

Ainsi qu'on l'a signalé précédemment¹⁾, en basse fréquence les rendements sont beaucoup plus petits qu'en haute fréquence.

En résumé, en combinant la haute fréquence et la réduction de pression, on peut, par l'action de l'arc électrique sur un gaz de distillation de houille additionné de proportions plus ou moins fortes d'azote, fixer cet élément à la fois sous forme d'acide cyanhydrique et d'ammoniac, l'acide cyanhydrique étant de beaucoup le produit le plus abondant. Les rendements énergétiques les meilleurs, toujours beaucoup plus élevés qu'en basse fréquence, dépassent 25 gr. d'acide cyanhydrique et 2 gr. d'ammoniac au kwh.

Laboratoire de Chimie technique, théorique et
d'Electrochimie de l'Université de Genève. Juillet 1941.

114. Recherches sur l'action chimique des décharges électriques. XXVI.
Sur la production de l'acétylène au moyen de l'arc électrique à haute
fréquence jaillissant dans un gaz de distillation de la houille

par E. Briner, J.-G. de Werra et J.-P. Jacob.

(31. VII. 41.)

Dans la note n° XXV, on a fait ressortir le parti qui peut être tiré, pour la production de l'acide cyanhydrique et de l'ammoniac, du traitement d'un gaz de distillation de la houille par l'arc électrique en haute fréquence. Mais, par ce traitement, en raison de la forte teneur du gaz en méthane et en hydrogène, on forme aussi, simultanément, de l'acétylène. Des recherches antérieures²⁾, qui ont porté sur la synthèse de l'acétylène dans des mélanges de méthane et d'hydrogène soumis à l'arc à haute fréquence, ayant fourni des résultats favorables, il nous a paru indiqué directement pour cette synthèse, de partir du gaz de distillation de la houille dont on dispose au laboratoire, soit du gaz d'éclairage.

Pour la bibliographie relative à la synthèse de l'acide cyanhydrique au moyen des décharges électriques, nous renvoyons au mémoire déjà cité²⁾, où les rendements énergétiques obtenus ont été spécialement notés. Il y a lieu cependant de mentionner à nouveau une donnée parce qu'elle se rapporte directement au sujet qui nous intéresse. Il s'agit en effet d'un procédé³⁾, dans lequel on traite le gaz d'éclairage par l'arc électrique en vue de la production de

¹⁾ E. Briner et J. Desbaillets, *Helv.* **21**, 478 (1938) et E. Briner et H. Hoefler, *Helv.* **23**, 826 (1940).

²⁾ E. Briner, J. Desbaillets et J.-P. Jacob, *Helv.* **21**, 1570 (1938).

³⁾ Exposé dans le brevet français n° 740 062 (1932), pris par l'*Institut für Physi-kalische Grundlagen der Medizin*.

l'acétylène. Mais les conditions de l'opération, telles qu'elles sont indiquées dans le résumé du brevet: arc jaillissant à l'intensité de 80 milliampères et sous tension de 5400 volts entre électrodes distantes de 15 cm., le gaz étant à la pression de 80 mm., paraissent beaucoup moins favorables que celles qui sont réalisées en utilisant l'arc à haute fréquence. D'ailleurs les rendements énergétiques atteints dans ce procédé (8,9 kwh. par m³ d'acétylène, soit 130 gr. d'acétylène au kwh.) sont du même ordre, sinon plus faibles que ceux que nous avons enregistrés dans nos mesures (100 à 170 gr. C₂H₂ au kwh.).

RÉSULTATS DES MESURES.

Dans ces essais, on a utilisé l'appareillage décrit auparavant¹⁾, auquel nous avons apporté diverses simplifications. Il a paru en effet plus commode de faire partir le gaz à étudier d'un gazomètre; de plus, par la disposition adoptée pour les essais, l'étanchéité a été considérablement améliorée, ce qui a permis d'opérer à des dépressions plus poussées.

