

parties goudronneuses. Enfin, les charbons de bois blancs destinés à la fabrication des poudres de mine ne subissent aucun triage.

A Dresde, le charbon est, au sortir des cylindres, étendu en couche mince sur des claies en bois, où il reste exposé à l'air pendant 48 heures; on le met toutefois à l'abri des rayons solaires. Il est ensuite trié, pesé et versé dans les étouffoirs.

#### h) Résultats généraux.

La carbonisation dans les cylindres fixes offre, sur les procédés des fours et des chaudières, cet incontestable avantage que l'on peut régler, dans une certaine mesure, la marche de l'opération. Mais elle présente encore plusieurs inconvénients sérieux, que nous allons passer rapidement en revue.

1° Les produits sont loin d'être homogènes, surtout quand on cherche à obtenir du charbon roux, et se composent de charbons correspondant à tous les degrés de carbonisation, avec une assez forte proportion de parties goudronneuses. Cette variation dans l'état des différentes parties d'une même charge résulte surtout de la communauté de foyer pour deux ou trois cylindres et de l'encastrement de leurs extrémités dans le massif, dispositions qui ont pour effet de donner beaucoup plus de chaleur à la partie de chaque cylindre qui se trouve du côté du foyer, et de soustraire complètement à l'action directe de ce foyer les extrémités de la charge, qui se carbonisent ainsi plus lentement ou plus imparfaitement que le reste. En outre, les gaz qui s'échappent par l'unique orifice ménagé vers le fond de la cornue, et dont la température est supérieure à la température moyenne de la charge, donnent lieu à un échauffement plus considérable dans la partie postérieure du cylindre, où ils affluent vers l'orifice de sortie. Enfin, leur combustion ayant lieu dans le fond des foyers, où ils sortent des tuyaux, c'est encore cette partie des cylindres qui est le plus fortement chauffée : le charbon s'y trouve donc plus cuit que dans le reste de la masse.

2° On n'a pas la faculté de distribuer les gaz combustibles sous chaque cylindre à volonté, et en quantité convenable pour obtenir un charbon déterminé; de là résultent une grande difficulté de régler la marche de la carbonisation et la nécessité de protéger les cylindres contre les coups de feu par l'interposition de voûtes en maçonnerie, qui sont une cause de perte de chaleur.

3° Le mode de chargement au moyen de bottes préparées à

l'avance présente l'inconvénient de diminuer un peu le poids de la charge, par suite du vide qu'il faut laisser autour de la botte pour que l'introduction en soit facile. Quant au chargement brin à brin, il constitue une opération pénible devant un cylindre chaud, et donne lieu à une perte de temps et au refroidissement du cylindre.

4° Enfin, le déchargement, opéré au contact de l'air et à une température souvent élevée, peut occasionner l'inflammation de la charge, quelque rapide que soit son passage du cylindre dans l'étouffoir.

On a réussi, en France, à diminuer les irrégularités de l'opération et à élever le rendement en charbons roux, en réduisant notablement la température de chauffage des cylindres et augmentant la durée de chaque carbonisation, laquelle, comme nous l'avons vu, varie de 10 à 12 heures. Mais les plus importants perfectionnements ont été réalisés par l'installation des cylindres mobiles, que nous allons maintenant décrire.

#### B. Système des cylindres mobiles.

Les appareils de distillation du bois dans les cylindres mobiles ont été installés par Maurouard à la poudrerie de Metz (1864) et à la poudrerie de Sévran (1869); à la suite de la guerre de 1870-1871, les Allemands ont reproduit une installation semblable à la poudrerie de Spandau.

