**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande
**Band:** 86 (1960)
**Heft:** 11: Problèmes actuels de l'industrie gazière

**Artikel:** La station d'essais de la S.S.I.G.E.
**Autor:** Scharpf, André
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-64492

**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:** 02.07.2025

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

**Conclusions**

Les multiples applications du gaz de ville qui viennent d'être énumérées confirment les avantages spécifiques du gaz de ville, forme particulièrement souple d'énergie, pour les processus thermiques. Par le terme général de souplesse, il faut entendre les possibilités suivantes :

— production dès l'allumage, des calories nécessaires, juste à l'endroit voulu ;

— mise en œuvre facile d'une puissance thermique importante ;

— adaptation immédiate, manuelle ou automatique, du débit thermique aux besoins, avec toute la précision souhaitée.

Cette souplesse est particulièrement intéressante dans les emplois intermittents.

La grande variété des applications possibles du gaz, qui va du plus petit chalumeau au four le plus puissant, avec une gamme de températures largement étendue, permet de solutionner pratiquement tous les problèmes thermiques qui se posent. Enfin, la possibilité d'obtenir aussi une qualité d'atmosphère voulue est un critère de choix important.

Dans la conjoncture actuelle, l'automatisation s'impose de plus en plus ; celle des opérations thermiques pose des problèmes souvent plus complexes que les processus mécaniques. En recourant à une énergie souple, facilement adaptable, on simplifiera beaucoup la solution des problèmes qui se posent.

# LA STATION D'ESSAIS DE LA S.S.I.G.E.

par André SCHARPF, ingénieur dipl. E.P.F., Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux, Zurich

Les usines à gaz, groupées dans la Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux (S.S.I.G.E.), ont fondé, en 1930, une Station d'essais, en vue d'améliorer la qualité des appareils à gaz vendus en Suisse et afin de concentrer dans un seul laboratoire les essais destinés à renforcer la sécurité d'exploitation des appareils à gaz. Cette centralisation permettait aussi de décharger les usines à gaz ayant auparavant procédé elles-mêmes aux essais des appareils à admettre dans leurs réseaux de distribution et devait enfin conduire à l'unification des conditions d'homologation des appareils à gaz sur le marché suisse.

Les expériences faites durant les années suivantes permirent alors de préciser les conditions minima auxquelles les appareils à gaz doivent satisfaire pour fonctionner de manière sûre et économique.

L'estampille désignant les appareils qui remplissent les conditions minima fixées par une réglementation fut créée en 1932 *(fig. 1)*. L'art. 1 de cette réglementation en définit le sens comme suit :

« L'estampille a pour but de fournir au consommateur de gaz l'assurance que les appareils munis de ce signe distinctif remplissent bien les conditions techniques minima imposées du point de vue sécurité, durabilité, fonctionnement, solidité, rendement et utilité. »

Par la suite, la réglementation et les conditions de l'estampillage des appareils à gaz par la S.S.I.G.E furent plusieurs fois modifiées. Une revision complète est actuellement en cours.

En comparant, par exemple, une cuisinière fabriquée au début de la guerre à un modèle moderne, la ménagère se rend compte aisément de l'aspect complètement modifié et surtout de la plus grande facilité de nettoyage *(fig. 2)*. Le spécialiste constatera en outre les perfectionnements suivants :

— augmentation de 20 % environ du rendement des brûleurs de cuisson ;
— diminution de la consommation de gaz du four
— régulateur de température du four ;
— régulateur de la pression du gaz ;
— brûleurs réfractaires à la prise à l'injecteur (retour de flamme) ;
— robinets verrouillés empêchant une ouverture accidentelle.

En collaboration avec les fabricants de cuisinières à gaz, la Station d'essais a fourni une importante contribution à la réalisation de ces perfectionnements.

En plus de l'essai et de l'appréciation d'appareils à gaz, la station s'occupe aussi de l'essai du matériel d'installation de gaz et d'eau et, sur demande des usines, le laboratoire chimique de la station procède aussi à l'analyse de produits d'exploitation des usines à gaz. Quelques exemples permettront au lecteur de se faire une idée sur la multiplicité des travaux et méthodes d'essai.

Fig. 1. — Estampille de la S.S.I.G.E.

## Recherches sur la combustion du gaz dans les brûleurs de cuisson

La teneur en monoxyde de carbone (CO) des gaz brûlés constitue un critère de combustion. Les gaz brûlés ne doivent en aucun cas contenir des éléments non brûlés ou incomplètement brûlés. Le gaz imbrûlé contient du CO (CO primaire), mais celui-ci peut aussi se former de façon secondaire par la combustion incomplète de certains composants du gaz, surtout des hydrocarbures lourds.

