

TENUE A 1,4 MV D'ELECTRODES EN ALLIAGE DE TITANE  
EN FONCTION DE LA DISTANCE

(1ère Partie :  $U_{\max} = 850 \text{ kV}$ ) \*

J. Huguenin, G. Visconti, R. Salin<sup>\*\*</sup>  
B. Desforges, R. Dubois, R. El-Bez, J. Knott

\* Rapport soumis au 4ème Symposium International sur les Décharges et l'Isolément Electrique dans le Vide, Waterloo, Canada. Septembre 1970.

\*\* Institut de Physique Nucléaire de Lyon, France.

TENUE A 1,4 MV D'ELECTRODES EN ALLIAGE DE TITANE  
EN FONCTION DE LA DISTANCE

(1ère Partie :  $U_{\max} = 850$  kV)

J. Huguenin, G. Visconti, R. Salin\*  
B. Desforges, R. Dubois, R. El-Bez, J. Knott

Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire  
Genève, Suisse

\* Institut de Physique Nucléaire  
Lyon, France

### 1. Introduction

Dans le but de servir de base au dimensionnement d'un tube accélérateur 1,4 MeV à fort gradient d'accélération (Ref. 1), une recherche a été entreprise pour mesurer jusqu'à 1,4 MV la tenue d'électrodes en alliage de titane en fonction de la distance. La 1ère partie de cette étude, limitée à 850 kV max par la tenue dans l'air du dispositif expérimental provisoire (Fig. 1), est achevée et présentée ici. La 2ème partie est en cours et les résultats (pour des tensions allant jusqu'à 1,4 MV grâce à une enceinte d'hexfluore de soufre) en seront publiés ultérieurement.

### 2. Dispositif d'essai

Le même dispositif que celui décrit sous la Ref. 2 est utilisé, dans le cadre de la collaboration entre le CERN et l'IPN de Lyon. L'anode et la cathode mobiles (Figs. 2 et 4) et déplaçables sans casser le vide sont en alliage TA6V, d'un diamètre de 250 mm, d'une longueur de 600 mm. Un rayon de courbure de 25 mm raccorde la partie plate terminale à la partie cylindrique. Elles sont placées dans un tube accélérateur de type CERN. La préparation de toutes les électrodes du tube est celle standardisée au CERN depuis 1965 (Ref. 3), améliorée par un étuvage sous vide à 350°C.

### 3. Méthode expérimentale

Lorsque le vide est descendu à  $\sim 10^{-7}$  mmHg, le tube accélérateur est d'abord formé avec les électrodes écartées au maximum ( $d = 600$  mm). Puis la distance est progressivement réduite de 100 à 10 mm en reformant à chaque étape, augmentée à nouveau à 100 mm et le cycle recommence jusqu'à ce que des valeurs stables pour le courant cathodique  $I_c$  soient obtenues à une tension et une distance données. Lorsque cette formation, qui peut durer de 12 à 48 h,

est achevée, la caractéristique  $I_c, U$  est enregistrée pour diverses distances  $d$ . La sensibilité maximum de la mesure de courant est de l'ordre de  $10^{-9}$  A, les courants maxima mesurés sont limités par l'apparition d'un claquage et sont de l'ordre de quelques dizaines de  $\mu$ A. Chaque essai est précédé et suivi d'une analyse de gaz résiduels. La mesure de perte de formation (Ref. 3) permet également de suivre attentivement l'évolution de diverses causes de pollution.

### 4. Résultats

Les tensions pour un courant inférieur à 0,1  $\mu$ A sont portées en fonction de la distance sur la Fig. 3. On voit que les meilleurs résultats obtenus sont 200 kV à 1 cm ( $E = 200$  kV/cm), 480 kV à 3 cm (160 kV/cm) et 780 kV à 6 cm (130 kV/cm). Ces valeurs ont été obtenues après avoir éliminé successivement plusieurs causes de pollution, notamment :

1. les fuites des tombacs (bellows) des électrodes mobiles qui introduisaient dans l'enceinte des vapeurs organiques provenant de la lubrification du mécanisme (pics de  $\sim 10^{-9}$  mmHg des masses  $39 \div 44$  et  $55 \div 57$ ) voir courbe 1 Fig. 3.
2. le manque de protection contre les bombardements ioniques d'une bride d'isolation en verre et d'un collage d'araldite situés à la base du tube accélérateur. Un blindage adéquat rajouté (Fig. 2) a immédiatement fait diminuer la perte de formation de 10 kV/h à 2 kV/h ( $U = 800$  kV).

