

CEA 2401 - CANDES P. et BARTHOUX A.

TABLEAUX DE CONTROLE DES RADIATIONS AUPRES DES PILES (1963)

Sommaire. - Ce rapport définit la philosophie générale du contrôle des radiations dans les piles françaises et dans leurs annexes.

La surveillance se fait d'une manière continue à partir d'un tableau de contrôle centralisé où sont reportées toutes les mesures et les signalisations d'alarme.

On décrit les appareils utilisés, dont un permet la mesure simultanée des poussières et gaz radioactifs, et on définit les spécifications de la fonction alarme qui est considérée comme la plus importante.

Enfin on propose une nouvelle technique de mesure qui permettrait de réduire considérablement le coût du contrôle des radiations tout en fournissant des résultats plus facilement exploitables, en particulier pour le calcul des doses intégrées.

CEA 2401 - CANDES P. et BARTHOUX A.

CONTROL PANEL FOR RADIATION AROUND REACTORS (1963)

Summary. - This report outlines the general philosophy of radiation control in French reactors and their annexes.

The supervision is carried out continuously from a central control panel on which appear all the measurements made and the alarm signals.

The equipment is described ; one item makes it possible to measure simultaneously the radioactive dusts and gases. The specifications of the alarm system, which is considered to be the most important are given.

Finally a new measuring technique is proposed which makes it possible to reduce considerably the cost of radiation control while at the same time providing the results in a form in which they can be easily treated, in particular in the case of the calculation of total doses.

PREMIER MINISTRE
COMMISSARIAT A
L'ÉNERGIE ATOMIQUE

B

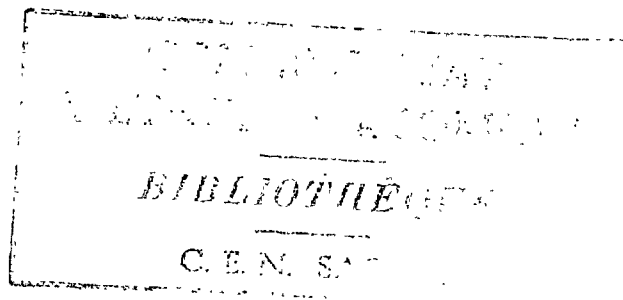
C E A - R 2401

TABLEAUX DE CONTROLE DES RADIATIONS AUPRES DES PILES

par

Pierre CANDES, Alain BARTHOUX

Rapport C E A - R 2401



CENTRE D'ETUDES
NUCLÉAIRES DE SACLAY

1964

- Rapport C. E. A. n° 2401 -

Service de Contrôle des Radiations et de Génie Radioactif

TABLEAUX DE CONTROLE DES RADIATIONS AUPRES DES PILES

par

Pierre CANDES, Alain BARTHOUX

- Mars 1964 -

- TABLES DES MATIERES -

I	INTRODUCTION
II	LE TABLEAU DE CONTROLE DES RADIATIONS
III	LES DETECTEURS
	3.1 - Mesures d'irradiation externe
	3.1.1 - Rayonnement γ
	3.1.2 - Neutrons
	3.2 - Contrôle de contamination atmosphérique
	3.2.1 - Contrôle des aérosols radioactifs
	3.2.2 - Contrôle des gaz radioactifs
	3.3 - Détecteurs complémentaires
	3.3.1 - Contrôle d'activité des liquides
	3.3.2 - Détection de contamination des personnes
	3.3.3 - Détection CO_2
	3.4 - Electronique de mesure
IV	LES CIRCUITS D'ALARME
V	L'ENREGISTREMENT DES MESURES
VI	PERSPECTIVES D'AVENIR

TABLEAUX DE CONTROLE DES RADIATIONS AUPRES DES PILES

I - INTRODUCTION

Au moment où se pose le problème du contrôle des radiations pour un certain nombre de réacteurs français en cours de construction ou d'étude : PEGASE, SILOE, RAPSODIE, EL 4, CESAR, CABRI ... il apparaît souhaitable, compte tenu de l'expérience acquise sur les piles précédentes et compte tenu de l'évolution des techniques, de faire le point et d'élaborer une doctrine plus générale tendant à une normalisation de conception des Tableaux de Contrôle des Radiations (TCR) dans les piles.

Tout d'abord, il est incontestable que l'expérience passée permet d'envisager le problème de la surveillance radiologique avec beaucoup plus de sérénité et donc d'être moins exigeant en ce qui concerne le nombre et les performances de certains appareils.

Par ailleurs, l'apparition de l'enceinte contrôlée nécessitant une salle de commande à l'extérieur du bâtiment pile proprement dit, a imposé des servitudes supplémentaires. Il en est résulté :

- une séparation indispensable des têtes de détection et des appareils de mesures associés,
- la nécessité absolue d'un regroupement des informations dans le bâtiment contrôle.

D'autre part, l'utilisation prévue pour le tableau de commande de la pile, de machines à traiter l'information nous a incité à y incorporer le T.C.R. et à adapter nos techniques, de manière à pouvoir bénéficier de ce perfectionnement.

Enfin nous avons considéré que le T.C.R. devait comprendre toutes les mesures contrôles ou surveillances d'intérêt général et ayant un caractère fixe ou définitif et de traiter séparément, comme des cas particuliers, les contrôles relatifs à certaines expériences de durée limitée. Il est vraisemblable que pour ces cas particuliers, on utilisera les mêmes techniques et la même conception d'ensemble, mais le problème sera examiné séparément ce qui permettra de réduire le coût du contrôle et d'obtenir une plus grande souplesse d'exploitation.

II - LE TABLEAU DE CONTROLE DES RADIATIONS

En raison de la possibilité de variation brutale du risque radiologique auprès d'une pile, il est nécessaire d'effectuer une surveillance continue des paramètres intéressant la radioprotection. Cette surveillance doit s'effectuer d'une part, dans les zones, d'accès autorisé pour le personnel, mais aussi dans certaines zones d'accès interdit, ou bien auprès de certains organes de la pile où les mesures d'irradiation ou de contamination fournissent des indications précieuses concernant le fonctionnement de l'installation.

Compte tenu du fait que les détecteurs sont assez nombreux et en général situés fort loin les uns des autres, il apparaît nécessaire, si l'on veut avoir à chaque instant une vue d'ensemble des paramètres radiologiques, de regrouper en un point toutes les mesures et signalisations d'alarmes. On aboutit ainsi à la conception d'un Tableau de Contrôle des Radiations (T.C.R.) dont la partie essentielle est, nous le verrons plus loin, le synoptique des signalisations d'alarmes.

