



# MÉMOIRAL

DE

## L'OFFICIER DU GÉNIE,

OU

*RECUEIL de Mémoires, Expériences, Observations et  
Procédés généraux propres à perfectionner la  
fortification et les constructions militaires.*

RÉDIGÉ PAR LES SOINS DU COMITÉ.

AVEC L'APPROBATION DU MINISTRE DE LA GUERRE.

N<sup>o</sup>. 9.



PARIS,

IMPRIMERIE DE FAIN, RUE RACINE, N<sup>o</sup>. 4.

—  
1827.

U. S. Engineer  
School Library  
RECEIVED

M. E.

M. G. L.

Army War College  
D. C.

gasins, pour augmenter momentanément l'approvisionnement.

N', N', — trémies avec couloir en bois.

Fig. 25. — Le bâtiment est représenté couvert d'une terrasse en mastic bitumineux.

Toutes les manœuvres des sacs se feraient au moyen de poulies et de cordages, soit par l'ouverture des fenêtres, soit par des ouvertures pratiquées dans les planchers des salles.

---

# MÉMOIRE

SUR

## LES FOURNEAUX DE CASERNES,

Par M. BELMAS, capitaine du génie, aide de  
camp de M. le lieutenant-général ROCNIAT.

---

Il y a peu de temps encore que, dans toutes les casernes, les soldats faisaient la cuisine dans leurs chambres par escouades de 8 à 10 hommes, avec des marmites placées devant un feu de cheminée. Des motifs de convenance ayant fait préférer l'usage des cuisines communes, on réunit d'abord plusieurs marmites à une même cheminée, en les plaçant sur deux barres de fer qui les tenaient élevées au-dessus du foyer. Cette disposition était déjà meilleure pour l'économie du combustible, puisque les marmites étaient exposées, comme dans le premier cas, à la radiation du foyer, et qu'en outre elles recevaient une partie de la chaleur emportée par la flamme et la fumée. Ce moyen, cependant, était encore bien imparfait; on comprit bientôt l'avantage qu'il y aurait à réunir toutes les marmites d'une compagnie en une seule chaudière, et à engager celle-ci dans un



fourneau, de manière à y retenir la plus grande partie de la chaleur qui se perdait d'abord dans l'air.

On a eu depuis l'idée d'accoupler deux chaudières à un même foyer ; et cette disposition, indiquée au 4<sup>e</sup>. numéro du *Mémorial*, est à peu près la seule adoptée maintenant pour l'établissement des cuisines communes, à cause des avantages qu'elle a, en employant le bois, sur les chaudières de l'ancien système qui se trouvaient simplement isolées dans le fourneau, sans circuits pour la fumée. De nouvelles expériences ont été faites ces dernières années, à Paris et dans d'autres places, sur ces chaudières, afin de constater la quantité de bois qu'elles exigent pour cuire de la soupe à la viande, ce que n'indiquaient pas les premiers essais faits d'abord et consignés au *Mémorial*. Il résulte de ces expériences qu'on peut obtenir moyennement  $4^{\text{kil.}} \frac{1}{2}$  et au plus  $5^{\text{kil.}}$  de soupe, viande comprise, pour chaque kilog. de bois (1).

Les expériences faites sur les mêmes chaudières, en employant la houille, indiquent qu'il faut à peu près autant de houille que de bois pour obtenir la même quantité de soupe. On arrive à la même conclusion en évaluant les effets d'après la quantité de

---

(1) On était loin d'obtenir ce résultat dans l'ancien mode de cuisine : d'après les expériences de Rumfort, une escouade de 12 hommes, faisant l'ordinaire dans une marmite placée devant un feu découvert, dépense moyennement  $11^{\text{kil.}} \text{,} \text{22}$  de bois pour cuire  $12^{\text{kil.}} \text{,} \text{32}$  de soupe à la viande : c'est environ  $1^{\text{kil.}}$  de soupe, viande comprise, pour  $1^{\text{kil.}}$  de bois.



combustible nécessaire pour porter à l'ébullition les chaudières lorsqu'elles sont remplies d'eau, et pour les maintenir à ce terme pendant le même temps. Or, il est bien constaté que la valeur calorifique de la houille est à peu près le double de celle du bois (1) : d'où il suit que les résultats fournis par les chaudières accouplées, en brûlant de la houille, ne sont réellement que la moitié de ceux des mêmes chaudières en brûlant du bois.

Cette différence remarquable entre les résultats fournis par le bois et par la houille dans le cas des chaudières accouplées peut très-bien s'expliquer. Une chaudière placée sur un foyer s'échauffe par deux causes : 1°. par la radiation du brasier ; 2°. par

---

(1) D'après les expériences faites avec le calorimètre, 1 kilog. de bois séché à l'air, tel qu'on le trouve dans les chantiers, et contenant encore 20 p. 100 d'humidité, représente 2945 unités de chaleur, en prenant pour unité la quantité de chaleur capable d'élever de 1 degré centigrade la température de 1 kilogramme d'eau.

La houille ordinaire à 20 p.  $\frac{2}{100}$  de cendres, .... 5932 unités.

La bonne houille à 2 p.  $\frac{2}{100}$  de cendres, .... 7050.

D'après des expériences consignées dans les Annales de la société d'agriculture du département de la Seine, il a été reconnu qu'en brûlant successivement dans le même fourneau un poids égal de chêne et de houille de Creusot, pour évaporer une certaine quantité d'eau, la quantité de vapeur produite par le bois de chêne étant comme quatre, celle produite par la houille est comme dix : ce qui donne le même rapport pour la valeur calorifique des combustibles essayés.

Des résultats analogues ont été constatés dans plusieurs manufactures.

le choc de la flamme et du courant de gaz résultant de la combustion ; le meilleur fourneau serait celui où elle recueillerait à la fois la plus grande partie de la chaleur résultant de ces deux causes. Dans le système *du Mémorial*, les chaudières ne se trouvant pas immédiatement au-dessus du foyer, et n'y communiquant que par un houra fort petit, ne reçoivent presque pas la partie de la chaleur due à la radiation ; on chauffe inutilement dans cette disposition la plaque triangulaire qui dirige la flamme sous les deux chaudières : on utilise très-bien, au contraire, la chaleur de la flamme et des gaz au moyen des circuits qui entourent les chaudières ; or, l'emploi du bois est surtout avantageux pour ce dernier effet ; ce combustible donne beaucoup de flamme, qui, quoiqu'en se divisant sous les deux chaudières, les embrasse encore assez bien pour leur communiquer beaucoup de chaleur. La houille, au contraire, n'en donne que très-peu et quelquefois point du tout, suivant sa nature ; ce combustible ne brûle d'ailleurs qu'à une température très-élevée, et par suite il radie beaucoup (1) ; mais le fourneau par sa disposition ne permettant pas de bien utiliser tout cet effet, il en résulte, en définitif, un double désavantage pour la houille dans cet appareil. La quantité de chaleur, que permet d'utiliser la flamme d'un combustible pour chauffer une chaudière, paraît être d'ail-

---

(1) La haute température qu'exige la houille pour brûler, est prouvée par la difficulté même qu'on a d'allumer ce combustible

leurs plus considérable que celle qui résulte de la radiation ; car, en pratique, il ne faut guère plus de 1 fois  $\frac{1}{2}$  de bois que de houille ordinaire pour produire le même effet, quoique théoriquement parlant la valeur calorifique de cette espèce de houille soit environ le double de celle du bois. Il est aussi reconnu que les houilles qui donnent le plus de flamme sont les plus profitables à employer, ce qui paraît également avoir lieu pour le bois.

Le désavantage des chaudières accouplées est encore plus sensible en brûlant des briquettes qu'en employant la houille, car, d'après quelques essais faits à Briançon, l'ébullition ne peut avoir lieu alors qu'en 2 heures  $\frac{1}{4}$  ou 2 heures  $\frac{1}{2}$  ; et même on ne peut l'obtenir, ainsi qu'on l'a observé dans des expériences faites à Paris à la caserne de la Nouvelle-France, si on ne brûle un poids plus considérable de briquettes que de houille. La terre grasse qui entre dans la composition des briquettes s'échauffant à une très-haute température, augmente la radiation de la masse embrasée ;

---

dans un foyer, et on n'y parviendrait même pas si on n'y ajoutait du menu bois. Cette propriété fait aussi préférer la houille au bois pour tous les travaux de forge ; ce serait par la même raison le meilleur combustible que l'on pût employer dans les cheminées pour chauffer les appartemens, surtout lorsqu'il est épuré ou réduit en coke, afin d'éviter la fumée ; car une cheminée ordinaire n'échauffant une chambre que par rayonnement, le combustible qui brûlera à la plus haute température, ou dont la radiation sera par conséquent la plus forte, sera aussi celui qui chauffera le mieux dans ce cas.

or c'est surtout aux dépens de la chaleur de la flamme qu'elle s'échauffe, et cette partie de la chaleur se trouvant transformée ainsi en chaleur rayonnante, on obtient, en résultat, beaucoup moins de flamme et plus de radiation. Ce moyen d'employer la houille, très-bon alors pour chauffer un appartement, devient donc, au contraire, désavantageux pour chauffer des chaudières, surtout si, comme celles du *Mémorial*, elles n'utilisent pas l'action directe du foyer.

Il suit de là que le meilleur système de fourneau, quel que soit le combustible que l'on ait à brûler, serait celui où chaque marmite, ayant son foyer particulier, serait placée immédiatement au-dessus de ce foyer, et où la flamme et la fumée circuleraient autour des chaudières, avant de s'échapper dans la cheminée. Or, cette disposition est précisément celle adoptée par Rumfort (1), et les résultats, qu'on en a obtenus, viennent à l'appui de ce qui précède. Rumfort a trouvé que, pour faire cuire 50<sup>kil.</sup> de soupe aux pois dans une chaudière de son système, il fallait 8<sup>kil.</sup>,98 de bois de sapin, ce qui donne 11<sup>kil.</sup> de soupe pour chaque 2<sup>kil.</sup> de bois, l'équivalent à peu près de 1<sup>kil.</sup> de houille; et quoique ce résultat ne soit pas

---

(1) Dans le système de Rumfort, la fumée ne fait qu'une révolution autour des chaudières; mais elle circule d'abord sous le fond, dans un conduit que l'on fait ordinairement circulaire, de manière à rétrécir le diamètre du foyer dans sa partie supérieure. Cointeraux a modifié l'idée de Rumfort, en faisant faire à la fumée plusieurs révolutions autour des chaudières, au moyen de conduits hélicoïdes.

tout-à-fait comparable à celui que l'on aurait pu obtenir en faisant cuire de la soupe à la viande, ces deux substances n'ayant probablement pas la même capacité pour la chaleur ; cependant la différence, s'il y en a une, ne peut être assez grande pour empêcher d'apprécier les avantages qu'il y aurait, dans tous les cas, à employer les chaudières à la Rumfort pour la cuisine des soldats.

