



**HAL**  
open science

## Sur quelques propriétés des compteurs photoélectriques

R. Audubert

► **To cite this version:**

R. Audubert. Sur quelques propriétés des compteurs photoélectriques. Journal de Physique et le Radium, 1935, 6 (11), pp.451-456. 10.1051/jphysrad:01935006011045100 . jpa-00233362

**HAL Id: jpa-00233362**

**<https://hal.science/jpa-00233362>**

Submitted on 4 Feb 2008

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## SUR QUELQUES PROPRIÉTÉS DES COMPTEURS PHOTOÉLECTRIQUES

Par R. AUDUBERT.

**Sommaire.** — L'auteur a étudié les propriétés générales des compteurs photoélectriques, il donne les résultats d'un grand nombre d'expériences sur diverses substances photosensibles : Al, Mg, Cd, cuivre amalgamé, zinc amalgamé, CuI, Cu<sub>2</sub>O, CuO, CuS, CdS, Pbs, SnO, tantale oxydé, aluminium oxydé, plomb ioduré, en indiquant les sensibilités spectrales et l'ordre de grandeur du plus petit rayonnement décelable par ces dispositifs; il montre qu'il est possible d'obtenir exceptionnellement des cellules sensibles à  $5 \times 10^{-11}$  erg/s/cm<sup>2</sup> et plus facilement à  $10^{-8}$  à  $10^{-9}$ . Enfin il signale quelques-uns des résultats obtenus dans le domaine chimique et dans le domaine biologique.

**Propriétés générales.** — 1° La détection des très faibles intensités de lumière émises par les phénomènes biologiques et par les réactions chimiques (1) ne peut être obtenue qu'avec des compteurs photoélectriques de très haute sensibilité.

Ayant été amené à mettre ainsi en évidence l'émission de rayonnement par un grand nombre de réactions chimiques, j'ai cherché les meilleures conditions pour réaliser des compteurs sensibles et, d'autre part, j'ai examiné un grand nombre de photocathodes de natures différentes; aussi m'a-t-il paru intéressant de résumer ici quelques-uns des résultats obtenus.

2° Rajewsky le premier a eu l'idée d'appliquer le montage de Geiger Müller aux cellules photoélectriques, ce qui en augmenta considérablement la sensibilité.

Nous verrons, en effet, qu'avec un peu de chance on arrive à obtenir des compteurs permettant de déceler des rayonnements d'une énergie de  $10^{-10}$  à  $10^{-11}$  erg/s/cm<sup>2</sup>, c'est-à-dire correspondant, pour la raie de résonance du mercure 2 536,52 Å, à quelques photons par seconde et par cm<sup>2</sup>.

Mais, pour avoir des cellules d'une telle sensibilité, il faut multiplier les essais; le plus souvent, en effet, quelque soin que l'on prenne pour le montage d'une cellule donnée, on obtient des résultats peu reproductibles aussi bien au point de vue du nombre des décharges spontanées à l'obscurité que de la sensibilité. Ces raisons font que les compteurs photoélectriques sont d'une utilisation malheureusement encore extrêmement délicate.

3° Le principe du compteur photoélectrique est bien connu : deux électrodes dont la cathode est photosensible et de surface rugueuse sont soumises à une différence de potentiel (d. d. p.) voisine de la tension d'allumage, une très grande résistance  $R$  de l'ordre de  $10^{10}$  ohms environ étant placée sur le circuit. On obtient ainsi, en l'absence de tout rayonnement, à cause de la valeur élevée de  $R$ , des décharges spasmodiques de mécanisme mal connu encore, sans doute dues aux nombreuses causes d'ionisation spontanée : effet de pointe, radioactivité, rayonnement cosmique, présence persistante d'ions-germes.

Si un rayonnement tombe sur la cathode les élec-

trons détachés de celle-ci sont accélérés par le champ électrique et provoquent l'ionisation du gaz de l'ampoule, c'est-à-dire, en définitive, augmentent le nombre des décharges.

De nombreuses formes de cellules ont été essayées. Rajewsky a utilisé d'abord une cathode cylindrique présentant suivant deux génératrices une fenêtre destinée au passage du rayonnement, l'anode étant constituée par un fil de tungstène tendu suivant l'axe du cylindre.

