

Progrès réalisés en 1925 dans la production de la vapeur ⁽¹⁾

(Article extrait, in extenso, du n° 75 — juillet 1926 — de la revue
« Chaleur et Industrie ».)

Nous publions ici une note de M. BROWNLIE concernant les progrès réalisés en 1925 dans la production de la vapeur.

On verra qu'il n'y avait pas mal à dire et que la moisson paraît abondante. Mais, comme nous l'avons fait observer à propos du rapport du Prime Movers Committee, la plupart des progrès signalés étaient depuis un certain temps déjà en aménagement, et, en fait, il s'agit plutôt de consécérations que de nouveautés proprement dites.

Il n'en reste pas moins que certaines acquisitions, désormais assurées, comme le contrôle centralisé des chaufferies et la construction des chambres de combustion en tubes d'eau constituent de sérieux progrès.

C'est peut-être ce qu'on peut noter de plus important, car nous ne pensons pas qu'il faille trop s'abandonner à la contemplation des chiffres de rendement qui nous viennent d'Amérique.

Ils sont beaux et ne consentent plus à descendre au-dessous de 90 %. Mais, comme le dit notre collaborateur, il faudrait voir; et l'érection d'un canon pour le calcul précis et uniformisé de ces chiffres serait peut-être une utile réforme (2). A l'heure actuelle, il semble bien que ces étonnantes indications n'aient plus grande signification.

Au demeurant, la constitution des grandes centrales, munies des derniers perfectionnements, est-elle bien connue; et l'on se rend compte à peu près de ce que normalement elles peuvent

(1) Traduit par M. A. SCHUBERT, Ingénieur des Arts et Manufactures.

(2) Voir à ce sujet les COMPTES RENDUS DU CONGRÈS DU CHAUFFAGE INDUSTRIEL Chaleur et Industrie, juillet 1923, p. 214. Nécessité d'un code international pour les essais des installations de générateurs, par D. BROWNLIE. — N.D.L.R.).

donner. Il n'y a guère de raison pour que, dans des conditions normales, leur rendement se présente comme très variable.

Il convient pourtant de signaler une tendance intéressante; c'est celle qui concerne l'intervention dans certaines chaufferies d'un procédé de carbonisation à basse température permettant de récupérer, avant combustion, les produits de distillation de la houille. Cette tentative répond à l'une des préoccupations actuelles les plus graves de la technique du chauffage et elle mérite d'être suivie. Peut-être même parviendra-t-elle à rendre sans objet ce projet de carbonisation obligatoire qui, du fait surtout de nos besoins en carburants, menace notre régime industriel français.

Mais il est prématuré de rien dire à ce sujet — encore que l'Office National des Combustibles liquides ait là-dessus son idée. Pourtant il n'en reste pas moins fâcheux d'envoyer à la cheminée ce qu'on pourrait extraire de la houille. Et nous ne manquerons pas de suivre de près les essais que nous signale, à cet égard, notre correspondant.

Quant aux chaudières de types nouveaux : Atmos, Benson, etc., dont nous avons parlé en leur temps, elles semblent être restées en l'état; ce qui ne veut pas dire qu'on n'en tirera rien.

Mais il vient d'être dépensé depuis quelques années tant d'argent en construction de centrales qu'il n'est peut-être pas très urgent d'aboutir dans cette direction nouvelle. Il y a, dans le monde entier, du matériel à amortir.

On n'a pas constaté de ralentissement en 1925 dans les progrès remarquables réalisés au point de vue de la technique de la production de la vapeur, progrès qui se sont étendus depuis la fin de la guerre au domaine tout entier de l'art de l'ingénieur et de la technologie. Il est vrai que presque tous ces progrès se sont appliqués aux stations centrales électriques et aux autres installations de grandes chaudières à tubes d'eau, mais tout usager de la vapeur a le plus grand intérêt à étudier attentivement ce domaine particulier, car un grand nombre des nouvelles méthodes peut être appliqué avec quelques modifications aux installations de chaudières de moyenne importance, qui toutes réunies sont de beaucoup les plus fortes consommatrices de charbon brut pour la production de la vapeur.