Cette disposition centralisée présente de nombreux avantages, en particulier :

- facilité de contrôle, maintenance et calibrage des appareils de mesure,
- réduction du personnel nécessaire à la surveillance,
- économie due à la mise en commun de certains matériels (enregistreurs, alimentations ...).

Le T.C.R. ainsi réalisé présente des caractéristiques d'ensemble très voisines du tableau de commande de la pile.

L'expérience ayant, par ailleurs, montré que les paramètres de fonctionnement de la pile doivent être connus des agents de surveillance, que d'autre part, les indications des détecteurs de santé sont très utiles au personnel de commande de la pile, on est tout naturellement conduit à juxtaposer ces deux tableaux.

Cette solution présente elle aussi de nombreux avantages :

- mise en commun des informations,
- mise en commun d'une partie du matériel.

Ceci sera particulièrement intéressant lorsque les piles seront dotées de machines à traiter l'information,

- réduction possible du personnel de fonctionnement.

En effet on peut, dans certains cas, confier la surveillance du T.C.R. à l'agent de commande de la pile qui en cas d'apparition de défaut, prévient l'agent de surveillance radiologique. Ce dernier peut ainsi se consacrer, pendant les périodes de fonctionnement normal, à d'autres activités de surveillance.

Ayant défini les principes généraux de conception du T.C.R., essayons d'analyser les critères de définition des détecteurs, des dispositifs d'alarmes et des ensembles d'enregistrement des informations.

III - LES DETECTEURS

Parmi les différents contrôles ou mesures à effectuer, deux paraissent essentiels du fait du nombre élevé de détecteurs mis en jeu, de leur coût élevé et de leurs fonctions déterminantes sur les circuits d'alarmes. Ce sont :

- les contrôles de l'irradiation externe gamma ou neutrons,
- les contrôles de la contamination atmosphérique par gaz ou aérosols.

Nous allons donc examiner particulièrement ces deux rubriques nous réservant de donner ultérieurement, une liste plus complète des différents contrôles à envisager lors de la conception d'un T. C. R.

3.1 - Mesures d'irradiation externe.

Ce sont les mesures radioactives qui sont les plus directement utilisables pour le personnel de surveillance. Ceci vient du fait que les indications des détecteurs peuvent être, en général, exprimées en Roentgen, Rad ou Rem, c'est-à-dire en unités permettant de chiffrer immédiatement la nuisance ou la dose absorbée, ceci quelle que soit la provenance ou l'énergie des rayonnements. Nous verrons plus loin qu'il n'en est pas de même pour les mesures de contamination.

Par contre ces détecteurs ne mesurent l'intensité d'irradiation qu'au point précis où ils se trouvent et, aussi judicieux que puisse être le choix de ce point, il sera souvent nécessaire de procéder dans la zone surveillée, à d'autres mesures à l'aide de détecteurs portatifs. Le détecteur du T. C. R. sert alors à indiquer les variations d'une intensité d'irradiation moyenne dans la zone surveillée.

3.1.1 - Rayonnement gamma.

On utilise généralement une chambre d'ionisation associée à un amplificateur à courant continu.

On pourrait penser utiliser :

- soit un scintillateur d'anthracène associé à un photomultiplicateur et fonctionnant en courant,
- soit un compteur GEIGER MULLER associé à une échelle de comptage d'impulsions, mais la réponse physique du détecteur serait moins bonne et compte tenu de l'appareillage électronique existant, le prix de revient plus élevé.

On a donc généralisé la chambre d'ionisation de 3 litres, type BK₃, associée à un amplificateur logarithmique transistorisé dont la description sera faite plus loin.

La gamme de mesure obtenue s'étend de 0,5 mR/h, soit environ $\frac{2}{10}$ de la limite Maximale Admissible d'intensité d'irradiation moyenne, jusqu'à environ 500 R/h sans que les pertes par recombinaison n'excèdent 50 pour cent.

3.1.2. - Neutrons.

Ces détecteurs sont beaucoup moins nombreux que les détecteurs gamma et seules, certaines expériences faites à l'aide de faisceaux sortis, ou derrière des colonnes thermiques, nécessitent une surveillance neutrons. Encore faut-il noter que ces expériences sont protégées généralement par des murs de protection importants, implantés une fois pour toutes, au début de l'expérimentation. De ce fait le risque d'irradiation d'ailleurs assez faible, n'est guère susceptible de varier brutalement sur une gamme étendue.

Neutrons rapides

Il existe de nombreux types de détecteurs :

- scintillateurs type HORNYAK, compteurs proportionnels, chambres équivalent tissu, détecteurs de neutrons thermiques entourés d'un modérateur hydrogéné Cette multiplicité est due au fait que chacun d'eux ne fournit des résultats facilement exploitables que dans un domaine d'énergie restreint.

Nous ne détaillerons donc que celui qui nous paraît le mieux adapté aux problèmes de piles.

Il s'agit d'un compteur à neutrons thermiques, entouré d'une épaisseur de ~ 15 cm de modérateur hydrogéné, généralement polyéthylène ou paraffine, lui-même recouvert d'une feuille de cadmium de 0,8 mm d'épaisseur. On obtient ainsi, suivant les variantes, une réponse en Rem à environ 20 p. cent près quelle que soit l'énergie comprise entre 0,1 et 20 MeV. Pour les énergies inférieures le compteur surestime les doses d'un facteur pouvant atteindre 4 aux énergies intermédiaires.

Deux solutions peuvent être envisagées :

- un compteur à BF_3 , type 3 NE 12 entouré d'un cylindre de 15 cm d'épaisseur de paraffine,
- un scintillateur de ^6Li de 4 mm x 4 mm ϕ entouré d'une sphère de polyéthylène de 25 cm de diamètre.

La deuxième serait plus satisfaisante mais elle nécessite un matériel plus coûteux non encore disponible industriellement en FRANCE.

Il a été envisagé de remplacer le compteur à BF_3 par un scintillateur au bore. Cependant ce dernier ayant un pourcentage de réponse non négligeable aux neutrons rapides, il serait nécessaire d'expérimenter, en fonction de l'énergie des neutrons, différentes épaisseurs de modérateur de manière à déterminer celle donnant la meilleure réponse en rem.

Tous ces détecteurs sont associés à des amplificateurs-intégrateurs d'impulsion transistorisés et logarithmiques (voir électronique de mesure). On obtient des sensibilités allant de $\frac{1}{10}$ à 10^4 L.M.A.

Neutrons thermiques

Ce problème de détection se pose assez rarement à tel point qu'il faut le considérer comme un cas particulier de surveillance d'expérience et non plus comme un problème de surveillance de pile à proprement parler.

Une solution consiste à entourer une chambre d'ionisation gamma d'une feuille de cadmium dimensionnée, de manière à ce que la réponse en neutrons thermiques, exprimée en Rem, soit égale à la réponse gamma, exprimée en roentgen.