Une telle disposition qui a été reprise par Gordon Locher (1) exige un centrage rigoureux des électrodes, et une surface intérieure de la cathode parfaitement régulière. Frank et Radionov ont plus simplement utilisé comme cathode un disque et comme anode un fil de tungstène. J'ai comparativement étudié ces diverses dispositions d'électrodes ainsi que des cathodes rectangulaires avec anodes en forme de fil ou de grille et constaté, en ce qui concerne la sensibilité, que tous ces dispositifs donnaient des résultats équivalents. Mais ils sont d'une mise au point plus ou moins délicate, en fait les dispositifs les plus simples : cathode en forme de plaque, anode en forme de grille ou de fil sont les plus avantageux.

L'influence du rayon de courbure des électrodes est notable d'une part sur la sensibilité, d'autre part sur le nombre de décharges spontanées, celui-ci étant particulièrement petit lorsqu'on emploie une cathode convexe et une anode en pointe orientée vers la cathode.

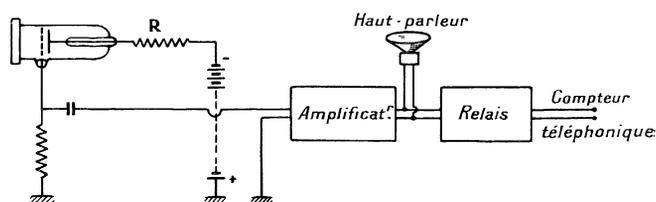


Fig. 1.

Le montage de la cellule est extrêmement simple, comme le montre la figure 1, les décharges peuvent être décelées par un électromètre mais il est beaucoup plus simple de les enregistrer au moyen d'un amplificateur, d'un relais sensible et d'un compteur téléphonique, un haut parleur permettant de contrôler le fonctionnement du compteur téléphonique.

(1) RAJEWSKY. *Physik Z.*, 1931, **38**, 421; FRANK et RADIONOV. *Biochem. Z.*, 1932, **299**, 323; R. AUDUBERT et VAN DOORMAAL, *C. R.*, 1933, t. **194**, 1 124; R. AUDUBERT et R. LÉVY. *C. R.*, 1935, t. **200**, p. 1 634; R. LÉVY et R. AUDUBERT. *C. R.*, 1935, t. **201**, 236.

(1) GORDON L. LOCHER. *Phys. Rev.*, 1932, **42**, 575 516.

4° La nature du gaz contenu dans l'ampoule et sa pression ne semblent pas exercer une influence essentielle sur la sensibilité, j'ai obtenu, en effet, des résultats analogues avec les gaz suivants : néon, azote, oxygène, hydrogène, la pression variant de 1 mm à plusieurs centimètres de mercure.

Par contre, le premier facteur est important au point de vue de la durée d'utilisation du compteur qui a, en effet, une vie limitée : au bout d'un temps variant de quelques heures à quelques jours, suivant la nature de la cathode et du gaz, la cellule « durcit » en même temps qu'elle perd sa sensibilité ; en particulier, avec des photocathodes oxydables : Al, Mg..., la présence d'oxygène en diminue notablement la vie ; cette dernière, au contraire, est beaucoup plus grande quand la cellule est remplie d'hydrogène ou d'azote ; on observe même une différence dans ce dernier cas suivant qu'on utilise de l'azote ordinaire ou de l'azote purifié par barbotage à travers une colonne d'hydro-sulfite.

Les électrodes métalliques recouvertes d'une substance photosensible obtenue par altération du métal, CuI, CuS, Cu<sub>2</sub>O, SnO, CdS..., sont beaucoup moins sensibles au vieillissement.

6° Si l'on effectue la mesure du nombre des décharges à l'obscurité pendant un temps donné, les écarts entre les valeurs obtenues et la moyenne se répartissent suivant une courbe de dispersion classique. Aussi n'est-il pas étonnant de constater que l'écart moyen dépend du nombre de décharges sur lequel a porté la numération ; par exemple, une cellule que l'on pourra regarder comme satisfaisante, au point de vue de la régularité de son fonctionnement, présentera un écart moyen compris entre 5 et 8 pour 100 pour une numération de 100 décharges et voisin de 1 pour 100 pour 1 000 décharges.