Le fait probablement le plus saillant de l'année 1925 en ce qui concerne la production de la vapeur consiste dans la possibilité devenue maintenant courante d'atteindre un rendement de marche continue de plus de 90 % d'une semaine à l'autre, rendement qui correspond à 94-95 % pour un court essai de 24 heures par exemple, aussi bien avec du charbon pulvérisé qu'avec un chargeur mécanique; 92 % ont déjà été obtenus aux Etats-Unis pendant l'année entière, quoiqu'il subsiste quelque doute sur la façon dont ce chiffre a été calculé. Incidemment la réalisation d'un pareil rendement réduit toute la question des essais de vaporisation à une simple plaisanterie et ce qu'il faut établir de toute évidence, c'est un code international approprié, de façon que les essais de chaudières en France, en Allemagne, en Angleterre et aux Etats-Unis par exemple, ainsi que dans tous les autres pays soient exécutés et que les résultats en soient exprimés suivant des règles fixes uniformément adoptées.

Les rendements continus de 90 % et plus ont été rendus possibles principalement par l'invention des foyers à parois refroidies, par les tubes d'eau « Murray » employés pour la première fois à la Centrale de Hell Gate à New-York vers la fin de 1923 et dont le perfectionnement le plus récent appliqué à la nouvelle Centrale d'East River de New-York, consiste dans la construction de toute la chambre de combustion en tubes d'acier refroidis par l'eau, de 101 millimètres de diamètre, espacés de 178 millimètres d'axe en axe et séparés par des plaques d'acier soudées et se recouvrant successivement avec circulation de l'eau d'alimentation dans tous les tubes. Dans les foyers chauffés au combustible pulvérisé, l'écran d'eau formé de tubes ordinaires de 101 millimètres, situé en bas et les tubes de la chaudière eux-mêmes situés en haut constituent un espace complètement clos, dans lequel s'effectue la combustion, de sorte que la surface d'absorption de la chaleur nette rayonnée a été énormément augmentée.

Les chargeurs mécaniques, ont aussi subi des perfectionnements considérables pendant l'année dernière en ce qui concerne leur rendement et les dimensions des unités individuelles. On a obtenu à Hell Gate un rendement de 92,5 % avec des chargeurs à conduits multiples; et comme ce dernier système a été étendu maintenant à des chaudières produisant jusqu'à 136.000 kg. de vapeur par heure, la lutte pour la suprématie entre les deux méthodes



(charbon pulvérisé et chargeur mécanique) est devenue plus ardente que jamais.

La deuxième tendance prépondérante en 1925 a été l'énorme augmentation de l'importance des centrales individuelles et le développement de la conception des supercentrales. Actuellement la plus grande centrale en fonctionnement est celle de Gennevilliers, à Paris, avec une puissance de 200.000 kw., mais cette puissance sera bientôt dépassée par les extensions que nous croyons être envisagées dans cette centrale elle-même et dans d'autres en Allemagne, en Angleterre et aux Etats-Unis.

En Allemagne, la nouvelle centrale de Rummelsburg à Berlin sur la Sprée (1), aura une puissance éventuelle de 500.000-600.000 kw. d'après les plans du D^r H. Klingenberg. Actuellement 240.000 kw. sont en cours de construction avec trois turbo-génératrices principales de 70.000 kw. chacune, les plus grandes du monde pour le moment, et trois turbines plus petites de 10.000 kw. chacune, destinées principalement à fournir de la vapeur pour le chauffage de l'eau d'alimentation et à faire fonctionner tous les services auxiliaires. A ce sujet, le système allemand moderne consiste non pas à prélever de la vapeur à plusieurs étages de la turbine principale, suivant la pratique générale inaugurée aux Etats-Unis, mais à employer à cet effet une turbine séparée beaucoup plus petite et fonctionnant comme une unité indépendante.

