

Une investigation du spectre des flammes à différentes périodes du soufflage du Bessemer basique.

L'ensemble de ce travail, présenté au Congrès par MM. les professeurs HARTLEY, de Dublin, et HUGH RAMAGE, de Cambridge, est basé sur plusieurs investigations préalables faites par l'un des auteurs, publiées dans les *Philosophical Transactions* de la Société Royale, de 1894, sous le titre général de : *Spectres de la flamme à de hautes températures* (HARTLEY).

Des résultats ayant rapport aux phénomènes spectroscopiques et à la thermo-chimie du procédé Bessemer acide, d'après les études faites aux usines de Crewe du L. & N. W. Railway, ont déjà été communiqués à l'Institut du fer et de l'acier. La présente communication traite du procédé basique, tel qu'il est pratiqué aux aciéries du North-Western, à Middlesborough.

Exposé général des résultats.

Vingt-six plaques ont été développées avec cent quarante spectres, observés à des intervalles d'une minute d'exposition, pendant les différentes périodes du soufflage, au moyen d'un spectrographe imaginé à cette fin et qui a été décrit dans le *Journal de l'Institut du fer et de l'acier* (1895). Les photographies des flammes et des fumées étaient obtenues au moyen d'une chambre Auschütz munie d'une lentille Goertz. Les observations étaient rendues difficiles, par suite de la grande quantité de poussière de chaux soufflée dans l'air. Les résultats spectroscopiques sont complètement différents de ceux obtenus antérieurement. D'abord le spectre continu était beaucoup plus fort et apparaissait dès le commencement du soufflage ; en second lieu, les fortes bandes de manganèse font défaut ou sont notablement réduites en nombre et en intensité ; en troisième lieu, beaucoup de lignes et de bandes nouvelles au spectre de la flamme du Bessemer furent observées en plus du spectre de métaux alcalins, du fer et du manganèse. Ainsi, le rubidium, le césium, le calcium, le cuivre, l'argent et le

gallium ont été identifiés. Des analyses chimiques très soignées de la fonte, des minerais, du calcaire, de la chaux, des scories, de la poussière du carneau et de l'acier fini ont été faites et leurs éléments constituants ont été notés pendant tout le cours du travail. Les bases étaient dans chaque cas séparées et leur identité était établie par l'examen spectroscopique.

Aucune indication malheureusement n'a pu être obtenue en ce qui concerne la quantité de phosphore dans le métal. Le plus grand intérêt néanmoins, est attaché à la connaissance qui a été donnée de la flamme du spectre sous certaines variations de température et de la présence de beaucoup d'éléments rares en minimes proportions dans les minerais et les minéraux communs.

Description du soufflage et du sursoufflage dans le procédé Bessemer basique.

Le convertisseur est d'abord chargé d'environ deux tonnes de chaux en morceaux, puis de 12 tonnes de métal mélangé, *mixer metal*, c'est-à-dire un mélange de métal venant directement du haut-fourneau et de fonte fondue au cubilot. Le vent est soufflé et la cornue est ramenée dans la position verticale.

Le soufflage peut être divisé en trois périodes. La première finit quand la flamme cesse, indiquant que le carbone a été brûlé. La seconde période finit quand la cornue est renversée pour prendre un échantillon du métal et que la scorie est expulsée. On ajoute ensuite de la chaux et le soufflage est encore continué pendant quelques secondes pour compléter l'expulsion du phosphore : c'est la troisième période. La durée moyenne de la première période est de 12 minutes 20 secondes et celle de la seconde de 5 1/2 minutes.

Le soufflage commence par expulser une grande quantité de poussière de chaux qui cache tout à la vue pendant une minute ou deux et couvre l'appareil et les observateurs. Une flamme apparaît à l'embouchure du convertisseur aussitôt que le nuage de poussière s'est dissipé; celle-ci a une couleur jaunâtre ou rouge-jaunâtre. La flamme augmente rapidement en hauteur et reste claire, comme dans le procédé acide, jusqu'à ce qu'elle cesse, et la seconde période commence. Dans celle-ci, la flamme est très courte et une grande quantité de fumée est expulsée de la cornue; la flamme devient plus longue et la quantité de fumée augmente à mesure que le soufflage avance.

Une flamme de spectre était ordinairement prise en donnant la même durée d'exposition à chaque spectre de la série, jusqu'à ce que la flamme cessât; deux autres expositions étaient de plus faites sur la flamme du sursoufflage.

Le spectre augmente en intensité à mesure que le soufflage avance dans la première période, et cela ne peut provenir que d'une augmentation correspondante dans la température du bain de métal et de la flamme.

Par suite de la lumière réfléchie d'une grande quantité de poussière blanche et de fumée, on ne pouvait obtenir d'image bien nette qu'en travaillant à la soirée, quand le soleil était très bas ou après qu'il était couché.