**Courbe caractéristique.** — 1° On désigne ainsi la

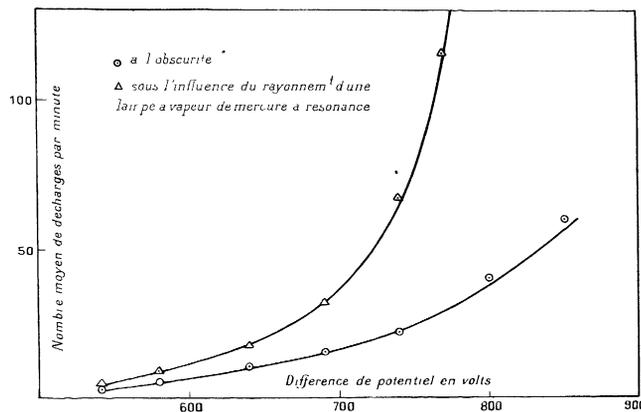


Fig. 2.

courbe  $n = f(V)$  représentant la variation du nombre moyen de décharges,  $n$ , pendant un temps donné en fonction de la d. d. p.,  $V$ , entre les électrodes.

Comme on peut le voir sur la figure 2, on observe d'abord une variation sensiblement linéaire, de pente faible, qui correspond pour la cellule à un régime de grande stabilité mais de sensibilité médiocre ; puis, le nombre des décharges croît très rapidement avec la différence de potentiel, la stabilité de fonctionnement diminue mais la sensibilité augmente.

La caractéristique obtenue en soumettant le compteur à l'influence d'une lampe à résonance de vapeur de mercure filtrée par un écran de cellophane s'écarte d'autant plus que la d. d. p. est plus élevée.

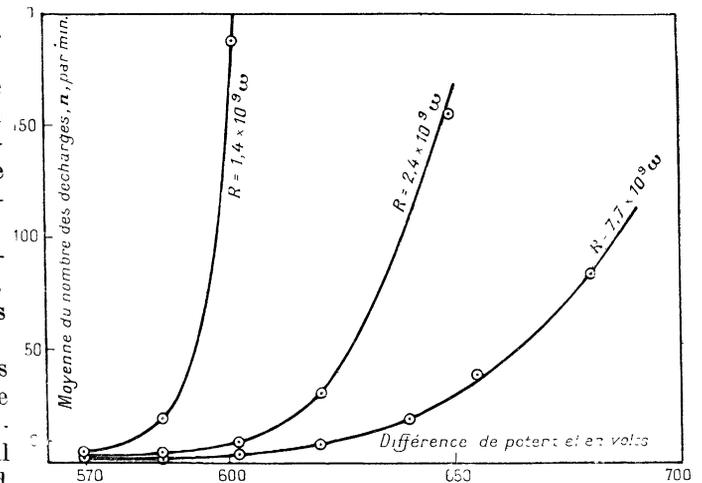


Fig. 3.

2° On vérifie (fig. 3) que la caractéristique dépend essentiellement de la valeur de la grande résistance intercalée sur le circuit de décharge. Les mesures ont été faites en utilisant des résistances constituées par des mélanges en proportions variées de xylol et d'alcool placés en tube scellé.

De telles résistances varient au cours du temps et parfois assez brusquement, aussi faut-il prendre la précaution de les vérifier fréquemment.

Si l'on désigne par  $t$  le temps moyen séparant deux décharges successives, on vérifie, comme le montrent par exemple les courbes de la figure 4, que  $t$ , aussi bien à l'obscurité que sous l'influence d'un rayonnement, est sensiblement proportionnel à la valeur de la grande résistance  $R$ .

3° Si l'on cherche à mettre en évidence l'influence de la d. d. p.,  $V$ , sur le nombre des décharges à l'obscurité, toutes autres conditions restant égales, on vérifie comme on peut le voir sur la figure 5 que les résultats expérimentaux sont représentés d'une manière satisfaisante par une relation de la forme :

$$\frac{1}{n} = t = e^{-\beta V}$$

on voit, en effet, en portant en abscisses les valeurs de  $V$  et en ordonnées  $\log t$ , que l'on obtient des droites, du moins dans le domaine où les expériences ont été faites.

