

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 104 (1978)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Economiser l'énergie dans le chauffage au gaz  
**Autor:** Stadelmann, Martin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73511>

### **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:** 02.02.2025

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

# Economiser l'énergie dans le chauffage au gaz

par MARTIN STADELMANN, Zurich

*Réduire la consommation des appareils à gaz existants —  
Concevoir des installations consommant le moins possible —  
Développer des appareils à gaz économisant l'énergie.*

## 1. Le chauffage au gaz se prête admirablement aux économies d'énergie

Pour des raisons politiques, économiques et écologiques, il est devenu indispensable d'économiser l'énergie. Plus de la moitié de notre consommation d'énergie sert au chauffage, c'est donc sur ce point que les mesures d'économie devront porter en premier lieu. Cela suppose que deux conditions préalables soient remplies :

- Sur les installations existantes, les dispositifs économisant l'énergie doivent être conçus de telle sorte qu'ils n'affectent ni le fonctionnement de l'installation, ni sa durée de vie, ni le niveau de confort requis.
- Les investissements doivent pouvoir être amortis sur une durée raisonnable par l'économie de combustible qu'ils permettent, et cela qu'il s'agisse de modifier un chauffage existant ou d'en installer un nouveau. La mise au point de nouveaux appareils tient également compte de ce facteur.

Le chauffage au gaz satisfait parfaitement à ces conditions :

- La composition chimique du gaz permet une combustion propre, exempte de rejets d'anhydride sulfureux (SO<sub>2</sub>), ce qui autorise le recours à divers dispositifs économiseurs d'énergie qui seraient inapplicables avec d'autres combustibles.
- Quoique les prix du gaz de chauffage tendent à la baisse (ils ont baissé en Suisse de 10 % en moyenne en 1976), la structure des coûts d'un chauffage au gaz est caractérisée par une part relativement importante des frais de combustible, tandis que le chauffage au mazout implique davantage de frais d'amortissements. C'est pourquoi les investissements permettant d'économiser le combustible seront plus vite amortis dans le chauffage au gaz. Ceci ne s'applique pas aux installations mixtes gaz/mazout, où les investissements pour l'une et l'autre énergie sont à peu près équivalents et où le prix du gaz est inférieur. Comme il s'agit là, en général, d'installations de grande puissance, les économies d'énergie s'y traduisent néanmoins par un avantage financier non négligeable.

Il va de soi que les mesures visant à économiser l'énergie ne se limitent pas à l'installation de chauffage ; l'intérêt d'une isolation thermique améliorée, par exemple, n'est pas moindre. La suite de cet exposé ne traitera cependant que des installations et appareils de chauffage, où les économies possibles peuvent être groupées comme suit :

- sur les installations existantes ;
- conception d'installations neuves, en tenant compte de produits récents ou peu connus. Les mesures applicables aux installations existantes peuvent naturellement être intégrées à une installation neuve ;
- mise au point d'appareils à gaz ne consommant qu'un minimum d'énergie.

Afin de mieux comprendre comment on peut économiser l'énergie dans le chauffage, voyons les principales sources de déperditions d'un chauffage conventionnel (à gaz ou à mazout).

## 2. Sources de déperditions dans les installations de chauffage

Les principales sources de déperditions thermiques peuvent se répartir en trois groupes :

- Pertes à l'arrêt, celles-ci elles-mêmes provoquées par :
  - le tirage et les mouvements de convection à l'intérieur de la chaudière,
  - le rayonnement de la chaudière (plus ou moins important suivant le calorifugeage de celle-ci),
  - la veilleuse le cas échéant.

### II. Nombre d'allumages du brûleur :

- chaque allumage d'un brûleur à gaz à air soufflé doit, conformément aux prescriptions en vigueur, être précédé d'un prébalayage à l'air de 30 secondes au moins qui refroidit la chaudière ;
- lors de l'allumage, la flamme n'atteint pas immédiatement son optimum et doit tout d'abord chauffer la masse de la chaudière ;
- à chaque extinction du brûleur, une partie de la chaleur emmagasinée par la chaudière est perdue.

### III. Déperditions lors du transport du fluide caloporteur et de l'eau chaude sanitaire.

Les mesures visant à réduire la consommation de combustible devront porter sur ces trois points principaux.

## 3. Réduire la consommation des appareils à gaz existants

### Clapets d'évacuation

Une chaudière à deux services (chauffage et eau chaude) fonctionne à pleine charge environ 1600 heures par an. Le reste du temps, il faut s'efforcer de réduire les pertes à l'arrêt. Un clapet d'évacuation réduit le tirage lorsque le brûleur n'est pas en service et diminue également le nombre d'allumages, la chaudière se refroidissant plus lentement. L'économie d'énergie réalisable par ce moyen est en général comprise entre 5 et 15 %, mais peut atteindre 30 % dans des cas extrêmes. Elle est particulièrement marquée pour les chaudières à deux services, dont la température ne peut être abaissée au-dessous de 60°C.

Les générateurs muraux peuvent être équipés d'un clapet à bilame, qui coupe le tirage lorsque l'arrêt du brûleur a suffisamment refroidi les gaz sortant de l'appareil ; un clapet motorisé est indispensable sur les chaudières spéciales à gaz et celles qui sont équipées de brûleurs à air soufflé. Le moteur est alors commandé par le thermostat de la chaudière, qui détermine tout d'abord l'ouverture du clapet ; ce n'est qu'ensuite que le brûleur se met en marche par l'intermédiaire d'un contact de fin de course. Un verrouillage électrique empêche tout allumage lorsque le clapet est fermé. Lorsque le brûleur s'éteint, le clapet se referme. Il est généralement monté en aval du coupe-tirage anti-refouleur ; certains constructeurs livrent des appareils déjà munis de clapets d'évacuation, placés dans ce cas en amont du coupe-tirage et d'autant plus efficaces.

