La souillure des toits plats par le chauffage au mazout : causes et remèdes

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Habitation : revue trimestrielle de la section romande de l'Association Suisse pour l'Habitat**

Band (Jahr): **41 (1968)**

Heft 12

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-126582

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

gences des esthéticiens empêchent de réaliser des protections solaires efficaces, d'où de grandes dépenses de conditionnement.

Le Dr Kawagoe, du Centre de recherche du bâtiment de Tokyo, a fait une présentation magistrale des problèmes posés par le feu et présenté une remarquable étude sur le désenfumage des circulations dans les immeubles en feu, étude basée sur le principe du refoulement des fumées par la ventilation.

Le rapport sur la gestion des chantiers, présenté par M.-C. Ugander (Suède), n'a pas apporté d'éléments nouveaux.

Une matinée fut consacrée à la présentation des problèmes assez voisins de la réglementation (par M.-O. Birkeland, du Centre de recherche de Norvège) et de la qualification des matériaux et ouvrages (par M. Blachère, directeur du CSTB); dans les deux cas c'est la satisfaction des exigences qui est à la base des études. Chacun reconnaît que la réglementation exigentielle est l'idéal, mais qu'il faut en rendre l'application facile par l'exposé de solutions-recettes qui sont réputées satisfaire les exigences.

Un débat animé a eu lieu entre Scandinaves et Français sur le rôle des normes et des essais de performance ou fonctionnels. Les Français pensent que, d'une part, il ne faut pas leur donner de caractère réglementaire et que, d'autre part, ils ne permettent pas à chaque utilisateur de porter un jugement sur l'aptitude à l'emploi d'un matériau ou d'un système; c'est pourquoi l'agrément est nécessaire. Il apparaît que les deux points de vue ne sont pas inconciliables.

La construction en pays en voie de développement a donné lieu à des communications de M. Quednan sur la formation des personnels et de M. Mohan, du Centre de recherches de l'Inde, sur les techniques utilisées dans ce pays pour la construction des habitations les plus modestes. Ce sont les techniques très simples, utilisant les matériaux locaux, et réalisables par une main-d'œuvre rapidement formée, qui ont la préférence.

Au cours de son assemblée générale, le CIB a élu président, pour les trois années à venir, M. Gérard Blachère, directeur du CSTB.

Le prochain congrès du CIB aura lieu à Paris en 1971.

La deuxième partie du congrès s'est tenue à Washington les 14 et 15 octobre.

La souillure des toits plats par le chauffage au mazout – causes et remèdes

Ces derniers temps, les propriétaires d'immeubles et les architectes se plaignent de plus en plus de dégâts causés aux bordures en tôle des toits plats et déplorent l'encrassement des cheminées, toitures et façades.

Ces dommages, que l'on a déjà constatés depuis longtemps lors de l'utilisation du chauffage à l'huile lourde, sont dus à la composition du combustible et dépendent de la teneur en soufre et en hydrogène du mazout. Le tableau ci-dessous présente la composition de quelques combustibles usuels pour installations de chauffage.

Combustible	Valeur calorifique kcal/kg.	Carbone %	Hydrogène %	Soufre %	Teneur en soufre pour 10 000 kcal/g.
Bois, env.	3400	44	5	0	0
Coke, env.	7000	86	0,4	0,8	11,5
Anthracite, env.	7600	80	4	1,0	13,2
Mazout EL, env.	10000	87	12	0,5	5,0
Mazout S, env.	9800	85	11	3,0	30,6

Tableau 1

Il en ressort que, pour 10000 kcal., le mazout EL contient moins de la moitié du soufre renfermé dans le coke. Et pourtant nous ne connaissons pas de plaintes relatives à des dégâts de corrosion et des problèmes de pollution dus à l'usage du coke. La cause primaire ne doit pas être recherchée dans le soufre, mais dans la teneur en hydrogène de l'huile de chauffage.

