

Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses

Band: 108 (1982)

Heft: 3

Artikel: Le contrôle continu des consommations d'énergie pour le chauffage des bâtiments (fin): la réalisation pratique du contrôle continu du chauffage

Autor: Bovay, Olivier

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-74637>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.05.2025

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

LE CONTRÔLE CONTINU DES CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE DES BÂTIMENTS (fin)

La réalisation pratique du contrôle continu du chauffage

par Olivier Bovay, Ecublens

L'article explique le principe d'application; répertorie les moyens mis à disposition, leurs avantages et leurs inconvénients; décrit quelques améliorations possibles et des résultats obtenus au niveau de «petits consommateurs».

1. Le principe du contrôle continu du chauffage

Nous mettons ce principe sous forme de diagramme afin de résumer la méthode et de faire apparaître les différentes composantes (fig. 1). Le diagramme de gauche est temporel, il visualise les différentes phases dans le temps, celui de droite représente les opérations elles-mêmes.

2. Température extérieure moyenne de chauffage

La température dont nous avons besoin est celle du microclimat qui entoure le bâtiment, car c'est cet espace qui constitue la zone de «décharge» des déperditions thermiques de ce bâtiment. Nous utilisons la chaîne de mesure de la figure 2.

2.1 Sonde de température

La sonde idéale doit répondre aux caractéristiques suivantes:

- faible encombrement,
- constante de temps thermique de plusieurs minutes,
- bon facteur de réflexion aux rayons solaires.

Lors de l'installation, on veillera à placer la sonde:

- à l'endroit qui reflète au mieux l'image thermique du bâtiment,
- sur une façade orientée vers le nord (entre NE et NW),
- à l'opposé d'une pièce chauffée.

La fixation de la sonde est à proscrire aux endroits suivants:

- à proximité du sol,
- sous l'avant-toit,
- à l'opposé d'une chambre froide,
- à l'opposé d'une cheminée,
- à proximité de sorties d'air,
- au-dessus de portes et de fenêtres.

Sur le marché, on trouve des sondes:

- «mécaniques», constituées soit par des bilames métalliques soit par des colonnes d'alcool ou de mercure,

- actives, constituées par des circuits à semi-conducteurs électroniques. Ces dernières assurent une mesure de grande précision, une bonne fiabilité, sont insensibles aux chocs mécaniques et ne peuvent pas être dérégées involontairement.

2.2 Le convertisseur

Le but du convertisseur est de faire connaître à l'utilisateur la température extérieure momentanée.

Si les sondes à caractères mécaniques ont leur convertisseur «incorporé» (les bilames jouent déjà cette fonction, de