Dans ce nouveau mode de carbonisation, chaque cylindre, en tôle, est chauffé par un foyer spécial et peut, au moyen d'un système de rails et de galets, se mouvoir avec facilité, soit à l'intérieur d'un logement ménagé dans la maçonnerie du fourneau, soit sur des chariots mobiles le long d'un chemin de fer et destinés à opérer les chargements et déchargements, soit sur des chaises fixes en fer, placées aux deux extrémités de l'atelier et recevant les cylindres pleins de bois à carboniser ou de charbon non encore refroidi. Une buse tronconique, fixée au cylindre, vient s'adapter exactement dans un orifice ménagé au fond du fourneau et verse les produits de la distillation, amenés en quantités égales de chacune des extrémités du cylindre, dans un appareil de distribution en cuivre rouge, qui permet de les envoyer à volonté dans l'un quelconque des foyers ou d'en laisser échapper une partie dans la cheminée; la combustion des gaz dans chaque fourneau s'opère au moyen d'un

tuyau horizontal, parallèle à l'axe du cylindre et présentant deux ou trois rainures longitudinales. Deux cylindres sont affectés au service de chaque fourneau : on procède au chargement de l'un, pendant qu'une cuite est en cours d'exécution dans l'autre. Enfin, un appareil pyrométrique, établi au-dessus de chaque cylindre, permet de connaître, à chaque instant, la température intérieure.

a) Description des appareils.

Nous décrivons d'abord l'ensemble des appareils, tels qu'ils ont été primitivement construits à la poudrerie de Metz, nous bornant à indiquer ensuite les modifications qu'ils ont subies à Sévran et à Spandau.

Le massif en maçonnerie A (Pl. I, fig. 1 et 2) a 2<sup>m</sup> de largeur sur 2<sup>m</sup> de hauteur; sa longueur dépend du nombre des cylindres, qui sont éloignés l'un de l'autre de 1<sup>m</sup>,20 d'axe en axe et dont le centre est à 1<sup>m</sup>,35 au-dessus du sol. Le logement cylindrique E de la cornue, qui s'étend sur toute l'épaisseur du massif, à l'exception d'une paroi de 0<sup>m</sup>,30 ménagée à la partie postérieure, a un diamètre de 0<sup>m</sup>,85 et s'élargit sur le devant, où la saillie *h* de la cornue a fait porter son diamètre à 0<sup>m</sup>,92; il est muni, dans la partie ainsi élargie, d'une garniture en tôle forte F, entourée sur le devant du massif d'un rebord en fer à cornière, contre lequel s'applique une porte cylindrique légère en fonte G. Cette porte est supportée par un galet en fonte *g* roulant sur une tringle en fer, et pressée contre la tranche bien dressée de l'orifice au moyen d'une vis *g'* à laquelle sert d'écrou une barre horizontale mobile *g''*, qui s'introduit dans deux crampons rivés à la garniture cylindrique. Quatre petits orifices *b* donnent issue à la fumée, qui descend verticalement dans la cheminée souterraine par des conduits ou carneaux. Les parois du foyer et celles du logement cylindrique sont en briques réfractaires.

Les cornues H, qui ont 1<sup>m</sup>,35 de longueur sur 0<sup>m</sup>,70 de diamètre, sont formées par moitié de deux feuilles de tôle, dont les épaisseurs sont de 0<sup>m</sup>,006 pour la feuille inférieure et de 0<sup>m</sup>,003 pour la feuille supérieure; elles reçoivent, à chaque extrémité, une couronne extérieure en fer à cornière *h*, contre laquelle on fixe le fond postérieur au moyen de rivets, et le fond antérieur au moyen de pinces ou serres mobiles *h'*. Ce dernier fond est percé d'une petite porte *h''*, permettant de surveiller la marche de l'opération par l'extraction d'un brin de bois ou d'un fragment de charbon; un orifice circulaire *h'''* est

percé, pour l'échappement du gaz, à la partie supérieure du fond fixe, et prolongé à l'extérieur au moyen d'une buse tronc-conique en tôle forte, ayant 0<sup>m</sup>,06 de longueur et 0<sup>m</sup>,10 de diamètre à sa grande base. A l'intérieur de la cornue, un tuyau demi-cylindrique *h<sup>iv</sup>*, fixé au moyen de rivets depuis le fond postérieur jusqu'à 0<sup>m</sup>,05 du fond mobile et laissant découverte la partie inférieure de l'orifice d'échappement, a ses ouvertures calculées de manière à permettre un écoulement, à peu près égal vers les deux extrémités, des produits de la distillation. Deux fers à T, parallèles à l'axe de la cornue et distants de 0<sup>m</sup>,45, sont fixés au moyen de rivets à sa partie inférieure et font l'office de rails glissant sur quatre galets en fonte *e*, qui tournent dans des supports reliés à une semelle commune fixe en fonte.

