Un appareil de photolyse-éclairs à forte intensité lumineuse

L. Lindqvist

► To cite this version:

L. Lindqvist. Un appareil de photolyse-éclairs à forte intensité lumineuse. Revue de Physique Appliquée, 1968, 3 (1), pp.15-18. 10.1051/rphysap:019680030101500 . jpa-00242812

HAL Id: jpa-00242812

<https://hal.science/jpa-00242812>

Submitted on 1 Jan 1968

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.

UN APPAREIL DE PHOTOLYSE-ÉCLAIRS A FORTE INTENSITÉ LUMINEUSE

Par L. LINDQVIST,

Laboratoire de Photophysique Moléculaire ⁽¹⁾,
Laboratoire de Chimie-Physique, Faculté des Sciences, 91-Orsay.

(Reçu le 2 décembre 1967.)

Résumé. — On décrit un appareil de photolyse-éclairs qui comprend un ensemble de 6 tubes à décharge (d'une longueur de 22 cm) comme source d'éclairs photolytiques. La durée de l'éclair est de 4 μ s et l'énergie maximum déchargée de 3 750 J. On compare les rendements lumineux et les durées d'éclairs obtenus dans de l'oxygène et dans du xénon.

Abstract. — A flash-photolysis apparatus is described comprising a set of 6 discharge tubes (22 cm long) used as photolytic light source. The flash duration is 4 μ s and the maximum discharge energy 3 750 J. The light outputs and flash durations are compared using oxygen and xenon as lamp filling.

Récemment, nous avons mis au point un appareil de photolyse-éclairs qui nous a permis d'effectuer une série d'études de réactions photochimiques rapides [1-5]. Le montage comprend un ensemble de tubes à décharge comme source d'éclairs photolytiques et un dispositif photoélectrique pour la mesure de variations rapides de densité optique. Le présent article décrit les principales données de cette installation qui se caractérise par une source d'éclairs intenses et de courte durée.

Source d'éclairs photolytiques. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — La durée de la décharge d'un condensateur dans un tube à décharge dépend en premier lieu de la self-inductance, de la capacité et de la résistance du circuit de décharge. Afin d'obtenir une décharge rapide, on doit d'une part réduire au maximum l'inductance et la capacité, et d'autre part adapter la résistance de manière à réaliser un amortissement critique de la décharge. La résistance du circuit de décharge est localisée dans le tube à décharge, et les dimensions de celui-ci déterminent par conséquent en grande partie la durée de la décharge.

On observe généralement que l'impulsion lumineuse produite par la décharge dure plus longtemps que celle-ci; cette émission résiduelle qui persiste pendant quelques microsecondes augmente avec l'énergie totale dissipée dans le tube [6]. On a observé [7] que l'émission résiduelle est très réduite quand on remplit le tube d'oxygène par rapport à un remplissage au xénon ou à l'argon; en dessous d'un seuil d'énergie

dissipée de 20 J/cm³ (dans le cas d'oxygène), on peut considérer l'émission résiduelle comme étant négligeable [6].

Afin d'obtenir de très fortes intensités lumineuses, il est avantageux d'utiliser plusieurs lampes. Dans ce cas, la synchronisation des éclairs produits par les différentes lampes présente un problème qu'on résout en utilisant un type de circuit de décharge parallèle-série décrit dans un article précédent [6].

CIRCUIT DE DÉCHARGE. — Nous utilisons comme source d'éclairs un ensemble de 6 lampes reliées à 3 condensateurs (fig. 1). Les condensateurs sont chargés

FIG. 1. — Schéma du montage des lampes à éclairs. Résistances R : 56 k Ω , 26 W; condensateurs C_1 : 7,7 μ F, 18 kV; C_2 : 10 nF, 30 kV.