Une grande difficulté fut rencontrée dans l'identification de quelques unes des lignes et bandes. La dispersion comparativement grande dans la portion moins réfrangible des raies verte et rouge faisait que les lignes et les bords des bandes étaient difficiles à distinguer dans le fort spectre continu. Dans d'autres cas, on observait des lignes qui n'avaient pas été auparavant constatées dans un spectre de flamme.

Conclusions.

I. — *Les phénomènes du soufflage Bessemer « basique » diffèrent considérablement de ceux du procédé « acide ».*

D'abord, une flamme est visible depuis le commencement du soufflage, ou aussitôt que le nuage de poussière de chaux a été dispersé. Les auteurs en concluent que la production immédiate de cette flamme est occasionnée par des matières contenant du carbone dans le revêtement de la cornue; que son éclat est dû en partie à la volatilisation des alcalis et à l'incandescence de poussière de chaux entraînée par le vent.

En deuxième lieu, la volatilisation du métal se produit en plus grande quantité à une période précoce du soufflage, et est due à la différence dans la composition du métal soufflé, principalement à la plus petite quantité de silicium. Il n'y a pratiquement parlant pas de période distincte quand les scories siliceuses sont formées dans le procédé « basique », et les métaux sont volatilisés promptement dans l'atmosphère réductrice, riche en oxyde de carbone.

Troisièmement, une très grande quantité de fumée est formée vers

la fin de la seconde période. Ceci provient de ce que l'oxydation du métal et du phosphore dans le phosphore de fer produit une haute température, hormis peu ou pas de carbone restant. La flamme est comparativement courte et les vapeurs métalliques entraînées sont brûlées par le vent.

Quatrièmement, le sursoufflage est caractérisé par une très puissante illumination dans laquelle apparaît une flamme jaune brillante; une fumée dense est produite en même temps, composée de vapeurs métalliques oxydées, principalement de fer. Ces particules sont indubitablement de très petites dimensions, comme il est établi par le fait qu'elles dispersent la lumière qui tombe sur elles, et le nuage projette une ombre brune, et, par un temps calme, elles s'élèvent à une très grande hauteur. Le spectre est continu mais ne s'étend pas au delà d'une longueur d'onde de 4000. Ceci indique que la source de lumière est à une température relativement basse, approchant de celle d'une chaleur blanche-jaunâtre. En conséquence, la lumière émane d'un torrent de petites particules, liquides ou solides, à une température blanche-jaunâtre. La flamme ne peut avoir qu'un faible pouvoir réducteur à cette période, et cela, de même que sa basse température, explique les très faibles lignes de lithium, de sodium, de potassium et de manganèse qu'on voit dans les photographies ou par l'observation directe.

Cinquièmement, les spectres des flammes, dès la première période du procédé basique, diffèrent de ceux du procédé acide en plusieurs particularités. Les bandes de manganèse sont relativement faibles et les lignes d'éléments non ordinairement associés avec le métal Bessemer se rencontrent. Les charges de métal et de matière basique y contribuent toutes deux. Le lithium, le potassium, le sodium, le rubidium et le cæsium ont été amenés principalement par la chaux; le manganèse, le cuivre, l'argent et le gallium par le métal. D'autres métaux, tels que le vanadium et le titane n'ont pas été mis en évidence, parce qu'ils n'affectent pas le spectre de la flamme; ils passent, avec le chromé, dans les scories à l'état oxydé.

II. — *Différences de l'intensité dans les lignes métalliques.*

L'intensité des lignes de métal varie avec la quantité de celui-ci dans la charge, mais, dans quelques cas, des variations d'intensité se produisent dans les lignes d'un métal, ainsi qu'il a été observé dans les spectres photographiés à Crewe en 1893; ceci est spécialement le

cas avec quelques lignes dans le spectre visible du fer. Ces variations sont dues à des changements dans la température; quand la température de la flamme s'élève, quelques lignes disparaissent à peu près, d'autres deviennent plus intenses. De semblables changements sont plus marqués dans le spectre de l'arc et encore plus dans le spectre de l'étincelle de fer. Les lignes de potassium et les bords des bandes de manganèse ont été reconnus avoir été intensifiés par la proximité des lignes de fer dans certains cas, mais ceci est sans doute le résultat d'une faible dispersion. Les deux lignes violettes du rubidium coïncident presque avec les deux lignes du fer.

III. — *Découverte d'une nouvelle ligne de potassium
d'intensité variable.*

Cette ligne, d'une longueur d'onde approximative de 4642, varie en intensité dans des limites assez larges. Dans une flamme donnée, son éclat augmente avec la diminution de vapeur métallique; ceci ne paraît pas dépendre tout à fait de l'affaiblissement du spectre continu qui accompagne la ligne spectrale du potassium; les expériences faites avec divers sels de potassium, montrent que le fait est dû probablement, en partie au moins, à l'augmentation de liberté de mouvement permise aux molécules du métal.

Ce mémoire, dont nous n'avons donné qu'un très court résumé, n'a donné lieu, faute de temps, à aucune discussion au sein du Congrès.