3.2 - Contrôle de contamination atmosphérique.

La mesure de contamination atmosphérique en continu, à l'aide de détecteurs de conception industrielle, est extrêmement difficile, voire même impossible à réaliser.

Ceci est dû au fait que cette contamination se présente sous la forme d'un mélange d'isotopes pouvant avoir des nuisances très différentes, par exemple :

$$\text{CMA de Cs-133} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Ci/m}^3$$

$$\text{CMA de I-131} = 9 \cdot 10^{-9} \text{ Ci/m}^3$$

$$\text{CMA de Sr-90} = 3 \cdot 10^{-10} \text{ Ci/m}^3$$

ces CMA variant suivant que le corps est sous forme soluble ou insoluble.

Donc, si on possédait des détecteurs permettant de faire une mesure de l'activité totale du mélange, indépendamment de sa composition et de sa granulométrie, ce qui n'est pas le cas, on pourrait tout au plus donner une valeur maximale de la nuisance ou très approximativement une valeur moyenne de cette nuisance en faisant des hypothèses sur la composition du mélange. Dans les deux cas, on pourrait être conduit à faire des erreurs considérables, c'est-à-dire de plusieurs ordres de grandeur.

Malgré ces difficultés il apparaît indispensable, dans une pile, d'effectuer un contrôle en continu de la contamination de certaines zones, car bien souvent la variation du taux de contamination permettra de déceler un incident radioactif.

Ces détecteurs seront donc considérés, a priori, comme des détecteurs d'alarmes, la fonction mesure pouvant être utilisée éventuellement dans certains cas particuliers bien connus. En général, les mesures de contamination seront effectuées à partir de prélèvements étudiés en laboratoire.

D. P. G. R. 200

Nous allons ici décrire un appareil qui a été conçu lors de l'étude de la Pile PEGASE et qui permet d'effectuer simultanément, le contrôle de contamination par aérosols ou par gaz (Détecteur de Poussières et Gaz Radioactifs).

En vue de réduire le coût du T. C. R. , cet appareil permet de contrôler simultanément plusieurs points de l'installation. Pour cela il est équipé de 1 à 4 trompes d'aspiration pouvant être sélectionnées par électrovannes. La procédure d'utilisation est la suivante :

- en période de fonctionnement normal, le taux de contamination atmosphérique est négligeable, c'est-à-dire voisin du taux de contamination dû au radon et l'appareil aspire simultanément dans les différentes trompes,

- en cas d'incident, après signalisation d'une augmentation de la contamination, l'opérateur du T. C. R. procède à l'aide des électrovannes à la sélection de la voie incriminée et peut la laisser en observation, ou au contraire l'éliminer et reporter la surveillance sur les autres.

Ces possibilités nous ont paru suffisantes pour le contrôle courant dans une pile. Cependant en cas de nécessité, il serait relativement aisé de concevoir un dispositif imposant à l'appareil un programme de surveillance cyclique automatique des différentes voies.

3.2.1. - Contrôle des aérosols radioactifs.

La partie du D.P.G.R. servant au contrôle des aérosols est constituée par le ban dérouleur de papier de l'EAR 620⁽¹⁾ auquel on a apporté les modifications suivantes :

- seule la mesure instantanée est conservée,
- elle se fait à l'aide d'un scintillateur β ,¹⁾
- le préamplificateur est modifié de manière à s'adapter à une échelle de comptage

d'impulsions logarithmique située au T.C.R.

- l'entraînement du papier peut se faire :

soit à la vitesse normale,

soit à une vitesse très rapide commandée par bouton poussoir à partir du T.C.R. ce qui permet, lors de la sélection des voies, de chasser rapidement le papier correspondant à la voie précédente.

3.2.2. - Contrôle des gaz radioactifs.

En série avec le ban dérouleur de l'EAR 620 ainsi modifié, se trouve une chambre d'ionisation à circulation différentielle type CD_2 ⁽²⁾ qui est protégée de la contamination par aérosols, par un filtre absolu. Cette chambre est associée à un amplificateur à courant continu logarithmique qui se trouve au T.C.R.

Enfin la circulation d'air est assurée par une pompe volumétrique ayant un débit de 200 l/mn.

Le D.P.G.R. est donc une tête de prélèvement, reliée par câble aux appareils de mesures situés dans le bâtiment contrôle ce qui évite de mettre en communication l'atmosphère de la pile et l'atmosphère du bâtiment contrôle.

3.3. - Détecteurs complémentaires.

Outre ces détecteurs ayant des fonctions prépondérantes en ce qui concerne la sécurité de l'installation, on peut avoir à installer dans une pile un certain nombre d'autres détecteurs ayant des fonctions diverses et constituant des cas particuliers. Nous n'en citerons ici, à titre d'exemple, que 3.

3.3.1. - Contrôle d'activité des liquides.

Ce contrôle s'applique :

- soit à certains circuits de réfrigération à eau des réacteurs,
- soit aux effluents radioactifs.

Dans le cas du contrôle d'activité des circuits de réfrigération on espère obtenir une détection de rupture de gaine ou de rupture d'échangeur. Cette détection est parfois nécessaire mais rarement satisfaisante en raison du manque de sélectivité. On peut, pour la réaliser :

- soit plonger une sonde à scintillation dans une veine liquide quand les niveaux de con-

¹⁾ Il est à noter que ce scintillateur compte les particules α avec un très bon rendement.

tamination sont faibles ,

- soit disposer devant un volume important de liquide , une chambre d'ionisation.

On peut envisager aussi le contrôle des effluents radioactifs à partir de détecteurs fixes mais , comme bien souvent les rejets sont discontinus , on préfère une mesure par prélèvement et analyse en laboratoire à un contrôle continu onéreux et peu satisfaisant.

3.3.2. - Contrôle de contamination des personnes.

A la sortie de la zone contrôlée du réacteur , on peut envisager un contrôle automatique de la contamination des personnes à l'aide d'une série de compteurs G. M. placés par exemple le long de l'encadrement d'une porte. Ces détecteurs ne sont pas très sensibles mais détectent les contaminations importantes pour lesquelles une intervention urgente est nécessaire.

3.3.3. - Détection CO₂.

Dans les piles à gaz où l'on choisit généralement le CO₂ comme réfrigérant , il est parfois nécessaire de prévoir un contrôle. Nous ne nous étendrons pas sur ce chapitre , car le problème de détection CO₂ a été traité par ailleurs (3).

3.4 - Electronique de mesure.

Les têtes de détection vues précédemment sont associées à des ensembles de mesure électronique que nous avons déjà cités , mais sur lesquels il est bon de revenir pour en examiner les caractéristiques fondamentales.

