

XIV

ARTS INDUSTRIELS.

1

Nouveau procédé de panification de M. Mége-Mourriès.

Un jeune chimiste, M. Mége-Mourriès, a proposé un nouveau mode de panification qui a beaucoup attiré en 1857 l'attention des administrations publiques. Les questions auxquelles se rattache le travail de M. Mége-Mourriès sont d'un intérêt capital, parce qu'elles tiennent à la base même de notre alimentation; c'est à ce titre que nous devons faire connaître à nos lecteurs les faits dont il s'agit.

Il sera nécessaire, pour la clarté de l'exposé qui va suivre du nouveau procédé de panification proposé par M. Mége-Mourriès, de rappeler d'abord en quoi consiste le phénomène chimique de la transformation de la farine en pain.

La farine des céréales est composée essentiellement d'un mélange d'amidon, de matière sucrée et de *gluten*, substance azotée, chimiquement analogue à la fibrine des muscles, à l'albumine des œufs, au caséum du lait. Cette matière est douée d'une élasticité, d'une viscosité toute particulière, qui lui ont fait donner par les chimistes son nom de *gluten*. La pâte préparée pour la cuisson, et qui consiste en farine convenablement mélangée d'eau, peut donc être considérée comme un tissu visqueux et élastique

formé de *gluten*, dont les cellules sont remplies d'amidon, avec un peu de matière albumineuse, qui existe en petite quantité dans la farine, et de plus, entremêlé de *levain* qui est destiné à provoquer la fermentation de la masse organique. Quand on abandonne cette pâte dans un endroit chaud la *fermentation panaire* s'établit. A la faveur de l'eau et de la chaleur, le gluten transforme, peu à peu, en sucre, l'amidon de la farine. Le sucre ainsi formé, plus celui qui préexistait dans la farine, se trouvant en présence du levain, éprouve, presque aussitôt, la fermentation alcoolique, c'est-à-dire se transforme, par la réaction mutuelle de ses propres éléments, en acide carbonique et en alcool. Plus tard, une partie de cet alcool peut se changer en acide acétique, tandis que le gluten, en se décomposant lui-même à son tour, donne naissance à du gaz acide carbonique, à de l'hydrogène et à un peu d'ammoniaque. Quand la pâte, après avoir *levé*, est introduite dans le four, la chaleur de ce milieu dilate ou réduit en vapeurs ces divers produits gazeux ou liquides, ainsi que l'air qui a été introduit dans la pâte par l'action du pétrissage. Ces vapeurs ou ces gaz soulèvent la pâte; mais retenus par sa viscosité, ils se logent dans de petites cavités de la masse ainsi soulevée. La chaleur du four ayant chassé la plus grande partie de l'eau interposée, la pâte devient solide et reste criblée de la multitude de petites cavités produites par les gaz; le pain qui en résulte est blanc et léger, par suite de l'extrême division de ses particules.

Si, dans la confection du pain, on fait entrer des farines très-blanches, c'est-à-dire débarrassées par un blutage convenable, de la plus grande partie du son, le pain obtenu est d'une blancheur parfaite. Si la farine, incomplètement blutée, ou naturellement impure, est colorée, le pain obtenu est *bis*, c'est-à-dire d'une couleur plus ou moins prononcée. L'habitude a prévalu, dans tous les pays, d'attacher à la blancheur du pain le signe de sa supériorité

comme produit alimentaire; et, bien que ce caractère soit loin de correspondre à la richesse nutritive du pain, il est certain que les villes réclament avant tout du pain blanc, et que la boulangerie a dû s'arranger pour satisfaire à cette préférence unanime des populations.

Par les recherches qu'il a faites sur le mécanisme chimique de la panification, M. Mége-Mourriès a reconnu d'abord que la coloration du pain bis ne tient pas à la présence de son dans la farine, et qu'en outre, la fermentation panaire est beaucoup plus facile et plus complète quand la pâte présente un caractère acide. Ce dernier fait est incontestable, et peu de personnes s'en doutaient, en France, avant les travaux de M. Mége. C'est avec la crème de tartre, c'est-à-dire avec le tartre purifié, tartrate acide de potasse, que M. Mége a d'abord opéré pour faciliter la fermentation panaire, et obtenir un pain très-blanc avec des farines de médiocre qualité.