Cet essai a été fait à Metz, en substituant aux circuits hélicoïdes en maçonnerie ajoutés par Cointeraux au système de Rumfort, des disques en fonte (1), comme plus capables de résister aux chocs continuels auxquels est exposé l'intérieur du fourneau lorsque les soldats retirent les chaudières et les remettent en place ; cette construction, dite à la Macheriez, a très-bien réussi, et, depuis deux ans, une vingtaine de chaudières ainsi disposées n'ont cessé d'être en activité : ces chaudières, de la contenance d'environ 70 litres, chauffées avec de la houille ou du bois de distribution, donnent de 10 à 11<sup>kil.</sup> de soupe à la viande pour 1<sup>kil.</sup> de houille ou 2 de bois.

---

(1) Ces disques sont placés horizontalement et pénètrent de quelques centimètres dans la maçonnerie ; leur distance entre eux est d'environ 1 décimètre : il y en a 3 par chaudière, qui forment autant de circuits. Chaque disque porte une échancrure ; et une plaque inclinée, en tôle ou en fonte, pose sur les arêtes opposées de deux échancrures voisines, en sorte que la circulation de la fumée est continuée comme si les conduits étaient hélicoïdes.



En comparant ce résultat à ceux des chaudières accouplées du *Mémorial*, il en résulte qu'avec la houille on peut faire une économie de plus de moitié, en employant de préférence des chaudières à un seul foyer et à circuits. Avec le bois, la différence est beaucoup moindre, la flamme fournie par ce combustible venant à augmenter l'effet des circuits; cependant elle est encore sensible, parce que, comme on l'a dit, les chaudières accouplées perdent une grande partie de l'action directe du brasier. Les chaudières accouplées présentent d'ailleurs plusieurs inconvénients pour la conduite du feu: l'ébullition est quelquefois trop rapide dans l'une d'elles, avant d'être déclarée dans l'autre; et n'en eût-on besoin que d'une, il faut faire du feu pour toutes les deux.

Après avoir reconnu l'avantage des chaudières isolées à un seul foyer et à circuits, il restait encore à connaître jusqu'à quel point il est avantageux, pour la transmission utile de la chaleur, de faire faire plusieurs révolutions à la fumée autour des chaudières, avant de la laisser échapper dans la cheminée; indépendamment d'une augmentation de dépense et de sujétion dans la construction des fourneaux à plusieurs révolutions, on diminue la vitesse du tirage et on augmente la difficulté de placer les chaudières dans les fourneaux. La fumée se refroidit d'ailleurs promptement à mesure qu'elle s'éloigne du foyer; et, sur la fin de sa course, elle pourrait alors enlever de la chaleur à la

chaudière, au lieu de lui en communiquer : le cas le plus favorable, et dont on doit tâcher de s'approcher, serait celui où les gaz résultant de la combustion quitteraient la chaudière à la température à laquelle se trouvent les matières qu'elle renferme.

Il y a encore un autre avantage à restreindre le nombre des circuits, c'est de ne pas être entraîné à faire les chaudières trop profondes, circonstance défavorable pour la transmission de la chaleur, et de pouvoir donner aux circuits une moindre largeur aux dépens de leur hauteur, sans réduire la section nécessaire au tirage; on peut ainsi mettre en contact avec la chaudière un plus grand nombre de filets d'air chaud, et les serrer davantage contre cette chaudière. Des conduites par trop minces auraient cependant un autre inconvénient : l'air y cheminerait trop vite et ne resterait pas assez long-temps en contact avec la chaudière; elles pourraient être d'ailleurs promptement obstruées par des dépôts de cendre et de suie.

Plusieurs praticiens admettent que la longueur des circuits doit être de 1<sup>m</sup> à partir de la masse embrasée, si le combustible est de nature à ne pas donner de flamme, et de 2<sup>m</sup> s'il peut en donner beaucoup. C'est à peu près dans ces limites qu'on s'est tenu pour l'établissement des fourneaux des grandes cuisines de Paris, dans lesquelles, pour le bois, comme pour la houille, la fumée ne fait jamais plus d'une révolution autour des chaudières. Dans ceux

à la Macheriez , exécutés à Metz , la fumée fait 3 révolutions autour des chaudières , et le développement des conduites est de 3<sup>m</sup>,70. Il était probable , d'après ce qui précède , que ce développement était trop considérable.

Pour résoudre ces questions , on a fait construire , au dépôt des fortifications , un fourneau à quatre marmites , ayant chacune son foyer : dans deux de ces foyers , disposés l'un pour la houille , l'autre pour le bois , la fumée ne fait qu'une révolution autour des chaudières ; dans les deux autres , disposés aussi pour la houille et pour le bois , la fumée exécute deux révolutions.

Voici les résultats qu'ont donnés ces fourneaux :

Sur 12 expériences , les foyers à une seule révolution ont eu l'avantage sur ceux à deux révolutions , excepté dans deux circonstances où il faisait un vent assez violent , et où cependant on n'a pas diminué l'ouverture du registre placé sur la conduite d'air du fourneau. Cette exception s'explique très-bien : on a reconnu , en effet , que les foyers à une seule révolution tiraient davantage que ceux qui en avaient deux , et on le conçoit facilement. Mais lorsqu'il fait du vent , la vitesse du tirage se trouve considérablement augmentée pour les deux systèmes ; et , si elle devient bonne pour les foyers à deux révolutions , elle sera nécessairement trop grande pour ceux qui n'en ont qu'une ; si donc , dans ce dernier cas , on ne rétrécit pas la section de la cheminée , au moyen du registre , il passera trop d'air dans le foyer , et on brû-



lera trop de combustible pour obtenir le même effet ( nous traiterons bientôt cette question avec les détails qu'elle exige). En ayant égard à cette observation, et en réglant convenablement le registre de la cheminée, les foyers à une révolution ont toujours conservé leur avantage sur ceux qui en ont deux.

Ainsi, pour les mêmes quantités d'eau mises dans les chaudières de chaque système, et pour les mêmes charges de combustible réparties de la même manière, les chaudières à deux révolutions ont été en général retardées, pour le moment de l'ébullition, de 10 à 15 minutes sur celles qui n'en avaient qu'une; en prolongeant ensuite le feu pendant 4 à 5 heures avec les mêmes doses de combustible, on a obtenu aussi plus de vapeur dans celles-ci que dans les autres.

En prenant la moyenne de 6 expériences ( celles nos. 2, 3, 4, 5, 7 et 8, où le vent n'a pas eu d'action; voyez-en les détails à la fin de cette notice), on trouve les résultats suivans :

FOURNEAUX A LA HOUILLE.		FOURNEAUX AU BOIS.	
A UN CIRCUIT.	A DEUX CIRCUITS.	A UN CIRCUIT.	A DEUX CIRCUITS.
2kil,221 de vapeur pour 1kil de houille.	2kil,092 de vapeur pour 1kil de houille.	1kil,091 de vapeur pour 1kil de bois.	1kil,631 de vapeur pour 1kil de bois.



Mais, 1<sup>kil.</sup> de houille de moyenne qualité représente théoriquement 5932 unités (1), ou assez de chaleur pour former 9<sup>kil.</sup>,126 de vapeur, et 1<sup>kil.</sup> de bois en représente 2945, ou assez de chaleur pour former 4<sup>kil.</sup>,530 de vapeur.

La quantité de chaleur utilisée dans chaque fourneau peut alors être évaluée à

$$\left\| 24 \frac{1}{10} \text{ pour } 100. \right\| 22 \frac{9}{10} \text{ pour } 100. \left\| 24 \text{ pour } 100. \right\| 22 \frac{7}{10} \text{ pour } 100. \left\|$$

Le rapport de bonté de ces fourneaux se trouve ainsi déterminé.

Ces résultats, considérés d'une manière générale, et comparés avec ceux que l'on obtient ordinairement dans les manufactures, où 1<sup>kil.</sup> de houille donne ordinairement 6<sup>kil.</sup> de vapeur, et où l'on utilise par conséquent près des  $\frac{2}{3}$  de la chaleur employée, indiquent combien les meilleurs fourneaux de casernes sont encore loin de leur perfection, et quel vaste champ ils laissent aux améliorations.

---

(1) L'unité de chaleur est, comme on a eu déjà occasion de le dire, la quantité de chaleur capable d'élever de 1 degré centigrade la température de 1 kilog. d'eau : il faut 75 de ces unités pour rendre liquide, à zéro, 1 kilog. de glace pris aussi à zéro ; il en faut 670 pour réduire en vapeur, à 100°, 1 kilog. d'eau pris à zéro.

D'après ces rapports, on peut évaluer en unités d'eau, de glace ou de vapeur les quantités de chaleur à comparer.

Quoique, en général, la cuisson de la viande soit un moyen trop peu exact pour comparer des fourneaux de divers systèmes; on a dû cependant l'employer ici, pour mettre en rapport les résultats obtenus dans les casernes pour les chaudières accouplées, avec ceux des nouveaux fourneaux construits au dépôt des fortifications, et évaluer en définitif pour ceux-ci la quantité de combustible qu'il est nécessaire de distribuer aux soldats. Voici les résultats des expériences qui ont été faites à ce sujet. (Celles n<sup>os</sup>. 9 et 10) (1).

FOURNEAUX A LA HOUILLE.		FOURNEAUX AU BOIS.	
A UN CIRCUIT.	A DEUX CIRCUITS.	A UN CIRCUIT.	A DEUX CIRCUITS.
1kil de houille donne 10kil,2 à 10kil,9 de soupe à la viande. L'ébullition a eu lieu en 50 <sup>m</sup>	1kil de houille donne 8kil,9 de soupe à la viande. L'ébullition a eu lieu en 55 <sup>m</sup>	1kil de bois donne 5kil,9 de soupe à la viande. L'ébullition a eu lieu en 32 <sup>m</sup>	1kil de bois donne 5kil,7 de soupe à la viande. L'ébullition a eu lieu en 36 <sup>m</sup>

Ces résultats permettent d'établir encore la supériorité des fourneaux à un circuit sur ceux qui en ont deux : comparés à ceux des chaudières

(1) Il a été dressé un procès-verbal de ces expériences par MM. Bayart, chef de bataillon du génie, Paulin (Gustave) et Belmas, capitaines du génie, Corbrion, garde du génie.

accouplées, ils confirment parfaitement ce qu'on a déjà dit sur l'avantage des chaudières isolées à un seul foyer.