Pour le dispositif et les méthodes de mesure électriques, nous renvoyons aussi au mémoire cité¹⁾. La détermination des tensions en haute fréquence et du facteur de puissance a été faite comme précédemment par une méthode oscillographique. Mais la tension en basse fréquence a été mesurée au moyen d'un voltmètre électrostatique de précision (marque *Trüb, Täuber & Cie*). Dans la plupart des essais, on a utilisé des électrodes de cuivre; mais, pour quelques déterminations, on a eu recours à des électrodes d'aluminium qui, ainsi que nous l'avons reconnu, donnent un arc plus stable.

L'analyse de l'acétylène a été faite selon le procédé antérieurement décrit¹⁾ en mesurant la contraction de volume lors de la mise en présence du gaz et du réactif de *Damiens* (iodure de potassium, iodure de mercure(II) et potasse caustique en solution aqueuse). Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux suivants, dont les colonnes se rapportent successivement au numéro d'ordre de l'essai (N°); à la pression (h) en mm. de mercure; au débit du gaz (D) en litres/heure; à la nature des électrodes (N); à leur distance (d) en mm; à la tension (V) en volts; à l'intensité (I) en milliampères; au facteur de puissance (cos φ); à l'énergie consommée en watts-heure; au volume d'acétylène obtenu (v) en cm³ à 0°, et 760 mm. Hg, et au rendement énergétique (Rdt) en gr. d'acétylène au kwh.

Le gaz d'éclairage utilisé avait la composition suivante (en % en volumes), déjà indiquée dans la note précédente: O₂, 0,6; N₂, 9; CO₂, 2,8; CO, 21,2; H₂, 47; CH₄, 17; hydrocarbures lourds, 2,4.

En ce qui touche la quantité d'acétylène trouvée, il convient de remarquer qu'elle comporte deux corrections: la première se rapporte à l'acétylène existant en proportions minimes dans le gaz; un essai à blanc, opéré en faisant circuler le gaz dans les conditions de l'expérience, mais sans faire jaillir l'arc, a montré que cette quantité était négligeable par rapport à celles mesurées dans les essais proprement dit. La seconde a trait à la contraction qui est due à l'acide cyanhydrique formé par l'action de l'arc sur le gaz, lequel renferme 9% d'azote. Un essai à blanc a permis de déterminer cette correction, qui réduit les volumes trouvés de moins d'un cm³; il en a été tenu compte, dans les chiffres indiqués dans la colonne v des tableaux.

Le premier groupe d'essais se rapporte à l'influence de la pression. Comme on l'a constaté dans le mémoire précédent, il n'est pas possible d'opérer à la pression ordinaire en raison du charbonnement intense qui se produit aux électrodes; mais, en abaissant la pression à 200 mm. et au-dessous, il ne se manifeste plus de dépôt de suie

¹⁾ E. Briner, J. Desbaillets et J.-P. Jacob, loc. cit.

sur les électrodes. On relève dans le tableau qu'à l'intensité de 140 milliampères et à la distance de 5 mm. des électrodes, la pression optima est 105 mm.; elle correspond (n° 5) à un rendement de 91,6 gr. C_2H_2 au kwh.

Tableau I.

Production de l'acétylène au moyen de l'arc en haute fréquence.

N°	h	D	N	d	V	I	cos φ	w	v	Rdt
1	200	10	Cu	5	121	140	0,32	5,4	13,5	27,8
2	184	10	Cu	5	122	140	0,32	5,5	18	38,4
3	165	10	Cu	5	126	140	0,32	5,7	20	39,4
4	140	10	Cu	5	122	140	0,32	5,5	22	46,4
5	105	10	Cu	5	121	140	0,32	5,4	44,5	91,6
6	64	10	Cu	5	122	140	0,32	5,5	24	51,5
7	115	10	Cu	15	167	115	0,32	6,1	57	105,5
8	53	6	Cu	25	235	90	0,14	3,0	37	145,0*
9	20	6	Cu	25	180	85	0,13	2,1	30,5	172,5*
10	32	10	Al	25	194	90	0,15	2,6	40,5	179,7*

Dans les essais suivants, l'arc avait une longueur plus grande; les opérations ont été possibles dans ces conditions en abaissant la pression et l'intensité. A la distance 15 mm. des électrodes et à l'intensité 115 milliampères (n° 7), le rendement s'est élevé à 105,5. Des accroissements encore plus grands ont été enregistrés à la distance 25 mm. et à des intensités plus faibles. Mais, par suite de l'imprécision des mesures du cos φ , qui est relativement petit, les valeurs (marquées de *) trouvées pour le rendement (145 gr. au kwh. essai n° 8, 172,5 gr. au kwh. essai n° 9, et 179,7 gr. au kwh. essai n° 10) sont très grossièrement approximatives.