Bien que ces résultats puissent être considérés comme très satisfaisants pour des électrodes de cette dimension et à une pression de  $\sim 10^{-7}$  mmHg, il n'est pas interdit de penser qu'ils peuvent encore être améliorés : la structure cristalline de la surface plane des électrodes mobiles a été étudiée après 4 mois d'essais et a été alors reconnue comme grossière (Fig. 5, gauche). Une erreur à la livraison de matière première en est à l'origine. Une nouvelle

cathode a grains fins (Fig. 5, droite) a été fabriquée depuis et sera installée prochainement.

3.J. Huguenin et al.  
The New 500 keV Single Gap Preinjector Tube for the CERN PS Linac.  
Proceedings of 2nd Int. Symp. on Insulation of High Voltages in Vacuum. Boston 1966  
page 259.

## 5. Conclusions

Cet essai a permis d'essayer pour l'instant deux électrodes d'alliage de titane (TA6V) jusqu'à 850 kV en fonction de la distance. Des champs de 130 kV/cm sur 6 cm à  $10^{-7}$  mmHg ont pu être tenus. L'effet de diverses sources de pollution a pu être reconnu. Les essais seront complétés jusqu'à une tension voisine de 1,4 MV avec une cathode de cristallographie plus compacte. L'allure des courbes Fowler-Nordheim pour les courant de prédécharge, qui semblent jusqu'à 850 kV avoir une caractéristique assez linéaire, sera reconnue dans un domaine de tension plus étendu.

## 6. Remerciements

Nous tenons à remercier

P. Germain, P.H. Standley, C.S. Taylor et P. Lapostolle pour le soutien apporté à cette recherche ainsi que A. Sarrazin et A. Chabert nos hôtes de l'IPN. P. Bernard, U. Tallgren, M. Weiss et co-auteurs de l'avant-projet de préinjecteur de haute énergie.

Les collègues du Groupe Linac, Division MPS du CERN : G. Chesneau, H.F. Malthouse, W. MacDonald R. Nettleton, H. von Arx qui ont participé d'une manière indispensable à ces essais. E. Boltezar et G. Betty qui ont élaboré la mécanique. J. Augsburger, J.P. Birabeau, G. Dervey, R. Oberli, J. Tallon, H. Vazzoler (Atelier Ouest) et les ateliers du CERN pour la maîtrise de la technologie du titane apportée à la fabrication des électrodes ainsi que les Services de Transport du CERN sans lequel les nombreux transports urgents entre Genève et Lyon n'auraient pas pu être effectués.

Nos collègues de l'IPN : J. Roux, B. Lemaire, J. Martin, G. Meyrand, L. Poizat, B. Samy qui ont contribué directement à la préparation et au déroulement des essais.

## Références

- 1.J. Huguenin, U. Tallgren, M. Weiss.  
Preliminary Study of a Higher Energy Preinjector for the CERN PS.  
Brookhaven 1968 Proton Linear Accelerator Conference.
- 2.J. Huguenin, G. Visconti.  
Essai d'un modèle de tube accélérateur à protons 1,4 MeV à fort gradient d'accélération.  
Cette conférence.