Les conditions particulières pour la délivrance de l'estampille de la S.S.I.G.E. pour appareils de cuisson à usage domestique contiennent la prescription suivante:

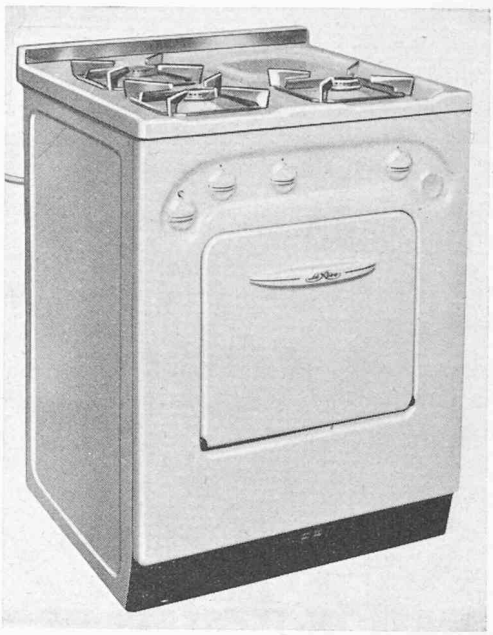

Fig. 2. — Cuisinière d'avant-guerre — Cuisinière moderne.

*« Lorsqu'on emploie une marmite de 40 cm de diamètre, la teneur en oxyde de carbone des gaz brûlés non dilués ne doit en aucun cas dépasser 0,1 % en volume, ceci aussi bien pendant la cuisson à plein feu et à 130 % du débit nominal qu'en veilleuse, et lors de l'utilisation d'un seul ou de tous les feux. »*

Les débits atteignant 130 % du débit nominal peuvent être réalisés, dans certains réseaux de distribution, par une augmentation temporaire de la pression de service (pression passant de 80 à 135 mm C.E.).

Le contrôle se fait comme suit (voir *fig. 3*) :

On recueille les gaz brûlés au moyen d'un récipient disposé autour de la marmite, tout en maintenant entre 40 et 60°C la température à l'intérieur de la marmite. C'est pour de telles températures, en effet, que la teneur en CO des gaz brûlés atteint son maximum. Les gaz brûlés ainsi recueillis sont séchés au moyen de chlorure de calcium, débarrassés de leur teneur en dioxyde de soufre ($SO_2$) au moyen de bicarbonate de sodium, puis amenés à un appareil Draeger doseur de CO. Dans cet appareil, les gaz brûlés, préchauffés à une température constante (eau bouillante) passent à débit constant à travers un catalyseur (oxyde cuivreux et peroxyde de manganèse). Ce dernier provoque la combustion du CO avec l'oxygène (dont la présence dans les gaz brûlés est indispensable), l'augmentation de température qui en résulte étant une mesure de la teneur en CO. Pratiquement, cette augmentation est directement proportionnelle à la teneur en CO. Un tableau d'étalonnage permet donc de déterminer la teneur en CO dans les gaz brûlés dilués à l'air.

Le calcul de la teneur en CO des gaz brûlés exempts d'air peut se faire selon deux méthodes différentes :

*En partant de la teneur en $CO_2$ :*

$$\text{CO exempt d'air} = \text{CO dilué} \cdot \frac{CO_2 \text{ max.}}{CO_2 \text{ dilué}}, \text{ en \% de volume.}$$

La teneur maximum possible en $CO_2$ des gaz brûlés ($CO_2$ max.) est déterminée par l'analyse du gaz imbrûlé, tandis que celle en $CO_2$ est obtenue grâce à l'appareil Orsat.

*En partant de la teneur en $O_2$ :*

$$\text{CO exempt d'air} = \text{CO dilué} \cdot \frac{1}{1 - \frac{O_2}{21}}, \text{ en \% de volume.}$$