Une autre disposition encore importante à examiner, par les remarques auxquelles elle donne lieu et les applications qu'on en a faites à Strasbourg, est celle où l'on chauffe plusieurs chaudières à un même foyer, que Rumfort proposa d'abord de substituer aux chaudières isolées de l'ancien système. Elle fut d'abord appliquée aux cuisines de la maison d'industrie à Munich, en employant 8 chaudières en cuivre de la contenance d'environ 140 litres. Ces chaudières étaient disposées sur deux rangs; chacune d'elles avait son tuyau particulier, et, au moyen d'une soupape, pouvait être chauffée à volonté avec les autres ou séparément. Dans ce système, pour cuire 561<sup>kil.</sup>,48 de soupe aux pois, il fallait employer 168<sup>kil.</sup>,44 de bois de hêtre sec, ce qui donne 3<sup>kil.</sup>,3 de soupe pour 1<sup>kil.</sup> de bois.

C'est ensuite que Rumfort, d'après de nouvelles expériences, précédemment indiquées, préféra les chaudières isolées à un seul foyer et à circuits, et fit reconstruire ainsi les fourneaux des cuisines de la maison d'industrie. Au moyen de cette disposition, pour préparer 336<sup>kil.</sup>,88 de soupe aux pois, il ne fallut brûler que 24<sup>kil.</sup>,70 de bois de pin, c'est 13<sup>kil.</sup>,6 de soupe pour 1<sup>kil.</sup> de bois; et, quoique le pin soit plus profitable à employer que le hêtre et le sapin, et que peut-être les nouvelles chaudières eussent plus

de capacité que les anciennes, la différence entre les résultats obtenus est néanmoins assez grande pour démontrer les avantages de cette dernière disposition.

Dans les applications faites à Strasbourg du premier système indiqué par Rumfort, on a placé plusieurs chaudières de 25 à 30 litres à la suite l'une de l'autre dans un même foyer, à l'extrémité duquel était située la cheminée : on a même accouplé deux files de chaudières, en laissant entre ces files un noyau en maçonnerie, de telle manière que la flamme et la fumée du foyer placé à l'un des bouts du fourneau se divisaient sous chacune d'elles pour se rejoindre à l'autre extrémité. Avec du bois, on n'a pu chauffer ainsi plus de 3 chaudières par file, la 4<sup>m</sup>e. n'a pu arriver à l'ébullition; ce qui a fixé la limite de l'action utile de la flamme et de la fumée à 1<sup>m</sup>,50 environ à partir de la masse embrasée.

Cette disposition rentre, comme on le voit, dans celle des chaudières accouplées du Mémorial; mais on y utilise moins bien encore l'action directe du foyer : elle présente aussi plus d'inconvéniens pour le service des cuisines, en obligeant de chauffer toutes les chaudières à la fois, quand même on n'en aurait besoin que de quelques-unes; l'inégalité dans l'échauffement de toutes ces chaudières y est aussi beaucoup plus grande, quoique, pour y remédier autant que possible, on ait relevé le fond des



conduites en plan incliné, de manière à les rétrécir vers la dernière chaudière; et, pour la cuisson de la viande, il est encore plus difficile d'entretenir toujours une très-faible ébullition dans toutes les chaudières: mais le plus grand vice de cette disposition est la déperdition considérable de chaleur qui se fait par la cheminée, à cause du courant trop direct qu'établit le tirage; et on conçoit tout l'avantage qu'il y a, pour la transmission de la chaleur, à ralentir la vitesse de la fumée lorsqu'elle passe contre une chaudière; il faut en effet un temps fini pour que la chaleur puisse se transmettre, c'est par cette raison qu'on peut toucher impunément un corps très-chaud en passant rapidement la main dessus; aussi, dans les grands fourneaux, laisse-t-on quelquefois des briques saillantes dans les conduites de la fumée, de manière à opposer à celle-ci de petites chicanes qui ralentissent sa vitesse et donnent le temps à la chaleur de pénétrer la chaudière. Or, lorsqu'on fait circuler la fumée autour d'une chaudière, le courant est beaucoup moins rapide que lorsqu'il se fait en ligne droite; sous ce rapport, la première disposition est donc préférable: il y a cependant un autre excès à éviter en ralentissant la vitesse de la fumée, c'est de diminuer par trop l'action du tirage.

D'après une expérience faite à Strasbourg sur la cuisson de la viande, en employant deux files de chaudières accouplées à un même foyer, et en mettant 2 chaudières par file, ou au total 4 chaudières,

on a obtenu  $4^{\text{kil.}} \frac{1}{4}$  de soupe à la viande pour chaque kilog. de bois. L'ébullition a eu lieu dans les premières chaudières en 1 heure  $\frac{1}{2}$ , et dans les autres en 2 heures; ce résultat comparé à celui qu'on obtient avec les chaudières accouplées du Mémorial, est moins avantageux; car, pour ces dernières, l'ébullition a lieu ordinairement en 1 heure, et on obtient  $4^{\text{kil.}} \frac{1}{2}$  à  $5^{\text{kil.}}$  de soupe à la viande pour  $1^{\text{kil.}}$  de bois.

En employant la houille, le désavantage des marmites de Strasbourg serait probablement plus grand encore, puisque ce combustible donne peu de flamme, et que pour les chaudières les plus éloignées du foyer, l'action directe du foyer serait à peu près nulle.

D'autres expériences faites aussi à Strasbourg sur la chaudière des bains de l'hôpital militaire, où l'on chauffe avec le bois, viennent à l'appui de ce qui précède. Cette chaudière, de  $3^{\text{m}},80$  de long sur  $0^{\text{m}},60$  de large et  $0^{\text{m}},60$  de profondeur, était chauffée d'abord par un foyer qui communiquait directement à une cheminée, au moyen d'un conduit dont la hauteur, de  $0^{\text{m}},50$  à l'endroit où se faisait le feu, était réduite à  $0^{\text{m}},10$  à l'entrée de la cheminée. « Le » tirage était tel dans cette disposition, dit M. le » lieutenant-colonel Finot dans un rapport sur ces » expériences, que la flamme montait dans la chemi- » née jusqu'au-delà du premier étage; et, comme » on craignait l'incendie, et qu'il y avait perte de » chaleur, on établit un feu courant autour de

» cette chaudière. Le tirage n'en est pas moins  
» bon, mais la flamme ne parvient plus dans la  
» cheminée, et on fait une grande économie de  
» combustible. »

Ces effets s'accordent aussi avec ce qu'on a observé aux colonies dans les fabriques de sucre, où l'on se servait de 3 chaudières, placées à la suite l'une de l'autre dans un même foyer : « Il semble en vérité, dit l'auteur d'un article inséré sur ce sujet dans le *Nouveau dictionnaire Technologique*, que l'on se soit proposé pour but, dans ces constructions, d'envoyer au bout de la cheminée les produits de la combustion, en utilisant la moindre quantité possible de la chaleur qu'ils transportent ; on peut donc améliorer sensiblement le procédé de chauffage des sucreries, en y employant ceux qui ont été établis depuis quelques années dans nos raffineries, c'est-à-dire, en faisant circuler la flamme autour des chaudières que l'on fait en cuivre au lieu de les faire en fonte..... D'après cette disposition, 25 kilog. de bois peuvent évaporer 150 kilog. d'eau, tandis que dans l'ancienne il fallait 150 kilog. de bois pour obtenir le même effet. »

En général, il ne convient d'employer la disposition de plusieurs chaudières chauffées à un même foyer qu'afin d'avoir de l'eau chaude, en utilisant les dernières portions de chaleur emportées par la fumée; ou bien lorsque le service des chaudières est tellement varié qu'on a besoin de porter le feu tantôt sur un point, tantôt sur un autre; mais pour un

service régulier, tel que celui des casernes, c'est la moins avantageuse de toutes.

La disposition des chaudières, par rapport au foyer, n'est pas le seul objet important à examiner dans l'établissement d'un fourneau; il faut aussi régler la masse d'air nécessaire à la combustion, et déterminer la section que doivent avoir les conduites et les ouvertures par lesquelles cet air doit s'écouler, eu égard à sa vitesse; il faut étudier la forme des chaudières, la nature du métal qui leur convient, l'influence qui peut résulter de leurs dimensions, et discuter les détails relatifs au foyer, à la grille, au cendrier, etc.

#### *Du tirage.*

La quantité d'air qui doit passer par un fourneau pour alimenter la combustion est une des choses les plus essentielles à régler dans ce genre d'appareil, et d'où dépend surtout le bon emploi que l'on peut faire du combustible. S'il n'entre pas assez d'air, la combustion languit, et est imparfaite; une partie du combustible subit une sorte de distillation, et se perd en fumée et en gaz oxide de carbone, produits qui pourraient brûler, et donner encore de la chaleur : on n'utilise donc pas tout le combustible employé.

Si, au contraire, la masse d'air affluente est trop considérable, l'air en excès s'échauffe inutilement, et emporte ainsi une certaine portion de chaleur.

Les résultats fournis par des fourneaux du même système peuvent alors varier beaucoup, suivant le plus ou le moins d'air qu'ils pourront admettre ; la différence est sensible pour le même fourneau, selon que les conduites sont remplies de suie, ou ont été ramonées nouvellement ; elle est plus grande encore lorsque le vent vient augmenter la vitesse du tirage.

La quantité d'air à introduire dans un fourneau dépend de la masse de combustible qu'on doit brûler dans un temps déterminé pour produire l'effet que l'on veut obtenir ; c'est la première donnée qu'il faut connaître. Il y a deux effets à produire pour la cuisson des alimens : il faut d'abord porter la chaudière à l'ébullition, et ensuite l'entretenir à cette température pendant le temps nécessaire ; le premier effet étant beaucoup plus grand que le second, c'est aussi sur lui qu'il faut régler l'activité que doit avoir le fourneau, en se réservant la possibilité de la ralentir à volonté pour le reste de l'opération.

On a reconnu, relativement aux fourneaux des causernes, que, pour porter à l'ébullition une chaudière pleine d'eau, de la contenance de 60 litres, il faut brûler au plus 8<sup>kil.</sup> de bois, ou 4<sup>kil.</sup> de houille dans une heure ; c'est le plus grand effet qu'on puisse avoir à produire au moyen de ces fourneaux. La masse d'air à introduire pour alimenter la combustion se trouve fixée par cette donnée.

