde**

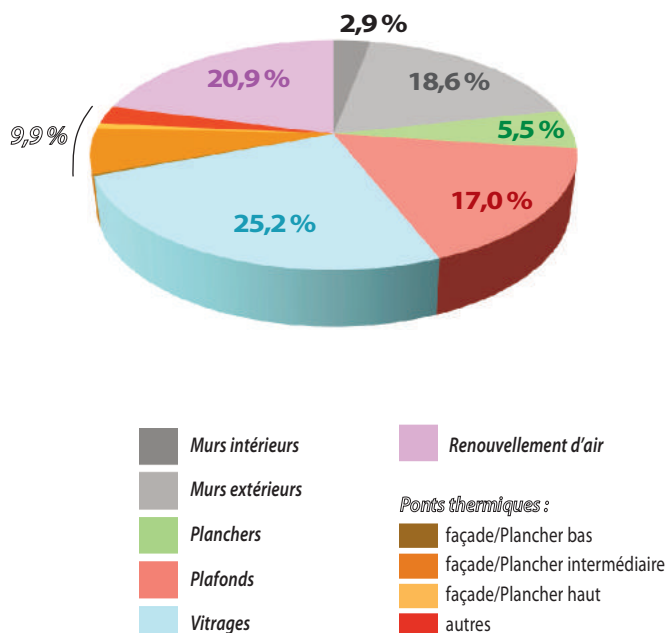
Année de construction : **1966**  
Surface logements : **1 385 m<sup>2</sup>**  
Surface commerciale : **0 m<sup>2</sup>**

**Éléments retenus pour la modélisation** (réalisée avec le moteur de calcul RT existant)

Toiture	Toiture terrasse béton ( $R = 0,38 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Plancher bas	Plancher béton sur sous-sol + brique plâtrière ( $R = 0,57 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Murs	Enduit + brique creuse enduite + plâtre ( $R = 0,65 \text{ m}^2\text{K/W}$ )
Menuiseries	58 % munies de doubles vitrages ( $U_w = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), le reste étant muni de simple vitrage ( $U_w = 4,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
Ventilation	Naturelle pièce par pièce et conduits collectifs verticaux
Chauffage	Sous-station reliée au réseau urbain d'Hérouville-Saint-Clair
ECS	Sous-station reliée au réseau urbain d'Hérouville-Saint-Clair
Particularités	Bâtiment de forme cubique.

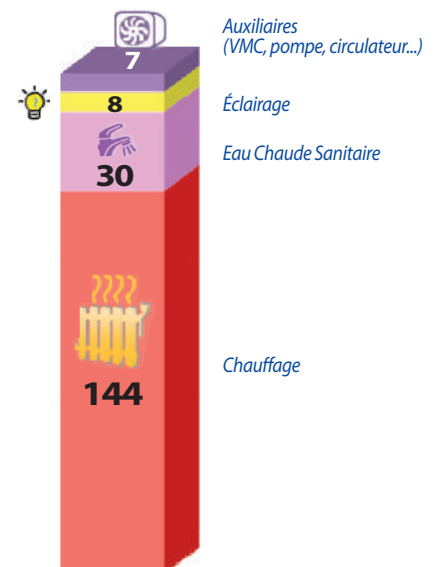
## État initial

### Répartition des déperditions énergétiques



### Consommation en énergie primaire <sup>(1)</sup>

Classe <sup>(2)</sup> **D** : **189 kWhep/m<sup>2</sup>.an**



(1) Énergie primaire = énergie finale (utilisée par le consommateur) + pertes de production, de transformation et de transport

(2) Classe énergétique basée sur les 5 postes de consommation conventionnelle



# Travaux préconisés et impact sur la consommation et les déperditions

## • Travaux relatifs aux parties communes

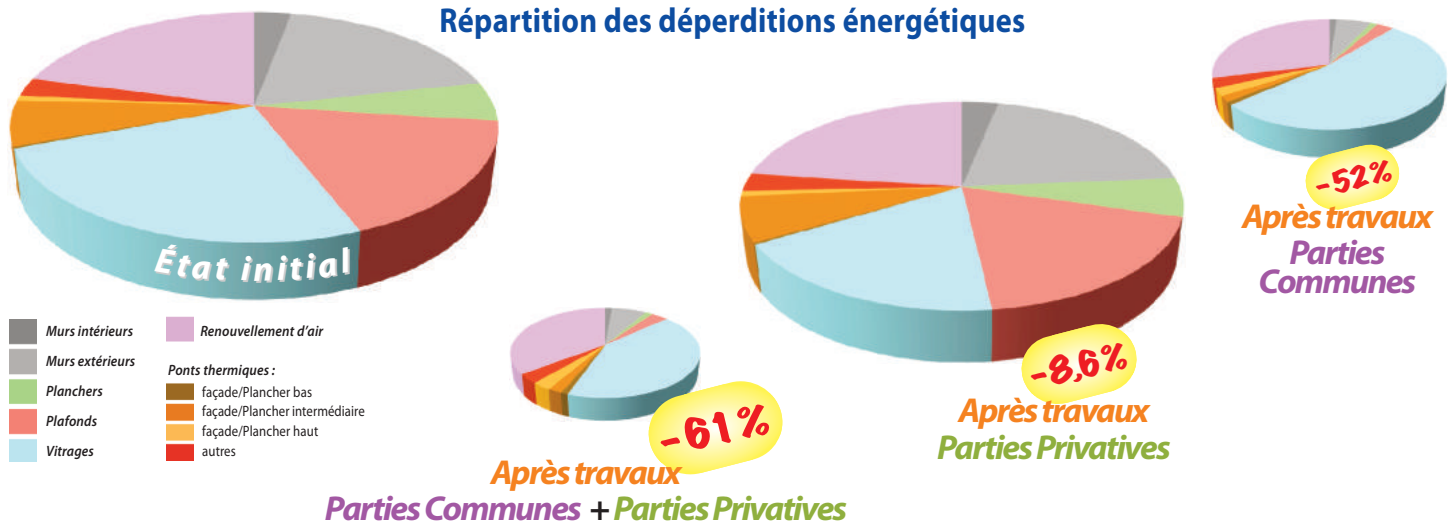
- **Isolation de la toiture terrasse** avec un  $R^*$  de  $4,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 18 cm d'isolant classique  
=> **Réduction de 16 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation par l'extérieur des murs** avec un  $R^*$  de  $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 15 cm d'isolant standard  
=> **Réduction de 16 % des déperditions initiales totales et diminution de 63 % des déperditions par ponts thermiques (par rapport aux déperditions initiales des ponts thermiques)**
- **Isolation du plancher haut des caves** donnant sur les logements avec un  $R^*$  de  $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 20 cm d'isolant projeté en plafond => **Réduction de 5 % des déperditions initiales totales.**
- **Isolation de la cage d'escalier** avec un  $R^*$  de  $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  équivalent à 8 cm de laine minérale  
=> **Réduction de 2 % des déperditions initiales totales.**
- **Mise en place d'une ventilation mécanique hygro B** simple flux pour les logements (cf. fiche ventilation pour choix du système et mise en œuvre) => **Réduction de 7 % des déperditions initiales totales.**