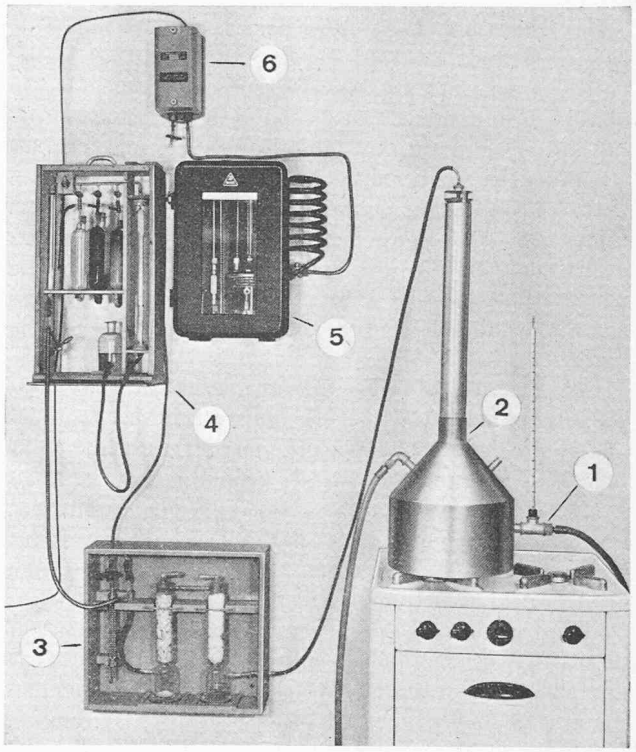


Fig. 3. — Analyse des gaz brûlés.

1. Circulation d'eau.
2. Récipient spécial.
3. Epuration.
4. Appareil Orsat.
5. Indicateur de CO « Draeger ».
6. Pompe aspiratrice.

La teneur en $O_2$ des gaz brûlés dilués est déterminée au moyen de l'appareil Orsat.

Lorsqu'il s'agit d'appareils à gaz munis d'un régulateur de pression, l'essai est fait pour une surcharge de 10 % de la charge nominale. Les variations de la pression en amont du régulateur n'ont qu'une influence minime sur la pression aval *(fig. 4)*.

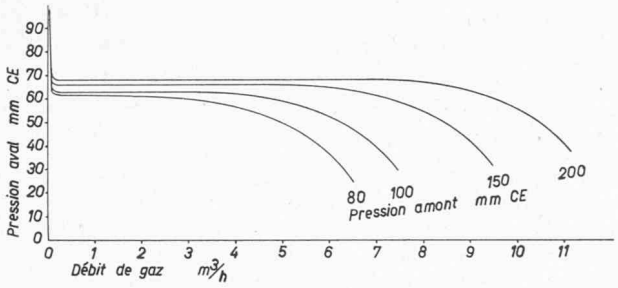


Fig. 4. — Caractéristiques d'un régulateur de pression.

## Appréciation du comportement thermique d'un four chauffé au gaz

La répartition de la chaleur, le rendement et la régulation de la température constituent les trois critères qui déterminent le comportement thermique d'un four.

### *Répartition de la température*

Elle doit être aussi uniforme que possible. La répartition verticale est jugée au moyen de trois thermocouples disposés dans la médiane verticale du four, tandis que la répartition horizontale est contrôlée par l'essai au brunissement de papier. A cet effet, on glisse deux feuilles de papier blanc, à moyenne hauteur, dans le four préchauffé pendant dix minutes. Le degré et la répartition du brunissement des feuilles blanches donnent une image de la répartition des températures.

### *Rendement*

Le rendement peut être influencé par la puissance thermique, la combustion, l'évacuation des gaz brûlés et par le calorifugeage du four. Or, sa détermination ne peut être faite à l'aide des méthodes usuelles, à température constante. En effet, lors de l'emploi ménager pratique du four, la constance de la température n'est atteinte que pendant la seconde moitié de la durée de la cuisson.

Pour cette raison, on introduit un nombre caractéristique, l'« *indice de consommation* » $K$ :

$$K = \frac{Q_1 + Q_2}{V} \quad \text{(en kcal/litre).}$$

où $Q_1$ = quantité de chaleur, en kcal, nécessaire pour élever la température du four de 210°C au-dessus de la température ambiante ;

$Q_2$ = quantité de chaleur en kcal, nécessaire pour maintenir cette température pendant une heure ;

$V$ = volume utile du four en litres, la température du four étant mesurée au moyen d'un thermocouple.

L'indice de consommation du four d'une cuisinière à gaz estampillée ne peut dépasser 40 kcal/litre.

On envisage d'introduire un indice de consommation qui serait indépendant du volume du four. En effet, la plupart des anciens fours offraient le même volume, tandis qu'actuellement les constructeurs tendent à l'augmenter ; si l'on maintenait le même indice, le fabricant aurait la possibilité d'utiliser un calorifugeage moins efficace et le rendement du four serait moindre.

### *Réglage de la température*

Le slogan « automation » s'applique aussi à la cuisine. Les cuisinières à gaz modernes sont munies d'un régulateur automatique de la température du four, et la ménagère est dispensée de la surveillance du mets à cuire.

Ceci exige cependant que la température choisie soit rapidement atteinte et maintenue assez constante, indépendamment des variations éventuelles de la pression du gaz.