C'est sur la quantité de charbon contenu dans le combustible que l'on doit brûler, qu'il convient de régler la dose d'oxygène à fournir, puisque le charbon

est la base essentielle des combustibles qui sont employés : on peut au maximum l'évaluer au poids de la houille, ou à la moitié du poids du bois (1); or, 1<sup>kil</sup> de charbon exige pour être brûlé 10<sup>m</sup> cubes d'air (2);

(1) Les bois de différentes espèces et également secs, renferment à poids égaux la même quantité de charbon; dans ceux qui sont entièrement secs, la proportion est de 51  $\frac{1}{2}$  p. 100; et seulement 42 p. 100 lorsqu'ils sont à 20 p. 100 d'humidité, tels qu'on les trouve dans les chantiers : ils contiennent, en outre, des matières terreuses qui forment les cendres, de l'oxygène et de l'hydrogène dans les proportions convenables pour faire de l'eau. La combustion complète donne de l'eau et de l'acide carbonique.

La houille est très-variable dans sa nature; d'après les dernières analyses, la proportion de charbon qu'elle renferme varie de 74 à 92 p. 100 : elle contient encore de l'oxygène, de l'hydrogène qui, avec le charbon, forme plus ou moins de bitume; quelquefois de l'azote qui donne de l'ammoniaque, du soufre, mais en si petites quantités qu'on ne doit pas en tenir compte : l'hydrogène est quelquefois en excès sur l'oxygène pour donner de l'eau, en sorte que le surplus exigerait une certaine proportion d'air pour être brûlé, mais cette quantité est au moins compensée par la présence des matières incombustibles que renferme la houille. Les produits de la combustion sont encore de l'eau et de l'acide carbonique.

(2) L'acide carbonique est composé en poids sur 100 parties de 27,67 de carbone et 72,33 d'oxygène; 1 kilog. de charbon absorbera donc 2<sup>kil</sup>,614 d'oxygène : or, 1 mètre cube d'air à zéro contient 0<sup>kil</sup>,9946 d'azote et 0<sup>kil</sup>,3011 d'oxygène, et pèse alors 1<sup>kil</sup>,2957. Pour brûler 1 kilog. de charbon, il faudra donc 11<sup>kil</sup>,248 d'air formant un cube de 8<sup>m</sup>,681 à zéro. Les gaz se dilatant de  $\frac{1}{366-67}$  de leur volume primitif à zéro, pour chaque degré centigrade, à 10°,55 température moyenne de Paris, ce volume deviendrait donc 9<sup>m</sup>,024, et à 40°, maximum de température où l'air puisse jamais se trouver en été, le volume deviendrait 9<sup>m</sup>,982, ou en nombre rond 10<sup>m</sup>.



mais, en pratique, la saturation du charbon contenu dans un combustible ne pourrait être complète si on ne fournissait que rigoureusement cette proportion d'air; les morceaux de houille, par exemple, placés sur la grille d'un foyer, laissent entre eux des intervalles à travers lesquels des filets d'air peuvent s'échapper sans se trouver en contact avec le combustible; or, sans contact, il n'y a pas de combinaison; une portion de l'air passera alors sans être brûlé (1). Il faut donc y suppléer, en augmentant la masse d'air introduite. La probabilité de saturer l'air augmentera, il est vrai, avec l'épaisseur de la couche de houille; mais, si on chargeait trop la grille, l'air absorberait aussi une trop grande proportion de charbon, et il se formerait du gaz oxide de carbone; c'est un autre excès à éviter. Dans les circonstances les plus favorables au tirage, c'est-à-dire lorsque le feu a une grande activité sans donner de la fumée et du gaz oxide de carbone, auquel cas la houille n'occupe pas une couche de plus de 5 à 6 centimètres d'épaisseur, on a reconnu que de l'air, pris dans une cheminée, et analysé, contient, outre l'azote, une quantité d'oxygène égale à celle qui

---

(1) Lorsqu'on doit brûler du bois, il est nécessaire, par la même raison, de fendre les bûches en morceaux, l'air affluant se divisera mieux dans la masse du combustible et il y aura plus de points de contact de l'oxygène avec le charbon; la combustion sera donc meilleure.

avait été saturée par le charbon, c'est-à-dire que l'air n'était qu'à moitié brûlé.

D'après ce résultat, au lieu de 10<sup>m</sup> cubes d'air à introduire dans un foyer pour chaque kilogramme de charbon, il faut compter en pratique sur environ 20 mètres cubes.

Pour le cas dont il s'agit, ayant à brûler 4<sup>kil.</sup> de charbon en une heure, ce serait 80<sup>m</sup> cubes d'air à faire passer dans le même temps par le fourneau.

Admettons que la cheminée a 5<sup>m</sup> de hauteur, que la température moyenne de la fumée y est de 90°, ainsi que cela a lieu effectivement, comme nous le verrons bientôt; qu'enfin l'air extérieur est à 25°.

Ces données permettent de calculer le tirage d'après une méthode fort simple, indiquée par Montgolfier, et dont MM. Clément et Désormes ont constaté les avantages dans un grand nombre d'applications.

L'ascension de l'air chaud dans une cheminée n'ayant lieu que par la diminution de sa pesanteur spécifique causée par la chaleur, la différence de densité de la colonne de fluide élastique contenu dans la cheminée, à celle de la colonne d'air extérieur qui lui correspond, ou la différence de hauteur de ces deux colonnes supposées réduites à la même densité, est alors la pression motrice qui détermine la vitesse d'ascension. L'écoulement de l'air dans une cheminée se trouve alors ramené aux mêmes lois que celui d'un liquide, c'est-à-dire que sa vitesse est la même que celle qu'acquerrait un



corps grave tombant d'une hauteur égale à la différence de hauteur des deux colonnes (1).

Si donc on ramène la colonne d'air chaud à demi brûlé, contenue dans le tuyau de la cheminée, à la même densité que celle de l'air extérieur qui lui correspond, on trouve qu'elle aurait 4<sup>m</sup>,22 au lieu de 5<sup>m</sup> hauteur de la colonne d'air extérieur (2) : la différence de ces deux colonnes, ou la pression motrice en vertu de laquelle a lieu l'écoulement est

(1) Ce principe, comme on le sait, n'est exact, même pour les liquides, que lorsque l'orifice par lequel l'écoulement se fait est très-petit; mais c'est aussi le cas où se trouve un tuyau de cheminée, relativement à l'atmosphère qui est ici le réservoir.

(2) Voici le détail de ce calcul :

Un mètre cube d'air saturé de charbon, c'est-à-dire dont l'oxygène serait remplacé par de l'acide carbonique, qui occupe justement le même volume que lui, pèse à zéro 1<sup>kil</sup>,4110 : 1 mètre cube d'air pur, aussi à zéro, pèse 1<sup>kil</sup>,2991 : 1 mètre cube de mélange à zéro pèsera donc 1<sup>kil</sup>,355; à 90° le volume se dilatera de  $\frac{1}{566.67} \times 90^\circ \times 1^m,00 = 0,3374$ , et le volume total sera alors de 1<sup>m</sup>,3374, dont le poids sera toujours 1<sup>kil</sup>,355. Un mètre cube à moitié saturé et à 90° pèsera donc  $\frac{1,355}{1,3374} = 1^k,013$  : la densité de cet air rapportée à celle de l'air pur à zéro, prise pour unité et représentée par 1000, sera donnée par la proportion

$$1^k,2991 : 1000 :: 1^k,013 : x = 779$$

On trouverait de même que la densité de l'air extérieur supposé à 25° comparée à celle de l'air pris à zéro serait 921.

La hauteur de la cheminée étant de 5<sup>m</sup>, la colonne intérieure réduite à la même densité que l'air extérieur se trouvera alors par la proportion

$$921 : 5 :: 779 : x = 4^m,22$$

de  $0^m,78$  ; la vitesse due à cette hauteur, donnée par l'expression  $\sqrt{19^m,62 \times h}$  relative à l'action de la pesanteur, sera alors de  $4^m$  par seconde, ou  $14400^m$  par heure : il doit passer dans ce même temps  $80^m$  cubes d'air, la section de la conduite devra donc être de  $0^m,0055$  carré, ce qui équivaut à un carré d'environ 7 centimètres de côté. C'est donc le minimum de section que l'on puisse donner aux conduites d'air du fourneau qui nous occupe.

On pourrait adopter cette section pour le petit trou qu'on pratique dans la porte du cendrier, ou du foyer s'il n'y a pas de cendrier, rarement même les ouvriers la feraient aussi grande ; mais elle serait insuffisante pour les conduites d'air de l'intérieur du fourneau qui peuvent être obstruées par des dépôts de suie et de cendres : c'est surtout ce qui arrive pour les vides de la grille, et les circuits qui entourent les chaudières. Il est donc nécessaire d'augmenter du double, et même du triple, si l'on veut, la section de ces conduites, afin de se mettre au-dessus de toutes les causes d'engorgement ; ce qui porterait alors cette section à un carré de  $0^m,10$  à  $0^m,12$  de côté. Le tuyau de la cheminée pourra être même plus grand encore, et avec d'autant plus de raison qu'on ne le nettoie pas ordinairement aussi souvent que l'intérieur du fourneau : il n'y a d'ailleurs aucun inconvénient à agrandir ces ouvertures, puisque c'est toujours du petit trou de la porte du foyer ou du cendrier que dépendra la masse d'air qui entrera dans le fourneau.



Il est cependant avantageux de rétrécir le tuyau de la cheminée dans sa partie supérieure, à peu près à ce qu'il doit être, afin que la fumée y reprenne toute la vitesse qu'elle peut avoir pour vaincre la résistance que les vents pourraient opposer à sa sortie (1).