Voici quels phénomènes, à notre avis importants, se produisent pendant la combustion:

Le soufre et l'oxygène de l'air sont convertis en bioxyde de soufre SO_2. Le bioxyde de soufre est un gaz qui, à l'état sec, ne peut pas causer de détériorations. L'hydrogène contenu dans le combustible brûle avec l'oxygène et donne de la vapeur d'eau $2H_2 + O_2 = 2H_2O$, de sorte que la teneur en hydrogène est déterminante dans la formation de vapeur d'eau dans les gaz de fumée. Comme l'indique le tableau 2, il se produit plus d'un kilo d'eau condensée par kilo de mazout EL à la température de 47° C.

Par l'influence de certaines actions catalytiques, une partie de SO_2 est oxydée en SO_3 dans le chauffage au mazout. Le SO_3 possède la désagréable propriété, suivant concentration, de se combiner avec la vapeur d'eau. Il se forme donc des vapeurs d'acide sulfurique (H_2SO_4). Celles-ci élèvent la température du point de rosée des gaz de fumée jusqu'à 160°C environ, suivant concentration; c'est dire que la formation d'un film acide, donc un danger

de corrosion, est probable sur toutes les surfaces accusant une température inférieure à 160°C et se trouvant en contact avec les gaz de fumée.

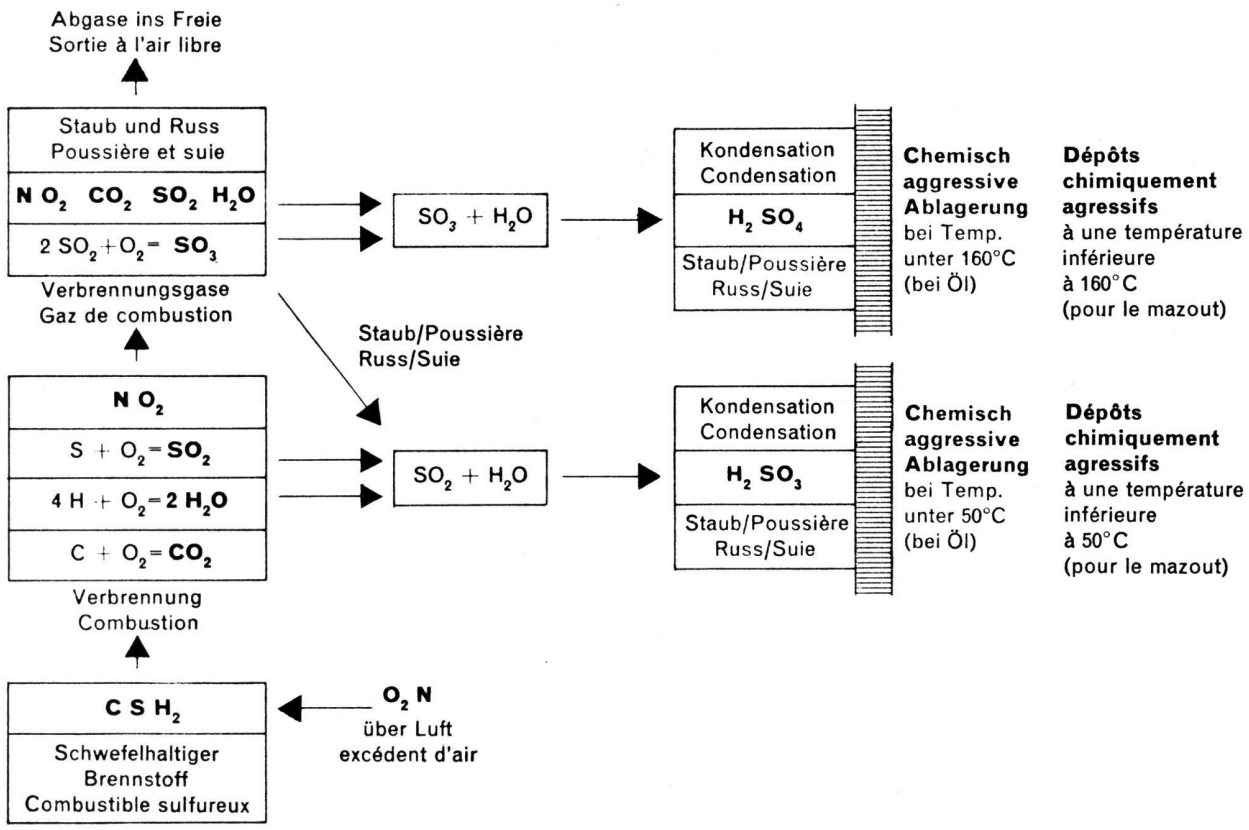
Combustible	Valeur calorifique kcal/kg.	H_2 (hydrogène) %	H_2O (eau) %	Quantité de vapeur d'eau pour 10 000 kcal/kg.	Point de rosée des gaz de fumée env. °C.
Coke	7000	0,4	4	0,25	22
Anthracite	7600	4	4	0,61	32
Mazout EL	10000	12	0	1,14	47

