

de diminuer la résistance, mais de l'augmenter au besoin, et pour cela de faire entrer ou sortir du gaz à volonté. Cet ingénieux appareil consiste en un petit tube de platine qui pénètre dans l'ampoule par une tubulure, et qui est fermé à son extrémité extérieure, tandis que son extrémité intérieure est ouverte dans l'ampoule. Pour faire entrer du gaz dans celle-ci, il suffit

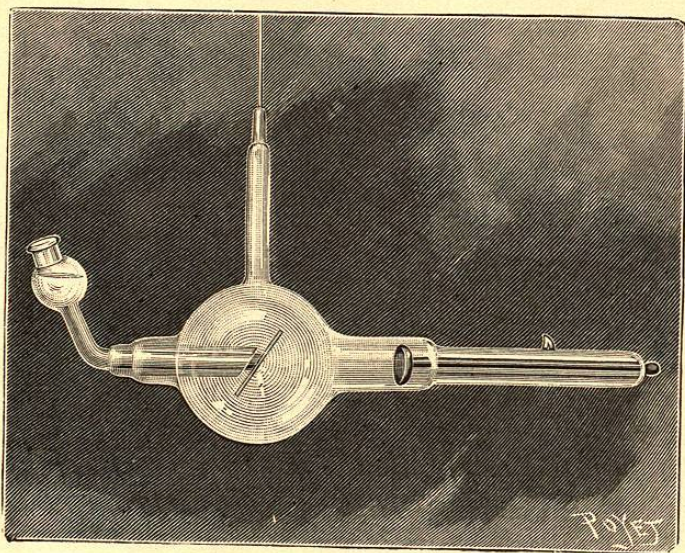


FIG. 5. — Tube de Buguet et Chabaud à anticathode refroidie, muni de l'osmo-régulateur de Villard.

de chauffer le tube au rouge : l'hydrogène contenu dans la flamme traverse, en vertu de ses propriétés spéciales, démontrées par H. Sainte-Claire Deville et Troost, le platine chauffé ; il pénètre donc dans l'ampoule et y reste enfermé après refroidissement. Pour l'en faire sortir, on coiffe le tube de platine d'un manchon du même métal et on chauffe au rouge : le petit tube redevient perméable, et comme il est protégé par le manchon et n'est plus entouré que d'air chaud, l'hydrogène de l'ampoule le traverse de nouveau en sens inverse et s'échappe.

On fait aussi de très bonnes ampoules dans lesquelles on refroidit l'anticathode par une double circulation d'eau (fig. 5).

Un détail auquel je dois m'arrêter parce qu'il a une très grande importance dans la pratique, est le choix du tube ; il varie suivant les résultats que l'on veut obtenir. On trouve dans le commerce des *tubes mous* et des *tubes durs*. Les premiers, dans lesquels le vide est poussé très loin, émettent des rayons très pénétrants ; dans les seconds, le vide est moindre, et les rayons qu'ils émettent sont peu pénétrants. Les tubes durs sont donc nécessaires lorsque les rayons ont à traverser de grandes épaisseurs ; ils sont avantageux pour la radiographie du bassin. Les tubes mous doivent être réservés pour des épaisseurs moindres. Il est facile, grâce à l'osmo-régulateur, de transformer les tubes durs en tubes mous et réciproquement.

Il importe d'être en mesure d'apprécier le *pouvoir de pénétration* des rayons de Röntgen, qui varie non seulement d'une ampoule à l'autre, mais aussi d'un jour à l'autre pour la même ampoule. Comme il dépend de la résistance de l'ampoule, la question revient à évaluer cette résistance. Pour cela, on établit un courant dérivé, en forme de court circuit, entre les conducteurs de courant auxquels sont reliées les électrodes de l'ampoule radiogène. Dans ce court circuit est une interruption, de sorte que l'étincelle jaillit entre deux boules disposées à cet effet, lorsqu'on les rapproche suffisamment. Plus l'ampoule offre de résistance au passage du courant, plus l'étincelle jaillit facilement à travers la couche d'air qui sépare les deux boules, si bien qu'une résistance forte de l'ampoule se traduit par l'apparition de l'étincelle alors que les deux boules sont encore assez éloignées et qu'une résistance faible, au contraire, oblige à rapprocher beaucoup les deux boules pour obtenir l'étincelle. Cette étincelle est donc équivalente à la résistance de l'ampoule. Or, rien n'est plus facile à réaliser que la mesure de cette *étincelle équivalente* : il suffit qu'une des boules soit fixe et l'autre mobile au bout d'une tige graduée glissant dans une coulisse. Tel est le petit appareil auquel M. Bécclère a donné le nom de *spintermètre* ou *mesureur d'étincelle* (1).