Si l'accumulateur d'eau chaude est muni d'un brûleur indépendant, on a intérêt à le munir lui aussi d'un tel dispositif. L'économie réalisable est de 5 à 20 % suivant le tirage de la cheminée et la construction de l'appareil.

### Commande directe du brûleur

Les chaudières à deux services et celles qui desservent un accumulateur d'eau chaude placé sur le départ de la chau-

dière doivent être maintenues en permanence à la température d'au moins 60°C exigée pour l'eau chaude. La sonde extérieure agit alors sur une vanne mélangeuse. On adopte en général la même disposition pour les chaudières à gaz ne servant qu'au chauffage, et ceci surtout par habitude : la température des chaudières à mazout ne doit en effet pas être inférieure à 60°C à cause des risques de condensation et de corrosion par formation d'acide sulfureux (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>). Le gaz ne contenant pratiquement pas de soufre, ce risque est inexistant dans une chaudière à gaz, qu'on peut sans crainte exploiter à une température plus basse, qui ne descend toutefois jamais au-dessous de 30°C même si la température extérieure est de +15°C. La vapeur d'eau des produits de combustion ne se condense que rarement, avant tout lors de la mise en marche du brûleur.

— La commande directe du brûleur réduit les pertes par tirage et par rayonnement, et diminue aussi le nombre d'allumages du brûleur.

#### *Sonde de l'aquastat montée sur le retour du circuit de chauffage*

Si la régulation agit directement sur le brûleur et que la chaudière n'assure pas le service d'eau chaude, on peut économiser encore plus de combustible en montant la sonde de l'aquastat, d'ordinaire placée sur le départ du circuit de chauffage, sur le retour.

— On rappellera ici que la température de départ reste déterminante pour le calcul d'une installation de chauffage.

Il s'agit en effet d'établir quelle quantité de chaleur doit être amenée dans un local pour y maintenir une température déterminée.

Le montage de la sonde de l'aquastat sur le retour du circuit de chauffage a l'avantage de réduire le nombre d'allumages du brûleur. Cette disposition est de règle dans les chauffages desservis à partir d'un générateur mural à gaz. Celui-ci ne contient, au contraire d'une chaudière habituelle, qu'un très faible volume d'eau et la masse d'eau en circulation est elle aussi réduite. La mise en température du générateur est donc très rapide et le brûleur s'éteindrait après quelques secondes déjà si la sonde était montée sur le départ, même si les radiateurs sont encore froids. On pose donc la sonde sur le retour, de sorte que le brûleur ne s'éteint que lorsque tout le circuit a atteint la température voulue ; sinon, une succession continue d'allumages et d'extinctions ralentirait la mise en température des locaux et userait exagérément les appareils.

#### *Essais sur des chaudières à gaz*

Il est tentant d'adopter la même disposition sur un chauffage central desservi par une chaudière classique. L'inertie de celle-ci sera évidemment plus grande vu que sa capacité d'eau est supérieure. Des essais ont été entrepris sur un certain nombre de chaudières raccordées au réseau de gaz de Berthoud.

Les mesures ont porté sur les principales données d'exploitation : températures de départ et de retour, extérieure et intérieure, température des produits de combustion, consommation de gaz. Elles ont été effectuées une première fois en laissant la disposition habituelle (sonde de l'aquastat sur le départ), une deuxième fois après avoir monté la sonde sur le retour et modifié les courbes de réglage en conséquence (fig. 1).

Les résultats ont été les suivants :

— Dans le cas le plus extrême, le brûleur s'allumait 270 fois en 24 heures si la sonde était montée sur le départ, 45 fois seulement si on la plaçait sur le retour.

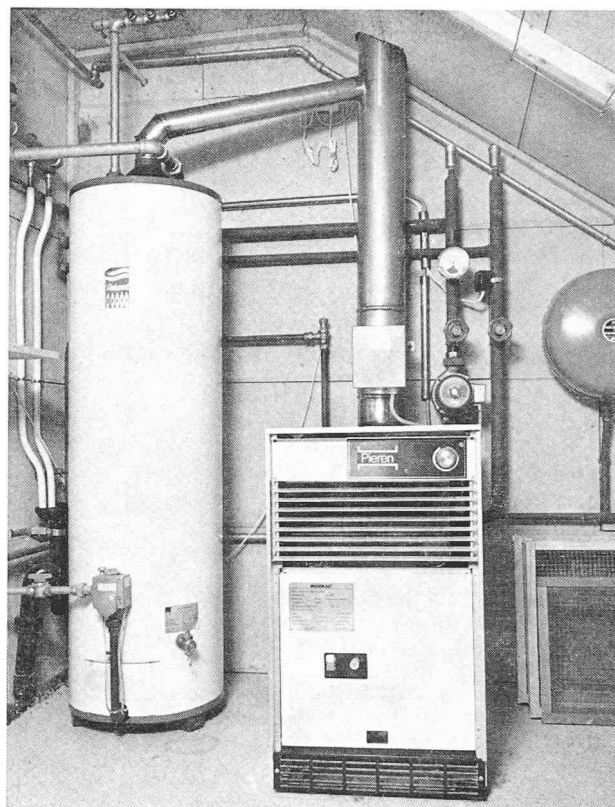


Fig. 1. — Chaufferie d'une maison familiale, installée dans les combles : chaudière spéciale à gaz de 26 000 kcal/h avec clapet d'évacuation, commande directe du brûleur et sonde de l'aquastat montée sur le retour.

La consommation de gaz en 24 heures a passé en même temps de 35 à 22 m<sup>3</sup>, subissant ainsi une réduction de 37 % (fig. 2 et 3).

— L'économie moyenne se situe entre 10 et 20 %.