Tableau 2

Les processus décrits brièvement sont représentés graphiquement dans le schéma ci-dessous.
La représentation graphique nous montre que les produits de combustion toujours en présence dans le chauffage au mazout, soit le SO_2, le SO_3, et le H_2O, provoquent, à des températures en dessous de 50°C, un précipité d'humidité acide de formule H_2SO_3, ainsi que de l'acide sulfurique de formule H_2SO_4. Ces acides entraînent des corrosions dans la chaudière et, dans de très nombreux cas, la formation d'un film acide sur les parois de cheminées, d'où les dépôts gluants que l'on constate.
Nous allons examiner de plus près les deux facteurs.

Phénomènes de corrosions et encrassement des toits plats

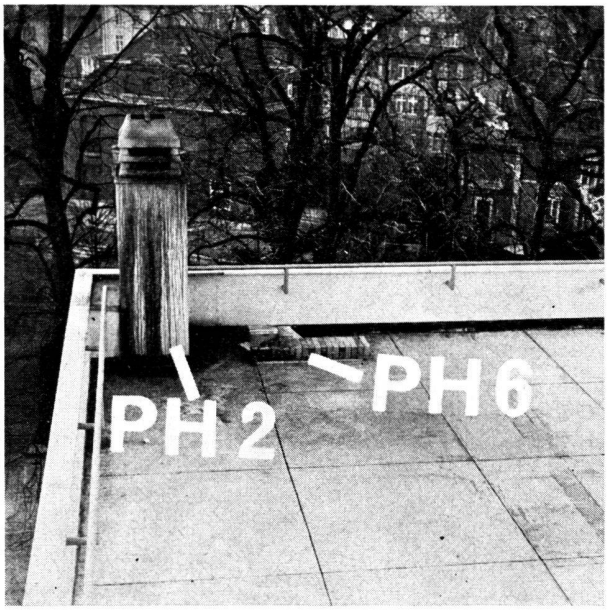
Les dépassements du point de rosée de l'eau dans la chaudière et la cheminée se produisent toujours pendant la période de mise en route du chauffage, mais ne revêtent pas grande importance en raison de leur brève durée. Comme, de plus en plus, les chaudières restent en exploitation à un régime très réduit en été, la chaleur des gaz brûlés ne suffit pas, même si les cheminées sont correctement dimensionnées et si la combustion est parfaite, à



donner à la cheminée et à y maintenir la température requise. Pendant que les brûleurs fonctionnent, la température est constamment inférieure à celle du point de rosée de l'acide sulfurique. Les parois internes de la cheminée deviennent humides et les particules de suie et de saleté contenues dans les gaz de fumée adhèrent aux parois.

Après l'arrêt du chauffage, le tirage de la cheminée apporte sans cesse de l'air dans la chaudière et la cheminée. Cet air se réchauffe et dessèche la surface humide des parois de cheminée. Ainsi, en règle générale, il ne se produit pas de goudronnage de la cheminée. Les particules de saleté desséchées se détachent des parois de cheminée et tombent, en partie, à la base de la cheminée. Les particules tenant encore, quoique faiblement, à la paroi, sont emportées hors de la cheminée à la prochaine mise en route du brûleur. Lorsque les cheminées sont trop basses, ces particules se déposent alors sur les toits plats, les rebords de fenêtres, etc. Le toit prend une couleur brune dans les deux directions principales du vent et les particules acides engendrent, quand le temps est à la pluie, des corrosions aux bordures de toits et appuis de fenêtres.

L'illustration ci-dessous montre clairement les conséquences.



Immeuble à toit plat. La cheminée dépasse de 1 m. 90 la surface de la terrasse. Le toit de l'attique est situé à 2 m. 80 au-dessus de la terrasse. La sortie de cheminée est donc au niveau des fenêtres du logement et les gaz brûlés peuvent s'engouffrer avec le vent dans les chambres.
Les résidus acides ont été lavés par la pluie et ont souillé la face extérieure de la cheminée.

Les souillures sur les faces extérieures de cheminées, la vilaine coloration brune des toits plats, rebords de fenêtres et balcons sont également en connexion avec la formation de résidus acides, mais proviennent encore d'une autre cause. Des recherches approfondies ont révélé que les écailles et la rouille sont expulsées hors de la chaudière et emportées, avec les gaz brûlés, par-dessus le toit, surtout lorsque les chaudières fonctionnent avec une grande vitesse des gaz de fumée. Ces particules sont précisément responsables de la coloration en teinte rouille des éléments de bâtiment précités. Ce phénomène n'est aucunement dû au fait que la chaudière est exposée à un envahissement rapide de la rouille.

Les chaudières en acier, tout spécialement, fabriquées en tôles d'acier ordinaire, se recouvrent au début d'une couche de calamine qui, avec le temps, se détache sous l'effet des fluctuations de température et est emportée vers l'extérieur, comme déjà mentionné. Ainsi que les analyses sérieuses l'ont prouvé, l'épaisseur de la tôle de chaudière ne diminue que de 0,003 mm. par an, pour autant que l'érosion soit régulière. La longévité de la chaudière n'en est donc pas affectée. Les observations faites sur des installations en service ont aussi dévoilé que la plus grande quantité d'oxyde de fer est emportée pendant la première année d'exploitation. La réduction d'épaisseur ne cesse jamais entièrement au cours des années suivantes, car il se produit toujours une certaine corrosion pendant les interruptions de service.

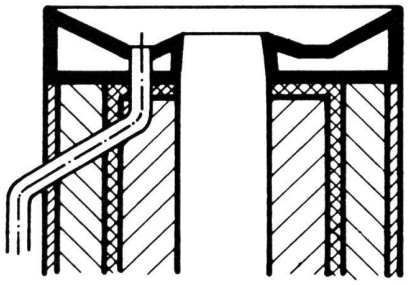
Les phénomènes mentionnés ci-avant sont à l'origine des conséquences précitées en présence d'immeubles à toit plat dont la cheminée est tronçonnée. En revanche, ils ne se manifestent pas sur les toits à deux pentes. Les gaz de fumée sortant de la cheminée sur un toit à deux pentes sont dispersés par le vent dans l'atmosphère alors que, dans le cas du toit plat, les gaz sont rabattus sur l'immeuble. Avec un toit à deux pentes, les particules de suie tombant des gaz de fumée sont lavées, diluées par la pluie, et ne peuvent pas causer de dommage. Même si elles restent sur le toit, elles ne sont pas visibles sur le fond sombre. Mais quelles mesures faudrait-il prendre pour parer à ces phénomènes désagréables sur les toits plats?

1. Les cheminées doivent s'élever suffisamment au-dessus du toit. Ici, la solution technique correcte doit primer l'esthétique. Voici la règle: «La cheminée d'un toit plat doit être assez haute pour dépasser d'un mètre le faîte d'un toit supposé à deux pentes de 30°.» Les souillures de façade peuvent être évitées dans une large mesure si la cheminée est placée autant que possible au milieu de l'immeuble et si l'on tient compte surtout de la direction principale du vent. Les conséquences d'éjections indésirables dans les installations existantes peuvent être généralement atténuées ou même supprimées par les mesures suivantes:

a) en augmentant la hauteur de la cheminée;

b) en modifiant le chapeau de cheminée, afin d'écarter l'eau sale de la paroi de cheminée;

c) en montant un chapeau de cheminée pour diminuer l'éjection indésirable.



Couvercle de cheminée avec collecteur et tuyau d'écoulement.

Il est opportun de rappeler encore une fois que les chaudières exploitées uniquement en hiver devraient être nettoyées à fond et remises en bon état au printemps. La vieille recette consistant à placer dans le foyer un récipient plein de chaux vive empêche la formation de rouille dans la chaudière pendant l'été.

A titre de comparaison, mentionnons ici qu'il semble aujourd'hui parfaitement logique de monter des forêts d'antennes de télévision sur les toits, mais que l'on ne veut généralement pas s'accommoder de cheminées plus hautes!

2. Diminution de la section des cheminées en tenant compte des plus récentes méthodes de calcul et des expériences pratiques. Les types de calcul encore souvent appliqués aujourd'hui ne sont plus valables pour les nouvelles constructions de chaudières, en particulier pour les chaudières modernes à grand rendement. Ces calculs périmés donnent des sections de cheminées beaucoup trop grandes. Pour les chaudières de chauffage à surpression, la vitesse des gaz de fumée devrait atteindre de 5 à 7 m/sec., indépendamment de la hauteur de la cheminée De plus, le type de construction traditionnel des cheminées favorise les phénomènes désagréables que l'on a fréquemment observés ces dernières années. Les difficultés ne sont guère évitables, surtout dans les petites installations pour lesquelles, en partie, les prescriptions de la police du feu imposent des sections minima déjà beaucoup trop grandes. Mais une solution moderne est cependant offerte, qui prévoit l'introduction d'un tuyau en acier dans ces cheminées. Si donc, dans les conditions d'exploitation actuelles, les parois de cheminées ancien type ne dépassent plus jamais le point de rosée, le tuyau métallique, par contre, se réchauffe rapidement par suite de sa faible accumulation de chaleur, de sorte que les conséquences décrites, soit les températures inférieures au point de rosée, la formation de film acide et les dépôts de suie, sont éliminées.

La figure ci-contre montre l'introduction d'un tel tuyau métallique dans une cheminée existante.

3. Dans les bâtiments neufs, il est recommandé d'utiliser des cheminées à faible accumulation de chaleur, afin que leurs parois puissent s'échauffer aussi rapidement que possible. Nous entendons par là des exécutions en briques préfabriquées, d'épaisseur réduite et possédant de bonnes propriétés isolantes. Depuis peu, on adopte aussi avec succès les tuyaux métalliques flexibles précités pour cheminées neuves. Ce genre d'exécution n'est pas nouveau à l'étranger. On y a recours depuis vingt ans déjà, surtout dans les pays d'outre-mer.

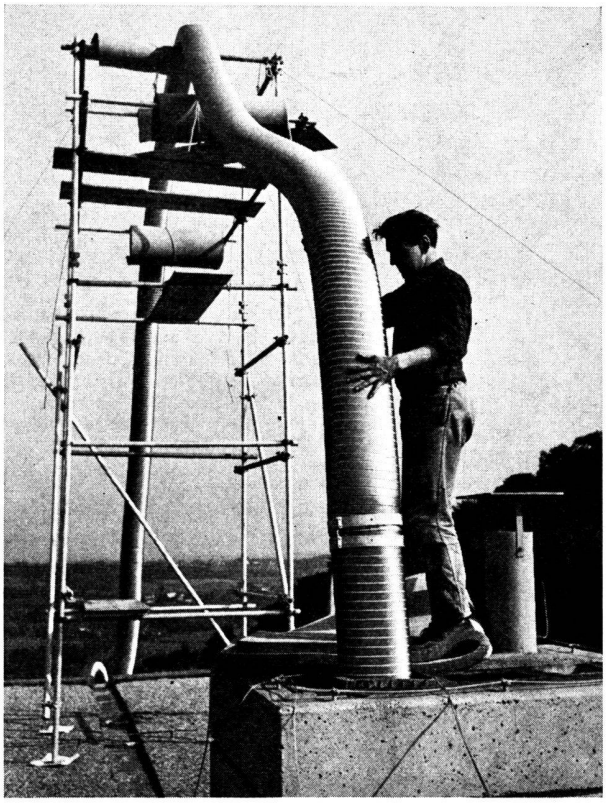
4. Les parois des cheminées doivent être lisses. Il est préférable d'adopter les sections rondes pour les petites cheminées.

5. La forme de l'embouchure de la cheminée mérite une attention spéciale. Les embouchures avec couvercle ne sont généralement pas appropriées, car elles favorisent la souillure des toits plats. Les gaz de fumée doivent pouvoir sortir librement de la cheminée. La quantité d'eau de pluie pénétrant dans une cheminée est, comme l'exemple suivant l'indique, extrêmement faible par rapport à la quantité de vapeur d'eau issue de la combustion:

1 kg. de mazout contient environ 120 g. d'hydrogène (voir tableau 2). A la combustion, cet hydrogène et l'oxygène se combinent, avec apport de chaleur, pour former de la vapeur d'eau $2H_2 + O_2 = 2H_2O$. La combustion de 1 kg. d'hydrogène exige 8 kg. d'oxygène; il en résulte 9 kg. de vapeur d'eau. Par conséquent, 1 kg. de mazout produit 1,08 kg. de vapeur d'eau.

Dans une installation dont la capacité totale est de 500 000 kcal/h., la consommation horaire de mazout atteint 57 kg., ce qui donne 1,08 x 57 = environ 61 kg/h. de vapeur d'eau.

En cas de forte pluie équivalant à une précipitation de 2,21 litres/m² par minute, soit environ 132 litres/m² par heure, une quantité d'eau de pluie de $\frac{132 \times 800}{10\,000}$ = environ



12 litres tomberait dans la partie supérieure ouverte de la cheminée mesurant 800 cm² de section de tirage. Cela ne représente que 20% environ de la quantité d'eau produite par une combustion de même durée.

6. En déterminant la forme d'une embouchure de cheminée, il faut veiller à ce que l'eau de pluie puisse s'écouler vers l'extérieur et s'accumule dans une gouttière, de façon qu'elle ne puisse ni recouler dans la cheminée, ni salir la paroi extérieure de la cheminée. La rigole est munie d'un tuyau d'écoulement qui doit être relié à la gouttière du toit ou à la canalisation. Les couvercles de cheminée avec bec d'égouttement, mais sans rigole d'écoulement, ne sont pas appropriés, car l'eau qui s'en échappe peut souiller les parois de cheminée ou la façade par suite de l'action du vent. L'acier au chrome et le plomb sont les meilleurs matériaux pour rigoles d'écoulement. Les tuyaux en tôle galvanisée ou en cuivre ne conviennent pas, car ces matières sont attaquées par les acides.

7. Comme une éjection de particules corrosives hors de la cheminée ne peut pas être totalement évitée en raison des mazouts actuellement utilisés, les bordures de toit et si possible aussi les appuis de fenêtres devraient être confectionnés en matériau anticorrosif, par exemple en matière plastique ou en tôle d'acier au chrome. La tôle galvanisée et même l'aluman sont attaqués par les dépôts acides. Ils doivent donc être protégés par des peintures appropriées.

8. Les chaudières de chauffage doivent être aussi près que possible de la cheminée. S'il est indispensable de confectionner des traînasses, elles doivent être exécutées en matériau absorbant la chaleur aussi peu que possible, Les tuyaux en tôle d'acier doivent être isolés. A l'introduction dans la cheminée, tenir compte d'un angle de 30° à 60°. Les traînasses doivent être calculées d'après les mêmes directives que les cheminées modernes. Leur grandeur ne peut dépasser celle des cheminées que de 20% tout au plus, afin que les dépôts éventuels ne diminuent pas trop la section. Dans les nouvelles installations, le bas de la cheminée devrait avoir la forme de chambre de colmatage.

9. La pulvérisation de poudre de magnésium dans la flamme permet de neutraliser les particules acides des gaz de fumée, ce qui empêche que la température soit inférieure au point de rosée des acides et élimine les suites négatives de ce phénomène et les corrosions dans la chaudière. Il est vrai, cependant, que l'éjection de poussière est alors augmentée, de sorte que les points ci-avant doivent être observés si l'on applique ce procédé.

La coloration brune des toits, due à l'oxyde de fer emporté hors de la cheminée, ne peut pas être annihilée par l'utilisation de poudre d'oxyde de magnésium.

Il serait très souhaitable et pratique de pouvoir simplement verser un additif dans le mazout afin de neutraliser le soufre et d'empêcher simultanément tous les autres désagréments. Il existe bien des additifs capables de supprimer, par exemple, la formation de boue dans le mazout, la corrosion dans les citernes, en outre de désagréger les émulsions. Aucun de ces agents ne peut cependant neutraliser le soufre dans le mazout ou les produits de combustion. En ce qui concerne l'éjection de particules acides de suie et de saleté hors de la cheminée, les additifs que nous connaissons jusqu'ici n'ont aucun effet.

10. Dans les installations existantes, il est possible, par le montage ultérieur d'un dessus spécial, d'obtenir dans une large mesure la séparation des particules de saleté sortant de la cheminée. Suivant les circonstances, une élévation de la cheminée, par exemple par montage de tuyaux, assure déjà une amélioration notable.

11. Dans les installations qui fonctionnent seulement en hiver, les chaudières doivent être nettoyées à fond, éventuellement neutralisées à l'aide de produits adéquats de conservation, pour prévenir toute formation de rouille pendant l'été.

Qu'il soit dit, pour terminer, que les éjections indésirables hors des cheminées sont en bonne partie évitables si l'on observe les points précédents dès l'établissement des plans. Le SWKI (Association suisse des ingénieurs spécialistes en thermique et climatisation; fabricants de chaudières et brûleurs à mazout) s'efforce d'informer dans le sens utile les autorités de la police du feu ainsi que l'Association intercantonale des compagnies d'assurance incendie en vue d'obtenir que les prescriptions officielles soient adaptées aux nouveaux principes et expériences. Nous aimerions encore souligner que les indications précédentes se rapportent à des chaudières moyennes et grandes, les petites installations et cheminées de maison devant éventuellement être considérées sur la base d'autres critères. Quoi qu'il en soit, les présentes données sont aussi applicables aux petites installations, qu'il s'agisse de chaudières en fonte ou en acier.

Le présent exposé a été élaboré en commun par MM. Marci, de la Maison YGNIS, Lucerne; Ungricht, de la Maison ELCO, Zurich; Nassenstein, de la Maison HOVAL, Feldmeilen, et Schillig, de la Maison OERTLI, Dübendorf.

Littérature

HOVAL-Herzog SA, Feldmeilen	Directives pour l'aménagement des chaufferies
Klöckner-Oertli Information	Bulletin N° 3/66
K. Schillig, Oertli SA, Dübendorf	Le chauffage au mazout pour immeubles à toit plat
K. Schillig, Oertli SA, Dübendorf	Les phénomènes de corrosion des chaudières de chauffage central et leurs suites
YGNIS-Kessel AG, Lucerne	Suggestion pour la planification et l'exécution de centrales de chauffage