

entre 100 et 200 degrés centigrades. Quant à la préparation de l'azoture d'aluminium, le procédé auquel il donne alors la préférence (brevet 888 044) est le suivant : on chauffe, dans un feu de coke, un mélange pulvérulent de 3 parties d'alumine, une partie ou un peu plus de charbon, avec comme adjuvant, une addition à ce mélange d'environ 5 % de fer ou de cuivre. L'azote est introduit par insufflation d'air. Il suffit de chauffer au rouge pour amorcer la réaction, car celle-ci étant exothermique développe par elle-même une haute température.

FR. FICHTER (1907, *Zeits, anorg. Chemie*, t. 54, p. 322 à 327) place 32 gr. de « bronze d'aluminium » (c'est là sans doute une appellation commerciale servant à désigner de la poudre d'aluminium), mélangés à 1 gr. 5 de noir de fumée, dans un creuset couvert qui est chauffé par un feu très vif, puis découvert : une lueur brillante traverse alors le contenu du creuset de haut en bas, et on obtient de la sorte, en haut du creuset, de l'alumine, et, en bas, de l'azoture à 26,7 % d'azote, c'est-à-dire à 78,2 % de pureté.

Avec un autre mode opératoire, Fichter a trouvé que, à 750°, 6 gr. d'aluminium en poudre, chauffés dans un courant d'azote pendant 2 minutes, donnait un azoture à environ 26 % d'azote.

Mais le principal intérêt du travail de Fichter consiste dans une étude expérimentale précise, mais malheureusement encore incomplète, de l'exothermicité de la formation de l'azoture d'aluminium à partir de ses éléments. Après avoir indiqué, ce qui jusqu'alors n'était pas connu, que l'azoture d'aluminium chauffé en présence d'oxygène, se transforme en alumine et azote, il a cherché à déterminer la chaleur de combustion de l'azoture, en réalisant cette combustion dans une bombe calorimétrique. « Malheureusement... en employant soit de l'azoture pur, soit de l'azoture dilué avec de l'acide benzoïque ou avec du carbone, il m'est toujours resté un résidu renfermant de l'azoture non décomposé. La plus haute chaleur de combustion que j'aie pu obtenir a été de 4 167 calories par gramme. De là on peut calculer 166 125 cal. par gramme-molécule $AlAz$, ce qui, en regard de 193 369 cal. pour gramme-atome Al, représente une différence de + 27 369 cal. pour la limite supérieure de la chaleur de formation de $AlAz$ par gramme-molécule. La vraie valeur est sans doute un peu moindre ; mais les chiffres obtenus ci-dessus peuvent être considérés comme démontrant tout au moins que la chaleur de formation de l'azoture d'aluminium, dans les conditions où il a été produit, est nettement positive ». On se demande pourquoi, par l'analyse du mélange d'alumine et d'azoture non décomposé obtenu dans ces expériences, Fichter n'a pas pu préciser un peu plus de combien était trop forte la valeur 27 369 calories qu'il indique comme un maximum.

Fichter termine son étude par quelques considérations un peu vagues sur le rôle que doit jouer le carbure d'aluminium dans les réactions décrites par Serpek dans ses brevets, et par cette remarque fort judicieuse que vraisemblablement, dans les expériences de Serpek, il s'est formé exclusivement de l'azoture, et non, comme l'avait supposé l'inventeur, un mélange d'azoture et de carbo-azoture (un cyanure ou une cyanamide, est-il dit dans le brevet français 367 124).

(A suivre.)

Georges COUTAGNE,

Ancien élève de l'École Polytechnique
Docteur ès sciences

Nous donnerons dans le prochain numéro la suite et la fin de l'étude de M. DE VALBREUZE sur l'Électrification des Chemins de fer.

APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ

NOUVEAU REDRESSEUR DE COURANTS ALTERNATIFS A MOUVEMENT VIBRATOIRE

Les courants alternatifs étant par leur nature même plus aptes à produire des mouvements d'oscillation que des mouvements de rotation, on comprendra qu'on ait songé à utiliser dans les électro-aimants les impulsions qu'ils donnent si facilement.

M. BOUCHEROT, en particulier, avait déjà songé dès 1900 à créer une nouvelle classe de machines électriques utilisant des mouvements vibratoires, et il présentait à l'Exposition de Marseille un moteur qu'il dénomme du nom bien caractéristique de *Motoscilla*.

En dehors de cette intéressante et nouvelle application, le mouvement vibratoire d'une lame électrique accordée sur la période d'un courant alternatif et entretenue en résonance par ce dernier, avait déjà été utilisée par M. VILLARD, soit pour redresser le courant alternatif, soit pour actionner des bobines d'induction. L'ingénieur interrupteur synchrone de M. Villard, très simple en principe, est réglé pour une fréquence déterminée et fonctionne très régulièrement, mais il exige un nouvel accord si on le transporte sur un réseau dont la fréquence n'est pas la même que celui sur lequel il a été réglé.