Si le cendrier n'a pas de porte, comme cela arrive assez souvent, c'est alors la plus petite section de la conduite du fourneau, soit le vide entre les barreaux de la grille, soit la section des circuits ou du tuyau de la cheminée, qui détermine la masse d'air qui s'écoule; mais comme, pour cet objet, cette section a dû être tenue plus grande qu'il ne le fallait rigoureusement, afin d'éviter les engorgemens, il est nécessaire de placer sur un des points de cette conduite une clef tournante, ou un registre à coulisse, qui puisse servir à rétrécir à volonté cette

---

(1) Il résulte de cette disposition un espèce de réservoir d'air sur la conduite de la cheminée, semblable à peu près à celui que prescrivent les auteurs de la Revue britannique pour empêcher les cheminées de fumer :

« Le moyen que nous allons indiquer, disent ces auteurs, n'est pas nouveau, il a été employé d'abord dans les logemens que l'on construisit pour l'armée anglaise, en Amérique, pendant la guerre de l'indépendance, et l'a été depuis dans plusieurs villes d'Amérique, ainsi qu'à Édimbourg, et toujours avec succès. Il consiste simplement à rétrécir la cheminée aussitôt que possible au-dessus du foyer, de l'élargir ensuite dans une étendue de 4 à 5 pieds et de la ramener de nouveau à sa première dimension; la propreté des appartemens dont les cheminées ont été ainsi construites est une preuve incontestable de la bonté de ce moyen. »

section et à régler ainsi la masse d'air qui passera par le fourneau. Avec cette précaution, il n'y a donc, dans tous les cas, aucun inconvénient à faire la section des conduites d'un fourneau plus grande que le strict nécessaire; c'est même un avantage, afin de pouvoir augmenter le tirage lorsque le vent, le soleil, ou une élévation considérable dans la température de l'atmosphère tendraient à le diminuer (1); la vitesse de la fumée se trouve d'ailleurs toujours ralentie par les coudes et les détours des conduites qu'elle est obligée de parcourir. Le registre placé sur la conduite d'air de ce fourneau, soit à l'entrée du foyer, soit à sa sortie (2), est alors le gouvernail de la machine, et c'est de sa manœuvre que dépendra surtout le bon emploi que l'on pourra faire du combustible: il doit être fermé dès que le

(1) Le vent n'est pas toujours un obstacle au tirage, il l'augmente même quelquefois, comme on a eu déjà occasion de le dire; c'est lorsqu'il souffle horizontalement, et qu'aucun obstacle voisin de la cheminée ne le fait tourbillonner; il forme alors par son courant, à l'orifice de la cheminée, un vide partiel qui détermine une ascension plus rapide de l'air chaud. On doit donc diminuer dans ce cas la section du registre, pour qu'il ne passe toujours qu'environ la dose d'air nécessaire à la combustion.

(2) Il est utile, lorsqu'on le peut, d'employer à la fois les deux registres, l'un à l'entrée du fourneau, l'autre à sa sortie; on est alors plus maître du courant, on retient mieux la chaleur du foyer, on peut éteindre complètement le feu vers la fin de l'opération et enfermer la chaudière dans le fourneau de manière à lui conserver long-temps sa chaleur.





feu a cessé , car le courant d'air froid qui continuerait toujours d'affluer emportant la chaleur des maçonneries du fourneau et de la cheminée, il faudrait ensuite , à l'opération suivante , dépenser plus de combustible pour les réchauffer.

Il résulte , de ce qui précède , que la chaleur qui s'échappe par la cheminée n'est pas entièrement perdue , puisque c'est elle qui est la force motrice qui fait affluer l'air nécessaire à la combustion. Le tuyau de la cheminée doit donc être assez bien construit pour la conserver autant que possible. On doit , par suite , éviter d'employer des tuyaux en tôle ; les matières liquides qui en découlent ordinairement indiquent assez le refroidissement qui s'y opère. Il peut être tel que le tirage devienne presque nul , ou même qu'il s'établisse en sens contraire , l'air brûlé étant plus pesant que l'air pur. Un effet analogue a lieu quelquefois dans les appartemens , quoiqu'on n'y fasse pas de feu : on le remarque à l'approche du printemps , lorsqu'un jour il fait plus chaud que la veille ; l'air de la cheminée se refroidit dans le contact avec les maçonneries qui conservent pendant quelque temps leur température plus froide , l'air extérieur s'échauffe , et le tirage s'établit alors de haut en bas , ce qui répand dans les appartemens une odeur de suie ; lorsque l'hiver arrive , le contraire a lieu , quoiqu'on ne fasse pas de feu.

C'est sur ces bases qu'ont été établis les fourneaux d'essais construits au dépôt des fortifications. La

hauteur verticale de la cheminée était de 24 mètres, et la section des conduites équivalente à un carré de 0<sup>m</sup>,12 de côté. Dès qu'ils ont été en état de marcher, on a vérifié les données du tirage, et fait des expériences pour constater la vitesse de la fumée (1).

Voici les résultats qu'on a obtenus :

Dès que le feu est bien allumé, la température moyenne de la fumée, prise à la moitié de la hauteur de la cheminée, monte rapidement à 60 et jusqu'à 68°, et se maintient entre ces limites jusqu'à ce que les chaudières étant arrivées à l'ébullition, on laisse tomber le feu. Au sortir du fourneau, et à la naissance de la cheminée, cette température est moyennement à 100°; elle s'élève pendant quelques instans jusqu'à 130° dans le moment où le feu donne le plus de flamme. Après que les chaudières sont arrivées à l'ébullition, et qu'on n'entretient plus qu'un petit feu pour la cuisson des alimens, la température de la fumée, à la naissance de la cheminée, descend à 90° et 80°; au milieu elle est d'environ 50°, et au sommet, de 22 à 24°. Ce n'est qu'à ce

---

(1) Pour déterminer cette vitesse, il suffit d'introduire dans le tuyau de la cheminée quelques corps légers, tels que des plumes, du papier brûlé, etc., ou de produire instantanément de la fumée dans le foyer, en y projetant de la poussière de charbon; on observera, au moyen d'un pendule à secondes, le temps que met la fumée à paraître au sommet de la cheminée, et on en déduira la vitesse, d'après le développement des conduites que parcourt la fumée.

moment aussi qu'on a pu faire des expériences sur la vitesse de l'air dans la cheminée, parce qu'alors les foyers ne donnaient presque plus de fumée : en projetant, au moyen d'un soufflet, de la poussière de charbon dans ces foyers on a observé que la fumée qui en résultait mettait 10 à 12 secondes pour arriver au sommet de la cheminée, en parcourant un chemin de 26 mètres ; ce qui correspond à une vitesse d'environ  $2^m \frac{1}{2}$  par seconde. Cette vitesse est plus petite que celle que l'on trouverait directement par le calcul, en tenant compte de la température extérieure de l'air et de la proportion de charbon dissous dans l'air chaud au moment de l'expérience, à cause des retards qu'éprouve la fumée par les contours qu'elle est obligée de faire dans l'intérieur du fourneau.

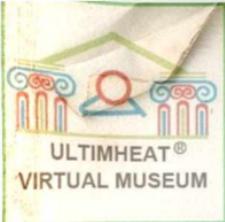
Les résultats de ces expériences justifient les données dont on est parti précédemment pour calculer le tirage. En effet, puisque la température de la fumée, à la naissance de la cheminée, est moyennement de  $100^\circ$ , et qu'à une hauteur de  $12^m$  elle se réduit à  $60^\circ$ , on peut admettre que, pour une hauteur de  $5^m$ , elle sera d'environ  $80^\circ$  : la température moyenne de la fumée serait donc, dans ce cas, de  $90^\circ$ , comme on l'a supposé précédemment. Or, une cheminée de cuisine, établie même sous un hangar, ne pouvant pas avoir une hauteur moindre de  $5^m$ , et la température de l'air extérieur ne s'élevant guère à plus de  $25$  à  $30^\circ$  en été, il en résulte que la surface de la section déterminée d'après ces bases peut être admise pour

les fourneaux de toutes les casernes, sauf à vérifier ensuite, si on le juge convenable, le tirage dans chaque cas particulier, avant de livrer les fourneaux aux soldats (1).

Il est possible maintenant d'évaluer la perte de chaleur qui a lieu dans un fourneau par l'effet du tirage : nous avons dit que, pour brûler 4<sup>kil.</sup> de charbon dans une heure, on devait compter, si le tirage était bien réglé, qu'il passait dans le même temps 80<sup>mè.</sup> cubes d'air ayant un poids de 102<sup>kil.</sup>, à raison de 1<sup>kil.</sup>,30, le mètre cube supposé à zéro ; mais, à égalité de poids, la capacité de l'air pour la chaleur n'est que le quart de celle de l'eau ; il s'en suit que, relativement à la quantité de chaleur emportée par la masse d'air qui traverse le foyer, c'est comme s'il était passé  $\frac{102}{4}$ <sup>kil.</sup> ou 25<sup>kil.</sup>,5 d'eau : or, la température de l'air, au sortir du fourneau, étant, d'après les expériences indiquées ci-dessus, à 100°, la chaleur emportée dans la cheminée peut donc être exprimée par 25<sup>kil.</sup>,5 × 100° = 2550 unités de cha-

---

(1) Lorsqu'un fourneau est construit, et qu'on s'aperçoit que la masse d'air qui se présente pour alimenter la combustion n'est pas suffisante, on peut l'augmenter en faisant arriver dans le cendrier, et par un conduit souterrain, de l'air pris à l'extérieur et principalement dans les caves pour qu'il soit plus froid. Ce moyen peut être nécessaire dans les localités où la vitesse de l'air affluent serait diminuée par une fermeture trop exacte des portes et fenêtres, ou par des vents contraires, et en général dans toutes les circonstances où le tirage, calculé pour les cas ordinaires, ne serait pas suffisant.



leur ; mais  $4^{\text{kil.}}$  de charbon en représentent  $4 \times 7050 = 28200$ , c'est donc environ  $\frac{1}{10}$  de la chaleur employée qui se trouve perdue dans la cheminée. Si on suppose maintenant que le tirage soit, par exemple, trois fois plus fort que ce qu'il doit être, ce qui peut très-bien arriver si on donne au registre trop de section, et si la vitesse de l'air chaud est augmentée par une plus grande hauteur de cheminée ou un vent violent ; la perte de chaleur qui se ferait alors par la cheminée serait de  $\frac{3}{10}$ , c'est-à-dire  $\frac{2}{10}$  ou  $\frac{1}{5}$  de plus dans le second cas que dans le premier ; il faudrait donc augmenter d'autant la masse de combustible à brûler dans le fourneau pour obtenir l'effet demandé.

Ce résultat peut faire apprécier de quelle importance il est pour l'économie du combustible de régler convenablement le tirage, et combien cette condition est nécessaire, surtout lorsqu'il s'agit de comparaison de fourneaux.