⁽¹⁾ Groupe de Recherche du C.N.R.S. associé à la Faculté des Sciences d'Orsay.

en parallèle et déchargés en série dans les lampes. Ce circuit est, du point de vue de la durée de la décharge, identique à un montage utilisant 3 circuits indépendants, mais présente l'avantage d'assurer un déclenchement simultané des décharges dans les différentes lampes. Les condensateurs sont de type Bosch, KO/MPS 1/1250 K 18000/2, d'une capacité de $7,7 \mu\text{F}$ chacun; ils sont chargés à une tension maximum de 18 kV ($\pm 9 \text{ kV}$ par rapport à la terre). Des résistances entre les condensateurs et l'alimentation limitent le courant entre les condensateurs au moment de la décharge. On réalise les connexions entre les condensateurs et les lampes avec des câbles coaxiaux (Câbles de Lyon, type « câble coaxial à faible self pour transmissions d'impulsions à 100 kV », self 70 nH/m).

LAMPES. — On utilise un type de tube à décharge décrit par la figure 2, suivant un principe indiqué précédemment [7]. La distance entre les électrodes est de 22 cm, et le diamètre intérieur du tube est

FIG. 2. — Coupe d'une lampe à éclair.

de 1,4 cm. Le remplissage s'effectue à travers un canal dans un des supports d'électrode de chaque lampe. Les lampes sont reliées en permanence à une rampe à vide; on les remplit d'oxygène sous une pression imposée par la tension appliquée aux bornes des lampes (5-30 torrs).

Les lampes sont disposées autour de la cuve photolytique, suivant la figure 5 b, chacune à une distance de la cuve (entre les axes) de 3,3 cm. L'ensemble des lampes est enfermé dans une boîte en bakélite revêtue à l'intérieur de magnésie.

Le diamètre des tubes à décharge a été choisi de manière à assurer une décharge à amortissement critique. Nous l'avons calculé en utilisant la valeur de $0,01 \Omega \cdot \text{cm}$ pour la résistivité d'un plasma d'oxygène [6]. Des mesures du courant de décharge confirment que la condition d'amortissement critique est effectivement réalisée.

AMORÇAGE. — On remplit les lampes à une pression au-dessus de la limite d'auto-ionisation; la décharge est ensuite amorcée par l'application d'une impulsion H.T. à une électrode de chaque lampe (fig. 1). On obtient l'impulsion d'amorçage en déchargeant (par commande de thyatron) un condensateur de $2 \mu\text{F}$ chargé à 600 V dans la bobine primaire d'un transformateur à impulsions (E.G. et G., type TR-69). La bobine secondaire est reliée aux lampes à travers 3 condensateurs de blocage (SIC, 10 nF, 30 kV).

CARACTÉRISTIQUES DES LAMPES. — On a étudié l'intensité lumineuse de l'éclair en fonction du temps. La figure 3 montre les résultats obtenus à une énergie de 3 000 J déchargée dans l'ensemble des 6 lampes remplies d'oxygène sous une pression de 20 torrs.

FIG. 3. — L'intensité lumineuse d'un éclair photolytique à une énergie de décharge de 3 000 J, mesurée en fonction du temps à 4 000 Å. Les lampes sont remplies d'oxygène sous une pression de 20 torrs.

L'intensité est mesurée à l'aide d'un photomultiplicateur à 4 000 Å (largeur de bande 50 Å). La durée de l'éclair (la période de temps pendant laquelle l'intensité est supérieure à $1/e$ de l'intensité maximum) est de 4,4 μs . On voit sur la figure que l'intensité est inférieure à 10 % de l'intensité crête 10 μs après le début de l'éclair. Des mesures de l'intensité en fonction du temps faites à différentes énergies montrent que la durée de l'éclair est pratiquement indépendante de l'énergie déchargée.

Afin de déterminer le rendement lumineux des lampes, on a exposé une solution de ferrioxalate de potassium (0,15 mole/l) [8] contenue dans la cuve photolytique (décrite dans le paragraphe suivant) à un éclair de 3 000 J, les lampes étant remplies d'oxygène sous une pression de 20 torrs. On trouve une décomposition d'oxalate correspondant à l'absorption de 1×10^{20} photons par la solution (30 cm^3).