Dans le cas d'une cathode soumise à l'action d'un rayonnement le domaine de validité de la relation

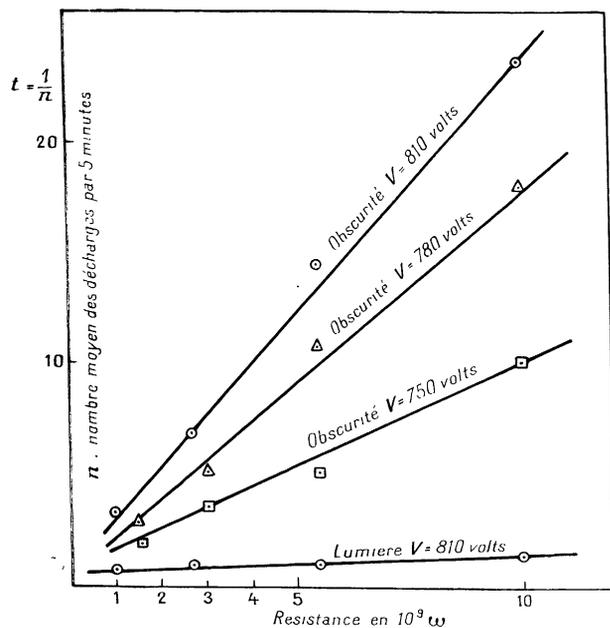


Fig. 4.

précédente est moins étendu : la vérification est d'autant moins satisfaisante que la d. d. p. appliquée est elle-même plus grande.

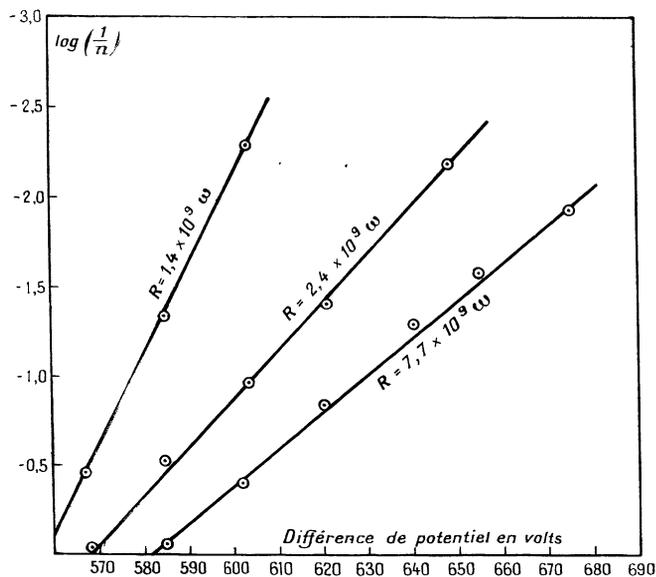


Fig. 5.

4° L'ensemble de ces résultats n'apporte pas d'éclaircissement précis en ce qui concerne le mécanisme des décharges spontanées. En premier lieu, la grande résistance doit favoriser l'établissement d'un régime de

relaxation<sup>(1)</sup>; mais d'autre part, depuis longtemps déjà, on sait que l'amorçage de la décharge dans un tube à gaz se fait avec un retard qui est fonction de la d. d. p. appliquée. Ce phénomène de retard a été, dans ces dernières années, étudié par de nombreux physiciens qui ont précisément trouvé que le retard moyen à la décharge était lié à la tension par une relation exponentielle analogue à celle trouvée pour les compteurs<sup>(2)</sup>.

Il semble donc raisonnable de songer que dans le fonctionnement des compteurs il y a superposition d'un phénomène de relaxation à un phénomène de retard à la décharge.

#### Influence de l'intensité de la lumière incidente.

— Il était intéressant de voir comment variait l'effet photoélectrique en fonction de l'intensité de la lumière. L'expérience a été faite pour plusieurs valeurs de la tension appliquée avec une cellule portée sur un banc d'optique et une source constituée par une lampe à résonance de vapeur de mercure.

Comme on le voit par les courbes données à titre d'indication, la loi  $n = n_0 + \frac{K}{d^2}$  se vérifie d'une manière satisfaisante. Cette vérification a été faite pour des rayonnements assez intenses et pour des cellules de sensibilités moyennes<sup>(3)</sup>. Par contre, la vérification est moins facile avec des cellules très sensibles ( $10^{-9}$  à  $10^{-11}$  erg/sec/cm<sup>2</sup>) et un rayonnement d'intensité très faible. Étant données les grandes difficultés que comportent les mesures précises dans de telles conditions, il ne faut pas en conclure que la proportionnalité de l'effet à l'intensité n'est pas vérifiée; en me proposant de revenir sur ce point, je me borne à le signaler, mais il n'y aurait rien de surprenant à ce que les lois classiques du rayonnement telles que nous les formulons soient en défaut pour des intensités correspondant à quelques photons par seconde et par cm<sup>2</sup>.

