

B) Du rendement des surfaces de chauffe (r_s). Ce rendement est d'autant plus élevé que les pertes par chaleur sensible des fumées sont plus réduites. Il est à peu près indépendant de l'allure de combustion et dépend peu des dimensions de la chaudière si celle-ci ne s'écarte pas trop des dispositions classiques (il dépend aussi de la chaleur transmise à l'air par les parois) (*fig. 1 bis*).

En définitive le rendement thermique r_t qui est égal au produit de r_c par r_s décroît linéairement en fonction du taux de combustion puisque sa décroissance est à peu près due uniquement à celle de r_c (*fig. 1 bis*).

Pour les chaudières modernes de locomotives, on a :

$$\begin{aligned} r_t &= 65 \text{ à } 80 \% \text{ dans la zone d'utilisation courante} \\ &= 40 \text{ à } 50 \% \text{ vers le plafond de vaporisation.} \end{aligned}$$

7° Poids de combustible brûlé par m² de surface de grille et par heure

Dans les locomotives, la combustion est très active; alors que dans les chaudières industrielles la consommation de houille varie de 50 à 100 kg. par mètre carré et par heure, on se tient couramment pour les locomotives à un taux de 300 kg. par heure et par mètre carré; le taux de 1.000 kg. correspond à une allure très poussée et celui de 200 kg. à une allure faible. Avec un stocker, on peut atteindre 1.500 kg. avec un rendement thermique chaudière de 45 %.

Il faut observer que dans les locomotives, la chambre de combustion (1) a un faible volume en égard à la puissance demandée.

8° Calcul de la surface de la grille

Soient : V : le poids d'eau à vaporiser par heure,
 r_t : le rendement thermique chaudière,
 pc : le pouvoir calorifique du combustible,
 p : le poids de charbon brûlé par m² et par heure,
 s : la surface de la grille,
 x : le pouvoir vaporisateur du combustible.

$$\text{On a : } V = x p s \text{ d'où } s = \frac{V}{xp}$$

Dans cette expression, on peut remplacer x par sa valeur :

$$x = r_t \frac{pc}{\lambda - t}$$

La surface de grille est le facteur dominant, comme on le voit dans la formule ci-dessus, qui conditionne la puissance de la chaudière.

9° Puissance de vaporisation d'une chaudière (Wkg/heure)

Plusieurs formules empiriques ont été proposées pour calculer directement la puissance d'une chaudière en fonction de la surface de grille et des surfaces de chauffe directe et indirecte.

La plus simple est celle de M. Nadal : $W = 4000 G$ où W est le nombre de kg. d'eau vaporisés en une heure et G la surface de la grille (facteur dominant) en m².

(1) Ici, la chambre de combustion désigne le foyer proprement dit, c'est-à-dire le volume où s'opère la combustion. Nous verrons plus loin que l'expression « chambre de combustion » s'applique plus spécialement au prolongement du foyer à l'intérieur du corps cylindrique, dispositif réalisé sur certaines machines, pour parfaire la combustion des gaz.

En fait, le coefficient d'environ 4000 est trop faible pour les machines à chargements et échappements perfectionnés. Il faut alors prendre :

$$W = 5000 \text{ à } 6000 \text{ G.}$$

Pour construire une chaudière de puissance donnée, il faut donc la munir d'une grille dont la surface peut être évaluée approximativement par cette formule. La production des chaudières de machines modernes en France est de l'ordre de 20.000 à 25.000 kg.-heure.

Le tableau ci-dessous donne les surfaces de grilles des chaudières de quelques machines de la Région.

SÉRIES de locomotives	SURFACE de grille	SÉRIES de locomotives	SURFACE de grille
030 - C	1,41	231 - C-D-E-F-G-H-J	4,27
131 - TA	2,52	241 - A	4,43
141 - TD	2,80	140 - B	3,03
220 - B	2,40	141 - B et G	3,80
221 - A	3,10	150 - A	3,25
230 - F	2,80	141 - P	4,28
230 - G	3,10	141 - R	5,16

La figure 1 bis montre comment varient en fonction du taux de combustion en kg. par m² et par heure les rendements de la chaudière et la puissance de vaporisation de la chaudière. On remarquera que le plafond de vaporisation est atteint (point M) lorsque *rt* est tombé à la moitié de sa valeur maximum, au delà toute quantité de charbon introduite dans le foyer est consommée en pure perte (1).

1° Provenance des charbons utilisés à la S.N.C.F.

Le charbon est une roche sédimentaire d'origine organique résultant de la décomposition des végétaux enfouis dans le sous-sol depuis des millions d'années.

La S.N.C.F. en consomme environ 9 millions de tonnes par an dont la plus grande partie, environ les 2/3, provient des gisements houillers français; ces gisements sont les suivants :

- Bassin du Nord et du Pas-de-Calais (le plus important).
- Bassin de la Moselle.
- Bassin de la Loire.
- Bassin de Bourgogne et du Nivernais.
- Bassin du Gard et de l'Hérault.
- Bassin du Tarn et de l'Aveyron.
- Bassin du Bourbonnais.
- Bassin de l'Auvergne.
- Bassin des Vosges, des Alpes, de la Creuse et de l'Ouest de faible importance.

Pour assurer la totalité de ses besoins, la S.N.C.F. doit recevoir des charbons de l'étranger; avant guerre l'Angleterre, l'Allemagne et la Belgique fournissaient l'appoint nécessaire. Actuellement, la S.N.C.F. ne reçoit pratiquement de l'étranger, que des charbons américains.

La S.N.C.F. reçoit des charbons de différentes natures et de différentes sortes; les natures de charbons diffèrent entre elles par leurs caractéristiques chimiques et les sortes par leur calibrage ou dimensions.

(1) Voir note de M. Conte (numéro janvier et février 1923 de la Revue Générale des Chemins de fer) condensant des informations sur l'étude expérimentale de la chaudière locomotive.

11° Caractéristiques chimiques

A l'analyse au laboratoire les charbons révèlent les composants suivants :

a) Humidité.

La teneur en eau constitutionnelle du charbon est généralement faible; elle est de l'ordre de 2 % dans le Bassin du Nord et du Pas-de-Calais; cependant le charbon peut comporter une bien plus forte teneur en eau du fait du traitement qu'il a subi pour en améliorer la qualité (lavage); dans ce cas, la S.N.C.F. a fixé une teneur maximum en eau, au-dessus de laquelle il y a compensation, généralement sur factures.

La teneur en eau d'un charbon se détermine à l'étuve à la température de 100°.

b) Matières volatiles.

Lorsqu'on chauffe entre 900 et 1000° du charbon placé dans un creuset de porcelaine fermé par un couvercle, il se dégage, au cours de cette distillation en vase clos, des gaz qu'on appelle matières volatiles.

Une partie de ces matières volatiles est condensable et forme les goudrons, les parties demeurant à l'état de gaz correspondent au gaz d'éclairage.

La teneur en matières volatiles d'un charbon se détermine en évaluant la perte de poids en % par rapport au poids initial du charbon sec placé dans le creuset.

Il est à noter que sur une locomotive les fumées qui se dégagent par la cheminée (mauvaise fumivorté) représentent une perte importante de calories par défaut de combustion.

Remarque.

Les matières volatiles s'étant entièrement dégagées, il reste au fond du creuset un résidu qui est un coke; ce résidu composé de carbone fixe et de matières minérales (cendres du charbon) présente un aspect pulvérulent ou plus ou moins aggloméré suivant la nature du charbon.

c) Cendres.

Les cendres sont les matières minérales qui subsistent après la combustion complète du charbon. La teneur en cendres d'un charbon s'évalue en rapportant en % le poids de cendres trouvé au poids de charbon sec essayé.

Les cendres sont composées en majeure partie de silice, d'alumine, de chaux et d'oxyde de fer.

C'est la combinaison chimique de ces éléments qui provoque la formation des mâchefers.

Au point de vue des cendres la S.N.C.F. recherche les charbons les moins cendreux (pour diminuer les pertes par imbrûlés et les transports de matières inertes) et dont les cendres ne soient pas fusibles à basse température (pour éviter les incidents de conduite de feu).

En ce qui concerne les teneurs en cendres fixées par la S.N.C.F. nous indiquerons les teneurs fixées par ses accords avec les Mines du Nord et du Pas-de-Calais pour certaines sortes :

Criblés	6 %
Tout-venant	13 à 14 %
Briquettes	9 %

Les teneurs en cendres sont différentes dans les autres bassins français étant donné que les gisements et leur exploitation ne sont pas les mêmes que dans le Nord et le Pas-de-Calais.

Cependant les mines disposant d'un outillage qui leur permet d'améliorer les teneurs en cendres des charbons qu'elles produisent soit en les épierrant à la main, soit en les lavant, la S.N.C.F. a instauré dans tous les bassins un régime de primes et de pénalités qui permet d'encourager les mines à lui livrer des charbons propres et de pénaliser les mines travaillant mal.