Il nous a paru intéressant de faire des mesures correspondantes utilisant du xénon pour le remplissage des lampes. La figure 4 montre l'intensité lumineuse en fonction du temps, pour une énergie de 570 J, à une pression de xénon de 60 torrs. On obtient dans ce cas une durée d'éclair de 14 μs ; l'intensité est encore 10 % de l'intensité crête 40 μs après le début de l'éclair. La courbe correspondante pour une décharge de 570 J dans de l'oxygène à 8 torrs montre que l'intensité crête n'est que légèrement réduite. La

FIG. 4. — L'intensité lumineuse de l'éclair photolytique mesurée en fonction du temps à 4 000 Å.

- a) Dans du xénon sous 80 torrs, énergie de décharge 570 J.
- b) Dans de l'oxygène sous 8 torrs, énergie 570 J.
- c) Dans de l'oxygène sous 15 torrs, énergie 1 700 J.

figure 4 montre également l'intensité d'un éclair obtenu dans de l'oxygène (15 torrs) à une énergie de 1 700 J. Pour une décharge de cette énergie, la quantité totale de lumière émise est égale à celle émise par la décharge de 570 J dans les lampes remplies de xénon. On voit d'après ces courbes que l'oxygène est très supérieur au xénon en ce qui concerne la brièveté de l'éclair.

On a également comparé, à une énergie de 570 J, les rendements lumineux des lampes remplies d'une part d'oxygène (8 torrs) et d'autre part de xénon (60 torrs), en utilisant l'actinométrie chimique. On trouve un rendement 3 fois supérieur dans le cas du xénon, résultat qui est en accord avec les mesures photoélectriques de l'intensité lumineuse déjà mentionnées.

Dispositif de mesure de variations de densité optique. — On expose le système à étudier à un éclair photolytique et on mesure les variations transitoires d'absorption provoquées par l'éclair. La figure 5 montre le schéma du dispositif de mesure. La source de lumière d'analyse est une lampe au xénon (Osram, XBO 150 W/1) dont l'alimentation est régulée en tension (Sorensen, Q 28-8, taux de régulation 1/2 000).

FIG. 5.

a) Schéma du dispositif pour la mesure cinétique d'absorption lumineuse : A, lampe au xénon ; B, filtre ; C, lentilles ; D, lampes à éclairs ; E, cuve photolytique à double paroi ; F, diaphragme ; G, monochromateur ; H, photomultiplicateur et amplificateur relié à un oscilloscope.

b) Coupe montrant l'emplacement des 6 lampes à décharge D autour de la cuve E.

Une résistance réglable de 2,2-2,7 Ω (500 W), reliée en série à la lampe, limite le courant. La solution à étudier est contenue dans une cuve cylindrique en silice, à double paroi et pourvue de fenêtres planes. La longueur de la cuve est de 20 cm et le diamètre intérieur de 1,4 cm. On remplit l'enceinte extérieure de la cuve d'une solution filtre. Cette solution assure, outre son action de filtre, une répartition uniforme de la lumière de l'éclair dans l'enceinte intérieure, en réduisant l'effet de lentille cylindrique de la solution contenue dans cette enceinte.

Une image de la lampe, réduite 4 fois, est projetée sur la fente d'entrée d'un monochromateur (Bausch et Lomb, $f = 50$ cm, $f/4,4$) à l'aide de deux lentilles en silice. La lumière monochromatique isolée par le monochromateur est mesurée à l'aide d'un photomultiplicateur (EMI 9558 BQ, ou Radiotechnique 56 CVP). Le signal du photomultiplicateur est amplifié dans un amplificateur cathodyne et enregistré à l'aide d'un oscilloscope (Tektronix 535) et d'une caméra

FIG. 6. — Schéma du circuit électrique du détecteur photométrique : R : 5 k Ω -5 M Ω ; C : 0-10 nF.