Tout d'abord , étant donné que les phénomènes à contrôler sont susceptibles de varier sur des gammes étendues , il est indispensable que ces appareils aient une réponse logarithmique si l'on veut avoir un T.C.R. quasi automatique. La gamme de mesure actuelle s'étend sur 6 décades.

Ces appareils doivent être contrôlés et réglés fréquemment ce qui impose un dispositif d'injection de fréquence ou courant étalon au niveau du préamplificateur. Pour les chambres d'ionisation , il a été nécessaire d'imposer une télé-déconnection de l'électrode de la chambre de manière à ne pas superposer au courant étalon , un courant de mesure de la chambre.

La fonction alarme est réalisée par 3 seuils réglables sur toute la gamme de mesure et dont le bon fonctionnement peut être vérifié à l'aide du dispositif d'injection de fréquence ou courant étalon.

Sur l'appareil de mesure lui-même , les seuils allument lors de leur fonctionnement , des voyants de contrôle qui a priori , ne doivent servir qu'à cet usage et ne rentrent pas dans la signalisation d'alarme-incident qui est traitée par ailleurs.

Les organes de commande de ces différentes vérifications n'apparaissent pas sur la face avant de l'appareil mais sont reportés à l'intérieur de manière à réduire le risque de fausse manœuvre.

Chaque ensemble est muni sur la face avant d'un galvanomètre de mesure , permettant aussi la vérification de la haute tension appliquée au détecteur.

Amplificateur à courant continu.

Il s'agit d'un amplificateur transistorisé à 4 voies dont le sigle C.E.A. est AC4KI. La gamme de mesure s'étend de 10^{-13} A à 10^{-7} A. La haute tension disponible pour la chambre d'ionisation est de 600 volts.

Ensemble de comptages d'impulsion.

C'est un intégrateur transistorisé à 1 voie dont le sigle C.E.A. est ILOKI. La gamme de mesure s'étend de 10^{-1} impulsion/s à 10^5 impulsion/s. La haute tension à appliquer au détecteur peut varier entre 1 000 et 3 000 volts. Le gain et la constante de temps d'intégration sont réglables.

IV - LES CIRCUITS D'ALARMES

Les différentes alarmes sont déclenchées à partir des 3 relais présents dans les ensembles électroniques. Voyons la signification de ces seuils :

1er seuil

Il se situe, en général, au niveau moyen admissible, limite supérieure de la zone d'accès libre ¹⁾. Dans ce cas il indique qu'une zone est passée du régime d'accès libre au régime d'accès contrôlée à la suite d'un incident. Il peut être utilisé aussi dans certaines zones d'accès contrôlé ou règne un niveau d'irradiation ou de contamination constant pour indiquer que ce niveau a varié. Ce seuil a une fonction essentiellement indicative.

2ème seuil

Il se situe à un niveau plus élevé que le précédent (10 fois par exemple) et indique à l'agent de surveillance radiologique que l'évolution signalée par le seuil précédent devient inquiétante et nécessite une information plus complète, voire même une intervention immédiate. Cette signalisation a un caractère impératif, elle signifie pour le personnel travaillant dans une zone à temps limité, qu'il doit immédiatement la quitter.

3ème seuil

C'est le seuil d'alerte. Il indique l'apparition d'un danger grave nécessitant des actions correctrices urgentes telles que :

- évacuation du personnel,
- arrêt du réacteur,
- changement du régime de ventilation.

Cette fonction d'alarme qui n'agit que dans les cas extrêmes est traitée d'une manière particulière pour chaque installation compte tenu des risques supposés. En particulier, seul un

¹⁾ Zone d'accès libre signifie ici zone dans laquelle le temps de présence n'est pas restreint dans la limite de 40 h par semaine. Il est bien certain que dans une pile, l'accès est toujours réglementé dans les zones où s'exerce une surveillance radiologique.

petit nombre de détecteurs actionnent cette signalisation, ce qui permet de réduire le risque d'alarme intempestive et bien souvent cette signalisation n'apparaît qu'après concordance de plusieurs indications de détecteurs.

Par exemple, pour la Pile PEGASE, l'alarme générale sera donnée par la coïncidence des indications 3ème seuil de 2 quelconques des 3 chambres γ situées au niveau supérieur du réacteur.

Ces alarmes devront se manifester au personnel par une signalisation bien adaptée au but recherché. Elle devra apparaître d'une part au Tableau de Contrôle, y être enregistrée par le personnel de quart et par la machine d'enregistrement, d'autre part dans la zone incriminée pour avertir le personnel présent.

Compte tenu des difficultés inhérentes aux problèmes de normalisation, nous nous contenterons d'exposer des spécifications générales et d'indiquer la solution choisie. Il semble que cette solution soit voisine de la plupart de celles actuellement utilisées au C.E.A. et que sa généralisation puisse se faire à moindre frais.

Le point le plus délicat est celui de la signalisation dans la zone où s'est produit l'incident. Il est intéressant de réaliser une signalisation lumineuse par voyant, doublée d'une indication sonore permettant d'attirer l'attention. Il faut alors que cette signalisation soit bien visible (choix d'emplacement) mais aussi significative, pour ne pas être confondue avec une quelconque autre signalisation. Toutes ces conditions semblent satisfaites par l'utilisation de voyants à feux clignotants.

La distinction entre les différents seuils peut être effectuée :

- soit à fréquence de clignotement constante par changement de couleur (orange - rouge),
- soit pour une même couleur par variation de la fréquence de clignotement.

La solution susceptible d'être généralisée est une combinaison des deux possibilités précédentes ; elle est décrite dans le TABLEAU ci-après.

	Signalisation au T. C. R.	Signalisation dans les locaux
1er seuil	<p>ORANGE 20 impulsion/s</p> <ul style="list-style-type: none">- Signalisation lumineuse fugitive (éventuellement inscrite sur l'organe d'enregistrement).- Signalisation sonore unique pour tous les détecteurs, maintenue jusqu'à acquittement par l'agent de surveillance.	<p>ORANGE 20 impulsion/s</p> <ul style="list-style-type: none">- Signalisation sonore et lumineuse fugitives.
2ème seuil	<p>ROUGE 20 impulsion/s</p> <ul style="list-style-type: none">- Signalisation lumineuse maintenue jusqu'à acquittement par l'agent de surveillance après disparition du défaut. Inscrite sur l'organe d'enregistrement.- Signalisation sonore : identique à celle du précédent seuil.	<p>ROUGE 20 impulsion/s</p> <ul style="list-style-type: none">- Signalisation sonore et lumineuse fugitives.
3ème seuil	<p>ROUGE 80 impulsion/s (sur voyants spéciaux)</p> <ul style="list-style-type: none">- Signalisation lumineuse : identique à celle du seuil précédent.- Signalisation sonore : effaçable par l'agent de surveillance à l'aide d'un dispositif particulier personnalisant l'intervention.	<p>ROUGE 80 impulsion/s</p> <ul style="list-style-type: none">- Signalisation particulière à examiner spécialement dans tous les cas.