La distribution des produits volatils se fait au moyen de deux lignes de tuyaux en cuivre convenablement inclinés vers le milieu du massif, où se réunissent les produits condensés. La ligne supérieure *i* est, par l'intermédiaire des tuyaux tubulés en fonte *i'*, en communication avec l'intérieur des cornues; les produits distillés descendent verticalement, par le tuyau *i''*, jusqu'à la rencontre de la ligne inférieure *i'''*, dans laquelle la partie de ces produits non encore condensée remonte pour se répartir dans chaque fourneau, au moyen des bifurcations *i<sup>iv</sup>*. La combustion des gaz dans chaque fourneau s'opère par l'intermédiaire du tuyau horizontal en fonte *i<sup>v</sup>*, ayant 0<sup>m</sup>,08 de diamètre sur 1<sup>m</sup>,40 de longueur, placé à 0<sup>m</sup>,08 environ au-dessous de la cornue, et percé, suivant sa génératrice supérieure, de deux rainures longitudinales séparées par un intervalle plein de 0<sup>m</sup>,45 et dont la largeur est de 0<sup>m</sup>,002, pour la plus rapprochée, et de 0<sup>m</sup>,003, pour la plus éloignée de l'orifice d'arrivée des gaz. Des tampons tronc-coniques en fonte *i<sup>v</sup>* et *i<sup>v</sup>*, pénétrant dans des orifices de même forme, alésés avec soin et se déplaçant au moyen de tiges en cuivre rouge qui sortent à travers des presse-étoupes garnis au mastic Serbat, permettent de régler l'entrée des gaz dans les tuyaux de combustion, ou de boucher les orifices de sortie des gaz pendant les changements de cornues; d'autres tampons semblables *i<sup>viii</sup>* servent à laisser échapper directement les gaz en excès dans les carneaux extrêmes. Les produits condensés sont conduits, par le tuyau *i<sup>v</sup>*, dans un bassin *i<sup>x</sup>* convenablement installé pour la séparation et l'enlèvement de l'acide pyroligneux et du goudron, qui s'écoulent, le premier, par un trou constamment ouvert à la partie supérieure, le

second, par un autre trou qu'on débouche à la partie inférieure, avant que le goudron vienne obstruer l'extrémité du tuyau qui, plongée dans le liquide, fait l'office de soupape de sûreté.

Deux cornues au moins par fourneau sont nécessaires pour le travail continu.

Outre les quatre galets inférieurs *j* qui roulent sur les rails, chacun des chariots mobiles *J* est muni, à sa partie supérieure, de six galets *j'* sur lesquels glisse la cornue, et porte latéralement des bras mobiles permettant de l'arrêter exactement, soit devant un fourneau, soit devant un support fixe. Les supports fixes sont en nombre au moins égal au nombre des fourneaux; ils sont également munis de galets, et font l'office de voies de garage pour les charges de bois à carboniser ou de charbon à refroidir.

Enfin, l'appareil pyrométrique se compose d'une barre horizontale en laiton *m*, fixée par un rivet vers l'extrémité postérieure du tuyau de sortie des gaz *h''*, et traversant le fond mobile par une buse qui reçoit, à chaque charge, un petit tampon de terre à four. L'extrémité libre se termine par une pointe d'acier qui vient buter contre une vis fixée à la partie inférieure d'un levier vertical *m'm'*; ce levier est formé de deux tiges réunies par une glissière et porte, vers le haut, un doigt mobile qui agit sur le talon d'une aiguille *m''*, munie d'un contre-poids *m'''* et constituant un levier coudé dont les tourillons reposent sur un support en fonte; l'extrémité de cette aiguille, qui a 1<sup>m</sup>,75 de longueur, se meut sur un arc gradué *m''''*. L'immobilité de l'extrémité fixe de la barre en laiton s'obtient au moyen d'une vis *h''* qui, solidement rivée dans le fond fixe de la cornue, pénètre par sa partie filetée à l'intérieur d'une boîte en fonte *m''*, contre le fond de laquelle est serré un écrou à oreilles *m'''* qui fait entrer jusqu'au refus la buse d'échappement des gaz *h'''* dans son logement; cette boîte se ferme d'ailleurs au moyen d'une porte en tôle à coulisses. Pour préparer le fonctionnement de l'appareil, il suffit d'entourer les buses du fond fixe et du fond mobile d'un tampon de terre à four, d'introduire le cylindre dans le fourneau, de serrer l'écrou *m'''*, d'abaisser la partie inférieure du levier vertical et d'amener la vis *m'* au contact de la pointe d'acier. L'arc est gradué au moyen de la fusion de différents métaux ou alliages, de manière qu'un changement de température de 10° corresponde pour l'aiguille à un déplacement d'environ 0<sup>m</sup>,015, très-facilement appréciable à distance.