Les Allemands prétendent que cette méthode est plus simple et mieux appropriée que celle qui consiste à prélever de la vapeur dans la turbine principale, quoiqu'elle soit un peu plus coûteuse d'installation et exige plus d'encombrement. Les turbines principales fonctionnent en trois étages avec deux arbres indépendants, l'un actionné par l'étage à haute pression et l'étage à pression intermédiaire et l'autre par l'étage à basse pression; ces deux arbres tournent à 1.500 tours/min. et commandent chacun une génératrice de 35.000 kw. La vapeur est produite par 16 chaudières de 1.807 m² de surface de chauffe, chauffées au combustible pulvérisé par les méthodes les plus récentes, et vaporisant normalement environ 90.000 kg. par heure à une pression de 35 kg./cm² et une température de surchauffe de 399°; l'installation comporte des économiseurs d'eau d'alimentation et des réchauffeurs d'air,

(1) Voir *Chaleur et Industrie*, avril 1926.

chaque paire de chaudières est desservie par une cheminée commune en acier de 70 m. à tirage induit.

Les Allemands sont donc d'avis que les pressions dépassant 35 kg./cm² ne sont pas intéressantes au point de vue commercial — dans l'état actuel de nos connaissances — en ce qui concerne les dépenses en capital, amortissement, entretien et risques d'avaries, contrairement à l'opinion de nombreux Américains et aux résultats des expériences faites à l'origine par Schmidt en Allemagne aux pressions de 56 à 63 kg./cm²; il y a lieu également de noter qu'ils n'ont pas prévu de réchauffage de la vapeur suivant la pratique moderne américaine, anglaise et française.

En Angleterre, la première tranche de 100.000 kw. de la nouvelle station de Barking à l'embouchure de la Tamise pour la fourniture de l'électricité à la ville de Londres, a été mise en marche pendant l'année; cette station pourra atteindre, suivant les prévisions, 500.000-600.000 kw. Cette première tranche comprend 10 chaudières à tubes d'eau, dont 5 du type Balcock et Wilcox avec chargeurs mécaniques à chaîne des mêmes constructeurs, et 5 du type Yarrow, avec chargeurs mécaniques à grille mobile et à tirage forcé du type « Underfeed » de la Underfeed Stoker Co Ltd; quatre autres chaudières sont destinées au réchauffage de la vapeur aux différents étages des turbines, d'après les procédés les plus récents; la pression de la vapeur est de 26,4 kg./cm² et la température de surchauffe de 371°. Le chauffage de l'air est également prévu; les quatre turbo-génératrices ont été fournies par M. C. A. Parsons et Co Ltd, deux d'entre elles fournissent chacune 35.000 kw., les deux autres 15.000 kw. avec réchauffage de la vapeur, de sorte que la puissance de surcharge peut atteindre 120.000 kw.

Aux Etats-Unis, les progrès réalisés en 1925 dans la pratique des stations centrales sont merveilleux. La première tranche de 160.000 kw. de la centrale de Crawford Avenue, à Chicago, a été officiellement mise en service le 26 mai 1925, et suivant les renseignements donnés, sa puissance ne sera pas inférieure au chiffre presque incroyable de 1 million de kw. L'installation actuelle comprend deux turbo-génératrices de 50.000 kw. et une de 60.000 kw.; une quatrième de 75.000 kw. est en construction. Chacune des turbines est alimentée par quatre chaudières Standard, fonctionnant à une pression de 52,7 kg./cm² et une température de surchauffe de 399°, avec une surface de chauffe de

1.485 m², une surface de surchauffe de 186 m² et une surface d'économiseur de 1.027 m²; la vaporisation normale est de 68.000 kg. par heure, les foyers sont alimentés par des chargeurs mécaniques à grille mobile.

Il existe pour chaque turbine une chaudière de réchauffage de la vapeur de 1.300 m² de surface de chauffe; il y a lieu de noter que l'une des turbines de 50.000 kw. a été fournie par MM. C.-A. Parsons et C^o Ltd, de Newcastle-on-Tyne; c'est une turbine du type à trois étages, fournissant 16.000 kw. par l'étage à haute pression, 28.000 kw. par l'étage à pression intermédiaire et 6.000 kw. par l'étage à basse pression.