On s'attendrait, vu qu'on augmente ainsi l'inertie de tout le circuit de chauffage, à ce que la température des locaux varie sensiblement : en fait, les variations enregistrées sont minimales et n'ont pas été ressenties par les abonnés.

— On peut donc réaliser une économie sans diminuer la sensation de confort.

#### *Arrêt de la circulation d'eau chaude*

Pour des raisons de confort, les distributions centrales d'eau chaude sont, dans les immeubles à plusieurs appartements, munies de circulateurs : l'eau chaude jaillit immédiatement du robinet. Mais cette circulation continue est source de déperditions.

L'usine à gaz de Berthoud a procédé à des mesures dans un immeuble de six appartements habité par seize personnes, dont cinq enfants. La chaudière a une puissance de 54 000 kcal/h, le ballon d'eau chaude une capacité de 250 litres.

— Lorsque le circulateur est enclenché, la consommation moyenne d'eau chaude de l'ensemble de l'immeuble est de 990 litres par jour, le rendement d'exploitation moyen de la chaudière de 40,8 %.

— Lorsque le circulateur est déclenché, la consommation d'eau chaude atteint 1200 litres par jour et le rendement d'exploitation moyen de la chaudière passe à 61 %.

— L'économie de gaz est de 30 % lorsque le circulateur est arrêté.

L'augmentation de la consommation d'eau chaude s'explique par le fait que, lorsque le circulateur ne fonc-

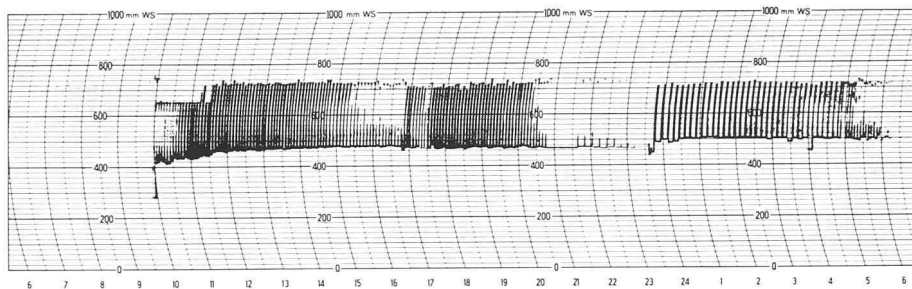


Fig. 2. — Nombre d'allumages du brûleur de la chaudière photographiée à la figure 1 lorsque la sonde est montée sur le départ. Régulation « Zentratherm » type K-WIT-E avec sonde extérieure, asservie à la température de départ, agissant directement sur le brûleur ; température abaissée pendant la nuit ; lorsque l'installation est réglée selon le mode d'emploi, le brûleur s'allume environ 270 fois en 24 heures. Consommation de gaz 35 m<sup>3</sup>/24 h par une température extérieure de -9 à +2°C (mesures effectuées en février/mars 1976 par les services industriels de Berthoud).

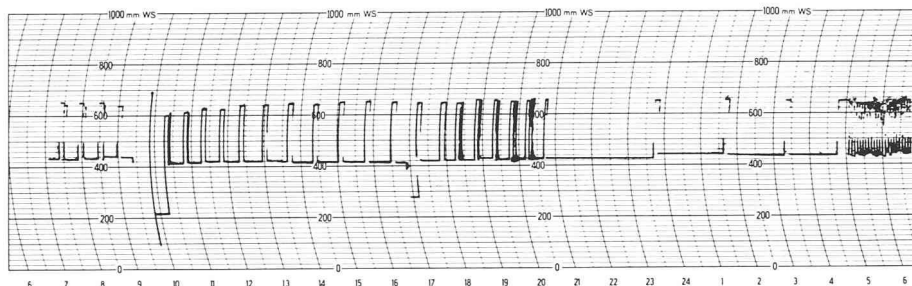


Fig. 3. — Nombre d'allumages du brûleur de la chaudière photographiée à la figure 1 lorsque la sonde est montée sur le retour. Courbe de chauffage déplacée de la position 8,5 sur la position 7. 45 allumages du brûleur en 24 heures, consommation de gaz 22 m<sup>3</sup>/24 h par une température extérieure de -3 à +5°C. Consommation de gaz par jour (moyenne calculée sur un mois) : 26,8 m<sup>3</sup> avec la sonde sur le départ, 19,4 m<sup>3</sup> avec la sonde sur le retour (mesures effectuées en février/mars 1976 par les services industriels de Berthoud).

tionne pas, une certaine quantité d'eau froide s'écoule au début lorsqu'on ouvre le robinet d'eau chaude. Les habitants n'ont toutefois pas remarqué de différence.

Si l'on désire maintenir le confort apporté par le circulateur et ne pas augmenter exagérément la consommation d'eau, on peut déclencher le circulateur pendant la nuit, en installant une minuterie. L'économie de combustible est alors comprise entre 10 et 15 %.

#### 4. Concevoir des installations consommant le moins possible

##### Chauffage individuel

Des enquêtes faites en France et aux Pays-Bas ont prouvé que le chauffage collectif consomme davantage d'énergie que le chauffage individuel (en France, chauffage central

à générateur mural desservant un appartement ; aux Pays-Bas, calorifères à gaz). Les résultats de l'étude française, qui distingue entre plusieurs zones climatiques, donnent à réfléchir (tableau 1).

On aurait donc intérêt, lors de la construction ou de la modernisation d'un immeuble collectif, à prévoir plus souvent un chauffage individuel à gaz, qui présente encore d'autres avantages :

- investissements moindres ;
- meilleure isolation acoustique (il n'y a plus de tuyauteries de chauffage qui transmettent les bruits d'un appartement à l'autre) ;
- chacun règle son chauffage comme il l'entend et paie sa propre consommation.