On a vu, page 86, que, dans les meilleurs fourneaux de casernes, on n'utilisait au plus que 25 p. 100 de la chaleur dégagée par le combustible brûlé, c'est 75 p. 100 qui se trouve perdue : or, comme il en passe 10 p. 100 par la cheminée, reste donc 65 p. 100 qui se perd par le fourneau et les parois de la chaudière : ce résultat démontre de quel côté il y aurait avantage à porter les améliorations dans ce genre d'appareil.

*Cheminée d'appel.*

On peut n'avoir qu'une seule cheminée pour l'écoulement des gaz de plusieurs fourneaux; il suffit que la section en soit égale à la somme des sections des conduits particuliers qui viennent y déboucher. Ce mode de construction, généralement employé en Angleterre (1), commence à se répandre aussi en France; et l'on a reconnu enfin, dans nos manufactures, l'inutilité de pratiquer dans un corps de cheminée autant de tuyaux distincts que l'on y amènerait de feux différens. On a fait quelques applications de cette idée dans les cuisines des grands établissemens de Paris. Ainsi :

Aux Invalides, les fourneaux des cuisines sont répartis dans plusieurs pièces, et communiquent à une seule cheminée d'appel, au moyen de conduits souterrains sur lesquels se trouvent pratiqués des regards pour faire les ramonages.

---

(1) Il existe à Glasgow, dans une manufacture de soude, une seule cheminée de 175 pieds de haut et de 18 pieds de diamètre par le bas, qui reçoit l'air brûlé de 20 fours à soude, consommant de 4 à 5000 kilog. de charbon par jour, de 50 fourneaux d'évaporation et de 50 autres fourneaux moins considérables; on a ménagé dans la fondation de cette cheminée plusieurs grands conduits auxquels aboutissent les tuyaux souterrains des divers foyers.

Dans une manufacture du pays de Galles, une seule cheminée reçoit les gaz de 400.000 kilog. de charbon consommés dans un jour.

Le même système est employé à la pharmacie de l'hôpital Saint-Louis : un seul tuyau de cheminée, échauffé par les fourneaux du laboratoire, reçoit, par des conduits souterrains, la fumée de plusieurs poêles établis dans les salles de la pharmacie, et celle de foyers particuliers qui se trouvent dans un bâtiment voisin.

Ce moyen, en usage encore à la Salpêtrière et dans plusieurs autres établissemens, pourrait servir aussi quelquefois avec avantage dans les bâtimens militaires : ainsi, dans les casernes, pour éviter de faire passer un trop grand nombre de tuyaux de cheminée dans les chambres des soldats, on pourrait quelquefois réunir en un seul corps de cheminée les tuyaux particuliers des cuisines, ceux des ateliers d'armurier et des maréchaux ferrans, des buanderies, des chauffoirs communs, etc.

Il est facile d'apprécier les avantages de cette disposition. Indépendamment d'une économie considérable dans la construction, et d'autant plus sensible que l'élévation des cheminées sera grande, le courant d'air chaud ayant une plus grande section, est moins sujet à être troublé par les vents, cette section permettant à l'air, dans la partie supérieure de la cheminée, quelques oscillations qui pourront ne pas se faire sentir jusqu'à la bouche des foyers, soit que l'effet de la dépression soit moindre, étant supportée par une plus grande masse, soit que cet effet n'ait lieu que dans une partie de la cheminée, tandis que le courant ascensionnel continue dans une

autre partie. La température est aussi plus élevée dans une cheminée commune à plusieurs foyers que dans un tuyau de la même hauteur particulier à chacun d'eux, parce qu'il y a moins de contact avec les briques du tuyau ou moins de circonférence; la vitesse de l'air y sera donc plus grande, et il est préférable, comme on l'a vu, d'obtenir un courant aussi fort que possible, puisque, à l'aide de soupapes, on peut le diminuer à volonté ou lui rendre toute son intensité, lorsque des vents tendraient à s'opposer à sa sortie.

Si la fumée doit suivre un long conduit horizontal, ou même redescendre pour aller gagner une cheminée ascendante, il peut arriver quelquefois, que, pour déterminer le tirage, on soit obligé d'allumer au pied de cette cheminée quelques copeaux de bois ou une poignée de paille; autrement les produits de la combustion dans le foyer éloigné, étant plus légers que l'air du grand conduit horizontal ou descendant, ne pourraient traverser ce dernier pour arriver à la cheminée montante; tandis que l'air de celle-ci, une fois mis en mouvement par la flamme qui l'a échauffé, doit être remplacé par l'air du conduit: on augmente ce tirage en fermant la porte, ménagée au pied de la cheminée, par laquelle on a introduit les corps enflammés.

Cette précaution est inutile lorsque la cheminée reste échauffée, même après quelque interruption, parce qu'alors il s'y détermine naturellement un courant ascensionnel. Si plusieurs conduits se ren-



dent dans la même cheminée , il suffit qu'un seul des feux soit entretenu pour que le tirage ait lieu constamment.

On doit fermer le registre d'une conduite particulière lorsque le foyer correspondant n'est pas allumé, car il s'y établirait un courant d'air qui produirait une ventilation dans la pièce où elle communiquerait ; et, cette masse d'air , arrivant dans la cheminée et se mêlant à l'air chaud des autres foyers , diminuerait sa température, et, par suite, la vitesse du tirage. Cette précaution est nécessaire aussi, comme on l'a déjà dit , quand bien même chaque foyer aurait sa cheminée.

Dans le projet indiqué au dessin , on a supposé qu'on ferait usage de ces dispositions ; les conduites de chaque foyer se réunissent de deux en deux à un même tuyau qui communique ensuite , par le plus court chemin , à une cheminée d'appel.

On peut encore adopter un seul conduit horizontal pratiqué dans le massif même du fourneau derrière les foyers ; la fumée de ceux-ci y déboucherait par un conduit vertical après avoir contourné les chaudières ; les registres , placés alors dans l'intérieur du fourneau , seraient manœuvrés à l'extérieur au moyen d'une tringle de fer. Le conduit principal communiquerait à la cheminée d'appel , soit directement , soit par un canal souterrain ; on y ménagerait une ouverture à chaque extrémité pour faciliter le ramonage.

Il n'est point difficile de varier ces dispositions

pour chaque localité ; il suffit de supposer que la fumée est un liquide qui doit circuler dans les conduites , et qu'il faut des robinets pour l'arrêter ou la faire sortir selon les besoins.

Pour faciliter le nettoyage des conduites horizontales , on y met quelquefois , à demeure , une chaînette de fer à laquelle on attache ensuite une corde et le fagot d'épine qui sert ordinairement à enlever la suie : lorsque le ramonage est fini , on a soin de remettre la chaînette à sa place avant d'en détacher la corde qui a servi à l'opération.

#### *Assainissement des cuisines.*

On peut se servir de la cheminée d'appel pour assainir les cuisines , si elles ne sont pas suffisamment aérées , et que les vapeurs qui s'y répandent ordinairement ne puissent pas s'écouler ; il suffit d'établir dans cette cheminée , près des plafonds , une ouverture fermée par une porte ou un vasistas que l'on manœuvrera au moyen d'une tringle de fer ou par une petite chaîne. Elle ne devra rester ouverte que le moins possible , afin de ne pas refroidir inutilement la cheminée (1).

---

(1) Ce moyen d'assainissement pourrait être fort utile dans les casernes mal aérées , surtout depuis la suppression des cheminées , aussi bien que dans les hôpitaux , dans les prisons , et quelquefois même dans les mines. Pour en apprécier l'efficacité , il suffit de



Pour mieux assainir les cuisines , il pourrait être convenable de couvrir tous les fourneaux d'une hotte pyramidale , qu'on peut rendre très-légère en la formant de vieilles planches bien sèches enduites en plâtre des deux côtés. Cependant, dans les grands établissemens de Paris , où les cuisines , à la vérité, sont très-vastes, et où toutes les marmites sont réunies en groupe au milieu de chaque pièce, il n'existe pas de hotte au-dessus des fourneaux : les cuisiniers y voient plus clair , les chaudières sont moins exposées à la chute de la suie et de la poussière , et enfin, l'ensemble de la disposition offre une plus belle apparence : la fumée se rend alors, comme on l'a déjà dit, par des conduits souterrains à une cheminée d'appel, ou bien elle s'élève dans des colonnes en cuivre d'où partent des tuyaux en tôle comme pour les poêles.

#### *Chaudières.*

Les chaudières en usage dans les casernes sont en fonte et à fond convexe à l'extérieur ; leur contenance est d'environ 64 litres ; mais on n'y en peut mettre que 60 , à cause de l'espace vide qu'elles doivent offrir pour que le bouillon ne déborde pas dans l'é-

---

savoir que dans une chambre de 100 mètres cubes, communiquant à une cheminée qui aurait une section de  $\frac{1}{4}$  de mètre carré , et où le courant ascensionnel aurait une vitesse moyenne de 3 mètres par seconde , l'air serait renouvelé 27 fois dans une heure.

bullition. Leur poids est de 45 à 50<sup>liv.</sup> : on peut juger par-là combien il est difficile de les manœuvrer ; elles écrasent les fourneaux lorsqu'on les met en place ; leur épaisseur est un obstacle à la transmission de la chaleur , et elles sont sujettes à se fendre, sans qu'il soit possible de les raccommoder , lorsqu'on les pose presque rouges sur un sol humide. Il est aussi arrivé que les anses s'en sont détachées au moment où les soldats cherchaient à les retirer du fourneau, pleines du bouillon, pour tremper la soupe ; et , on conçoit facilement les accidens graves qui ont pu en résulter.

Dans aucune cuisine des grands établissemens de Paris , on ne trouve des chaudières en fonte ; elles sont toutes en cuivre , ce qui les rend plus légères , plus aisées à manœuvrer et plus perméables à la chaleur : leur durée est aussi plus longue, parce que le cuivre ne s'oxide ni ne se casse aussi facilement que la fonte ; on peut d'ailleurs les réparer à peu de frais ; et , hors de service , elles ont encore les  $\frac{2}{3}$  de leur valeur , avantage que ne présente pas la fonte.

On ne pourrait cependant , sans quelque inconvénient , adopter des chaudières en cuivre pour les casernes ; elles exigent , pour être maintenues propres , des soins dont le soldat n'est pas toujours capable , il faudrait veiller à ce qu'elles soient étamées une ou deux fois par an. Mais on éviterait tous ces inconvéniens , et on obtiendrait les mêmes avantages pour la légèreté et la facile transmission de la



chaleur, en faisant usage de chaudières en tôle, qu'on pourrait même étamer pour les rendre plus propres et moins oxidables. On s'en est servi pendant quelque temps dans la caserne des vétérans à Paris, et on s'en trouvait très-bien; on ne les a abandonnées que pour l'uniformité avec les autres casernes, où l'on avait adopté les chaudières en fonte.

