

SEPTIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DU CHAUFFAGE, DE LA VENTILATION ET DU CONDITIONNEMENT

SEPTEMBRE 1947

COMMUNICATION DE M. VICARD

Recyclage dans les calorifères

Le recyclage, dont nous connaissons tout l'intérêt pour les chaudières, est aussi un facteur de perfectionnement important pour les calorifères.

D'une manière générale, on peut dire de ces appareils qu'ils avaient été quelque peu abandonnés, les recherches entreprises sur la combustion et les perfectionnements obtenus n'étant appliqués qu'aux chaudières.

Le calorifère ne méritait pas cet abandon car il est bien le générateur le plus rationnel pour la production d'air chaud et si le fluide intermédiaire, vapeur ou eau, est parfois nécessaire, cette sujétion est onéreuse et gênante en raison notamment du risque de gel.

Dans le cadre du recyclage, notre intention est de préciser plusieurs applications au calorifère.

Considérons schématiquement le calorifère comme formé par l'assemblage d'une chambre de combustion productrice de gaz chaud et d'un échangeur transmettant à l'air froid, par conduction à travers une paroi étanche la chaleur des gaz chauds et voyons si le recyclage dans l'échangeur peut être envisagé.

Signalons d'abord une faiblesse du calorifère par rapport à la chaudière: cette faiblesse réside dans les conditions d'échange entre gaz et air, très différentes de celles qui existent entre gaz et eau dans la chaudière : plus exactement dans la valeur du coefficient de convection entre fluide chauffé et paroi de l'échangeur, très faible pour l'air, très élevé pour l'eau. Le rapport entre ces deux valeurs est en effet de l'ordre de 1 à 100.

Si nous calculons la température de la paroi de l'échangeur dans les deux cas, nous constatons que, pour le calorifère, sa valeur est sensiblement la moyenne arithmétique des températures des deux fluides tandis que, pour la chaudière, elle est presque égale à la température de l'eau.

C'est donc pour l'échangeur du calorifère une température de l'ordre de 5 à 600° dans la partie la plus exposée et c'est cela qui fut catastrophique pour ce genre de générateur.

Il est intéressant de voir comment on a essayé dans le passé de remédier à cet inconvénient et comment on peut y remédier actuellement.

On a tout d'abord essayé de réduire la température des gaz chauds en augmentant l'excès d'air comburant. C'est là un pis-aller et assurément une très mauvaise solution puisqu'elle provoque une baisse de rendement.

On a ensuite cherché l'abaissement de température de l'échangeur en augmentant la convection côté air par une circulation forcée de cet air au moyen d'un ventilateur dans un circuit allongé et de section réduite.

Cette solution demeure insuffisante et ne résout pas le problème.

Première application.

Le recyclage apporte une sensible amélioration et permettrait même à lui seul d'obtenir pour l'échangeur une température acceptable.

Par recyclage des gaz refroidis mélangés aux gaz chauds, est mis en circulation forcée dans l'échangeur un débit de gaz bien supérieur à celui de la combustion.

En supposant la température de l'air constante et l'échangeur proportionné pour que les coefficients d'échange côté air et côté gaz soient égaux et ne varient pas, nous pouvons déterminer la variation de la

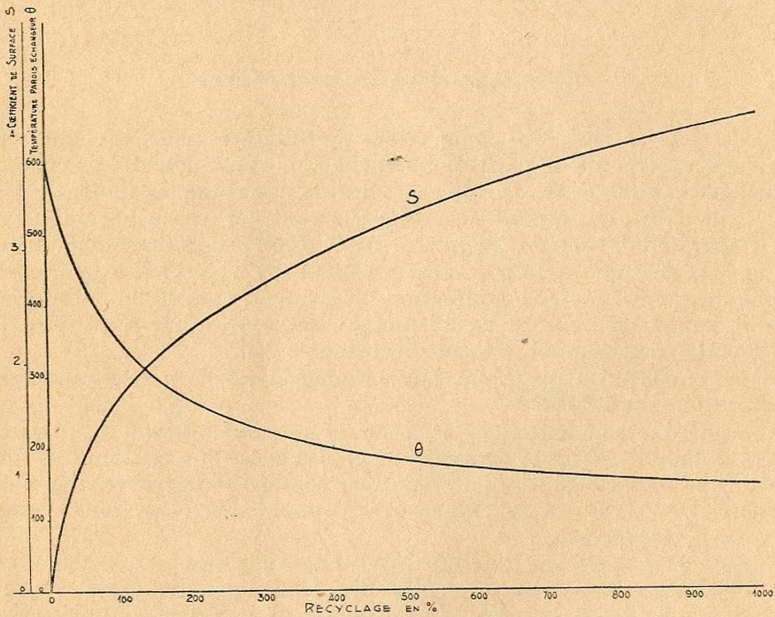


FIG. 1

température de l'échangeur en fonction du recyclage exprimé en poids par rapport aux gaz chauds de combustion et obtenir une courbe telle que la courbe fig. 1.