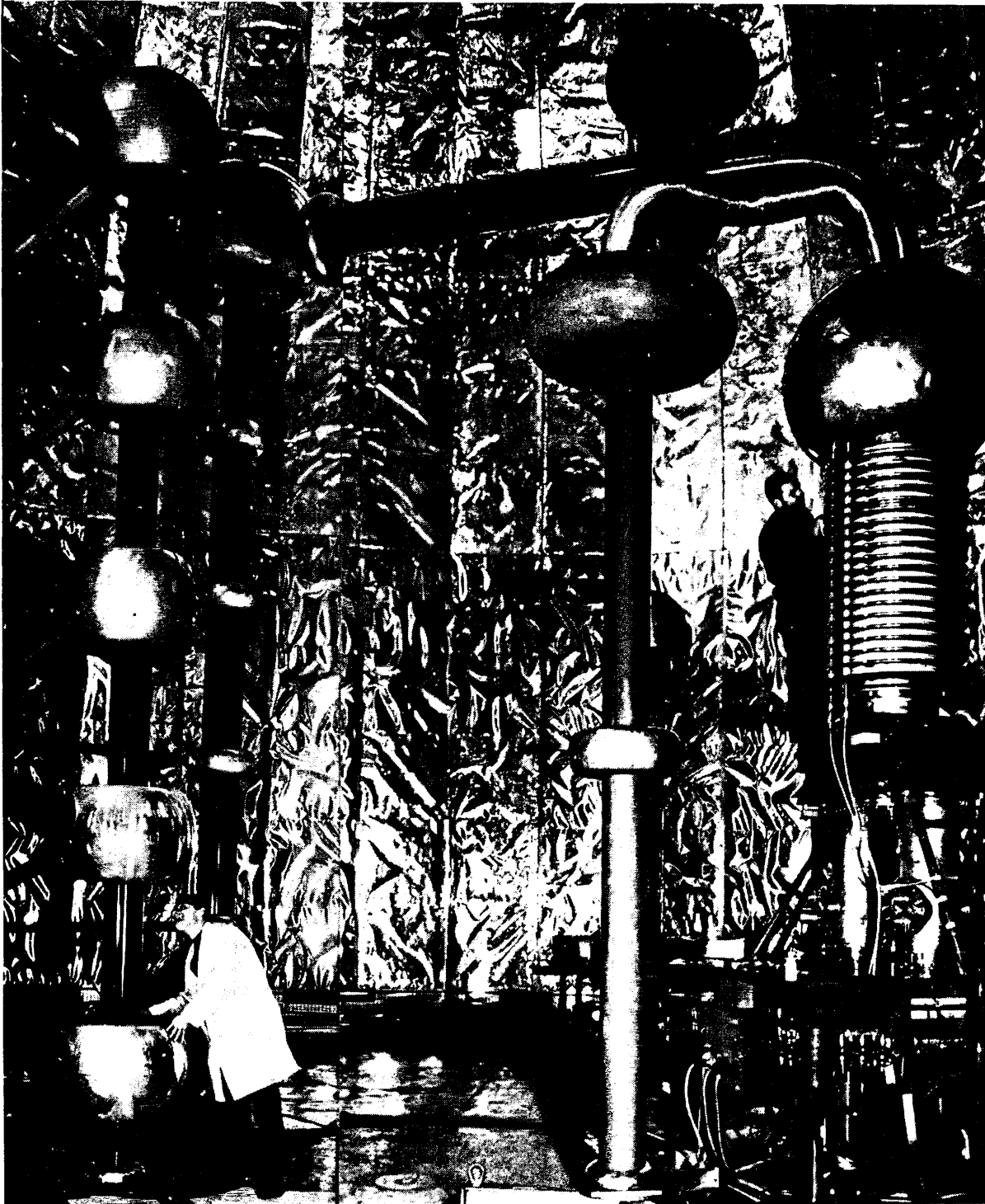


Fig. 1 Essai Berthe - Générateur HT et tube accélérateur sans gaz isolant( 850 kV )

