

## Isolation ROI ou isolation a minima

La difficulté dans l'isolation à *minima* est d'investir un minimum en regard des économies d'énergie réalisées. Un objectif recevable de l'isolation ROI pourrait être d'investir environ 1 € par kWh économisé annuellement, soit avec un prix de revient de l'énergie primaire à 0,10 euro/kWh, un temps de retour économique hors aide fiscale de dix ans. Cette durée restant compatible avec un prêt bancaire échelonné sur la même période et financé par les économies d'énergie. Nous sommes actuellement bien loin de cette situation ! Devoir investir 800 euros en posant 1 m<sup>2</sup> de double vitrage coulissant aluminium<sup>79</sup> en remplacement d'un simple vitrage pour économiser 211 kWh annuellement<sup>80</sup> avec un prix de revient de l'énergie primaire à 50 euros/MWh (0,05 euro/kWh) entraîne une économie annuelle de l'ordre de 10 euros, soit un temps de retour économique proche du siècle (80 ans). Une assemblée générale peut décider à juste titre qu'un tel temps de retour économique est trop long et inacceptable. Il faudrait que l'état accepte de consentir une aide fiscale considérable représentant 90 % de l'investissement pour ramener le ROI en dessous de dix ans, condition souhaitable pour que les banques acceptent de prêter le complément. L'aide fiscale au titre du *crédit d'impôt*, même relevé à 30 %, est le bienvenu mais ne change pas la face des choses. De ce fait, le maître d'œuvre peut craindre à juste titre que l'État, n'ayant pas les moyens de ses ambitions, conditionne ensuite l'octroi de cette petite aide complémentaire par trop de facteurs contraignants, ce qui rendrait le dossier ingérable financièrement. Il faut dire aussi que la baisse récente du prix de l'énergie fossile complique assurément toute prospective financière. Malgré les efforts de l'ANAH, un deuxième facteur complique singulièrement la mise en place du montage financier : ce facteur concerne les prix élevés pratiqués en France pour les ouvertures vitrées comparativement aux prix pratiqués dans les autres pays. Vu ce qui précède, il semble donc préférable, dans un premier temps, de concentrer son action sur l'isolation des parties communes et sur l'amélioration du calorifugeage des tuyauteries qui y sont situées. En complément des déperditions dues à la ventilation, une bonne appréciation des pertes thermiques dans un immeuble passe pour l'essentiel par la connaissance des *surfaces du bâti* (l'enveloppe extérieure de l'immeuble). Avec :

- 50 grandes portes fenêtres de 3 x 2,15 m ;
- 126 grandes portes fenêtres de 1,6 x 2,15 m ;
- 79 fenêtres de 1 x 1,45 m :
  - . La surface totale des vitres de l'immeuble est de 660 m<sup>2</sup>.
  - . La surface des murs en retrait dans les parties avec balcons voisine de 800 m<sup>2</sup>
  - . La surface murs en face avant sans balcon d'environ 1 400 m<sup>2</sup>.

Soit une surface totale des murs opaques proche de 2 200 m<sup>2</sup>, la surface vitrée ne représentant que 23 % de la surface totale du bâti (hors terrasses).

---

<sup>79</sup> Le triple vitrage posé en Allemagne en PVC en groupant les fenêtres est environ deux fois moins cher que le double vitrage en France lorsque l'on procède au cas par cas. Les prix pratiqués actuellement en France en changeant le dormant (rénovation totale) sont en moyenne proches de 500 euros le m<sup>2</sup> posé en PVC ouvrant à la française et de 800 euros le m<sup>2</sup> posé en coulissant alu avec traitement des ponts thermiques.

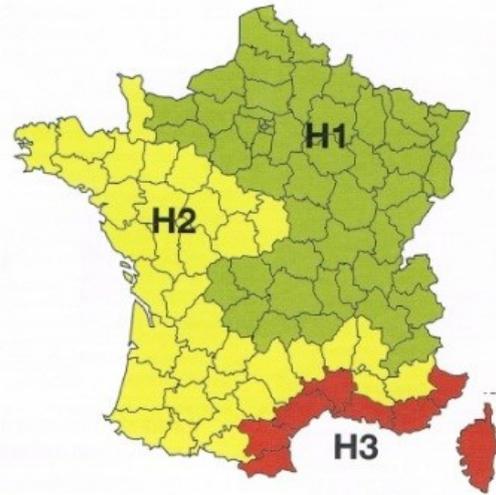
<sup>80</sup> Le double vitrage 4 x 16 x 4 permet de réduire sensiblement les déperditions par rapport au simple vitrage (celles-ci passent de 5 watts/m<sup>2</sup> et °C à environ 1 watt/m<sup>2</sup> et °C diminuant les pertes de 4 watts/m<sup>2</sup> et °C.

Dans un environnement en zone climatique H1a, où la différence de température moyenne entre l'intérieur et l'extérieur est sensiblement de 10 °C (DJU de 2 200 °C pour 220 jours de chauffe), la puissance thermique moyenne perdue en moins pendant la période de chauffe est de 40 watts/m<sup>2</sup>, ce qui conduit bien à un gain annuel en énergie thermique de 0,04 x 220 x 24 = 211 kWh par m<sup>2</sup> (énergie = puissance x temps).

## Cas pratique

L'intérêt du cas pratique semble être de procéder à une isolation a minima visant un label situé environ à mi-chemin entre le label « HPE rénovation 2009 » et le BBC rénovation 2009, ou ce qui semble revenir sensiblement au même une classe d'isolation proche de la TR 2005 en zone H1 qui évalue D à environ 130 kWh/m<sup>2</sup>

(G sensiblement égal 0,65 à D = 130 kWh/m<sup>2</sup>).