Mais le flux de chaleur égal au produit ($K S \Delta t$) diminuant proportionnellement à Δt il faut en compensation augmenter S et cela conduit à un échangeur important.

La courbe S (fig. 1) exprime en fonction du recyclage l'augmentation de surface de l'échangeur.

La puissance absorbée par le ventilateur sensiblement proportionnelle au recyclage entre aussi en ligne de compte.

Si ce perfectionnement apporte une amélioration sensible, il correspond à un appareil lourd et coûteux.

Deuxième application.

Le rendement du calorifère dépend en premier lieu de la combustion. Lorsque celle-ci s'opère complètement et sans excès d'air, la température dans la chambre de combustion (non refroidie par les parois froides comme dans une chaudière) atteint une valeur très élevée, trop élevée pour la tenue de ses parois, trop élevée même pour la combustion.

Le recyclage permet de conserver ce régime optimum de combustion en limitant la température à la valeur souhaitée.

Il peut être réalisé, soit par circulation des gaz refroidis autour des parois de la chambre, soit par introduction de ceux-ci dans la chambre même.

Dans ce dernier cas, on peut prévoir l'évolution de la température en fonction du recyclage. C'est ce qu'indique la figure 2 pour un régime

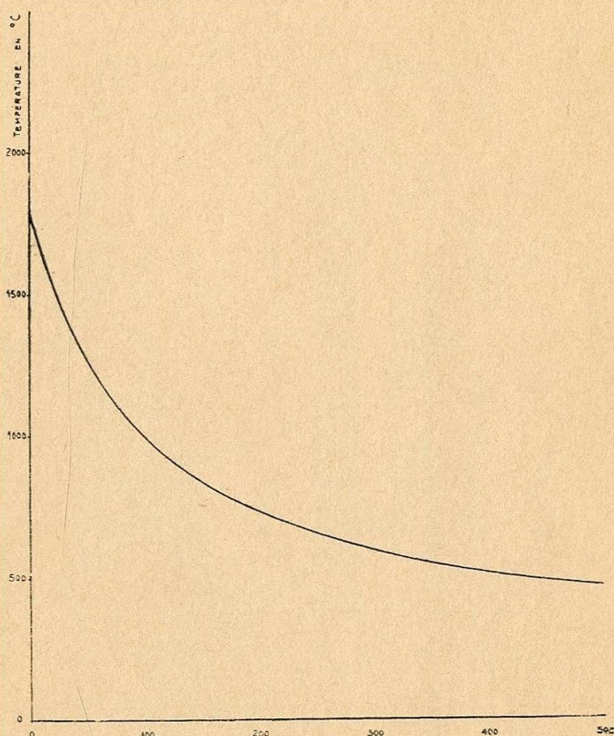


FIG. 2

de combustion donné pour lequel un recyclage compris entre 100 et 200 % permet de limiter la température entre 800 et 1.000°.

Il est tout indiqué de combiner ces deux applications du recyclage et nous les trouvons jointes à d'autres perfectionnements dans un calorifère de conception moderne.

Troisième application.

Dans le cas de calorifère utilisant des combustibles solides à un régime de combustion à haut rendement correspond une température très élevée de la couche de combustible en ignition, d'où risque de formation de mâchefers.

Le recyclage, par mélange préalable de gaz refroidis, avec l'air comburant primaire permet de limiter la température de la couche à une valeur immédiatement inférieure à celle de fusibilité des cendres.

Bien que la température initiale du mélange soit plus élevée que celle de l'air seul puisqu'il y a en fait préchauffage, la valeur finale maximum des gaz chauds dans la couche de combustible (température qui seule



compte au point de vue scorification) est sensiblement réduite, la chaleur de combustion étant absorbée par une masse de gaz plus considérable.

Bien entendu, pour que la combustion reste bonne, il ne faut pas pousser trop loin ce recyclage.

La figure 3 précise pour un cas donné la variation de cette température en fonction du recyclage exprimé en poids par rapport au gaz de combustion.

