Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 112 (1986)
Heft: 20

Artikel: Plan d'amélioration thermique des bâtiments
Autor: Mudry, André
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76014

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Plan d'amélioration thermique des bâtiments

par André Mudry, Sierre

1. Introduction

Au cours de leur session de décembre 1978 les Chambres fédérales ont accordé un crédit tendant à encourager l'organisation de cours de perfectionnement sur l'amélioration énergétique des bâtiments.

Il en résulta le programme d'impulsion fédéral I avec la publication de nombreux documents et en particulier le manuel «Etudes et projets d'amélioration thermique des bâtiments» ainsi que la mise en place de nombreux cours, tels que les cours 10 et 20, destinés aux architectes, aux ingénieurs, aux surveillants de chantier et touchant surtout à l'enveloppe du bâtiment.

Nous sommes aujourd'hui arrivés à un tournant. Nous passons au programme d'impulsion fédéral II qui durera jusqu'à fin 1988. Ce programme, élaboré par les associations professionnelles et les écoles techniques, mais soutenu par la Confédération, vise l'amélioration des connaissances de base et le développement des techniques permettant d'élever le niveau du confort et de diminuer le gaspillage de l'énergie dans les bâtiments.

Le programme d'impulsion II intéresse chacun. Il s'adresse aux spécialistes des installations techniques du bâtiment, mais aussi aux architectes, aux maîtres de l'ouvrage et aux enseignants intéressés par ces domaines.

La rédaction romande du programme d'impulsion II vous présentera dans le bulletin SIA différents sujets qui vous démontreront l'impact du programme d'impulsion II et le niveau *des cours de perfectionnement que devraient aussi suivre les membres de la SIA.*

2. Définition et étendue du plan d'amélioration

2.1 *Définition du plan*

Le plan d'amélioration décrit les mesures à prendre en vue de l'amélioration thermique, tout en recherchant un maximum d'efficacité pour un investissement aussi réduit que possible. Le plan d'amélioration comprend l'analyse de l'état du bâtiment avant les travaux, ainsi qu'un ensemble de propositions tendant à améliorer aussi bien les caractéristiques physiques de l'enveloppe du bâtiment que les caractéristiques énergétiques des installations. Les mesures recommandées sont généralement regroupées afin qu'elles se complètent mutuellement au mieux. Tout ensemble d'interventions se subdivise selon les priorités ou le rapport coût/utilité en trois catégories: mesures d'urgence, mesures à court terme et mesures à long terme.

Cette façon de procéder permet au maître de l'ouvrage de prévoir les investissements dans le cadre d'un programme d'amélioration à long terme. Dans la plupart des opérations d'amélioration énergétique, il est recommandé de recourir à un ensemble d'interventions si l'on veut éviter que l'exécution d'une mesure ponctuelle n'entrave la réalisation de travaux d'amélioration ultérieurs, voire ne neutralise l'effet d'autres mesures.

2.2 *Domaines d'application*

Il est possible d'établir et de réaliser un plan d'amélioration pour toute catégorie de bâtiments. Toutefois, on s'en dispense généralement pour les maisons individuelles et les petits immeubles à appartements. Pour ces petits bâtiments en effet, le potentiel d'économie d'énergie et souvent trop limité pour justifier l'établissement de relevés et d'analyses onéreux. En revanche, dans le cas de bâtiments tels qu'hôpitaux, instituts de recherche et établissements industriels, il y a souvent lieu de tenir compte de processus de travail très spécifiques et complexes, pouvant déboucher sur des plans d'amélioration extrêmement étendus.

2.3 *Motifs et objectifs des opérations*

Les maisons individuelles peuvent paraître simples de prime abord, mais les objectifs et les priorités de leur amélioration sont souvent difficiles à identifier. Des résultats satisfaisants ne peuvent être atteints à cet égard que grâce à des échanges de vues faisant ressortir les diverses solutions possibles, assorties de leur coût, de leurs avantages et de leurs inconvénients respectifs.

La situation peut être identique pour les petits immeubles à appartements, où cependant la rentabilité et le maintien de la valeur de l'immeuble priment la plupart du temps.