L'élément sensible du régulateur de température (thermostat) est généralement liquide, et sa dilatation commande une soupape à gaz, par l'intermédiaire d'un tube capillaire agissant sur une membrane qui règle le débit du gaz *(fig. 5)*.

Il est important que l'élément sensible et le corps du thermostat soient montés à l'endroit le plus approprié. En effet, si l'élément est placé en marge du flux thermique, il répond avec un certain retard qui s'ajoute à celui inhérent à l'inertie, et la température dans le four pourrait alors dépasser sensiblement la valeur affichée *(overshoot)*.

Pour procéder à l'essai d'un thermostat, on a recours à un thermocouple placé au centre du four, les températures correspondant aux différentes positions de la manette étant relevées en fonction du temps. Un tel diagramme est représenté par la *figure 6*.

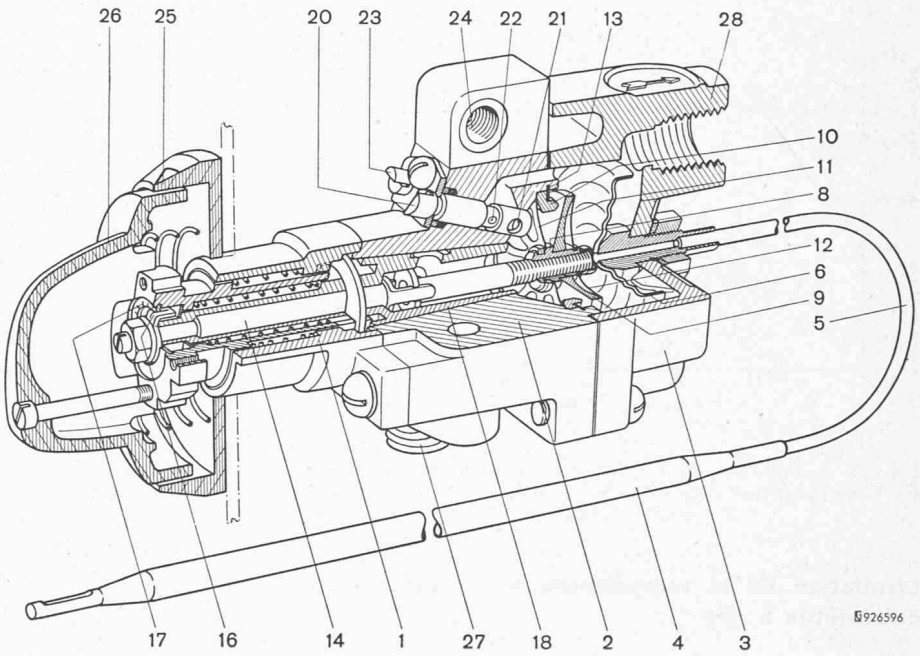


Fig. 5. — Coupe longitudinale d'un régulateur de température.

1, 2, 3. Corps du régulateur.
4. Sonde de température.
5. Capillaire.
6. Membrane.
8. Guidage de la soupape.
9. Soupape.
10. Siège de la soupape.
11. Ressort de rappel.
12. Membrane de surcharge.
13. Clips.
14. Broche de réglage.
16. Index.
17. Echelle de réglage.
18. Boisseau.
20. Boisseau du by-pass.
21. By-pass pour gaz de ville.
22. By-pass pour gaz butane.
23. Boisseau de la flamme pilote.
24. Raccord pour flamme pilote.
25. Anneau gradué.
26. Manette d'ajustement.
27. Entrée gaz.
28. Sortie gaz.

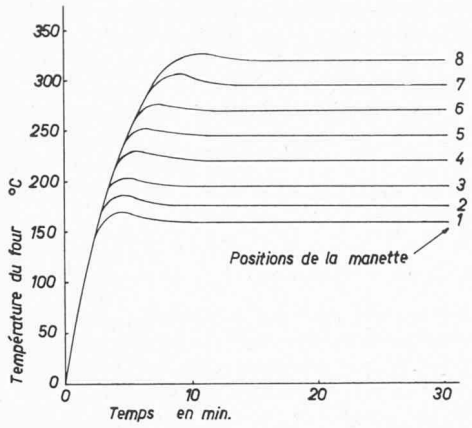


Fig. 6. — Caractéristiques d'un régulateur de température.

Les exigences de la S.S.I.G.E. relatives à la température régnant dans le four peuvent être résumées comme suit :

— dépassement toléré lors de la mise en température : 10°C ;
— variation maximum autour de la valeur de consigne affichée par la manette : ± 10°C ;
— variation maximum résultant d'une variation lente de la pression de service (jusqu'à 230 mm CE) : 10°C *(fig. 7)*.