La signalisation de dépassement du troisième seuil est, dans les zones du réacteur, essentiellement auditive (sirène).

La signalisation lumineuse prend alors une forme particulière telle que : balisage d'un chemin d'évacuation, balisage à l'extérieur d'un bâtiment ou à l'extrémité de la zone d'implantation d'une installation.

Au T.C.R. l'apparition de ce seuil se matérialise par l'éclairement d'un voyant très différent des autres : par exemple rectangle de 20 x 30 cm avec inscription du défaut.

Enfin, il est possible d'utiliser sur les ensembles électroniques un quatrième relais, dit " de bon fonctionnement ".

Le seuil de déclenchement de ce relais est réglé au voisinage de la limite inférieure de la gamme de mesure et si l'on fait en sorte, qu'en fonctionnement normal, l'indication du détecteur soit toujours supérieure à ce seuil, on peut contrôler, dans une certaine mesure, le bon fonctionnement de la chaîne.

Cette signalisation n'est reportée qu'au T.C.R.

V - L'ENREGISTREMENT DES MESURES

Il est nécessaire de garder en archive des documents permettant de reconstituer l'historique d'un incident ou de prouver, au contraire, qu'il n'y a pas d'incident pendant une période donnée. Il n'est cependant pas indispensable d'imposer une inscription continue des résultats, on peut se contenter d'une périodicité d'affichage de l'ordre de grandeur de la minute. Ceci à condition que le circuit d'alarmes soit indépendant et puisse fonctionner à tout instant avec un délai de réponse court de l'ordre de la seconde.

Ces conditions sont satisfaisantes par les dispositifs utilisés jusqu'à présent. Il s'agit d'enregistreurs potentiométriques à déroulement de papier et inscription par points.

La majorité des paramètres sont enregistrés sur des appareils multivoies (6 - 8 - 12 ...).

Il existe en outre au T.C.R. un ou plusieurs enregistreurs monovoie à tracé continu permettant de "suivre" une quelconque des mesures.

Cette solution présente cependant les inconvénients suivants :

- le prix revient est élevé et l'encombrement important,
- le choix de la vitesse de déroulement de papier est défini par un compromis entre la nécessité d'obtenir une bonne résolution lors de la variation brutale des paramètres et celle de ne pas dérouler une quantité trop importante de papier pendant les périodes de stabilité,
- la présentation des résultats ne permet pas une exploitation commode des données, surtout lorsque le nombre de voies d'enregistrement par appareil est important,
- ces appareils sont mal adaptés à l'enregistrement de phénomènes discontinus tels que : apparition d'alarme, verrouillage ou déverrouillage de porte ou d'organes de la pile ...

La mise en service de machines à traiter l'information permettrait d'apporter des solutions élégantes à ces problèmes, mais l'emploi de telles machines ne peut être envisagé que si le nombre de voies de mesures est suffisant ce qui n'est pas le cas des T.C.R. Les mesures de

santé ne bénéficieront de ce perfectionnement que lorsque des machines seront prévues pour l'ensemble des mesures pile, elles s'incorporeront alors au dispositif d'ensemble.

La procédure de fonctionnement prévue actuellement est la suivante :

- les alarmes sont actionnées directement à partir des relais des appareils électroniques. On obtient ainsi une réponse immédiate indépendante du cycle de fonctionnement de la machine,

- l'exploration systématique des voies ne se fait qu'après dépassement d'un seuil. Dans ce cas la durée d'un cycle est d'une minute.

- les résultats, lors de l'exploration, sont imprimés sur bande avec mention : de l'heure, de la voie de mesure, de la mesure. Il est prévu aussi d'enregistrer les dépassements de seuil et des indications permettant de contrôler les accès dans certaines zones.

- la transcription des résultats se fait en unités électriques fournies par les appareils de mesure, c'est-à-dire en ampère ou impulsion/s, de manière à laisser au personnel de surveillance radiologique la responsabilité de l'interprétation des indications. Cette opération étant complexe, en particulier pour les mesures de contamination atmosphérique, il n'est pas possible d'établir une corrélation constante entre les indications des détecteurs et les unités radioactives ; on ne peut donc définir un code d'inscription identique pour tous les appareils. L'agent de surveillance responsable du T.C.R. devra donc établir une fiche d'étalonnage pour chaque voie de mesure, cette fiche devant être toujours présente au T.C.R.

Outre l'exploration après dépassement d'un seuil, une exploration systématique de toutes les voies à périodicité fixe (toutes les heures par exemple) peut être prévue de manière à suivre les évolutions lentes des paramètres ou à repérer les appareils ayant un fonctionnement défectueux.