(1) A. BÉCLÈRE. La mesure indirecte du pouvoir de pénétration des rayons de Röntgen à l'aide du spintermètre (*Arch. d'électricité médicale*, 15 avril 1900).

L'examen radioscopique se pratique à l'aide d'un *écran* de carton enduit de platino-cyanure de baryum. Ces écrans fluoroscopiques ont des dimensions très différentes suivant les cas. Il est de toute évidence qu'il faut pour l'examen thoracique de grands écrans. Au contraire, pour explorer les fosses nasales, les sinus craniens, le larynx, on est obligé de recourir à des écrans très petits. Les laryngologistes et les rhinologistes, par exemple, se servent à cet effet, sur les conseils de J. Macintyre, de petits miroirs enduits de platino-cyanure de baryum. Les images obtenues sont alors très difficiles à interpréter et beaucoup de

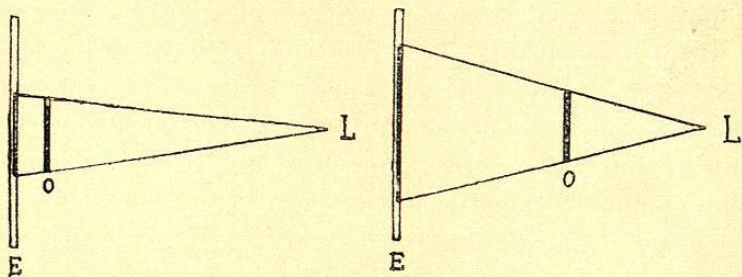


FIG. 6. — Schéma de la déformation des ombres radioscopiques.

Un même objet O, éclairé par une source lumineuse L, donne sur un écran E une ombre de dimensions très différentes suivant la distance à laquelle il se trouve de cet écran.

spécialistes laissent de côté cette méthode à cause de ses inconvénients.

L'ampoule est placée à environ 50 centimètres de la région à examiner. L'écran sur lequel on recueille l'image doit au contraire être très rapproché de cette région. En effet, il n'est point indifférent de l'appliquer soit en avant, soit en arrière, suivant la profondeur de l'organe que l'on veut explorer. Les parties les plus rapprochées sont celles qui donnent l'ombre la plus nette et la moins déformée.

Supposons, en effet, un objet O (fig. 6) placé très près de l'écran E et éclairé par la source lumineuse L. Le cône d'ombre sera étroit, l'image projetée sur l'écran sera nette et ses dimensions différeront peu de celles de l'objet lui-même. Si le corps examiné est au contraire placé à une certaine distance de l'écran, le cône d'ombre sera bien plus large; par suite, les contours de

l'image projetée seront beaucoup moins nets et ses dimensions beaucoup plus différentes de celles de l'objet. Il est donc très important, lorsque la région explorée offre une grande épaisseur comme le thorax, de pratiquer l'examen soit en avant, soit en arrière, suivant l'organe que l'on veut examiner. Il faut également tenir compte de ces données, lorsqu'on veut avoir des renseignements sur les dimensions des corps étrangers;

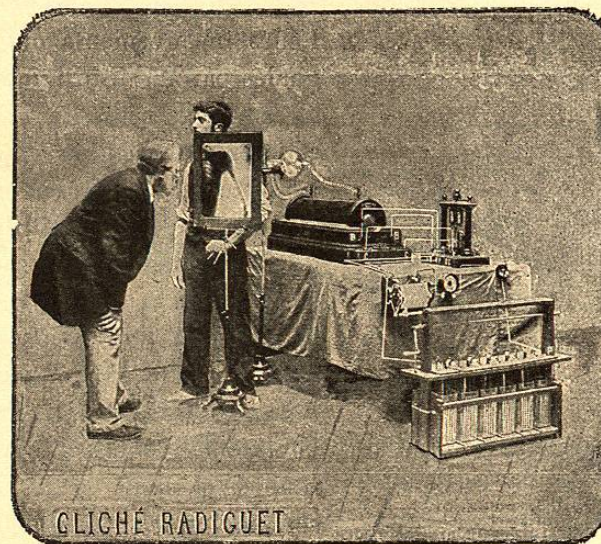


FIG. 7. — Dispositif de radioscopie.

si le cône d'ombre est trop grand, leur volume paraîtra, sur l'écran ou sur la radiographie, très supérieur à ce qu'il est en réalité.