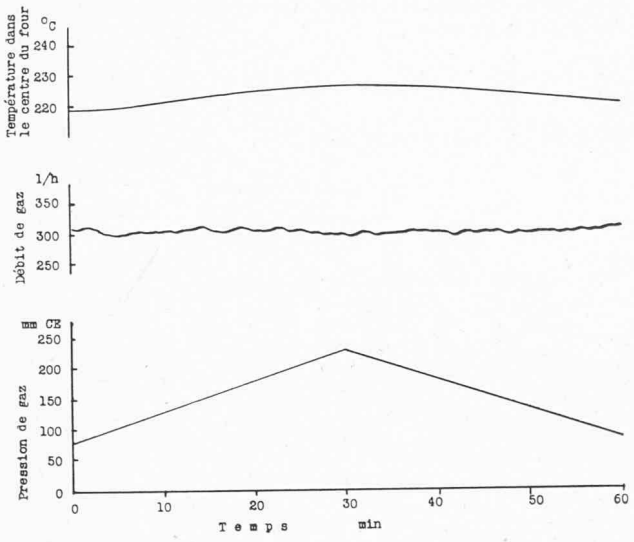


Fig. 7. — Influence de la variation de la pression du gaz sur la température dans le four.

## Limitation de la température à la surface des cuisinières à gaz

Les températures de surface doivent être limitées pour les deux raisons suivantes :

— prévention de brûlures lors de l'emploi de la cuisinière ;
— considérations concernant la protection contre les incendies.

Lorsqu'une cuisinière à gaz est placée contre une paroi en matière inflammable, la température de surface de celle-ci ne doit pas dépasser 100°C.

Le contrôle de la température des manettes se fait, après un certain temps de fonctionnement des différents brûleurs, par application de taches de crayons dits thermocromes, dont la couleur change à une certaine température, ainsi que par des essais pratiques.

Pour déterminer la température superficielle de parois en matière inflammable, on procède comme suit :

Des parois en bois sont montées à la distance de 1 cm des deux côtés de la cuisinière à gaz. Une troisième paroi est montée à l'arrière de l'appareil, à une distance telle que le fonctionnement n'en soit pas entravé. Les trois parois sont enduites de couleur thermocolor N° 25 de la Badische Anilin- & Sodafabrik. Cette couleur, rose à température ordinaire, passe au violet à 55°C, puis au bleu à 85°C. Si des taches bleues d'une certaine étendue se produisent pendant l'essai, celui-ci est répété et l'on procède, au moyen de thermocouples, au repérage de la température la plus élevée.

## Essai des dispositifs de sécurité des appareils à gaz

Les appareils à gaz à commande automatique (chauffe-bains instantanés, chauffe-eau, chaudières de chauffage central, machines à laver, armoires frigorifiques, etc.) doivent être munis d'un dispositif empêchant toute arrivée du gaz en cas de non-allumage. On classe ces dispositifs de sécurité en trois groupes, selon leur mode de fonctionnement :

— *fonctionnement par dilatation thermique*
dilatation thermique d'une baguette métallique ou d'un liquide, déformation d'une plaque métallique ou d'un ressort bimétallique avec action directe sur la soupape.

— *fonctionnement par effet thermo-électrique*
lorsque deux fils de métaux différents sont réunis par soudage aux deux bouts, l'élévation de température de l'un des points de soudure engendre un courant électrique. Ce courant maintient ouverte une soupape magnétique de construction appropriée.

— *fonctionnement basé sur la conductibilité électrique des flammes*
les flammes sont conductrices d'électricité. Pour utiliser cette propriété, on dispose une électrode de chaque côté de la flamme. Lorsque le gaz brûle, le courant électrique transporté d'une électrode à l'autre à travers la flamme maintient ouverte une soupape magnétique, et l'extinction de la flamme en provoque la fermeture immédiate.

Dans la plupart des cas, le dispositif de sécurité ne surveille pas la flamme principale, mais une veilleuse, dont l'extinction provoque l'arrêt de l'arrivée du gaz au brûleur principal. Cette disposition permet de régler le débit du brûleur indépendamment de la veilleuse et du dispositif de sécurité.

Dans un chauffe-eau, par exemple, le thermostat coupe l'alimentation en gaz du brûleur dès que la température de l'eau chaude atteint la valeur fixée. *(fig. 8)*.