A tort ou à raison, nous supposons que M. Mége-Mourriès avait connaissance de l'emploi général que l'on fait en Amérique, depuis quelques années, de la crème de tartre pour blanchir le pain. La presque totalité des crèmes de tartre qui se fabriquent dans le midi de la France, est aujourd'hui exportée aux États-Unis, et les négociants de ce pays ne dissimulent point que cette matière est demandée par eux pour entrer dans la préparation du pain. Que M. Mége ait eu connaissance, oui ou non, de ce fait, c'est ici une particularité secondaire, et nous ne la signalons qu'afin de montrer que les procédés dont nous parlons n'ont rien qui doive les faire repousser, puisque la pratique d'un grand pays en a déjà consacré l'usage.

Mais l'emploi de l'acide tartrique, dans la confection du pain, soulevait plusieurs difficultés. En premier lieu, c'était introduire dans le pain une matière étrangère, une substance chimique, et, bien qu'il existe dans tous les vins des quantités considérables de tartrates de potasse et

de chaux, bien que beaucoup de fruits acides contiennent aussi de fortes proportions d'acide tartrique, on ne peut se dissimuler que l'addition d'un composé chimique à nos pâtes alimentaires ne dût soulever bien des répugnances. Comme la femme de César, le pain, ni l'eau, ne doivent être soupçonnés. Sagement inspiré, selon nous, M. Mége-Mourriès a donc renoncé à l'emploi de la crème de tartre.

En cherchant, dans la série des acides économiques et inoffensifs, ceux que l'on pouvait faire entrer dans la confection du pain, M. Mége-Mourriès a eu l'excellente idée de recourir à l'acide carbonique. La réaction acide de ce gaz est faible, sans doute, mais très-manifeste, et M. Mége-Mourriès, par des expériences répétées, a reconnu que cette faible acidité de l'acide carbonique suffit pour produire le blanchiment du pain préparé avec des farines de qualité médiocre.

On ne pouvait songer à charger la pâte de la farine de gaz carbonique au moyen d'un courant de ce gaz, ou de sa dissolution dans l'eau. M. Mége a surmonté cette difficulté, en mélangeant à une partie de la pâte un peu de sucre et de levûre. Par la fermentation alcoolique qui s'établit promptement dans ce mélange, le sucre est décomposé, il se forme une petite quantité d'alcool et une masse assez considérable de gaz acide carbonique qui reste retenue dans cette pâte. Dès lors, en mélangeant cette partie de la pâte de farine chargée artificiellement de gaz carbonique, au reste de la pâte préparée pour la cuisson, on forme un tout contenant une quantité de gaz carbonique suffisante pour obtenir, par l'acidité de milieu, l'effet de décoloration que les acides produisent sur la pâte du pain en fermentation. Une partie de farine ainsi chargée de gaz carbonique mêlée à environ deux parties et demie de pâte, mais n'ayant reçu aucune addition, suffit pour obtenir la décoloration du pain.

Nous venons d'exposer la partie théorique du procédé

de M. Mége. Nous passons maintenant à la description de l'opération pratique telle que l'exécute l'auteur. Pour en donner une idée exacte, nous rapporterons une des opérations qu'il a faites à la boulangerie des hospices de Paris pour la démonstration expérimentale de sa méthode.

De 100 kilogrammes de blé on a obtenu, par un seul passage entre les meules et un seul blutage, 72 kilogrammes 720 grammes de fleur de farine et de gruaux blancs; 15 kilogrammes 720 grammes de gruaux bis et 15 kilogrammes 560 grammes de son.

A cinq heures du soir, on mit dans 40 litres d'eau, à 22 degrés environ, 700 grammes de levûre pure et 100 grammes de sucre; on maintint le mélange à cette même température. Le lendemain matin, à six heures, le liquide était saturé de gaz acide carbonique; on y délaya les 15 kilogrammes 760 grammes de gruaux bis, la fermentation commença immédiatement. A deux heures de l'après-midi, on ajouta 30 litres d'eau, et on passa ce mélange au tamis de soie ou d'argent pour séparer le son moyen et le son fin que contenaient les gruaux bis.

Les 70 litres d'eau par lesquels on avait traité les gruaux, après avoir passé au tamis, donnèrent 55 litres environ, avec lesquels on réduisit en pâte les 72 kilogrammes 720 de farine blanche, additionnés de 700 grammes de sel marin; la pâte fut mise dans les pannetons, où elle fermenta; elle fut enfin introduite dans le four, et la cuisson s'opéra comme à l'ordinaire.