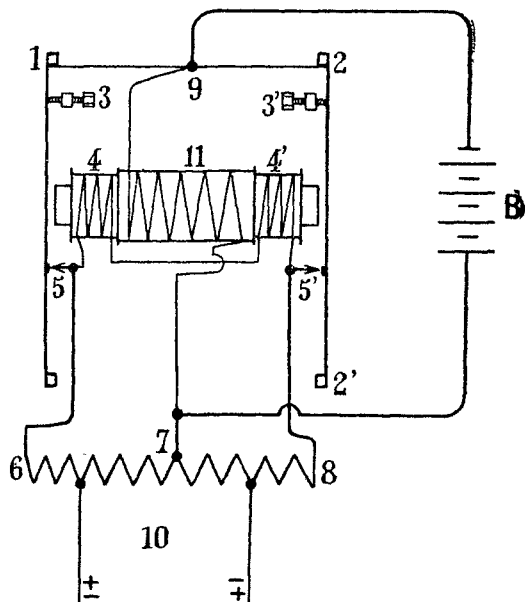
En 1905, se basant sur ce que la membrane d'un récepteur téléphonique s'accommode de toutes les fréquences si différentes de la voix humaine, M. SOULIER a réalisé et breveté un petit redresseur à lame vibrante fonctionnant sans réglage préalable sur toutes les fréquences industrielles. Cet appareil, destiné à la recharge des petites batteries en usage sur les voitures automobiles ou dans les laboratoires, est, à proprement parler, un trieur d'ondes qui n'utilise qu'une onde sur deux, envoyant dans l'accumulateur l'onde de sens favorable à la charge et retranchant l'autre purement et simplement. La lame vibrante de masse très faible s'accommode des fréquences usuelles et en suit même les variations. Tout récemment, M. Soulier a cherché à augmenter la puissance de cet appareil, et il a pu obtenir le redressement exact des deux ondes en utilisant deux lames vibrantes, à l'aide du montage suivant :

Deux lames vibrantes 1,1', 2,2', tendues entre deux points, peuvent vibrer à la façon d'une membrane de récepteur téléphonique. Chacune d'elles porte vers son centre un contact pouvant venir toucher pendant la vibration un contact fixe isolé 5,5'. Un noyau en fer doux 11, aimanté par un solénoïde et parcouru par du courant continu ou par du courant redressé emprunté à l'appareil, porte à ses extrémités deux autres bobines magnétisantes 4,4' alimentées par le courant alternatif du réseau. L'électro-aimant polarisé ainsi constitué, communique aux lames un mouvement vibratoire synchrone du courant alternatif. Deux vis 3,3' servent à écarter plus ou moins les lames du contact isolé et font varier ainsi la durée de ce contact.

Cet appareil est caractérisé par la disposition même des contacts que la lame vibrante ne touche pas en temps normal et contre lesquels elle appuie plus ou moins longtemps dès que l'électro exerce une attraction suffisante. Pour de faibles amplitudes, ce système vibre synchroniquement avec les fréquences usuelles des courants alternatifs (25 à 100 périodes par seconde). Le redressement des deux ondes s'obtient en reliant les contacts isolés 5,5' aux extrémités du

secondaire d'un transformateur 8. Chaque lame entre ainsi à tour de rôle en relation avec un des pôles et vient recueillir tantôt une des ondes et tantôt l'autre. Les appareils d'utilisation, batterie d'accumulateurs à charger, par exemple, B, sont reliés, d'une part, au point neutre 7 et, d'autre part, en 9, aux deux lames, que l'on relie électriquement ensemble. De cette façon, on recueille un courant toujours de même sens entre les points 7 et 9.

Pour obtenir un bon fonctionnement industriel des redresseurs à mouvement vibratoire, deux conditions essentielles doivent être remplies : 1° Marche au synchronisme le plus parfait, *malgré les variations de fréquence* ; 2° Mise en phase exacte des mouvements de la lame avec la courbe d'intensité du courant traversant l'appareil.



LÉGENDE

- 1-1' Lame vibrante.
- 2-2' Lame vibrante.
- 3-3' Vis de réglage.
- 4-4' Bobines magnétisantes alimentées par l'alternatif.
- 5-5' Contacts platinés
- 6 Borne de l'auto-transformateur.
- 7 Point neutre de l'auto-transformateur.
- 8 Borne de l'auto-transformateur.
- 9 Prise de courant redressé.
- 10 Auto-transformateur.
- 11 Solénoïde alimenté par du courant continu.
- B Batterie d'accumulateurs.