## • Travaux relatifs aux parties privatives

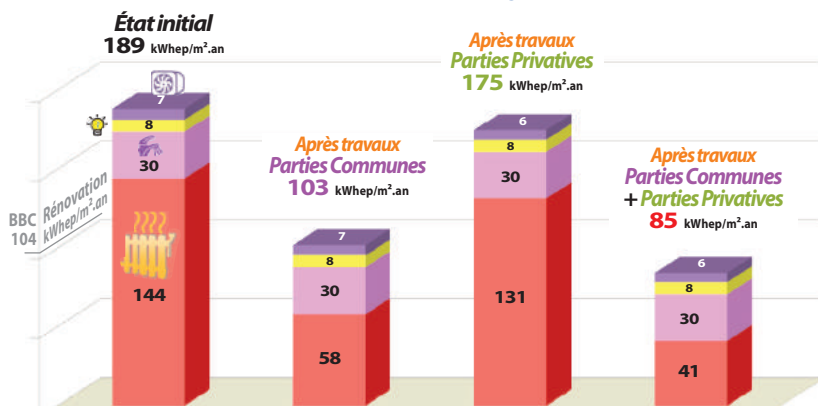
- **Changement des menuiseries** munies de simple vitrage par des menuiseries possédant un  $U_w^{**}$  de 1,7 et un  $S_w^{***}$  de  $0,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$   
=> **Réduction de 9 % des déperditions initiales totales.**

Les travaux préconisés ne concernent que l'enveloppe et les systèmes de ventilation. Des gains sont encore possibles en agissant sur les autres équipements (chauffage + production ECS).

## Répartition des déperditions énergétiques



## Consommation en énergie primaire



- (\*)  $R$  est la résistance thermique de l'isolant pour une épaisseur donnée (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*)  $U_w$  est le coefficient de déperdition des menuiseries (données fournies par les fabricants)  
 (\*\*\*)  $S_w$  facteur solaire de la menuiserie

- 2 - Hérouville-Saint-Clair (14)

## Éléments de coûts

- **Économie en chauffage / an**  
Si application des travaux en parties communes et privatives :  
=> **Gain de 142 974 kWh/an**
- Possibilité d'économiser **7 005 €** de chauffage par an sur l'ensemble de la copropriété.

Les chiffres annoncés ci-dessus ne sont valables que pour cette étude de cas.

- Hypothèse : coût du kWh<sub>eff</sub> - réseau de chaleur = 0,049 Euro

Source : Guide DPE 2011

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



# Travaux sur les systèmes de chauffage et d'eau chaude sanitaire

## Situation existante et enjeux

Les différents diagnostics réalisés sur les copropriétés ont mis en évidence diverses sources potentielles d'économie d'énergie.

La réfection du système de chauffage est un axe incontournable de la réhabilitation énergétique des copropriétés, en complément des préconisations sur l'enveloppe des bâtiments (fiches de présentation des travaux selon les différents types de bâtiments) et les systèmes de ventilation (fiche Travaux sur le système de ventilation).

### • Enjeux

#### • Garantir une ambiance confortable pour les occupants en fonction du besoin

- température agréable
- gestion du système pour ajustement des besoins à l'usage
- prise de conscience de l'influence des comportements de chacun sur les consommations et de l'empreinte énergétique de chacun

#### • Assurer la pérennité de l'installation

- prévention des pannes et autres risques grâce à la maintenance
- réflexion sur l'intégration d'équipements permettant l'allongement de la durée de vie du réseau
- dimensionnement du système adéquat aux besoins

#### ✚ • Réaliser des économies d'énergie → Couplage entre sobriété et efficacité énergétique

« Le meilleur kWh est celui qui rend un service utile au moindre coût, au moindre impact sur l'environnement et au moindre risque »

**Un système de chauffage approprié est un gage de performance thermique, énergétique et financière**



### • Systèmes rencontrés

**Diversité des installations et des sources de déperditions énergétiques ↔ Une action au cas par cas**

#### Variété des énergies

- Gaz



- Électricité



- Fioul



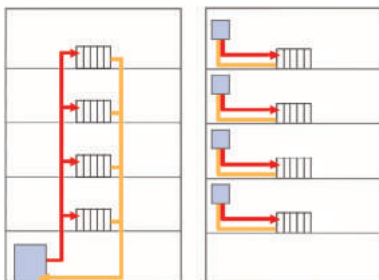
- Réseau urbain



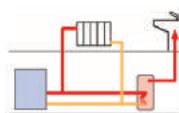
#### Variété des systèmes

Chauffage collectif

ou Chauffage individuel



- Couplage ECS\* ou production individuelle



#### Variété des appareils de production

- Ballon ECS\* électrique à accumulation



- Chauffe-eau gaz instantané



- Chaudière gaz classique

- Chaudière gaz à condensation

- Chaudière fioul

#### Variété des émetteurs

- Chauffage ou pas des parties communes

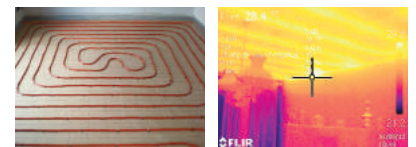
- Radiateur à eau chaude



- Convecteur électrique



- Plancher chauffant

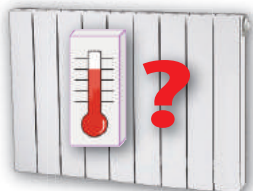


## • Bilan des points critiques relevés récurrents

### ➤ Sur la gestion par l'utilisateur : pas de maîtrise du système ni de son fonctionnement

#### -> Température de consigne inconnue surtout en installation collective

- En ce qui concerne le chauffage : la connaissance de la température de consigne permet d'être plus attentif au confort de chacun...



... « 52 % des habitants des copropriétés visitées ne connaissent pas la température de consigne de leur logement » ...

... « 19 % des habitants des logements en installation collective ont des difficultés à régler leur chauffage » .

- En ce qui concerne la température de départ de l'ECS ou température de production ECS

#### -> Réglage de la température par logement difficile ou impossible

- Radiateurs sans robinet thermostatique



Les robinets thermostatiques permettent un ajustement de la température, en continu et si le système le permet.

- L'utilisateur n'a pas de possibilité de réglage de la température du plancher chauffant



Seule action possible :  
intervention depuis le couloir sur les départs réseau avec un outil spécifique

#### -> Utilisation d'un chauffage d'appoint en complément

- Ces appareils sont ajoutés par les occupants lorsque le système de chauffage principal ne suffit pas à chauffer le logement (inconfort, consigne insuffisante...).



#### -> Pas de connaissance de la réactivité des systèmes

- La montée en température du logement dépend des équipements :

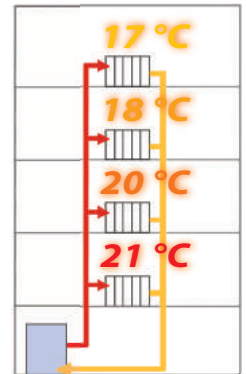
- un plancher chauffant a une réactivité lente : la chaleur est perçue avec un décalage de plusieurs heures et le plancher reste tiède ;
- un convecteur électrique a une réactivité rapide : la chaleur est perçue immédiatement et l'appareil est chaud au touché ;
- un radiateur basse température a une réactivité moyenne : la chaleur est perçue dans l'heure suivante et l'appareil reste tiède.

