

FABRICATION TUBES N.B.

FABRICATION DES TUBES CATHODIQUES

SOMMAIRE

1°/ GENERALITES SUR LES TUBES A RAYONS CATHODIQUES

2°/ LA PREPARATION DES AMPOULES

{ Lavage
{ Sédimentation
{ Laquage
{ Aluminisation
{ Cuisson
{ Soudure du canon

3°/ LA FINITION

{ Pompage
{ Traitement du canon

4°/ LES ESSAIS ELECTRONIQUES
DES TUBES FINIS

{ Les différents types d'essais
{ électroniques permettant de
{ déterminer la valeur d'un tube

5°/ LES DIFFERENTS DEFAUTS DE FABRICATION ET LEUR CORRECTION

CHAPITRE I

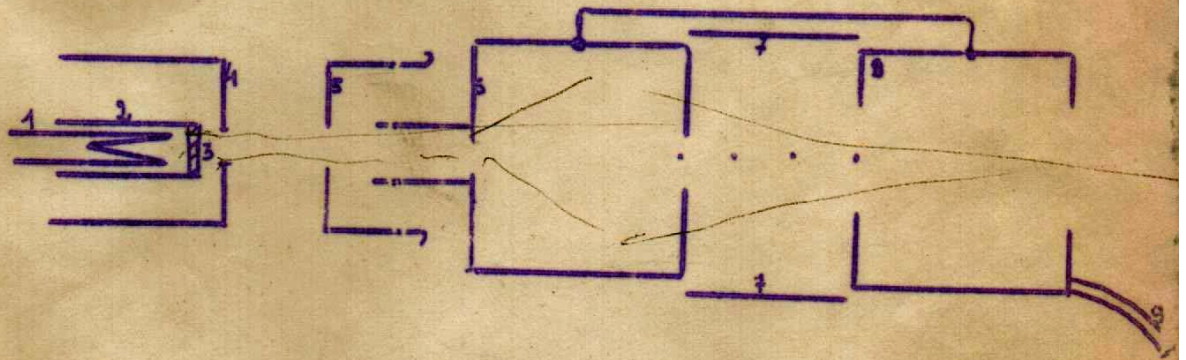
GENERALITES SUR LES TUBES A RAYONS CATHODIQUES

Un tube à rayons cathodiques est un appareil destiné à produire des images, en utilisant la projection sur un écran fluorescent, d'un faisceau cathodique qui l'illumine.

Un tube cathodique se compose donc essentiellement :

- 1°- d'un canon à électrons générateur du faisceau cathodique
- 2°- d'un système permettant de rendre ce faisceau mobile
- 3°- d'un écran fluorescent.

I - PRODUCTION DU FAISCEAU CATHODIQUE : LE CANON



- 1- Filament
- 2- Cathode
- 3- partie émissive

- 4- Grille 1 ou Wehnelt
- 5- Grille 2 ou grille d'accélération
- 6-7-8 Grille 3-4 et 5e lentille électronique

1°- Production des électrons : la cathode

La cathode est constituée d'un tube de nickel fermé à une de ses extrémités par un capuchon en nickel actif au magnésium, au silicium et soudé au tube cathode. Ce capuchon est recouvert d'un badigeonnage de carbonate de baryum-strontium maintenu par de la nitro-cellulose qui forme la partie émissive de la cathode (voir en fin de chapitre un bref résumé des phénomènes fondamentaux de l'émission électronique).

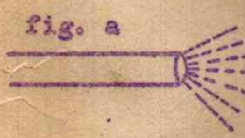
La cathode est chauffée par une source auxiliaire : "le filament". Le Filament est formé d'un fil de tungstène enroulé en spirales et recouvert d'une couche isolante d'oxyde d'aluminium ou alundum. On a choisi le tungstène pour la fabrication du filament, car c'est un métal dont le point de fusion se situe à plus de 3000°, ce qui permet de le porter à une température suffisamment élevée pour chauffer la cathode (1 100° environ) sans risque de rupture.

2°- Le Wehnelt ou grille 1

Le cylindre de Wehnelt est une électrode qui entoure presque complètement la cathode, sauf dans la direction du départ du faisceau. Il joue un triple rôle :

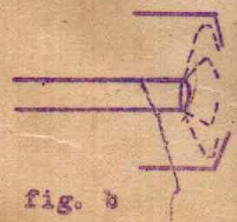
a - un réglage d'intensité

C'est une électrode portée à un potentiel négatif par rapport à la cathode, ce qui a pour conséquence de repousser les électrons. Elle peut ainsi s'opposer au départ des électrons. En appliquant une tension fortement négative au Wehnelt, on peut couper complètement le faisceau cathodique. En agissant sur cette tension, on dose l'intensité. On peut ainsi à volonté obtenir sur l'écran une tache lumineuse plus ou moins brillante. Dans la pratique on désigne le plus souvent le Wehnelt sous le nom de grille 1, ceci par analogie avec la grille d'un tube amplificateur.



b - une électrode de concentration

Les parois du Wehnelt étant à un potentiel négatif, repoussent les électrons vers le centre du système électronique. Sans son action, le faisceau électronique serait divergent (figure a). Grâce à cette répulsion, le faisceau devient convergent (figure b). En calculant les différents éléments, on peut obtenir que le croisement des faisceaux cathodiques s'effectue précisément dans le plan du diaphragme de la grille suivante positive. On réduit ainsi au minimum les électrons captés directement par celle-ci qui sont inutiles.



c- une électrode qui protège la cathode:

Dans le vide le plus parfait que permet d'obtenir industriellement la technique moderne, il existe encore des milliards de molécules par cm³. Il y a donc des chocs entre électrons rapides et molécules. Ces chocs produisent des ions positifs qui circulent en sens inverse des électrons et qui se dirigent donc vers les électrodes négatives.

S'il n'y avait pas de Wehnelt, ils soumettraient la cathode à un bombardement incessant. La cathode ne résisterait pas longtemps à ces chocs répétés car les oxydes émissifs qui n'ont pas une adhérence considérable, seraient rapidement désagrégés.

Le Wehnelt peut supporter ce bombardement sans inconvénient, c'est donc une électrode qui protège la cathode contre le retour des ions positifs.

3)- Accélération des électrons vers l'écran (G2)

Ce résultat s'obtient en plaçant une électrode en forme de diaphragme en avant de la cathode.

S'il était seul ce diaphragme aurait un effet fortement divergent. Il doit donc être combiné avec des moyens spéciaux pour obtenir un pinceau délié d'électrons.

La vitesse des électrons est déterminée par la différence de potentiel entre la cathode et la grille 2. Elle ne dépend pas de la distance entre cette grille et la cathode.

La brillance du point lumineux sur l'écran dépend essentiellement de l'énergie cinétique des électrons. C'est en réalité une fraction de l'énergie cinétique totale qui apparaît sous forme d'énergie lumineuse.

S'il y a n électrons dans le faisceau, cette énergie est $\frac{1}{2} n MV^2$. Pour augmenter cette énergie, on peut agir sur n (nombre d'électrons) ou sur V (vitesse).

Agir sur n , c'est agir sur le nombre d'électrons émis par la cathode, c'est à dire l'intensité qu'elle fournit. Agir sur V , c'est augmenter la tension d'accélération.

.../

4°- La lentille électronique.

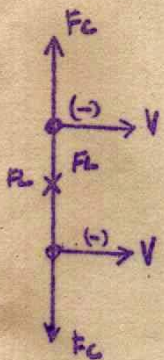
a) Principes

- Comportement d'un faisceau d'électrons en mouvement

Cherchons à définir le comportement d'un faisceau d'électrons animés d'une même vitesse V , se déplaçant sur des trajectoires qui sont parallèles à l'origine.

Si l'on examine l'aspect électrostatique de la question, les électrons ont une charge de même signe.

Ils se repoussent mutuellement, en vertu de la loi de Coulomb. Deux électrons - voir figure- seront donc soumis à deux forces F_c qui tendent à les écarter et, à faire diverger le faisceau. Ces deux forces Coulombiennes F_c ont une intensité indépendante de la vitesse V .



Si l'on examine l'aspect électrodynamique de la question, on doit d'après Maxwell considérer des charges en mouvement comme des courants parallèles et de même sens. La loi de Laplace montre que ces courants s'attirent. Les deux électrons - voir figure- sont donc soumis à deux forces attractives F_1 qui tendent à les rapprocher.

Le comportement final des électrons sera donc déterminé par la résultante de ces forces. Mais si les forces de Coulomb sont indépendantes de la vitesse, il n'en est pas de même des forces de Laplace qui, elles augmentent avec la vitesse. Pour que les trajectoires demeurent parallèles, il faut que les forces F_c et F_1 soient égales. Or pour que cette égalité se produise, il faudrait communiquer aux électrons une vitesse égale à celle de la lumière dans le vide, ce qui est pratiquement impossible.

On peut donc conclure qu'un faisceau d'électrons laissé à lui-même est forcément divergent. Cette divergence est d'autant plus faible que la tension d'accélération est plus élevée. Elle devient négligeable pour des tensions supérieures à 10.000 ou 20.000 volts.

Emploi de l'optique électronique.

On peut considérer un électron qui se déplace dans un champ de forces comme une onde qui se propage dans un milieu d'indice de réfraction variable. C'est sous sa forme la plus simple le principe de l'optique électronique. Les procédés qu'elles utilisent sont dans une certaine mesure calqués sur ceux de l'optique lumineuse. L'exemple suivant le fera mieux comprendre.

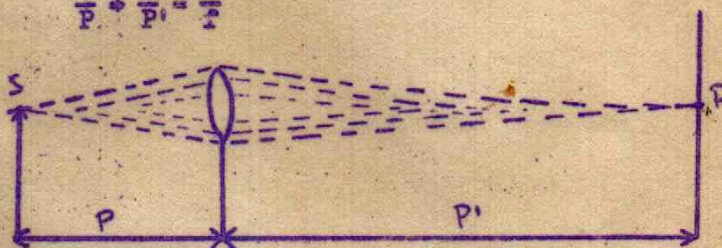
.../

/....

Dans le cas qui nous intéresse il s'agit de faire converger en un point P de l'écran les électrons divergents issus d'une cathode. Le problème optique correspondant consiste à faire converger sur un écran les rayons lumineux issus d'une source ponctuelle S. Ce résultat est obtenu en plaçant une lentille convergente L entre S et l'écran, à une distance convenable de l'écran.

Si la distance focale de la lentille est f, on peut calculer la distance P' par la relation

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{P'} = \frac{1}{f}$$



Le point de convergence P est l'image optique de la source

Il s'agit de trouver l'équivalent électronique d'une lentille convergente. Bien que les analogies soient nombreuses l'optique lumineuse et l'optique électronique, il y a des différences considérables.

En effet un faisceau lumineux reste indéfiniment parallèle parce qu'il n'y a pas d'interaction entre les rayons lumineux, alors qu'un faisceau électronique tend à diverger, parce que l'action répulsive, l'emporte toujours sur l'action attractive.

En optique lumineuse, on ne peut changer la direction des rayons que par réflexion ou en modifiant l'indice de réfraction.

En optique électronique, on peut provoquer une déviation, soit par le moyen d'un champ magnétique, soit par le moyen d'un champ électronique.

En optique lumineuse il est pratiquement impossible d'obtenir des variations continues d'indice de réfraction;

C'est au contraire très facile en optique électronique.

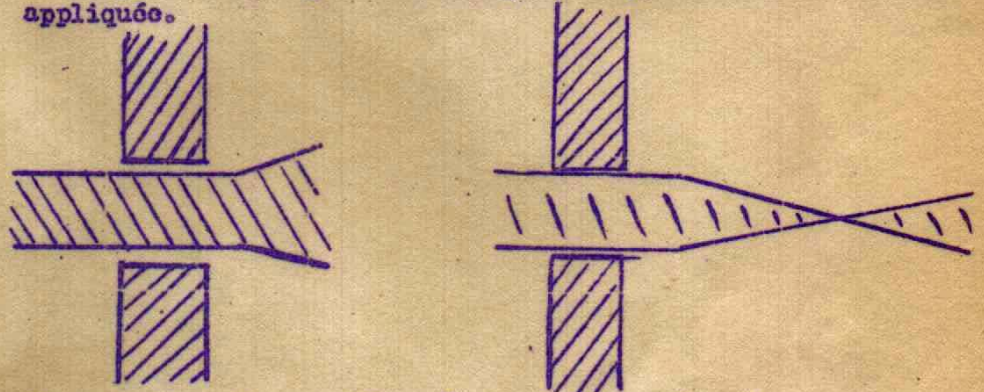
.../

/....

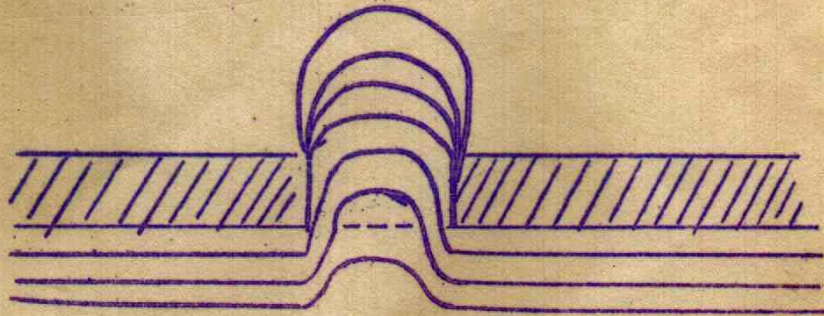
Lentilles électrostatiques:

Un diaphragme porté à un potentiel déterminé constitue une lentille électrostatique ; un diaphragme positif est une lentille divergente ; un diaphragme négatif est une lentille convergente.

Ceci s'explique en ce sens que les électrons d'un faisceau tendent à s'approcher des bords du diaphragme positif, d'où effet de divergence. Au contraire ils sont repoussés par les bords du diaphragme négatif, d'où effet de convergence. On comprend ainsi que la convergence augmente avec la tension appliquée.



Pour étudier d'une manière plus précise ce fonctionnement on serait amené à tracer les surfaces équipotentielles. Un électron coupant orthogonalement une de ces surfaces ne subit pas de déviation, mais il subit une accélération. Si le potentiel est croissant, il subit au contraire un freinage si le potentiel est décroissant. Si l'angle n'est pas droit, il y a modification de la direction de l'électron.

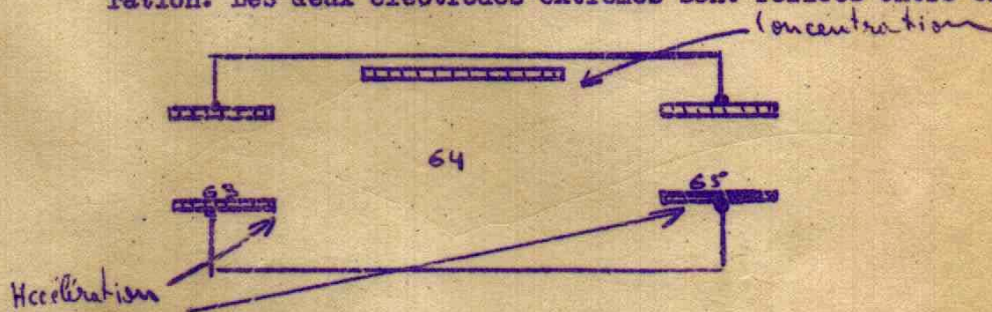


D'après cela on comprend que le cylindre de Wehnelt soit une lentille convergente alors que la grille 2 est une lentille divergente.

b- Réalisation pratique (G3 - G4 - G5)

Un simple diaphragme constitue une lentille mince-on peut aussi réaliser des lentilles épaisses en combinant plusieurs diaphragmes, des cylindres, des surfaces coniques etc.