Pour des bâtiments de plus grande dimension, les objectifs sont généralement sans équivoque. Outre les considérations purement économiques (augmentation de valeur, réduction des frais d'exploitation), l'entretien général du bâtiment joue également un rôle important dans le déclenchement du processus. C'est ainsi par exemple que la section chauffage du service immobilier de la Ville de Genève a intégré depuis plus de dix ans l'économie d'énergie à ses tâches quotidiennes, dans le cadre de l'exploitation et de l'entretien de son parc d'immeubles. A côté de ces activités, tendant de façon assez discrète mais efficace à l'économie d'énergie, les propriétaires publics et certains particuliers saisissent parfois l'occasion de donner des impulsions à l'investisseur privé sous forme de projets pilotes allant au-delà des simples critères de rentabilité économique.

C'est l'industrie qui formule les objectifs à court terme. Dans ce domaine, tout doit être amorti entre un et six ans. C'est pourquoi un vaste potentiel d'améliorations reste encore souvent inexploité dans ce secteur.

Les objectifs quantitatifs relatifs aux économies et à la rentabilité sont estimés actuellement de manière plus réaliste qu'il y a quelques années encore.

2.4 *Qualité de l'exécution du plan*

La méthode d'établissement d'un plan d'amélioration est connue et bien définie. Toutefois, la qualité de son exécution dépend de la compétence de l'exécutant du mandat de ce plan. Pour le moment il s'agit d'un oiseau rare que l'on nomme facilement le conseiller en énergie. Avec cette fonction apparaît une nouvelle spécialité. Si dans un cas «normal», tout architecte ou tout ingénieur des installations compétent doit pouvoir à la longue assumer de telles tâches, il n'en est pas moins vrai que dans des cas complexes, le plan d'amélioration ne peut être élaboré que par un groupe de travail spécialisé, souvent interdisciplinaire.

Il sera désormais du devoir normal des architectes et des ingénieurs de tenir

Motifs et objectifs des opérations d'amélioration thermique

Motifs	*Objectifs*
– chaudière ou installation défectueuse	– réparer les dégâts
– vétusté	– réduire les frais d'exploitation
– consommation élevée d'énergie	– obtenir une bonne rentabilité
– dégâts dans la construction, travaux de transformation	– obtenir le confort
– nécessité de rénover la citerne à mazout	– remplacer le mazout
– entretien	– améliorer la sécurité de l'approvisionnement
– maintien ou augmentation de la valeur du bâtiment	– réduire les risques
– augmentation des possibilités de location	– protéger l'environnement
– changement d'affectation, travaux de transformation	– maintien ou augmentation de la valeur du bâtiment
	– rattrapage d'un retard par rapport au progrès technique
	– durabilité, robustesse

compte des problèmes de consommation d'énergie. Mais l'expérience montre que la complexité des projets faisant intervenir la notion d'énergie présuppose que l'on se soit familiarisé avec ces questions qu'il est impossible de considérer comme secondaires. Le mandant doit en être conscient; dans une telle situation, il a intérêt à faire appel à un conseiller en énergie. Les conseillers en énergie sont d'ailleurs de plus en plus souvent mis à contribution par les architectes et par les ingénieurs du chauffage, essentiellement pour présenter les diverses solutions possibles, pour calculer le rapport coût/utilité, et pour élaborer les projets des ensembles d'interventions portant sur la construction et les installations.

Le conseiller en énergie ou l'équipe chargée de ces conseils doit disposer d'un savoir et d'une expérience étendus, permettant de juger de manière globale les possibilités d'utiliser et d'économiser l'énergie. Ces connaissances doivent porter sur la physiologie, la physique des constructions, la construction, les matériaux, les installations, y compris leurs dispositifs de régulation, leur exploitation et les possibilités d'utiliser des énergies de substitution. Le conseiller en énergie est un expert objectif, qui doit être dégagé de tout lien avec les entrepreneurs et les fournisseurs.

3. Saisie de l'état actuel du bâtiment

La saisie de l'état actuel n'est en fait qu'une analyse préliminaire qui logiquement, dans la plupart des cas, est suivie d'une analyse détaillée.