## ➤ Sur le réseau : des sources de déperditions énergétiques

-> Équilibrage des réseaux défectueux -> *Variation spatiale de température*



En cause, l'équipement de réglage vétuste et non optimal : vanne manuelle nécessitant une intervention.



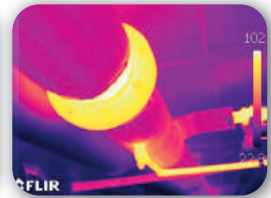
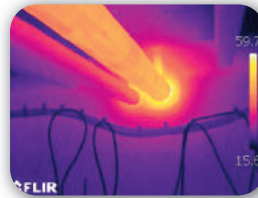
En cause, le réglage d'origine pour l'équilibrage : pas de modification suite à l'évolution du bâti (par exemple : agrandissement, travaux de changement de fenêtre, modification individuelle des équipements).

-> Calorifuge des réseaux absent ou dégradé

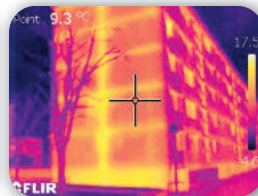
• En ce qui concerne les réseaux de chauffage et d'ECS

-> *Déperditions dans les locaux techniques*

-> *Réseau mal calorifugé*



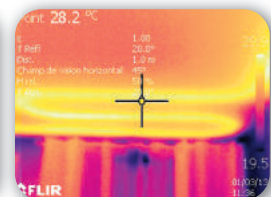
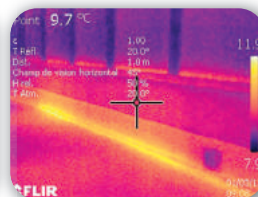
-> Passage des réseaux chauds sans calorifuge dans les caves -> *Chauffage superflu des caves*



-> Tracé du réseau de chauffage inadapté

-> *Déperditions vers la rue*

-> *Répartition non uniforme du réseau plancher chauffant*



Cas de la desserte de plusieurs bâtiments avec passage des réseaux chauds sans calorifuge sous la route

Implantation du serpentin sur le pourtour des pièces (émission de chauffage localisée au niveau des ponts thermiques) : une partie de la chaleur est dissipée vers l'environnement extérieur



# Systèmes envisageables pour une réhabilitation




## ➤ Quelle solution retenir suivant les possibilités techniques ?

-> **Objectif** : optimiser l'installation existante  
(exploitation améliorée de l'énergie utilisée actuellement par les équipements)

Équation du rendement global du système  $\eta_{\text{système}}$

$$\eta_{\text{système}} = \eta_{\text{production}} \times \eta_{\text{distribution}} \times \eta_{\text{émission}} + \text{impact de la régulation}$$



	Production	Distribution	Émission	$\eta_{\text{système}}$	
Situation initiale courante <i>Chauffage par chaudière gaz collective</i>	75 %	60 %	90 %	41 %	
<b>Travaux 1</b> remplacement de la chaudière par une chaudière à condensation (condensation avérée)	105 %	60 %	90 %	57 %	
<b>Travaux 2</b> Travaux 1 + calorifuge des réseaux hors volume chauffé	105 %	90 %	90 %	85 %	

## La stratégie gagnante ⇒ Intervention sur tous les postes



### Actions sur la production

#### • Remplacement des systèmes vétustes : Gain énergétique sur le poste chauffage de 20 à 40 %



##### Chaudière collective

- chaudière à condensation
- modèle basse température
- modèle avec brûleur modulant

- > amélioration du rendement, fort gain énergétique
- > gain énergétique par diminution de la température de chauffe
- > gain énergétique par optimisation du fonctionnement selon le besoin



##### Chaudière individuelle

- chaudière à condensation
- modèle basse température
- modèle avec régulation

- > amélioration du rendement, fort gain énergétique
- > gain énergétique par diminution de la température de chauffe



Pour les modèles basse température et à condensation, les émetteurs doivent être compatibles (taille suffisante).

##### Convecteurs

- convecteur à meilleur rendement (ventilo-convecteurs, à inertie, avec réflecteur mural...) -> gain énergétique



#### • Amélioration de la production d'ECS

- opportunité de l'intégration d'ECS solaire
- système thermodynamique



#### • Révision du réglage du fonctionnement : Gain énergétique sur le poste chauffage de 5 à 10 %

- adaptation de la loi de chauffe (cette loi régit le fonctionnement de la chaudière pour que la température de l'eau chauffée, à destination des équipements, soit suffisante, en fonction de la température extérieure ou de la température de l'eau du circuit de retour).
- adaptation de la température de départ ECS



#### • Adaptation de la puissance : Gain énergétique sur le poste chauffage de 20 à 40 %

- adaptation des équipements de production et de leur dimensionnement aux besoins (équipements existants ou nouvel investissement).



#### • Réfection/Ajout de calorifuge : Gain énergétique sur le poste chauffage d'environ 5 %

- calorifuge du corps de chauffe des chaudières en local non chauffé



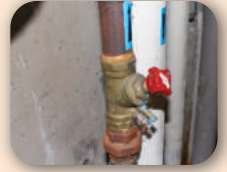
## Actions sur la distribution



- Révision de l'équilibrage du réseau : *Gain énergétique sur le poste chauffage de 10 à 20 %*



- Ajout de vannes de régulation pour équilibrage automatique du réseau *Coût: env. 90€ HT / vanne*



- Réfection/Ajout de calorifuge *Gain énergétique sur le poste chauffage de 5 à 10 %*

-> Réfection ou ajout de calorifuge sur les réseaux chauds (*chauffage et ECS*) en local non chauffé et/ou sur les volumes de stockage (*ballon ECS*)



*NB : le calorifugeage du réseau avec une résistance thermique **R** suffisante permet d'accéder au CIDD (valeur 2014 :  $R = 1,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ )*



- Désembouage du réseau

-> diminution des pertes de charge

*Coût : de 500 à 3 000 € HT suivant la puissance de la chaudière et la longueur du réseau*



- Ajout d'équipements spécifiques *Gain énergétique sur le poste chauffage de 5 à 30 %*

-> optimisation de la durée de vie du système : purge, purgeur automatique, pot à boue pour désembouage, clarificateur-désemboueur, ballon de maintien de pression.