En définitive, par le procédé de M. Mége-Mourriès, on peut convertir en pain blanc 84 à 85 kilogrammes de farine, provenant de 100 kilogrammes de blé, c'est-à-dire, de 16 à 17 kilogrammes de farine de plus qu'aujourd'hui; il n'y aurait à rejeter de la panification que 15 à 16 kilogrammes de son. Traitée par les anciens procédés, la farine employée dans l'expérience dont les résultats viennent

d'être rapportés, aurait donné du pain bis; traitée par le nouveau procédé, elle a donné du pain blanc. La moyenne de plusieurs cuissons a prouvé que 100 parties d'un même blé, dans la nouvelle fabrication, donnent de 16 à 18 parties de pain blanc de plus que dans l'ancienne fabrication. Le pain nouveau ne contient d'ailleurs ni plus ni moins d'eau que le pain ancien.

Quant aux qualités gustatives du pain ainsi obtenu, elles seraient plutôt supérieures qu'inférieures à celles du pain préparé par le procédé ordinaire, au dire de toutes les personnes qui ont pu l'apprécier.

Hâtons-nous d'ajouter qu'un essai prolongé de l'emploi de ce pain a mis tout à fait hors de doute ses propriétés alimentaires. La commission de l'Académie des sciences chargée de faire un rapport sur le procédé de M. Mége-Mourriès, a entre les mains des attestations de M. Hamon, curé de Saint-Sulpice, supérieur de l'Orphelinat de Saint-Charles, et du docteur Blatin, médecin et administrateur du même établissement, qui sont de nature à dissiper tous les doutes à cet égard. Ce certificat constate les excellentes qualités du nouveau pain, d'après l'usage quotidien qu'on en fait depuis six mois dans l'Orphelinat, composé de cent enfants de deux à neuf ans et de quinze sœurs. « Ce pain, disent M. le curé Hamon et le docteur Blatin, est d'une saveur agréable et très-nourrissant, d'une digestion facile, et se conserve bien...; la santé des enfants des deux sexes qui en font usage est restée parfaite. »

En résumé, M. Mége-Mourriès paraît avoir résolu, par des moyens simples et économiques, le problème, depuis si longtemps poursuivi, d'obtenir un pain blanc et de bonne saveur avec des farines peu blutées. Si l'on considère que l'emploi de la panification remonte aux âges les plus reculés, et que ces procédés n'ont reçu, depuis l'origine des sociétés, aucune modification sérieuse, on ne saurait méconnaître l'importance du résultat obtenu par cet experi-

mentateur. Le procédé que nous venons de décrire promet d'apporter une économie réelle dans la confection du pain; il permettra sans doute de ne préparer qu'une seule catégorie de pains pour l'alimentation, d'effacer ces distinctions de pain blanc et de pain bis, gênantes dans les transactions administratives, et de satisfaire en même temps au désir qu'éprouvent les habitants des villes de ne faire usage que de pain blanc. Le nouveau procédé a encore cet avantage sur l'ancien, qu'il permet de faire un pain très-rapproché du pain blanc par l'aspect, quoiqu'il renferme la proportion de son qui donne au pain préparé par l'ancien procédé la couleur *bise* qu'on lui connaît. Nul doute que d'ailleurs, dans les campagnes et partout où l'on consomme le pain bis, on ne pratique ce procédé, sans qu'il soit nécessaire de passer au tamis l'eau fermentée des *gruaux bis*, comme nous l'avons rapporté dans la description de l'opération exécutée par l'auteur.

Telles sont les considérations générales, et les résultats d'expériences qui recommandent à l'attention publique les modifications apportées par M. Mége-Mourriès à la confection du pain. Nous nous empressons d'ajouter, toutefois, qu'il y a par-dessus toutes les expériences, par-dessus tous les résultats constatés dans les commissions officielles, par-dessus toutes les théories, un juge suprême et définitif, c'est la pratique. Dans toutes les questions d'alimentation, le temps seul et l'expérience peuvent décider sans appel de la valeur de toute innovation proposée. Il faut donc attendre, pour se prononcer en dernier ressort sur les avantages de ce mode de panification, les résultats de son emploi général.

2

Le four automatique de New-York.