La construction de la première tranche de 120.000 kw. de l'énorme station nouvelle d'East River, à New-York, a également été commencée; sa puissance totale sera de 700.000 kw.; elle est située dans le district de la 14^e rue et d'East River. La première tranche comprend deux turbo-génératrices « General Electric » et 10 chaudières « Springfried » de 1.550 HP. américains à une pression de 26,4 kg./cm² et une température de surchauffe de 371°, chauffées au combustible pulvérisé système Lopulco; les quatre faces de la chambre de combustion sont formées entièrement de tubes Murray refroidis par l'eau, comme nous l'avons déjà indiqué, et l'on escompte un rendement continu supérieur à 90 %.

Le troisième point important à noter au sujet de la production de la vapeur en 1925 consiste dans le développement rapide du contrôle scientifique du fonctionnement des installations de chaudières. Aux Etats-Unis, nous en sommes arrivés au fonctionnement presque complètement automatique avec le chauffage au combustible pulvérisé, avec le mécanisme du compteur de vapeur actionné par le courant de vapeur dans la tuyauterie indépendamment de la pression, et le contrôle automatique du poids d'eau, de charbon pulvérisé et d'eau d'alimentation, tel qu'il existe par exemple à la station de Cleveland; des méthodes analogues sont en usage avec le chauffage par chargeurs mécaniques, comme à la station de l'Hudson Avenue.

L'année 1925 a vu ainsi apparaître un certain nombre d'instruments scientifiques nouveaux pour les installations de chaudières, particulièrement des compteurs de vapeur et des appareils pour

l'analyse des gaz de la combustion, appareils d'une importance particulière pour tous les usagers de la vapeur. Aujourd'hui, presque toutes les installations industrielles de chaudières du monde fonctionnent entièrement à l'aveugle, en ce qui concerne les chiffres de rendement, car elles ne disposent ni de compteurs d'eau d'alimentation, ni de compteurs de vapeur, ni de méthodes d'analyse continue des gaz de la combustion, qui pourraient permettre de réaliser une économie de combustible moyenne de 7 1/2 à 10 %. De même, il n'est pas inutile de se souvenir que le rendement moyen des chaudières à vapeur dans le monde est déplorable, inférieur à 60 % et qu'on peut escompter de ce chef une économie réalisable de quelque chose comme 100 millions de tonnes de charbon par an, rien que pour les chaudières fixes.

Un autre événement important de l'année consiste dans la mise au point du procédé « Mc Even-Runge » de carbonisation à basse température du combustible pulvérisé, appliqué aux chaudières à tubes d'eau et aux foyers en général; d'après ce procédé, le charbon brut pulvérisé au cours de son trajet vers les brûleurs, tombe dans deux cornues tubulaires verticales, à chauffage interne et disposées en série l'une au-dessus de l'autre; la première, dite unité de préchauffage, est à une température maxima de 260° à la sortie et de 371° à l'entrée, la seconde respectivement de 371° et 815°; le charbon y est carbonisé en un temps très court, environ 70 secondes, soit 35 secondes par cornue. Les gaz et vapeurs s'échappent par le haut, les huiles, et si c'est nécessaire l'ammoniac, sont récupérées dans une installation simple de condensation et le reste du gaz sale est renvoyé dans la chambre de combustion de la chaudière, où il brûle en même temps que le combustible pulvérisé à basse température; tout ce système fonctionne d'une manière automatique et continue. Cette méthode avait été élaborée à l'origine à Londres, par Mc Even en 1919, puis transportée aux Etats-Unis, où une grande installation ayant une capacité de 200 tonnes de charbon par 24 heures, avec deux cornues de 9^m,15 de hauteur et de 1^m,83 de diamètre, est en construction à la centrale de Lakeside, Milwaukee, après une expérience prolongée avec une cornue expérimentale plus petite.