- passives, dont la résistance électrique varie en fonction de la température,

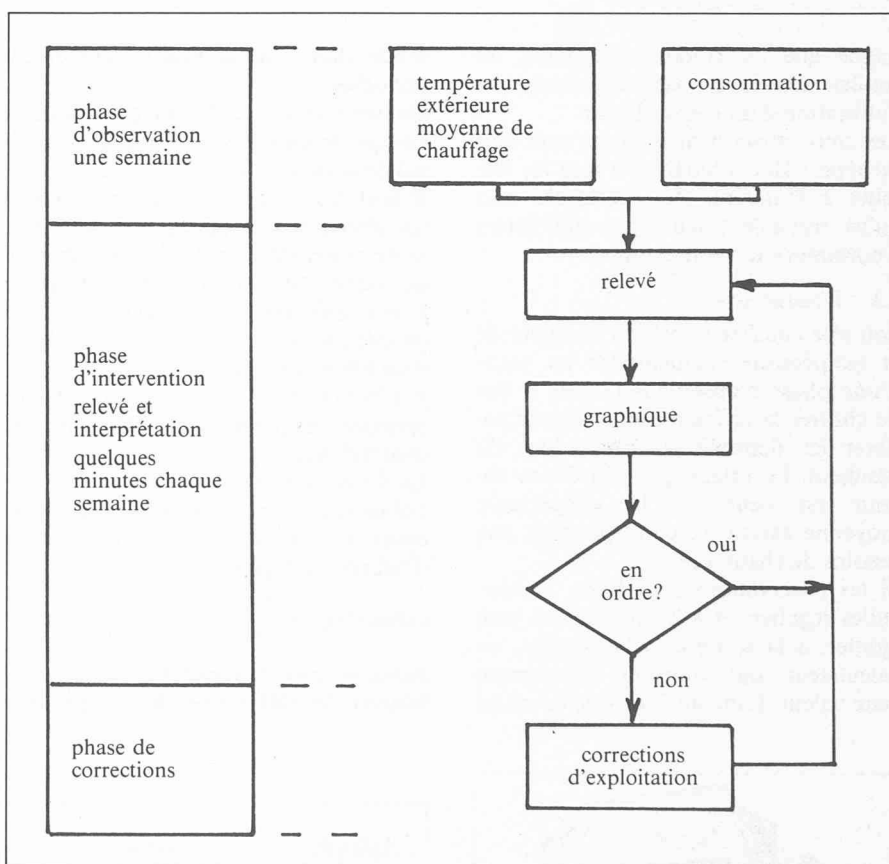


Fig. 1. — Diagrammes de la méthode.

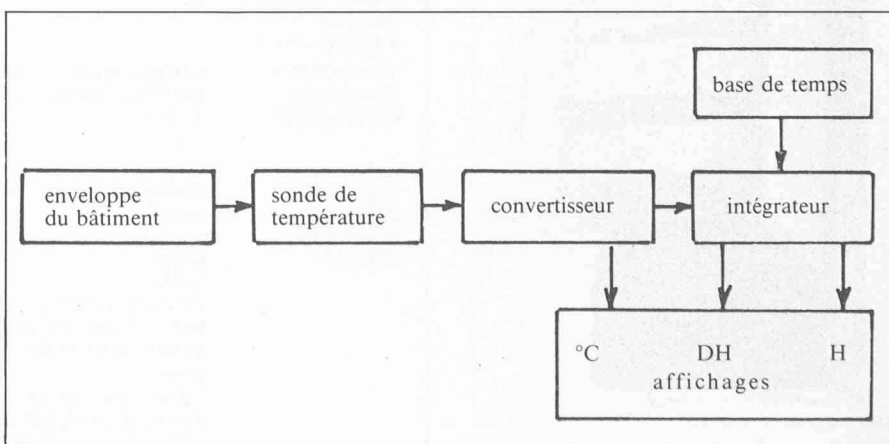


Fig. 2. — Chaîne de mesure pour la température extérieure.

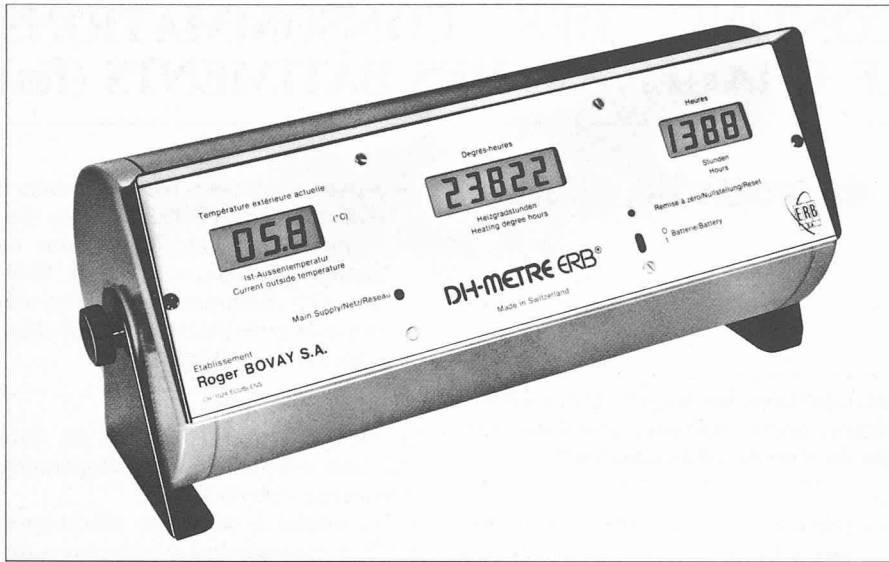


Fig. 3. — Thermomètre-intégrateur: DH-METRE ERB.

même que les colonnes liquides), les sondes actives et passives nécessitent l'utilisation d'un convertisseur.