Lors de l'essai des dispositifs de sécurité, les points suivants sont à considérer :

1. L'allumage du brûleur principal par la veilleuse doit être en tout cas assuré, même lorsque, par exemple, la pression de service du gaz varie. Cette condition

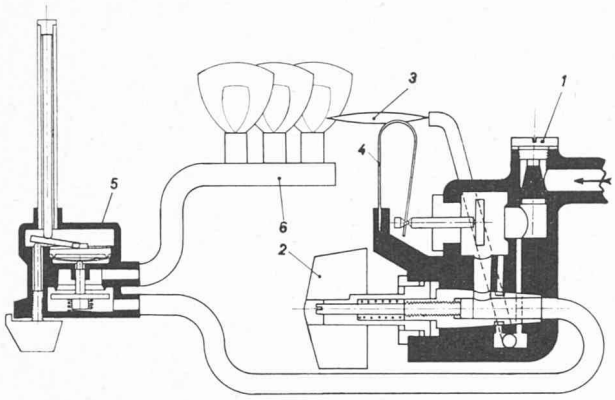


Fig. 8. — Schéma du fonctionnement d'un brûleur à gaz pour chauffe-eau.

1. Filtre.
2. Robinet à gaz.
3. Veilleuse.
4. Dispositif de sécurité bimétallique.
5. Régulateur de température.
6. Brûleur.

est au mieux remplie par la disposition de la *figure 9* : veilleuse — brûleur — dispositif de sécurité.

2. Lors d'un défaut quelconque du dispositif de sécurité, l'arrivée du gaz doit être interrompue (sécurité positive).
3. Le matériel utilisé pour la construction du dispositif de sécurité doit en assurer une longue durée.
4. Le temps nécessaire à l'ouverture de la soupape d'arrivée du gaz doit être aussi court que possible.
5. Le temps de fermeture entre l'extinction de la veilleuse et l'arrêt du gaz au brûleur ne doit pas dépasser 60 secondes, condition qui dépend cependant du genre de brûleur. Pour des appareils industriels à grand débit de gaz, les dispositifs de sécurité à conductibilité électrique de la flamme et à réaction instantanée sont indiqués.

## Contrôle des gaz brûlés des appareils à ventouse

Les appareils dits « à ventouse » (calorifères, chauffe-bains instantanés, chauffe-eau à accumulation, etc.) ont acquis une certaine importance sur le marché suisse au cours de ces dernières années. L'air frais nécessaire à la combustion est amené directement de l'extérieur, à travers la façade, et les gaz brûlés sont évacués de la même façon. La chambre de combustion est complètement étanche par rapport au local chauffé *(fig. 10)*.

Au laboratoire de la Station d'essais, le comportement des appareils à ventouse est vérifié comme suit :

1) *Analyse des gaz brûlés et détermination des pertes de chaleur*

L'analyse des gaz brûlés se fait, de même que pour les brûleurs de cuisson, au moyen de l'appareil Orsat et du doseur de CO Draeger. La teneur en CO des gaz brûlés non dilués ne doit pas dépasser 0,1 % de volume, aussi bien à charge nominale qu'à 30 % de surcharge.

Les pertes de chaleur dans les gaz brûlés se composent d'une part de la chaleur contenue dans les gaz brûlés supposés secs $(Q_1)$, et d'autre part de la chaleur de la vapeur d'eau surchauffée $(Q_2)$ dans les gaz brûlés.

On détermine ces deux quantités de chaleur à l'aide des relations suivantes :

$$Q_1\ (\%) = \frac{V_{CO_2} \cdot 100}{K} \cdot c_1 \cdot (t_2 - t_1) \cdot \frac{100}{PC_i}$$

$$Q_2\ (\%) = \frac{PC_s - PC_i}{r} \cdot c_2 \cdot (t_2 - t_1) \cdot \frac{100}{PC_i}$$