A mon avis, la prochaine étape qui sera réalisée dans la production de la vapeur et dans le fonctionnement des autres foyers sur

une grande échelle consistera dans une combinaison de la carbonisation à basse température avec la combustion, aussi bien à l'aide du combustible pulvérisé qu'avec le chargement mécanique. La carbonisation à basse température a fait l'objet de travaux importants de MM. Mery et Mc. Lellan à Newcastle, de MM. J. Pintsch et C^o à Berlin et de M. C.B. Wisner, auteur d'un nouveau procédé américain connu sous le nom de « Carbocite dual carbonisation » et utilisant des cornues rotatives.

Evidemment, il n'est pas possible qu'on se mette à construire dans le monde des centrales qui consomment par exemple 1.000 à 1.500 tonnes de charbon par 24 heures et qui gaspillent comme du simple charbon tous les sous-produits de valeur qui pourraient en être extraits.

En ce qui concerne la carbonisation à basse température, la mise en marche de l'usine « Maclaurin » à Glasgow a une signification importante; on y consomme 100 tonnes par 24 heures et le grand volume de gaz produit est destiné au chauffage de chaudières; des renseignements analogues nous viennent de l'usine du « Midland Coal Products » de Nottingham, qui emploie des menus de faible valeur sous forme de briquettes carbonisées dans une cornue verticale continue, d'après le principe de la combustion interne, tout le gaz produit étant utilisé dans un moteur à gaz vertical pour faire de l'électricité: 1.500 chevaux sont en service et 1.500 chevaux en construction. De même, la grande usine « Pure Coal Briquette », basée principalement sur les travaux de E. R. Sutcliffe, est en voie d'achèvement à Leigh, Lancashire; et le procédé « Fusion Retort » de Middlewich, Cheshire, a été appliqué à une grande installation maintenant terminée en Esthonie et à une autre en construction près d'Edimbourg, pour les combustibles de rebut des mines.

Parmi les nouvelles centrales électriques mises en service en Amérique, l'une des plus intéressantes est celle de la Sioux City Gas and Electric Company, dont la puissance n'est que de 25.000 kw., mais dont la consommation garantie par kwh. est de 4,9 kg. de vapeur, soit 9.269 cal. par kwh., égale à la production des meilleures super-centrales. Il n'y a d'ailleurs rien de spécial ni d'anormal dans cette centrale qui comprend trois chaudières vaporisant 45.000 kg. par heure chacune, timbrées à 25 kg./cm² avec une température de surchauffe de 358° et des turbo-alternateurs de 11.250 kw.; les chaudières sont chauffées au combustible

pulvérisé, la vapeur est réchauffée, il y a deux prélèvements de vapeur. Cette station est un exemple frappant de ce que l'on peut faire dans une petite centrale.

D'après le compte rendu de la production de l'électricité en Angleterre pendant l'année se terminant le 31 mars 1925, il y a eu 584 stations génératrices correspondant à 7.415 millions d'unités avec une consommation de 8.001.687 tonnes de charbon, contre 7.561.991 tonnes dans l'année 1923-1924; l'augmentation de rendement a été de 6 % et la quantité d'électricité produite s'est accrue de 11 %, le kilowatt étant produit en moyenne par 1,15 kg. de charbon.

Cette consommation de charbon est extrêmement élevée, mais il en est plus ou moins de même dans les autres pays, quoique aux Etats-Unis, il y ait un plus grand nombre de centrales à haut rendement que dans les autres pays; un très grand nombre d'entre elles produisent le kilowatt avec moins de 13.925 calories, alors qu'en Angleterre, par exemple, 14 centrales seulement appartiennent à cette catégorie.

On constate aussi une augmentation notable de la pression de la vapeur et pour les supercentrales, les chiffres moyens de 24,6 kg./cm² et de 371° de 1925 ne seront pas conservés très longtemps; ils ont déjà été notablement dépassés dans un nombre considérable de centrales américaines, à part celle de Crawford Avenue, à Chicago, avec 45,7 kg./cm², celle de Gennevilliers (extensions nouvelles) à 31 kg./cm², sans oublier qu'une centrale anglaise à Newcastle fonctionne depuis longtemps à 33,4 kg./cm².

Les résultats des chaudières d'expérience américaines timbrées à 84,3 kg./cm² ne sont pas encore connus.