*Coût : env. 40 € HT / purge automatique ; env. 40 € HT / régulateur de pression*



## Actions sur l'émission



- Remplacement des systèmes vétustes

-> remplacement des radiateurs ou des convecteurs par des équipements plus adaptés et performants

*Coût : entre 500 et 1 000 € HT / émetteur suivant le type*

-> remplacement des ballons ECS vétustes



- Désembouage des équipements

-> homogénéisation et augmentation de l'émission de chaleur



## Actions sur la régulation

- Création d'un système de régulation ou optimisation de l'existant



**Généralisation des robinets thermostatiques** -> régulation de la température au niveau du logement (*régulation complémentaire à la loi d'eau régissant la production*)  
*Gain énergétique sur le poste chauffage de 10 à 15 %*  
*Coût : env. 70 € HT / robinet thermostatiques à bulbe*



**Ajout d'un thermostat d'ambiance** -> complément à l'installation ;  
-> avec affichage de la consigne pour information de l'utilisateur (*attention à sa localisation : éviter les endroits proches de sources de froid, comme les fenêtres sources de courants d'air, et de chaud comme les émetteurs de chaleur*)  
*Coût : env. 350€ HT / thermostat d'ambiance sans fil*



# Zoom sur une situation courante : chauffage par chaudière gaz collective



## • Situation actuelle

- production : - calories pour le chauffage et l'ECS fournies par une chaudière gaz ancienne
- distribution : - passage du réseau chaud hors volume chauffé sans calorifuge  
- nombreux bras morts et tuyaux borgnes  
*(Suite aux modifications de l'agencement du bâtiment, des portions de réseau ne sont plus utiles. L'eau y stagne avec pour conséquence une accumulation de biofilm, corrosion, tartre et boue => des pertes de chaleur et de charge supplémentaires)*
- régulation : - uniquement au niveau de la production  
*(loi de chauffe et réglage de la température de départ ECS)*  
- robinet classique sur les radiateurs des logements
- inconfort : - trop chaud/trop froid selon les logements

## • PRÉCONISATIONS



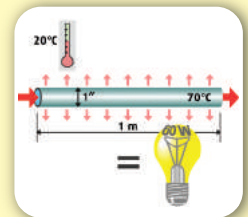
### Production

- privilégier un remplacement de la chaudière si besoin  
*(modèle à condensation si les émetteurs sont adaptés)*



### Distribution

- reprise du calorifuge du réseau de chauffage et d'ECS  
« 1 m de tuyau en acier non isolé de diamètre 1 pouce, dans lequel circule de l'eau à 70°C alors que l'ambiance extérieure est à 20°C, a une perte équivalente à la consommation d'une ampoule de 60 W ».



### Émission

- suppression des bras morts et tuyaux borgnes superflus par simplification du réseau + reprise de l'équilibrage



### Régulation

- remplacement des robinets simples des radiateurs par des robinets thermostatiques et/ou régulation par thermostat d'ambiance *(localisation pertinente indispensable)*



# Zoom sur une situation particulière : chauffage par plancher chauffant sans régulation



## • Situation actuelle

- un plancher chauffant émetteur pour chaque étage comportant plusieurs logements
- production ECS individuelle
- inconfort : - plaintes des occupants qui ont trop chaud ou trop froid selon les logements
- régulation : - pas de réglage individuel de la température possible par appartement  
- seule intervention possible : augmentation/diminution des pertes de charge depuis le couloir, en fermant/ouvrant la vanne de réglage du départ réseau avec un outil spécifique

*L'équilibrage du système est initialement réalisé par une boucle de Tichelmann (pertes de charge identiques grâce à des longueurs de réseau égales) mais il n'est plus valable suite aux tentatives de réglage par les occupants.*



## • PRÉCONISATIONS

base



+



appoint  
avec régulation



### Production

- plancher chauffant assurant un régime de base constant
- convecteurs électriques performants : appoint pour répondre aux forts besoins



### Distribution

- calorifuge du réseau de chauffage en prévision de l'arrêt du chauffage des parties communes (le réseau ECS circule uniquement dans les logements)



### Émission

- nouveau réglage des vannes de départ pour équilibrage des débits



### Régulation

- thermostat intérieur réglé par l'occupant en fonction de son occupation personnelle



## Réflexion sur les parties communes



- **Suppression du chauffage dans les parties communes** → gain énergétique

→ Suppression des déperditions du logement vers les communs :

*en ITI : isolation complémentaire des communs depuis les parties communes, à prévoir si les largeurs de passage le permettent (intervention intérieure au logement impossible à cause du mobilier, de passage réseau, finitions murales)*





## Préconisation pour l'engagement des travaux

- Avant travaux, réaliser un **audit de l'installation de chauffage et d'ECS** pour :
  - caractériser l'état actuel du système ;
  - envisager les pistes d'amélioration possibles.
- **Faire appel à un maître d'œuvre** pour :
  - conseiller le choix de la solution ;
  - s'assurer du respect des réglementations sanitaires et thermiques et des documents techniques unifiés (DTU) ;
  - s'assurer d'une mise en œuvre soignée (réflexion sur le réseau pour limiter les pertes de charge, calorifugeage des réseaux, équilibrage, dimensionnement des installations...).
- Engager les travaux sur le chauffage **après les travaux sur l'enveloppe**. Le dimensionnement du chauffage se fera pour répondre au besoin réduit de chauffage. Cela conduira à une économie sur les équipements (les appareils moins puissants sont moins chers) et sur la facture énergétique (consommation énergétique réduite).



La **planification des travaux** doit être le résultat d'une **réflexion globale et stratégique**, seule gage d'une **réhabilitation de copropriété performante**. Elle devra donc aboutir à un **plan pluriannuel de travaux** qui peut préconiser des actions individuelles. Celui-ci est la solution pour **éviter un investissement conséquent forcé et précipité**, résultat d'une dégradation progressive du bâti, devenue irrémédiable.

Cette stratégie d'actions est à **décider en assemblée générale** (il s'agit de travaux dans un ensemble visant à faire des économies d'énergie donc à voter selon la majorité définie à l'article 25 de la loi du 10 juillet 1965).

## Préconisation pour l'entretien et la maintenance



- Une maintenance de l'installation de chauffage et d'ECS est nécessaire : désembouage, contrôle des chaudières, adaptation de la loi de chauffe... => *passation d'un contrat de maintenance*
- Rééquilibrage du réseau lors de modifications éventuelles pour garantir une pression suffisante pour tous les utilisateurs.



Il s'agit de créer un **dialogue entre exploitant, conseil syndical et occupants** pour adapter le système de chauffage et d'ECS à l'usage et aux évolutions du bâti.

## Préconisation complémentaire



Réaliser un **audit du contrat d'exploitation de chauffage collectif** (et de l'installation ECS si celle-ci est collective) : la révision du contrat est généralement une source d'économie non négligeable (révision/suivi de la consommation contractuelle et des prestations).

Pour plus d'information : voir le Guide pratique Ademe Haute-Normandie

**Contrats d'exploitation de chauffage en copropriétés « Avoir un contrat adapté à ses besoins pour faire des économies » - mars 2013**

La solution individuelle, en remplacement de l'installation collective, n'est souvent pas la meilleure piste.

Une **installation de chauffage collective adaptée** dans une copropriété permet de répondre au **besoin de chauffage individuel** de chaque copropriétaire.

Une **utilisation raisonnée du chauffage** par chaque copropriétaire permet à l'**installation collective de fonctionner à son meilleur rendement** pour une durée de vie allongée.