La lentille électrostatique couramment utilisée dans les tubes à rayons cathodiques comporte trois électrodes réunissant les fonctions de la concentration du faisceau et de l'accélération. Les deux électrodes extrêmes sont reliées entre elles.



La distance focale d'une telle lentille dépend du rapport des tensions et non pas des valeurs absolues de ces tensions. Ainsi on obtiendra la même distance focale en appliquant par exemple :

800 volts sur G4 ou 1600 volts sur G4
et 12000 volts sur G3 - G5 et 24000 volts sur G3 - G5

Elle dépend de la distance entre la G3 et G5.

II - DÉVIATION DES RAYONS CATHODIQUES

On peut provoquer la déviation des rayons cathodiques soit au moyen d'une action électrostatique. En pratique, on utilise pour le tube cathodique de télévision la déviation électromagnétique, on fait passer le faisceau électronique entre deux bobines parcourues par le courant de déviation. Dans le passage à travers le champ magnétique, le faisceau suit une trajectoire circulaire. Lorsque les électrons sont hors du champ magnétique ils quittent le cercle suivant la tangente.

..../

/...

Il est important de noter que la déviation s'effectue dans un plan perpendiculaire à celui des lignes de forces, c'est à dire parallèlement au plan des bobines.



La déviation électromagnétique est :

- a) perpendiculaire au champ de déviation H
- b) proportionnelle à la longueur des bobines de déviation
- c) proportionnelle à la distance entre le centre de déviation et l'écran
- d) inversement proportionnelle à la racine carrée de la tension d'accélération.

III - ÉCRAN FLUORESCENT.

L'écran fluorescent se compose d'un mélange de plusieurs substances. La substance fluorescente elle-même s'y trouve évidemment dans une très grande concentration. Il est cependant nécessaire d'y ajouter un certain nombre d'autres composants, dont la fonction est d'assurer une couche bien adhérente et à grain fin.

Ces substances adhérentes exercent une certaine influence sur les propriétés de l'écran et en particulier sur son coefficient d'émission secondaire. Si ce coefficient prend une valeur trop faible, l'écran qui est isolant peut acquérir durant le fonctionnement du tube une forte charge négative, ce qui diminue le rendement de sa fluorescence. Il s'agit donc de choisir et de doser les composants avec soin. Ces composants sont actuellement répartis comme suit :

1) la poudre fluorescente :

Les luminescences sont les composants principaux

- a- le sulfure de zinc à luminescence bleue
- b- le sulfure de zinc au cadmium, à luminescence jaune (variable suivant la teneur en cadmium).
- c- impuretés parmi lesquelles de l'argent en quantité importante, activation de la poudre.

.../

2)- le silicate de potassium:

agent de collage de la poudre au verre.

3)- le nitrate ou l'acétate de baryum:

Il sert d'agent de floculation ou de gélification.

La préparation d'un verre fluorescent s'effectue de la manière suivante : les granules de poudre fluorescente sont mises en suspension dans la silicate de potassium dilué.

L'ampoule contient de l'eau déionisée en quantité définie, additionnée de nitrate de baryum. La suspension est versée dans l'ampoule et la poudre fluorescente précipite avec le temps jusqu'à former une couche égale et bien adhérente.

Le solvant est alors bien éliminé.

L'agent de gélification est nécessaire pour empêcher que la couche qui s'est déposée glisse ou que les granules s'en détachent lorsque l'on fait basculer l'ampoule (pour éliminer le solvant).

ANNEXE

PHÉNOMÈNES FONDAMENTAUX RELATIFS A L'ÉMISSION CATHODIQUE.

I- Structure de la matière.

La chimie distingue les corps simples ou éléments, et les corps composés qui peuvent se décomposer en corps simples (chlorure de sodium - chlore et sodium).

a) Un fragment quelconque d'un corps chimiquement défini ne peut être indéfiniment divisé en parties plus petites. Il arrivera un moment où le résultat du partage sera une molécule de ce corps.

Les corps simples ne peuvent être décomposés.

Il y a une grande quantité de corps composés, car il est toujours possible de créer des combinaisons nouvelles. Il n'y a par contre que 91 éléments naturels.

La molécule est la plus petite partie d'un corps composé qui puisse conserver les propriétés chimiques de ce corps.

.../

Si nous poussons la division plus loin, nous obtiendrons un atome de chlore et un atome de sodium.

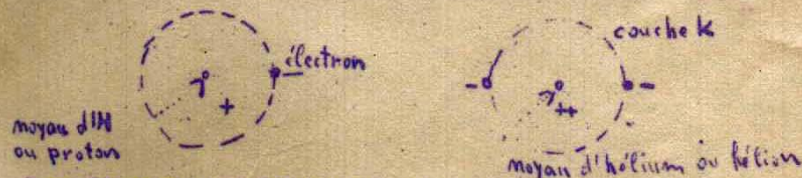
L'atome est défini par la plus petite partie d'un corps simple, qui puisse entrer dans une combinaison. C'est l'état ultime de la division de la matière, du moins quand on peut conserver à celle-ci sa personnalité. Un atome d'un corps (chlore) est différent de celui d'un autre corps (soufre).

On peut rompre les atomes; le résultat de cette division est le même pour toutes les sortes d'atomes. On trouve des particules inertes : les neutrons ainsi que des corpuscules électrisés : protons (ou noyaux d'Hydrogène) et électrons.

II- Constitution de l'atome.

On admet que l'atome est comparable à un minuscule système solaire. Il comporte un noyau positivement électrisé, autour duquel circulent des électrons planétaires. La grandeur de la charge positive dépend du rang de l'atome dans la classification périodique des éléments.

Si on prend pour unité la quantité d'électricité représentée par un seul électron, on constate que le noyau de l'hydrogène porte une charge positive, le noyau de l'hélium 2, celui du glucinium 3, jusqu'à l'uranium qui en porte 92.



Les électrons planétaires sont en nombre suffisant pour neutraliser exactement la charge positive du noyau. Il en résulte que, bien qu'étant construit avec des particules électrisées, un atome normal est cependant neutre.

L'atome de l'hydrogène porte un seul électron planétaire, celui de l'hélium 2 et l'atome de l'uranium 92. Ces électrons sont disposés sur des couches concentriques, comportant chacune un nombre bien déterminé d'électrons. En partant du noyau, on trouve d'abord la couche K qui est complète avec deux électrons. La couche L sera complète avec 8 électrons, on aura alors un atome de néon. - 10 électrons : 2 sur la couche K et 8 sur la couche L. -

Il y a 7 couches différentes qui sont KLMNOPQ et qui sont complètes dans un atome d'uranium. Toutes les couches ne sont pas régulières et comportent un nombre différent d'électrons. 2 éléments nouveaux ont été créés : le neptunium et le plutonium qui comporte 93 et 94 électrons.

.../

/...
Un atome quelconque peut présenter la tendance à perdre ses électrons extérieurs quand la couche extérieure est relativement garnie. C'est le cas du sodium qui ne porte qu'un seul électron sur la couche extérieure. C'est aussi le cas du cuivre, de l'aluminium et de l'argent. Tous ces corps sont des métaux et sont bons conducteurs de l'électricité et de la chaleur. Ainsi les conductibilités électriques et calorifiques peuvent s'expliquer par la présence d'électrons libres, c'est à dire d'électrons qui quittent le noyau et s'en vont à l'aventure jusqu'à ce qu'ils soient captés par un autre atome, auquel il manque un électron.

Les corps ayant des couches extérieures presque complètes ont peu tendance à les compléter par la capture d'autres électrons. Ce sont des isolants.

III - Les Ions .

Sous des influences diverses, un atome peut perdre un ou plusieurs électrons planétaires. Il n'est plus alors électriquement neutre et il devient un ion. Il acquiert la propriété de se déplacer dans un champ électrique.

Ainsi le courant électrique peut passer dans les gaz ionisés. L'électron vagabond peut se fixer sur un autre atome ou molécule pour former un ion négatif.

L'ion a toujours un état très instable. La première occasion, il capture des électrons ou perd ses électrons supplémentaires pour revenir à l'état normal.

Dans une masse gazeuse, dans tout liquide électrolytique, dans toute masse métallique, se forme spontanément un certain nombre d'ions.

IV- Les Electrons dans les Métaux

Les électrons des atomes sont maintenus dans leur position par l'équilibre entre la force attractive, exercée par le noyau positif de l'atome d'une part et la force centrifuge de rotation d'autre part.

Quand les atomes forment des solides cristallisés, ils se disposent d'eux mêmes suivant une structure en treillis dont la forme est caractéristique du cristal considéré.

/....

Les forces qui maintiennent l'arrangement en treillis ne permettent pas de maintenir tous les électrons dans leur position. C'est pour cela qu'un pourcentage d'électrons associés à chaque atome est libre de se mouvoir (possibilité plus petite pour les isolants que pour les conducteurs).

Ces électrons libres peuvent se mouvoir d'un atome à un autre. Ce sont eux qui transportent le courant électrique dans les conducteurs, lequel n'étant que le mouvement ordonné des électrons libres sous l'influence de forces électriques ou magnétiques.

Des électrons se déplaçant vers la surface d'un corps avec une vitesse suffisante peuvent arriver à s'en arracher. Pour obtenir ce passage il est nécessaire de fournir aux électrons une énergie extérieure, puisque l'énergie normale d'un électron est petite.

Cette énergie peut provenir de sources très différentes : énergie due à la chaleur, énergie emmagasinée dans les champs électriques ou magnétiques, énergie de la lumière ou énergie cinétique des charges électriques bombardant la surface du corps.

V- TYPE D'EMISSION.

Les 4 principales méthodes pour obtenir des électrons libres sont :

- 1) L'émission thermoionique, dans laquelle l'énergie libérée est produite en chauffant le corps et en augmentant ainsi l'énergie thermique des électrons libres.
- 2) L'émission photoélectrique dans laquelle l'énergie de la lumière tombant sur une surface est transmise aux électrons libres.
- 3) L'émission de champ "émission froide" dans laquelle l'énergie électronique est augmentée par la présence d'un champ électrique à la surface du corps, c'est à dire par la concentration de charge positive extérieure à la surface.
- 4) L'émission secondaire, dans laquelle l'énergie nécessaire pour libérer les électrons est obtenue en partant de l'énergie cinétique de charge électrique bombardant la surface du corps.

L'ionisation est une des principales méthodes de grande importance pratique pour obtenir des électrons libres en partant des gaz et des vapeurs.

.../

/....

VI- LE POTENTIEL DE SORTIE.

Il faut dépenser un certain travail pour faire passer un électron de l'intérieur d'un corps à l'espace extérieur. Ce travail est d'autant plus faible que le corps est bon émetteur d'électrons.

Ce travail, au lieu d'être exprimé en joules, s'exprime comme le produit d'une quantité d'électricité par une différence de potentiel.

$W = \varphi \times e$ où $e =$ charge de l'électron $= 1,59 \times 10^{-19}$.

φ = potentiel de sortie = facilité avec laquelle on peut extraire les électrons du corps. L'ordre de grandeur pour le potentiel de sortie des éléments purs est le Volt.

CHAPITRE II

LA PRÉPARATION DES A. POULES

I - LAVAGE

- Utiliser le moins possible d'eau naturelle - filtrage et déminéralisation soignés.
- Utiliser, autant que possible, de l'eau désionisée (ions + et -).
- Vérifier fréquemment la pureté de cette eau en mesurant la résistivité qui ne doit pas tomber en dessous de 500 000 Ω . Normalement celle-ci doit être de l'ordre de 6 M Ω (l'idéal serait 20 M Ω).

Le lavage peut être plus ou moins "raffiné". Un lavage classique utilise uniquement de l'acide HF (concentration 6 à 8 %) et de l'eau (normale et désionisée).

Séquences de lavage possible (recommandée par CORNING)

Position	Solution	Temps
1	H ² O à 60° C	30"
2	Egouttage	30"
3	Lavage acide	30"
4	Rinçage H ² O normale	30"
5	Rinçage H ² O désionisée	30"

Les lavages plus poussés utilisent en plus de l'acide HF, soit un détergent, soit de la soude.

Les deux séquences possibles sont les suivantes :

1°/ Avec NaOH (recommandée par CORNING)

Position	Solution	Temps
1	H ² O à 60° C	15"
2	Egouttage	15"
3	HF 5 à 10 %	15"
4	HF 5 à 10 %	15"
5	H ² O normale	15"
6	H ² O normale	15"
7	NaOH 20 %	15"
8	H ² O normale ou désionisée	30"
9	H ² O désionisée	15"

2°/ Avec un détergent

Celui qui semble donner le meilleur résultat est le PROSOL, un détergent du type Teepol, non moussant.

Position	Solution	Temps
1	H ² O à 60° C	15"
2	H ² O + Prosol à 60° C	15"
3	H ² O à 60° C	15"
4	HF 5 - 10 %	15"
5	H ² O	15"
6	HF 5 - 10 %	15"
7	H ² O	30"
8	H ² O désionisée	15"

Les pressions des différents liquides utilisés varient entre 3 et 4 kg.

De toute façon, s'arranger pour qu'en fonction de la pression, le diamètre du jet soit tel qu'il ne puisse jamais se former de "coussin" de liquide dans le cône. En effet, au moment du lavage acide, le verre "pèle" et si la vitesse de l'eau de rinçage sur les parois du cône n'est pas suffisante, des écailles se déposent au voisinage de la zone de déflexion et retombent sur l'écran pendant la sédimentation. Au moment du versage de la solution fluorescente, l'écaille se décolle entraînant la poudre et provoquant le défaut : trou d'écran.

II - SEDIMENTATION

1°/ Généralités

L'écran fluorescent se compose d'un mélange de diverses substances : la substance fluorescente elle-même, et un certain nombre d'autres composants, dont la fonction est d'assurer une couche bien adhérente et à grain fin.

Ces substances adhérentes exercent une certaine influence sur les propriétés de l'écran, et, en particulier, sur son coefficient d'émission secondaire. Si ce coefficient prend une valeur trop faible, l'écran qui est isolant, peut acquérir, durant le fonctionnement du tube, une forte charge négative, ce qui diminue le rendement de sa fluorescence. Il s'agit donc de choisir et de doser les composants avec soin. Ces composants sont répartis comme suit :

A) la poudre fluorescente : Deux luminophores en sont les composants principaux :

- a) le sulfure de zinc à luminescence bleue
- b) le sulfure de cadmium à luminescence jaune (variable suivant la teneur en cadmium)
- c) les impuretés parmi lesquelles de l'argent en quantité assez importante : activation de la poudre (poudre activée à l'argent).

