



PEB Échanges, Programme pour la construction et  
l'équipement de l'éducation 2005/09

La rénovation énergétique  
des bâtiments scolaires

Heike Erhorn-Kluttig,  
Ove Mørck

<https://dx.doi.org/10.1787/546830673184>

# LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS SCOLAIRES

Les études de cas réunies par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) autour de la rénovation énergétique des bâtiments scolaires constituent une source d'information sur les techniques de réhabilitation thermique, les stratégies d'économie d'énergie et les méthodes de ventilation. On trouvera dans les paragraphes qui suivent quelques constatations générales, suivies d'une étude de cas (l'école Egebjerg, au Danemark) montrant comment intégrer la ventilation naturelle dans un projet de rénovation.

Dans le cadre des travaux de développement du *Energy Concept Adviser* (un outil de réhabilitation thermique basé sur Internet à l'usage des décideurs) par l'AIE, des chercheurs de dix pays ont réuni 25 études de cas illustrant des mesures de réhabilitation thermique (voit *PEB Échanges*, n° 53, octobre 2004). Ces études de cas concernent 18 écoles, six universités et une crèche-garderie réparties entre les États-Unis et neuf pays d'Europe : Allemagne, Danemark, Finlande, France, Grèce, Italie, Norvège, Pologne et Royaume-Uni.

## Techniques de réhabilitation thermique

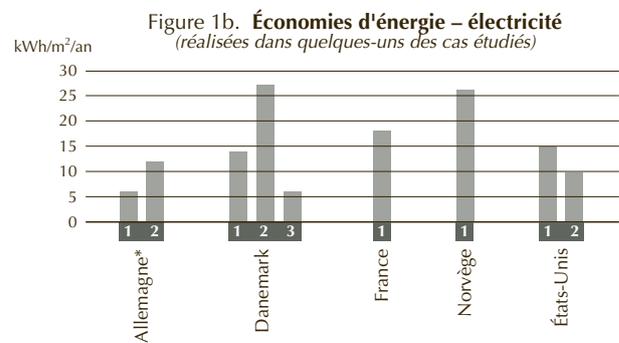
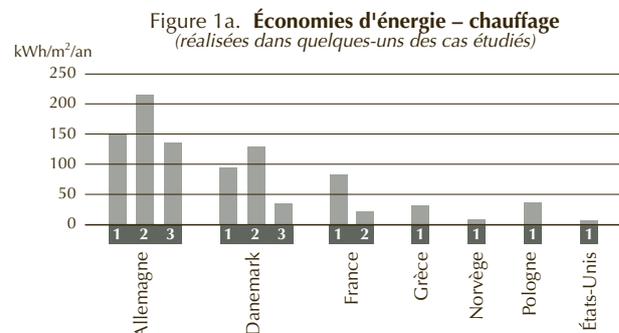
Les techniques de réhabilitation thermique et énergétique mises en lumière par ces études de cas comprennent notamment l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment, l'éclairage, le chauffage, le rafraîchissement et la ventilation, ainsi que le recours à l'énergie solaire. On ne s'étonnera pas de constater que les techniques d'économie d'énergie les plus fréquemment employées sur l'ensemble des projets sont aussi les plus classiques, à savoir : une isolation complémentaire, des vitres recouvertes d'une couche de verre à faible émissivité, des systèmes d'éclairage électrique économique et des systèmes de chauffage neufs. Les concepts plus récents, comme la ventilation naturelle assistée et la ventilation hygro-réglable centralisée, ont été appliqués dans un peu plus de 30 % des projets. De même, un tiers approximativement des projets se sont efforcés de tenir compte des principes d'éclairage naturel et de mieux maîtriser les systèmes d'éclairage artificiel.