En ce qui concerne les types entièrement nouveaux de générateurs de vapeur, si on laisse de côté les chaudières à tubes d'eau en général, quelques indications ont été publiées pendant l'année au sujet de la chaudière éclair « Buker », du système « Loffler » de production de vapeur à haute pression 105,5 kg./cm² et davantage, d'invention autrichienne, de la chaudière « Atmos » rotative à tubes de Victor Blomquist, en Suède, également à 105,5 kg./cm², du générateur à tubes « Benson » fonctionnant à 230 kg./cm² et 375° lorsque certaines conditions « critiques » sont réalisées, c'est-à-dire lorsque l'eau est transformée en vapeur sous le même volume et, par suite, sans absorption de chaleur latente, et de la chaudière Brunler, dans laquelle la vapeur est produite par un foyer

soufflé à huile situé sous la surface de l'eau, le même principe étant applicable à l'évaporation des liquides.

Enfin, parmi les autres faits intéressants de l'année, il y a lieu de citer l'extension de l'application du principe de la chloruration de l'eau de refroidissement, pour empêcher l'accroissement des dépôts de matières organiques sur les tubes de condenseurs et l'emploi de plus en plus étendu des voûtes en briques suspendues, grâce auxquelles on peut construire des chambres de combustion de 9^m,15 à 12^m,30 de largeur qui permettent à des chaudières vaporisant 45.000 kg. par heure et davantage d'être desservies par un seul chargeur mécanique du type à grille mobile, au lieu des trois ou quatre que nécessitent les voûtes ordinaires, dont la largeur n'est que de 2^m,55 à 2^m,75.

DAVID BROWNLIE.

BIBLIOGRAPHIE

Jean Haust, chargé du cours de dialectologie wallonne de l'Université de Liège. — *La Houillerie Liégeoise*. — I. Vocabulaire philologique et technologique de l'usage moderne dans le bassin de Seraing-Jemeppe-Flémalle. — Ouvrage orné de 260 figures, rédigé avec la collaboration de Georges MASSART, Ingénieur des Mines A. T. Lg. et de Joseph SACRÉ, Directeur des travaux du charbonnage de Kessales, et avec l'appui de la Fondation Universitaire. — Liège. — Imprimerie Vaillant Carmanne. — 2^e fascicule. Brochure de 27,5 × 18,5 de 80 pages et 55 figures. — Prix en souscription de chaque fascicule : 12 francs, port en sus pour les personnes qui ont souscrit avant le 1^{er} mai 1926 ; 16 francs, port en sus pour les souscriptions parvenues après le 1^{er} mai 1926. Envoi franco en Belgique, contre versement au compte chèques postaux n^o 432.74 (Vaillant Carmanne, Liège). Frais de port : fr. 0,50 par fascicule.

Nous avons signalé ici le début de la publication, exécutée de façon irréprochable tant dans le fond que dans la forme, de cet ouvrage, qui comble une réelle lacune. Nous avons dit les services multiples qu'il est appelé à rendre dans le monde des mineurs.

Nous sommes heureux d'annoncer aujourd'hui que le second fascicule, de même importance que le premier, vient de paraître. Il s'étend de la lettre D (disclimpé) à la lettre P (piha). On en déduit aisément que l'ouvrage sera complet en trois fascicules, pour ce qui est de la première partie, celle relative à l'usage moderne dans le bassin de Seraing-Jemeppe-Flémalle. Un avis de l'éditeur nous fait espérer que ce troisième fascicule verra le jour sans doute fin 1926. Nous y lisons encore : La suite, à savoir II Glossaires complémentaires de l'usage moderne dans les autres charbonnages de la province de Liège et III Glossaire des termes anciens, ne pourra paraître que si la 1^{re} partie rencontre la faveur du public. L'éditeur ajoute : En tous cas, les trois fascicules formeront un ensemble qu'on pourra faire relier en volume.

C'est dans le désir de voir ce résultat rapidement atteint que nous recommandons à nouveau ce beau travail aux lecteurs des *Annales des Mines de Belgique*.

A. R.