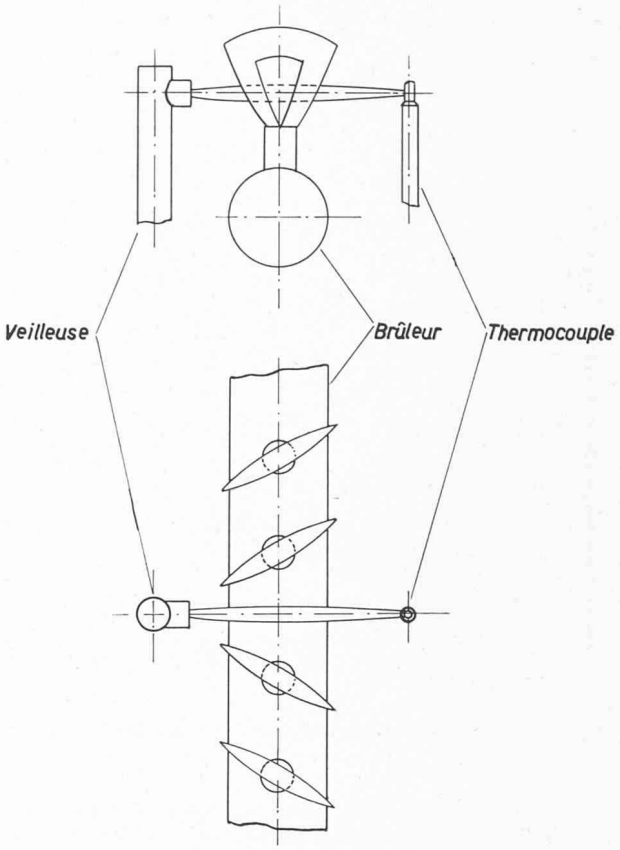


Fig. 9. — Disposition idéale d'une sécurité à thermocouple.

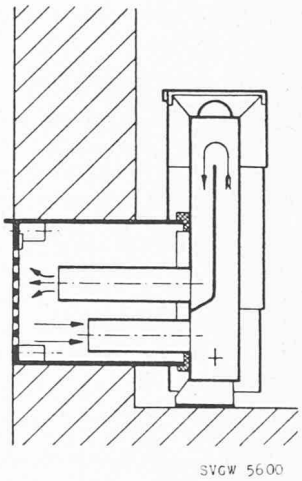


Fig. 10. — Calorifère à ventouse.

où :

$V_{CO_2}$ : volume théorique de $CO_2$ formé lors de la combustion de 1 Nm³ (à 0°C et à 760 mm Hg) de gaz de ville sec.

$K$ : teneur effective en $CO_2$ des gaz brûlés, déterminée par l'analyse.

$c_1$ : chaleur spécifique des gaz brûlés, soit 0,32 kcal/deg. kg à 200°C.

$c_2$ : chaleur spécifique moyenne de la vapeur d'eau surchauffée, soit 0,46 kcal/deg. kg à 200°C.

$t_2$ : température des gaz brûlés.

$t_1$ : température de l'air ambiant.

$PC_i$ : pouvoir calorifique inférieur de 1 Nm³ de gaz de ville.

$PC_s$ : pouvoir calorifique supérieur de 1 Nm³ de gaz de ville.

$r$ : chaleur d'évaporation de l'eau (env. 600 kcal/kg.)

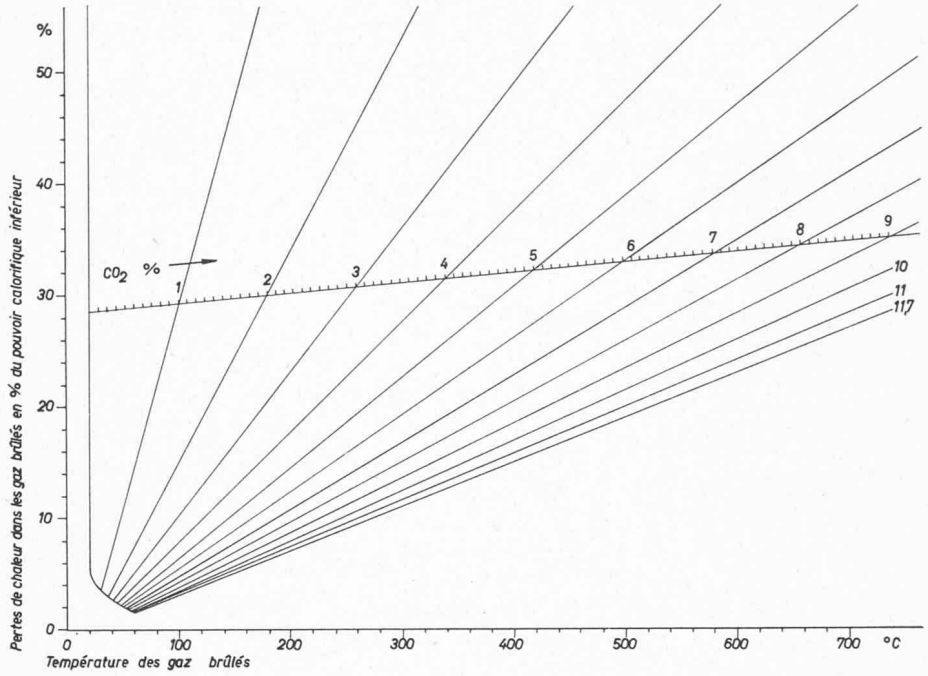


Fig. 11. — Pertes de chaleur dans les gaz brûlés (gaz de ville).