Polaroid. L'impulsion d'amorçage de l'éclair photographique est utilisée pour déclencher le balayage du tube cathodique. Pour éliminer le composant continu du signal du photomultiplicateur, on y oppose une

tension étalonnée réglable (alimentation SAIP, 6 V, taux de régulation 1/10 000). La figure 6 montre le schéma du circuit électrique associé au photomultiplicateur.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] KOSOWER (E. M.) et LINDQVIST (L.), *Tetrahedron Letters*, 1965, **50**, 4481.
- [2] LINDQVIST (L.) et LUNDEEN (G. W.), *J. Chem. Physics*, 1966, **44**, 1711.
- [3] VILLAR (J.-G.) et LINDQVIST (L.), *C. R. Acad. Sci.*, 1967, **264 B**, 1807.
- [4] GOLDFARB (T.) et LINDQVIST (L.), *J. Amer. Chem. Soc.*, 1967, **89**, 4588.
- [5] KELLMANN (A.) et LINDQVIST (L.), *The Triplet State*, ed. ZAHLAN (A. B.), Cambridge University Press, 1967, p. 439.
- [6] LINDQVIST (L.), *Rev. Sci. Instrum.*, 1964, **35**, 993.
- [7] CLAESON (S.) et LINDQVIST (L.), *Arkiv Kemi*, 1957, **11**, 535.
- [8] HATCHARD (C. G.) et PARKER (C. A.), *Proc. Roy. Soc.*, 1956, **A 235**, 518.

OBSERVATION OPTIQUE DES PERTES D'UN SUPRACONDUCTEUR IMMERGÉ DANS L'HÉLIUM LIQUIDE

Par M. COLOMBEAU, E. LE TIRAN, A. MAILFERT.

Laboratoire Central des Industries Électriques, Fontenay-aux-Roses.

(Reçu le 29 septembre 1967.)

Résumé. — Les auteurs ont mis au point une méthode d'observation optique permettant de détecter de faibles échauffements d'un échantillon supraconducteur, placé dans l'hélium liquide, et traversé par un courant électrique alternatif.

Abstract. — An optical method is proposed by authors. It allows the observation of small temperature differences between a superconducting sample fed with an a.c. current, and the liquid helium bath surrounding it.

Dans un supraconducteur de deuxième espèce traversé par un courant électrique alternatif, il apparaît des pertes, qui sont mesurées habituellement par des méthodes calorimétriques [1] ou électriques [2]. Par exemple, pour du fil de Nb-25 % Zr, de diamètre 0,25 mm, parcouru par un courant alternatif de fréquence 50 Hz et d'intensité efficace 60 A, l'ordre de grandeur de ces pertes à 4,2 °K est 15 mW/m. Nous avons observé les variations d'indice optique d'un bain d'hélium liquide à 4,2 °K contenant un échantillon supraconducteur où existent des pertes. En effet, l'échange thermique entre le fil et le bain produit un échauffement et une variation d'indice des filets d'hélium situés à proximité de l'échantillon.

Appareillage. — L'appareil comprend un cryostat droit classique, dans lequel plongent deux tubes d'observation optique vidés, et munis chacun de trois disques de pyrex à faces parallèles (fig. 1). Le but des

disques centraux, qui par leur position sont à la température de l'hélium liquide, est de servir d'écran pour le rayonnement émis par les disques supérieurs, de manière à éviter l'échauffement de l'hélium juste au-dessous des disques inférieurs.

La partie inférieure des tubes et l'échantillon sont placés dans un vase de pyrex métallisé ouvert à sa partie supérieure, et constituant ainsi une sorte de « vase à hélium tranquille », permettant de ne pas être gêné par les bulles de gaz prenant naissance au niveau des parois du cryostat.

Un système de miroirs plans permet d'envoyer sur l'échantillon un faisceau de lumière parallèle.

On a observé l'échantillon par deux méthodes différentes :

— Dans la première (observation directe), on utilise une lunette mise au point sur le fil. Celui-ci apparaît en sombre sur fond clair, et l'échauffement du fil se