La granulométrie et le pourcentage des composants respectifs sont fonction du temps de sédimentation désiré. Quand on le peut, il faut toujours le choisir le plus long possible. L'une des meilleures poudres UCLAF actuelles, est la CATHODIX C 600 - temps de sédimentation 25'.

B) le silicate de potassium : Le silicate de K sert à faire adhérer la poudre au verre, il faut donc que le mélange des grains de poudre et du silicate soit parfaitement homogène. Utiliser du silicate de potasse de NOBEL BOZEL (spécifier sur la commande "spécial pour tubes cathodiques) qui est un des meilleurs. Une analyse de ce silicate (TV 8) donne la composition suivante :

$$\text{SiO}^2 = 19,18$$

$$\text{K}^2\text{O} = 8,71$$

Rapport pondéral : 2,20
 Extrait sec : 28,39
 Densité à 20° C : 28,63 ° B⁶
 Teinte : coefficient de transparence 43 (coefficient de l'H²O distillé 40)

Composition théorique

pourcentage de solide : 29,5 ± 0,25
 Rapport pondéral : 3,30 ± 0,05
 SiO₂ : 20 ± 0,5
 K₂O : 9,50 ± 0,25
 transmission : 95 %

C) le nitrate de barium ou l'acétate de barium : il sert d'agent de floculation ou de gélatinisation. Il est nécessaire pour empêcher que la couche qui s'est déposée, glisse, ou que des granulés se détachent lorsqu'on fait basculer le tube pour éliminer le "coussin". Utiliser l'acétate de barium pour l'électronique de PROLABO acétate pur à 99 % - Ba (CH₃CO)₂

2°/ Principe

Dans un "coussin" composé d'eau désionisée et de nitrate (ou d'acétate) de barium, on introduit la "suspension" composée de poudre fluorescente délayée dans du silicate de potasse. Les quantités des différents composants varient en fonction de la poudre utilisée, du temps que l'on s'est fixé pour la sédimentation (qui peut varier de 10' à 25') et de la température.

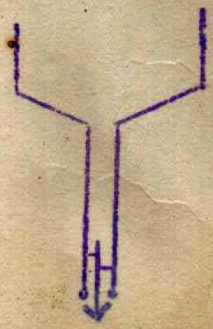
3°/ Mode opératoire

Le réglage de la sédimentation est extrêmement pointu. Si on veut obtenir des conditions répétitives qui permettront de venir à bout des difficultés éventuelles, il faut opérer suivant des conditions rigoureusement constantes :

- opérer dans un local dépoussiéré
- température : 24°5 ± 0°5
- pourcentage d'humidité du local : 55 à 60°
- température du coussin : 14° ± 0°5
- température de la suspension : 18° ± 1°

- Verser dans l'ampoule la quantité de nitrate (ou d'acétate) de barium nécessaire en fonction du type d'ampoule - coussin (voir tableau plus loin). La teneur du coussin en acétate (ou nitrate) doit être contrôlée pratiquement en permanence par une mesure de résistance. Pour le l'acétate de Ba, celle-ci doit être de 2200 Ω ± 20 Ω (multiplie par le coefficient de la cellule). Cette mesure peut se faire au moyen du résistivimètre PHILIPS "Pont de mesure de conductibilité PR 9500 et cellule de mesure type PR 9511 - fabriqué par PHILIPS INDUSTRIE (France)

- Introduire alors la solution au moyen d'un entonnoir spécial dont l'embout est fait de sorte à obtenir la dispersion maximum au moment du versage. Il est important qu'il n'y ait pas de zone qui ne soit atteinte du premier coup, aussi le réglage de la hauteur de l'embout par rapport au niveau du liquide a-t-il une grande importance (en particulier pour le défaut : centre jaune).



Celui-ci sera obtenu par tâtonnement à partir du réglage de base qui est : extrémité de la canne affleurant la surface du coussin
 -Après versage de la suspension, injecter une petite quantité d'eau pour rincer l'entonnoir de façon à avoir une quantité de poudre par ampoule rigoureusement constante.
 - Attendre le temps nécessaire à la sédimentation et vider l'ampoule en la faisant basculer selon le petit axe et en faisant attention d'éviter toute secousse. Il est important que le versage se fasse sans "glou-glou"; aussi faut-il soit ménager une entrée d'air par un tuyau en matière plastique, soit vider la plus grande partie du coussin au moyen d'une pompe.



Quantité nécessaire des différents éléments en fonction de l'agent de floculation utilisé

A) Agent de floculation : nitrate de bar. up

TYPE	Poudre SYLVANIA C R 405				Poudre UCLAF 0 600			
	(NO ₃) ² Ba à 250mg/l	SiO ₃ K ² à 35g/l	poudre CR 405	H ₂ O	(NO ₃) ² Ba à 250 mg/l	SiO ₃ K ² à 35g/l	poudre UCLAF	H ₂ O
17/90	18,51 ± 0,5	1360cc ± 25 193,6 (42,4/Lc)	13,5gr ± 0,25	Quantité suffisante pour que silicate+poudre+H ₂ O = 11	81 ± 0,5	1360cc ± 25 45cc/Lc coussin	13gr ± 0,20	Quantité suffisante pour que silicate+poudre+H ₂ O = 11
21/90	15,51 ± 0,5	1570cc ± 25 26,3 (37/Lc)	7gr ± 0,25		141 ± 0,5	1570cc ± 25 40,7 / Lc coussin	16gr ± 0,25	
21/110	15,51 ± 0,5	1570cc ± 25 25,6	7gr ± 0,25		141 ± 0,5	1570cc ± 25	16gr ± 0,25	
19/110	9,51 ± 0,5	1370cc ± 25 (39/Lc)	5gr ± 0,25		91 ± 0,5	1370cc ± 25 41cc / Lc coussin	13,75gr ± 0,20	
23/110	15,51 ± 0,5	1570cc ± 25	7gr ± 0,25		141 ± 0,5	1570cc ± 25	16gr ± 0,25	

Coussin

Suspension

Coussin

Suspension

109 15gr 210³ K₂
 25gr Ni

RAR = 0,356 L/L PVPF
- 19 -

B) Agent de floculation : acétate de barium

% Si / Acétate 19" = 25,7
23" = 28,8

Poudre UCLAF C 600 ou SYLVANIA P 4						
Quantité acétate par litre	60 mg/l 0,66/L		570 mg/l 0,570/L		60 mg/l ? 0	
Résistivité	2 200xcoeff. cellule 19"		2 300xcoeff. cellule 19"		2 200xcoeff. cellule 19"	
	23"		23"		23"	
Quantité du mélange H ² O + acétate - coussin	9 l		18 l		9 l	
	18 l		18 l		18 l	
Préparation fluoescence - suspension	190 cc		190 cc		190 cc	
	190 cc		190 cc		190 cc	
H ² O de rinçage de l'entonnoir et du récipient contenant la suspension	950 cc		1 450 cc		950 cc	
	1 450 cc		1 450 cc		1 450 cc	
Silicate de potasse	NOBEL BOZEL PS 6	335 cc		600 cc		
		37/L coussin		33,3/L coussin		
	NOBEL BOZEL TV 8			350 cc		34,7 cc / L de coussin
				625 cc		(35 cc / L coussin)
	HENKELS B SB20			Ad Sedra Neillus	Ad the vial Mallone	335 cc
						600 cc

Q Totale = 10,49 Litre 20,265 Litre

Préparation de la suspension

Selon la quantité de tubes à fabriquer on préparera plus ou moins de suspension à la fois.

Exemple de préparation de la suspension

- A/ Avec nitrate de barium - - - tableau A

- 75 gr. de poudre
- 20 cc de SiO₂ K² à 35 gr/l
- 70 cc d'H²O déminéralisée
- 80 gr. de billes de verre Ø 65 m/m

Mettre le tout dans un flacon de 300 cc. Brasser 10' à une vitesse de 45t/minute.

Puis mélanger la quantité de liquide correspondant au nombre de grammes de poudre nécessaire par ampoule, au silicate de potasse et à l'eau désionisée formant la suspension.

Exemple : ampoules 23"110° - poudre CR 405 (tableau A)

SiO ₃ K ²	570 cc
Mélange précédent	280 cc (correspondant à 7 gr. de poudre)
H ² O	150 cc

Volume total 1 litre

B/ -Avec acétate de barium - tableau B

a) poudre UCLAF CATHODIX C 600

- pour des ampoules 23"

- Poudre 700 gr.
 - 660 cc de H²O
 - 40 cc de silicate de potasse à 28%
- (mettre le tout dans un flacon contenant des billes en verre. Rouler pendant 10' à une vitesse de 45t/minute)

Puis verser le mélange précédent dans un agitateur de capacité 25 litres. Rincer deux fois la bouteille avec une quantité totale d'H²O. Prélever, par ampoule, la quantité de liquide indiquée au tableau B pour former la suspension. Rincer deux fois le récipient ayant contenu la suspension avec la quantité d'eau indiquée au tableau B et verser dans l'ampoule.

- pour des ampoules 19" : même processus que pour le 23", mais la quantité de poudre passe de 700 à 400 gr.

b) poudre américaine P4 (Radelin P 4 - W 74.0M)

Même processus mais la quantité de poudre passe à 800 gr. pour des 23" et 500 gr. pour des 19".

4°/ Adhérence du dépôt fluorescent

L'adhérence est fonction du rapport silicate-nitrate (lequel est déterminé par la granulométrie de la poudre utilisée). Il faut que l'adhérence humide soit bonne, pour ne pas avoir de trou au moment du versage ; il faut que l'adhérence sèche soit excellente pour ne pas avoir d'arrachage de poudre au moment du mouillage qui précède le laquage. Ces deux types d'adhérence sont inversement proportionnels et il faut trouver le compromis qui donne le total : trous d'écrans + décollement aussi petit que possible.

L'adhérence humide : est proportionnelle à la quantité de nitrate (et inversement proportionnelle à la quantité de silicate).

L'adhérence sèche : est proportionnelle à la quantité de silicate.

Une solution pour avoir une bonne adhérence humide sans que l'adhérence sèche soit affectée, est la suivante :

Diminuer la quantité de silicate de façon à avoir une bonne adhérence humide, et pendant l'opération de séchage, injecter quand l'écran est encore humide, de l'air chargé de vapeurs de silicate de méthyl.

Le silicate de méthyl cristallise et augmente le pourcentage de silicate de l'écran, amenant ainsi une amélioration de l'adhérence sèche.

Mode opératoire : faire barboter l'air de séchage dans un récipient contenant du silicate de méthyl

	19"110°	23"110°
Débit de l'air	3 l/min.	3,5 l/min.
temps d'injection	45"	45"

Nota : les vapeurs de silicate de méthyl sont nocives pour l'homme (pouvant provoquer la cécité).

Quand on n'utilise pas le silicate de méthyl, il faut jouer sur la répartition silicate/nitrate (ou acétate) du coussin. L'expérience a montré qu'il fallait garder constante, la quantité de silicate, et jouer sur la quantité d'acétate (dont on peut faire varier le pourcentage entre 58 et 62 ~~g~~ mg/L)

5°/ Séchage du dépôt fluorescent

Doit avoir lieu le plus tôt possible, après sédimentation. 2 procédés

- A) par air sec (déshydraté) et chaud, plus éventuellement chauffage extérieur aux infrarouges.
- B) par air sec froid (25°) plus arrosage extérieur ; température de l'eau : 37° (le système doit être utilisé quand on se sert du soufflage de silicate de méthyl).

Mode opératoire

Le séchage doit se faire en commençant par le bord (importance de la position de la canne d'injection d'air) et finir par le centre de l'écran. Continuer l'opération de séchage 2' à 3' après que la marque d'humidité centrale ait disparu.

Les trous de sortie d'air de la canne de séchage doivent se trouver à hauteur de la soudure cône-écran, et être assez gros de façon à avoir à la sortie, une pression aussi basse que possible.

Dans le séchage type A, la température de l'air peut varier de 40 à 90° selon que l'on utilise ou non un chauffage d'appoint aux infrarouges ; le débit de l'air est le même que pour le type B ci-après.

Séchage type B

	17"110°	19"110°	21/70 et 90	21"110°	23"110°
Température de l'eau d'arrosage	37° ± 4	37° ± 4	37° ± 4	37° ± 4	37° ± 4
Débit de l'eau d'arrosage	4 l/min.	4 l/min.	4 l/min.	4 l/min.	4 l/min.
Débit de l'air	40 l/min.	40 l/min.	55 l/min.	60 l/min.	60 l/min.

6°/ Annexe : Déminéralisation des eaux

L'eau utilisée pour l'assédimentation doit être débarrassée de tous métaux, matières organiques ou minérales, matières en suspension, afin d'être spécifiquement neutre.

Le processus employé est le suivant :

- diriger l'eau sous pression, vers des filtres Degremont équipés de silex spéciaux et de sable qui ont pour but d'arrêter la boue, la glaise et les matières en suspension.
- lui faire traverser ensuite des filtres équipés de charbon actif avide de matières grasses, et de matières organiques. Toujours sous pression, l'eau passera ensuite dans une cuve équipée de résines "cations" négatives et sera déversée en pluie très fine dans une tour de dégazage où un contre-courant combiné à un système de succion, aspirera le CO² qu'elle pourrait contenir. De là, elle sera conduite vers un appareil contenant des résines dont le but est de la débarrasser de toutes les matières organiques et minérales qu'elle pourrait encore contenir. Ces résines sont de petits grains de matière organique de différentes grosseurs et qui ont des charges différentes.

On les distingue facilement à leur couleur. Les résines "anions" sont de couleur blonde et les résines "cations" de couleur brune. Elles sont de volume et de poids différents. Les résines "cations" et "anions" qui sont alors mélangées tendent à équilibrer leur charge au passage des anions et des cations contenus dans l'eau, qui, elle, au contraire, s'en débarrasse.

L'eau désionisée doit être filtrée avant son utilisation. Utiliser de préférence des filtres avec cartouche en Téflon : filtres Micro-Klean

Fabricant : C.ano Engineering Corporation
(American Machine & Foundry Company - NEW YORK - N.Y.)

Adresse en France :

A M F C.ano
Chemin du Contre Halage
Les Attaques (Pas de Calais)

III - LAQUAGE

L'état de surface de la couche fluorescente au sortir du séchage présente des aspérités, des irrégularités qui risquent d'apporter un certain nombre d'inconvénient lors de l'opération suivante. C'est pourquoi on procède à l'injection sous pression, et par rotation, d'une mince pellicule de laque qui a pour but de rendre lisse la surface intérieure de l'écran fluorescent.

Afin de permettre une meilleure répartition de cette pellicule, on mouille l'écran à l'aide d'eau désionisée, (additionnée éventuellement d'une très faible quantité de silicate ou de PVA.)

La pellicule de laque est constituée par une matière translucide composée de luote dissoute dans du toluène. Elle n'est déposée sur l'écran qu'à titre provisoire et pour permettre l'opération suivante.

Le laquage est le point le plus critique de la préparation. En effet, il faut que la couche de laque soit parfaitement homogène : la moindre surépaisseur amenant une tache sur l'écran, ou un décollement de l'aluminium ; aussi, est-il indispensable que cette opération soit réalisée dans des conditions de température rigoureusement homogène en particulier, il faut veiller à ce que les différences de température :

- entre l'intérieur et l'extérieur de l'ampoule
- entre les différentes parties de l'écran
- de la laque
- de l'air ambiant
- de l'eau de mouillage

ne présentent jamais un écart supérieur à 2° C ; la température idéale étant située entre 24 et 28° C.

1°/ Le mouillage

Utiliser de l'eau désionisée additionnée d'alcool polyvinilique (PVA). Le PVA facilite le mouillage, et augmente la luminosité de l'écran fluorescent.

Le PVA se trouve dans le commerce sous le nom de RHODOVIOL HS 100 (fabriqué par Rhône-Poulenc). Sa préparation est la suivante :

- faire d'abord une solution à 5 % dans de l'eau à 90° C ; utiliser la solution ainsi obtenue diluée, à raison de 0,25 % dans l'eau de mouillage
- avant l'emploi, brasser 10'.

mode opératoire

Le mouillage peut s'effectuer :

a) par versage d'une certaine quantité d'eau dans l'ampoule

- verser l'eau lentement de façon à éviter des projections de gouttelettes d'eau sur l'écran
- balancer lentement l'ampoule de façon à bien mouiller toute la poudre fluorescente.
- vider l'excédent d'eau
- égoutter.

b) par injection d'eau sous pression et centrifugation

- hauteur de l'injecteur : 16 cm de l'écran pour un 23"
- pression d'eau : telle que le jet dépasse de 5 cm la position de l'écran quand on retire l'ampoule
- diamètre du jet : 2 mm environ
- rotation 45t/min. pendant 25"

{	rotation avant injection	5" ou 4"
	injection	4" à 5"
	centrifugation	16"
		25"

- égouttage : 50"
 Il vaut mieux ne pas attendre plus de 3' après le mouillage pour effectuer le laquage. En tout état de cause, ne jamais attendre plus de 5'

2°/ Laquage proprement dit

A) Composition de la laque

- toluène 93 %
- matières solides 7% comprenant {
 - (1/2 lucite 45 (Dupont de Nemours)
 - (1/4 paraloid B82
 - (1/4 plerigome P 26
 - (1/4 plexisol P 550
- peut être achetée toute préparée chez : ROHM et HAASE
- ajouter 5 grammes par litre de : rouge ORGANOL BS (Cie Française des matières colorantes, 9 avenue Georges V - Paris). Cette couleur disparaît à la cuisson et permet un réglage parfait de l'injection.
- Filtrer après préparation

B) Injection de la laque

- viscosité du mélange à employer : 4,95 à 5 centipoises à 20° C
- le laquage se fait par pulvérisation sous pression et centrifugation de la laque
- injecteur à utiliser : type Teejet 11001 (pour 110°)
- fabricant : WATERCOOLING Co 71 Massan Street N.Y. 38 (N.Y.)

- hauteur de l'injecteur par rapport à la ligne de référence : environ 115 m/m. Le réglage se fait par tâtonnement à partir de cette position (utilité de la laque teintée)
- pression de la laque : 1,8 kg pour ampoule 19"
2,3 kg pour ampoule 23"
- injection et centrifugation : 4 " à 7 " selon le type d'ampoule et la déflexion : 4 " pour une 110°
- centrifugation après injection : 16"
- rotation : 45t/min.

3°/ Egouttage

Retourner l'ampoule col en bas. Boucher le col pour éviter une évaporation trop rapide au moyen d'un ressort supportant un godet dans lequel s'accumulera la laque en excédent.

temps d'égouttage : 20 à 25"



4°/ Coupage de la laque sur le cône

- au moyen d'un tourniquet
- température de l'eau 15°
- débit 3 l/min.
- Temps : 80"
- vitesse du tourniquet 12t/min.
- position de l'extrémité du jet d'eau : ligne de soudure (sur le gd côté)
- la base de la partie verticale du tourniquet peut être percée de 3 trous afin d'obtenir un lavage intensif de la zone à graphiter (zone de déflexion)

5°/ Séchage de la laque

Par injection d'air sec et chaud doublé éventuellement d'un chauffage extérieur aux infrarouges.

- température de l'air : 50 à 60° C
- débit 55 l/min. pour un 23" ; 30 l/min. pour un 19°.
- hauteur de l'injecteur par rapport au centre face : 95 m/m pour un 23°.

IV - GRAPHITAGE INTERIEUR

Cette opération a pour but de relier, à l'aide d'une pellicule de graphite déposée intérieurement sur le verre, l'anode finale du montage (dernière grille de canon) avec le contact extérieur de cette anode.

Elle consiste à établir un contact par le graphite qui est un corps bon conducteur et que l'on dépose à l'aide d'une brosse sous forme d'un trait partant du bouton et allant jusqu'au départ du cône où il se termine par une couronne placée entre la fin du col et le début du cône.

La couche de graphite doit être déposée de manière continue et régulière et son adhérence sur le verre doit être parfaite pour éviter au cours du fonctionnement sous T.H.T. des chutes de petites particules de graphite qui sont la cause de perturbations dans le fonctionnement du tube cathodique.

- utiliser pour passer le graphite, une brosse d'horloger assez souple (brosse de la Cie Générale de Brosserie à Mouy, Oise - qualité 1/2 douce ; 3 rangées de soies ; support plastique).
- Il faut s'efforcer de déposer la quantité minimum de graphite, en particulier, sur la zone de déflexion, pour cela, il est recommandé de faire tourner l'ampoule (vitesse : 90 T/min.)
- Utiliser du graphite au silicate qui adhère mieux que le graphite ordinaire. Le meilleur est celui de : ACHESON COLLOIDEN N.Y. à Scheemda, Hollande.

Graphite pour intérieur

*Tube Radar Norme
Aluminium Schott : id a 17/706B
- Héli = 150 mg (1/2 de 24")
- Distance Remontée centre face
178 mm
- Tout l'héli doit être évaporé en
40-45"
- Visité avant commencer aluminium
- visité 5 x 10⁻⁴
- Avant rentrée d'air : attendre
que le R soit complètement refroidi*

V - ALUMINISATION

Pour permettre une meilleure "brillance" d'un tube cathodique, ainsi que pour faciliter son émission secondaire, c'est-à-dire le retour des électrons qui viennent frapper la poudre fluorescente, il est nécessaire de recouvrir toute la surface interne de l'ampoule d'une fine couche d'aluminium.

Cette couche doit être suffisamment mince pour ne pas être une barrière arrêtant les électrons. Elle est déposée par vaporisation de l'aluminium sous vide.

La machine servant à cet effet, doit pouvoir fournir un vide minimum de 10^{-4} m/m de Hg. Le vide est contrôlé à l'aide d'une jauge de penning, juste avant la fusion de l'aluminium. Cette fusion est obtenue grâce à une résistance de tungstène portée à forte température.

L'aluminium déposé sur cette résistance atteint très rapidement son point de fusion et se trouve alors volatilisé. Il vient se déposer en une couche uniforme également répartie sur toute la surface intérieure de l'ampoule.

Forme de la résistance

résistance en M



fil d'alu torsadé



résistance panier

- l'aluminisation se fait en 2 temps
- préfusion (I = 25 A - V = 2 v t = 30"
- (I = 35 A - V = 2,8 v t = 30"
- fusion (I = 50 A - V = 4,8 v 23" (4,5 pour une 19") t = 30"
- Utiliser du fil d'alu à 99,9 % de pureté ; ϕ 0,5 m/m
- Poids : pour une 23" 290 mg -
- " " 19" 130 mg -

- la position de la résistance à une grande importance sur la répartition de l'aluminium
- Par rapport au centre face, le sommet de la résistance doit être à
- 150 m/m pour une 23"
- 130 m/m pour une 19"

Après aluminisation, lente entrée d'air filtré.

- On mesure la répartition d'épaisseur de l'aluminium au moyen d'une jauge à effet capacitif. Si la répartition de l'alu est correcte, les mesures lues pour le centre face doivent être, en moyenne trois fois supérieures à celles lues au bord.

= (50 unités penning)

16-4

VI - CULSSON

Destinée à éliminer la couche de laque.

La plupart des poudres s'altèrent si on dépasse la température de 410°.

A la sortie d'arche éliminer les vapeurs de laque contenues dans l'ampoule et qui sont la principale source d'empoisonnement de cathode, en soufflant de l'air pendant une minute.

La quantité d'air insufflé doit être le triple du volume de l'ampoule (23^m - capacité / 30 l - soufflet : 90 l)

Pendant le soufflage, taper sur l'écran au moyen d'un solide tuyau de caoutchouc de façon à faire vibrer suffisamment l'ampoule pour que les impuretés ou les morceaux de sédimentation mal collés, se détachent et tombent.

(Après refroidissement total de l'ampoule, laver le manchon en le trempant dans une solution d'acide fluorhydrique à 1,5 %)

VII - FERMETURE

La fermeture consiste à fixer le canon dans l'ampoule par un scellage qui doit être aussi parfait que possible afin d'éviter toute entrée d'air ultérieure dans le tube qui le mettrait immédiatement hors d'usage.

A partir de cet instant, il ne sera plus possible d'enlever une impureté éventuelle qui se sera glissée à l'intérieur de l'ampoule (voir recommandation générale), aussi, les précautions de propreté doivent-elles être rigoureuses. Avant d'insérer le montage, l'intérieur du col de l'ampoule sera encore une fois nettoyé à l'alcool et essuyé avec une peau de chamois.

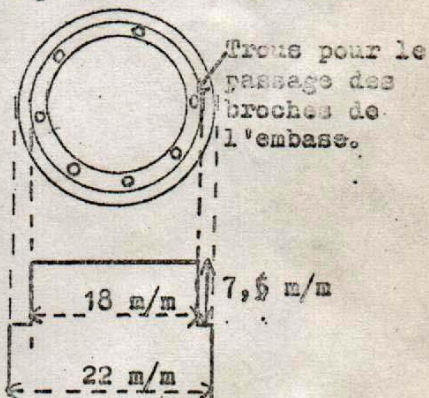
L'ampoule et son montage étant placés sur la scelleuse, on procédera à un centrage minutieux de l'embase, puis on commencera à insuffler, par le queusot, un mélange d'azote (90 %) et d'hydrogène (10 %) dans le but d'éviter l'oxydation du montage pendant la fermeture. Cette insufflation sera stoppée au moment de la soudure. Débit maxi : 2 l/min.

Le mélange doit être sec et exempt d'oxygène. Pour ce faire, l'azote sera désoxygéné à l'aide d'un épurateur (DEOXO fabriqué par STAIN et ROUBAIX par exemple) puis le mélange passera dans un assécheur à l'alumine ou au silicagel.

1°/ Préchauffage

Matériel nécessaire au scellage

A) support de l'embase



B) brûleurs : si on veut obtenir une bonne soudure, particulièrement sur les machines multi-positions, il est nécessaire d'utiliser, pour le préchauffage et le recuit, des brûleurs paraboliques qui permettent de diriger la chaleur là où on en a besoin.

2°/ Processus

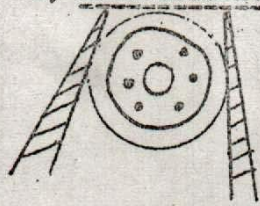
A) Préchauffage : Durant le préchauffage, il faut chauffer, non seulement le col de l'ampoule, mais aussi l'embase par l'intermédiaire de la tige support (prolongation de la broche de scellement).

Le préchauffage sera poursuivi jusqu'à ce qu'on ait atteint la température de 410° pour le col et 450° C pour la tige. Vérifier la température au moyen de craie THERMOCHRON (n° 2820 A.W. FABER - Castell Stein bei Nurnberg - Allemagne).

B/ Soudure

Les brûleurs ne doivent jamais être braqués perpendiculairement sur la broche de scellement mais tangentiellement, de façon à ne pas risquer de toucher les broches de l'embase ou le queusot.

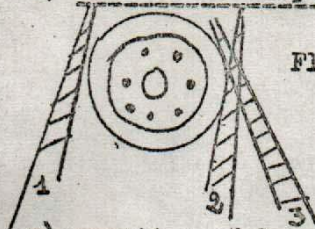
a) Affaissement



Les deux flammes à la même hauteur - le centre de la flamme à la hauteur au-dessus de l'embase.

Flamme

b) Soudure et coupe



Flamme 1 3/4 au dessus de la broche de scellement
 " 2 juste au-dessus de la "
 " 3 juste au-dessus de la "

c) recuit : régler les différents brûleurs de façon à avoir une soudure en légère compression. Pour cela, il faudra que le centre de l'embase soit légèrement plus chaud que l'extérieur au moment où on traversera la température correspondant au "setting-point".

Si les températures aux différents stades de la soudure sont inadéquates, on obtiendra des fêlures dont la forme et la position permettront de déterminer les corrections à effectuer

3°/ Correction des défauts de soudure

A) Préchauffage

L'intérieur de l'embase est chauffé par un chalumeau au gaz qui chauffe la tige. De plus, le gaz mixte passant par le centre de l'embase réchauffe tout autour du centre, la chaleur qu'il a prise en passant par la tige.

L'extérieur, du fait de la rotation se chauffera moins vite que l'intérieur.

Au départ, nous avons sur l'embase, une légère compression tangentielle et une traction radiale ; on lui superpose pendant le préchauffage, une traction tangentielle et une compression radiale assez importante.

a) fêlure radiale *perpendiculaire*

- fêlure ~~radiale~~ *perpendiculaire* à la contrainte de traction d'où traction tangentielle
- de plus quand on passe d'une zone chaude à une zone froide, on passe d'une zone de compression à une zone de traction
- on a traction tangentielle donc : extérieur plus froid que le centre.

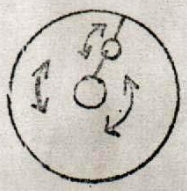
Correction : diminuer la température du centre grâce aux brûleurs paraboliques de façon à chauffer moins le centre et plus, l'extérieur.

b) fêlure tangentielle

traction radiale = compression tangentielle trop forte. Donc le centre n'est pas assez chaud

correction : augmenter le chauffage de la tige.

c) fêlure aux broches



1) la fêlure se produit suivant un rayon de l'embase et de part et d'autre de la broche.

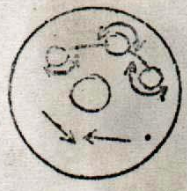
Par rapport à l'embase, la fêlure est radiale, on a donc une traction tangentielle.

Mais cette fêlure est également radiale par rapport à la broche. On a donc tout autour de la broche une traction tangentielle trop forte. Cette dernière venant s'ajouter à la traction tangentielle de l'embase, dépassera la traction limite de rupture et occasionnera une fêlure.

2) fêlure entre deux broches par rapport à l'embase

- fêlure tangentielle donc, traction radiale de l'embase (intérieur pas assez chaud)

- mais également autour de la broche, forte traction tangentielle et compression radiale : la fêlure est tangentielle à l'embase, mais radiale par rapport aux broches.



La broche est donc trop chauffée.

Dans les deux cas, la fêlure provient surtout d'un surchauffage des broches donnant une forte traction tangentielle autour des broches, à laquelle viennent s'ajouter les contraintes existant dans l'embase.

Ceci peut être dû également à une surélévation de l'embase sur le haut de la tige, présentant ainsi les broches aux brûleurs.

Correction : ces défauts proviennent de broches trop chaudes : brûleurs trop près (les éloigner) ou trop de flamme

Nota : Il est possible que ces fêlures ne soient vues qu'au déchargement de la scelleuse. On peut reconnaître si la fêlure a été provoqué avant ou après la soudure : les bords de la fêlure s'arrondissent au moment de la soudure.

B) Recuit et refroidissement

Par la rotation des têtes, l'extérieur se refroidit plus vite que le centre. On a une inversion des températures dans l'embase : centre plus chaud que l'extérieur (en effet, pendant le scellage, l'extérieur est beaucoup plus chauffé que le centre). Mais le début de la recuisson, après scellage, maintient les températures au-dessous de la zone d'annihilation des contraintes - pas de contraintes dans l'embase. Or nous savons que c'est au moment où l'on passe à la température minimum d'annulation des contraintes que l'on déterminera les contraintes finales (en l'occurrence, on cherche une légère compression tangentielle et une traction radiale (c'est-à-dire que lorsqu'on sera à la température minimum d'annulation des contraintes (setting point) il nous faudra un léger surchauffage de l'intérieur sur l'extérieur. Ensuite l'extérieur se refroidira très vite, mais ces contraintes ne seront que temporaires et disparaîtront après refroidissement complet. Ces contraintes temporaires peuvent amener des fêlures, si elles sont trop grandes : il faut donc que la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur soit la plus petite possible.

Accidents du refroidissement

a) Fêlures tangentielles

- traction radiale trop forte : l'intérieur se refroidit plus vite que l'extérieur.

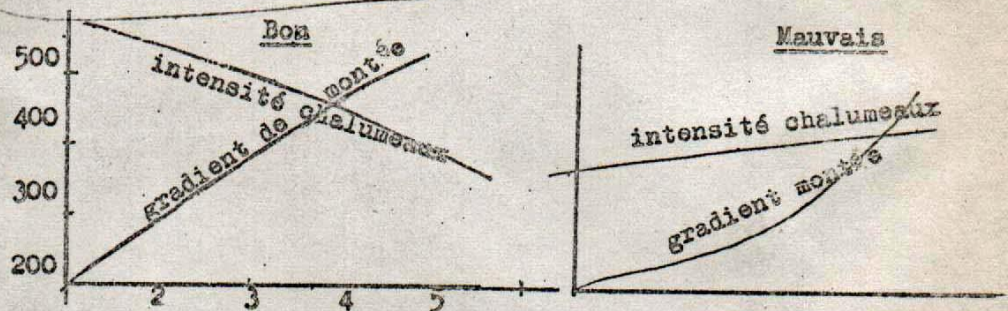
Correction : braquer les brûleurs paraboliques plus au centre, ou diminuer les paraboliques de recuit et compenser en augmentant le chauffage de la tige avant scellage.

b) Fêlures radiales

Traction tangentielle trop forte : l'extérieur se refroidit trop vite.

Correction : réchauffer moins le centre et diminuer légèrement le chauffage de la tige avant scellage.

7 Dans tous les cas, on a intérêt à avoir un chauffage de latige, comme à gauche.



d) Fêlures de manchons

Vérifier que la partie du manchon face à l'embase est bien entre 410 et 450° au moment du scellage.

Voir si l'anneau de tension situé à 1,5 cm environ au-dessus de l'embase a été recuit suffisamment.

CHAPITRE III

LA FINITION DES TUBES CATHODIQUES

I - POMPAGE

La lampe, c'est-à-dire l'ampoule + le montage sortant de la machine à fermer, va être placée sur un bâti individuel et autonome, capable de fournir un vide suffisamment poussé, nécessaire à son fonctionnement.

Ce bâti comporte un ensemble de pompes permettant d'effectuer simultanément un vide primaire, ainsi qu'un vide plus poussé. Il se décompose comme suit :

- a) une pompe à palettes fournissant le vide primaire nécessaire à l'amorçage de la pompe à diffusion.
- b) une pompe à vapeur d'huile de silicone (pompe diffusion) donnant un vide de l'ordre de 10^{-5} m/m Hg.
- c) une pompe à eau indispensable pour la condensation des vapeurs d'huile de silicone.
- d) une série de balais basse tension qui serviront à donner, au cours du pompage, une tension au filament aux grilles 1, 2 et 3 à la cathode, ainsi qu'aux résistances des fours de préchauffage et de coupe du queusot.
- e) une autre série de balais qui, eux, alimenteront les moteurs des pompes en haute tension, ainsi que la résistance de la chaufferette nécessaire pour porter de l'huile de silicone à ébullition.

Le pompage se décompose en 3 phases principales :

- A) Le vide : obtenu à l'aide des pompes et en portant l'ensemble à vider à une certaine température pour le faire dégazer.
- B) La formation de la cathode : obtenue par la décomposition des carbonates de barium-strontium de la cathode qui sont stables à l'air, en oxydes de barium-strontium qui, eux, ne le sont pas, mais sont, par contre, émissifs.
Cette décomposition s'effectue en portant la cathode à cette température à l'abri de l'air (donc sous vide) à l'aide du métal constituant le support de la cathode (nickel actif au magnésium ou au silicium).
Les carbonates composant la cathode peuvent être, soit des carbonates doubles de barium-strontium, soit des carbonates triples de barium-strontium-calcium.

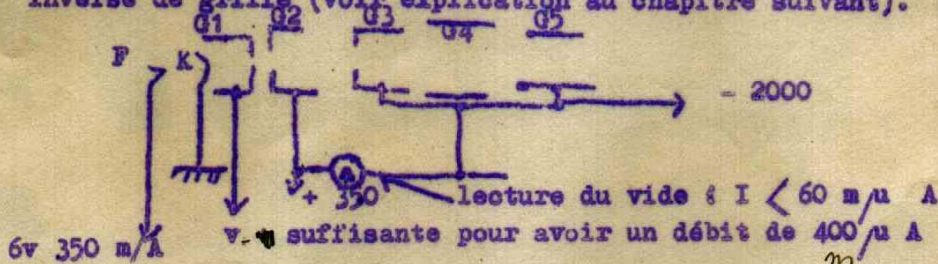
Si ce sont des carbonates doubles, la température de transformation doit être atteinte immédiatement.

Si ce sont des carbonates triples, un long préchauffage est nécessaire; d'où deux types de traitement :

carbonate double			carbonate triple			
I Filament	Temps	H F	V Filament	I Filament	Temps	H F
400 milli/A	3'	non	0	0	5'	oui
370 "	22'		5,5	235 mill	5'	oui
			7,5	290	5'	non
			9,0	330	5'	"
			12,5	380	1, 5'	"
			7,5	290	5' au moins	

Durant le traitement haute fréquence, la température de la grille 1, doit atteindre 750-800°. Faire attention à ce que les bobines HF ne dépassent pas le fond de la grille 1 afin de prévenir un échauffement intempestif des picots engagés dans les bâtonnets soutenant le canon, qui pourrait provoquer une fêlure du bâtonnet. Il faut commencer le traitement de la cathode dans la dernière demi-heure du cycle de pompage.

Il ne faut pas commencer le traitement de la cathode avant d'avoir atteint un vide suffisant $\sim (10^{-5})$. Pour cela, on peut, soit faire une mesure avec une jauge à ionisation soudée sur une ampoule qui permettra de dire à partir de quel endroit de l'arche de pompage, le vide adéquat est atteint. En tout état de cause, ne pas commencer avant que l'ampoule ait subi une température $> 375^\circ$ pendant au moins 11'. Un système simple permet d'utiliser le canon du tube lui-même comme jauge à ionisation : en effet, bien que la cathode ne soit pas encore formée dès qu'on commence à la chauffer, il se produit une petite émission électronique suffisante pour permettre le montage suivant : mesure par courant inverse de grille (voir explication au chapitre suivant).



C) Fermeture

de la lampe sous vide par l'intermédiaire d'un four électrique

- préchauffage 4/5'
- scellage 1'
- recuisson après coupe 1' 30"

LES différents défauts provenant de la fermeture sont indiqués par le tableau ci-après.

	<p>Bon -</p>
	<p>L'angle formé entre la bulle et le queusot est trop aigu. Echauffage trop faible.</p>
	<p>Bulle trop grande. Intensité de scellage trop grande.</p>
	<p>Bulle décentrée Mauvaise position des spires du four de scellage.</p>
	<p>Bulle décentrée et trop importante Mauvaise position des spires du four de scellage et intensité de scellage trop grande.</p>
	<p>Formation d'une bulle d'air. Différence de température entre l'intérieur et l'extérieur.</p>
	<p><u>Mauvais</u> : cause de fuite Résistance de chauffage pas assez puissante, ou queusot sale à l'endroit du scellage.</p>

D) Annexe

Les pompes à vide

a/ Structure des gaz et vapeurs : Un milieu gazeux doit être considéré comme formé d'un nombre considérable de particules de dimensions extrêmement faibles, molécules ou atomes. Elles sont animées de mouvements rectilignes qui ne sont troublés que par leurs chocs incessants contre les autres particules ou contre la paroi du récipient qui les contient. La trajectoire d'une particule est par suite, une ligne brisée irrégulière, formée d'éléments rectilignes.

Les chocs sur la paroi sont la cause de pression exercée sur elle par les gaz. La liberté de ces mouvements explique la diffusion des gaz dans tous les espaces vides qui leur sont offerts.

C'est l'agitation de ces particules ou plus exactement leur énergie qui représente la chaleur contenue dans le gaz et pour des particules données, la vitesse mesure la température.

L'écartement relativement grand des molécules gazeuses vis-à-vis de leur diamètre permet en première approximation de les considérer comme des points matériels sans dimensions, ce qui introduit une grande simplification dans les calculs.

b) Unités de pression : L'unité C.G.S. de pression est la barye qui correspond à un effort d'une dyne uniformément réparti sur une surface de 1 cm carré.

la millibarye vaut 10^{-3} baryes

la mégabarye vaut 10^{-6} baryes

On mesure aussi en hauteurs équivalentes de mercure. Entre les diverses unités de pression, on a la correspondance suivante :

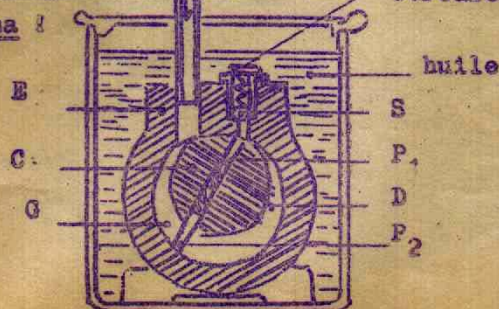
1 pièze (unité MTS) = 10^4 baryes

1 atmosphère normale = 750 mmHg

1 mmHg aspiration = 1342 baryes

c) Pompes rotatives à palettes refoulement

Schéma :



Une enveloppe cylindrique E communique : d'une part avec la tubulure d'aspiration, d'autre part avec l'orifice de refoulement. A l'intérieur de l'enveloppe se trouve un cylindre C constamment tangent en T à une génératrice de l'enveloppe. Dans ce cylindre coulissent à frottement doux, deux palettes P1 et P2 qu'un ressort maintient constamment appuyées contre la paroi interne du corps de pompe.

L'espace compris entre l'enveloppe et le cylindre se trouve divisée en 2 parties ; le gaz est aspiré dans celle de gauche G1 qui augmente de volume, comprimé dans celle de droite D qui diminue de volume et refoulé vers l'extérieur par l'intermédiaire de la soupape S.

L'ensemble est immergé dans un bac rempli d'huile spéciale. Par suite de sa viscosité, cette huile n'entre dans la pompe que par petites quantités, suffisantes pour effectuer le graissage rationnel. Elle évite toute rentrée d'air extérieur.

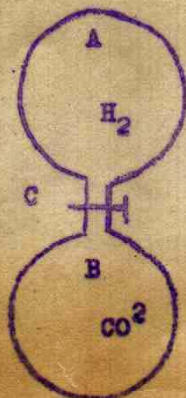
La soupape S, placée en dessous du niveau d'huile dans le bac, joue un rôle important dans le fonctionnement de la pompe. En effet, lorsqu'une des palettes passe devant l'orifice de refoulement, cette soupape se soulève pour permettre l'évacuation du gaz et de l'huile, puis retombe immédiatement sur son siège. Il n'y a donc aucune communication entre la partie D et l'air extérieur.

La pression en D est voisine de celle qui régné en G1 puisque ces deux volumes sont mis successivement en communication avec le récipient à vider. Cette différence de pression est très faible, et réduit les fuites entre les compartiments de la pompe.

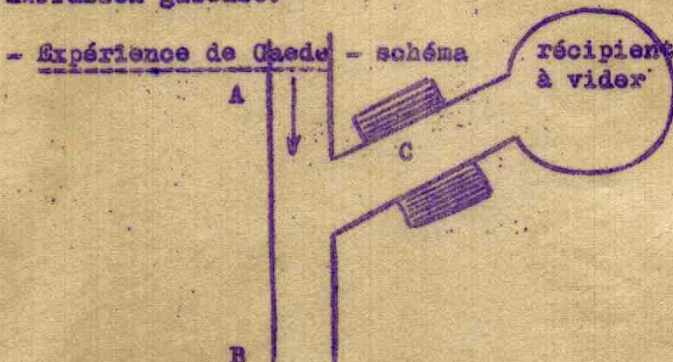
Dans la pratique, après un certain usage, ces pompes donnent un vide compris entre 0,1 et 0,01 mm/Hg

d) Pompes à diffusion

α- expérience de Berthollet - schéma



Considérons deux récipients A et B placés verticalement et reliés par une tubulure étanche munie d'un robinet C fermé. A est rempli d'un gaz léger, H₂, par exemple, et B d'un gaz lourd, du CO₂, tous les deux dans les mêmes conditions de température et de pression. Si nous ouvrons C, nous constatons au bout d'un certain temps la présence dans A et B de mélanges identiques de CO₂ et H₂. C'est le phénomène de la diffusion gazeuse.



Considérons une canalisation AB dans laquelle circule dans le sens de la flèche, une vapeur condensable. Sur cette canalisation est branché un tube C, refroidi par une circulation d'eau, qui relie AB au récipient à vider. Il y aura au voisinage de l'orifice de C diffusion gazeuse de la vapeur et de l'air provenant du récipient ; l'air sera entraîné par la vapeur, et celle-ci ne pourra pénétrer dans le récipient ~~car~~ elle sera condensée dans C. On arrivera ainsi à faire le vide dans le récipient car aucun équilibre ne pourra être atteint. Théoriquement, on pourra atteindre comme vide limite la tension de vapeur à la température régnant dans C. Pratiquement, des considérations de vitesse de pompage imposent la nécessité de travailler dans AB à des pressions faibles (0,1 mm de merc.). Il faut donc prévoir sur les pompes une arrivée de vide primaire.

d) Pompe à vide par diffusion d'huile à 4 étages

Cette pompe est utilisée lorsqu'on doit obtenir des pressions très basses, avec un grand débit.

L'huile se trouve dans la partie inférieure (22) de la pompe et y est portée en ébullition au moyen d'un élément chauffant. L'huile y est portée à 200° (point d'ébullition dans le vide).

