

DIVISION DE CHIMIE
D.C.A.

SERVICE D'APPLICATIONS DES
RADIOELEMENTS ET DES RAYONNEMENTS

FR 4000-500
SARR-GTR/76-5 BIS/RE/NN

OCTOBRE 1976

Seminar on radiation sterilization. Belgrade,
Yugoslavia, 26-27 October 1976

CEA-CONF--3856

IRRADIATEUR DE VINCA

R. EYMERY

SEMINAR ON RADIATION STERILIZATION

BELGRADE (YUGOSLAVIA)

les 26 et 27 Octobre 1976

IRRADIATEUR DE VINCA

Le programme de développement du Centre de radiostérilisation de VINCA a conduit à prévoir un irradiateur susceptible de plusieurs modes de fonctionnement.

a. Un fonctionnement discontinu. L'irradiateur est chargé pendant une certaine période, puis il fonctionne ensuite automatiquement jusqu'au moment du déchargement. Ce mode de fonctionnement est favorable tant que la capacité de traitement est relativement faible.

b. Un fonctionnement continu avec chargement et déchargement permanent de paquets, effectué soit, manuellement, soit d'une manière automatique (au moyen d'équipements à installer ultérieurement).

Par ailleurs la conception de l'ensemble est très classique. La source est un panneau vertical susceptible d'être immergé dans une piscine. Le convoyeur est du type "à balancelles", chaque balancelle présente 4 étages.

Les paquets passent successivement dans toutes les positions d'irradiation possibles.

Le transfert de l'extérieur vers l'intérieur de la cellule et vice-versa s'effectue à travers un labyrinthe qui permet par ailleurs l'accès à la cellule lorsque les sources sont en stockage, au fond de la piscine.

1. LE CONVOYEUR

1.1. Le circuit des balancelles

Dans la cellule on trouve six lignes d'irradiation parallèles, de part et d'autre de la source. Sur chacune de ces lignes d'irradiation stationnent 12 balancelles, soit au total 72 balancelles dans la cellule. Chaque balancelle passe successivement dans toutes les positions possibles et les temps de séjour dans chaque position doivent être identiques.

Par ailleurs, il est inutile et pourrait même être gênant d'avoir de trop nombreuses balancelles sur le circuit, hors de la zone d'irradiation.

Le système de convoyeur adopté est le suivant : chaque balancelle est suspendue à deux chariots circulant sur une voie porteuse au dessus de laquelle se trouve une chaîne animée d'un mouvement uniforme.

Sur la chaîne se trouvent placés des entraîneurs à intervalles réguliers. Ces entraîneurs sont susceptibles d'accrocher les chariots porte balancelle dans les conditions suivantes :

a. la balancelle ne doit pas être en contact avec une autre balancelle qui la précéderait.

b. La balancelle ne doit pas être arrêtée par un dispositif appelé "bloqueur" qu'on trouve en différents points du circuit et qu'il est facile de mettre en position fermée ou ouverte par télécommande.

A l'extrémité de chaque ligne d'irradiation se trouve un dispositif bloqueur. Lorsque ce bloqueur est en position fermée les balancelles du circuit viennent s'accumuler derrière lui. Pendant l'irradiation le fonctionnement est le suivant :

L'ensemble des bloqueurs étant fermé, la chaîne est en mouvement uniforme mais n'entraîne pas les balancelles.

A un signal donné, les bloqueurs des lignes d'irradiation s'ouvrent et la première balancelle de chaque ligne sera entraînée par le premier entraîneur qui se présente sur la chaîne. Le bloqueur se referme. La deuxième balancelle n'ayant plus rien devant elle va être amenée à la place de la précédente par un entraîneur et ainsi de suite pour toutes les balancelles de chaque ligne d'irradiation.

La même opération se déroule simultanément sur les 6 lignes d'irradiation.

En quelques instants, toutes les balancelles de la cellule auront avancé d'un pas, la première aura quitté la cellule et une place sera disponible à la fin de la 6ème ligne.

A l'extérieur de la cellule on trouve 4 positions de stationnement équipées de bloqueurs :

a/ La position de déchargement

Dans cette position un vérin pneumatique peut pousser le paquet qui se trouve en position basse, hors de la balancelle. Le paquet est reçu sur une table à rouleaux et transféré sur un transporteur à bande.

b/ Les positions de chargement de niveau

Dans ces deux positions, une balancelle vide reçoit aux niveaux 1,2,3 les paquets qui étaient aux niveaux 2,3,4, d'une autre balancelle. Le transfert est effectué par vérins pneumatiques.

c/ La position de chargement.

Dans cette position un vérin pneumatique introduit un paquet au niveau supérieur (niveau 4) d'une balancelle. Le paquet est présenté sur une table à rouleaux et provient du même transporteur à bande.

1.2. Fonctionnement

- Fonctionnement continu.

Dans ce mode de fonctionnement, les opérations décrites au § précédent se déroulent périodiquement sur commande par une horloge.

A chaque série d'opérations, toutes les balancelles de la cellule avancent d'un pas ; une balancelle quitte chacun des postes de déchargement, changement de niveau et chargement ; un paquet est déchargé du niveau 1 d'une balancelle, un paquet est chargé au niveau 4 dans une balancelle, un paquet est transféré du niveau 4 au niveau 3, un autre du niveau 3 au niveau 2 et un autre du niveau 2 au niveau 1.

Dans ce mode de fonctionnement les paquets effectuent 4 passages dans la cellule d'irradiation, successivement aux niveaux 4,3,2,1.