Les convertisseurs disponibles sont tous du type «électronique»; il faut les installer à l'intérieur des bâtiments, afin qu'ils travaillent dans des ambiances «normales» de température.

2.3 L'intégrateur

Son rôle consiste à intégrer la valeur de la température momentanée au cours d'une phase d'observation, dans le but de chiffrer la référence utilisée pour calibrer les déperditions thermiques du bâtiment. La valeur que l'on désire obtenir est celle de la température moyenne extérieure correspondant aux besoins de chauffage.

Si les observations sont faites à intervalles réguliers et à heure fixe, on peut ajouter, à la sortie de l'intégrateur, un calculateur qui fournira directement cette valeur. L'inconvénient de ce calcul

réside dans son utilisation strictement périodique.

On peut éviter ce défaut en laissant à l'usager le soin de faire lui-même ce calcul de la moyenne:

Il faut alors que l'intégrateur fournisse les *degrés-heures* (DH), qui sont une unité représentative des besoins thermiques d'un bâtiment (un DH correspond à une différence de 1 degré entre les températures extérieure et intérieure d'un bâtiment pendant 1 heure, lorsqu'il y a besoin de chauffage), et les *heures* pendant lesquelles des DH ont été comptabilisés.

La différence de températures cherchée s'obtient en divisant les DH recensés au cours de la période par le nombre d'heures d'intégration:

$$t_{\text{chauffage}} = \frac{DH}{H}$$

Ainsi, on peut facilement calculer ou retrouver la différence de température

pour des périodes de durée variable, en fonction des relevés effectués antérieurement.

L'intégrateur doit donc réaliser les fonctions suivantes:

- identifier la température de référence (18 °C),
- intégrer les degrés-heures (DH) au-dessous de cette référence,
- intégrer la durée de comptabilisation des DH.

Les types de sonde et de convertisseur utilisés vont définir l'intégrateur:

soit l'information reçue est purement visuelle et il faut faire des relevés fréquents et intégrer la différence des températures «manuellement»,

soit le convertisseur fournit un signal électrique facile à traiter électroniquement et l'on n'aura plus qu'à relever périodiquement les valeurs intégrées.

Il est à noter, dans le cas d'une intégration électronique, qu'il ne faut pas automatiser complètement le relevé, afin d'obtenir un bilan affiché dans un coin du bureau, mais qu'il faut que le préposé aille «en personne» dans la chaufferie afin de vérifier de visu le bon état de marche de celle-ci (fuite d'eau en goutte à goutte, signalisation d'une alarme, état enclenché du chauffage en période chaude, etc.).

2.4 Quel appareil choisir?

La liste donnée par le tableau 1 ne prétend pas être exhaustive, elle est là pour guider le choix du matériel.

2.5 Publications dans la presse

L'article précédent montre que les petits consommateurs, pour qui la précision des relevés est plus relative, peuvent recourir aux indications relevées dans leur zone climatique, qui sont ou seront publiées par certaines collectivités.



Fig. 4. — Analyseur de combustion: COMBUSTEUR ERB.

TABLEAU 1

Appareils	Avantages	Inconvénients
Thermomètre		ne tient pas compte des variations au cours de la période
Thermomètre avec mémoire «mini-maxi»	peu coûteux	à relever 3 fois par jour peu précis
Thermomètre enregistreur/thermographe	enregistrement en continu peut être couplé avec un hydrographe	mal adapté pour une mesure en façade fragile, nécessite un abri intégration manuelle: longue et pénible
Thermomètre-intégrateur électronique (figure 3)	réalise la chaîne idéale décrite sous 2.1 compact précis fiable fonctionnement continu lecture facile de la température momentanée et des valeurs intégrées calcul aisé de la température moyenne de chauffage pour des périodes variables (semaine, mois, toute la saison)	la solution la plus chère

3. La consommation

Il faut enregistrer la quantité d'énergie consommée par le dispositif de chauffage; selon les différentes énergies primaires, on a deux catégories de «combustion»: celle où la combustion est totalement maîtrisée et contrôlée, celle dont le régime de combustion varie sans contrôle précis.