La vapeur d'huile qui se forme remonte dans le corps intérieur (11). Dans ce corps se trouvent des trous sur toute la périphérie et à différentes hauteurs. Aux endroits des trous, on a prévu des capots de protection coniques à l'extérieur du corps intérieur. La vapeur d'huile s'échappe à travers ces trous à une vitesse à peu près égale à celle du son et est rabattue par les capots coniques, vers le bas.

De ce fait, les molécules de gaz qui se trouvent entre la paroi du cylindre de pompe (12) et le corps intérieur (11) seront entraînées.

Les gaz se trouvant dans la partie supérieure de la pompe, se diffusent dans la vapeur d'huile qui s'échappe par la rangée supérieure des trous (7) (2^e étage).

Pendant sa descente, une partie de la vapeur d'huile se condense entre la paroi du corps de pompe (12) ; ce corps est refroidi par un serpentin de refroidissement (17). Le gaz est alors pris dans le courant de vapeur d'huile, s'échappant des trous (9) (3^e étage). Ceci se répète pour les autres étages et à chaque étage, le gaz se condense de plus en plus. Par l'augmentation de la pression du gaz et par la condensation de la vapeur (ce qui diminue la pression de la vapeur), le gaz se diffusera partiellement vers le vide élevé du haut de la pompe.

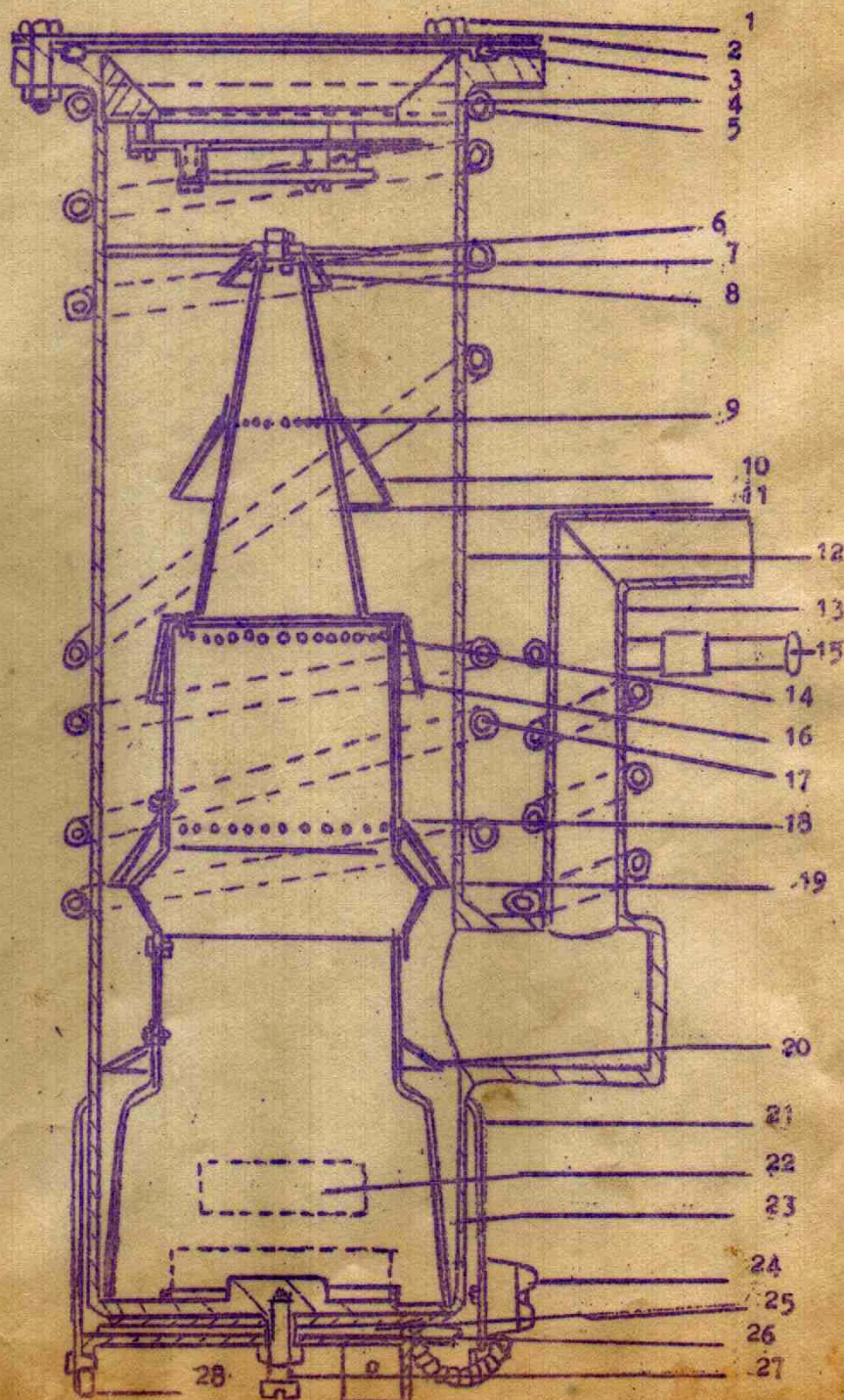
Afin de contrecarrer autant que possible ce processus, la pompe est construite de telle façon que la vitesse du courant de vapeur qui s'échappe, augmente graduellement et par étage vers le bas. On ne peut cependant pousser trop loin ce procédé, car la diffusion du gaz dans la vapeur deviendrait d'autant plus difficile que la pression de la vapeur s'accroît.

Après son passage par le premier étage (7) en haut, le gaz a une pression plus élevée que le pré-vacuum, relié à la pompe par tubulure (13). Par ce pré-vacuum, le gaz est évacué de la pompe.

La vapeur d'huile qui n'est pas encore condensée dans la pompe, est précipitée contre la paroi de la tubulure qui, elle, est refroidie par le serpentin de refroidissement (17). En haut de la pompe, se trouve la bague en laiton (4) portant 2 plaquettes en laiton (le baffle).

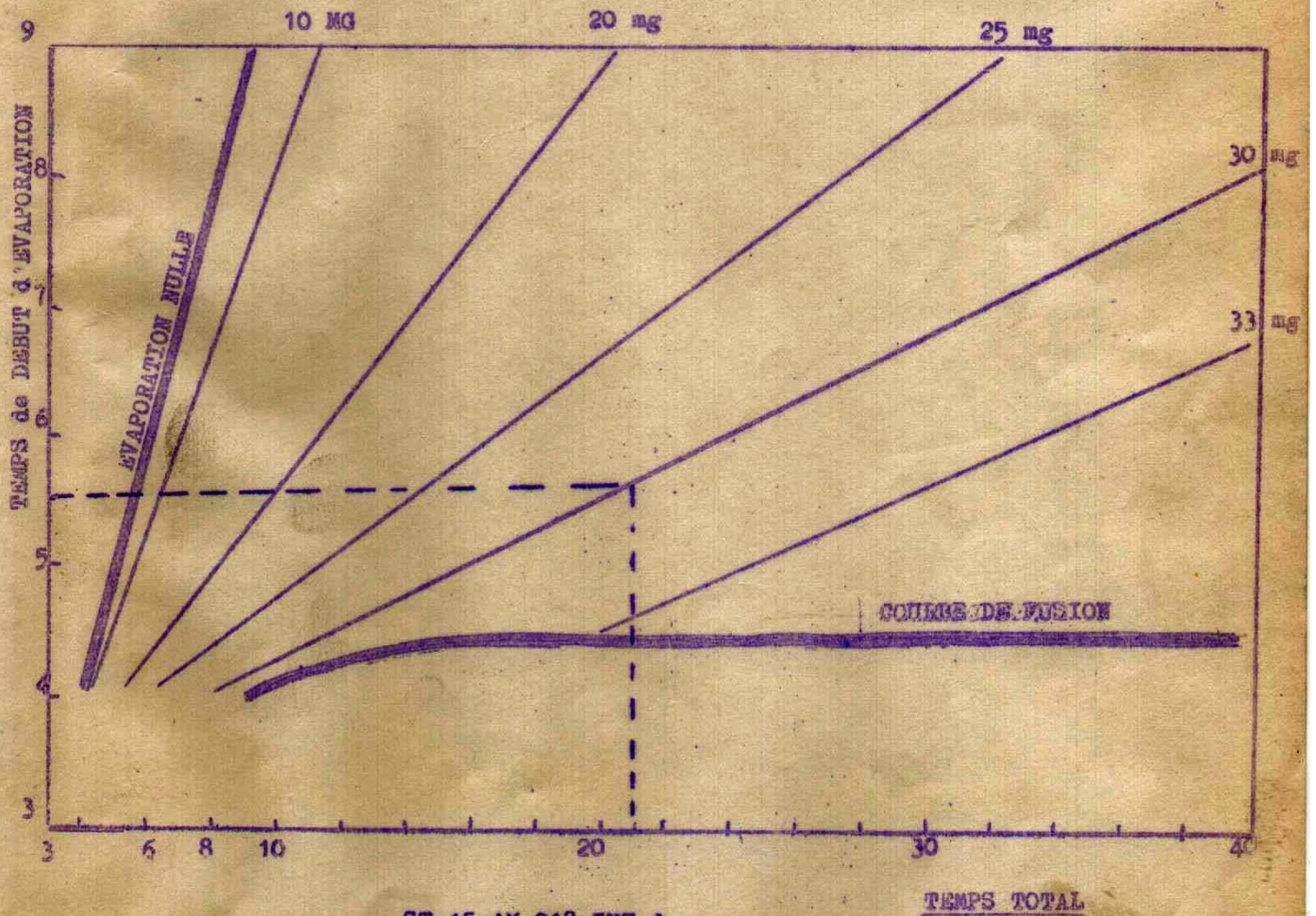
Cette bague est également refroidie par le serpentin (17) tandis que les 2 plaquettes sont placées en chicane de sorte que la vapeur d'huile s'y condense. Le fond (28) de la pompe pousse au moyen de la vis (27), l'élément de chauffage contre le bas du corps de pompe.

Comme isolant, on a prévu entre 28 et l'élément de chauffe, une plaque d'amiante (26). L'espace de chauffe est entouré d'une chemise d'aluminium (21) destinée à empêcher les rayonnements de chaleur à cet endroit. L'élément de chauffe est branché à la tension au moyen de la boîte de contacts (25).



II - LE FLASH DU GETTER

Cette opération s'effectue en plaçant le getter du montage dans le champ d'une spire HF (fréquence 500 à 600 Kcs). Le chauffage qui en résulte a pour effet de volatiliser le barium, ce qui a pour but de parfaire le vide à l'intérieur du tube, et surtout d'absorber en cours de fonctionnement les gaz qui pourraient se dégager des différentes électrodes. Pour éviter que la spire s'échauffe trop, on fait circuler de l'eau à l'intérieur durant l'opération de flashing.



ST 15 AM 018 INT.d

TEMPS TOTAL

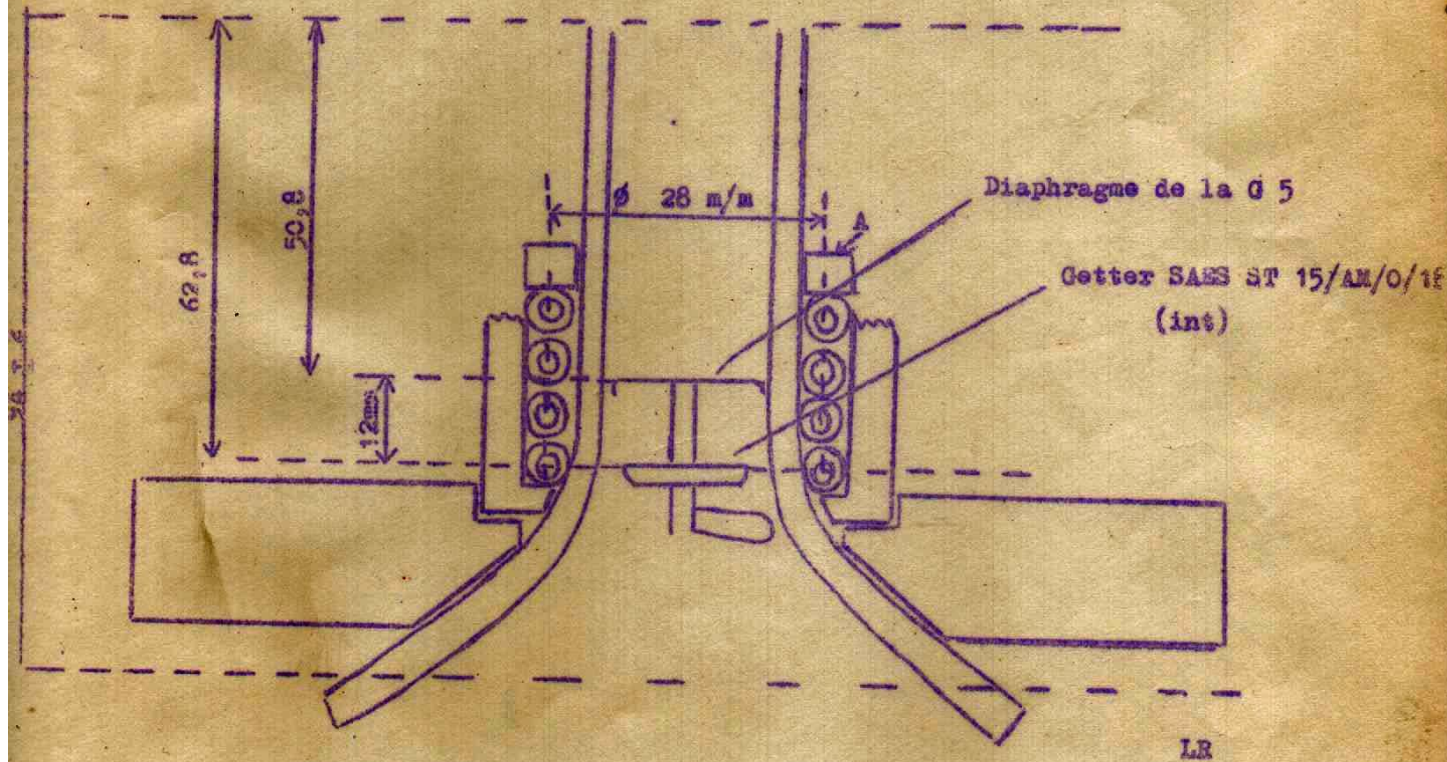
Il faut obtenir le dépôt maximum de barium sans pour cela tomber dans la courbe de fusion.

Pour cela, ajuster la puissance de générateur HF pour avoir un temps de début d'évaporation de 6" environ pour un temps total de flash de 30"

N'utiliser que des getters SAES, les seuls qui soient de bonne qualité

N.B. Effectuer le flash quand le tube est froid.

bobine { 4 spires ϕ ext. 5 m/m
 ϕ int. 33 m/m
H 26 cm



Si G5 rougit, mettre un anneau en fer A qui neutralisera l'action de la 1ère spire.