TABLEAU 1  
Résultats des études du Gaz de France

Région	Type de chauffage (chauffage/eau chaude)	Nombre de cas étudiés	Consommation annuelle moyenne (th/m <sup>2</sup> )	Rapport collectif/individuel
Metz	individuel	29	301	1,39
	collectif	29	419	
Lille	individuel	19	276	1,29
	collectif	27	357	
Lyon	individuel	24	242	1,37
	collectif	9	331	
Nantes	individuel	12	192	1,65
	collectif	10	317	
Toulouse	individuel	10	189	1,60
	collectif	17	303	

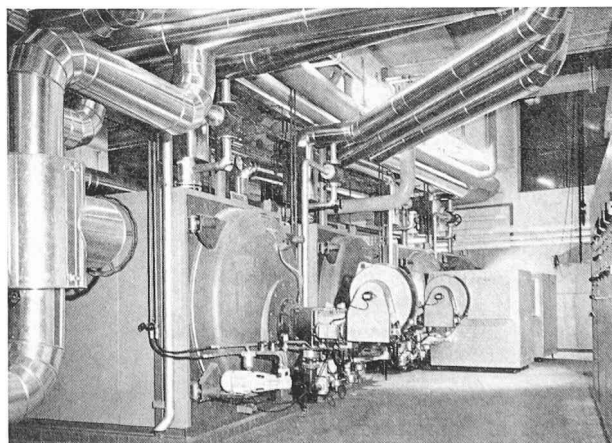


Fig. 4. — Répartition de la puissance sur plusieurs unités : ici, quatre chaudières de 2,5 Gcal/h, brûleurs mixtes gaz/mazout modulant (chaufferie de l'immeuble administratif de Nestlé, à Vevey).

TABLEAU 2

Charge d'une chaufferie comprenant cinq chaudières de 70 000 kcal/h fonctionnant en cascade (étude de la Ruhrgas AG)

Pourcentage de la puissance nominale	Nombre de jours d'exploitation	Pourcentage de la durée d'exploitation
100	6	3
80	19	8
60	118	51
40	52	22
20	37	16
total	232	100

#### Choix de la dimension des chaudières

La puissance des chaudières devrait correspondre le plus exactement possible à la charge à couvrir ; il faut éviter d'installer des capacités de réserve. Mieux vaut, en cas de doute, choisir le plus petit modèle, car les hivers extrêmement rigoureux sont très rares.

Si l'on installe des brûleurs à air soufflé ou mixtes gaz/mazout, leur puissance doit être adaptée à la taille de la chaudière.

Dans les chaufferies importantes, il est recommandé de répartir la puissance de chauffe sur deux ou plusieurs unités fonctionnant en cascade. On évite ainsi de devoir faire trop souvent marcher une chaudière à charge réduite. La figure 4 illustre une chaufferie comprenant plusieurs unités.

En Allemagne, une loi en préparation exigera que les chaufferies d'une puissance supérieure à 215 000 kcal/h (ou même à la moitié seulement de ce chiffre) comprennent plusieurs unités. Une étude de la Ruhrgas AG, Essen, montre l'utilité de cette répartition :

— Une chaufferie de 350 000 kcal/h comprend cinq chaudières d'une puissance unitaire de 70 000 kcal/h, fonctionnant en cascade. Pendant la saison de chauffage, qui s'est étendue sur 232 jours, la charge totale de l'installation a été celle qu'indique le tableau 2.

— Si la chaufferie avait été munie d'une seule chaudière de 350 000 kcal/h, celle-ci aurait fonctionné le plus souvent à charge partielle, avec un rendement amoindri. Dans les grandes chaufferies, il est recommandé de choisir pour l'une des chaudières la puissance nécessaire pour couvrir les besoins d'été (eau chaude).

Les batteries de générateurs muraux à gaz atteignent des rendements d'exploitation de 90 % (fig. 5). Un module, composé de deux générateurs superposés, a une puissance de 70 000 kcal/h. Il existe également des modules à trois générateurs. Ces modules, livrés munis des commandes nécessaires, peuvent être combinés entre eux à volonté par des raccords à brides. Une vanne à trois voies posée sur chaque module empêche l'eau de circuler à travers les éléments froids.

#### Choix des brûleurs

Si des chaudières d'une puissance égale ou supérieure à 100 000 kcal/h sont munies de brûleurs à air soufflé ou de brûleurs mixtes gaz/mazout, le brûleur le plus avantageux à l'achat risque d'être le plus cher à l'usage. Les brûleurs les plus simples fonctionnent en effet par « tout ou rien », d'où une succession fréquente d'allumages et d'extinctions. Chaque allumage est précédé d'un pré-balayage du foyer qui dure 30 secondes et refroidit la chaudière. Des brûleurs à deux allures de chauffe (« tout ou peu ») ou modulateurs ont une puissance qui peut varier

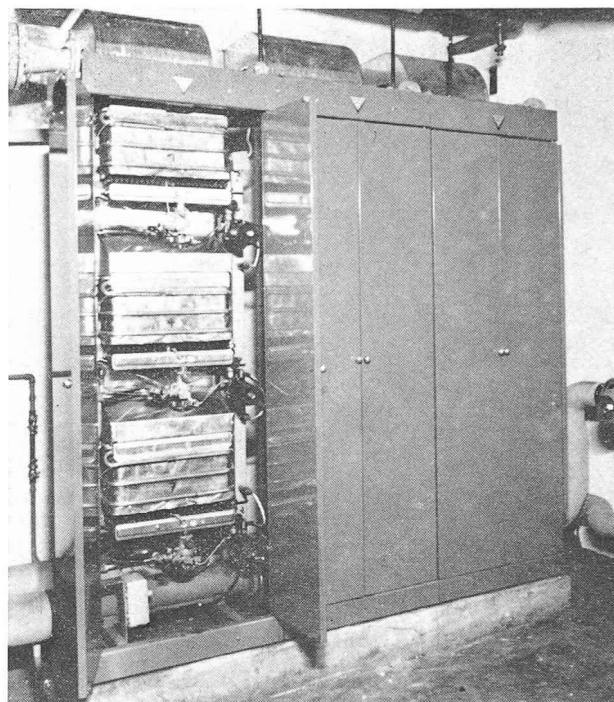


Fig. 5. — Batterie de générateurs muraux, puissance totale 315 000 kcal/h.

dans un rapport de 1 à 4 ou de 1 à 5. Lorsque la charge momentanée est faible, le brûleur marche à allure réduite, ce qui évite de trop fréquents allumages et prébalayages à l'air. En outre, un clapet monté sur l'admission d'air des brûleurs à gaz à air soufflé empêche l'air de s'introduire dans le foyer pendant que le brûleur est à l'arrêt.