Combustions irrégulières:

Il s'agit:

- a) des systèmes alimentés directement par le préposé: chaudières au charbon ou à bois, poêles à mazout, feux de cheminée. Dans ces cas, seule une méthode élémentaire peut être mise en place: il s'agit d'estimer, ou mieux de peser, la quantité de bois ou de charbon utilisée ou de compter les litres de mazout «pompés»;
- b) des systèmes à débit irrégulier, par exemple dans les grandes installations les brûleurs à débit variable: il faut installer un compteur volumétrique de l'énergie consommée.

Combustions régulières:

Dans cette catégorie, on recense:

- A les chauffages «électriques»
- B les chauffages au mazout et au gaz
- C les chauffages solaires.

A — Les chauffages «électriques»

Qu'il s'agisse de chauffage tout électrique ou par pompe à chaleur, il faut comptabiliser l'électricité *totale* consommée par le bâtiment (utiliser les compteurs existant à l'entrée des immeubles).

Il est conseillé de poser des compteurs supplémentaires:

- sur le bouilleur produisant l'eau chaude sanitaire,
- sur les chauffages d'appoint des pompes à chaleur.

Le rendement énergétique des corps de chauffe électriques étant voisin de 1, il n'y a pas besoin de faire de mesures complémentaires pour ces éléments. Le rendement des pompes à chaleur variant en fonction des températures d'entrée et de sortie des échangeurs, il faut surveiller ces valeurs.

B — Les chauffages au mazout et au gaz

Pour ces types d'installation, il y a deux manières d'approcher le décompte de l'énergie:

- par comptage de l'énergie absorbée,
- par analyse des temps de combustion.

Energie absorbée

Cette grandeur est mesurable de deux manières:

en intégrant le débit du combustible avant la vaporisation, en plaçant un compteur volumétrique dans le circuit de transfert,

en analysant le contenu de la citerne à l'aide d'une jauge-règle.

Le compteur volumétrique offre les avantages de se trouver sur le marché et de présenter une lecture facile, mais pour l'installer il faut interrompre le circuit du combustible et, de plus, pour de petits débits, sa précision est très relative.

La jauge-règle offre l'avantage de ne pas coûter cher et, une fois étalonnée, son utilisation est simple. Il faut toutefois tenir compte de la dilation du mazout qui est approximativement de 2,5% pour une variation de 20 °K.

Analyse des temps de combustion

Si le décompte présenté ci-dessus permet de faire le contrôle global de la consommation, il est vivement conseillé de procéder à l'analyse des temps de combustion et de calculer la consommation (produit de la durée de combustion par le débit). On peut effectivement réaliser des économies très importantes en ajustant les installations actuelles: il faut se poser la question suivante: Quel est le rendement de la combustion par un brûleur depuis son enclenchement?

On distingue trois phases:

Phase 1: préventilation: on fait tourner un ventilateur qui consomme un peu d'électricité.

Phase 2: début de la combustion: il y a présence de la flamme, mais pratiquement aucune chaleur ne s'en dégage, la combustion n'est pas totale à cause de l'insuffisance de température, on «en-crasse» la chaudière et la cheminée. La durée de cette phase est d'environ 1 minute.

Phase 3: combustion réelle et efficace: elle existe dès que la température de la flamme est à son maximum.

On peut tirer de cette description que plus le temps de fonctionnement du brûleur est long, meilleur est le rendement total. Afin d'illustrer ces données, comparons trois combustions (Tableau 2).

Ce tableau montre l'importance qu'il y a à connaître le temps de marche moyen vu que l'on économise 22% de combustible en ajustant le temps de combustion de 3 à 12 minutes en moyenne!