3.1 *Instrumentation*

Pour un travail soigneux il est nécessaire de disposer des instruments adéquats de mesure tels que appareil de mesure du facteur k, thermomètres électroniques de mesure des surfaces, valise de mesure du rendement de combustion, multivoltimètre, compas, altimètre, etc. De plus, il faut définir les conditions climatiques de l'endroit d'implantation de l'objet, c'est-à-dire altitude, températures extérieures moyennes pendant la période de chauffage, température minimale de calcul, régime des vents, degrés-jours, rayonnement global au sud pendant la période de chauffage.

3.2 *Enveloppe et protection thermique*

Lors de la saisie d'information sur l'enveloppe il faut être attentif à la qualité des murs, des fenêtres, des caissons de stores, du plancher des combles, du plafond du sous-sol ainsi qu'aux problèmes des infiltrations d'air et de la ventilation.

Il est reconnu partout qu'une bonne protection thermique est à la base de toute mesure d'économie d'énergie efficace, tant pour les améliorations que pour les bâtiments à construire. L'épaisseur usuelle des matériaux isolants a passé en moyenne, depuis 1970, de 5 cm à plus de 8 cm. Dans bien des cas nous en arrivons à la limite des possibilités, qui est d'environ 12 cm d'isolation pour les éléments porteurs. On ne pourra donner une épaisseur plus importante qu'aux vides des constructions légères. Aujourd'hui l'on se pose plus la question de savoir « si et combien » il faut isoler, mais « comment » il faut isoler (en recourant à la technologie et à la physique des constructions). Pour les fenêtres, la lancée sur le verre isolant triple s'est ralentie. Actuellement 30% des fenêtres neuves sont vitrées de verre isolant triple. On dit souvent, à tort, que la troisième vitre, en diminuant l'éclairage naturel, n'est pas d'un grand profit. On oublie trop souvent qu'elle abaisse de 30% le coefficient k, et qu'elle améliore donc le confort général. Les verres réfléchissants infrarouges (coefficient k 1,1-1,7 W/m²K) ou même les fenêtres à feuille réfléchissante (coefficient k 0,7-1,0 W/m²K) ne sont guères utilisés (moins de 5% du marché). Il est probable qu'en baissant le prix, ces nouveaux vitrages joueront un rôle important dans le calorifugeage des fenêtres.

Par leur coefficient de transmission thermique très bas, ils pourront améliorer sensiblement le bilan thermique et le confort de la zone proche de la fenêtre. En matière d'isolation thermique on prête également une attention accrue aux ponts thermiques et à l'étanchéité à l'air dans les constructions. Les auteurs de projets, en particulier, ont reconnu que les défauts d'étanchéité de l'enveloppe du bâtiment peuvent occasionner non seulement de grandes déperditions de chaleur mais aussi des dommages au bâtiment. Mais les exécutants ne se rendent souvent pas assez compte que le calorifugeage des éléments de construction requiert une exécution parfaite. Pour l'isolation thermique, comme pour l'étanchéité à l'air, le même détail peut présenter une efficacité très différente selon la manière dont il est exécuté.

3.3 *Installations techniques*

La saisie doit être faite systématiquement en relevant les dimensions et les performances de la production de chaleur (chaudières, brûleurs, pompes à chaleur, compresseurs), de la régulation et de la distribution de la chaleur et du froid.

La production de chaleur a connu de grands progrès techniques au cours des dernières années. Comme les appareils de production de chaleur couvrent presque tout le besoin calorifique, les mesures prises en vue d'améliorer leur rendement peuvent être particulièrement rentables.

L'amélioration de grandes installations de production de chaleur (> 100 kW) conduit à un rapport coût/rendement particulièrement favorable. Pour ces installations le remplacement de la chaudière intervient souvent pour des raisons d'ordre énergétique avant qu'elle soit hors usage.

On signale des nouveautés intéressantes dans le domaine des petites, même très petites, installations (10-20 kW). Le rendement actuel de ces petites chaudières peut être comparé à celui des grandes installations.

Ces chaudières ne couvrent normalement que des besoins calorifiques modestes, l'amélioration ou le remplacement n'intervient en général qu'au moment où la vieille installation apparaît totalement défectueuse. Les opérations d'amélioration des petites et moyennes installations iront donc plutôt en augmentant.