L'étude préliminaire ci-après montre que les pertes d'énergie dans le bâti de l'immeuble considéré sont dans l'ordre d'importance :

- isolation des ouvertures (parties vitrées : fenêtre, portes fenêtres, etc.) ;
- les ponts thermiques au niveau des planchers en béton ;
- isolation de la toiture et des terrasses ;
- un manque de discipline personnelle (volets roulants, domotique ?) ;
- les pertes par ventilation (difficiles à calculer) ;
- isolation des murs opaques ;
- le difficile problème de l'isolation de l'immeuble en partie basse ;
- la déperdition haute dans les cages d'ascenseur ;
- les pertes provoquées par l'humidité anormale du sous-sol de l'immeuble.

Une bonne appréciation des pertes thermiques dans un immeuble passe par la connaissance des *surfaces du bâti* (l'enveloppe extérieure de l'immeuble) :

- la surface totale des vitres de l'immeuble peut être évaluée à 660 m<sup>2</sup> ;
- la surface des murs en retrait dans les parties avec balcon est voisine de 800 m<sup>2</sup> ;
- la surface mur en face avant sans balcon d'environ 1 400 m<sup>2</sup>.

Soit une surface totale des murs opaques proche de 2 200 m<sup>2</sup>. Cette évaluation des pertes thermiques passe aussi par une évaluation des *volumes*. Cette nouvelle notion, introduite dès 2003 dans un rapport du BRGM traitant de la mise en œuvre des PAC sur nappe libre en île-de-France, est intéressante. Elle met en évidence un coefficient de déperdition volumique **G** exprimé en watt/m<sup>3</sup> °C, mieux représentatif du besoin thermique d'un immeuble que ne le fait le coefficient habituel, exprimé en kWh/m<sup>2</sup> et année basé sur les surfaces et ne faisant pas intervenir la température extérieure. Bien évaluer le comportement thermique d'un immeuble et son besoin thermique réel est important lors du dimensionnement d'une pompe à chaleur. À l'évidence, ce coefficient représente avec plus de précision que ne le fait l'ancien coefficient le besoin thermique et la puissance qui devra être développée par la pompe à chaleur pour assurer le besoin. Cette notion de volume, qu'il s'agisse des volumes de béton ou d'air, est aussi plus pratique pour définir le comportement thermique d'une habitation en régime transitoire lorsque

## Cas pratique

l'on met en marche ou lorsque l'on arrête la chaufferie. Les parties communes telles que les cages d'escalier, les halls d'entrée, se trouvent utilement inclus dans ce coefficient, ce qui est logique par le fait que les dépenses afférentes à leur chauffage sont payées par la copropriété.

### - Application au « cas pratique »

En isolant le bâti, particulièrement avec des doubles vitrages, on diminue les frais d'approvisionnement en combustible (environ 20 à 30 %) mais les frais engagés s'amortissent sur une plus période nettement plus longue qu'avec le poste génération.

Façade		Surface des ouvertures m <sup>2</sup>	Nombre de GPF 5,3 m <sup>2</sup>	Nombre de PF 2,5 m <sup>2</sup>	NB de Fenêtres 0,85 x 1,2 = 1 m <sup>2</sup>	Surface vitres m <sup>2</sup>	Surface bois/PVC m <sup>2</sup>
sud	A	116	15	5	-	92	24
	B	105,6	5	15	14	64 + 14	27
ouest	C	184,5	-	36	40	90 + 40	54,5
	D	16,7	-	5 vérif	-	12,5	4
nord	E	132,5	-	30	20	75 + 20	37
est	F	325	30	35	5	246,5 + 5	73,5
Totaux			50	126	79	580 + 80	220
Surface totale						660 m <sup>2</sup>	190 m <sup>2</sup>

Il y a plusieurs possibilités pour les portes fenêtres (PF) du « cas pratique » :

- Soit faire remplacer uniquement les vitres par un vitrier en conservant la partie bois encore en bon état avec un double vitrage 4/12/4 en raison de l'épaisseur de la feuillure voisine de 20 mm (coût approximatif avant négociation 150 k€).
- Soit prévoir une rénovation totale avec remplacement des huisseries bois en PVC ouvrant à l'identique ou par portes coulissantes en aluminium (coût approximatif pratiqué en France variant entre 500 et 800 € par m<sup>2</sup>, selon la solution).

Une action globale est évidemment souhaitable pour obtenir des prix plus intéressants.

*\*La théorie utilisée dans ce tableau est basée sur la conduction des isolants épais utilisant le coefficient  $\lambda$  exprimé en watt/m.K . Elle permet de définir le flux thermique traversant un simple vitrage de 4 mm d'épaisseur ou celui d'un double vitrage 4/16/4 avec une précision acceptable.*

*Par contre la recherche est en retard et doit se remettre en cause afin de définir les méthodes de calculs permettant d'évaluer le flux thermique dans le cas des isolants minces réfléchissants multicouches. Compte tenu de leurs avantages pratiques, à savoir une moindre épaisseur que l'isolant épais mono produit pour des qualités d'isolation comparable voire supérieures sous certains aspects il serait dommage que le législateur thermique condamne leur introduction sur le marché pour cette raison.*

*Pour avancer dans ce domaine la notion de conduction qui sert de base à la théorie des isolants épais doit être étendue à la convection, à la réflexion et même à l'humidité qui affecte trop souvent les performances des isolants épais.*

### *Coup de gueule des lutins thermiques*

Lorsqu'il s'agit de prendre la décision de passer au double vitrage, voire au triple vitrage les notions telles que la température ressentie et l'inconfort thermique résultant d'une paroi froide sont bien sûr importantes et peuvent influencer la décision. Toutefois, les Lutins considèrent que les prix pratiqués pour la rénovation des baies vitrées en France sont tels que lorsqu'ils sont associés aux économies sur l'achat des combustibles résultant de la rénovation, ils conduisent à un temps de retour de la dépense dissuasif qui freine l'investissement. Cette considération étant aggravée par la baisse récente du prix de l'énergie primaire et particulièrement du gaz ce qui a pour effet de valoriser encore moins la dépense initiale. Concernant le choix des matériaux et lorsqu'il faut choisir entre le bois, le PVC ou l'aluminium lors de la rénovation on remarque que : le bois, très bon isolant est le plus cher. Le PVC bon isolant est le moins cher des trois. L'aluminium quant à lui est sensiblement 40 % plus cher que le PVC en partie par le fait que ses qualités isolantes très mauvaises obligent le constructeur à traiter les ponts thermiques.

### Déperditions thermiques fenêtres

Pratiquement toutes en simple vitrage, les 660 m<sup>2</sup> de fenêtres du cas pratique ont un coefficient de déperdition voisin de 5,7 W/m<sup>2</sup> et °C. Le passage en double vitrage 4/16/4 ou 4/12/4, selon la solution retenue, conduit à un nouveau coefficient de déperdition voisin de 1,7 W/m<sup>2</sup> et °C soit un gain voisin de 4 W/m<sup>2</sup> et °C, peut-être un peu moins si l'on tient compte de la partie non translucide du dormant de 190 m<sup>2</sup> qui augmente sensiblement les déperditions. En passant en double vitrage sur toutes ces fenêtres, c'est environ 660 x 4 x 10 x 240 x 24 = 150 x 10<sup>6</sup> Wh soit 150 000 kWh que l'on économise annuellement. Cette rénovation thermique peut se faire de deux façons :

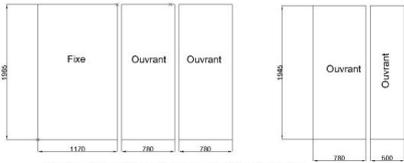
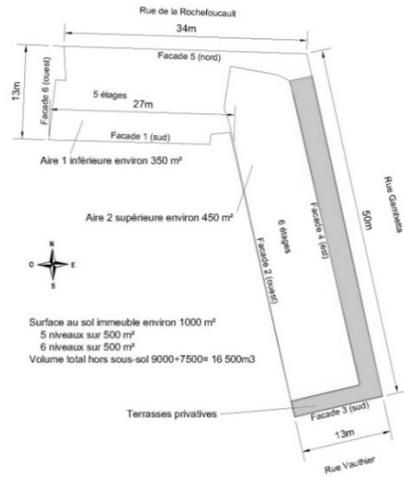
- en solution rénovation avec vitre 4/16/4 au prix approximatif de 500 euros/m<sup>2</sup> ;
- en solution vitrier avec vitre 4/12/4 au prix approximatif 200 euros/m<sup>2</sup> compte tenu de la profondeur de feuillure.

Ces prix étant des valeurs maximums compte tenu de l'aspect quantitatif.

Le législateur n'ayant rien prévu à ce sujet, il semble donc souhaitable de faire une demande de résolution au syndicat proposant de passer les fenêtres en bien collectif au lieu de privatif pour la rénovation thermique de l'immeuble. (Elles sont encore considérées en France comme privatives.) La conséquence d'un vote « positif » sera que chaque propriétaire pourra se voir imposer de passer en double vitrage en solution minima vitrier de 200 euros/m<sup>2</sup> (soit prix moyen par appartement à définir sur la base de 200 euros/m<sup>2</sup> au prorata des surfaces vitrées de chaque appartement et défini selon les gabarits approuvés lors d'une AG). L'approbation de cette résolution ne semble présenter un intérêt pour la copropriété que si la résolution relative à la prise en charge de l'étude thermique par un ingénieur en génie climatique est prise au préalable. Dans ce cas, ces travaux de rénovation thermique rentrent dans le cadre d'un « bouquet de travaux » qui rendent l'investissement de départ éligible à l'aide fiscale. L'aide fiscale pourrait correspondre à environ 35 à 55 % du montant global de l'investissement au titre du *fond chaleur renouvelable* selon la solution adoptée pour le complément *EnR*. Les autres avantages de ces deux résolutions sont, si elles sont *toutes les deux* adoptées, également :

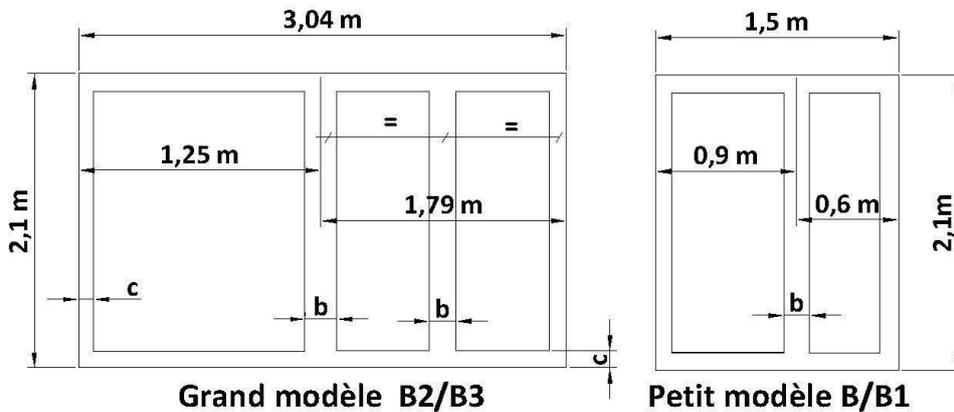
## Cas pratique

- prix quantitatif permettant de réduire les coûts avec une légère réduction envisageable des prix maximum de 500 euros/m<sup>2</sup> en solution rénovation et de 200 euros/m<sup>2</sup> en solution vitrier ;
- le gain de 150 000 kWh sur la consommation annuelle qui en résulte (soit plus de 10 % de nos charges combustible) ;
- l'amélioration du confort de vie (température ressentie).