L'installation des cylindres mobiles à la poudrerie de Sévran ne diffère que par quelques détails de celle que nous venons de décrire. Les épaisseurs des deux feuilles de tôle qui forment le cylindre ont été respectivement portées à 0<sup>m</sup>,010 et à 0<sup>m</sup>,006. Les portes des fourneaux sont à deux battants et s'ouvrent à charnières. Le fond mobile est assujéti au moyen de tiges percées, qui font corps avec des équerres fixées sur le cylindre et qui passent à travers des trous ménagés à cet effet dans le couvercle; on enfonce des coins dans les tiges et on lute avec de la terre glaise. Le tuyau de combustion porte trois fentes de largeurs inégales. On a été conduit à adapter au cylindre 8 galets roulant sur des rails fixes. Enfin, l'appareil pyrométrique a été complètement supprimé: un système de robinets en cuivre, disposés sur les tuyaux de sortie des gaz, permet de reconnaître la fin de l'opération à la couleur des produits volatils qui s'en dégagent. — D'après un mode de distribution récemment mis en essai, les gaz produits par la distillation sont amenés directement, au moyen de conduits verticaux, dans un barillet en fonte rempli d'eau jusqu'à la moitié de sa hauteur environ. Les tuyaux d'amenée plongent dans l'eau, et les gaz, débarrassés d'une partie de leur vapeur d'eau et des matières goudroneuses, sont distribués sous les cylindres à l'aide de tuyaux de sortie disposés à la partie supérieure du barillet. On rend ainsi impossible, en isolant chaque cylindre, tout passage des produits gazeux d'une cornue dans une autre, et l'on évite, outre les dépôts de goudrons au début ou à la fin d'une cuite, les chances d'explosion qui pourraient résulter de la formation de mélanges détonants à l'intérieur d'un cylindre, quelques instants après son introduction dans le fourneau.

A Spandau, les cylindres ont 1<sup>m</sup>,24 de longueur sur 0<sup>m</sup>,60 de diamètre environ, et contiennent 90° de bois. Ils sont munis de galets. La porte du fourneau se déplace au moyen d'une poulie, ce qui permet, par un très-petit mouvement de la porte, de surveiller la combustion des gaz dans le foyer. Enfin, le pyromètre se compose d'une barre en bronze, dont l'extrémité libre agit sur le petit côté d'un levier coudé; cet appareil semble avoir jusqu'ici fonctionné de la manière la plus satisfaisante.

#### b) Fonctionnement des appareils.

Les appareils de carbonisation installés à la poudrerie de Metz

fonctionnent, pour chaque paire de fourneaux, dans les conditions suivantes.

Le chargement s'opère sur des supports fixes, en introduisant d'abord le bois par brassées, puis en l'enfonçant brin à brin et jusqu'au refus avec une masse en bois : si les brins sont suffisamment droits, on peut les employer dans toute leur longueur, qui est d'environ 1<sup>m</sup>,25 ; s'ils sont tortus, il y a avantage à scier les bottes en deux. On ferme la cornue avec l'interposition d'un lut en terre à four, et l'on recouvre tout l'extérieur d'un badigeon formé de la même terre délayée dans l'eau et destiné à protéger la surface contre l'oxydation ; on entoure les buses d'un bourrelet en terre glaise, on ouvre la porte du fourneau extrême n° 1, par exemple, on amène devant ce fourneau le chariot qui porte la cornue pleine de bois, on la pousse jusqu'au fond, on opère la mise au zéro du pyromètre, et l'on ferme la porte extérieure. On charge de même toute la série des fourneaux dans lesquels on veut opérer.