VI - PERSPECTIVES D'AVENIR

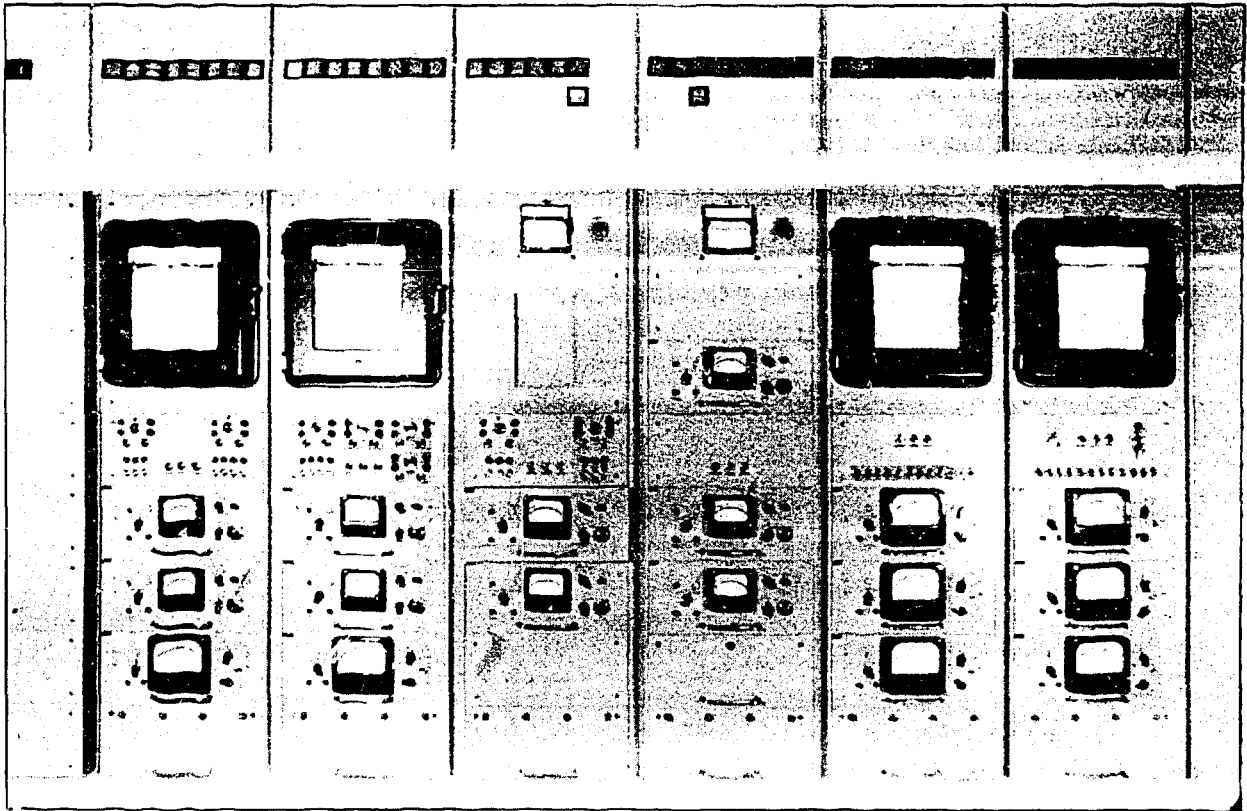
L'avènement des machines à traiter l'information permet dès maintenant d'envisager une simplification supplémentaire des T.C.R. et par là même de prévoir une réduction du prix de revient de ces tableaux. En effet les appareils électroniques utilisés actuellement pour les détecteurs de santé sont identiques à ceux nécessaires au contrôle de la pile, c'est-à-dire qu'ils possèdent des caractéristiques, très perfectionnées, supérieures à celles nécessaires, en particulier en ce qui concerne leur temps de réponse.

Il semble qu'il serait possible de réaliser des détecteurs, que nous baptiserons à "Intégration", qui accumuleraient les informations pendant un temps égal à la durée du cycle de la machine à traiter l'information. Si ces informations se présentaient sous forme d'impulsions dont la fréquence était proportionnelle à l'intensité du phénomène mesuré, on obtiendrait après un cycle de stockage, la valeur moyenne de l'intensité pendant ce cycle. On pourrait aussi par addition, en fin de journée ou de semaine, du nombre total d'impulsions, obtenir une valeur de dose intégrée du phénomène. Enfin au point de vue des alarmes, il serait possible en déclenchant les relais par un nombre d'impulsions prédéterminé, d'obtenir une réponse d'autant plus rapide que l'excursion est plus importante.