 <p><b>Façade 6 (ouest)</b> PF 5 (1,6 x 2,15 m) 5 TPF environ 0,6 x 1</p> <p style="text-align: right;"><b>17 m<sup>2</sup></b></p>	<p style="text-align: center;">Grandes portes fenêtre NB 50      Portes fenêtre NB 126</p>  <p style="text-align: center; font-size: small;">Un ouvrant avec poignée, fauteur avec 2 loquets haut et bas Cotes hors tout - épaisseur bois existant 45 mm</p> <p><b>Dimension verres Saint-Gobain</b> (dans le cas d'un vitrier. Avec cette solution certes plus économique les ponts thermiques sont moins bons.)</p>	 <p><b>Façade 5 (nord)</b> PF 30 (1,6 x 2,15 m) F 20 (1 x 1,45 m)</p> <p style="text-align: right;"><b>estimation 125 m<sup>2</sup></b></p>
 <p><b>Façade 1 (sud)</b> GPF 15 (3 x 2,15 m) PF 5 (1,6 x 2,15 m) F 14 (1 x 1,45 m)</p> <p style="text-align: right;"><b>124 m<sup>2</sup></b></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Dimensions approximatives</i></p>	 <p><b>Façade 4 (est)</b> GPF 30 (3 x 2,15 m) PF 35 (1,6 x 2,15 m) F 5 (1 x 1,45 m) + étage supérieur</p> <p style="text-align: right;"><b>374 m<sup>2</sup></b></p>
 <p><b>Façade 2 (ouest)</b> PF 36 (1,6 x 2,15 m) F 40 (1 x 1,45 m)</p> <p style="text-align: right;"><b>188 m<sup>2</sup></b></p>	 <p><b>Façade 3 (sud)</b> GPF 5 (3 x 2,15 m) PF 15 (1,6 x 2,15 m)</p> <p style="text-align: right;"><b>Estimation 150 m<sup>2</sup></b></p>	<p>Soit au total :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 50 grandes portes fenêtres GPF) (3 x 2,15 m)</li> <li>- 126 portes fenêtres (PF) (1,6 x 2,15 m)</li> <li>- 79 fenêtres (F) (1 x 1,45 m) (qui sont peut-être étanches). Quelques fenêtres ont déjà été rénovées et 5 petites fenêtres.</li> </ul> <p>Cette feuille pourrait servir de base pour une estimation budgétaire du remplacement des surfaces vitrées.</p>

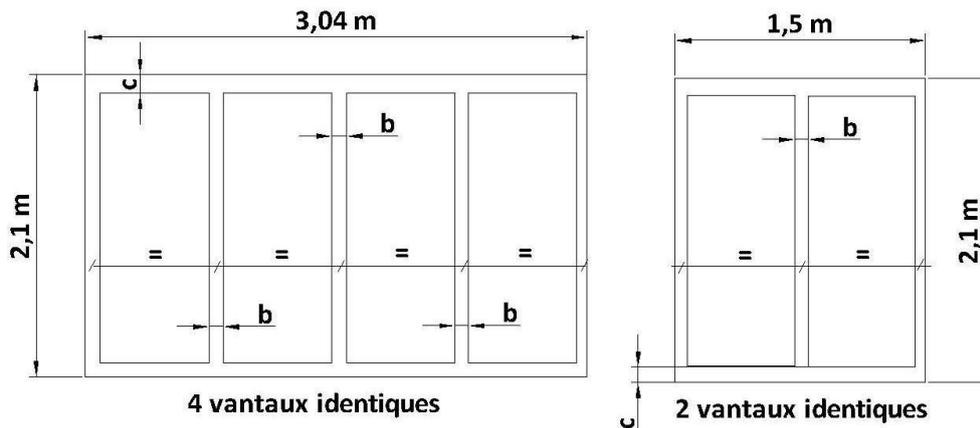
Deux solutions sont envisageables sans affecter l'esthétique de la façade : soit ouverture à la française soit coulissant

### Portes fenêtres rénovation PVC à l'identique



Cotes maximum  $b = 13,5 \text{ cm}$   $c = 8,5 \text{ cm}$

### Portes fenêtres rénovation ALU coulissant



Cotes maximum  $b = 13,5 \text{ cm}$   $c = 8,5 \text{ cm}$

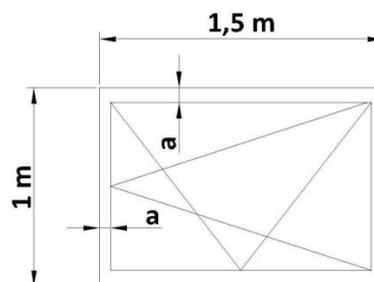
Trois choix peuvent être envisageables pour les portes fenêtres, selon les moyens financiers de chacun :

1. Un remplacement des mono vitres par un vitrier en 3 x 12 x 4 (coût approximatif 200 euros/m<sup>2</sup> TTC).
2. Le remplacement de l'ancien bâti en bois à l'identique en PVC avec ouverture à la française et vitre 4/16/4 argon (coût approximatif 500 euros/m<sup>2</sup> TTC).
3. Le remplacement de l'ancien bâti en bois en coulissant alu avec vitre 4/18/4 argon (coût approximatif 800 euros/m<sup>2</sup> TTC).

Réduction du coût pour quantité 10.

Les fenêtres sont en PVC vitre 4/16/4 argon en modèle oscillo-battant.