Cela fait, on ouvre les orifices des buses et ceux des tuyaux de combustion des fourneaux impairs n° 1, 3, 5, etc. ; puis on allume le feu, qu'on pousse avec plus ou moins de vigueur suivant la qualité du charbon à obtenir, jusqu'à ce que les produits combustibles se présentent et s'enflamment le long des rainures des tuyaux. On cesse alors le feu, et l'on ouvre les orifices qui donnent accès aux produits de la distillation dans les fourneaux pairs n° 2, 4, 6, etc., sans fermer ceux des fourneaux impairs plus qu'il ne convient, pour que la distillation s'y continue dans des conditions convenables : ce qui se règle d'après les indications des pyromètres. Au bout de quelques instants, la chaleur développée par la combustion des gaz sous les cornues paires élève la température intérieure de ces cornues : on ouvre alors les orifices de leurs buses, qu'on a tenus jusque-là fermés pour empêcher à l'intérieur la condensation, avec dépôt de goudron, des produits volatils sortis des cornues impaires ; puis les opérations marchent simultanément dans les fourneaux pairs et impairs, avec une activité qu'on modère, au besoin, en ouvrant les orifices destinés à l'échappement direct des produits combustibles dans la cheminée.

Le travail se continue ainsi jusqu'au moment où, la combustion d'une partie des gaz des cornues impaires ayant commencé la distillation des cornues paires, les gaz de ces dernières prennent feu. A ce moment, si la répartition de la chaleur a été convenable, la

cuisson du charbon des cornues impaires doit être arrivée au degré voulu. On ouvre alors la porte du fourneau n° 1, on amène en face de ce fourneau un chariot vide, qui reçoit la cornue n° 1, puis est poussé de côté pour faire place au second chariot, qui porte une charge de bois préparée pendant l'opération précédente dans une autre cornue, laquelle est introduite dans le fourneau vide ; la porte de ce fourneau est refermée, et l'orifice de sortie des gaz de la cornue encore froide est momentanément bouché, pour éviter le dépôt des goudrons dans cette cornue. Une proportion convenable des gaz est alors amenée sous la nouvelle cornue, dont l'orifice d'échappement doit être débouché au bout de quelques minutes. Les autres fourneaux impairs reçoivent de même leurs secondes charges, au fur et à mesure de la cuisson des premières, et la distillation recommence dans ces fourneaux, comme cela a eu lieu pour les fourneaux pairs, de sorte que les produits combustibles des cornues impaires se présentent de nouveau en quantité suffisante, au moment où la cuisson du charbon des cornues paires est achevée. Ces dernières sont alors remplacées à leur tour, et les opérations se succèdent ainsi, sans l'emploi d'un combustible étranger, jusqu'à la fin de la journée de travail.

Si deux cornues seulement sont affectées à chaque fourneau, il est évident que la troisième charge des fourneaux impairs doit être faite dans les cornues qui en ont été retirées pleines de charbon et ont dû être garées sur les supports fixes ; mais, une heure environ après leur sortie des fourneaux, le charbon contenu dans ces cornues est, quel que soit son degré de cuisson, suffisamment refroidi pour pouvoir, sans prendre feu, être transvasé dans un étouffoir au moyen d'un rabot à poignée qui a été placé au fond de la cornue avant l'introduction du bois, de sorte qu'une nouvelle charge de bois peut être préparée dans ces cornues pour le moment où les fourneaux impairs réclameront un nouveau chargement.

La durée d'une opération, qui doit être plus considérable pour la production du charbon roux, n'est que de 2 heures 1/2 à 3 heures pour les charbons noirs. Il y aurait évidemment avantage, au point de vue de l'homogénéité des produits, à ralentir la marche de l'opération.

La charge d'un cylindre peut être portée à 90° de bois de bourdaine et 130° de bois blanc.

BIBLIOTHÈQUE  
MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE