

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

DES AMPOULES

UTILISÉES EN RADIOGRAPHIE ET FLUOROSCOPIE

Un grand nombre d'ampoules ont déjà été employées pour diverses expériences et applications des rayons de Röntgen pour la photographie et la fluoroscopie à travers les corps opaques. M.G. Séguy a construit et expérimenté plusieurs modèles, et il a réuni une collection intéressante de diverses ampoules que nous représentons dans la figure ci-jointe. Il a bien voulu également nous fournir sur chaque modèle divers renseignements pratiques sur les avantages et inconvénients au point de vue expérimental. Il existe jusqu'à présent trois procédés utilisés pour l'obtention des rayons X. Le procédé qui a été employé tout à fait au début, lors des essais de répétition, est basé sur l'action directe du rayonnement; le second, qui a permis d'obtenir l'instantanéité en radiographie, est basé sur l'action réfléchie. Le troisième est le résultat de la combinaison des deux premiers procédés.

Les ampoules représentées par les figures n°s 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 21, 24, 26, 28, 32 sont construites d'après les principes de la première théorie; les n°s 5, 8, 9, 15, 16, 23, 25, 27, 29, 30 utilisent la seconde, la théorie de la réflexion des rayons cathodiques et du phénomène d'électrolyse intérieure des molécules volatilisées. Les

ampoules n°s 19, 22, 31 produisent les rayons X à l'aide des deux théories combinées. Il existe donc trois classes d'appareils basés sur trois procédés pour produire les rayons X et d'après lesquels ont été construites toutes les ampoules en usage.

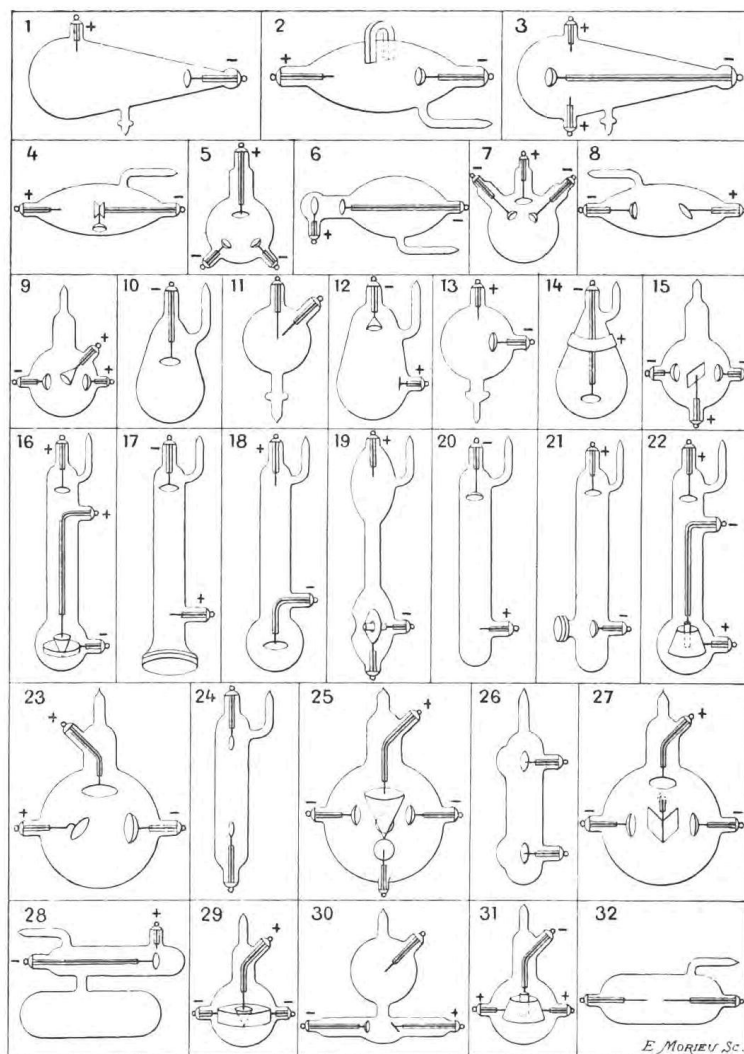
Nous allons maintenant examiner en particulier chacun des modèles figurés dans notre dessin. La

figure n° 1 représente le premier modèle utilisé en France et créé dans le but de l'application radiographique; cette forme a été adoptée, en raison des excellents résultats que donnait le tube de Crookes appelé la croix, qui, avant que l'on puisse se procurer des ampoules spéciales, avait été essayé et avait rendu de réels services. Les résultats étaient bons, mais lents; la netteté était moyenne.