### Fenêtres rénovation PVC

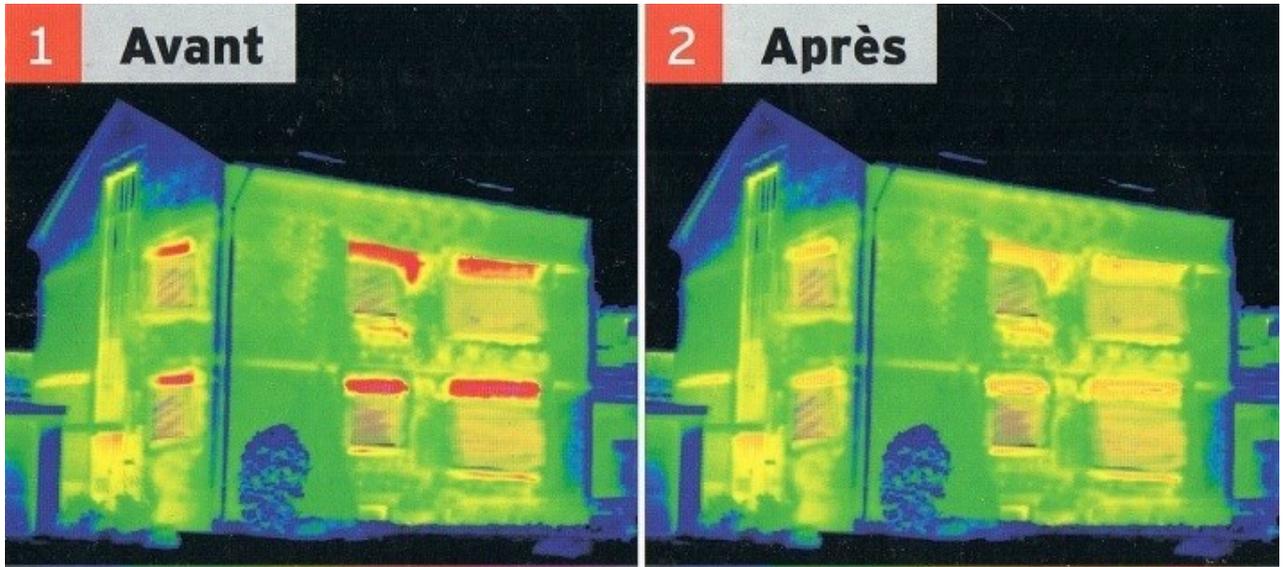


#### Modèle A oscillo-battant

Cotes maximum  $a = 10 \text{ cm}$

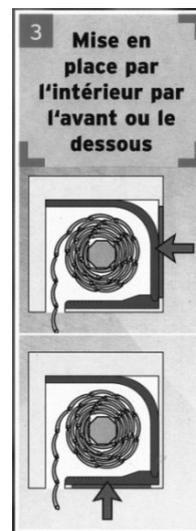
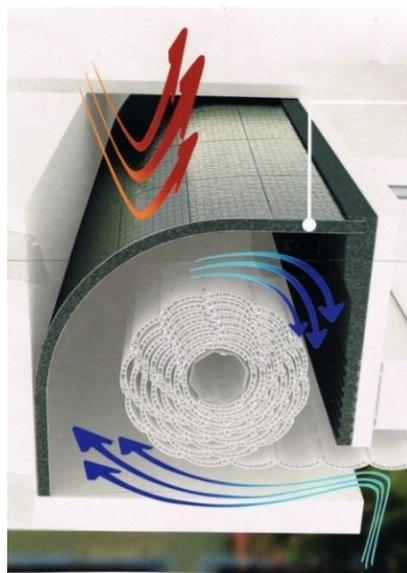
## 2. Réduire les déperditions dans les boîtiers des volets roulants

Avec 7 ml en moyenne de boîtier par appartement, on peut estimer que le traitement d'une longueur de 500 mètres linéaires entraîne un gain thermique annuel voisin de 30 000 kWh. Le coût au mètre linéaire des deux éléments constituant l'isolation est de 12 euros soit, pour la longueur totale à isoler de 500 m, un investissement limité à 6 000 euros hors main-d'œuvre.



*La technique de la thermographie apporte une aide intéressante. Elle permet de prendre conscience des pertes thermiques au travers du bâti et de constater l'amélioration après réalisation des travaux. Elle ne permet malheureusement pas encore de chiffrer quantitativement ces pertes.*

Adaptée aux boîtiers de volets roulants des bâtiments anciens, la mise en place des isolants peut se faire par l'avant ou le dessous du boîtier. La protection est double : thermique (courant d'air froid, humidité et moisissure) et phonique (bruit de la route). Montage simple, pas de mousse expansive. Découpe de l'isolant à la dimension des boîtiers existants facilitée grâce à un quadrillage imprimé. IAN 66755



Procédure mise en place

### 3. Déperditions dans les ponts thermiques des planchers

La déperdition au niveau des planchers, impossible à supprimer sur les façades avec balcons, est envisageable et devrait être assez facile à mettre en œuvre sur les façades lisses sans balcons. Ceci, par exemple, dans le cas de bandes isolantes, comme représenté sur la figure ci-dessous, les ventilations basses seraient au-dessus de l'isolation de telle sorte que la ventilation ne soit pas affectée<sup>81</sup>. Vu la complexité du calcul aux éléments finis, supposons que les déperditions *béton-air* soient les mêmes que celles de *acier-air*, à savoir de 10 watts/m<sup>2</sup> et °C (voir page 237). Le gain en puissance dissipée par 0 °C extérieur serait alors de l'ordre de 25 kW pour l'ensemble de l'immeuble. En effet, pour un  $\Delta T$  de 20 °C (20 °C à l'intérieur pour 0 °C extérieur) et un plancher de 20 cm d'épaisseur, la déperdition par mètre linéaire de pont thermique serait de  $10 \times 0,2 \times 20 = 40$  watts/m et la longueur à traiter étant de  $L = ((50 \times 7) + (25 \times 5) + (17 \times 6) + (11,5 \times 5)) = 350 + 125 + 102 + 57 = 634$  m linéaires, on est donc bien face à une déperdition totale de l'ordre de 25 kW par 0 °C extérieur. En pratique, si l'on prend comme base un DJU 2 400 °C et 240 jours de chauffe, le  $\Delta T$  moyen n'est que de 10 °C et la pose de l'isolant sur les façades sans balcons à l'emplacement du plancher évite une déperdition énergétique annuelle de  $\frac{1}{2} \times 0,040 \times 634 \times 240 \times 24 = 73\,000$  kWh qui sont économisés pendant la période de chauffe de 240 jours en traitant ces ponts thermiques sur 634 mètres linéaires.