Le prix des chaudières en tôle est à peu près le même que celui des chaudières en fonte, car une chaudière en tôle brasée et planée, de 2 lig. d'épaisseur au fond, de  $\frac{3}{4}$  de ligne pour les côtés, et d'une contenance de 64 litres, pèse 10<sup>kil.</sup>, 18, et revient à Paris à 30<sup>fr.</sup>, 56, à raison de 3<sup>fr.</sup> le kilog. : une chaudière en fonte de la même contenance et du poids de 50<sup>kil.</sup>, revient à Paris à 32<sup>fr.</sup>, 50, à raison de 0<sup>fr.</sup>, 65 le kilog. En cuivre, elle pèserait autant que si elle était en tôle, et coûterait 53<sup>fr.</sup>, 75, à raison de 5<sup>fr.</sup> le kilog.

La forme des chaudières influe beaucoup sur la transmission de la chaleur; ainsi, les chaudières à fond plat ou concave utilisent mieux la chaleur que celles qui sont cylindriques ou à fond convexe; le courant d'air chaud vient heurter plus perpendiculairement la surface de la chaudière, et c'est, en général, un avantage. La forme convexe, adoptée pour le fond des chaudières en fonte, paraît être motivée par la facilité du moulage et par la commodité qui en résulte pour en nettoyer l'intérieur; mais avec un fond plat ou très-peu concave, et en arrondissant

les angles intérieurs, on remplirait également bien cette condition.

La profondeur des chaudières a aussi une grande influence sur la transmission de la chaleur. Il est à remarquer qu'elles sont très-plates dans les cuisines des grands établissemens de Paris, et que c'est surtout en augmentant leur diamètre qu'on leur a donné plus de capacité; elles utilisent mieux la radiation du foyer, et leur forme est la meilleure pour faciliter l'échauffement de la masse liquide. On sait, en effet, comment s'opère dans ce cas la transmission de la chaleur: les molécules d'eau placées au fond s'échauffent les premières, devenues alors plus légères, elles montent à la surface; des molécules plus froides viennent les remplacer, et il s'établit ainsi deux courans au moyen desquels toute la masse tend à s'échauffer. La portion de chaleur qui se propage d'une molécule à l'autre, est extrêmement petite en comparaison de celle qui s'élève par ces deux courans; en sorte que la position la plus convenable à donner à une chaudière, par rapport au foyer, est non-seulement de la placer immédiatement au-dessus, mais encore de présenter à l'action du foyer la plus grande étendue possible de surface, ou donner à la chaudière la plus grande largeur, comparativement à sa hauteur.

Dans les établissemens déjà cités, la profondeur des chaudières n'est jamais plus grande que le diamètre; elle est souvent des  $\frac{2}{3}$ , et quelquefois moins encore: ainsi,

La grande chaudière des Invalides , pour 1200 hommes , a  $1^m,36$  de diamètre et  $0^m,95$  de profondeur , dont  $0^m,60$  seulement , sont engagés dans le fourneau ; elle est chauffée au bois.

La chaudière des officiers , dans le même établissement , a  $0^m,80$  de diamètre sur  $0^m,80$  de profondeur , dont  $0^m,50$  dans le fourneau : une autre chaudière pour cuire les légumes a  $0^m,73$  de diamètre et  $0^m,32$  de profondeur , dont la moitié seulement se trouve dans le fourneau. Ces deux chaudières sont chauffées à la houille.

Les grandes chaudières de l'hôpital Saint-Louis ont  $1^m,00$  de diamètre et  $0^m,90$  de profondeur , dont  $0^m,60$  dans le fourneau : elles sont chauffées à la houille. Les chaudières de la pharmacie , dans le même établissement , ont  $0^m,50$  de diamètre et  $0^m,44$  de profondeur , dont  $0^m,30$  dans le fourneau ; elles sont chauffées au bois.

Enfin , les quatre grandes chaudières du Val-de-Grâce , chacune de la contenance de 500 litres , ont  $0^m,94$  de diamètre et  $0^m,77$  de profondeur , dont  $0^m,66$  dans le fourneau ; elles sont chauffées à la houille.

L'élévation de ces chaudières au-dessus des fourneaux est motivée par la nécessité d'une enveloppe nommée *panache* , qui les supporte , et parce qu'alors il n'est pas nécessaire qu'elles soient pleines pour être utilisées : un autre avantage qui en résulte , c'est que les ordures liquides ou solides , s'il vient à

en tomber sur le fourneau, sont moins sujettes à jaillir dans les chaudières.

Il est donc convenable aussi de donner peu de profondeur aux chaudières de casernes : elles doivent être légèrement coniques pour qu'on puisse les dégager facilement du fourneau ; et, quoique sous le rapport de la transmission de la chaleur, et pour utiliser toute leur surface de chauffe, il vaille mieux les plonger entièrement dans le fourneau, cependant il est préférable, d'après ce qui précède, de les faire déborder de quelques pouces au-dessus.

En général, une seule chaudière par compagnie ne suffit pas pour le service des cuisines de casernes ; on a reconnu, dans plusieurs places, l'utilité d'en avoir quelques petites, afin d'y faire chauffer de l'eau, soit pour remplacer celle qui s'évapore dans les grandes, soit pour laver les ustensiles de cuisine, ou pour préparer le blanc nécessaire aux buffleteries. Les soldats sont obligés d'y suppléer par des pots en terre ou en fonte, chauffés à des foyers particuliers, contre les murs et dans les angles des cuisines, ou à des poêles dans l'intérieur des chambres ; ils se servent encore, pour cet objet, des grandes chaudières elles-mêmes, qui, ne contenant alors que très-peu de liquide, rougissent bientôt et sont sujettes à se fendre.

Pour régulariser cette partie du service, il est donc nécessaire qu'à côté des grandes chaudières on en établisse de petites, d'une contenance de 15 à 20 litres pour une ou deux compagnies. Elles pourront



être chauffées à la fumée des fourneaux : leur température , comme on l'a observé dans les expériences faites au dépôt des fortifications , ne pourra guère s'élever à plus de 90 à 92° ; ce qui indique que , même avec des foyers à une seule révolution , les grandes chaudières utilisent encore très-bien la chaleur de la fumée : il vaudrait mieux cependant que les petites chaudières pussent arriver à l'ébullition ; mais , d'après l'usage auquel elles sont destinées , il ne paraît pas que cela soit indispensable ; on ne pourrait d'ailleurs obtenir ce résultat qu'en faisant une plus grande dépense de combustible et en compliquant le mécanisme des fourneaux.

Un moyen économique d'avoir de l'eau chaude pour le service des cuisines , serait de disposer le couvercle de chaque chaudière en forme de bassin , de manière à pouvoir contenir de l'eau : on utiliserait ainsi la chaleur d'une grande partie de la vapeur qui s'élève des chaudières et qui se perd dans l'air ; mais ce moyen offrirait probablement déjà trop de sujétion pour les cuisines des soldats.

Il était intéressant de connaître l'avantage qui , pour la transmission de la chaleur , pourrait résulter de l'emploi des chaudières minces en tôle ou en cuivre , comparé à celui des chaudières en fonte en usage dans les casernes : on a fait au dépôt des fortifications des expériences pour résoudre cette question. ( Voyez le détail de ces expériences à la fin de cette notice.)

D'après les résultats des expériences n<sup>os</sup>. 5 et 7 ,

faites avec des chaudières en fonte chauffées à la houille, et celles des nos. 10 et 11, où les chaudières étaient en cuivre et en tôle, on trouve : que, pour la même quantité d'eau et la même charge des foyers, l'ébullition se trouve avancée, pour les chaudières minces, de 15 à 20 minutes ; il se forme aussi plus de vapeur, et en définitif la quantité de chaleur utilisée dans ce cas se trouve augmentée de  $\frac{1}{2}$  p. 100 ; sur 24 p. 100 qu'elle est ordinairement, c'est  $\frac{1}{48}$ .

*Différence apportée dans les résultats par la capacité des chaudières.*

La capacité des chaudières peut, dans certaines limites, influer beaucoup sur les résultats du chauffage : ainsi, le très-petit foyer d'une chaudière de peu de capacité ne saurait entretenir le combustible que l'on y brûle, et différentes parties du fourneau, à une température suffisamment élevée, pour qu'une assez grande partie des matières combustibles ne se volatilisent pas en échappant à la combustion. D'ailleurs, les surfaces de déperdition du fourneau et de la chaudière croissent dans un rapport bien moins rapide que la capacité des chaudières ; car, dans les solides semblables, les surfaces n'augmentent que comme les carrés des dimensions homologues, tandis que les capacités croissent comme les cubes de ces dimensions : la masse à échauffer est aussi beaucoup



plus considérable dans plusieurs fourneaux que dans un seul qui leur serait équivalent : la grandeur de l'appareil offre donc un avantage pour l'économie du combustible. Ce résultat, bien connu pour les chaudières des machines à feu et pour le chauffage à la vapeur, se vérifie aussi pour la cuisson des alimens : ainsi ,

Dans les chaudières en fonte et à circuits, de la contenance de 60 à 70 litres pour une compagnie, on obtient, comme on l'a déjà dit, environ 10<sup>kil.</sup> de soupe à la viande pour 1<sup>kil.</sup> de houille ou 2<sup>kil.</sup> de bois ; mais une chaudière aussi en fonte, du même système, de la contenance de 539 litres, établie à l'hôpital militaire de Metz, donne moyennement 17 à 18<sup>kil.</sup> de soupe à la viande pour 1<sup>kil.</sup> de houille ou deux de bois. A l'hôpital du Val-de-Grâce, les chaudières qui sont en cuivre et de la contenance de 500 litres, mieux établies peut-être que celle de l'hôpital de Metz, donnent de 20 à 25 kilog. de soupe pour 1<sup>kil.</sup> de houille. On obtient à peu près le même résultat à l'hôpital Saint-Louis et aux Invalides.

