



Convertisseur thermoélectrique à semiconducteur semi-liquide

Nguyen van Dong, Eugène Lemoing

► To cite this version:

Nguyen van Dong, Eugène Lemoing. Convertisseur thermoélectrique à semiconducteur semi-liquide. *Revue de Physique Appliquée*, 1968, 3 (1), pp.61-63. 10.1051/rphysap:019680030106100 . jpa-00242823

HAL Id: jpa-00242823

<https://hal.science/jpa-00242823>

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.

CONVERTISSEUR THERMOÉLECTRIQUE A SEMICONDUCTEUR SEMI-LIQUIDE

Par NGUYEN VAN DONG et EUGÈNE LEMOING,
Service d'Électronique Physique, Centre d'Études Nucléaires de Saclay.

(Reçu le 22 novembre 1967.)

Résumé. — Nous avons réalisé un générateur thermoélectrique expérimental fonctionnant aux hautes températures avec des échantillons de tellure d'argent dont les extrémités chaudes sont partiellement fondues. Le générateur comporte 120 échantillons de type P reliés en série. Les extrémités chaudes des thermoéléments sont portées à une température supérieure à 700 °C, point de fusion du matériau. Pour une différence de température de 210 °C entre les soudures chaudes et froides, le générateur fournit une différence de potentiel de 4,5 V et un courant de 0,2 A.

Abstract. — A thermoelectric generator has been made with a hot junction temperature higher than the melting point of the semiconductor. The material was silver telluride Ag_7Te_4 , of which 120 samples were used in series. For a temperature difference of 210 °C between hot junctions and cold junctions, the voltage obtained was 4.5 V and the current 0.2 A.

Introduction. — Le rendement de conversion des générateurs thermoélectriques peut être accru si les thermoéléments sont susceptibles d'opérer aux hautes températures avec un large gradient thermique. Jusqu'à présent, les thermoéléments utilisés dans les convertisseurs thermoélectriques ne fonctionnent que pour des températures inférieures à leur point de fusion. La cause principale qui interdit leur emploi pour des températures plus élevées est le passage de la nature semiconductrice à la nature métallique lorsque les matériaux sont fondus. Des études effectuées récemment sur de nouveaux matériaux montrent que certains d'entre eux conservent leur caractère semiconducteur à l'état liquide. Tels sont le sulfure de cuivre Cu_2S [1], le tellure de thallium Tl_2Te [2], le tellure de cuivre Cu_2Te et le tellure d'argent Ag_7Te_4 dont les propriétés de transport ont été étudiées par nous [3].

Ce rapport décrit le premier convertisseur expérimental utilisant comme matériau de base le tellure d'argent et fonctionnant jusqu'à des températures dépassant le point de fusion des thermoéléments.

Propriétés thermoélectriques du tellure d'argent.

— Les thermoéléments ont été préparés par nous à partir de la poudre d'argent et des granules de tellure de pureté 99,999 % fondues sous atmosphère d'argon dans des tubes de graphite de diamètre intérieur

0,8 cm, portés à 1 100 °C. Des lingots cylindriques ont été obtenus par solidification du liquide. Ils ont été soumis ensuite à un recuit à 300 °C pendant plusieurs heures. Les lingots ainsi préparés sont homogènes à 10 % près d'après les mesures de résistivité électrique et de pouvoir thermoélectrique. Les thermoéléments

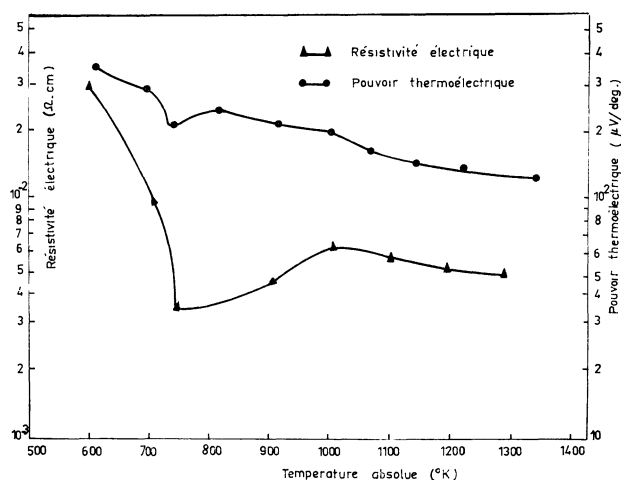


FIG. 1. — Résistivité électrique et pouvoir thermoélectrique du tellure d'argent Ag_7Te_4 en fonction de la température absolue (point de fusion $T_f \approx 700$ °K).

découpés à partir de ces lingots ont une longueur de 1,2 cm.