Pour les brûleurs mixtes, il suffit de ne régler l'admission d'air en fonction du débit momentané du brûleur que sur la partie gaz, la partie mazout ne fonctionnant généralement — en vertu des contrats de fourniture interruptible — que quelques jours par an, par grands froids.

#### Récupération de la chaleur des produits de combustion

Il existe des dispositifs qui, montés en aval des chaudières d'une puissance supérieure à 200 000 kcal/h, récupèrent une grande partie de la chaleur des produits de combustion (fig. 6). Ces derniers passent alors dans une sorte de laveur à contre-courant qui abaisse leur température jusqu'à leur

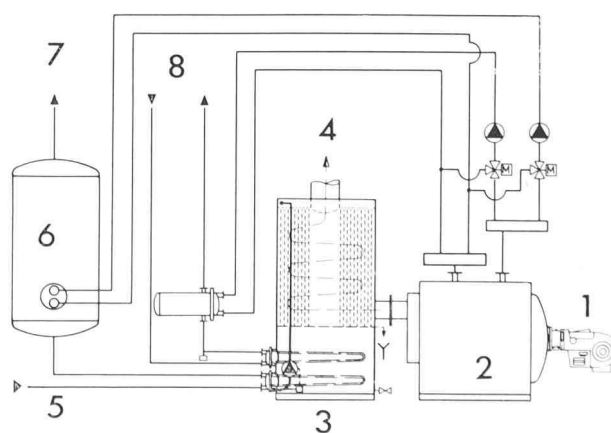


Fig. 6. — Schéma d'un récupérateur refroidissant les produits de combustion jusqu'au-dessous de leur point de rosée.

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| 1 brûleur à gaz | 5 eau froide  |
| 2 chaudière     | 6 chauffe-eau |
| 3 récupérateur  | 7 eau chaude  |
| 4 cheminée      | 8 piscine     |

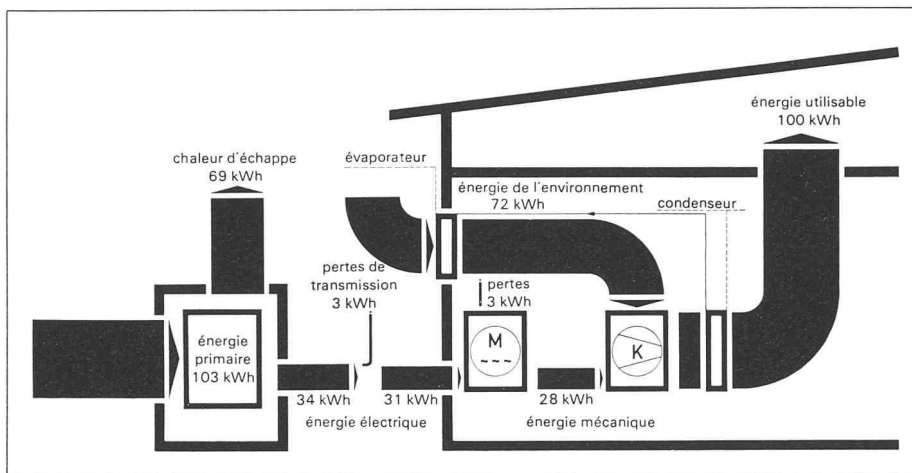


Fig. 7. — Schéma du flux d'énergie d'une pompe à chaleur électrique utilisée pour le chauffage d'un immeuble de 10 appartements (schéma Ruhrgas AG).

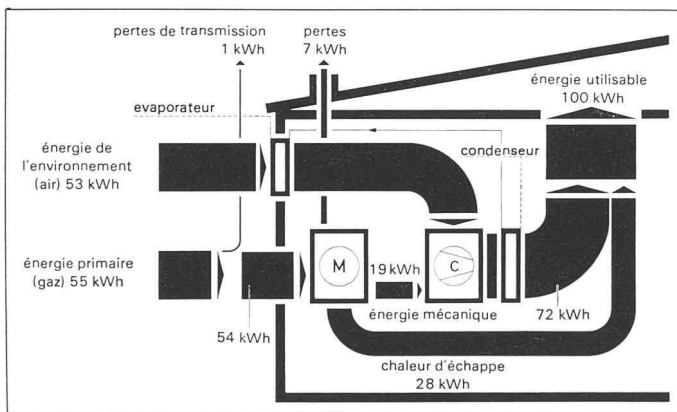


Fig. 8. — Schéma du flux d'énergie d'une pompe à chaleur à gaz (moteur conventionnel) utilisée pour le chauffage d'un immeuble de 10 appartements (schéma Ruhrgas AG).

point de rosée. On obtient ainsi un rendement allant jusqu'à 95 % du pouvoir calorifique supérieur du gaz.