La production de chaleur assurée au moyen des énergies de remplacement telles que la chaleur solaire ou la chaleur de l'environnement a connu des hauts et des bas depuis le choc pétrolier de 1973. A l'enthousiasme des débuts a succédé une certaine désillusion. Les connaissances techniques ont progressé régulièrement, mais à part de rares exceptions (chauffage de piscine, grandes installations de production d'eau chaude ayant une courbe de consommation favorable, collecteurs à basse température comme source calorifique pour pompes à chaleur), on n'a trouvé aucune forme nouvelle d'énergie qui soit vraiment économique. La plupart des installations ont été établies moins dans le souci de réduire les dépenses que dans celui d'assurer l'indépendance énergétique plus grande, de préserver les réserves énergie et de protéger l'environnement. Aujourd'hui l'on préconise à nouveau des solutions autres que l'utilisation active de l'énergie solaire:

- réduction de la consommation d'énergie au strict besoin (pas de gaspillage, pas de surenchère en offre de calories);
- protection thermique méthodique (exploitation optimale de la chaleur produite);
- utilisation passive de l'énergie solaire, surtout dans les bâtiments à construire;
- rendement maximal de la production de chaleur conventionnelle.

Là où l'on se décide cependant pour des installations d'énergie solaire active, on choisit à nouveau les installations simples mais correctes dans leur conception. Elles n'exploitent peut-être pas le dernier rayon de soleil mais offrent pour plus longtemps la chance de produire de la chaleur pour une dépense raisonnable et au moyen d'un matériel pas trop sophistiqué.

3.4 *Indice de dépense d'énergie*

La première question à poser au sujet de la consommation d'un bâtiment est la suivante: l'objet concerné a-t-il une consommation d'énergie grande, moyenne ou faible? La réponse doit pouvoir être donnée rapidement et sans grands efforts! Il a donc fallu trouver un moyen simple et représentatif pour exprimer la

qualité d'un immeuble en ce qui concerne la consommation d'énergie et le potentiel d'énergie gaspillé. L'indice de dépense d'énergie répond à cette exigence. Il indique la consommation énergétique totale d'une construction par unité de surfaces de référence énergétique.
Sa méthode de calcul est décrite dans la recommandation SIA 180/4. La recommandation, SIA V-380/1, «l'énergie dans le bâtiment» va plus loin; elle donne pour les constructions neuves des valeurs limites, ou niveaux d'exigences, auxquels doit obligatoirement répondre toute construction ou tout élément de construction. Il s'agit ici d'une contrainte très importante à laquelle les *architectes devraient réfléchir,* mais surtout réagir.

4. Plan d'amélioration proprement dit

Toutes les améliorations et les interventions possibles contenues dans l'analyse préliminaire et calculées dans l'analyse détaillée seront mises sous forme de tableau ou plan d'amélioration. Ce tableau comprend la liste complète des interventions sur l'enveloppe et sur les installations techniques avec des indications concernant:

- le montant de l'investissement;
- l'économie de combustibles;
- les coûts annuels d'amortissement et d'exploitation;
- le prix équivalent du combustible;
- la durée réelle de l'amortissement.

A base du plan d'amélioration on établit le programme d'exécution dans lequel les interventions importantes entreprises sur l'enveloppe doivent être exécutées *avant* les interventions prévues sur les installations techniques.

5. Réception des travaux et contrôle des résultats

5.1 *Situation actuelle*

La mise en service et la réception constituent les dernières phases de réalisation de l'ouvrage. Elles ont essentiellement pour but de régler la situation des parties au contrat et de rendre les installations aptes à être exploitées. Leur bon déroulement est cependant souvent perturbé par des malentendus sur les compétences ou les responsabilités, des règles de l'art incertaines, l'imprécision des contrats et le manque de temps. Il en résulte trop souvent des situations litigieuses et des installations boiteuses, car la mise en service et la réception n'ont été faites que partiellement ou pas du tout.

5.2 *Mise en service et réception des installations*

Le programme fédéral d'impulsion II pour la promotion du développement technologique et de la formation continue a publié un manuel très complet de la mise en service et réception des installations techniques du bâtiment. Ce manuel qui est basé aussi sur les normes SIA 118 et 380/7 s'adresse aux

- maîtres d'ouvrages publics ou privés;
- prescripteurs et concepteurs (ingénieurs, éventuellement architectes);
- surveillants de chantier, directeurs des travaux;
- entrepreneurs;
- exploitants professionnels chargés de réception.