Nous venons de parler du nouveau procédé de panification imaginé par M. Mége-Mourriès. En fait de progrès, l'Amérique ne veut pas être en reste avec la France, et pour cuire la pâte préparée par les savants procédés de nos chimistes, elle nous a envoyé un appareil mécanique qui exécute à lui seul un travail qui nécessiterait l'emploi de trois cents boulangeries réunies. Nous allons décrire ce curieux appareil, où la pâte du pain entre par une porte, se promène dans l'enceinte échauffée, pour en sortir à l'état de pains roux et prêts à croquer.

Ce four, qui fonctionne à Brooklyn, tout près de New-York, est de dimensions gigantesques; il n'a pas moins de 32 pieds de hauteur et 18 de long. Il est à deux étages, comme une maison anglaise; à chaque étage se trouvent deux portes d'entrée.

Un fourneau, placé au-dessous de cette sorte d'édifice, sert à la cuisson du pain. La chaleur de ce fourneau est conduite par des tubes de terre à travers l'enceinte du four, et le fourneau est construit de telle façon que la chaleur peut être réglée et tenue constamment au même degré, au moyen d'un registre automatique attaché à un morceau de métal qui ouvre et ferme l'appareil, suivant que le métal éprouve un mouvement de contraction ou d'expansion.

Pour mettre en mouvement et promener dans le four la pâte destinée à la cuisson, il existe, à l'intérieur, une chaîne à la Vaucanson, ou chaîne sans fin, portant des plateaux horizontaux, sur lesquels trente-deux plates-formes sont placées, à deux pieds de distance environ. Cette chaîne peut être mue soit à la main, soit par la vapeur. La chaîne Vaucanson opère ses révolutions perpen-

diculairement dans le four avec une vitesse calculée de façon qu'il suffise d'un simple tour pour cuire le pain.

Les trente-deux plates-formes supportent trente-deux larges cuves ou bassines de pâte préparée suivant les procédés ordinaires; chaque cuve contient soixante miches de pâte, ce qui fait que 1920 miches de pain de quatre à cinq livres se trouvent cuites par chaque révolution de la chaîne, en même temps et du même coup. A l'extérieur, et près des portes du four, sont deux chariots ou caissons de service; portes et caissons sont mus par le même moteur que la chaîne Vaucanson.

Voilà en quoi consiste le *four automatique* de New-York considéré au repos. Quand il est mis en mouvement, une des portes s'ouvre d'elle-même, une cuve vide tombe du four, et est placée sur le caisson de service, qui la dirige vers la porte située de l'autre côté du four. Une cuve contenant soixante miches de pâte est placée sur ce caisson. La porte en face de laquelle est le caisson s'ouvre, et la cuve chargée entre aussitôt dans le four. La porte se referme immédiatement sur elle, et la cuve commence sa révolution sur la chaîne à la Vaucanson. Aussitôt que cette porte est close, l'autre porte s'ouvre, une autre cuve vide en sort, reçoit instantanément sa charge de pâte, va se rendre, comme celle qui l'a précédée, à la première porte, et ainsi de suite jusqu'à ce que les trente-deux caissons soient remplis, les cuves entrant toujours par une porte et sortant par l'autre. Du moment où toutes les cuves sont chargées, une cuve de pain cuit sort et se décharge elle-même à une porte du four, aussi vite que la pâte a été chargée à l'autre porte. Chaque révolution de la chaîne fournit près de deux mille pains de quatre à cinq livres.

Ce système, imaginé par M. Berdan, de New-York, a permis de faire, avec cinquante hommes travaillant sous le même toit, ce que l'on avait précédemment de la peine à faire, à Brooklyn, avec douze cents ouvriers travaillant

dans trois cents boulangeries séparées. Les boulangers de Brooklyn envoient leurs pains cuire dans ce four gigantesque, par suite de l'économie considérable qui résulte de la réunion de deux à trois cents foyers en un seul, qui marche sans interruption.

Tel est le four-phénomène arrivé tout chaud d'Amérique.

3

Nouveau système de chauffage industriel au moyen du gaz. —
Parallèle du chauffage au gaz et de la méthode ordinaire.