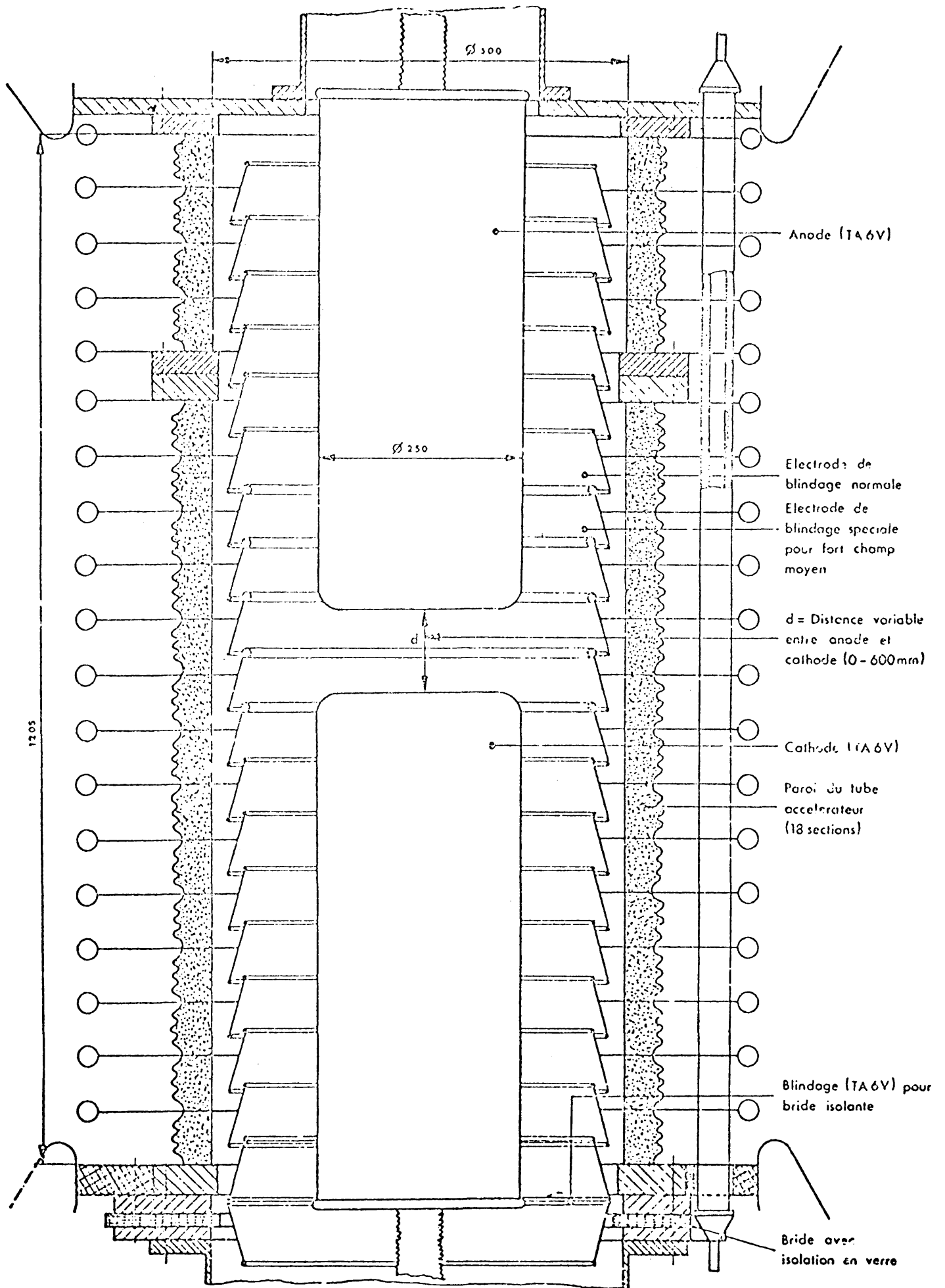


Fig. 2 Essai Berthe - Structure pour l'essai de tenue HT dans le vide en fonction de la distance  $d$  entre électrodes de titane allié ( $U_{max} = 1.4 \text{ McV}$ )