**L'amélioration du système de chauffage nécessite une stratégie collective pour satisfaire au mieux le besoin individuel.**

### Sources :

- Illustrations : copropriétés visitées, web TA Hydronics, web ENERGIEPLUS, web Google

- Prix : données Batiprix 2012 (fourniture et mise en oeuvre comprises)

- Gain énergétique : modèle 3-CL, documents ADEME, documents ENERGIE ENVIRONNEMENT, Guide des gestes simples pour des économies d'énergie-Bretagne Romantique

- 8 - Travaux sur les systèmes de chauffage et d'ECS

Mise en page : Cerema - DterNC - DADT/VIA/CVM - Antoine JARDOT

Juin 2014



# Travaux sur le système de ventilation

## Situation existante et enjeux

Les travaux sur l'enveloppe, préconisés pour les types de bâtiments ou déjà engagés (principalement changement de fenêtre et isolation des murs), visent à supprimer les infiltrations d'air parasites en augmentant l'imperméabilité du bâti. Cela en améliore sa performance énergétique mais modifie son fonctionnement aéraulique avec des risques de condensation, de pollution biologique, chimique et physique et des conséquences sur le confort hygrothermique.

Pour s'en prémunir, une intervention sur le système de ventilation est nécessaire, en complément des travaux sur l'enveloppe.

- **Enjeux**
  - **Garantir une ambiance confortable pour les occupants en fonction du besoin**
    - évacuation des gaz, particules volatiles, odeurs et autres polluants, prévention des moisissures
    - renouvellement d'air avec apport d'air hygiénique
    - prévention des courants d'air
  - **Préserver le bâti** → en évacuant l'humidité intérieure due au climat ou produite par les occupants et leurs activités
  - **Assurer la sécurité** → dispersion des polluants de combustion, des produits chimiques, limitation de la propagation du feu
  - ✚ • **Réaliser des économies d'énergie** → L'air humide est plus difficile à chauffer que l'air sec

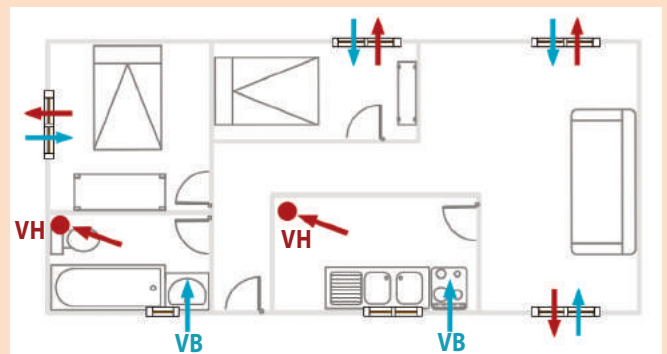
Un renouvellement d'air maîtrisé et suffisant est nécessaire pour la santé de l'occupant et du bâti

## • Système rencontré

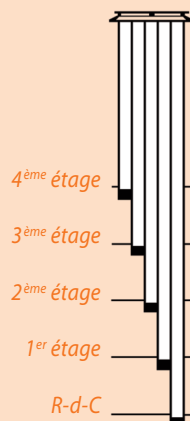
### Circulation d'air naturelle pièce par pièce

La circulation d'air se fait grâce au tirage thermique et aux effets du vent.

- Dans les pièces humides, **entrées d'air (VB)** par grilles basses (+ *infiltrations parasites*), **extractions (VH)** par grilles hautes reliées à des conduits individuels ou shunts débouchant en toiture.
- Dans les pièces de vie, ventilation par ouvertures de fenêtres (+ *infiltrations parasites*).



### Conduits individuels



### boisseau de raccordement



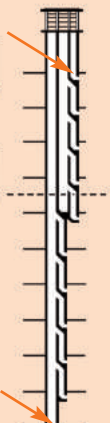
### boisseau courant



### Conduits shunts



### trappe de ramonage



# Systèmes envisageables pour une réhabilitation

## ➤ Système avec une circulation d'air pièce par pièce

Ce principe de ventilation consiste à **renouveler l'air de façon indépendante dans chacune des pièces**.

Le brassage est primordial pour les pièces de service. Il pourra être :

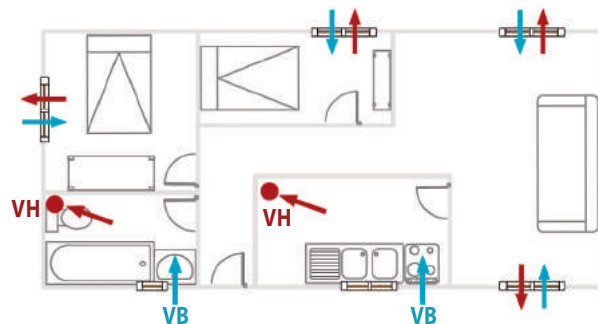
- **naturel** : l'air neuf est alors introduit par des grilles souvent disposées en partie basse (VB) et l'air vicié est extrait par des orifices généralement disposés en partie haute débouchant sur des conduits verticaux (VH).

Pour garantir un brassage suffisant, il est conseillé d'éloigner l'arrivée et la sortie de l'air.

Principe observé dans les copropriétés.

- **mécanique** : un système assure l'introduction d'air neuf et l'extraction d'air vicié dans la même pièce, avec des débits adaptés à l'usage.

Le brassage est également nécessaire dans les pièces de vie. Il pourra être assuré par l'ouverture des fenêtres. L'Institut National de Prévention et d'Éducation pour la Santé recommande ainsi une aération quotidienne de 10 minutes. Cette « Bonne Pratique » de l'occupant est essentielle pour sa santé et la pérennité de son logement.



## ➤ Système avec une circulation d'air par balayage

Ce principe de ventilation consiste à **renouveler l'air des différentes pièces grâce à une circulation d'air** des pièces de vie vers les pièces humides. Ce principe est différent du système actuel des copropriétés.

L'air neuf pénètre dans les pièces de vie (pièces principales) via les entrées d'air (réglettes sur les fenêtres en général) ou les bouches de soufflage.

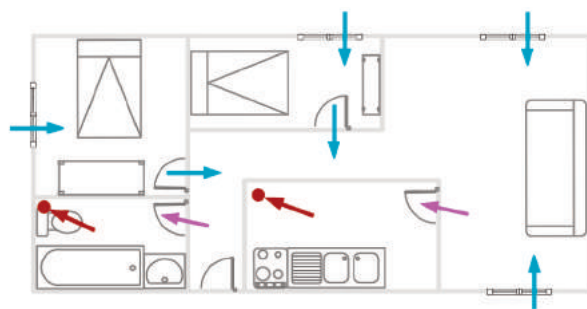
L'air vicié est extrait dans les pièces de service (humides et à pollution spécifique : cuisine, pièces d'eau...) via les bouches d'extraction avec échange éventuel de calories entre les deux flux.

La circulation d'air est généralement mécanique, ce qui permet un renouvellement d'air adapté et optimal.

La mise en œuvre de ce principe requiert de boucher toutes les grilles/conduits existants non mobilisés et de détalonner les portes intérieures (environ 1 cm en général et environ 2 cm pour la porte cuisine).