L'observation de la consommation avec un analyseur de combustion est donc conseillée (voir figure 4); celui-ci permet de déterminer plusieurs paramètres du fonctionnement du brûleur. Il

s'adapte à toutes les installations où le débit est constant, c'est-à-dire où l'énergie consommée est directement proportionnelle à la durée de la combustion. Dans le cas des brûleurs à plusieurs débits, il faut placer un analyseur de combustion pour chaque vanne d'injection.

C — Les chauffages solaires

Ces installations sont généralement constituées, entre autres, d'accumulateurs d'énergie et sont couplées avec des sources d'appoint. Il s'agit d'installer un dispositif à même de calculer l'énergie soustraite des accumulateurs et de se référer aux descriptions ci-dessus pour calculer la part fournie par les énergies d'appoint conventionnelles.

4. Le tableau des relevés

Les relevés étant effectués chaque semaine et des comparaisons faites immédiatement par rapport aux résultats précédents, il faut prévoir un tableau pouvant recenser les données des 52 semaines d'une année (voir figure 5).

Le tableau du contrôle continu du chauffage doit contenir toutes informations relatives au chauffage:

- la date et l'heure des relevés afin de déterminer la durée de la phase d'observation,
- les données relevées du thermomètre-intégrateur, afin de déterminer les valeurs intégrées pendant la période et de calculer la température extérieure moyenne correspondant aux degrés-heures recensés,
- le temps de marche du brûleur à mazout et le nombre d'enclenchements du brûleur depuis le début de la saison, ce qui donne des résultats sur la dernière période et le temps de combustion moyen,
- les données relatives à l'énergie consommée pendant la dernière observation, le cumul depuis le dernier remplissage et l'état de la citerne afin de voir la correspondance exacte entre ces deux dernières valeurs,
- on peut également insérer la consommation de l'eau chaude sanitaire, principalement durant l'été, lorsque le chauffage de l'immeuble est hors service,
- il faut également laisser un espace pour inscrire toutes les remarques relatives à l'exploitation.

TABLEAU 2

PHASE 2		PHASE 3		COMBUSTION	
Durée	Rendement	Durée	Rendement	Temps	Rendement
1	0,1	2	1	3	0,70
1	0,1	11	1	12	0,92
1	0,1	30	1	31	0,97

Fig. 5. — Tableau des relevés et graphique de contrôle.