*La photo ci-dessus est une proposition pour rompre les ponts thermiques des planchers béton. Le fait de savoir si cela améliore l'esthétique de la façade est laissé à l'appréciation des copropriétaires. La mairie ne devrait pas en principe formuler un avis défavorable, les façades sans balcons étant pour ce cas pratique majoritairement côté jardin. La double isolation intérieur-extérieur se ferait uniquement sur les façades sans balcons. Ceci dit pour éviter les entrées d'eau dans l'isolant qui affecte ses caractéristiques l'isolation totale de la façade plutôt que l'isolation partielle est probablement préférable.*

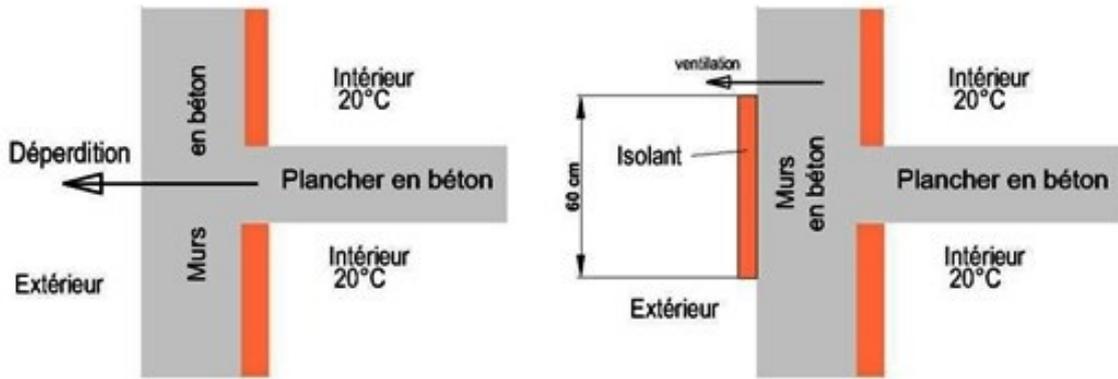
Hauteur : 40 cm (à vérifier), soit environ  $S = 408 \times 0,4 = 163$  m<sup>2</sup>.

Prix global TTC de l'isolation des façades sans balcons défini par l'architecte en septembre 2004 (solution 3) : 842 000 euros.

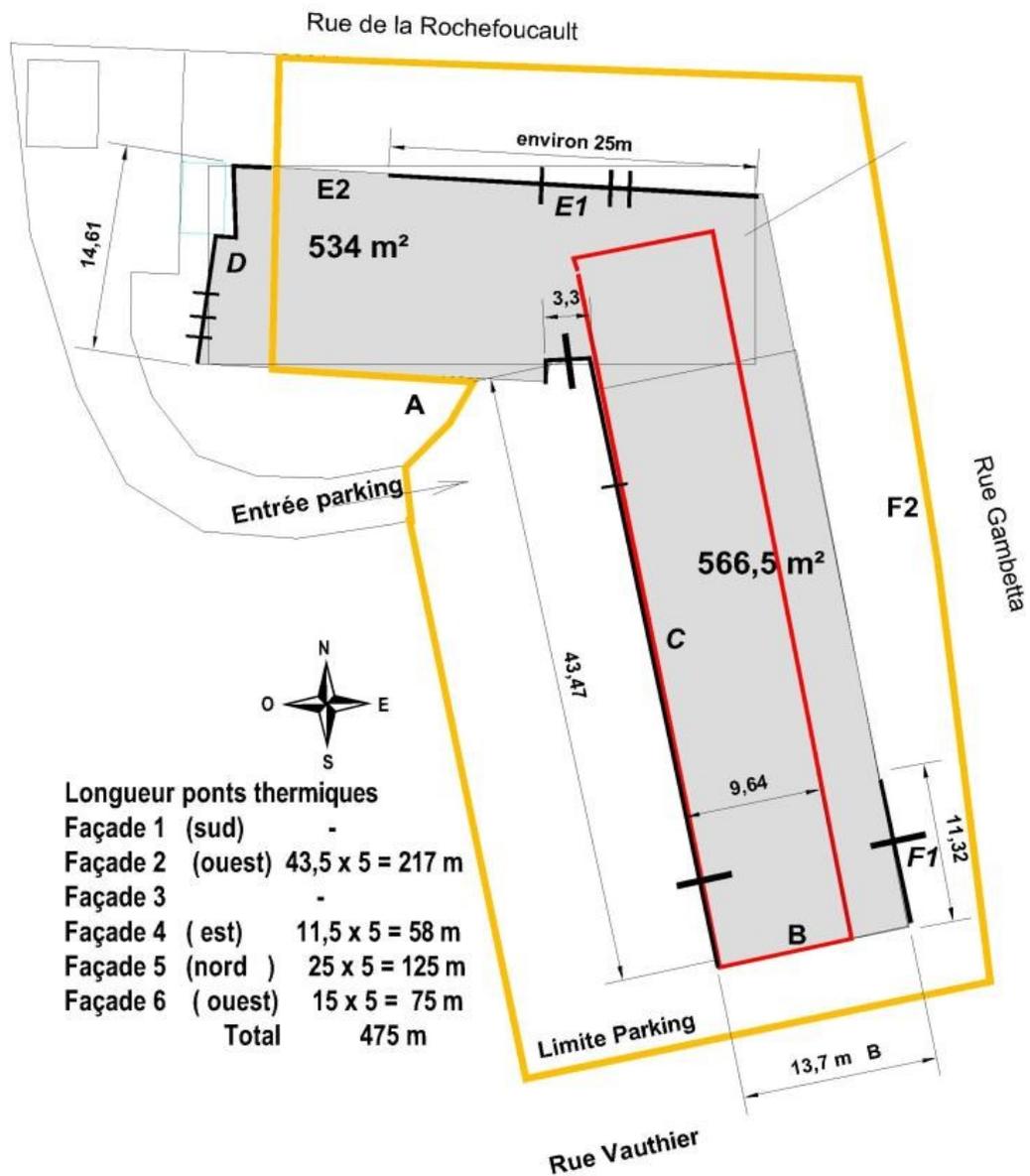
Réactualisation sur base augmentation annuelle 3 % depuis 2004 (7 ans) 22 % : 1 027 240 euros.