La figure n° 2 nous montre un modèle dans lequel on peut faire dévier, à l'aide d'un aimant, le rayonnement cathodique intérieur; à l'aide de ce dispositif on fait varier le point de passage des rayons X. Cette ampoule avait l'avantage de permettre d'utiliser un nouvel endroit sans métal, lorsque la paroi

du verre où passaient les rayons X était métallisée par des molécules volatilisées et émises par la cathode. Cette disposition ne donnait encore que des résultats lents, avec une netteté moyenne.

La figure n° 3 représente une ampoule dans laquelle la cathode concave a été placée très près du verre, de telle façon que le foyer se trouve extérieurement, ce qui n'a pas lieu dans les autres modèles. Le défaut de cette combinaison est l'échauffement



N°s 1 à 32. — Divers modèles d'ampoules pour radiographie et fluoroscopie. — N°s 1 et 2. Ampoules de Crookes. — N° 3. Ampoule Séguy. — N° 4. Ampoule Wood. — N° 5. Ampoule Séguy. — N° 6. Ampoule Chabaud et Ilarmuzescu. — N° 7. Ampoule Séguy. — N° 8. Ampoule Thompson. — N° 9. Ampoule Séguy. — N° 10. Ampoule d'Arsonval. — N° 11. Ampoule Séguy. — N° 12. Ampoule Puluj. — N° 13. Ampoule Séguy. — N° 14. Ampoule d'Arsonval. — N° 15. Ampoule Le Roux. — N°s 16, 17 et 18. Ampoules Séguy. — N° 19. Ampoule de Rutz. — N° 20. Ampoule Crookes. — N°s 21, 22, et 25. Ampoules Séguy. — N° 24. Ampoule Röntgen. — N° 25. Ampoule Brunet-Séguy. — N°s 26, 27. Ampoules Le Roux. — N° 28. Ampoule Colardeau. — N° 29. Ampoule Séguy. — N° 30. Ampoule Colardeau. — N° 31. Ampoule Séguy. — N° 32. Ampoule Röntgen.

considérable qui se produit à l'endroit du verre, traversé par les rayons.

La figure n° 4 est une ampoule dont la cathode intérieure est mobile circulairement, ce qui permet à volonté de déplacer le rayonnement, lorsque la volatilisation est venue métalliser le verre. Le rapprochement de la cathode près de la paroi du verre donnait un peu plus de vitesse dans l'opération radiographique, mais il se manifestait également une élévation exagérée de la température à l'endroit du passage du rayonnement, élévation pouvant atteindre jusqu'au degré de fusion du verre. La figure n° 5 représente une ampoule bi-cathodique, l'anode est placée en haut et maintient le miroir en platine sur lequel viennent se réfléchir les rayons cathodiques. Ce modèle donne de bons résultats et l'instantanéité dans l'opération; la netteté est très grande. La figure n° 6 est une ampoule où l'anode est constituée par un disque en aluminium. Les rayons cathodiques émis par la cathode trouvent sur leur chemin le disque anodique, qu'ils traversent, seulement en perdant beaucoup de leur action, sans gagner aucune qualité. La figure n° 7 représente une ampoule bi-cathodique dans laquelle le rayonnement est doublé, mais la métallisation de l'endroit du verre où passent les rayons met vivement l'appareil hors de service. La figure n° 8 représente une bonne disposition fondée sur la loi de la réflexion des rayons cathodiques. Ce modèle donne de bons résultats; mais le rayonnement cathodique maximum n'est pas utilisé, il se perd une grande partie des rayons en dessus du disque à 45°. La figure n° 9 est une ampoule d'une grande rapidité, formée par un cône creux en platine qui sert de réflecteur aux rayons cathodiques; elle est bi-anodique. Cette disposition est dispendieuse, et n'offre pas plus d'avantages que les disques plats. Les résultats sont bons et rapides, et la netteté obtenue est grande. La figure n° 10 est surtout construite pour être mise en fonction par les courants de haute fréquence, elle est unipolaire avec anode externe, la métallisation est rapide; mais l'ampoule se charge et se perce très facilement. La figure n° 11 représente l'ampoule cathodique fili-forme à cathode inversable, c'est un des premiers modèles que M. G. Ségué a établis pour la radiographie. Les résultats étaient lents et médiocres. La figure n° 12 est une ampoule du genre n° 1, sa cathode est en platine et recouverte sur sa paroi convexe par un isolant en verre plein pour diminuer les pertes dans le rayonnement. Cette ampoule ne doit pas être essayée tant que le vide n'est pas au 1/1 000 000. En effet, s'il reste des molécules gazeuses suffisantes, elles servent de véhicule aux molécules émises par la cathode platinée et l'ampoule devient promptement noire. Dans les vides extrêmes la volatilisation des métaux n'a pas lieu faute de véhicule. Les résultats sont bons mais lents. La figure n° 13 nous fait voir une ampoule très grosse et qui était parmi les modèles à action directe une des meilleures pour le fluoroscope. La figure n° 14