CONTRÔLE CONTINU DU CHAUFFAGE

PÉRIODE: _____

Installation: _____

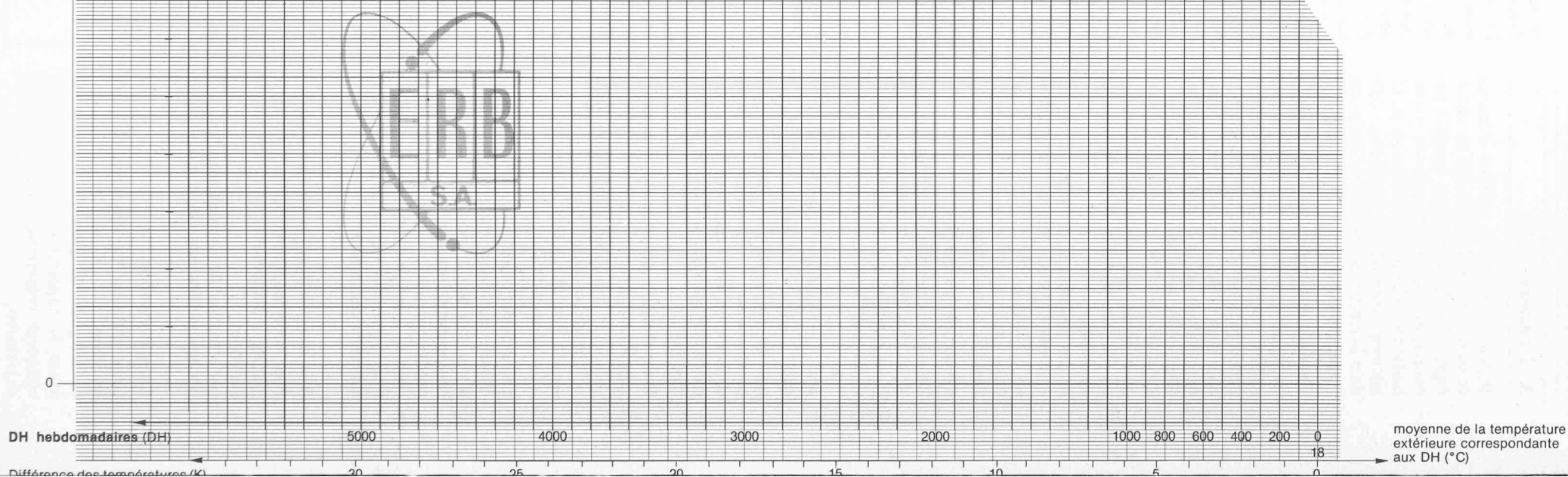
Immeuble(s): _____

Chaufferie: _____

Chaudière: _____

Brûleur: _____

Régulateur: _____



[illegible]

5. Le graphique

Le graphique doit permettre de s'adapter au climat des différentes zones climatiques, et à l'état des différents systèmes de chauffage, il doit être très lisible.

Sur ce graphique sont reportés:

- la courbe de référence initiale, ou la courbe de la saison précédente,
- les points relevés hebdomadairement et leur numéro de référence,
- la courbe « objectif » de la saison en cours.

La figure 5 montre une possibilité d'exécution.

6. Les corrections d'exploitation

Le but de ce chapitre est de citer quelques exemples de correction. Il est à noter qu'il ne faut pas exécuter ces dernières tout de suite après la lecture de cet article, mais qu'il est préférable d'abord de déterminer l'état thermique actuel d'un ensemble bâtiment-chauffage, ensuite d'apporter des corrections et de juger de la rentabilité de ces dernières avec des critères objectifs.

L'interprétation du diagramme fournit des indications très claires sur les modifications à apporter (voir l'article de M. Krebs). De manière générale, on peut citer 3 types de correction:

- améliorations du système de combustion,
- améliorations thermiques du bâtiment,
- modifications des habitudes des occupants.

Système de combustion

Au vue des résultats fournis par l'analyseur de combustion, on cherchera à atteindre les objectifs suivants (ces valeurs sont des ordres de grandeur pour des systèmes installés sur le Plateau suisse):

- heures de combustion annuelles: de 2000 à 2500,
- en été: consommation de 8 litres de mazout pour échauffer 1 m³ d'eau de 45 °K.

Parmi les corrections possibles, on peut citer:

- diminution du débit de la vanne d'injection,
- réglages de la chaudière,
- pose de vanne sur le canal de cheminée,
- isolation de la chaudière,
- remplacement de la chaudière en adaptant la puissance et en choisissant un modèle à haut rendement,
- etc.

Améliorations thermiques du bâtiment

Cette catégorie, ainsi que la suivante, permet également de réelles économies de chauffage. Pour visualiser les résultats, il faut recourir à l'utilisation d'un thermomètre-intégrateur et d'un analyseur de combustion.

On peut citer, entre autres exemples:

- isolation des portes et fenêtres,
- isolation des niches de radiateurs,
- isolation du plafond de la cave et des tuyaux passant par celle-ci,
- isolation du toit et des combles,
- pose de doubles, voir de triples vitrages,
- isolation des murs extérieurs,
- etc.

Modifications des habitudes des occupants

Voilà le sujet délicat à aborder en dernier! Mais ne vaut-il pas la peine d'adapter son comportement à la situation énergétique actuelle, les petits efforts consentis amenant incontestablement des réductions de « supplément de chauffage » ou simplement des « économies d'énergie »?

On citera:

- température diurne ramenée à 20 °C, maximum conseillé de l'avis des médecins,
- température nocturne abaissée de 4 à 5 °C par rapport à la température diurne,
- fermeture nocturne des stores ou volets extérieurs,
- consommation d'eau chaude sanitaire à 50 °C,
- etc.