Dans les redresseurs système Soulier, la première condition est remplie par construction, grâce au choix d'une période propre d'oscillation de la lame très éloignée de celle des courants à redresser ; la deuxième est obtenue par le réglage des constantes des circuits électriques. En modifiant notamment la constante de temps $\frac{L}{R}$ des circuits, on arrive à réaliser la coupure au moment exact du passage à zéro de l'intensité, en sorte que même pour des courants importants de 10 à 30 ampères, on ne voit *aucune étincelle* sous des tensions atteignant 100 à 150 volts. Dans ces conditions, il n'y a aucune usure des contacts et on peut se contenter d'une vibration de faible amplitude puisqu'on coupe sous un courant nul et qu'on n'a pas à redouter la présence d'un arc.

Si la fréquence d'alimentation vient à changer, ainsi qu'on l'a observé avec un petit alternateur conduit par courroie, les lames suivent fidèlement les variations de fréquence, sans retard aucun et le redressement se fait aussi facilement ; le fait tient à ce que la lame présentant très peu d'inertie s'accommode instantanément de toutes les vibrations qui leur sont communiquées comme la membrane du récepteur téléphonique. On peut supprimer la batterie B et l'appareil reste excité comme une dynamo, ce qui permet de l'employer pour alimenter des arcs de projection ou des moteurs à courant continu. Le rendement propre de l'appareil est excellent puisque les électros n'absorbent guère plus de 80 à 100 watts dans un redresseur fournissant 15 ampères à 110 volts. Ce rendement est donc de :

$$\frac{15 \times 110}{15 \times 110 \times 100}$$

soit 94 pour 100. A ce chiffre, il faut ajouter le rendement du transformateur statique nécessaire pour l'utilisation des deux alternances, le rendement d'un tel appareil étant voisin de 90 %. On voit que l'ensemble aura comme rendement final : $0,94 \times 0,9 = 0,846$, soit 85 pour 100 environ.

La seule objection qui peut se présenter à l'esprit est l'usure des contacts, mais une pratique de 5 années d'expérience industrielle permet d'affirmer que les contacts *restent intacts*. Grâce au réglage parfait de la mise en phase, la coupure et la fermeture se font toujours au moment du passage à zéro de la courbe du courant, et dans ces conditions, c'est exactement comme si l'appareil vibrait à vide.

Ce redresseur est donc assimilable à un appareil statique, il fait à peine un peu plus de bruit qu'un transformateur ou qu'une bobine de self, encore ce léger ronflement constitue-t-il un avantage, car il permet de se rendre compte à distance, dans le cas d'une charge d'accumulateurs, par exemple, si la charge se fait bien et si le courant alternatif n'a pas été interrompu.

Grâce à ce fait très curieux qui rend l'appareil *indépendant de la fréquence*, les applications industrielles de ce redresseur sont particulièrement intéressantes ; on peut l'utiliser pour la charge des batteries d'un nombre quelconque d'éléments ; cette charge est rendue extrêmement économique, grâce à l'emploi de transformateurs à prises variables.

L'électrolyse peut naturellement être obtenue très facilement et des appareils employés pour cette application ont déjà fonctionné des *milliers d'heures* consécutives sans nécessiter le moindre entretien.

Les lampes à arc peuvent être alimentées en continu sur tous les réseaux alternatifs rien qu'en interposant un redresseur et l'on sait que l'arc à courant continu, grâce au cratère qu'il produit sur le charbon positif, possède des qualités remarquables pour la projection.

Les petits moteurs à courant continu peuvent également être utilisés sur les réseaux alternatifs en intercalant un redresseur, tout en conservant leur qualité précieuse d'être à vitesse variable, propriété que n'ont pas les moteurs alternatifs actuels.

Enfin, pour un certain nombre d'applications, telles qu'électro-aimants, applications médicales, on utilise avec avantage ces redresseurs simples et à bon rendement.

Il est actuellement construit des appareils depuis 50 watts jusqu'à 6 kilowatts.

Pour toutes applications industrielles, telles que : charges d'accumulateurs, alimentation de lampes à arc et de cinématographe, horloges électriques, électro-aimants, lampes à vapeur de mercure, électrolyse, etc..., ces appareils offrent, sur les moteurs générateurs, l'avantage d'être des appareils statiques, et sur les appareils électrolytiques, l'avantage de ne nécessiter ni surveillance ni entretien, de sorte qu'ils paraissent appelés à devenir les appareils pratiques par excellence pour transformer le courant alternatif en courant continu dans les applications susmentionnées.

Il est d'ailleurs à remarquer que seule l'industrie française construit des appareils de ce genre, et que les Américains qui, dans bien des branches, sont en avance sur notre continent, ne livrent des appareils reposant sur des principes analogues que sur des puissances allant jusqu'à 500 watts au maximum. C'est donc pour l'industrie française un succès d'autant méritoire que ce n'est qu'à force de recherches et de tâtonnements que l'on est arrivé à fabriquer des appareils industriels de ce genre.