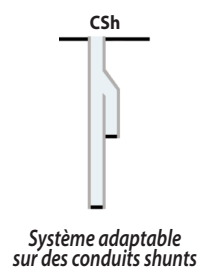
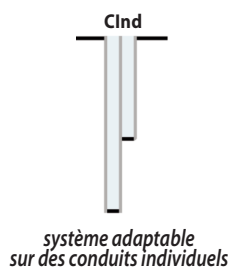
À renouvellement d'air égal, le système de circulation d'air par balayage permet de réduire le débit entrant car les pièces de service bénéficient du même flux d'air neuf que les pièces de vie.


**Ce système est donc moins énergivore que le système par pièces séparées mais sa mise en œuvre n'est pas toujours possible.**




### Détail des sigles et symboles utilisés dans ce document

<b>Clnd</b>	conduit individuel
<b>CSh</b>	conduit shunt
<b>VMC</b>	Ventilation Mécanique Contrôlée
<b>VMR</b>	Ventilation Mécanique Répartie
<b>VNA</b>	Ventilation Naturelle Assistée



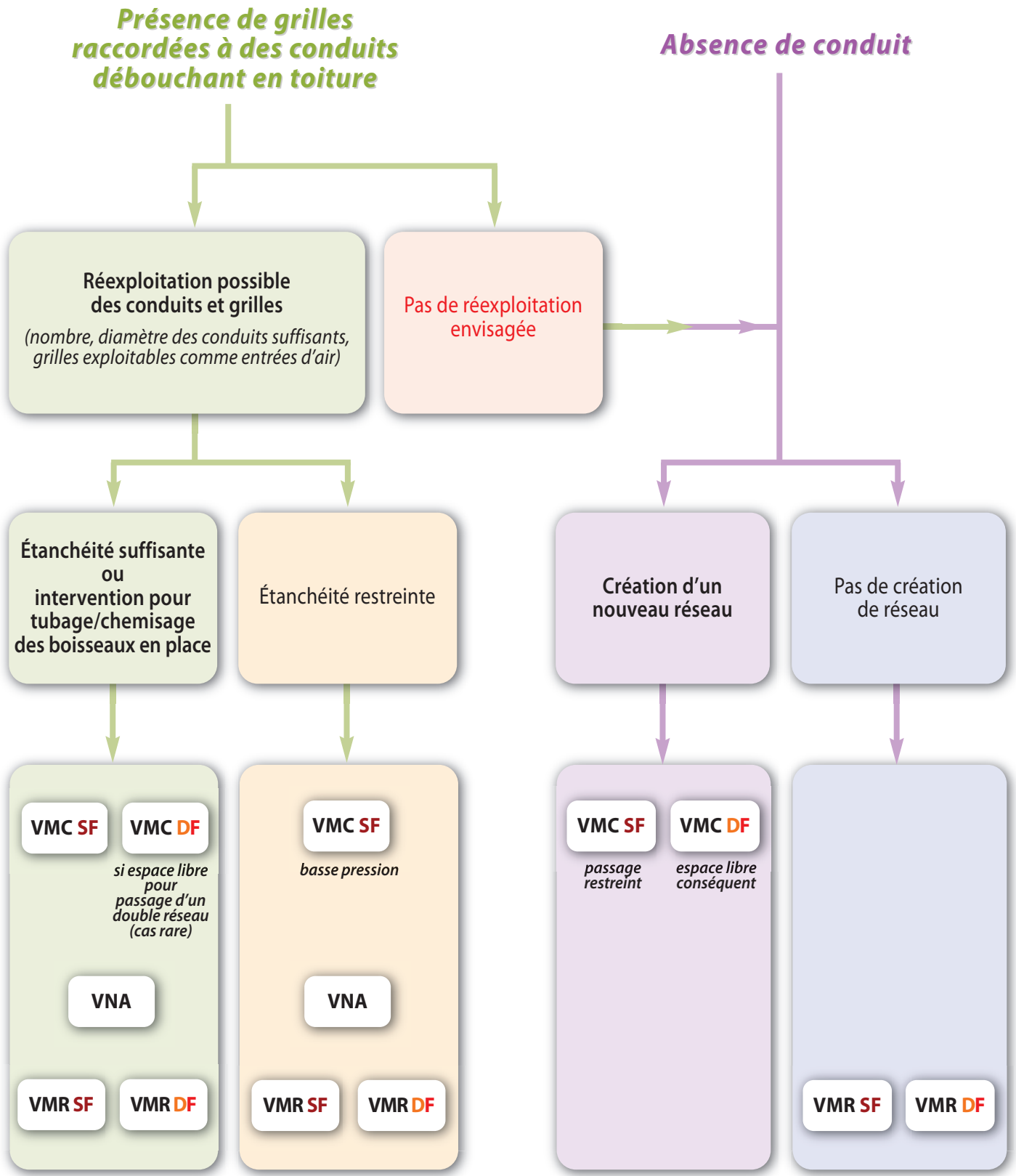
 système simple flux (SF)

 Gain système double flux (DF)

### Pour la ventilation mécanique contrôlée (VMC) :

- Si conduits individuels (Clnd) → chaque conduit sera raccordé à l'extracteur (et/ou au souffleur)
- Si conduits shunts (CSh) → création de gaines horizontales et raccords en «T» au réseau vertical

# Quelle solution retenir suivant les possibilités techniques ? (critère financier exclu)



**Dans tous les cas, supprimer les entrées d'air superflues (grilles et conduits)**



# Les différents systèmes de ventilation

## • Systèmes mécaniques centralisés : extracteur et/ou souffleur unique

Ce principe de ventilation est fortement utilisé en France.

Pour tous les systèmes, le passage de gaine peut être caché dans un faux plafond ou apparent. Il peut nécessiter des traversées de plancher. Des gaines à section rectangulaire extra-plate ou oblongue permettent alors de limiter la gêne esthétique.

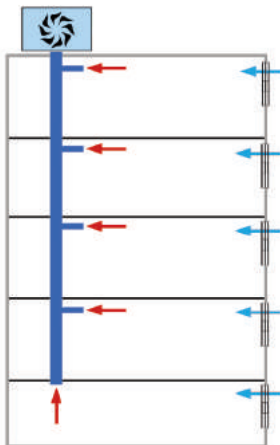
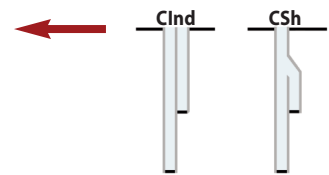


**VMC SF**

### Ventilation Mécanique Contrôlée - Simple Flux (balayage)

Ce système comprend des entrées d'air dans les pièces de vie et des bouches d'extraction dans les pièces de service.

Ces bouches sont reliées, via un réseau horizontal de gaines déployées dans chaque logement, à un conduit unique qui débouche en toiture et qui se termine par un extracteur mécanique (ventilateur) pour rejeter l'air vicié par mise en dépression du bâti.



Principaux types concernés :

- Ossaturisme
- Industrialisation lourde

Le débit est permanent. Il peut être constant ou variable : système autoréglable (conservation du débit quelque soit la différence de pression intérieure/extérieure) ou hygroréglable (modulation du débit en fonction de l'humidité relative de l'air ambiant ; hygro A pour un contrôle via les bouches ; hygro B pour des bouches et des entrées d'air spécifiques).

Certains modèles sont en basse consommation. Il s'agit de ceux équipés de moteurs à courant continu type microwatt.