est consacrée aux courants de haute fréquence, elle est unipolaire au moins intérieurement et munie d'une gaine métallique extérieure servant d'anode; cette ampoule présente les mêmes inconvénients que l'ampoule n° 8 dont il a été question plus haut. La figure n° 15 est très intéressante, elle rend surtout d'immenses services aux praticiens qui ne se contentent pas de tirer quelques épreuves à l'aide de leur ampoule mais qui tous les jours en exigent une grande quantité. Elle met en jeu la réflexion des rayons cathodiques; elle est bi-cathodique, permettant par la disposition du plan incliné à 45° en platine entre les cathodes d'obtenir des rayons X des deux côtés de l'ampoule et par suite elle fournit la possibilité d'obtenir à la fois deux radiographies. Les résultats sont bons et rapides et offrent une grande netteté. La figure n° 16 nous montre un cylindre cathodique; cette disposition utilise la réflexion des rayons cathodiques et est bi-anodique. Une anode est formée par un cône creux en platine situé au milieu d'un disque circulaire cathodique. L'anode supérieure évite toute perte des rayons. Les résultats sont bons et rapides, la netteté est très grande.

La figure n° 17 est le modèle qui se rapproche du tube de Lenard. Il est muni, à l'extrémité du cylindre, d'un rebord rodé parallèle à la surface cathodique sur lequel on peut appliquer des corps optiques de matière quelconque, de verre, de métal. Le joint de ces corps au rodage se fait très bien et le vide est parfaitement maintenu. On peut ainsi opérer directement sur le corps à mesurer. La figure n° 18 représente un autre modèle de cylindre cathodique; la cathode est située à la place qu'occupe ordinairement l'anode, cette dernière se trouve en haut. La disposition est plus avantageuse comme rendement, mais on a toujours à craindre l'élévation de température à l'endroit traversé par le rayonnement. La figure n° 19 nous donne l'idée d'un appareil qui serait parfait si à la pratique les résultats étaient aussi bons que la théorie le fait supposer. Il est bi-anodique et à l'endroit où passent les rayons l'ampoule est concave; l'action directe est combinée à l'action réfléchie. La cathode passe au travers de l'anode-disque en platine concave sans toutefois la toucher; cette cathode en fonction émet ses rayons verticalement à ces surfaces, soit par l'extrémité, soit circulairement. Les résultats sont bons, mais la netteté n'existe que sur une petite surface. Dans la figure n° 20 est représenté un cylindre cathodique qui a été employé au début des essais. Il offre la facilité de pouvoir utiliser de très longues étincelles sans qu'elles jaillissent extérieurement entre les deux pôles, les électrodes étant très éloignées l'une de l'autre. Ce tube n'a pas été jusqu'ici suffisamment étudié en ce qui concerne la construction et la forme de ses électrodes; les résultats n'ont pas été très bons, mais il mérite de ne pas être abandonné. La figure n° 21 nous montre un cylindre cathodique avec une fenêtre de matière interchangeable. Cet appareil permet d'observer les phénomènes nette-