Ces dispositifs ne sont applicables qu'aux produits de combustion du gaz ; si la chaudière peut également fonctionner au mazout, il faut prévoir pour les fumées de celui-ci un conduit évitant le récupérateur de chaleur, car l'anhydride sulfureux contenu dans les fumées du mazout ( $\text{SO}_2$ ) produit en se combinant avec l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) de l'acide sulfureux ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ) extrêmement corrosif. En outre, la pose du dispositif n'a de sens que si l'on peut utiliser la chaleur à basse température ainsi récupérée, par exemple pour une piscine ou pour un chauffage fonctionnant à basse température (par les planchers ou plafonds). L'économie obtenue par rapport à un système conventionnel bien conçu est de 15 à 20 %.

#### Pompes à chaleur à gaz

Lorsque les besoins thermiques d'un immeuble dépassent 200 000 kcal/h, il peut s'avérer avantageux de recourir à la pompe à chaleur à gaz. Le marché offre, dans cette gamme de puissances, des moteurs à gaz éprouvés. La chaleur des gaz d'échappement du moteur pouvant être récupérée, le coefficient de performance de la pompe à chaleur à gaz est nettement supérieur à celui d'une pompe dont le compresseur est entraîné par un moteur électrique. Même lorsque la chaleur est prélevée dans l'air ambiant, l'utilisation de la chaleur des gaz d'échappement réduit l'écart de températures à surmonter et évite de devoir installer un chauffage d'appoint, celui-ci étant en revanche un complément presque obligé de la pompe à chaleur électrique. Cette propriété, jointe à l'économie d'énergie permise par la pompe à chaleur (fig. 7 et 8), rend la pompe à chaleur à gaz concurrentielle quoique le moteur à gaz soit plus cher à l'achat qu'un moteur électrique. Vu que la pompe à chaleur à gaz représente une nouveauté pour

la Suisse, il est recommandé de confier l'étude d'une telle installation à des spécialistes expérimentés.

#### Installations d'énergie totale

Les installations d'énergie totale peuvent s'avérer économiquement intéressantes pour de grands immeubles. Leur principe est le suivant : un moteur ou une turbine à gaz entraîne un alternateur — produisant de l'électricité — et, éventuellement, un compresseur frigorifique. La chaleur des gaz d'échappement est utilisée pour le chauffage et/ou la réfrigération (dans des machines à absorption). Une installation d'énergie totale vient d'être mise en service à l'usine Ciba-Geigy de Monthey. Une seconde, actuellement en construction à Zurich, desservira un immeuble administratif.

### 5. Développer des appareils à gaz économisant l'énergie

#### Accumulateurs d'eau chaude améliorés

Le Gaz de France a commercialisé sur le marché français un accumulateur d'eau chaude (Regent RT 10, fig. 9) amélioré sur nombre de points. Sa capacité est de 100 litres. La puissance du brûleur est de 16 000 kcal/h, mais la consommation d'entretien n'est que de 200 kcal/h.

- La consommation de gaz de cet appareil est inférieure de 20 à 40 % à celle de chauffe-eau à accumulation conventionnels munis de clapet d'évacuation.

#### Caractéristiques de construction

- Corps de chauffe vertical avec vis de turbulence pour améliorer la transmission de chaleur, qui est de 18 000 kcal/h·m<sup>2</sup>.
- Amenée de l'air comburant à partir du haut, à l'intérieur de l'habillage, par effet de thermosiphon. Cette dispo-

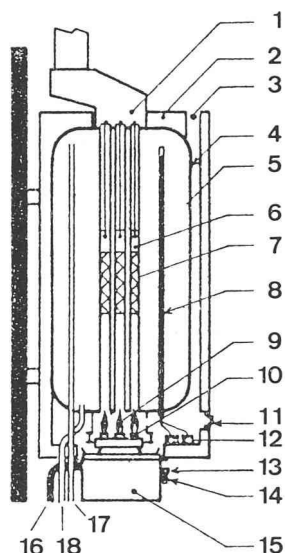


Fig. 9. — Accumulateur d'eau chaude Regent RT 10 : 1) coupe-tirage antirefouleur ; 2) calorifugeage ; 3) amenée d'air comburant ; 4) cuve d'acier ; 5) protection contre la corrosion ; 6) vis de turbulence ; 7) parcours des produits de combustion (échangeur de chaleur) ; 8) sonde thermostatique ; 9) chambre de combustion ; 10) brûleur-jet ; 11) porte de contrôle ; 12) aquastats ; 13) bouton de commande ; 14) allumage piézo-électrique ; 15) bloc régulation-sécurité (avec soupape électromagnétique, dispositif de sécurité, allumage piézo-électrique) ; 16) amenée de gaz ; 17) départ eau chaude ; 18) arrivée eau froide (schéma Gaz de France).

sition réduit les pertes par rayonnement et préchauffe l'air comburant.

- Lorsque le brûleur est en service, l'air est aspiré par convection naturelle et par les pulsations de la flamme. Lorsque le brûleur est éteint, l'effet de thermosiphon cesse et l'air ne circule plus.
- Arrivée d'air séparée pour la veilleuse.

#### Chaudière à gaz à deux services améliorée

Cet appareil, également développé par le Gaz de France, combine les avantages du générateur mural et de la chaudière au sol à ventouse. Sa puissance est de 32 000 kcal/h.

- Le rendement d'exploitation est de 85 % pour le chauffage et de 75 % pour la préparation d'eau chaude, soit 10 à 15 % de plus que dans les appareils courants.

#### Caractéristiques de construction

- Volume tampon de 15 à 30 litres, qui suffit à couvrir une faible demande de chaleur sans qu'il soit nécessaire d'allumer le brûleur ; on peut alors se contenter d'une régulation par tout ou rien.
- Brûleur atmosphérique fonctionnant avec un excès d'air réduit au minimum. Chaleur transmise au corps de chauffe : 85 % du pouvoir calorifique supérieur du gaz.
- Serpentin d'eau chaude immergé dans l'eau du chauffage.
- Circulation des produits de combustion accélérée par un ventilateur qui améliore le coefficient d'échange de chaleur.
- Allumage électrique, ce qui permet de supprimer la veilleuse et les pertes qu'elle provoque.
- Détecteur de flamme à ionisation.
- Habillage soigneusement calorifugé.