7. Conclusion

Le contrôle continu du chauffage doit être instauré dans toutes les installations; il est nécessaire d'y consacrer quelques minutes chaque semaine et il implique l'acquisition des appareils adéquats. Les résultats obtenus sont très encourageants, vu qu'il n'est pas rare de voir en 5 ans des réductions de consommation d'énergie de 30 à 70% obtenues avec des investissements très modestes.

Adresse de l'auteur:

Olivier Bovay, ing. dipl. EPFL
Etablissement Roger Bovay SA
1024 Ecublens

Bibliographie

Ingenieurvermessung 80

par Conzett, Matthias & Schmidt, rédacteurs. — Beiträge zum VIII. Internationalen Kurs für Ingenieurvermessung, 2 volumes, Ed. Dümmler, Bonn.

Dans le cadre des manifestations qui marquent le 125^e anniversaire de l'EPFZ, l'Institut de géodésie et photogrammétrie de cette Ecole a organisé du 24 septembre au 1^{er} octobre 1980 le VIII^e Cours international pour les mensurations techniques et industrielles.

Trois cents spécialistes, surtout allemands, autrichiens et suisses, ont suivi 70 exposés rassemblés et publiés en deux volumes.

Ces exposés sont regroupés sous six thèmes: Instruments et saisie des données. — Exploitation et interprétation des mesures. — Applications aux superstructures et aux fondations. — Applications aux travaux souterrains. — Surveillance des terrains et des

constructions. — Mise en œuvre et conduite des travaux.

Présentés par des ingénieurs engagés dans des réalisations concrètes, ils montrent sur la base d'exemples réels les problèmes de mensuration posés par la création de ponts, tunnels, pousse-tubes, barrages, réseaux de mètres, mouvements d'immeubles-tours.

Nos collègues suisses, notamment, présentent de très intéressantes informations sur l'implantation du tunnel routier du St-Gothard, et sur les difficultés qui affectent le barrage de Zeuzier.

Les techniques les plus récentes, la mesure électronique des distances, les tachéomètres enregistreurs, l'évolution des moyens informatiques ainsi que les techniques spéciales, comme l'utilisation des lasers et les mesures continues de déformations à l'aide de capteurs électroniques, furent souvent évoquées.

Ces méthodes concernent aussi bien les ingénieurs constructeurs que les spécialistes de la mensuration.

En effet, les mesures d'implantation et de déformation, et leur interprétation, doivent toujours être un travail d'équipe entre le maître de l'ouvrage et les spécialistes du projet.

En guise de conclusion, citons pour le lecteur la conclusion de ce cours, choisie par le Prof. K. Rinser, un vieux spécialiste du problème d'implantation: «L'exploitation des mesures aussi sophistiquée soit-elle, ne fera jamais de bons résultats avec de mauvaises mesures.»

H. Dupraz

Kohlevergasung Grundlagen und technische Anwendung

par H. Jüntgen et K. H. van Heek. — 1 vol. 14,5 × 20,5 cm, 185 pages, éditions K. Thieme, Munich, 1981, tome 94 des «Thieme Taschenbücher». Prix cart. 35 DM.

La mise en service commerciale de la première génération d'installations de gazéification du charbon est prévue pour la pré-

sente décennie aux Etats-Unis, en Europe et au Japon. On attache en effet une grande importance au développement de cette technique pour assurer l'approvisionnement en énergie et en matières premières. Les deux procédés principaux utilisés dans ce but sont le procédé autotherme et le procédé nucléaire.

Les auteurs se basent sur leur considérable expérience en la matière, tant didactique que technique, pour donner une vue d'ensemble détaillée de l'état actuel de l'utilisation industrielle de la gazéification du charbon, des procédés utilisés et du développement des techniques conventionnelles.

Sommaire

1. Einführung. — 2. Vergasungssysteme und chemische Grundreaktionen. — 3. Physikalisch-chemische Grundlagen der Vergasung. — 4. Verfahrenstechnische Grundlagen des Gasgenerators. — 5. Nebenanlagen. — 6. Stand der industriellen Kohlevergasung. — 7. Neuentwicklungen. — 8. Umweltaspekte. — 9. Untertagevergasung von Kohle.