**Sensibilité absolue.** — 1° Pour mettre en évidence les très faibles quantités d'énergie mises en jeu dans le rayonnement des réactions chimiques, il est nécessaire d'avoir des compteurs de très haute sensibilité. C'est pourquoi j'ai étudié à cet égard un très grand nombre de photocathodes.

Par ailleurs, étant donné la grande irrégularité dans la préparation des cellules, il est indispensable de contrôler leur sensibilité.

Rajewsky a mesuré celle d'électrodes d'aluminium, de cadmium, de cuivre pour la raie 2650 Å du spectre du mercure à l'aide d'une pile thermoélectrique Moll associée à un galvanomètre de Zernicke et en affaiblissant l'intensité de la lumière par des écrans de cellophane. J'ai d'abord utilisé cette méthode qui comporte une cause d'erreur relativement grande du fait qu'on ne peut, en raison des irrégularités des écrans, qu'ap-

(1) R. AUDUBERT *Bulletin de l'Union de Physiciens*, n° 225, p. 409.

(2) ZUBER. *Ann. Physik*, 1925, 76, 231; BRANBECK. *Z. Physik*, 1926, 36, 582; et 1926, 39, 6; HOLM. *Z. Physik*, 1924, 25, 397; et 1925, 26, 412; SCHUMANN. *Z. Techn. Physik*, 1926, 7, 618.

(3) Sensibilité:  $10^{-5}$  à  $10^{-7}$  erg.sec/cm<sup>2</sup>.

proximativement tenir compte des pertes de lumière par réflexion. Or celles-ci sont notables, car la mesure du coefficient d'absorption ne peut être faite que sur une feuille mince; aussi, est-on obligé de superposer un grand nombre d'écrans élémentaires. Mais cette méthode de mesure donne cependant un ordre de grandeur de la sensibilité, tandis que des évaluations basées sur le rendement quantique du phénomène photoélectrique comme celles de Seyfert<sup>(1)</sup> sont peu sûres et conduisent peut-être même à des valeurs n'ayant aucun rapport avec la réalité.

C'est aussi le cas des déterminations faites par cet auteur au moyen d'une lampe Hefner en calculant l'énergie émise par cette source dans la partie ultraviolette du spectre correspondant à la longueur d'onde du maximum de sensibilité de la cellule grâce à la formule de Valentiner et Rossiger<sup>(2)</sup>. Une telle extrapolation est d'autant moins légitime que la partie ultraviolette de l'émission doit contenir des bandes ou raies caractéristiques de la réaction de combustion de l'acétate d'amyle et l'on ne sait rien encore ni sur la répartition spectrale ni sur l'intensité de cette émission.

Aussi m'a-t-il paru préférable d'utiliser la méthode suivante, particulièrement simple, qui donne directement la valeur de l'énergie lumineuse provoquant un effet donné<sup>(3)</sup>.

Le compteur était soumis au rayonnement d'une source constituée par une lampe à résonance de vapeur de mercure donnant un rayonnement monochromatique de 2 536,52 Å; un examen spectrographique permettait de s'assurer qu'il n'y avait pas de lumière parasite provenant de diffusion toujours possible. L'intensité était mesurée par rapport à un étalon Hefner<sup>(4)</sup> au moyen d'une pile thermoélectrique Zeiss et d'un galvanomètre Zernicke. Cette énergie,  $I_0$ , était affaiblie par une solution d'acétone dans l'alcool (concentration variant de 0,01 à 0,80 pour 100), ces deux corps étant soigneusement purifiés. Deux mesures étaient faites pour la même solution, à deux épaisseurs différentes  $d$  et  $d'$ . Soit  $n_0$  le nombre de décharges en l'absence de lumière,  $n$  et  $n'$  les fréquences après interposition des cuves; en admettant que les accroissements de décharges sont proportionnels aux rayonnements correspondants, on a :

$$\frac{n - n_0}{n' - n_0} = 10^{-K(d - d')}$$

équation qui permet de calculer le coefficient d'absorption  $K$  à partir duquel il est facile de déterminer l'intensité :

$$I = I_0 \cdot 10^{-Kd}$$

tombant sur la cellule et y produisant un accroissement ( $n - n_0$ ) des décharges.