L'étude des propriétés de transport des échantillons de Ag_7Te_4 aux hautes températures [3] montre que la conduction électrique est ambipolaire. La mobilité des électrons est très supérieure à celle des trous. Par contre, la concentration des trous est beaucoup plus grande que celle des électrons. Cette particularité fait que, dans le domaine de température étudié, le coefficient de Hall et le pouvoir thermoélectrique sont de signes opposés aussi bien à l'état solide qu'à l'état liquide. La figure 1 représente la résistivité électrique ρ et le pouvoir thermoélectrique α d'un échantillon de Ag_7Te_4 en fonction de la température entre 300 °C et 1 000 °C. Le facteur de mérite moyen $z = \alpha^2/\rho\chi$ du matériau dans cet intervalle de température est estimé à 10^{-3} si l'on prend $\chi = 10^{-2} \text{ W/deg}^{-1}/\text{cm}^{-1}$ comme valeur de la conductivité thermique mesurée à la température ordinaire. Le rendement de conversion est estimé égal à 10 % pour les températures de la soudure chaude $T_1 = 1\,000 \text{ °C}$ et de la soudure froide $T_0 = 300 \text{ °C}$.

Constitution du convertisseur. — Un bloc cylindrique en lave dans lequel sont pratiqués 120 trous perpendiculairement à l'axe constitue le support des thermoéléments et en même temps assure l'isolement thermique et électrique. Les échantillons logés dans ces trous sont reliés en série par des fils de nickel. Du côté de la source de chaleur, des bouchons tronconiques permettent de contenir le liquide. Du côté des extrémités froides, l'emploi des ressorts permet

d'améliorer le contact électrique et thermique. Deux thermocouples platine-platine rhodié 10 % sont placés dans le convertisseur pour mesurer les températures des extrémités chaudes et froides des thermoéléments. La source thermique est constituée par un chauffeur électrique capable de délivrer plusieurs centaines de watts (fig. 2).

Fonctionnement du convertisseur. — Le convertisseur est placé dans une cloche en laiton dans laquelle on fait circuler un courant d'argon pour éviter l'oxydation des thermoéléments. A partir de 400 °C, les ressorts commencent à jouer leur rôle et le courant augmente avec la température plus rapidement que la tension thermoélectrique. Aux températures voisines du point de fusion des thermoéléments ($T_f = 700 \text{ °C}$), le gradient thermique ne croît que très lentement avec la puissance de la source de chaleur, probablement à cause de la dégradation de l'isolement thermique de la lave et de la mauvaise évacuation de la chaleur du côté des soudures froides. La résistance de contact, bien qu'elle diminue sensiblement aux hautes températures, reste cependant élevée devant la résistance des thermoéléments.

Durant les premiers essais, le générateur a délivré une différence de potentiel de 4,5 V et un courant de 0,2 A dans les conditions suivantes de fonctionnement : température des soudures chaudes $T_1 = 710 \text{ °C}$, c'est-à-dire supérieure au point de fusion du tellure d'argent, température des soudures froides $T_0 = 500 \text{ °C}$.

