



Bien souvent, les détails constructifs concentrent les difficultés et constituent des zones susceptibles d'influencer les coûts d'une construction ou d'une rénovation. Paramètres très importants pour la rentabilité des entreprises, ces coûts doivent également rester supportables pour les ménages et les pouvoirs publics.

Aspect économique des ponts thermiques

De manière générale, la complexité des détails, et par conséquent leur coût de réalisation, croît proportionnellement aux exigences imposées. Il importe donc de rester raisonnable et de trouver un équilibre en ce qui concerne les performances souhaitées, sous peine d'alourdir exagérément les frais de construction. De nombreuses considérations peuvent entrer en ligne de compte : mise en conformité avec la réglementation PEB, changement d'affectation, modifications éventuelles de l'environnement pouvant, par exemple, augmenter le niveau de bruit extérieur, ... Il appartient donc au donneur d'ordre de décider des performances à appliquer au détail, tout en veillant à respecter les prescriptions réglementées qui dépendent très souvent de la fonction du bâtiment (isolation thermique, sécurité incendie, accessibilité, ...).

1 Introduction

L'isolation thermique des détails constructifs lors de travaux de rénovation constitue un cas particulier intéressant, dans la mesure où elle ne fait pas l'objet d'imposition et que la rentabilité économique de l'investissement peut être évaluée. Toutefois, il convient d'étudier cette dernière en considérant le bâtiment dans son ensemble, et ce compte tenu du niveau d'ambition que l'on se fixe (rénovation passive, par exemple) et des risques induits par l'absence de traitement de certains détails (développement de moisissures, par exemple).

La rentabilité économique dépend généralement de l'investissement nécessaire à la réalisation des travaux et du retour financier calculé sur la base de la consommation énergétique. La coordination des travaux peut également exercer une influence sur leur coût. Dans le cadre d'une rénovation, il est judicieux d'étudier le projet dans son intégralité – et même si les travaux sont réalisés en plusieurs étapes – et d'envisager, si possible, le traitement de certains raccords

durant la phase la plus favorable financièrement.

La suite de cet article abordera, à titre d'exemple, le cas concret de l'isolation des façades et du traitement de leurs raccords avec le plancher du rez-de-chaussée. La rentabilité du traitement de ce détail a été étudiée en considérant une habitation 4 façades caractérisée par une surface de maçonnerie de 300 m² et une longueur de pied de façade de 40 m (figure 1). Une approche globale prenant en compte le bâtiment complet ainsi que ses équipements techniques fera l'objet d'une publication ultérieure.

2 Rentabilité des investissements

La rentabilité des investissements est calculée en considérant les paramètres figurant dans l'encadré ci-dessous.

Il est évident que, si le coût de l'énergie continue à diminuer au cours des prochaines années, le taux de rentabilité sera revu à la baisse; inversement, une augmentation du

coût de l'énergie rendrait les travaux plus rentables.

Les charges d'intérêts et les éventuelles primes octroyées n'ont pas été considérées pour la valorisation des travaux de rénovation.

Le taux d'actualisation, qui tient compte de la valeur temporelle de l'argent (un euro aujourd'hui ne vaudra pas un euro demain), s'élève à 3 %. Ce taux moyen communément utilisé est susceptible d'évoluer en fonction de la conjoncture.

Le suivi de la rentabilité des investissements



1 | La rentabilité du traitement du détail a été étudiée pour une habitation 4 façades caractérisée par une surface de maçonnerie de 300 m² et une longueur de pied de façade de 40 m.

Paramètres de calcul

- Prix du combustible : 0,083 €/kWh, ce qui correspond à 0,88 € par litre de mazout
- Evolution du coût de l'énergie : 3 %
- Taux d'actualisation : 3 %
- Période d'analyse considérée : 30 ans
- Taux de TVA : 6 %

Remarque : compte tenu de la variabilité de ces données et de leur influence sur les résultats, il peut être intéressant d'effectuer les simulations selon plusieurs scénarios.



2 | Réalisation du soubassement.