## Economies d'énergie

Les études de cas illustrent trois stratégies ayant débouché sur des taux d'économie d'énergie différents. Les plus grosses économies d'énergie sont en général réalisées par les projets de démonstration mettant simultanément en œuvre plusieurs technologies d'économie d'énergie dans le cadre d'une approche globale, mais les délais d'amortissement sont longs. À l'inverse, les projets entraînant relativement moins d'économies d'énergie connaissent des périodes d'amortissement beaucoup plus

courtes, de l'ordre de cinq ans, du fait qu'ils font appel à moins de technologies et ont été conçus dans un esprit de rentabilité. Les autres projets font généralement passer les économies d'énergie au second plan au profit de l'amélioration du confort intérieur, de la qualité de l'air ou d'un éclairage confortable.

Les économies d'énergie réalisées, très variables d'un projet à l'autre (voir figure 1), peuvent être très importantes dans certains cas : jusqu'à 55-75 % pour le chauffage et 30-40 % pour l'électricité. Dans les projets allemand et danois, par exemple, la consommation d'énergie en chauffage avant réhabilitation thermique, qui était de 200-280 kWh/m<sup>2</sup>/an, a été ramenée à 50-90 kWh/m<sup>2</sup>/an. À l'autre extrémité de l'échelle, les projets du Royaume-Uni et des États-Unis font état d'économies d'énergie plus modestes, de l'ordre de 8-20 % pour le chauffage et autour de 15 % pour l'électricité.



\* Données résultant des études faites sur les salles de classe seulement.

## Ventilation

La comparaison des 25 projets de réhabilitation montre que différentes stratégies de ventilation ont été suivies selon les pays. La Finlande a favorisé la qualité de l'air et a cherché à l'améliorer grâce à un système de ventilation mécanique avec récupération de la chaleur. Le Danemark et la Norvège ont préféré la ventilation naturelle assistée, éventuellement doublée au besoin de l'action de ventilateurs, à la ventilation mécanique. La France a opté pour un taux minimum de renouvellement de l'air assuré par un système de ventilation mécanique avec une ventilation complémentaire en ouvrant les fenêtres ou s'est contentée de la seule ventilation naturelle assurée par

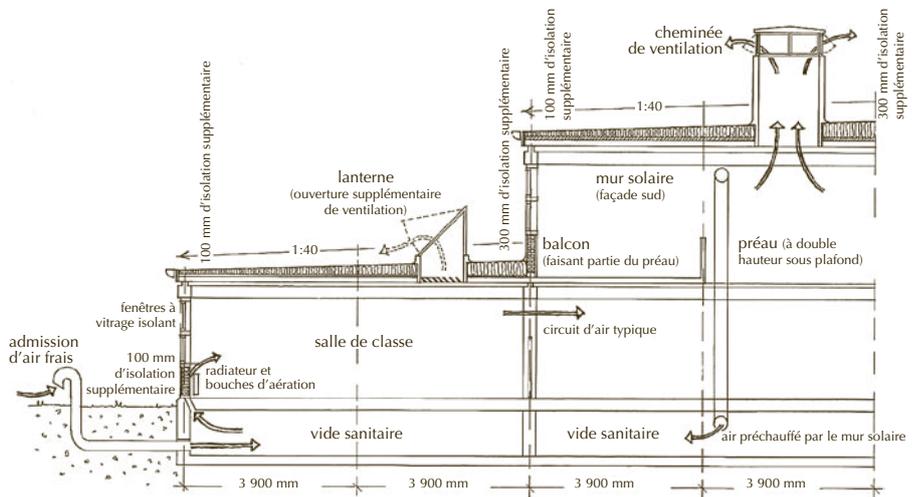
l'ouverture des fenêtres. En Allemagne, les trois études de cas ont montré trois stratégies de ventilation naturelle différentes : 1) par la simple ouverture des fenêtres, 2) avec rafraîchissement ou réchauffement préalable de l'air dans les atriums, et 3) par des puits donnant sur les salles de classe et de là dans les couloirs, assistés par l'action de ventilateurs. La ventilation de l'école polonaise était assurée par la seule ouverture des fenêtres. Quoique le projet britannique de réhabilitation ne fût pas axé spécifiquement sur la ventilation, les écoles présentées dans les études de cas étaient dans l'ensemble ventilées par ouverture des fenêtres, avec parfois une forme de ventilation mécanique assurée par des ventilateurs ou par aspiration de l'air. La ventilation des deux écoles américaines était principalement assurée par l'ouverture des fenêtres, doublée, dans un cas, par un système de ventilation mécanique avec récupération de la chaleur.