Il est intéressant d'évaluer la sensibilité maximum ou plus petit rayonnement décelable par un compteur. Cette estimation exige une étude préalable du fonc-

tionnement du compteur en l'absence de rayonnement, toute cellule insuffisamment constante ou présentant des fluctuations trop importantes devant être écartée; en outre, il est nécessaire de déterminer, par une numération portant sur une durée convenable, l'écart moyen; il est légitime de prendre pour le plus petit rayonnement appréciable celui qui correspond à un accroissement de la fréquence égal à 2 fois l'écart moyen.

Le tableau suivant montre, pour un certain nombre de cellules d'Al, la manière dont se répartit la sensibilité maximum en fonction du nombre.

TABLEAU I.

Nombre de cellules.	2	6	20	50
Sensibilité approx. en erg/sec/cm <sup>2</sup> . . .	$5 \cdot 10^{-14}$	$5 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-6}$

Ainsi que le montre ce tableau et comme on l'a déjà dit, on ne reproduit pas à coup sûr une cellule de grande sensibilité; bien au contraire, il faut monter un grand nombre de compteurs pour en avoir quelques-uns de très sensibles.

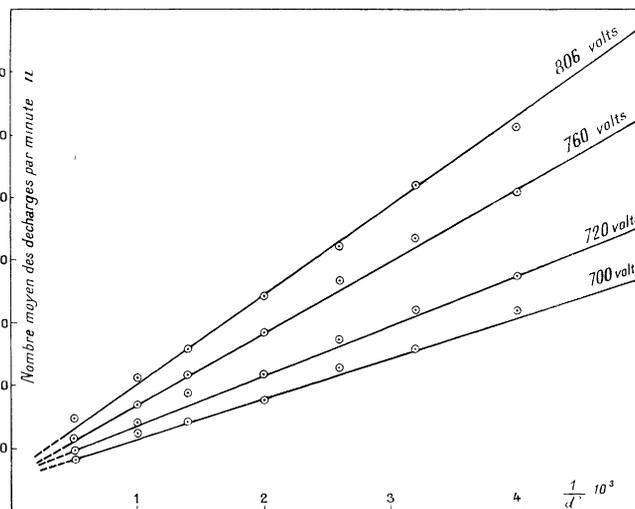


Fig. 6.

Ces résultats établissent que si l'on ne prend pas la précaution d'éliminer les compteurs dont la sensibilité mesurée préalablement est insuffisante, on a de grandes chances d'obtenir des résultats négatifs, principalement quand on cherche à mettre en évidence les rayonnements très faibles des phénomènes biologiques ou des réactions chimiques; c'est sans doute cette irrégularité dans la fabrication des cellules qui explique que certains expérimentateurs n'aient pu reproduire de telles expériences.

Comme on peut le voir d'après le tableau II, la sensibilité maximum varie très rapidement avec la d. d. p., ce qui correspond à la forme de la courbe du nombre des décharges en fonction de la d. d. p. à la lumière et à l'obscurité.

(1) FRANZ SEYFERT. *Jahrbücher für Wiss. Bot.*, 1932, 76.

(2) S. VALENTINER et M. RÖSSIGER. *Ann. de Phys.*, 1925, 76, 785.

(3) R. AUDUBERT. *C. R.*, 1935, t. 200, p. 1634.

(4) On a pris pour valeur de l'Hefner 0,31 cal g par cm<sup>2</sup> et par minute.

TABLEAU II.

Différence de potentiel.....	600	620	700	720	800	840	900
Sensibilité limite approximative en erg/sec/cm <sup>2</sup> :							
Cellule à CuI.....	10 <sup>-7</sup>	—	—	0,5.10 <sup>-7</sup>	—	2,0.10 <sup>-8</sup>	1,0.10 <sup>-9</sup>
Cellule à Al.....	—	10 <sup>-8</sup>	5,0.10 <sup>-9</sup>	—	1,0.10 <sup>-9</sup>	—	0,5.10 <sup>-10</sup>

Ces résultats, appliqués aux réactions chimiques étudiées, permettent d'indiquer que les ordres de grandeur de l'émission, s'échelonnent entre 10<sup>-6</sup> et 10<sup>-9</sup> erg/sec/cm<sup>2</sup>. De telles évaluations sont basées sur une extrapolation des effets obtenus pour des rayonnements d'intensité moyenne aux émissions correspondant à quelques photons/sec/cm<sup>2</sup>; or, on constate, parfois, que des cellules dont la sensibilité limite est de l'ordre de 10<sup>-7</sup> à 10<sup>-6</sup> erg/sec/cm<sup>2</sup>, mesurée comme il vient d'être dit, mais ayant un nombre élevé de décharges spontanées (50 à 60 par minute), permettent de détecter de très faibles luminescences au même titre que des cellules plus sensibles (10<sup>-9</sup> à 10<sup>-10</sup> erg/sec/cm<sup>2</sup>), donnant à l'obscurité un nombre de décharges beaucoup plus faibles (1 à 5 par minute).