3 | Exécution du pied de façade.



nécessaires au traitement des ponts thermiques a été réalisé au moyen de trois indicateurs ⁽¹⁾ :

- **le délai de récupération (ou pay-back period, PBP)**. Il s'agit du délai, exprimé en années, nécessaire pour récupérer le montant de l'investissement initial. Les gains réalisés après la période de récupération ne sont plus pris en compte
- **la valeur actuelle nette (VAN)** des investissements permet de comparer le montant de l'investissement à la somme des économies d'énergie générées et actualisées :
 - VAN > 0 : le projet rapporte plus qu'il a coûté
 - VAN = 0 : le projet rapporte autant qu'il a coûté
 - VAN < 0 : d'un point de vue strictement économique, l'investissement coûtera plus cher qu'il ne rapportera, compte tenu des hypothèses de calcul

- **le taux de rentabilité interne (TRI)**. Il s'agit du rendement annuel généré par le projet, en fonction du taux d'actualisation choisi. Généralement, un projet d'investissement ne sera retenu que si son TRI prévisible est suffisamment supérieur au taux bancaire.

3 Méthode de calcul pour valoriser le traitement des ponts thermiques

L'outil de calcul C PRO[®], téléchargeable sur le site www.cstc.be, permet d'estimer le montant des travaux nécessaires au traitement du détail. Toutefois, une multitude de paramètres peuvent avoir un impact sur la valorisation des ponts thermiques : salaires horaires, normes de temps prévues, choix et coûts des matériaux, coûts indirects, accès au chantier, quantités à mettre en œuvre, ...

Afin de valider les montants calculés, nous les avons comparés aux prix pratiqués par plusieurs entreprises.

Les travaux suivants ont été valorisés :

- phase 1 : postisolation de la façade par insufflation du mur creux (laine minérale de 5 cm d'épaisseur). Le prix estimé pour ces travaux est de 7.000 € (TVAc)
- phase 2 : isolation de la façade par application d'un système d'enduit sur isolation de 10 cm d'épaisseur et pose d'une pierre de soubassement (figure 2). Le prix de ces travaux est estimé à 46.000 € (TVAc)
- phase 3 : terrassement, fourniture et placement de l'isolant au pied de la façade (panneaux de 10 cm de polystyrène extrudé) (figure 3), fourniture et placement d'une membrane gaufrée en polyéthylène et remblai. Le prix estimé pour ces travaux est de 2.500 € (TVAc).

⁽¹⁾ Nos simulations ne prennent pas en compte les frais d'entretien.



Les montants précités sont des estimations moyennes en raison des fluctuations, parfois importantes, des coûts des travaux. Ces variations peuvent par exemple être induites par l'accessibilité du chantier.

4 Méthode de calcul de la consommation énergétique et des gains sur facture

Les calculs sont réalisés en tenant compte de la situation avant et après les différentes phases de travaux. Nous avons déterminé, pour chacune d'entre elles, les valeurs ψ_e et le facteur de température permettant respectivement d'identifier les pertes énergétiques liées au pont thermique au bas de la façade (et donc d'établir une consommation de combustible) et d'estimer le risque de condensation superficielle. Celui-ci est avéré lorsque le facteur de température est inférieur à 0,7.

Le tableau à la page suivante résume les différents paramètres liés aux phases de travaux étudiées. Les consommations et les coûts mentionnés ne concernent que les pertes énergétiques des façades (surface de 300 m²) et du raccord plancher/façade (longueur de 40 m). Le rendement de l'installation de chauffage est de 89 %.

Il ressort du tableau que les principaux gains sont consécutifs à la postisolation du mur creux ainsi qu'à la mise en œuvre du système d'enduit sur isolation. Toutefois, nous nous limiterons à étudier la valorisation de l'économie engendrée par l'isolation du pied de façade. L'économie annuelle de combustible réalisée grâce à l'isolation de ce raccord est estimée à 106 litres. Sur la base d'un prix du mazout à 0,88 €/l, elle se chiffre à 90 € par an.

5 Résultats de calcul

Sur la base du coût de l'intervention (2.500 €) et des gains énergétiques engendrés par les travaux (économie sur facture de 90 €), les indicateurs économiques retenus s'élèvent à :

- **délai de récupération** : 20 ans
- **valeur actuelle nette** : 190 €
- **taux de rentabilité interne** : 3,50 %.