#### Chaudière sous vide « Vacotin »

La maison Rohleder, à Stuttgart, travaille actuellement en collaboration avec les techniciens de la Ruhrgas (Dorsten) à mettre au point, à partir d'un brevet dû à une

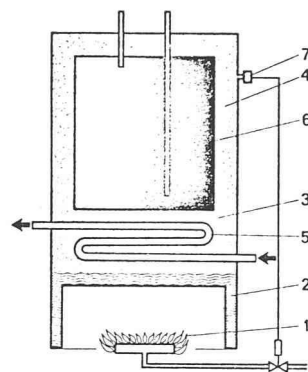


Fig. 10. — Chaudière « Vacotin » : une source de chaleur (1) chauffe une faible quantité de liquide (2) contenue dans un espace sous vide (3) et produit ainsi une vapeur saturante (4) qui transmet sa chaleur en se condensant au contact des parois du serpentin de chauffage (5) et du ballon d'eau chaude (6). La chaudière est en dépression par rapport au milieu ambiant. La commande se trouve en (7) (schéma Ruhrgas AG).

maison zurichoise, une chaudière sous vide dénommée « Vacotin » (fig. 10). Le corps de chauffe est entouré d'un espace sous vide contenant un peu d'eau. Cet espace est chauffé par un brûleur à gaz ; l'eau se vaporise, puis se condense au contact du corps de chauffe. L'espace sous vide assure aussi une bonne isolation thermique.

#### Objectifs des travaux de mise au point

- Réduction du volume d'eau à vaporiser (actuellement 0,4 litre pour 1000 kcal/h), afin de réduire les déperditions calorifiques du foyer.
- Réduction des pertes par rayonnement à 35 kcal/h en tapissant l'intérieur de l'espace sous vide d'un revêtement réfléchissant (principe de la bouteille thermos !).

#### Pompe à chaleur de faible puissance fonctionnant au gaz

Pour des puissances de chauffe égales ou supérieures à 200 000 kcal/h, le marché offre une série d'appareils éprouvés. Mais aucun moteur à gaz de faible puissance n'est actuellement commercialisé. Vu les avantages évidents de la pompe à chaleur à gaz, on travaille dans plusieurs pays à mettre au point de petites unités ; ces recherches sont menées en particulier par l'Institute of Gas Technology de Chicago, par l'Institut de recherche de la Southern California Gas Co., en Italie par Fiat, en Allemagne par un consortium réunissant les sociétés Ruhrgas AG, VW et Audi-NSU.

C'est en Allemagne que les recherches sont les plus avancées. Pour réduire le coût du groupe motocompresseur, le consortium recourt à une solution inédite : au lieu d'utiliser deux machines distinctes, soit un moteur accouplé

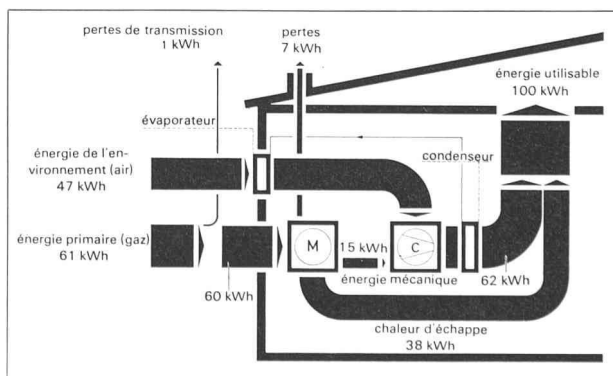


Fig. 11. — Schéma du flux d'énergie d'une pompe à chaleur à gaz (moteur Wankel) utilisée pour le chauffage d'un immeuble de dix appartements (schéma Ruhrgas AG).

à un compresseur, on utilise une moitié des pistons (un piston rotatif pour le moteur Wankel, deux pistons pour le moteur conventionnel) pour l'entraînement et l'autre pour la compression du fluide frigorigène. Les essais portent actuellement sur trois moteurs, le premier dérivé du moteur VW de type « Polo » (puissance de chauffe 20 000 kcal/h), le second du VW « Passat » (60 000 kcal/h) et le troisième étant un moteur Wankel (300 000 kcal/h). Il suffit alors d'adapter des moteurs de série aux conditions créées par l'emploi du gaz comme carburant et aux sujétions d'exploitation d'une pompe à chaleur (fig. 8 et 11). Il s'agit surtout de prolonger la durée de vie des moteurs, qui doit être bien supérieure à celle d'un moteur d'auto. Certaines pièces doivent être réalisées en d'autres matériaux. La combustion propre du gaz contribue cependant à réduire l'usure des moteurs.

Les pompes à chaleur devraient également pouvoir fonctionner en régime air/eau (coefficient de performance autour de 4); on cherche donc à mettre au point un échangeur de chaleur qui ne se givre pas lorsque la température extérieure est inférieure à 0°C. Le dispositif de dégivrage prévu utilise la part non récupérée pour le chauffage de la chaleur des gaz d'échappement.

La Ruhrgas AG étudie par ailleurs, de même que l'Institute of Gas Technology, l'utilisation en pompes à chaleur de machines frigorifiques à absorption de série. Ces machines pourraient également être combinées à un chauffage conventionnel, dont elles amélioreraient le rendement.

Adresse de l'auteur :  
Martin Stadelmann  
Collectivité suisse pour le développement  
du chauffage au gaz  
Grütlistrasse 44  
8027 Zurich

## Bibliographie

**Ventilation des tunnels et des galeries — Projet, exécution, exploitation.** — Conférences de la journée d'étude du 8.4.76 à Berne. — Vol. 14 de la série des publications SIA. Format A4, 95 pages. Edité par GTS/SIA. Prix broché : Fr. 40.—

Cette publication traite des connaissances actuelles relatives à la ventilation pendant la construction et à la ventilation des tunnels routiers. Elle s'adresse aux ingénieurs qui projettent et aux entrepreneurs qui construisent des galeries et des tunnels.