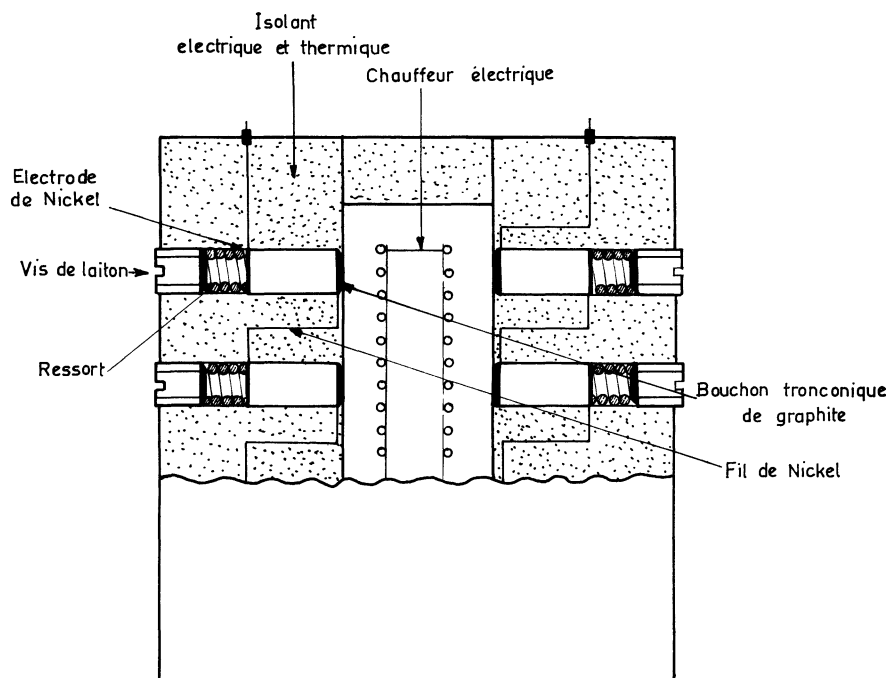


FIG. 2. — Schéma du convertisseur montrant 4 thermoéléments connectés en série.

La puissance électrique du convertisseur reste remarquablement stable pendant les premiers essais qui ont duré environ 20 heures.

Conclusion. — Le générateur thermoélectrique tel qu'il a été conçu et réalisé vise principalement à montrer la possibilité d'utiliser certains matériaux

semiconducteurs au-delà de leur point de fusion en vue de la conversion de la chaleur. Les premiers résultats obtenus apparaissent prometteurs, bien que certains problèmes technologiques tels que la résistance de contact, l'isolement thermique restent encore à résoudre en vue d'améliorer les performances du convertisseur.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] MARCUS (R. J.) et KELLY (C. M.), *Thermoelectric Materials and Devices*, édité par Cadoff et Miller, p. 185, Reinhold Publishing Corporation, 1960.
- [2] CUTLER (M.) et MALLON (C. E.), *J. Appl. Physics*, 1965, **36**, 201.
- [3] NGUYEN VAN DONG et PHAM NGU TUNG, *C. R. Acad. Sc. Paris*, 1966, **262**, 63; *C. R. Acad. Sc. Paris*, 1966, **262**, 1347.

DISPOSITIF PNEUMATIQUE D'IRRADIATION AUPRÈS DU SYNCHROCYCLOTRON DE LYON

Par J. MARTIN et J. TOUSSET,

Institut de Physique Nucléaire de Lyon.

(Reçu le 23 novembre 1967.)

Résumé. — Un dispositif pneumatique d'irradiation auprès d'un synchrocyclotron est décrit, comportant la possibilité d'irradiation dans le vide d'échantillons mis en place sur cartouche porteuse dans un laboratoire de chimie situé à 140 mètres de l'accélérateur et leur retour en moins d'une minute après la fin de l'irradiation.

Abstract. — A pneumatic tube device for rapid, automatic positioning and removal of targets in the vacuum chamber of the external beam of a synchrocyclotron is described. The target can be returned to the radiochemical laboratory, a distance of 140 meters, within one minute after the end of the irradiation.

I. Introduction. — Les études de chimie nucléaire qui se développent auprès d'accélérateurs, que ce soient le tracé de fonctions d'excitation, la production de radio-isotopes à courte période, l'analyse par activation, nécessitent souvent de brèves et fréquentes irradiations. Outre la difficulté et l'exposition aux radiations que représentent les retraits manuels d'échantillons irradiés, la perte de temps qui en résulte, tant pour la durée d'occupation de la machine que pour l'activité des produits à courte période, rend fort utile l'élaboration d'un dispositif semi-automatique d'irradiation qui permet la marche quasi continue de l'accélérateur.

Les caractéristiques d'un tel appareil doivent être la sécurité, la rapidité et la possibilité d'irradiation des échantillons dans le vide. Certains dispositifs ont déjà été rapportés [1] ou sont en cours d'étude [2].

Nous décrivons ci-dessous l'ensemble réalisé à l'Institut de Physique Nucléaire de Lyon, dont le fonctionnement depuis un an est très satisfaisant.

On peut naturellement distinguer dans le système deux parties : les cartouches porteuses et l'installation fixe.

II. Les cartouches d'irradiation. — Elles sont de deux modèles, ce qui justifie le grand diamètre du tube : 100 mm. Dans un cas, en effet, quatre échantillons (de 20 mm de diamètre maximal) sont irradiés, fixés sur un porte-échantillon tournant qui les présente tour à tour au faisceau, ce qui suppose un axe de rotation excentré, donc un décalage par rapport au faisceau pour un tube porteur de petite section. Cette solution interdirait l'utilisation aisée du second type très simple de cartouches, à échantillon unique