Le système de chauffage industriel généralement employé jusqu'à ce jour, consiste, comme chacun le sait, à placer le charbon sur une grille dans la proximité de l'objet à chauffer, et à provoquer la combustion à l'aide d'un tirage plus ou moins actif opéré par le tuyau de la cheminée. Ce tirage, qui ne s'obtient qu'au moyen des produits mêmes de la combustion, est une source considérable d'inconvénients et de pertes. Rien de plus incertain et de plus variable, en effet, que les quantités d'air qui passent sous les grilles. Tantôt appelé en trop grande quantité, cet air emporte sans utilité une partie du calorique des surfaces qu'il traverse; tantôt, n'étant pas admis en quantité suffisante pour brûler entièrement les gaz qui prennent naissance dans le foyer, ces gaz s'échappent incomplètement brûlés; de là, la fumée que vomissent la plupart des cheminées des usines, car cette fumée ne se compose guère que de gaz incomplètement brûlés et de molécules extrêmement divisées de charbon qui s'envolent ainsi sans profit. Il faut ajouter que le tirage détermine une circulation tellement rapide des gaz dans le foyer, que ces derniers ne peuvent, en raison de la vitesse avec laquelle ils s'échappent, céder qu'une fraction de leur calorique.

On pourrait peut-être pardonner au système de chauf-

fage actuellement employé, et qui est en usage depuis des siècles, les graves inconvénients que nous venons de signaler, s'il était permis d'utiliser, à ce prix, les combustibles si variés et si nombreux mis par la nature à la disposition des hommes. Mais il n'en est pas ainsi, et l'industrie est condamnée à ne faire usage d'un groupe tout particulier de ces corps, c'est-à-dire de certaines variétés de charbon qui ne sont qu'une exception parmi les diverses productions de nos bassins houillers. Pour servir au chauffage de nos chaudières, il faut que les houilles soient plus ou moins grasses et qu'elles puissent se tenir sur la grille. Aussi, les houilles très-maigres, les anthracites, les lignites et la tourbe, qui abondent sous le sol de la France, sont-ils forcément repoussés de la consommation industrielle comme agents de chauffage. Ce n'est qu'à titre de mélange, et toujours dans une proportion très-faible, que ces combustibles peuvent être consacrés au chauffage. Il résulte de là que les nombreuses contrées de la France où ils abondent ne peuvent tirer aucun parti de ces dons naturels, et que des matières, qui deviendraient une source de richesse si elles trouvaient un emploi, restent inutiles à l'industrie.

Si, au lieu de placer le combustible directement dans le foyer, selon le système aujourd'hui en vigueur, on s'arrange pour le décomposer dans un appareil particulier, que l'on amène les gaz résultant de cette décomposition en présence de l'objet à chauffer, par exemple sous une chaudière à vapeur, et que l'on enflamme ces gaz de manière à les brûler complètement à l'aide d'un courant d'air convenablement entretenu et réglé, il est évident que l'on pourra faire disparaître les inconvénients que nous venons d'énumérer. Pour entretenir la combustion, il ne sera plus nécessaire d'avoir recours au tirage par un tuyau de cheminée, le plus coûteux de tous les moyens que l'on puisse mettre en œuvre pour atteindre ce but. Régulé d'une ma-

nière convenable, le courant d'air sera suffisant pour brûler entièrement les gaz; ainsi, la fumivorté sera parfaitement obtenue et le tirage par un tuyau de cheminée de haute dimension deviendra inutile. Enfin il sera permis d'utiliser, avec ce nouveau mode de chauffage, les combustibles de quelque nature qu'ils soient; dès lors, les arthracites, les lignites, etc., pourront trouver, comme agents de chauffage, un rôle important et dont ils n'ont jamais joui.

Il résulte des considérations précédentes que, pour remédier aux imperfections de la méthode de chauffage employée aujourd'hui, il suffit de décomposer à part le combustible, de diriger, par un conduit, les gaz qui résultent de cette décomposition au-dessous du corps à chauffer, et de les brûler au moyen d'un courant d'air. Progressant dans le foyer par leur simple élasticité, ces gaz y circulent assez lentement pour y déposer, en brûlant, tout le calorique qu'ils peuvent produire. La combustion s'opérant avec une quantité d'air que l'on peut régler à volonté, rien n'échappe à l'action de l'oxygène atmosphérique, aucune parcelle de matière ne passe sans être brûlée, et l'on obtient ainsi un chauffage exempt de fumée. Dès lors, les hautes cheminées qui surmontent et signalent au loin nos usines deviennent superflues, car il suffit de ménager une issue aux produits de la combustion, au moyen d'une simple ouverture ou d'un tuyau d'un pied de hauteur.