FIG. 3

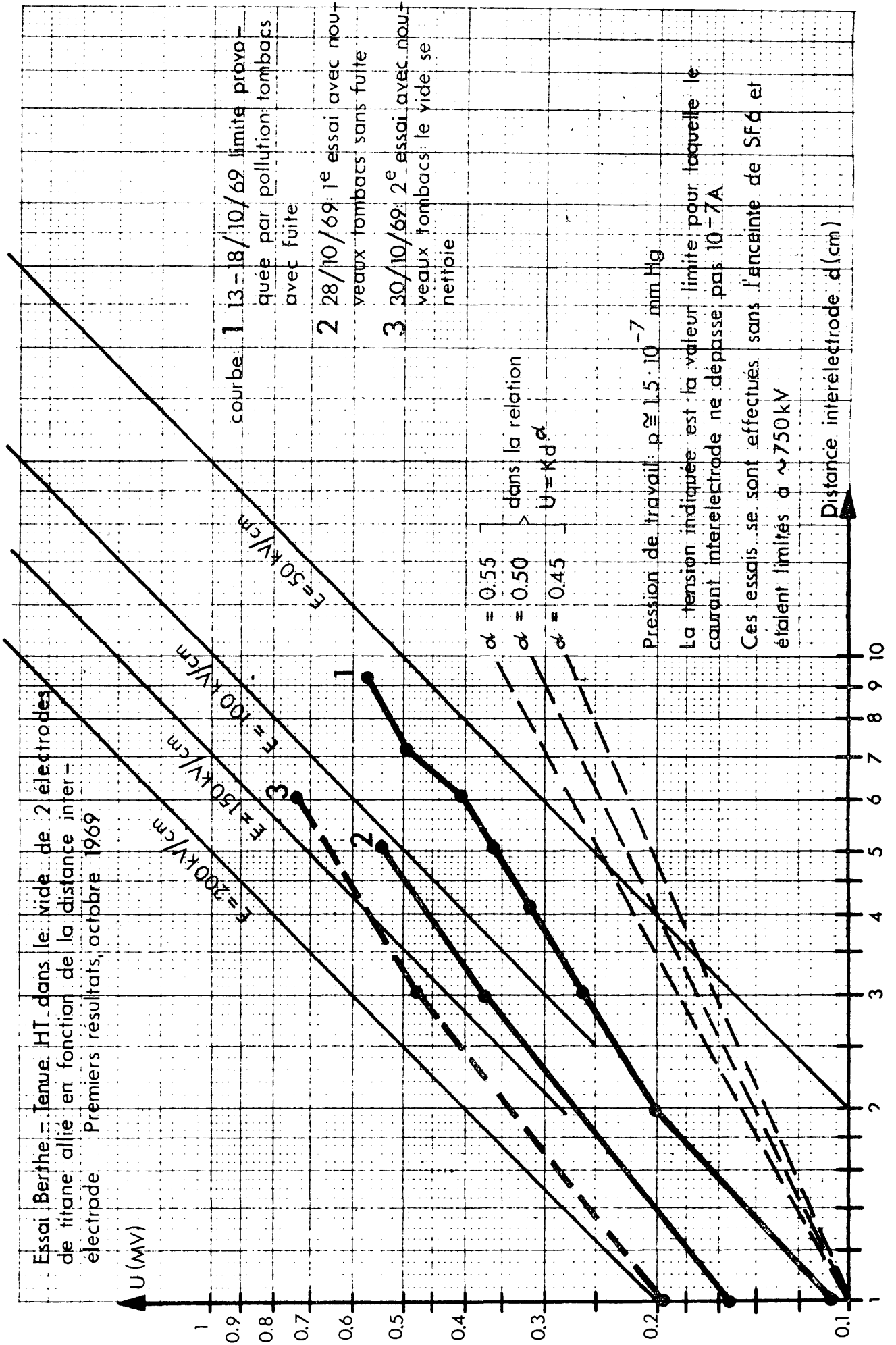
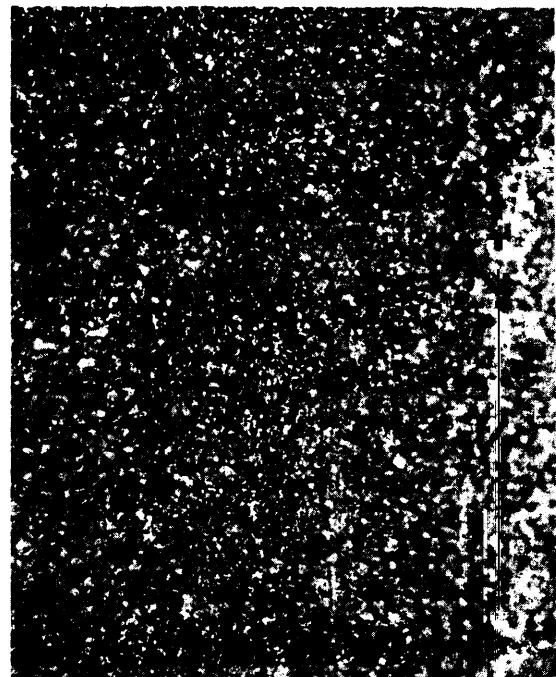




Fig. 4 Electrode d'essais en titane allié (  $\varnothing$  250 mm )



forgée ( barreau )



roulée ( tôle )

Fig. 5 Photos de la structure cristallographique du titane TA6V  
( 200 x )