Il vise à apporter une meilleure compréhension de la mise en service et de la réception:

- situation de la mise en service et de la réception dans l'échelonnement des étapes de réalisation d'un ouvrage;
- responsabilités réciproques des partenaires de l'équipe de réalisation;
- volume des tâches, implications financières, conditions requises en temps et disponibilité des lieux et des installations;
- bases juridiques, réglementaires et contractuelles;
- aide-mémoire: énumération des tâches des parties.

Les développements présentés sont structurés en conformité avec la norme SIA 118 intitulée «Conditions générales pour l'exécution des travaux de construction», édition 1977. Le contrat d'entreprise décrit par le Code des obligations est également considéré.
De manière plus générale, ce manuel devrait assurer des améliorations sur quatre plans:

- *la coordination*
  expliciter le passage de la conception à la réalisation, puis à l'exploitation, mieux identifier les partenaires permet de clarifier les relations contractuelles et le transfert des responsabilités;
- *l'éthique professionnelle*
  des essais de réception significatifs protègent l'entreprise de la sous-enchère et d'une concurrence abusive, le maître de l'ouvrage et l'exploitant d'une malfaçon;
- *l'exploitation*
  l'installation n'est qu'un moyen, la finalité étant l'utilisation des équipements de manière rationnelle. La mise en service et la réception doivent être axées sur l'utilisation, pour en particulier assurer les performances et les comportements globaux, informer et former les exploitants;
- *la rédaction des contrats*
  la conception et la description contractuelles doivent également être polarisées vers cette finalité qui est l'utilisation future. De ce fait, la description en termes de performances ou de caractéristiques extérieures est plus significative qu'une liste de composants ou une série de prix. Les deux formes de prescriptions ne s'excluent pas si une priorité est clairement exprimée dans le contrat.

5.3 *Contrôle des résultats d'une amélioration*

Les essais de fonctionnement doivent apporter la preuve qu'une installation ou une partie d'installation fonctionne correctement, atteint les performances requises (prochainement selon la recommandation SIA V 380-1) et répond au cahier des charges.
A la fin de la première et de la deuxième année il est important de contrôler les différentes consommations d'énergie, afin de vérifier si celles-ci correspondent aux prévisions ou promesses mentionnées dans le plan d'amélioration du bâtiment ou dans le cahier des charges de la nouvelle construction.
Le contrôle des résultats est impératif et utile pour le propriétaire, pour l'architecte et l'ingénieur.

6. Honoraires ou coût d'un plan d'amélioration

Les honoraires peuvent se calculer d'après le temps employé, éventuellement avec un montant plafond. Dans ce cas, le plafond peut varier entre une fois et une fois et demie l'économie annuelle d'énergie. Le tarif-coût de la SIA s'adapte mal aux plans d'amélioration, mais s'applique bien au projet et à la réalisation. Il y a lieu de se méfier des offres à trop bas prix, ainsi que des plans d'amélioration énergétique établis à titre gratuit. Ils dissimulent un accroissement du risque couru par le maître de l'ouvrage et sont souvent liés à la vente d'un matériel déterminé.
Personnellement, je propose la méthode d'honoraires suivante:

- analyse préliminaire: honoraires forfaitaires;
- analyse détaillée: honoraires selon le temps, SIA tarif B;
- mise en soumission: SIA tarif A ou B*;
- surveillances des travaux: SIA tarif A ou B*.

*Si les travaux sont en dessous de Fr. 50000.–.

Dans le cas du tarif B il faut indiquer un montant plafond. Il existe encore la possibilité de calculer les honoraires en fonction des résultats. Dans ce cas, on considère que le mandant est rémunéré convenablement voire généreusement. C'est pourquoi il convient de déterminer au préalable la durée maximale de l'amortissement qui sert de limite aux honoraires.

Adresse de l'auteur:
André Mudry, ing. dipl. EPFZ/SIA
Rédaction romande
du programme fédéral d'impulsion
Case postale 374
3960 Sierre