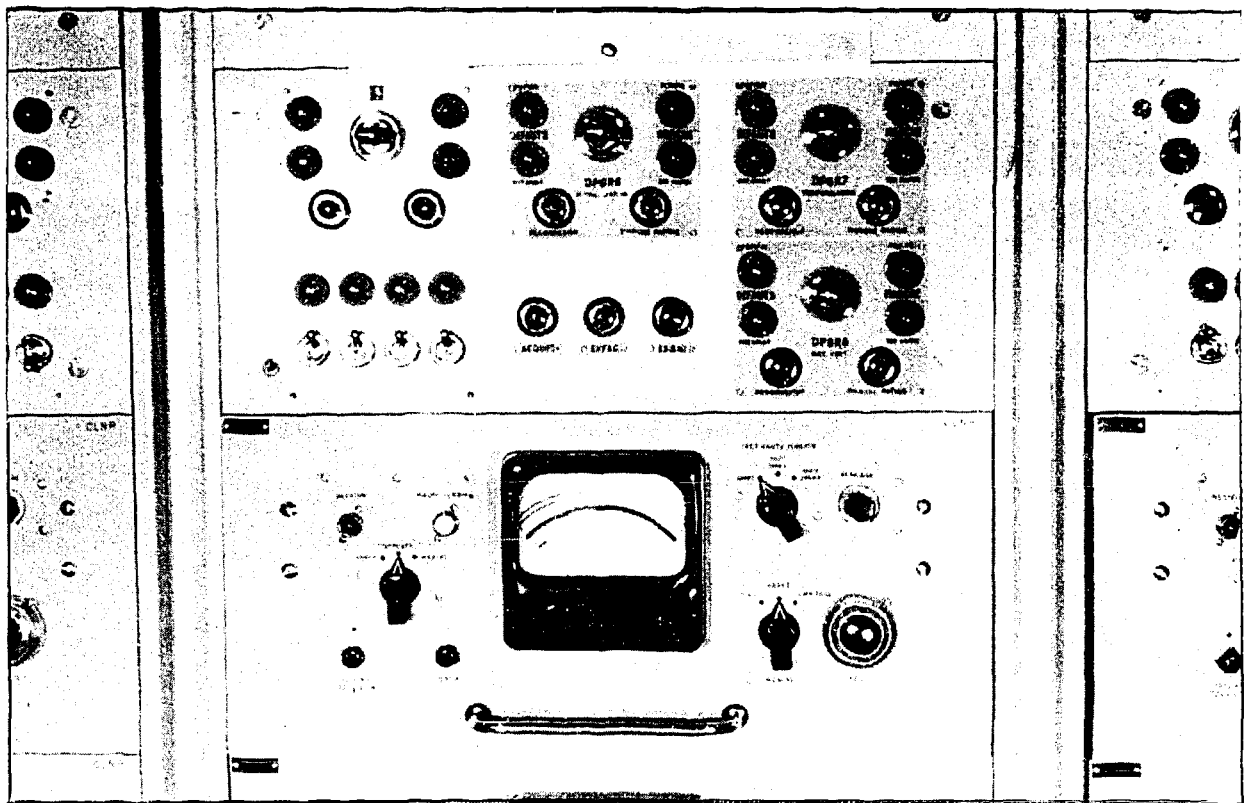
Manuscrit reçu le 13 décembre 1963

- BIBLIOGRAPHIE -

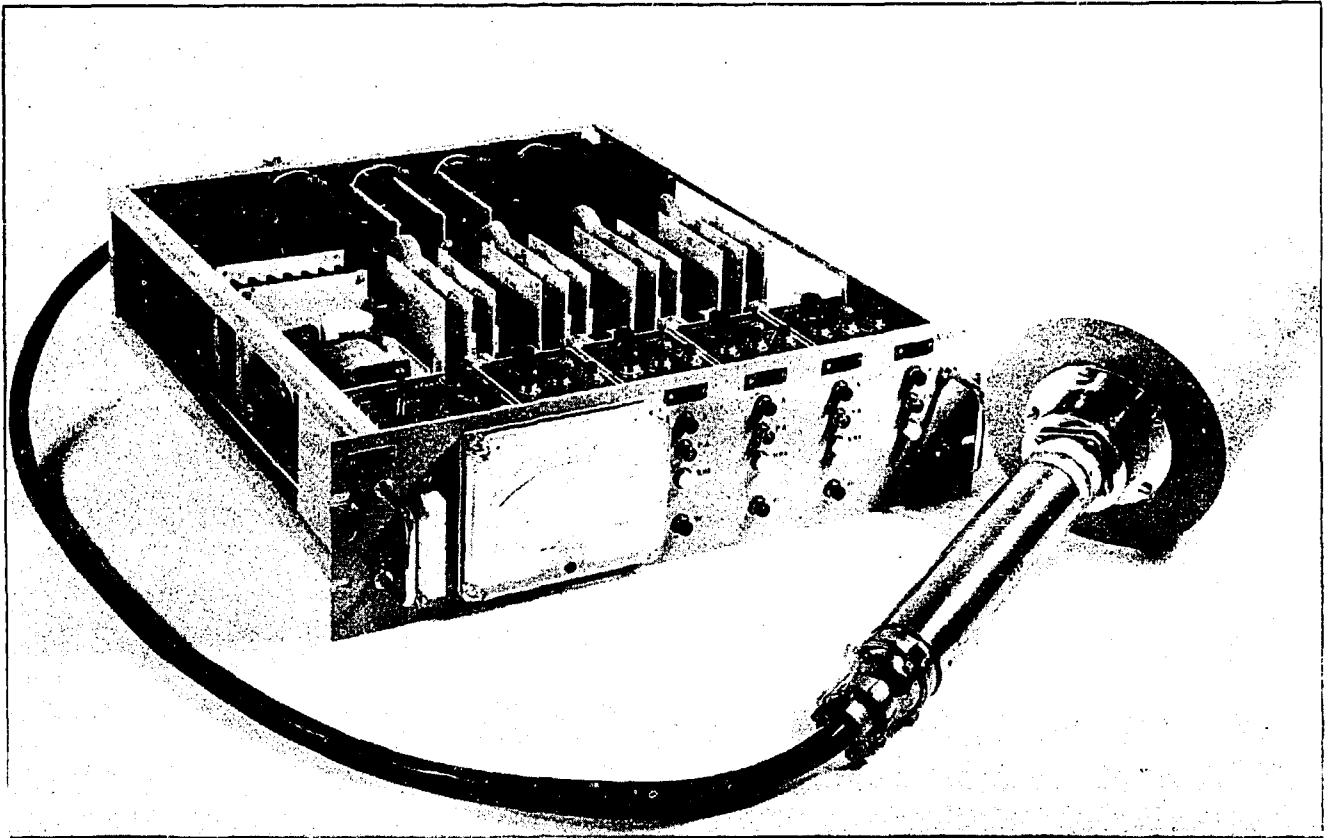
- (1) Catalogue électronique C. E. A.
- (2) "Mesure des gaz radioactifs - Etude de la chambre différentielle SACM CD_2 ".
- (3) "Protection contre le CO_2 des ensembles G2 et G3".
Rapport C. E. A. 1926.