Il n'est point toujours indispensable en clinique d'avoir l'image entière de l'objet éclairé; s'il s'agit du thorax, la vue d'une portion seulement de celui-ci peut suffire; il est important d'obtenir une image nette, bien plutôt qu'une vue étendue, d'autant plus qu'une série de vues successives de parties limitées permet de se faire une bonne idée de l'ensemble. C'est sur ce principe qu'est fondé l'emploi de diaphragmes en plomb. Voici quelle est leur utilité.

A côté des rayons X, émis directement par le foyer de l'am-

poule, il existe des *rayons parasites*, étudiés par Sagnac (1). Ce sont des radiations susceptibles d'exciter la fluorescence de l'écran et ne prenant point leur origine de l'anticathode métallique. Ces rayons peuvent naître dans l'ampoule même, de sa paroi de verre (Villard); ce sont eux qui, diffusés, donnent à l'ampoule sa fluorescence; ils sont émis dans toutes les directions par les corps frappés par les rayons X, ce sont les rayons *secondaires*. Ceux-ci peuvent à leur tour être l'origine de rayons *tertiaires*.

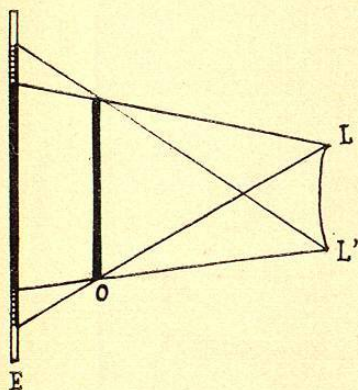


FIG. 8. — Schéma de la déformation des ombres radioscopiques par les rayons parasites.

L'objet O éclairé par des points lumineux multiples L, L', donne sur l'écran E une ombre entourée de zones de pénombre.

Leurs inconvénients ont été signalés par MM. Guilloz (2) et Bécclère (3); ils produisent l'effet de sources lumineuses multiples, de sorte qu'au lieu d'obtenir sur l'écran une image nette de l'objet correspondant à un seul cône d'ombre, on a, comme le montre la figure 8, une série de cônes d'ombre provenant de points lumineux multiples L, L'. Par suite l'ombre de l'objet s'entoure d'une zone de pénombre, les contours sont moins tranchés et plus difficiles à délimiter. Cet inconvénient peut être corrigé à l'aide d'une disposition particulière de l'anticathode, imaginée par Villard; mais beaucoup plus simple est l'emploi du diaphragme de plomb. Appliqué sur le corps à examiner, en regard de l'ampoule, il limite le nombre des rayons qui pénètrent à travers ce corps et arrête la plupart des rayons parasites. L'image

(1) G. SAGNAC. De l'optique des rayons de Röntgen et des rayons secondaires qui en dérivent (*Thèse de la Faculté des sciences, Paris, 1900*).

(2) GUILLOZ. Sur la production des rayons X secondaires par le corps humain et sur un point important de la technique radiographique (*C. R. de l'Acad. des sciences, 5 février 1900*).

(3) BÉCLÈRE. L'emploi du diaphragme-iris en radioscopie et son utilité pour la détermination du point d'incidence normale (*Archives d'électricité médicale, 13 oct. 1900*).

projetée sur l'écran par ce petit nombre de rayons sensiblement parallèles, gagne en netteté ce qu'elle perd en étendue.

Le *diaphragme-iris* de M. Bécclère est composé de deux lames de plomb juxtaposées dans un cadre vertical, mobiles en sens inverse, susceptibles d'être rapprochées ou écartées et limitant un orifice losangique, dont on peut à volonté faire varier l'étendue (fig. 9). Grâce à cette disposition, on peut, en rapprochant ou en éloignant les lames, éclairer une surface plus ou moins grande de la région à examiner.

On construit aussi des tables, dont la partie supérieure est

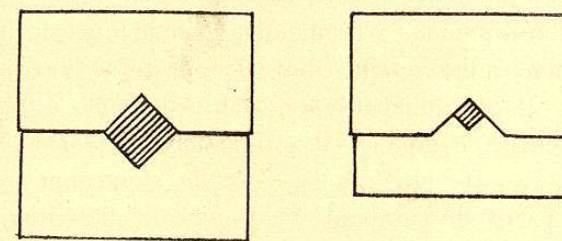


FIG. 9. — Schéma du diaphragme-iris de Bécclère.

formée de plaques mobiles, permettant de laisser pénétrer les rayons sur une région plus ou moins large.