Il suit de là que, si au lieu des chaudières par compagnie, maintenant en usage dans les casernes, on n'en établissait qu'une seule par bataillon, on retirerait une économie d'au moins moitié sur les frais de cuisson des alimens, indépendamment d'une diminution notable dans les frais d'établissement et d'entretien des fourneaux. Le service des cuisines serait encore plus facile dans cette hypothèse ; car,

au lieu de 16 cuisiniers par bataillon, qu'il est nécessaire d'employer maintenant, il n'en faudrait que 2 ou 3, dont un chef de cuisine, soldat ou caporal, qui ne ferait pas d'autre service et auquel le corps pourrait faire encore quelques petits avantages (1). Ce chef, fixe dans son emploi, serait responsable de tous les détails des cuisines : les marmites et autres ustensiles pourraient être ménagées et entretenues avec tout le soin désirable, les fourneaux être mieux conduits pour l'économie du combustible, et les alimens meilleurs, étant préparés en plus grande masse et avec tous les soins convenables. On pourrait encore introduire dans ces cuisines plusieurs procédés utiles employés dans quelques établissemens, tels que l'usage de la gélatine extraite des os que jettent ordinairement les soldats (2), les soupes économiques, suivant les procédés qu'indiquent Vauban, Rumfort, Cadet-de-Vaux, d'Arcet, etc. Il

---

(1) Plusieurs régimens ont déjà adopté des cuisiniers permanens, et des femmes sont quelquefois chargées des cuisines.

(2) Cette perte est très-considérable : sur 6 livres de viande que donne le boucher, il y a environ 1 livre d'os ; on en aurait donc 50 pour 300 livres de viande consommée en 1 jour par 1 bataillon de 600 hommes ; or, en broyant simplement ces os dans un mortier, et en les faisant bouillir avec de l'eau, il résulte des expériences de M. Cadet-de-Vaux que, pour chaque livre d'os, on retire 4 livres de gélatine en gelée, susceptible de donner 8 rations de 1 livre  $\frac{1}{2}$  de bouillon, plus 3 onces d'une excellente graisse très-bonne pour préparer des légumes, et dont la valeur, estimée au minimum à 3 sols, couvre au delà la dé-



y aurait donc, en définitif, un grand avantage à n'employer qu'une seule marmite par caserne ou par bataillon : l'armée et le trésor y trouveraient à la fois un profit réel : la seule considération qui pourrait peut-être s'opposer à l'adoption de ce mode de cuisine, serait de pouvoir régler, d'une manière fixe, la quantité de combustible nécessaire à chaque corps dans les différentes positions où il pourrait se trouver.

*Prix de la cuisson de la viande dans divers appareils.*

On peut maintenant comparer le prix de la cuisson de la viande, en employant divers appareils et les combustibles le plus en usage.

Avec des petites marmites par escouades, placées dans un feu de cheminée, suivant l'ancien système, le prix de la cuisson de la viande est nécessairement plus élevé que dans tout autre procédé, puisque

---

pense de combustible nécessaire pour faire l'opération ; il a été d'ailleurs constaté par la Faculté de Médecine que le bouillon ainsi obtenu est plus nourrissant et plus salubre que le bouillon de viande. Pour 50 livres d'os, on retirerait donc 400 rations d'excellent bouillon, dont la valeur se trouve tous les jours perdue par les soldats dans chaque bataillon, faute d'une personne entendue qui les dirige dans leur cuisine.

1<sup>kil.</sup> de bois ne donne que 1<sup>kil.</sup>, 1 environ de soupe à la viande ; mais il devient au contraire un des moindres, si les marmites sont disposées comme dans le caléfacteur-Lemare, en usage déjà dans un grand nombre de ménages (1). Dans cet appareil, où l'on emploie le charbon de bois, la perte de chaleur n'est que de  $\frac{1}{10}$ , et une voie de charbon pesant 55<sup>kil.</sup> suffit, à 1<sup>kil.</sup> près, pour faire 200 pots-au-feu de 6 livres de viande et 6 litres d'eau, et fournir encore 5 à 6 litres d'eau chaude pour les lavages. ( Rapport à l'Académie des Sciences, du 26 août 1822, par MM. The-

(1) Le caléfacteur-Lemare se compose d'une espèce de fourneau en métal, formé de deux parois, distantes l'une de l'autre de quelques centimètres, et dont l'intervalle est rempli d'eau. Le fond de ce fourneau est percé d'un trou qui donne passage à l'air nécessaire à la combustion ; au-dessus de ce trou, et sur une espèce de grille, on met du charbon de bois, seule espèce de combustible que l'on brûle dans cet appareil ; on place ensuite la marmite qui ne laisse entre elle et la paroi intérieure du fourneau qu'un espace de quelques millimètres pour le passage des gaz résultant de la combustion. Cette marmite s'applique par les bords sur le fourneau, de manière qu'on peut à volonté intercepter ou laisser libre le courant d'air intérieur : on y pose un couvercle en forme de bassin, disposé lui-même pour la cuisson des alimens, afin d'utiliser encore si l'on veut la chaleur qui s'élève de la marmite principale. Dès que cette marmite est arrivée à l'ébullition, on ferme les conduites d'air, et on couvre d'une étoffe de laine le fourneau dont on n'a plus ensuite à s'occuper jusqu'au moment de tremper la soupe. Cet appareil comme on le voit ressemble beaucoup au calorimètre, où l'on utilise toute la chaleur du combustible.



nard et Fourier.) Or, la voie de charbon coûte, à Paris, 7<sup>fr.</sup>,50 rendue à l'atelier, c'est le prix qu'on la paie à la Monnaie, où l'on en consomme jusqu'à 100 par semaine; d'où il suit que, pour ce prix, on pourrait obtenir 1800<sup>kil.</sup> de soupe à la viande, et une grande masse d'eau chaude. Les 100<sup>kil.</sup> de soupe reviendraient donc à 0<sup>fr.</sup>,41

Les soins qu'exige cet appareil pour être conservé en état, et la difficulté de pouvoir y brûler tout autre combustible que du charbon de bois, seront probablement toujours les obstacles qui s'opposeront à son usage dans les cuisines de casernes.

Avec une chaudière par compagnie, on obtient 10<sup>kil.</sup> de soupe pour 1<sup>kil.</sup> de houille ou 2<sup>kil.</sup> de bois : or, d'après le marché du chauffage pour les troupes, l'entrepreneur livre à Paris le stère de bois, composé de 121 bûches  $\frac{1}{3}$  de 6 à 8 pouces de circonférence, mélange égal de chêne, de charme et de hêtre, pesant ensemble 3100<sup>kil.</sup>, à 12<sup>fr.</sup>; et le myriagramme de houille à 32 cent.  $\frac{4}{10}$ , ou 3<sup>fr.</sup>,24 les 100<sup>kil.</sup> Ces prix sont soumis à un rabais de 6  $\frac{1}{100}$  p. 100, ce qui réduit le prix du stère de bois à 11<sup>fr.</sup>,17 ou à 3<sup>fr.</sup>,54 les 100<sup>kil.</sup>, et celui de la houille à 3<sup>fr.</sup>,02. Donc, en employant le bois on ferait 500<sup>kil.</sup> de soupe, pour 3<sup>fr.</sup>,54, ce qui porte les 100<sup>kil.</sup> à 0<sup>fr.</sup>,70.

En employant la houille on aurait 1000<sup>kil.</sup> de soupe, pour 3<sup>fr.</sup>,02, ce qui porte les 100<sup>kil.</sup> à 0<sup>fr.</sup>,30.

Avec une chaudière par bataillon, on obtiendrait 20<sup>kil.</sup> de soupe pour 1<sup>kil.</sup> de houille ou 2<sup>kil.</sup> de bois : les 100<sup>kil.</sup> de soupe reviendraient alors,

avec le bois, à 0<sup>fr.</sup>,35, et pour la houille à 0<sup>fr.</sup>,15.

En résumé, on aura le tableau suivant :

DÉSIGNATION des APPAREILS.	ESPÈCE de COMBUSTIBLE.	Prix de cuisson de 100 kil. de soupe à la viande.
Petite marmite par escouade, chauffée à un feu découvert suivant l'ancien système. . .	Bois. . . . .	f. c. 3,21
Même marmite, en adoptant le caléfacteur-Lemare. . . .	Charbon de bois.	0,41
Chaudière par compagnie. . .	Bois. . . . .	0,70
	Houille. . . . .	0,30
Chaudière par bataillon. . .	Bois. . . . .	0,35
	Houille. . . . .	0,15

### *Grille, foyer, cendrier.*

Il est nécessaire d'avoir une grille pour brûler de la houille ; sa grandeur se règle sur la quantité qu'on doit en consommer dans un temps donné : on peut cependant brûler beaucoup de charbon sur une petite grille, en la chargeant plus souvent ; il suffit que la somme des vides laissés entre les barreaux ne soit pas moindre que la section des autres conduites d'air du fourneau : dans tous les cas, l'intervalle à laisser entre chaque barreau ne doit être au plus que de 5 à 6 lignes, afin que les plus petits morceaux de

houille ne puissent échapper à la combustion en tombant dans le cendrier.

C'est surtout pour des fourneaux qui doivent être conduits par les soldats qu'il est important de régler convenablement les dimensions de la grille et du foyer, de manière à n'y pouvoir brûler qu'à peu près la quantité de combustible nécessaire. Le plus grand effet qu'on puisse avoir à produire dans un fourneau de caserne est, comme on l'a déjà dit, de brûler 4<sup>kil.</sup> de houille ou 8<sup>kil.</sup> de bois dans une heure; les dimensions de la grille et du foyer résultent de cette donnée : 4<sup>kil.</sup> de houille concassée en morceaux donnent un cube de 0<sup>m</sup>,005, à raison de 80<sup>kil.</sup> pour 1<sup>hecto.</sup>; comme ce volume doit être employé au moins en deux fois, afin de ne pas étouffer le feu, et que les morceaux de houille ne doivent pas occuper d'ailleurs une couche de plus de 0<sup>m</sup>,05 d'épaisseur, pour que l'air qui passe à travers ne se charge pas d'une trop grande proportion de charbon, la surface de la grille aura 0<sup>m</sup>,05 carré; ce qui équivaut à un carré de 0<sup>m</sup>,22 à 0<sup>m</sup>,23 de côté.

Si on devait employer des briquettes ou de la tourbe, ces combustibles, donnant moins de chaleur à volume égal que la houille, exigeraient, pour produire le même effet, une grille plus grande.

En employant le bois, on devrait en brûler 8<sup>kil.</sup> dans 1 heure; mais les bûches étant sciées en trois morceaux de 0<sup>m</sup>,35 à 0<sup>m</sup>,40 de longueur et fendues, une charge de 8<sup>kil.</sup> posée en couche, n'ayant pas plus de 0<sup>m</sup>,10 d'épaisseur, pour ne pas