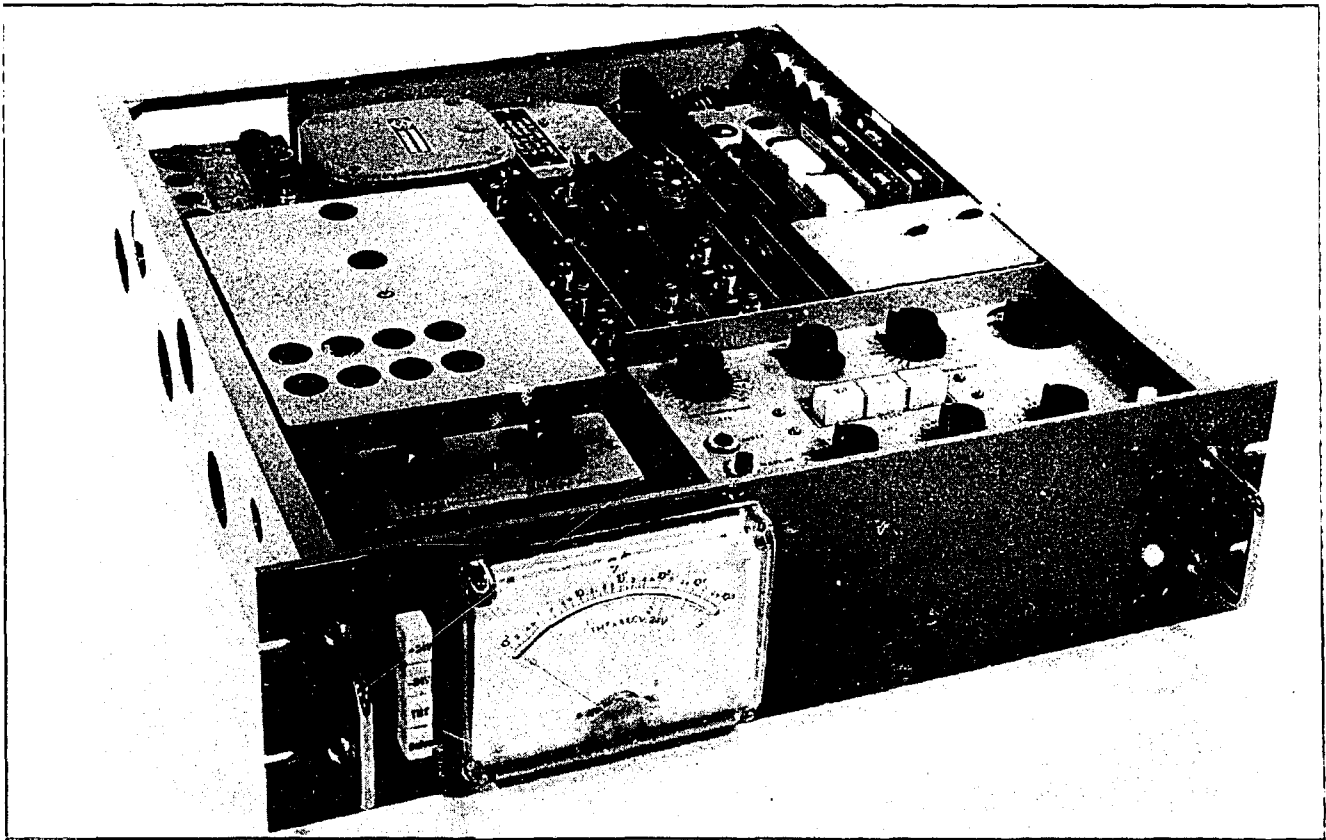
TCR PEGASE



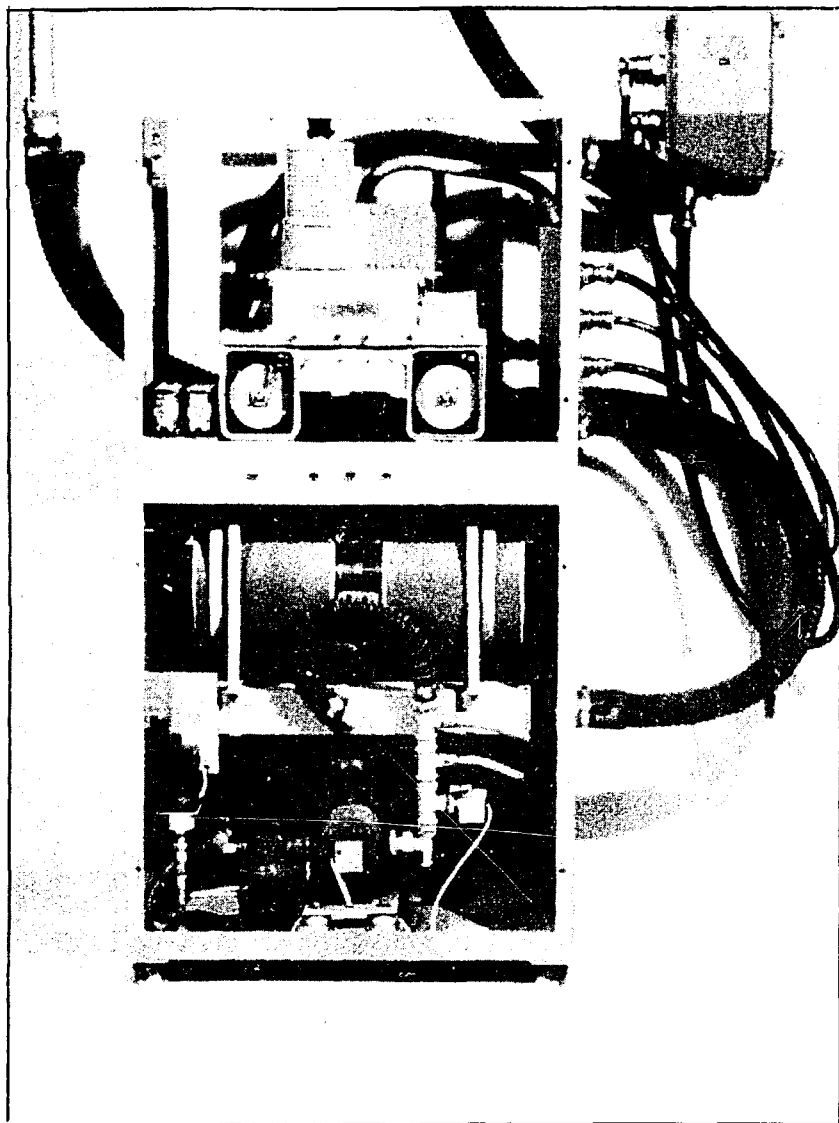
Platine de commande des DPGR
et intégrateur d'impulsions



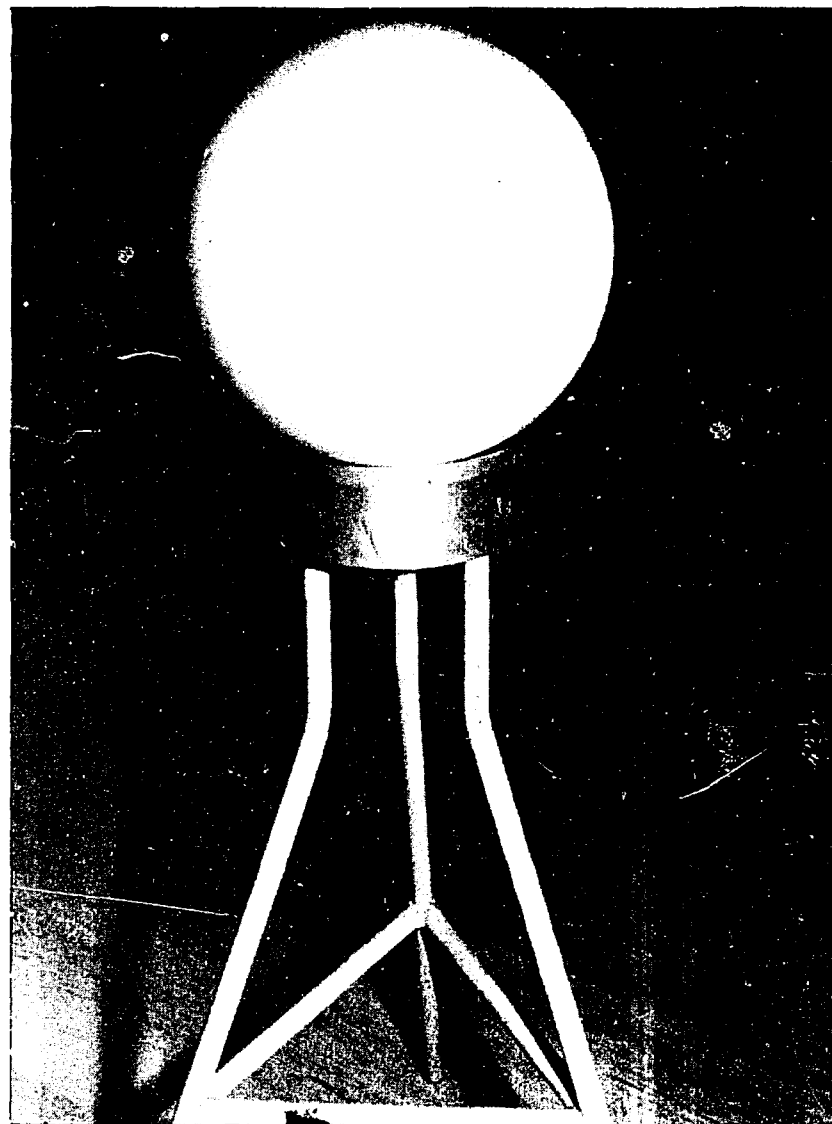
AC4K1



ILOK1



DPGR 200



Sphère de polyéthylène
(diamètre 25 cm)

FIN