Tableau II.

Production de l'acétylène au moyen de l'arc en basse fréquence.

N°	h	D	N	d	V	I	cos φ	w	v	Rdt
1	100	10	Al	15	560	90	voisin de 1	50,5	11	2,4
2	100	6	Al	15	560	90	„ „ 1	50,5	11	2,3
3	50	10	Al	15	504	90	„ „ 1	45,4	11	3,0
4	50	6	Al	15	504	90	„ „ 1	45,4	11	3,2
5	20	10	Al	15	480	90	„ „ 1	43	17	4,58
6	20	6	Al	15	480	90	„ „ 1	43	16,5	4,42

Comme on l'a reconnu généralement, les rendements en basse fréquence sont bien inférieurs. Les différences sont particulièrement accentuées, puisque les rendements passent de plus de 100 gr. d'acétylène au kwh. en haute fréquence à moins de 5 gr. au kwh. en basse fréquence. On relèvera l'amélioration très nette que l'on réalise aussi en basse fréquence, lorsqu'on opère aux pressions les plus faibles.

REMARQUES GÉNÉRALES.

Il résulte de ces essais que la production d'acétylène, tel qu'on l'obtient en faisant jaillir l'arc à haute fréquence sur un gaz de distillation de la houille est relativement considérable. L'acétylène¹⁾ provient alors du méthane, qui est un des principaux constituants des gaz de distillation de la houille. Le rendement dépasse 100 gr. C_2H_2 au kwh.

Mais, si l'on veut réaliser une valorisation plus complète du gaz en utilisant l'arc électrique, il y a lieu de tenir compte de la formation de l'acide cyanhydrique et de l'ammoniac, qui a été étudiée dans la note précédente. Sans addition d'azote, donc dans les conditions où l'on a opéré dans le présent travail, l'acide cyanhydrique et l'ammoniac se forment aux dépens de l'azote à raison respectivement de 7 gr. au kwh. et de 0,7 gr. au kwh. Si l'on veut améliorer les rendements de production de ces deux corps, il convient d'ajouter de l'azote au gaz. On a vu qu'en ajoutant 40 % d'azote, les quantités d'acide cyanhydrique et d'ammoniac s'élèvent alors respectivement à 27 et à 2,8 gr. au kwh. Cependant, le mélange, en ces proportions, de l'azote au gaz a pour effet, comme on l'a reconnu dans un essai, d'abaisser le rendement en acétylène à 55 gr. au kwh. Ainsi le bilan d'une opération conduite dans ces conditions se chiffre par la production, au kwh., de 55 gr. de C_2H_2 , de 27 gr. de HCN et de près de 3 gr. de NH_3 .

Ces constatations mettent en évidence les avantages que l'on peut retirer, sous forme de produits obtenus, en soumettant un gaz de distillation de la houille (gaz d'éclairage ou gaz de cokerie) à l'action de l'arc électrique à haute fréquence. Ce traitement, pratiqué préalablement, peut être combiné avec une utilisation ultérieure de l'hydrogène en vue de la synthèse de l'ammoniac. Ainsi les deux constituants principaux d'un gaz de distillation de la houille, le méthane et l'hydrogène, se trouveraient valorisés.

Laboratoire de Chimie technique, théorique et
d'Electrochimie de l'Université de Genève. Juillet 1941.

¹⁾ Ce résultat nous a engagés à entreprendre quelques essais sur le traitement par l'arc à haute fréquence d'autres gaz industriels, tels que le propane et le butane. Mais ces recherches, que nous nous proposons de reprendre, ont conduit à des rendements énergétiques de production d'acétylène moins élevés. Ainsi le méthane paraît être le point de départ le plus favorable pour l'obtention de l'acétylène, ce qui n'est pas le cas pour la synthèse de l'acide cyanhydrique.