En ce qui concerne la ventilation durant la construction, les auteurs résument les prescriptions CNA concernant le débit d'air et la disposition des canaux. La solution des équations de mouvement pour une conduite perméable est présentée sous forme de nomogramme et permet de calculer les canars sur une base économique et réaliste.

Grâce à une bonne collaboration internationale, où l'apport de la Suisse a été important, des progrès notables ont été réalisés dans l'étude de la ventilation des tunnels routiers, permettant de mieux déceler les facteurs qui influencent le besoin d'air et d'obtenir ainsi un juste dimensionnement de la ventilation des tunnels, compte tenu de l'aspect hygiénique comme des impératifs en matière de technique routière.

### Sommaire :

A. *Ventilation durant la construction*: 1. Neue Richtlinien der SUVA (W. Balli, ing. SUVA). — 2. Zur Dimensionierung der Lüftungsanlagen (Prof. H. Grob, EPF Zurich). — 3. Gasvorkommen im Seelisbergtunnel (Geologischer Aspekt: Dr. T. Schneider, géologue SIA/Sicherheitsmassnahmen: R. Amberg, ing.). — B. *Ventilation des tunnels et des galeries*: 4. Die Berechnung der Lüftung von Strassentunnels, congrès 1975 à Mexico: Dr R. Ruckli, ing. SIA. — 5. Abgas- und Rauchmessungen in Strassentunnels: H. Baumann, ing. — 6. Lüftungssysteme: Dr A. Haerter, ing. SIA. — 7. Optimierung des installations de ventilation: J. P. Thiéry, ing. SIA.

**Analyse de données — Applications et méthodes pratiques**, de A. Henry-Labordère. — Un vol. broché snolin, 16×24 cm, 104 pages, Editions Masson, Paris 1977. Prix : 78 fr. fr.

L'analyse de données est un sujet très actuel et qui sert dans de nombreuses disciplines: marketing, sociologie, sciences de l'ingénieur, médecine, physique expérimentale, dépouillement d'enquêtes.

Ce livre s'adresse aux étudiants et aux utilisateurs. Pour eux, une méthode pédagogique ayant fait ses preuves a été adoptée. Elle permet, entre autres, de traiter en profondeur quelques méthodes particulièrement significatives pour montrer les problèmes et permettre de mieux comprendre le fonctionnement, donc de mieux piloter les programmes d'analyse de données maintenant très répandus.

Des exemples simplifiés complètement traitables sur une calculatrice de poche munie des fonctions mathématiques sont présentés. Dans ces exemples pédagogiques, le réalisme des données, qui sont très nombreuses en pratique et nécessitent un véritable ordinateur, a été sacrifié à leur possibilité de traitement semi-manuel. Le lecteur bénéficiera donc dans son utilisation des programmes d'analyse de données de l'expérience directe qu'il aura acquise en traitant ces miniproblèmes.

### Sommaire :

I. Application de l'analyse de données: 1. Introduction. 2. Exemples de réduction et de visualisation de données. 3. Exemples et principe de la classification de données (typologie). 4. La segmentation de données. 5. Un cas concret. — II. Méthodes pratiques de l'analyse de données: 6. Introduction. 7. Méthodes utilisées pour la visualisation des données. 8. Algorithmes de classification (typologie). 9. Algorithmes de segmentation.

**Mémoires de l'Association Internationale des Ponts et Charpentiers (AIPC).** Vol. 34-II (1974), édité par l'Association internationale des Ponts et Charpentiers, Haldeneggsteig 4, CH-8006 Zurich. — Un volume de 194 pages 170×240 mm, 140 dessins, tableaux et photos. Dix articles dont huit en anglais, un en allemand et un en français, avec leurs résumés en anglais, allemand et français. Prix, broché: Fr. s. 60.— (membres de l'AIPC, 50 fr.).

Ce volume contient dix articles en provenance d'Australie, de Grande-Bretagne, de Hongrie, des Indes, du Japon, de la République fédérale allemande, de Suisse, de Thaïlande et des Etats-Unis.

Un article aborde le problème de la sécurité et du dimensionnement, en se servant d'une simulation sur ordinateur pour l'étude d'un cas précis.

Les neuf autres articles présentent de nouvelles méthodes de calcul ou des nouvelles conceptions pour le dimensionnement d'éléments de ponts et d'autres structures.

### Sommaire :

Blockley D. I. (anglais): Décisions sur les projets structuraux et sécurité. — Buragohain D. N., Agrawal S. B. (anglais): Analyse discrète de systèmes courbes de poutres en té. — Dayaratnam P., Gowda N. T. C. (anglais): Cadres à portique préfabriqués soumis à des charges répétées variables. — Eisenbiegler G., Moutasseb Z. (allemand): Dalles rectangulaires isotropes à épaisseur linéairement variable appuyées sur trois côtés. — El-Gaaly M. A. (anglais): Stabilité de diaphragmes porteurs trapézoïdaux à raidisseurs perpendiculaires. — Matsmoto Y. (anglais): Ponts suspendus à câbles auxiliaires. — Nishino F., Pama R. P., Seng-Lip Lee (anglais): Plaques orthotropes avec raidissements excentriques. — Pulmano V. A. (anglais): Etude sur les ponts à poutres continues en caisson sans cloison transversale. — Szilagy G. (français): Quelques applications de la méthode des bandes finies. — Vinnakota S., Aoshima A. (anglais): Comportement spatial de poutres-colonnes munies de ressorts directionnels et rotationnels.