Les 😊	Les ☹️
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Débit d'air extrait maîtrisé et adéquat</li> <li>• Système peu encombrant</li> <li>• Système bien connu par les artisans (réglage facile)</li> <li>• Maintenance et utilisation faciles</li> <li>• Faible coût : 700 € à 1 500 € HT/logement suivant le modèle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Débit d'air neuf parfois non maîtrisé (influence du comportement de l'utilisateur et du vent)</li> <li>• Prévoir un espace pour le passage de gaines (si nouveau réseau)</li> <li>• Extracteur en toiture</li> <li>• Équilibrage des débits à soigner pour l'immeuble</li> <li>• Peu adapté aux espaces profonds et de grande hauteur (circulation d'air insuffisante)</li> <li>• Pas de récupération de chaleur sur l'air extrait</li> </ul>

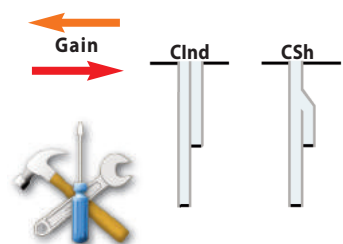
**VMC DF**

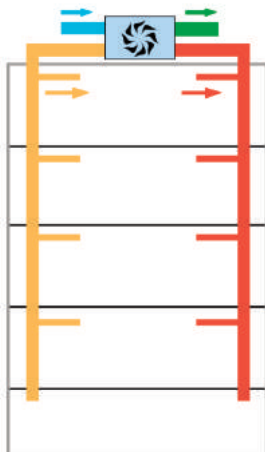
### Ventilation Mécanique Contrôlée - Double Flux (balayage)

Il s'agit d'une évolution de la ventilation mécanique contrôlée simple flux.

Les flux d'air entrant et sortant sont créés par 2 ventilateurs distincts et sont respectivement soufflés et extraits par des bouches spécifiques.

Un double réseau est déployé horizontalement dans chaque logement et raccordé au réseau vertical principal débouchant en toiture.





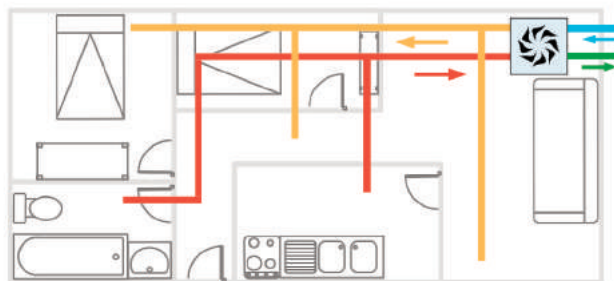
Principaux types concernés :

- Ossaturisme
- Industrialisation lourde

Le débit est permanent et éventuellement variable (en fonction de la présence de l'occupant selon la concentration de CO<sub>2</sub>, l'humidité intérieure, un calendrier...).

La maîtrise de cette circulation d'air permet d'assurer un transfert de calories de l'air extrait vers l'air entrant, source d'économies d'énergie.

En général, les ventilateurs utilisés sont basse consommation.



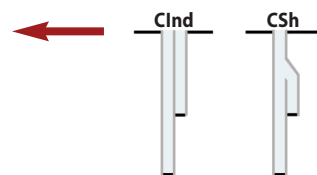
Les 😊	Les ☹️
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement amélioré par la récupération de calories</li> <li>• Débits maîtrisés et adéquats</li> <li>• Fort gain énergétique</li> <li>• Filtration de l'air introduit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance régulière obligatoire</li> <li>• Caisson de ventilation en toiture</li> <li>• Prévoir un espace pour le passage de gaines</li> <li>• Travaux d'installation importants, intervention lourde</li> <li>• Système onéreux : 2 000 € à 3 500 € HT/logement suivant le modèle</li> </ul>




## • Système hybride

VNA

### Ventilation Naturelle assistée ou hybride (pièce par pièce)

Il s'agit de coupler l'effet des forces naturelles à celui d'une assistance mécanique pour augmenter le débit de renouvellement d'air lorsque nécessaire (tirage naturel insuffisant, activité particulière...).



- **Ventilation assistée par induction** (peu utilisée pour l'habitation) : de l'air comprimé (circuit indépendant) est insufflé en début de conduit d'entrée d'air ou au sommet de conduit d'extraction, dans le sens du tirage naturel, pour renforcer la dépression et activer la ventilation. 
- **Ventilation par extracteur stato-mécanique** : un dispositif d'extraction est placé au sommet du conduit. L'effet statique repose sur sa forme particulière qui accentue la dépression intérieure en cas de vent, empêchant une inversion de l'écoulement de l'air et un refoulement d'air vicié. L'aide mécanique est réalisée par une hélice, située à sa base, qui, lorsqu'elle est actionnée, augmente le débit de renouvellement d'air. 
- **Ventilation mécanique basse pression** : un ventilateur d'extraction est placé au sommet du conduit. En fonctionnement, il assure une dépression comprise entre 20 et 30 Pa pour permettre le renouvellement d'air. En revanche, à l'arrêt, il ne permet pas d'aide statique (forme non adaptée). 

Le déclenchement du mode mécanique peut être fonction des conditions météorologiques (régulation par thermostat, anémomètre, débitmètre), d'un calendrier, du taux de CO<sub>2</sub> et/ou d'une action manuelle.

Certaines assistances sont basse consommation.

Principaux types concernés :

- Reconstruction conventionnelle
- Classicisme moderne
- Type Générique

Les 😊	Les ☹️
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible consommation énergétique (utilisation des forces naturelles)</li> <li>• Peu de travaux supplémentaires/intervention facile/ pas de passage de gaine/ pas de système central en toiture</li> <li>• Solution peu onéreuse 150 € à 300 € HT/conduit (stato-mécaniques) 1 000 € à 2 000 € HT/conduit (basse pression)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtrise des débits limitée</li> <li>• Pas de récupération de chaleur sur l'air extrait</li> <li>• Nécessité d'équiper chaque conduit</li> </ul>

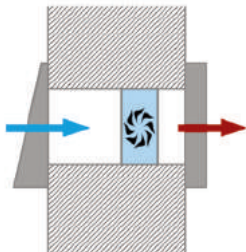
## • Systèmes mécaniques répartis : plusieurs extracteurs et/ou souffleurs

Ces systèmes sont peu utilisés en France mais bien connus dans d'autres pays comme en Allemagne.

### VMR SF **Ventilation Mécanique Répartie - Simple Flux (balayage)**

Il s'agit d'équiper chaque pièce de service d'un extracteur indépendant (ou aérateur) motorisé.

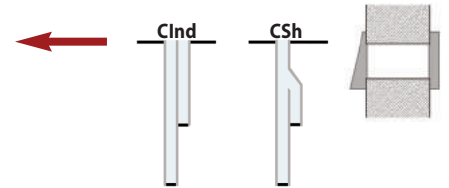
Le système se place plutôt en traversée de mur extérieur, soit entièrement encastré (seules les bouches intérieures/extérieures sont alors visibles), soit à moitié encastré ou monté en saillie (cas du caisson avec ses éléments fonctionnels, placé à l'intérieur, dimensions d'un convecteur).