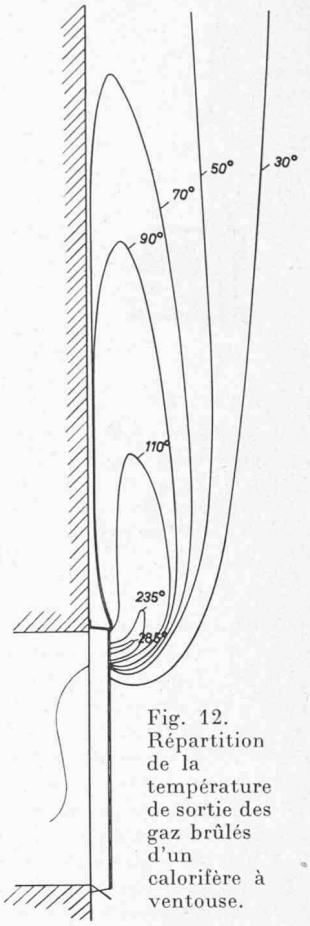


Fig. 12. Répartition de la température de sortie des gaz brûlés d'un calorifère à ventouse.

La *figure 11* indique la perte de chaleur des gaz brûlés pour le gaz de ville du Zurich en fonction de la teneur en $CO_2$ et de la température.

Pour les calorifères, on admet que la chaleur qui ne s'échappe pas avec les gaz brûlés contribue au chauffage du local. La détermination des pertes de chaleur dans les gaz brûlés permet donc le calcul du rendement thermique d'un calorifère.

2) *Influence du vent sur la combustion*

Pour l'essai, l'appareil est monté sur une paroi de bois, la grille d'accès d'air frais et d'évacuation des gaz brûlés se trouvant au ras de cette paroi. On souffle alors de l'air vers la grille au moyen d'un ventilateur de telle manière qu'on obtienne, dès un éloignement de 50 cm, une vitesse homogène de 3 m/sec., cette vitesse étant mesurée à l'aide d'une sonde de Prandtl.

Ce soufflage ne doit pas provoquer l'extinction des flammes dans l'appareil fonctionnant à sa charge nominale, ni une augmentation de la teneur en CO des gaz brûlés au-dessus de 0,1 % de volume.

3) *Répartition de la température à la sortie des gaz brûlés*

A la réception des premiers appareils à ventouse soumis aux essais, certaines craintes furent formulées quant à l'influence des températures élevées sur la paroi extérieure des immeubles. On a alors mesuré les températures de sortie des gaz brûlés. Ces mesures sont représentées dans la *figure 12* sous forme d'isothermes. On remarque que les gaz brûlés chauds se mélangent à l'air ambiant dès leur échappement, si bien que la paroi extérieure de l'immeuble ne risque aucune détérioration.

## Essai des tuyaux de raccordement flexibles à prise de sécurité

Le raccordement des cuisinières à gaz au moyen de tubes métalliques rigides et fixes présente certains inconvénients pratiques du fait que l'appareil ne peut plus être déplacé. Le nettoyage du sol sous la cuisinière et de la paroi à l'arrière de celle-ci s'en trouve entravé. D'autre part, lors d'un déménagement, il faut avoir recours à un installateur ou à un appareilleur pour faire débrancher et réinstaller l'appareil.

On a donc cherché à éluder ces difficultés par des tuyaux flexibles dits de sécurité, dont l'une des extrémités se visse à l'appareil et l'autre se fixe par un raccord de sécurité à une prise de gaz se trouvant au mur, ainsi que le montre la *figure 13*. La prise murale comprend un dispositif de fermeture encastré. Ce n'est que lorsque celui-ci se trouve en position fermée que la fiche peut être enlevée.

Ces tuyaux flexibles de sécurité sont soumis à de nombreux tests par la Station d'essais, entre autres :

— contrôle d'étanchéité effectué sous une pression de 1500 mm C. E.
— essai de tension sous une charge de 20 kg.
— contrôle de débit sous différentes conditions (tuyau plié en boucle ou soumis à une pression mécanique extérieure) ;
— essais d'élasticité ;
— résistance à l'inflammation.

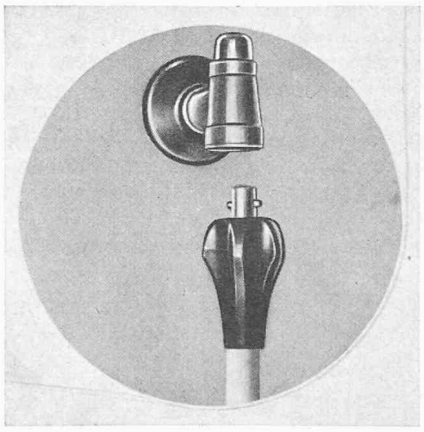

Fig. 13. Raccordement d'une cuisinière à gaz par tuyau flexible de sécurité.