ment, en raison du grand rapprochement de la cathode de l'orifice de sortie. Les résultats sont variables. La figure n° 22 nous montre un tube-cylindre cathodique, bi-anodique, basé sur la théorie de la réflexion des rayons cathodiques et présentant de très grands avantages. Il agit quelque peu directement parce que la cathode est centrale; les résultats sont très bons à cause de la forme de l'anode platine réfléchissante. La figure n° 25 représente l'ampoule bi-anodique de M. G. Ségué qui a permis d'obtenir rapidement les radiographies de grandes dimensions. Cette ampoule est très grosse, elle est fluorescente sur une grande surface et donne en fluoroscopie des résultats très lumineux. En raison de son volume très grand elle présente l'avantage d'augmenter la durée du bon fonctionnement de l'appareil. La figure n° 24 nous donne le dessin du tube-cylindre cathodique employé à l'étranger dès le début des expériences. Les deux électrodes inversables sont pourvues à leurs extrémités de deux petites olives en aluminium qui permettent un rayonnement dans tous les sens et plus étendu. La figure n° 25 est une ampoule à action quadruple construite de telle sorte que le cône platine du milieu anodique reçoit pour les réfléchir les rayons émis par quatre cathodes qui peuvent être alimentées par quatre transformateurs différents. Cette disposition donne une grande intensité aux rayons cathodiques. Les quatre cathodes sont placées latéralement sur la circonférence de l'ampoule. Les résultats sont très bons, et la netteté est très grande. La figure n° 26 est un cylindre d'expérience très intéressant permettant de déterminer et de démontrer d'où partent les rayons cathodiques; on peut alors faire voir nettement s'ils partent de l'anode ou de la cathode. La figure n° 27 représente une ampoule non moins intéressante et appelée à rendre de grands services; elle est due aux recherches du savant professeur M. Le Roux. Cet appareil permet une double action, étant bi-cathodique et bi-anodique, les rayons émis par les deux cathodes viennent se confondre et s'additionner en un même point, donnant ainsi plus de rapidité. La bi-anode utilise également l'action maxima intérieure du rayonnement produit. Les résultats sont très bons et la netteté très grande. La figure n° 28 représente un petit cylindre cathodique ressemblant en tous points à l'ampoule n° 10, sauf sa dimension qui se trouve de beaucoup réduite. Ce petit appareil présente l'avantage d'être net seulement sur un espace restreint comme surface et inutilisable pour vaincre de grandes épaisseurs; il demande des précautions multiples en raison de la rapidité avec laquelle il s'échauffe. La figure n° 29 est une ampoule cathodique à action réfléchie et dont la cathode est formée par un ruban plat d'aluminium, de telle sorte que tous les rayonnements émis circulairement viennent frapper sur le cône central en platine pour se réfléchir ensuite et se concentrer en un même point. Sa construction est extrêmement difficile et dispendieuse. La figure n° 30 est un cylindre cathodique qui montre l'action de la réflexion des rayons cathodiques

placés dans un espace aussi petit que possible et aussi mince. Ce modèle est dû à M. Colardeau. La figure porte une électrode en palladium; cette idée intéressante est due à MM. Guillaume et Chabaud. Le palladium a pour propriété, lorsque la raréfaction devient trop grande, de dégager sous le passage d'un courant quelques molécules gazeuses qui ramènent une pression moins résistante à l'étincelle. La figure n° 31 est basée sur les deux théories combinées et fait partie de la première catégorie dont nous avons parlé. Celle-ci possède une supériorité incontestable pour la fluoroscopie, en raison de l'immense surface rendue phosphorescente. La figure n° 32 et dernière est le premier cylindre cathodique dont s'est servi le professeur Röntgen. Il est fondé sur l'action directe et demandait beaucoup de temps pour observer la production des rayons.

Cette étude sommaire nous montre combien sont variées les différentes formes d'ampoules que l'on peut employer pour la production des rayons de Röntgen. Ces divers modèles trouvent tous leur utilisation suivant l'application que l'on a en vue. J. L.