<sup>81</sup> À noter que, au risque d'affecter la sécurité avec le gaz, ces ventilations basses sont parfois obturées pour éviter les entrées d'air froid.

## Cas pratique



On comprend en regardant les deux figures ci-dessus pourquoi il est difficile de traiter les ponts thermiques sur les façades avec balcons. Ne pas traiter les ponts thermiques, c'est de l'avis de nombreux BE thermiques comme si l'on voulait « étancher une baignoire sans avoir fermé la bonde ».



Prix partie ponts thermiques  $(1\ 027\ 240 \times 163)/1\ 400 = \text{environ } 120\ 000 \text{ euros.}$

## Cas pratique

### Nota

Le calcul précis aux éléments finis de l'économie en énergie avec cette solution en raison des déperditions au niveau des planchers en béton est complexe. Il serait naturellement possible d'isoler l'ensemble de la surface avec une vêtue moyennant un investissement plus important. (Un architecte a estimé, il y a environ dix ans, l'ensemble isolation-rénovation façade de cet immeuble à environ 1 million d'euros !) L'isolation des planchers du côté des terrasses privées est irréalizable. Est-elle même faite sur les bâtiments neufs et si elle est réalisée avec quelles solutions techniques ? Compte tenu des ambitions de la RT 2012 dans le neuf, la valeur tolérée dans ces normes qui serait de 1 watt/mètre linéaire de pont thermique et °C semble inadaptée.

### 4. Déperditions terrasse haute côté sud

Actuellement, l'immeuble objet de cette étude est déséquilibré thermiquement avec 8 cm de polyuréthane sur une moitié de la toiture côté sud et 5 cm sur l'autre située au nord. Surface terrasse côté nord  $15 \times 25 = 375 \text{ m}^2$ . Si cette deuxième terrasse est isolée avec une épaisseur de 10 au lieu de 5 cm actuellement (ajout de 5 à  $0,44 \text{ kWh/m}^2 \text{ et } ^\circ\text{C}$  ou tout refaire), le gain thermique sur un an (toujours pour DJU 2 400 sur 240 jours  $\Delta T$  de  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ) est de  $375 \times 10 \times 0,44 \times 240 \times 24 \approx 10\,000 \text{ kWh}$ .

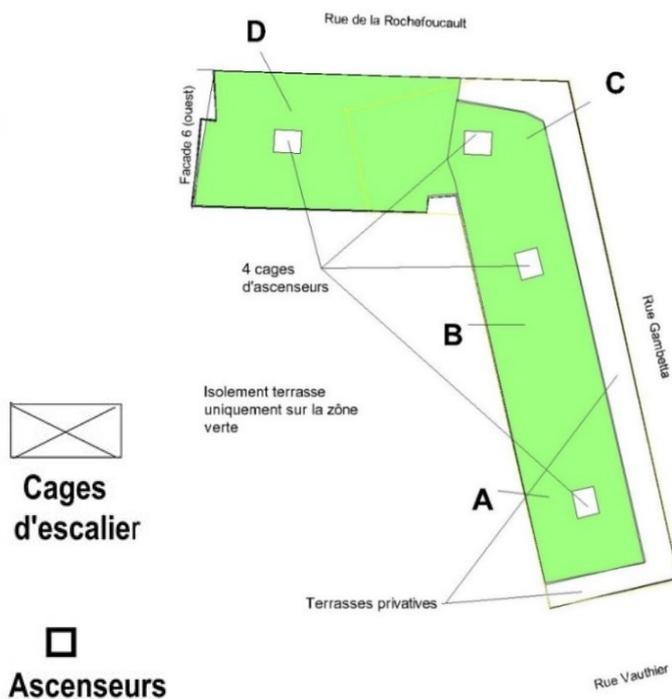
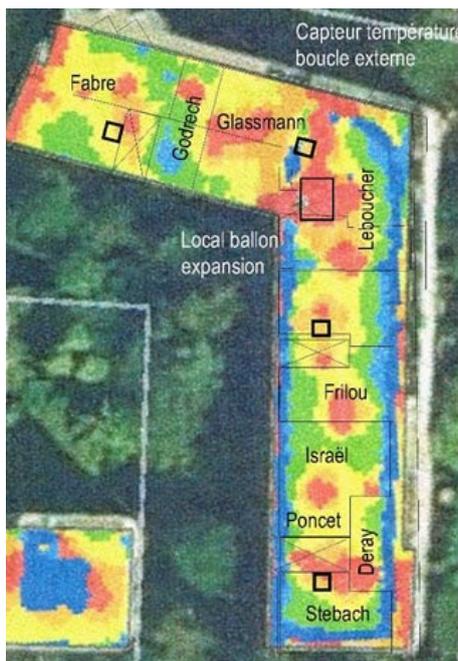


Photo de thermographie aérienne prise en hiver permet de voir quelles sont les toitures les plus énergivores (à l'exception des toitures en zinc). Près de 50 % de la surface des terrasses ont une déperdition forte (jaune), très forte (orange) et excessive (rouge). La plus grande (aile nord-sud) n'a pas encore été traitée (épaisseur polyuréthane 5 cm au lieu de 8).