Mode opératoire pour un poste HF de 600 Kcs

	Tubes 90 et 70°	Tubes 110°
Débit H ² O	150 l/H	150 l/H
1er temps	7 ^m	7 ^m
2è temps	23 ^m	23 ^m
Temps total	30 ^m	30 ^m
I HF 1er temps	54 A	48 A
I HF 2è temps	36 A	32 A
Temps début d'évaporation	6 ^m ,2 ± 0,3	6 ^m ,2 ± 0,3

III - LE TRAITEMENT DE LA CATHODE

La cathode d'un tube ayant subi les opérations de pompage et de flashing et qui, de ce fait, possède un vide très poussé (10-7 mmHg) n'est pas encore apte, malgré tout à émettre des électrons. Il faut, pour cela, lui faire subir un traitement qui se décompose comme suit :

- A) préchauffage
- B) saturation
- C) durcissage
- D) étincelage
- E) second durcissage

- A - préchauffage : le préchauffage consiste à appliquer sur le filament, une tension voisine de la tension normale de fonctionnement, ceci afin d'éviter qu'une trop forte tension dès le départ, ne provoque, par suite d'un trop-brusque changement de température, la rupture de celui-ci. C'est donc l'opération qui consiste à préchauffer progressivement le filament et par conséquent, à donner une certaine température à la cathode.
- B - saturation : la saturation ou activation est l'opération qui a pour but de former la cathode en la portant à forte température 950° à 1000°, tout en polarisant la grille 1 positivement (ce qui n'est pas le cas au cours du fonctionnement normal). De cette façon, le tube fonctionne en diode, ce qui a pour effet, avec la température élevée de la cathode, de produire une agitation thermo-électronique, activée par la courte distance séparant la cathode de la grille. La grille étant positive (+ 80 à 100 V) facilite le travail de sortie, tout en accélérant la vitesse des électrons. On fait à ce moment débiter la cathode au maximum, d'où le nom de saturation (débit d'environ 20 mA). La saturation ne doit pas se prolonger trop longtemps car cela épuiserait très vite les oxydes de la cathode, juste pour obtenir un débit suffisant.
- C - durcissage : La saturation ayant provoqué une émission électronique de la cathode, celle-ci est capable d'émettre de nouveau. Cependant, il est nécessaire de stabiliser cette émission. C'est ce que l'on fait pendant le durcissage qui consiste à faire débiter la cathode dans des conditions voisines du fonctionnement normal (environ 10 à 12 mA). Le durcissage se fait pendant une durée d'environ 40 à 60 minutes.
- D - étincelage : il s'effectue vers la fin du durcissage et a pour but de brûler à l'aide d'un courant T.H.T. 35 à 50 KV combiné à un courant HF, toutes les poussières ou projections métalliques.

Ces poussières qui, au cours du fonctionnement du tube, sont des émetteurs secondaires, dévient le faisceau cathodique et le transforme en rayon diffusé qui, la plupart du temps, se substitue au faisceau et apparait sur l'écran en un point fixe, c'est pourquoi elles ne doivent pas subsister à l'intérieur du tube.

Cette opération est très courte, pour éviter une détérioration de la cathode, et est répétée à plusieurs reprises.

E - Second durcissage : Il a lieu alternativement avec l'étincelage car celui-ci provoque des chocs ioniques qui sont nuisibles pour la cathode, aussi est-il nécessaire de rétablir, après chaque étincelage, les propriétés premières de la cathode, à l'aide d'un fonctionnement semblable à celui du durcissage initial.

Nota

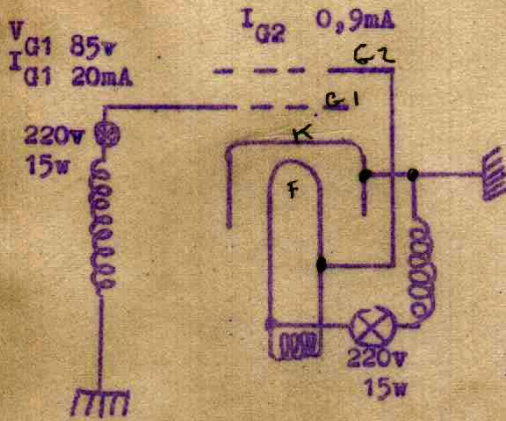
Pendant le traitement, on dispose en série avec la grille, une lampe d'éclairage qui a pour but d'absorber une partie de l'intensité fournie, ainsi que de servir de témoin pour vérifier l'alimentation correcte de celle-ci.

L'expérience montre que l'on peut faire une moyenne entre les opérations de saturation et de durcissage et obtenir les mêmes résultats.

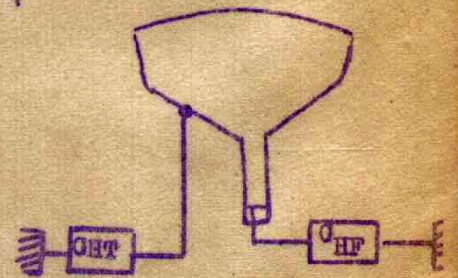
La séquence de travail est résumée dans le tableau suivant :

Opération effectuée	V _{G1}	V _F	V _{KP}	temps	H T			H F		
					Fréquence en se	V en Kv	Distance boules	crépitement continu	Temps	Fréquence
Préchauffage	0	7	0	2'	-	-	-	-	-	-
Saturation durcissage	85	9	90	52'	-	-	-	-	-	-
Repos	0	0	0	3'10"	-	-	-	-	-	-
Etincelage	0	0	0	45"	3,2 ⁺ 0,4	38	8mm	non	-	-
	0	0	0	3'10"	0	0	-	-	-	-
	0	0	0	45"	4,5 ⁺ 0,4	42	8mm	non	-	-
	0	0	0	3'10"	0	0	-	-	-	-
	0	0	0	45"	3,4 ⁺ 0,4	45	11mm	non	-	-
	0	0	0	3'10"	0	0	-	-	-	-
	0	0	0	2'	3,3 ⁺ 0,3	22,5	-	oui	3 x 34"	-
	0	0	0	2'10"	0	0	-	-	-	-
	0	0	0	2'	3,3 ⁺ 0,3	22,5	-	oui	3 x 34"	-
	0	0	0	2'10"	0	0	-	-	-	-
	0	0	0	2'	3,3 ⁺ 0,3	22,5	-	oui	3 x 34"	-
	0	0	0	2'10"	0	0	-	-	-	-
	0	0	0	2'	3,3 ⁺ 0,3	22,5	-	oui	3 x 34"	-
	0	0	0	1'10"	0	0	-	-	-	-
	Préchauffage	0	7	0	2'					
Durcissage	85	9,5	90	14'						
	85	9	90	9'						
Chaufage	0	6,3	0	10'						

Principe de montage du traitement de la cathode -



Saturation - Durcissage



Etincelage

N.B.

Etincelage : Tous les autres éléments du canon étant à la masse (connecter ensemble toutes les broches de sortie du tube), la H T est appliquée sur G3 et G5 par l'intermédiaire du bouton d'anode.

IV- ESSAIS ELECTRONIQUES DES TUBES TERMINES

Ceux ci^{ss} se décomposent en trois catégories:

- mesures de court circuit, d'isolement, et d'isolement KF ainsi que mesure de l'intensité de saturation.
- mesures des caractéristiques
- mesures du vide

1. Court circuit :

Ils sont arrêtés par une lampe disposée à cet effet à la fin du traitement de cathode.

Mesures d'isolement: ces mesures ont lieu en mettant tour à tour une tension sur chaque électrode par rapport à une autre et en effectuant la lecture d'intensité qui donne la valeur de l'isolement en micro-ampères.

Isolement KF: c'est la mesure effectuée en faisant passer une tension entre la cathode et le filament à seule fin de voir si l'isolement est satisfaisant. Les différentes mesures d'isolement sont récapitulées dans le tableau suivant :

Position	Réglages des tensions-volts	I
K+/F-	450	<40 μ A
K-/F+	175	<33 μ A
G ₁ /KFG ₂ +	175	<3 μ A
KF+/G ₁ G ₂ -	175	<3 μ A

Intensité de saturation: L'I.S. est la mesure effectuée en polarisant la grille positivement et en effectuant la lecture de l'intensité qui est variable suivant le type-
(pour une 110°-VG₁ = +20V; I > 2,5 mA.)

2. Mesures des caractéristiques: Les mesures des caractéristiques sont les suivantes:

- a) ombre : cette mesure est un contrôle qui permet de voir si toute la surface de l'écran est balayée. Elle sert également à mettre au point le balayage.
- b) surtension (claquage) : une surtension est appliquée sur certaines électrodes, comme G₂ ainsi que sur l'électrode finale où le THT est portée à 22 KV. Au cours de cette mesure, on place le tube dans des conditions qu'il n'atteindra sans doute pas au cours de son fonctionnement

.../

/....

nais qui sont une mesure de sécurité à laquelle tout tube sortant de chaîne, doit répondre.

c- rayon diffusé: cette mesure se fait en focalisant, c'est à dire en concentrant au maximum le faisceau électronique, elle permet d'apercevoir les poussières, qui à ce moment là deviennent des émetteurs secondaires et devient le faisceau cathodique pour le transformer en rayon diffusé. Cette mesure est très importante car un tube qui renferme une poussière quelconque est inapte à fonctionner normalement, d'autant plus qu'il s'agit d'un montage électro-statique.

Un rayon peut se récupérer en étincelant et en durcissant à nouveau le tube.

d- IG2 -IG4 : s'effectue dans les mêmes conditions que la mesure du rayon. Si la lecture de l'appareil indique un débit trop important, cela veut dire qu'il existe un courant trop important dont la provenance est due certainement à un mauvais isolement ou à un corps étranger entre les grilles 2 et 4 et les électrodes voisines.

Le remède étant le même que pour un rayon, le tube doit être à nouveau étincelé et durci.

e- blocage: le blocage consiste à polariser négativement la G1 ou G2 jusqu'au maximum jusqu'au moment où elle ne laissera plus passer le faisceau cathodique ou spot, d'où son nom de blocage. On lit à ce moment la tension de grille qui doit rester dans les tolérances requises.

Le spot : c'est en réalité l'image de la portion de cathode qui se trouve dans l'alignement du trou de la grille et que l'on obtient en concentrant au maximum le faisceau électronique, ce que l'on appelle focalisation.

Il faut faire très attention au cours de la mesure de blocage et en général, à chaque fois que l'on focalise, car le rayon cathodique étant très concentré, peut détruire la matière fluorescente de l'écran et même brûler le verre. C'est pourquoi on doit toujours par mesure de sécurité, polariser la grille 1 au maximum et régler le spot en un point le plus fin possible en diminuant très progressivement la polarisation de cette grille. Un blocage fort ou faible provient d'une mauvaise distance entre la cathode et la grille 1. C'est un déchet irréparable. On peut détruire la matière fluorescente de l'écran et même brûler le verre. C'est pourquoi on doit toujours par mesure de sécurité, polariser la grille 1 au maximum et régler le spot.

.../

/....

f) I_{g3} - G5 ou A2 : Cette mesure se fait en défocalisant et en portant la grille à un potentiel 0 pendant un court instant. Ce qui donne l'intensité maximum du courant arrivant sur les grilles 3 et 5 ou A2. Il est important que cette mesure s'effectue rapidement, car sans cela, on risquerait de détruire le pouvoir émetteur de la cathode en l'épuisant très rapidement.

g) K :

Le K est le rapport entre le IA2 et le Vg, blocage qui est donné par la formule:

$$K = \frac{I A_2}{V_g^{\frac{3}{2}}}$$

f
C_m

Un tube dont le IA2 est faible peut être récupéré par un durcissage prolongé. Le graphique de la page suivante permet une détermination rapide du K.

h) Qualité de l'écran.

Elle s'effectue en plaçant le tube dans les conditions maximum et minimum de fonctionnement, ce qui permet de vérifier l'uniformité de la teinte de l'écran et de voir apparaître les différents défauts.

i) sous tension :

Cette mesure permet de voir si, pour une tension de G3 et 5 minimum, la luminosité de l'écran est toujours suffisante.

Ces mesures sont récapitulées ci-après pour les tubes 110°.

TUBES 19 et "3" /110 type AW 47/91 et AW 59/91

Pos.	Mesure	V32 V+	V33 +KV	V4 V+	V1 V-	V2 régler	V3 V~	I03-5 uA	Exigences	Précautions	Traitement
1	ombre	450	10KV	+300	réglor	6.3	40	Pas d'ombre	Ne pas dépasser le courant prescrit		
2	Points	450	16KV	+288	"	"	"	Qualité	Balayege réduit H16cm		
3	Claquages	700	22.5KV	0	"	"	30	Pas de claquages	Ne pas dépasser le courant prescrit	1 claquage réétinceler	
4	qualité écran	450	18 KV	2 KV	"	"	35	uniformité	"		
5	centre gris	450	12 KV	2 KV	"	"	50	"	Centre gris non visible		
6	Blocage	450	12 KV	0	52-88	"	Spot	5 PJV 52-88vd5	Vc 3 super contrôleur 16 KV (14 KV)	Faible retraiter I > 1 uA réétinceler	
7	IG 2	450	22.5KV	0	réglor	"	0	BJV		"	
8	IG 4	450	22.5KV	0	"	"	0	BJV			
9	RD	450	22.5KV	0	"	"	Spot	PJV			
10	Poc	450	16 KV	+350v -100v	"	"	25(19) 40(23) max	lecture au centre > - 100v K > 2,4	Balayege réduit H > 16 cm	Voir mesure en JIRE si défaut	
11	IA 2	450	16 KV	0	0	"	"		éviter de l'essor VG à 0	Retraiter si faible	
12	Image K	450	4 KV	2KV	"	"		Uniformité	Anti brûleur Hors service		
12 bis	IF							285-315 uA			

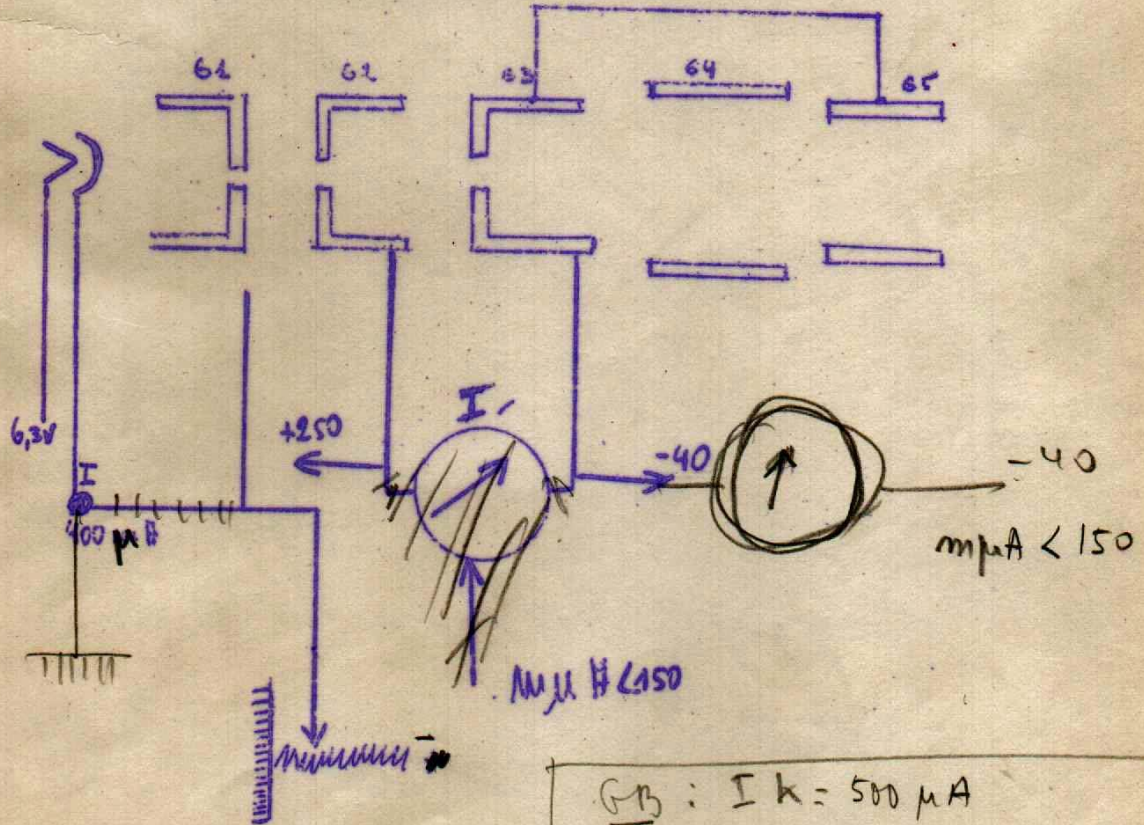
PJV = Point juste visible
BJV = Balayage juste visible

/....