Il y a deux manières d'obtenir les gaz propres à servir comme agents de chauffage. La première consiste à distiller le combustible dans des vases clos et sans intervention de l'air; la seconde, à opérer la distillation, ou, si l'on veut, la décomposition de ces combustibles, dans un fourneau donnant partiellement accès à l'air. La première de ces méthodes sert à la préparation du gaz de l'éclairage. Mais, en raison des appareils compliqués qu'elle exige et des frais qu'elle entraîne, elle ne pourrait être employée pour le but général dont nous parlons. La seconde méthode, qui per-

met d'obtenir le gaz à l'aide d'appareils simples et portatifs, d'une installation facile, proportionnés, dans leur volume, à l'importance du chauffage qu'on veut produire, et qui donne le moyen d'utiliser tous les combustibles sans exception, même les plus maigres et les plus rebelles au système ordinaire, est la seule qui puisse réellement venir au secours de l'industrie. C'est à cette dernière méthode qu'a eu recours le docteur Beaufumé. Poussant beaucoup plus loin les tentatives qui avaient été faites avant lui dans cette direction, perfectionnant singulièrement les dispositions qui avaient été proposées, ce physicien est arrivé à construire un appareil essentiellement pratique et dont nous allons donner la description¹.

La décomposition du combustible par la double influence de la chaleur et de l'air atmosphérique, se fait dans un vase métallique ouvert à sa partie inférieure pour donner accès à l'air, et présentant à sa partie supérieure un large tube, ou conduit, destiné à livrer passage aux gaz qui proviennent de la combustion. Ce vase métallique est pourvu d'une enveloppe de la même matière, et l'intervalle entre ces deux surfaces est rempli d'eau. Cette ingénieuse disposition a été employée pour empêcher la température du foyer de s'élever au delà de certaines limites. Le calorique en excès développé dans le foyer se trouve absorbé par l'eau contenue dans l'enveloppe; la vapeur résultant de l'ébullition de cette eau se rend, par un tube spécial, dans l'intérieur de la chaudière chauffée par l'appareil, et va s'ajouter à cette dernière vapeur. Les gaz qui ont pris naissance dans le générateur métallique sont formés presque exclusivement

1. Nous avons déjà parlé dans le 1^{er} volume de l'Année scientifique de l'appareil Beaufumé; mais, à cette époque, il n'avait pas encore reçu tous les perfectionnements désirables. Trop directement exposé au feu par sa partie inférieure, le fourneau était sujet à une assez prompte usure. Aujourd'hui, l'inventeur a parfaitement remédié à ce défaut, et son appareil est à l'abri de toute altération, même par le service le plus prolongé.

d'oxyde de carbone. Dirigé, au moyen d'un conduit, dans le foyer occupé par la chaudière qu'il s'agit de chauffer, ce gaz y est enflammé, et l'on entretient sa combustion au moyen d'un ventilateur qui injecte dans cet espace le volume d'air nécessaire à une combustion parfaite.

Tel est l'appareil qui sert à réaliser, dans la pratique, l'emploi du gaz comme moyen de chauffage dans les usines. Les gaz qui circulent autour de la chaudière n'obéissant qu'à une pression assez faible, ont le temps d'abandonner tout leur calorique, qui se trouve ainsi entièrement utilisé. Les parois du générateur métallique se trouvant entourées d'eau, la présence de ce liquide les empêche de trop s'échauffer, les garantit de toute altération, et rend les fuites de gaz impossibles. Cette eau sert encore à utiliser le calorique rayonnant des parois extérieures du foyer, qui est perdu dans les appareils ordinaires. Elle donne une certaine quantité de vapeur qui vient s'ajouter à celle de la chaudière, et que l'on pourrait aussi consacrer à mettre en action le ventilateur. Ce qui nous a frappé surtout dans ces dispositions, c'est leur simplicité. Loin de constituer, comme on pourrait le penser d'abord, une sorte d'appareil scientifique, l'appareil que nous venons de décrire est essentiellement pratique, car, avec quelques jours d'apprentissage, le chauffeur le moins habile suffit à le diriger.

Il nous reste à parler de l'économie réalisée par l'emploi de ce système. D'après des expériences entreprises sur ce sujet par M. Grouvelle, ingénieur qui s'est particulièrement occupé de l'étude des appareils de chauffage, on obtiendrait, avec cette nouvelle méthode, une économie qui n'irait pas à moins de 40 pour 100.