Il évacue l'air vicié directement vers l'extérieur.

Une installation est possible dans le cadre des fenêtres lors de leur changement.

Il peut également être raccordé individuellement, depuis l'intérieur, à un conduit d'extraction (shunt ou individuel).



Module VMR partiellement encastré, extrémité apparente 25 x 25 x 3 cm

En ventilation par balayage, il crée une dépression dans le bâti, depuis les pièces de service, qui conduit à une arrivée d'air neuf dans les pièces de vie, via les entrées d'air ou les grilles de la pièce.

Cet appareil existe dans une large gamme de débits pour utilisation dans des volumes divers et son fonctionnement peut être géré par une régulation (climat, occupation, calendrier, ordre manuel).

Il est basse consommation et de taille restreinte.



Module VMR en saillie, extrémité apparente 53 x 40 x 13 cm

Principaux types concernés :

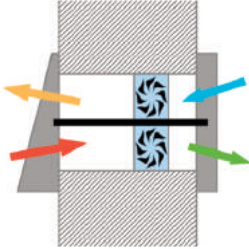
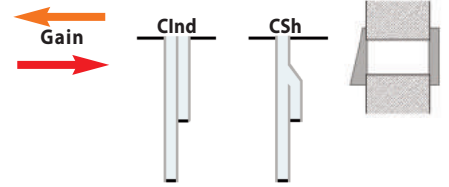
- Reconstruction conventionnelle
- Classicisme moderne
- Type Générique

Les 😊	Les 😞
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de passage de gaine/ pas de système central en toiture =&gt; installation facile</li> <li>• Débits maîtrisés et adéquats</li> <li>• Maintenance facile car accès aisé</li> <li>• Faible consommation électrique</li> <li>• Faible coût : 100 € à 600 € HT/bouche/logement (suivant le modèle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modules débouchant en façade (esthétisme) =&gt; percées de murs</li> <li>• Nécessité d'équiper chaque pièce de service</li> <li>• Pas de récupération de chaleur sur l'air extrait</li> </ul>

Ce système peut aussi être utilisé selon le principe de **ventilation pièce par pièce** en multipliant le nombre de modules (un par pièce avec conservation des grilles existantes), ce qui permet de réduire les débits de chacun.

Il s'agit d'une évolution de la ventilation mécanique répartie simple flux.

L'appareil est toujours installé en traversée de mur mais son fonctionnement assure à la fois le soufflage et l'extraction de l'air de la même pièce ainsi qu'un transfert de calories entre les deux flux.



Module VMR entièrement encastré dans une paroi, mur ou vitrage.



Module VMR partiellement encastré, 1 ventilateur, à installer en traversée de mur, extrémité apparente 25 x 25 x 3 cm

Il existe deux systèmes de VMR-DF :

- **avec un seul ventilateur** : le sens de rotation s'alterne régulièrement permettant la sortie/l'entrée de l'air. Lors de l'extraction, l'air vicié transmet ses calories à un accumulateur de chaleur en céramique qui les délivrera à l'air neuf lors de l'inversion de sens.
- **avec deux ventilateurs** assurant l'extraction et le soufflage simultanément : l'entrée et la sortie d'air se font l'une au-dessus de l'autre. Le module est tel que l'air extrait est propulsé vers l'extérieur, loin et à grande vitesse. Cela crée une aspiration d'air près de la paroi qui garantit l'apport d'air neuf et sain en évitant le mélange des deux flux.

Pour éviter la dépression/surpression du bâti, ces appareils s'installent par paire.



Module VMR en saillie, 2 ventilateurs, extrémité apparente 58 x 50 x 20 cm

L'échange de calories se fait via un échangeur à contre courant ou à roue.

Principaux types concernés :

- Reconstruction conventionnelle
- Classicisme moderne
- Type Générique

Les 😊	Les ☹️
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de passage de gaine/ pas de système central en toiture =&gt; installation facile</li> <li>• Débits maîtrisés et adéquats</li> <li>• Maintenance facile car accès aisé</li> <li>• Rendement amélioré par la récupération de calories</li> <li>• Fort gain énergétique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modules débouchant en façade (esthétisme) =&gt; percées de murs</li> <li>• Nécessité d'équiper chaque pièce de service</li> <li>• Maintenance régulière obligatoire</li> <li>• Coût : 600 € à 1 500 € HT/bouche/logement (suivant le modèle)</li> </ul>

## • Impact sur la consommation énergétique

Gains énergétiques possibles par rapport à la configuration ventilation naturelle (% de gain sur la consommation énergétique chauffage et ECS)

VMC - SF autoréglable	10 à 30 %
VMC - SF hygroréglable	20 à 40 %
VMC - DF	30 à 70 %
VNA	10 à 20 %
VMR - SF	20 à 30 %
VMR - DF	30 à 60 %





## ✓ Préconisation pour l'engagement des travaux

- **Faire appel à un maître d'œuvre** pour :
  - conseiller le choix de la solution ;
  - s'assurer du respect des réglementations sanitaires et thermiques et des documents techniques unifiés (DTU) ;
  - s'assurer d'une mise en œuvre soignée (réflexion sur le réseau pour limiter les pertes de charge, calorifugeage des réseaux, étanchéité des raccords...).
- Toujours **envisager une réflexion sur la ventilation suite à une intervention sur l'enveloppe** (murs ou fenêtres).



*La **planification des travaux** doit être le résultat d'une **réflexion globale et stratégique**, seule gage d'une réhabilitation de copropriété performante. Elle devra donc aboutir à un **plan pluriannuel de travaux** qui peut préconiser des actions individuelles. Celui-ci est la solution pour **éviter un investissement conséquent forcé et précipité**, résultat d'une dégradation progressive du bâti, devenue irrémédiable.*

*Cette stratégie d'actions est à **décider en assemblée générale** (il s'agit de travaux dans un ensemble visant à faire des économies d'énergie donc à voter selon la majorité définie à l'article 25 de la loi du 10 juillet 1965).*



## ✓ Préconisation pour l'entretien et la maintenance

- **Maintenance de la ventilation** nécessaire au moins une fois par an : changement des filtres, nettoyage du réseau, des bouches, grilles, entrées d'air... pour conserver les débits d'air.  
⇒ *passation d'un contrat de maintenance*
- **Réadaptation/Contrôle des débits** lors des rénovations successives pour garantir un bon équilibre (limitation de la gêne sonore, des courants d'air et des déperditions énergétiques) (environ 200 € HT)
- **Réflexion sur la nécessité de pièges à son.**



*Il s'agit de créer un **dialogue entre exploitant, conseil syndical et occupants** pour adapter le système de ventilation à l'usage et aux évolutions du bâti.*

Sources :  
- Illustrations : copropriétés visitées, web Lorens robinetterie, web Castorama, web Oekoluefter, web InVENTer, web GUIDEnR HQE, web VTI Aeraulique, web MVN France, web Astato, web Veneco  
- Prix : données Batiprix 2012 (fourniture et mise en oeuvre comprises)  
- Gain énergétique : modèle 3-CL, thèse de J. KOFFI, web ALDES, web Quelleenergie.fr