### L'école d'Egebjerg, au Danemark

Ce projet avait pour ambition de démontrer que la rénovation éco-énergétique permet de reconstituer, pour un coût raisonnable, un climat intérieur sain dans une école construite dans les années 70. Des techniques de construction modernes ont été associées à une ventilation naturelle et à un chauffage solaire, et les matériaux ont été choisis avec soin. Le projet ne concernait qu'une partie de l'école d'Egebjerg abritant des salles de classe, des couloirs et deux préaux fermés à double hauteur sous plafond.

Le concept était axé sur la réduction de la déperdition thermique par le toit, les façades et les fenêtres et sur le remplacement du système de ventilation mécanique en place par un système de ventilation naturelle. Un nouveau toit incliné est venu remplacer l'ancien toit plat et 20 cm de laine de roche ont été ajoutés pour parvenir à une isolation générale d'environ 30 cm d'épaisseur. Toutes les façades ont été entièrement refaites et doublées également de 20 cm de laine de roche. Les fenêtres ont été remplacées par des fenêtres à faible perte d'énergie avec un coefficient K égal à 1,7W/m<sup>2</sup>K.

Un système de ventilation entièrement naturelle a été dessiné. L'air frais, aspiré par des conduits vers les vides sanitaires situés sous les salles de classe, est ensuite acheminé dans les salles de classe où il pénètre en venant de derrière des radiateurs à convection qui le réchauffent encore. L'air s'échappe des salles de classe par les couloirs vers le préau fermé dont le toit est surmonté d'une cheminée solaire et à vent, conçue pour combiner un effet de convection ordinaire avec la pression du vent. Deux chambres séparées aménagées dans la cheminée servent



Coupe technique de l'école montrant le système de ventilation

de collecteurs d'air solaires ; lorsque la température de l'air atteint un certain seuil, ils s'ouvrent sous l'effet de la pression ainsi créée (ce dispositif est prévu pour fonctionner principalement en été). Un ventilateur a été installé dans le vide sanitaire pour créer une légère surpression au cas où la pression naturelle ne serait pas assez élevée pour assurer la ventilation nécessaire. Un type de collecteur d'air solaire appelé « mur solaire canadien » a été installé sur la façade sud du bâtiment de deux étages. Si l'air réchauffé dans le collecteur atteint une température suffisamment élevée, il est acheminé directement dans le vide sanitaire plutôt que par les conduits souterrains.

#### Consommation d'énergie à l'école Egebjerg

	Avant rénovation	Après rénovation
Chauffage	181 kWh/m <sup>2</sup>	87.3 kWh/m <sup>2</sup>
Électricité (ventilation et éclairage)	36 kWh/m <sup>2</sup>	22 kWh/m <sup>2</sup>

Après la réhabilitation thermique, les enseignants et les élèves ayant répondu au questionnaire qui leur avait été distribué ont signalé une amélioration générale du confort intérieur du bâtiment et notamment un changement agréable dans la qualité de l'air dus aux travaux de rénovation.

#### Référence

Mørck, O. (éd.) (2003), "IEA ECBCS Annex 36: Retrofitting in Educational Buildings – REDUCE. 25 Case Study Reports from 10 different Countries".

#### Article de :

Heike Erhorn-Kluttig  
Fraunhofer Institute of Building Physics  
Stuttgart, Allemagne  
hk@ibp.fhg.de  
et Ove Mørck  
Cenergia Energy Consultants, Ballerup, Danemark  
ocm@cenergia.dk  
Site Web: www.annex36.com