Un autre appareil qui rend de grands services est l'*indicateur d'incidence* de M. Bécclère, destiné à corriger la déformation des images radiologiques. Cette déformation ne tient pas seulement à la distance respective de l'objet à la source lumineuse et à la surface (écran ou plaque) sur laquelle il projette son ombre, en d'autres termes à la largeur du cône d'ombre, dont je vous signalais plus haut l'importance. Elle tient aussi à la direction des rayons par rapport à cette surface. Comme vous le savez, l'ombre d'une sphère se projette sur une surface comme un cercle si le faisceau lumineux qui l'éclaire frappe perpendiculairement cette surface; mais elle a la forme d'une ellipse plus ou moins allongée si le faisceau lumineux est plus ou moins oblique par rapport à cette surface.

Il est donc important, pour bien interpréter les images radiologiques, de connaître le point de l'écran ou de la plaque sen-

sible qui est frappé perpendiculairement par les rayons X : c'est ce qu'on appelle le point d'incidence normale. L'indicateur d'incidence, employé à cet effet, se compose de deux petits cadres de bois, de forme carrée, fixés l'un à l'autre à 17 centimètres de distance et parallèles; au centre de chacun d'eux se croisent deux fils métalliques. Ce petit dispositif s'accroche au diaphragme-iris, de telle sorte que la ligne droite réunissant les deux points d'intersection des fils passe exactement par le centre de l'ouverture du diaphragme et se dirige perpendiculairement au plan de ce dernier. L'ensemble formé par le diaphragme muni de l'indicateur d'incidence peut se déplacer au devant de l'ampoule, de manière que son axe se rencontre avec le foyer des rayons X.

L'examen radioscopique doit être pratiqué dans certaines conditions. Il est indispensable, naturellement, qu'il ait lieu dans l'obscurité complète. Il faut donc se placer dans une chambre noire. De plus, il convient de supprimer les rayons lumineux partis de l'ampoule en la plaçant dans une boîte, ou en l'entourant d'un drap noir. Enfin l'examen devient beaucoup plus facile après une certaine accoutumance de l'œil à l'obscurité.

M. Béclère (1) a étudié avec soin cette question de l'éducation de l'œil. Chacun sait que lorsque l'on passe brusquement d'un endroit éclairé dans un endroit sombre, on éprouve une certaine difficulté à reconnaître les objets. Puis, peu à peu, ceux-ci sont perçus plus distinctement. La rétine s'adapte à l'obscurité. Il en est de même dans l'examen radioscopique. M. Béclère a cherché à mesurer l'accroissement de la sensibilité rétinienne dans l'obscurité. Pour cela il a déterminé à quelle distance l'écran fluorescent commençait à être visible suivant le temps de séjour dans la chambre obscure. En supposant que la luminosité de l'écran fluorescent varie en raison inverse du carré de la distance au foyer radiogène, c'est-à-dire qu'à une distance triple, cet écran est neuf fois moins lumineux, on peut facilement calculer le degré de sensibilité rétinienne chez les divers

(1) BÉCLÈRE. Étude physiologique de la vision dans l'examen radioscopique (*Archives d'électricité médicale*, 1900).

sujets. Par des expériences faites sur différents élèves de son service, M. Béclère a vu que l'accroissement de la sensibilité rétinienne dans l'obscurité varie suivant les individus. Certains voient bien aussitôt après leur entrée dans la chambre obscure, ce sont des nyctalopes; d'autres n'ont, au contraire, qu'une faible adaptation rétinienne, ils se rapprochent des héméralopes.

D'après les calculs de M. Béclère, certains sujets arrivent, après vingt minutes d'obscurité, à voir deux cents fois mieux sur l'écran qu'aussitôt après leur entrée dans la chambre noire. Aussi est-il très important pour l'observateur de ne pas se presser pour faire l'examen radioscopique et d'attendre que son œil soit adapté à l'obscurité. Il y aurait même avantage, quand faire se pourrait, à choisir pour cet examen le moment où l'œil est naturellement adapté, c'est-à-dire le soir.

Enfin, grâce à cette adaptation, le praticien peut se dispenser d'appareils puissants donnant une grande intensité de radiation. Car il peut obtenir des images fluoroscopiques aussi nettes en suppléant à cette intensité de rayons par une longue obscurité.

Ce phénomène de l'accroissement de la sensibilité rétinienne à l'obscurité, si important pour la pratique de la radioscopie, est intéressant également en théorie. M. Parinaud (1) l'explique de la façon suivante :

L'accoutumance à l'obscurité se fait à l'aide du *pourpre rétinien*. Vous connaissez ce pourpre rétinien, ou *érythroopsine*, découvert par Boll. Si l'on extirpe l'œil d'un lapin dans l'obscurité et qu'on le plonge immédiatement dans une solution d'alun à 4 p. 100, la surface interne de la rétine conserve une coloration rosée. Si l'animal est tué, non plus dans l'obscurité complète, mais dans une pièce éclairée seulement par une petite fenêtre située en face de lui, on trouve sur la rétine, se détachant sur le fond rouge, l'image décolorée de la petite fenêtre. C'est que le pourpre rétinien, produit dans l'obscurité, est détruit par la lumière. Il faut un certain temps pour qu'il se forme; il est sécrété par les bâtonnets.