Il suffirait pour expliquer ces faits, que les décharges spontanées soient liées à un phénomène augmentant l'efficacité des rencontres entre photons et électrons.

2° D'un autre côté, j'ai étudié en collaboration avec M. Riethmüller un grand nombre de photocathodes de natures différentes. L'expérience montre que leurs propriétés ne sont pas comparables : c'est ainsi que le cuivre, le zinc, le tantale, l'aluminium préalablement oxydé par voie électrolytique, le ferro-silicium (10 pour 100 de fer), l'iodure d'étain, ne permettent pas de préparer des cellules assez sensibles et assez fidèles pour qu'elles soient utilisables.

Par ailleurs, nous avons obtenu des résultats satisfaisants avec les substances qui figurent dans le tableau (III). Bien qu'une cellule présente, au cours de remontages successifs, des sensibilités très différentes, il est possible, si l'on considère la sensibilité maximale de donner, à titre de grossière indication, une liste des sensibilités comparées de ces différentes photocathodes par rapport à Al.

TABLEAU III.

Al.....	1	Cd.....	0,3	Tantale	
CuI.....	1	CdS.....	0,2	oxydé..	0,08
Cuivre amal-		Oxydenoir		Pbioduré	0,05
gamé.....	0,5	d'étain ..	0,2	Mg.....	0,05
Cu <sub>2</sub> O.....	0,5	PbS.....	0,1		
Zinc amal-		CuS.....	0,08		
gamé.....	0,4				

**Sensibilité spectrale** (1). — La courbe de sensibilité spectrale d'une photocathode n'est pas une donnée rigoureusement caractéristique : on peut, pour une même

(1) R. AUDEBERT et M. REITHMÜLLER. *C. R.*, 1935, t. 200, p. 389.

substance, obtenir des courbes légèrement différentes les unes des autres ; mais, dans ce cas, les écarts sont relativement faibles, surtout si l'on compare des cellules ayant déjà subi un grand nombre de décharges ; en effet, au cours du fonctionnement, la sensibilité spectrale varie légèrement et finit par devenir constante (fig. 7) ; par exemple, une photocathode d'aluminium qui vient d'être montée, est pendant les premiers jours légèrement sensible à la lumière visible (bleu-violet), puis à mesure qu'elle vieillit, cette sensibilité s'atténue et finit même par disparaître totalement. En fait, si l'on considère des cellules ayant subi un travail de 24 à 48 h., on a des résultats relativement constants qui donnent une valeur comparative aux courbes de sensibilité. Avec les photocathodes telles que Cu/CuI, Cu/CuS, Cu/Cu<sub>2</sub>O, Pb/PbS, Cd/CdS, etc., obtenues par altération préalable d'une surface métallique ces déplacements de courbes de sensibilité spectrale ne s'observent pas ou sont négligeables.

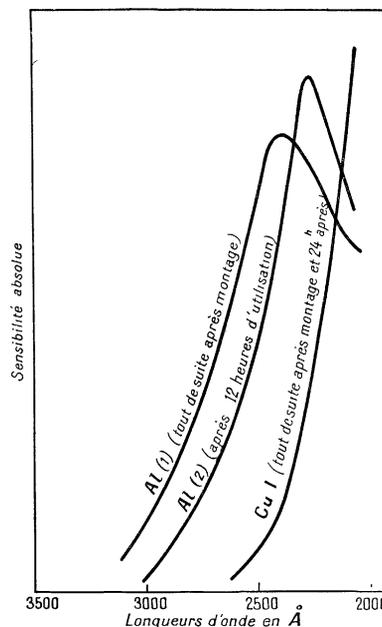


Fig. 7.