0,4 milla

III- Mesure de vide.

La mesure de vide à l'intérieur de la lampe s'effectue par courant inverse de grille. Ce qui veut dire que l'on crée une émission fixe de la cathode. Pour ce faire on applique une tension de 6,3 V sur le filament et un potentiel réglable sur la grille 1 de telle façon que l'émission de la cathode soit toujours de 400 μ A. Cette émission se trouve accélérée par G2 qui est à un potentiel positif de + 250 V, elle arrive sur G3, qui elle au contraire, se trouve à un potentiel négatif : - 40V, ce qui a pour conséquence de repousser les électrons vers G2. Il se forme alors entre G2 et G3 un chaos moléculaire qui provoque une ionisation. Les ions issus de ces chocs vont sur G3. C'est la mesure de ce courant ionique qui indique la qualité du vide dans l'ampoule.



G₁ : I_k = 500 μ A
 V_{G2} = 250
 V_{G3} = -22,5 V
 I_{G3} = 50 à 200 μ A
 ↓
 max

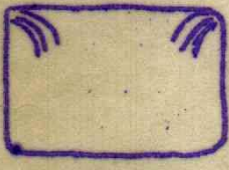
500k


CHAPITRE V



LES DÉFAUTS DE FABRICATION ET LEUR CORRECTION.

1) Défauts de sédimentation.

Défaut	Comment le constater	Cause	Mesure à prendre
Ecran sale	Des points noirs ou des poils sont visibles lors du contrôle à la lumière U.V. ou à la lumière incidente.	Les opérations ne sont pas effectuées dans un local poussiéré. Les produits chimiques sont encrassés.	
Ecran écaillé	Après le décantage l'écran a un aspect ondulé.	La concentration de nitrate de baryum est trop basse. Vibrations durant la décantation. On a utilisé trop de poudre.	
Traces de versage.	De longs traits blancs ou bleus.	L'entonnoir d'arrosage ne répand pas suffisamment la suspension sur l'écran de verre. Le liquide pour le dépôt de l'écran ne se trouve pas à la hauteur exacte dans l'ampoule.	L'entonnoir défectueux ou ne se trouve pas à la hauteur exacte. Mettre la quantité exacte de liquide.
Ecran trop épais ou trop mince.	Lors de la mesure par transmission cette épaisseur paraît ne pas être bonne.	La suspension ne s'est pas déposée suffisamment. Le dosage de la suspension a été variable.	Maintenir le temps exacte pour la formation d'un dépôt. Respecter le dosage


Défaut	Comment le constater	Cause	Mesure à prendre
Poudre grumelée	Une tache blanche sous la lampe U.V. (la constatation de la poudre est localement plus grande, donc une luminescence plus grande.)	Suspension défectueuse de la poudre.	Brasser suffisamment à l'aide du distributeur de suspension
Ecran décomposé	Centre jaune et bord bleu ou centre bleu et bord jaune	La différence de température entre le liquide à déposer et la paroi du verre n'est pas bonne.	La différence de température doit être d'environ 10°C.
		La grandeur de grain de la composante bleue n'a pas été adaptée à la grandeur de grain de la composante jaune.	
Glissement de l'écran	La poudre s'est glissée dans la direction de décantation.	Trop de silicate de potassium.	Quant. silicate Quant. nitrate.
Trainées.	Traits lumineux dans le sens de versage. 	Flocculation trop rapide. Enrobage par le silicate trop important Mauvaise préparation de la suspension Concentration de nitrate trop grande Densité du silicate trop faible.	Se conformer aux prescriptions du chap. II.
Mauvaise adhérence de l'écran	Quand après le séchage l'écran fluorescent est heurté des trous se forment dans la couche fluorescente.	La concentration de la solution de nitrate de baryum est trop élevée ou trop basse.	La concentration doit être de :
Points pourpres	Une tache pourpre lors du contrôle sous la lampe U.V.	Traces de cuivre	Ne pas utiliser ni robinets, ni instruments de cuivre, l'air doit être exempt de cuivre.
Décollement d'écran	Trous se produisant au moment du versage	<ul style="list-style-type: none"> . Vibration du manège . Concentration de nitrate trop faible ou excès de silicate. . Concentration acide HF défectueuse . Mauvais rinçage après rinçage. 	Vérifier la concentration Vérifier machine à laver.

Défaut	Comment le constater	Cause	Mesure à prendre
Taches de silicate sur le côté extérieur de l'écran de verre	Taches sur l'écran	Durant le remplissage de silicate de potassium a éclaboussé l'écran de verre	Veiller à ce que le silicate ne coule pas le long de l'ampoule.
Taches de séchage	Taches sombres et rondes	Durant le séchage sans élément de chauffage à air chauffé, de l'air est soufflé directement contre l'écran fluorescent.	Les tuyaux de soufflage doivent souffler l'air latéralement.
		Séchage insuffisant avec l'étuvage	
Bancs noirs		Une augmentation soudaine de la vitesse de versage (à un degré très grave)	Corriger la courbe de décantation.
Manque d'uniformité de l'écran.		Mauvais réglage de la canne Rapport Si/Ni défectueux Températures incorrectes.	

Défaut	Comment le constater	Cause	Mesure à prendre
Des trous dans la pellicule de lucite	Après la vaporisation et lors du contrôle à la lumière incidente une couche plus claire se forme à l'endroit des trous.	Des impuretés sur l'écran de la graisse ou des poussières. Une éclaboussure d'aluminium dû à la formation d'une goutte.	Courant de chauffage trop élevé. Des impuretés dans l'aluminium.
Rance	L'épaississement local dans la pellicule sur toute la longueur de l'écran en travers de la direction de décantation. Donne une couleur sombre à la lumière incidente.	Un changement subit de la vitesse de décantage Le rapport entre la lucite et le toluène n'est pas exact.	Corriger la courbe de décantation. Utiliser la dilution exacte de la lucite.
Pellicule détachée	Après le séchage la pellicule se détache entièrement ou partiellement.	Trop peu de diluant L'adhérence de la poudre n'est pas bonne.	Utiliser la quantité exacte de diluant Contrôler le rapport Si/Ni.
Bord clair	 Un bord clair du côté où le liquide se retire en premier lieu lors de la décantation. Couleur claire à la lumière incidente.	La viscosité de la solution de lucite est trop élevée. Une vitesse trop élevée au départ lors de la décantation. Un temps d'égalisation trop court.	Viscosité. Vérifier la partie mécanique du manège. Égoutter les ampoules dans la même position que sur le manège après la décantation.
L'aluminium a traversé la pellicule.	 Des petits trous clairs à la lumière incidente et des trous sombres à la lumière U.V.	La différence de température entre l'eau déionisée et la paroi de verre n'est pas de zéro durant le dépôt de la pellicule. Trop peu de diluant.	Contrôler régulièrement la température.
Points bleus	Contrôle U.V.	En plus des causes énumérées au paragraphe suivant peuvent provenir d'un empoisonnement de la poudre par Fe-alu ou argent. Mauvaise granulométrie de la poudre; le bleu plus lourd que le jaune déposé en premier.	Vérifier granulométrie de la poudre.

3) DÉFAUTS D. LAQUAGE ET D'ALUMINISATION.

Défaut	Comment le constater	Cause	Mesure à prendre.
Point sombre	Point noir entouré d'une auréole, se voit au contrôle après aluminisation.	Particule de verre collée sur l'écran faisant une bosse dans la sédimentation.	Goupillonner et refaire la préparation. Vérifier à la loupe qu'il n'y a pas eu d'attaque d'acide du verre.
Tache blanche ou grise. Après aluminisation.		Gouttes d'eau tombées sur l'écran pendant laquage.	Toute différence locale de température amène un défaut de laquage.
Centre jaune	Après aluminisation	Excès de laque au centre	Régler la position de l'injecteur
Centre gris	Après aluminisation	Manque de laque au centre. Getter non directionnel amenant une trop grande proportion de barium au centre.	Régler la position de l'injecteur - Utiliser des getters directionnels (SABS type SF 15AM018 int.)
Aluminisme dépolé	sur l'écran	Mauvaise température de la laque ou de la salle. Viscosité de la laque incorrecte.	Tout à 24° 4,95 à 5 centipoises à 20°C.
	sur le cône.	Pompe d'égouttage trop court: recoulées le long du cône Egouttage trop long: la laque trop sèche ne peut être coupée lavage du cône fait trop bas.	Temp. d'égouttage Jet d'eau à la ligne de soudure
Tache d'eau	après aluminisation aspect d'une tache noire.	Pression d'eau mal réglée au moment du découpage de la laque. l'alum. déposé plus tard devient apparent.	Vérifier le tourniquet de découpage de la laque. débit: 3l/min.
Trous d'écrans	Avant aluminisation	- Pression de la laque insuffisante - adhérence sèche insuff.	Vérifier pression laque; impuretés dans canalisation. Ajouter à l'eau de mouillage.
	Après aluminisation	- Impuretés dans l'eau de mouillage - vide insuff. pend. aluminisation - adhérence de l'écran insuff.	l'eau de mouillage doit être filtrée Vide 10-5 Rapport Si-Mg ou Si-Acétate

Zones plus sombres	Après aluminisation	Mauvaise répartition de la laque: Mouillage ins. ou égouttage trop long de l'eau de mouillage.	Ne pas attendre plus de 5' après mouillage pour effectuer le laquage.
Points pourpres	Lampe UV	Si l'élément cuivre est éliminé, peut provenir de tuyauteries ou de clapets en caoutchouc.	Utiliser des canalisations ou des clapets en Teflon.
Points bleus	Lampe UV	Peut provenir de bactéries dans l'eau Sédimentation pas assez sèche au moment du mouillage avant laquage: les particules de poudre sont arrachées de la jupe et projetées sur l'écran.	Filtrage Sécher mieux la sédimentation. Diminuer la pression de l'eau de mouillage.
Tache d'huile sur l'écran	Tache brune sur l'écran	L'huile de la pompe à diffusion a pénétré dans l'ampoule	Contrôler la pompe.
Couche d'aluminium trop mince.	Des bords clairs à la lumière incidente	L'élément de chauffage se trouve trop élevé Vaporisation insuffisante L'appareil pour mesurer l'épaisseur de couche est défectueux.	Température = Tension Contrôler avec un appareil pour mesurer l'épaisseur de couche Étalonner l'appareil de nouveau.
Le couche d'aluminium écaillée		La couche d'aluminium près du cône n'adhère pas suffisamment sur la pellicule	Arrosor le cône avec de l'eau désionisée après l'égouttage
Écran endommagé	Des trous dans la couche d'al. et éventuellement dans la couche de l'écran	Des impuretés sont aspirées durant l'admission de l'air	Le upport de l'installation de vaporisation doit être propre.
Traits	 <p>Des traits concave dans les deux angles où le liquide se retire en premier lieu lors de la décantation. Des traits sombres ou clairs visibles à la lumière incidente ou respectivement des traits clairs ou sombres à la lumière U.V.</p>	Trop de diluant dans la solution de lucite.	

4- Taches de graphitage

Tache de graphite	Une tache noir sur l'écran avec un bord un peu plus clair autour de la tache.	La brosse est introduite trop brusquement dans l'ampoule.	
		Le sortie latérale se trouve trop loin dans l'ampoule.	
Graphite écaillé		La couche de graphite est trop épaisse	Bien étendre le gra- phite.
		L'ampoule est sale	
		Le graphite est trop épais.	Utiliser le graphite d'une durée de coagu- lation exacte (30-50 sec) Utiliser la lucite propy

5- Défauts d'émission.

Trois causes principales:

- Mauvais traitement de la cathode - récupérable.
- Empoisonnement de la cathode - pour la plupart irrécupérable
- Provenant de la construction du canon lui même - toujours irrécupérable
- Mauvais traitement de la Cathode.

Base émission avec image de cathode présentant des zones sombres = retraitor.

- Empoisonnement de la cathode.

Se présente comme un mauvais traitement de cathode, mais après nouveau traitement les zones d'ombre n'ont pas diminué. Si $K < 0,4$ refaire le tube.

- Défauts provenant de la construction du canon.

- Distance G1 G2 trop grande ou trop petite = le blocage ne se produit pas aux tensions prévues (58.88 volts)
- Filament trop loin du fond de la cathode
- Court circuit cathode G1 : par suite de boursoufflure de la substance émissive au moment du traitement : bulles d'air dans la pâte.
- Trous G1 G2 non alignés : l'image du spot est ovale.

Dans tous les cas si après nouveau traitement on n'obtient pas un coefficient correct - récupérer le tube.

On trouvera le plus grand enseignement dans l'analyse des déchets qui permet en général de trouver la cause du défaut d'émission et souvent d'y remédier pour l'avenir.

Analyse du déchet.

1- Examiner le filament.

Si il est oxyde cela signifie soit que le tube a été mal pompé, soit qu'il y a une fuite : fêlure aux picots ou au bouton d'anode.

2) Examen de la cathode.

Décolllement de la matière émissive : nickel de la cathode mal nettoyé avant le dépôt.

Cathode mal traitée ou filament trop éloigné du fond de la cathode: surface légèrement tourmentée, une cathode bien traitée a l'aspect d'un paysage lunaire.

.../

/....

Pâte émissive présentant de gros craters. - Mauvaise position du filament
dilatation mal répartie de la cathode- bulles d'air dans la pâte-
empoisonnement de la cathode par le propane.

Pâte émissive présentant une surface lisse, striée de fines craquelures
- aspect d'un jardin trop arrosé qui a séché ensuite au soleil -
empoisonnement de la cathode par la laque:- souffler dans l'ampoule
au moment de la sortie d'arche pour évacuer le gaz de laque.

Examen de la grille

Si la cathode a gonflé au point de toucher la grille 1 (Bulle d'air
dans la pâte - empoisonnement par le propane) il reste une marque
noire sur la grille 1 à l'endroit du contact.

J. Raedersdorff.