### ***Bilan général de l'isolation à minima***

Rien que ces 4 postes entraînent donc une économie d'énergie annuelle de :

1. Déperditions thermiques fenêtres	150 000 kWh	(Privatif)
2. Pertes thermiques volets roulants	30 000 kWh	(Privatif)
3. Ponts thermiques planchers	73 000 kWh	(Collectif)
4. Terrasse haute côté sud	10 000 kWh	(Collectif)
Soit un gain global de	<b>274 000 kWh</b>	

Comprenant 180 000 kWh pour le privatif et 83 000 kWh pour le collectif.

Soit compte tenu d'un besoin pendant la période de chauffe de 700 000 kWh avant isolation, une nouvelle déperdition de **426 000 kWh** après isolation, ceci sans préjuger d'une meilleure discipline personnelle au niveau de la fermeture des volets roulants en hiver pendant la nuit.

### ***Estimation du poste isolation ROI à minima***

#### *La partie privative*

1) Double vitrage solution vitrier 660 x 200 = 132 k€ ramené à	200 k€
2) Pertes thermiques volets roulant 350 ml x 24 environ	10 k€

#### *La partie collective*

3) Terrasse : voir devis ancien Rubéroïd (échafaudage non compris)	60 k€
4) Ponts thermiques planchers <sup>82</sup> 475 ml x 0,6 m x 120 €/m <sup>2</sup>	45 k€
<b>Total isolation</b>	<b>315 k€</b>

Comprenant 105 000 € pour le collectif et 210 000 € pour le privatif.

---

<sup>82</sup> Des façades hors balcons.

## Cas pratique

Pour mémoire, isolation a maxima comprenant l'isolation de l'ensemble des parois opaques verticales sans balcons.

### TRAVAUX

Trois solutions peuvent être envisagées :

#### Solution N°1 : Réfection à l'identique

Réfection complète de l'ensemble de revêtement en pâte de verre, traitement des maçonneries, redistribution du calepinage des panneaux pour tenir compte des vides et pleins des façades, ( panneaux et travées de fenêtres ) ainsi que des abouts de planchers, compris tout ouvrage de protection horizontal en tête des murs de façade. Conservation avec nettoyage des bavettes aluminium des appuis de fenêtres. Réparation ponctuelle en façade protégé sous balcon-loggia. Les travaux doivent comprendre les peintures des menuiseries extérieures, des garde-corps, la réfection des joints de sol des balcons loggias.

#### Solution N°2 : Protection thermique partielle

Habillage des pignons et grands panneaux de façade par une vêtture céramique compris isolant thermique + Réfection complète de l'ensemble de revêtement en pâte de verre des travées de fenêtres et des panneaux intermédiaires, traitement des maçonneries redistribution du calepinage des panneaux pour tenir compte des vides et pleins des façades, ( panneaux et travées de fenêtres ) ainsi que des abouts de planchers, compris tout ouvrage de protection horizontal en tête des murs de façade. Conservation avec nettoyage des bavettes aluminium des appuis de fenêtres. Réparation ponctuelle en façade protégé sous balcon-loggia. Les travaux doivent comprendre les peintures des menuiseries extérieures, des garde-corps, la réfection des joints de sol des balcons loggias.

#### Solution N°3 : Protection thermique totale

Mise en œuvre d'une vêtture céramique sur l'ensemble des façades non abritées du bâtiments, réparation des façades des balcons loggias. Programme nécessitant le remplacement de toutes les bavettes d'appuis de fenêtres. En travaux complémentaires, prévoir le remplacement des anciennes fenêtres de cuisine.

BUDGET		SOLUTIONS		
		N°1	N°2	N°3
Travaux ht		550 000,00 €	610 000,00 €	650 000,00 €
TVA	5,50%	30 250,00 €	33 550,00 €	35 750,00 €
<b>TRAVAUX TTC</b>		<b>580 250,00 €</b>	<b>643 550,00 €</b>	<b>685 750,00 €</b>
<b>Honoraires TTC</b>				
Syndic	2,99%	16 445,00 €	18 239,00 €	19 435,00 €
Architecte	8%	46 420,00 €	51 480,00 €	54 860,00 €
Coordinateur SPS	1	58 000,00 €	64 355,00 €	68 575,00 €
Assurance DO	:	11 880,00 €	13 180,00 €	14 040,00 €
<b>TOTAL TTC</b>		<b>712 995,00 €</b>	<b>790 804,00 €</b>	<b>842 660,00 €</b>

Option : Une étanchéité des sols de balcons loggias peut être réalisée pour un coût HT de 150.00 €/m<sup>2</sup> environ avec finition carrelée, ou 50.00 € en finition résine.

Septembre 2003

Devis datant de 2003, effectué par un architecte de l'époque. La solution 3, qui comprend l'isolation totale des façades sans balcons, peut être assimilée à une classe d'isolation BBC rénovation 2009. Son montant réactualisé de 1 100 000 euros ( $1,03^9 = 1,3$ ) conduit à une dépense supplémentaire très importante par rapport à l'isolation ROI. Cette dépense, qui correspond à environ 2 euros par kWh économisé annuellement avec un prix de revient de l'énergie primaire à 0,1 euro/kWh, entraîne un temps de retour économique de vingt ans. Ce ROI sera certainement jugé inacceptable par l'AG qui peut considérer à juste titre qu'un tel temps de retour économique est trop long.