Le dispositif expérimental utilisé était constitué par un tube à hydrogène de Chalonge-Lambrey, servant de source à l'éclairage d'un monochromateur Zeiss à optique de quartz-sel gemme permettant de délimiter dans le spectre ultraviolet continu compris entre 4000 et 2450 Å des bandes spectrales qui avaient environ

15 Å de largeur, le tube compteur disposé à la sortie du monochromateur étant connecté au montage déjà décrit. Les accroissements sous l'action du rayonnement, du nombre des décharges, étaient rapportés à la courbe représentant en fonction de la longueur d'onde l'énergie émise par le tube de Chalonge-Lambrey (courbe de brillance énergétique spectrale) <sup>(1)</sup> en prenant comme unité l'énergie de la bande moyenne de 2200 Å.

Si l'on examine les courbes obtenues, on voit que les cellules étudiées peuvent approximativement se grouper en trois catégories :

1° Les substances dont la sensibilité croît rapidement à partir de 2 400 à 2 700 Å, et qui ne présentent aucun maximum en fonction de la longueur d'onde, dans l'intervalle étudié (Cu amalgamé, CuI, Cu<sub>2</sub>O, CuO, CuS, PbS, SnO) ;

2° Les substances dont la sensibilité croît notablement à partir de 3 300 Å environ avec un maximum dont la position dépend de la nature de la cathode (magnésium : 2 400 Å, cadmium et cadmium sulfuré : 2 350 Å, aluminium : 2 300 Å et tantale oxydé : 2 250 Å) ;

3° Le zinc amalgamé, qui possède un maximum vers 2500 Å, et conserve une sensibilité notable jusque dans le visible.

Incidentement, il est intéressant de remarquer que pour le cadmium et le cuivre (et moins nettement pour le plomb), l'allure de la courbe de sensibilité spectrale semble dépendre peu de la nature de l'altération superficielle, alors que la sensibilité peut être profondément influencée par le facteur.

L'ensemble de ces résultats montre qu'il est donc possible, par un choix approprié de la photocathode, d'étudier du moins approximativement le domaine spectral d'émission d'un phénomène.

**Résumé de quelques résultats obtenus avec les compteurs photoélectriques.** — 1° Malgré les résultats parfois décourageants que l'on obtient avec ces dispositifs, ils ont permis grâce à leur étonnante sensibilité de découvrir des phénomènes nouveaux.

<sup>(1)</sup> CHALONGE ET LAMBREY. *Revue d'Optique*, 1929, 9, 332

A titre d'indication je rappelle quelques-uns d'entre eux sans entrer dans des détails qui seront donnés au cours de mémoires ultérieurs.

2° Avec van Doormal j'ai montré qu'un grand nombre de réactions chimiques émettent de la lumière ultraviolette. Plus récemment, j'ai pu en utilisant des cellules de sensibilité spectrale différente, caractériser, du moins grossièrement, le domaine et l'intensité de ces émissions.

3° Avec Robert Lévy, nous avons pu déceler le rayonnement émis par des nerfs excités soit mécaniquement, soit électriquement et montrer que cette émission doit être approximativement située vers 2 300 à 2 400 Å.

Nous avons, en outre, établi l'existence de rayonnement émis par les œufs de grenouille en voie de développement et montré que le centre de l'émission était localisé dans une partie de l'œuf, celle qui correspond à la plus grande activité du développement cellulaire.

Nous avons dans chaque cas donné un ordre de grandeur de l'intensité de l'émission.

4° Avec M. Viktorin, j'ai étudié l'émission accompagnant l'oxydation électrochimique de l'aluminium et mesuré le rendement électronique du phénomène ; ce rendement fonction naturellement des conditions de l'expérience, est toujours très faible (10<sup>10</sup> à 10<sup>14</sup> électrons par photon émis).

5° Enfin, tout récemment, j'ai vérifié que certains corps semi conducteurs soumis à des différences de potentiel élevées, émettaient des radiations ultraviolettes sans doute accompagnées de rayons X (effet Rebol) ; seule une étude, actuellement en cours, pourra préciser la part qui revient à l'un et à l'autre de ces différents rayonnements.

Comme on le voit par cette rapide énumération, déjà de nombreux résultats ont été acquis ; malheureusement les compteurs photoélectriques sont des instruments capricieux dont l'utilisation est encore infiniment délicate ; aussi faut-il espérer qu'ils feront l'objet de recherches grâce auxquelles ils seront un jour d'un usage aussi courant que le sont aujourd'hui les cellules photoélectriques ordinaires.