« Le procédé de M. Beaufumé, dit M. Grouvelle, dans un rapport sur ce sujet, est la révolution la plus importante qui ait eu lieu depuis longtemps dans l'emploi des combustibles. Ce système, à la différence des chaudières du Cornouailles, donne d'aussi bons résultats avec les petites qu'avec les

grandes chaudières. M. Beaufumé l'a déjà appliqué avec plein succès à la cuisson du plâtre; il servira tout naturellement à cuire la porcelaine et tous les produits céramiques en employant la houille, et il trouvera immédiatement les plus importantes applications dans la fusion des métaux et dans d'autres industries.

« L'économie obtenue dans la production de la vapeur se traduit ainsi :

« Dans la presque totalité des fourneaux à vapeur des usines, la grande houille produit 5 1/2 à 6 1/2 kilogrammes de vapeur, en moyenne 6 kilogrammes; dans les chaudières à grandes surfaces et de grandes dimensions de M. Farcot, la production s'élève de 7 1/2 à 8 kilogrammes. Dans les chaudières très-compliquées et à grande surface du Cornouailles, la production moyenne, suivant les ingénieurs, va de 8 à 10 kilogrammes.

« Dans l'appareil Beaufumé, aussi bien avec les petites qu'avec les grandes chaudières, on a, pour les produits des diverses houilles de bonne qualité que nous avons essayées (moyenne des expériences 1, 2, 3, 5, 6), on a, disons-nous, 10 kilogrammes 544, ce qui donnera sur la houille brûlée aujourd'hui dans les fourneaux à vapeur de toutes les usines, une économie de 40 pour 100, qui, avec les variations de conduite du feu et de qualité de combustibles, ne peut pas descendre au-dessous d'un tiers des quantités brûlées aujourd'hui. Nous ne doutons pas que, dans les autres industries, on n'obtienne une économie égale. »

Les résultats remarquables constatés par M. Grouvelle ont décidé M. Cail à installer dans son usine de Denain un appareil de ce genre, afin de constater rigoureusement les résultats qu'il produirait. On a fait marcher deux marteaux à vapeur, conduits chacun par une machine spéciale, avec le système de chauffage ordinaire et avec un appareil de M. Beaufumé. Cette expérience et quelques autres faites dans les ateliers de Denain, sous la direction de M. Grouvelle, et qu'il serait trop long de rapporter, n'ont fait que confirmer le résultat, précédemment énoncé, d'une économie de 40 pour 100 sur le combustible employé dans la méthode ordinaire.

En 1857, le ministère de la marine a fait procéder à l'essai

de cet appareil dans les ateliers de la marine impériale de Cherbourg. Ces expériences comparatives entre le système de chauffage ordinaire et le chauffage au moyen du gaz ont été faites, dans le port militaire de Cherbourg, sur la chaudière d'une machine à vapeur fixe de la force de 12 chevaux, et sur une chaudière de navire de la force de 35 chevaux. On a constaté que, tandis que le générateur, chauffé par les procédés ordinaires, donnait de 4 à 5 litres d'eau évaporée par heure et par kilogramme de charbon, le même générateur, chauffé par le système Beaufumé, donnait en moyenne 72 litres d'eau évaporée par heure. Sur une chaudière tubulaire de navire, dont le résultat moyen est de donner, par heure, 5 litres à 5¹/₂ d'eau évaporée par le système ordinaire, on a évaporé, avec l'appareil de chauffage au gaz, une quantité moyenne de 9 litres d'eau. Il résulte de là que sur les chaudières tubulaires des navires, il sera possible de supprimer un certain nombre de tubes, et par conséquent de réduire le volume des chaudières sans diminuer leur puissance d'évaporation. On a reconnu en même temps que ce nouveau procédé permettrait de faire servir au chauffage le *menu*, c'est-à-dire le charbon en petits fragments que l'on est forcé de rejeter de l'usage des foyers ordinaires, et que la marine, en particulier, est obligée de distraire de ses approvisionnements dans la proportion de 15 à 20 pour 100.

Les foyers ainsi alimentés sont d'ailleurs absolument exempts de fumée, condition éminemment avantageuse pour la marine à vapeur, tant pour le cas de guerre que pour les temps de paix.