Un autre mode d'application est le retour des gaz refroidis à travers

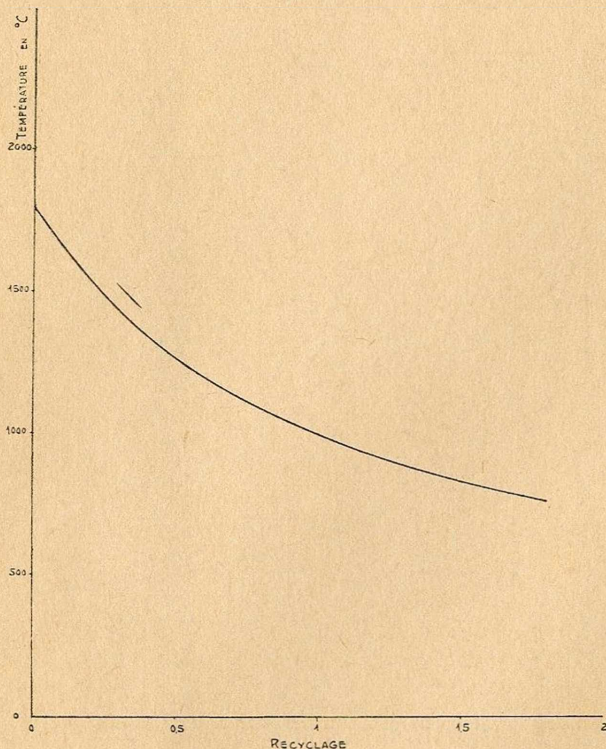


FIG. 3

le combustible frais à l'entrée de la grille, entre la grille et sa trémie d'alimentation.

Ce retour sèche le combustible avant inflammation et disons-le sans insister et sans l'affirmer, peut-être aussi facilite la combustion des matières volatiles.

En tous cas, il constitue un barrage efficace empêchant le feu de gagner la trémie.

Nous ne nous étendons pas plus longtemps sur les applications du recyclage dans les calorifères. Cependant, nous n'avons parlé que du recyclage « en parallèle ».

Il reste à signaler en terminant un cas de recyclage « en série » très intéressant puisqu'il correspond à une circulation naturelle des gaz, n'exigeant aucun ventilateur, ce qui paraît paradoxal pour un recyclage. La figure 4 précise schématiquement cette solution, objet d'un brevet récent.

Les gaz chauds s'élèvent et redescendent dans un premier échangeur; refroidis par ce premier cycle, ils reviennent derrière la chambre de combustion au contact de sa paroi métallique de fond.

Celle-ci réchauffe le gaz tout en refroidissant la chambre. Le gaz réchauffé s'élève dans un deuxième échangeur puis s'échappe à la cheminée après avoir accompli un deuxième cycle.

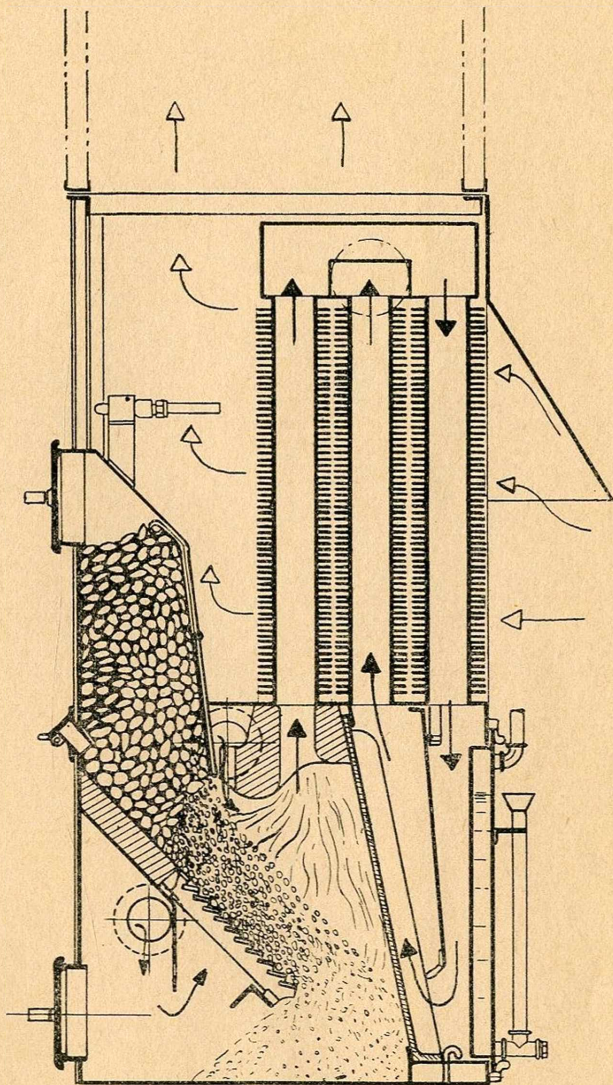


FIG. 4

Bien qu'un peu particulier, cet effet de recyclage n'en est pas moins réel.

Remarquons que, non seulement se trouvent réalisés successivement avec le même gaz deux cycles de chauffage, mais qu'il se produit aussi une ré-accelération du gaz entre les deux cycles. L'effet de tirage de chaque cycle s'ajoute à celui de l'autre ce qui permet de fonctionner avec une cheminée de faible hauteur.

Nous espérons que, malgré sa brièveté, cet exposé aura suffisamment attiré l'attention sur le facteur très efficace de perfectionnement qu'est le recyclage dans le calorifère.