(1) PARINAUD. *La vision, étude physiologique*, Paris, 1898.

Ce fait, qu'il est élaboré par les bâtonnets, est d'une grande importance. Il existe, en effet, une région de la rétine où les bâtonnets font défaut et où ne se trouvent que des cônes, organes sensitifs beaucoup plus délicats : c'est la région de la *fovea centralis*. Là est le siège de la vision distincte : c'est de la fovea que dépend principalement l'acuité visuelle. Or cette région, dépourvue de bâtonnets et de pourpre rétinien, ne s'adapte pas à l'obscurité. Si donc l'œil améliore sa vision fluoroscopique par l'adaptation à l'obscurité, ce n'est pas à la fovea qu'il en est redevable, mais au reste de la rétine. Au contraire, les images radiographiques, comme tout ce qui est vu à la lumière ordinaire, sont d'autant mieux vues que l'acuité visuelle de la fovea est meilleure, et l'acuité visuelle dépend en grande partie de l'éclairage. Or lorsque nous examinons des images radioscopiques, c'est toujours avec un faible éclairage, et par suite avec une acuité visuelle diminuée; par contre, quand nous regardons des images radiographiques, c'est avec un bon éclairage, c'est-à-dire dans des conditions où l'acuité visuelle a toute sa puissance.

On conçoit, d'après ces données, que la radiographie d'un objet donne une image plus précise et accuse mieux les détails que la vue fluoroscopique.

La radiographie comporte une technique en partie semblable à celle de la radioscopie.

Tout ce qui concerne la production des rayons X s'applique aussi bien à l'une et à l'autre méthode. Mais il y a en plus, dans la radiographie, une technique photographique, sur les détails de laquelle je n'ai pas à entrer et qui, d'ailleurs, nécessite un véritable apprentissage personnel. On emploie généralement des plaques photographiques ordinaires. On peut aussi user de *pellicules* quand la région à radiographier offre une surface sinueuse et contournée.

La question du *temps de pose* a joué un rôle très important en radiographie. Les premiers opérateurs le fixaient à vingt, trente minutes et même plus. Aujourd'hui on peut obtenir, avec des bobines à étincelles puissantes, de véritables instantanés du

squelette de la main avec une seule étincelle, ce qui équivaut à une fraction de millionième de seconde; trente secondes peuvent suffire pour le thorax, mais ce sont des chiffres extrêmes. Cinq à dix minutes représentent actuellement le temps de pose moyen. Il ne faut pas, d'ailleurs, poursuivre exclusivement la brièveté du temps de pose. L'instantanéité est nécessaire seulement quand il s'agit de sujets indociles ou lorsqu'on veut saisir les images des organes mobiles à une des phases de leur mouvement. Mais il faut bien savoir que c'est toujours au détriment des qualités de l'image (1).

La technique a fait de tels progrès que l'on peut radiographier des sujets entiers, en se servant de grandes glaces sensibles, comme en témoigne la superbe épreuve due à l'habileté de M. Infroit et qui représente l'un des sujets constituant le monstre double thoracopage présenté par M. Chapot-Prévost à l'Académie de médecine. Plus simplement et à moins de frais, on peut exécuter des radiographies très étendues en juxtaposant plusieurs plaques photographiques et en réunissant les épreuves ainsi obtenues.

On peut tirer des épreuves négatives ou positives des radiographies; les images négatives montrent en clair les parties opaques aux rayons, elles donnent mieux l'illusion du véritable squelette.

La radioscopie et la radiographie sont deux moyens d'exploration qui ne sauraient se remplacer l'un l'autre et qui sont destinés bien plutôt à se prêter un mutuel appui, car chacun d'eux présente ses avantages et ses inconvénients. La radioscopie montre des ombres qu'il faut saisir en quelques instants; elle donne une impression fugace et toute personnelle. On peut cependant en conserver une trace, mais forcément un peu grossière, en décalquant les ombres sur l'écran. Il suffit pour cela

(1) La distance de la plaque à l'objet à reproduire influe nécessairement sur le temps de pose. L'action des rayons de Röntgen variant, comme nous l'avons vu plus haut (p. 17), avec le carré des distances, il faut, lorsque la distance double, un temps de pose quatre fois plus long, les autres conditions restant les mêmes.