Sur la base des paramètres de l'étude, on peut considérer que le traitement du pied de mur est économiquement rentable, étant



- 4 | Pour chacune des phases de travaux nous avons déterminé les valeurs ψ_e et le facteur de température permettant respectivement d'identifier les pertes énergétiques liées au pont thermique au bas de la façade et d'estimer le risque de condensation superficielle.

donné que :

- le délai de récupération est inférieur à la durée de vie théorique de l'ouvrage. En effet, la somme des gains sur facture a dépassé le montant des travaux après 20 ans
- la valeur actuelle nette est positive
- le taux de rentabilité interne est supérieur aux taux bancaires pratiqués.

Sur la période étudiée, le traitement du détail rapporte donc plus qu'il a coûté. Il permet en outre de réduire drastiquement le risque de développement de moisissures dans cette zone (facteur de température de 0,80), ce qui influence également les coûts d'utilisation du bâtiment, puisque des dégâts occasionneraient inévitablement des frais de réparation. Cet aspect n'a toutefois pas été quantifié dans l'étude présentée ici.

6 Conclusions générales

L'aspect économique des détails constructifs doit toujours être étudié à la lumière du niveau d'ambition que l'on se fixe, mais également du risque de dégradation que représenterait l'absence de traitement du détail. En effet, s'il n'est pas toujours économiquement rentable de prendre des dispositions pour tous les détails, le non-traitement de certains d'entre eux peut avoir des conséquences importantes sur le confort des occupants, les frais d'entretien et la prévention des désordres. Il faut donc analyser les risques et l'efficacité des solutions proposées.

Les résultats d'une telle valorisation dépendent non seulement de la géométrie du détail, mais aussi des paramètres considérés. Par exemple, un changement du coût du combustible peut influencer à la hausse ou à la baisse la rentabilité des travaux. Celle-ci dépend également du taux de TVA applicable, des charges d'intérêts, des frais d'entretien et des primes octroyées par les pouvoirs publics.

Il ne faut cependant pas s'arrêter au seul critère du délai de récupération. Il convient en effet d'avoir une vision à long terme et de ne pas négliger non plus les éventuelles plus-values financières du bien immobilier.

A l'heure où les taux bancaires sont peu élevés, l'indicateur relatif au taux de rentabilité interne permet d'identifier si le rendement des travaux envisagés est supérieur au rendement financier.

Enfin, il convient également de garder à l'esprit que le traitement des ponts thermiques permet de contribuer aux objectifs collectifs d'économie d'énergie fossile et de réduction des émissions de CO₂.

D. Pirlot, m.s.c.f., et T. Vissers, ing., division Gestion, qualité et techniques de l'information, A. Tilmans, ir., laboratoire Caractéristiques énergétiques, et J. Vrijders, ir., laboratoire Développement durable, CSTC



Pertes énergétiques des façades et du raccord plancher-façade.

Phase de travaux	Phase 0 : situation initiale	Phase 1 : isolation du mur creux
Perte d'énergie ψ_e (W/mK)	-	✗ 0,1
Facteur de température (-)	✗ 0,5	✗ 0,6
Classification du détail	0*	0*
Valeur $U_{\text{façade}}$ (W/m ² K)	2,14	0,57
Coût des travaux (€)	-	7.000 (par rapport à la phase 0)
Consommation (MJ/an)	127.000	35.600
Coût énergétique annuel (€/an)	3.080	860
Phase de travaux	Phase 2 : pose d'un enduit sur isolant	Phase 3 : isolation du pied de façade
Perte d'énergie ψ_e (W/mK)	✗ 0,09	✓ -0,39
Facteur de température (-)	✓ 0,7	✓ 0,8
Classification du détail	2*/1*	3*
Valeur $U_{\text{façade}}$ (W/m ² K)	0,21	0,21
Coût des travaux (€)	46.000 (par rapport à la phase 1)	2.500 (par rapport à la phase 2)
Consommation (MJ/an)	13.750	9.900
Coût énergétique annuel (€/an)	330	240