Ce mode de fonctionnement est utilisé lorsque le débit de l'installation est suffisamment élevé pour justifier la présence permanente de personnel aux postes de chargement et déchargement où l'installation d'équipements de stockage automatique en amont et en aval de l'installation d'irradiation.

- Fonctionnement discontinu

Dans ce deuxième mode de fonctionnement, aucun nouveau paquet n'est introduit dans le circuit et aucun paquet n'en est évacué pendant l'irradiation. Pendant toute la phase d'irradiation, l'ensemble des opérations se déroule comme en fonctionnement continu, mais les paquets déchargés sur la bande transporteuse au poste de déchargement sont envoyés directement au poste de chargement et repartent pour une nouvelle série de passage en cellule.

Les opérations de chargement et déchargement de l'irradiateur se déroulent de la façon suivante : la source étant mise en position de stockage, les deux tables de chargement et de déchargement sont éclipsées.

Les balancelles se présentant au poste de déchargement sont alors déchargées, l'une après l'autre de leurs quatre paquets à la fois. Pendant le même temps des balancelles vides se présentent au poste de chargement et sont chargées de quatre paquets à la fois.

Pendant ces opérations de déchargement et chargement, le départ des balancelles est commandé par le personnel.

Lorsque tous les cartons se tenant sur l'ensemble des balancelles ont été déchargés et remplacés par d'autres cartons le système de manutention est mis en fonctionnement en circuit fermé, comme décrit précédemment. La fréquence d'avancement des balancelles est calculée de telle sorte que chaque paquet reçoive la dose requise en effectuant un cycle complet d'irradiation, c'est à dire quatre passages en cellule à des niveaux différents.

2. LE MECANISME DES SOURCES

2.1. Description

2.1.1. Sources élémentaires.

Les sources élémentaires sont cylindriques du type COA-88 et présentent des caractéristiques suivantes :

elles ont une double enveloppe d'acier inoxydable
diamètre extérieur 11,2 mm
longueur totale 450 mm
longueur active 431 mm

2.1.2. Porte source et modules

Le porte-source est constitué d'un cadre présentant des glissières verticales dans lesquelles peuvent être introduits des "modules".

Le porte-source est suspendu à un câble de manoeuvre et guidé latéralement par deux autres câbles.

Il y a 12 modules identiques répartis sur 2 niveaux.

Chaque module peut contenir 40 sources réelles ou fictives de type COA 88.

Chaque module est constitué d'un cadre rectangulaire.

L'élément horizontal supérieur présente une encoche destinée à l'introduction des sources.

Cette encoche peut être fermée par une pièce articulée, interdisant toute sortie des sources lorsque le module est rempli.

2.1.3. Treuil de levage

Le treuil de levage du porte-source est situé à l'extérieur de la cellule d'irradiation, dans la salle des annexes.

Il est muni des dispositifs suivants :

- Fin de course haut et bas à index réglable.
- Frein à défreinage par manque de courant permettant la descente automatique de la charge en cas de manque de courant.

- Frein centrifuge limitant la vitesse du moteur à sa vitesse nominale + 10 % pendant la descente hors tension.
- desserrage séparé du frein par bouton supplémentaire.
- interrupteur de mou de câble à rouleau agissant sur le circuit de commande lorsque le câble n'est pas tendu (si le câble se déroule et que le porte-source ne descend pas).
- limiteur de couple avec contact électrique agissant sur le circuit de commande en cas de surcharge.
- dispositif différentiel de blocage mécanique du tambour par verrou accouplé à la porte à manoeuvrer (dispositif de sécurité)

2.1.4. Câbles de manoeuvre et de guidage

Les deux câbles de guidage latéraux et le câble central de manoeuvre sont en acier inoxydable comme toutes les pièces du porte-source.

Le câble de manoeuvre passe sur quatre poulies et traverse les parois de protection en passant dans un tube acier.

2.1.5. Equipement de manutention du conteneur de sources.

Au dessus de la cellule, à l'extérieur, se trouve un monorail supporté par 4 pieds.

Le monorail supporte un palan électrique mobile.

L'ensemble à une capacité de levage de 6,3 T.

2.1.6. Equipement de manipulation des sources

Une perche de manipulation peut être utilisée pour sortir les modules du porte-source et les y remettre.

Elle est en acier inoxydable.

L'extrémité est munie d'un embout fileté, s'adaptant au bossage des modules du porte-source.

Un télémanipulateur de piscine permet la manipulation des sources.

2.2. Fonctionnement dans les conditions normales d'exploitat:

2.2.1. Montée des sources.

La montée des sources n'est possible que si deux conditions sont remplies.

a/ La clé A a été retirée du transmetteur électrique de clé et placée sur le pupitre.

b/ Le verrou mécanique entre la porte et le treuil, a bien été mis dans la position qui verrouille la porte et libère le treuil.

Lorsque ces conditions sont réalisées l'arrivée du porte-source en position haute entraîne la mise en route du convoyeur.

2.2.2. Descente des sources.

Elle est provoquée soit

a/ par un défaut d'alimentation électrique, dans ce cas un frein centrifuge limite la vitesse de descente.

Le retour de l'alimentation électrique n'entraîne pas la remontée des sources.

b/ par un arrêt volontaire ou involontaire du convoyeur.

2.3. Chargement du porte-source

Les sources radioactives sont amenées dans un conteneur en plomb porté par un camion.

Le toit de la cellule présente une ouverture, normalement fermée par deux bouchons superposés en béton.

Le palan qui se trouve au dessus de la cellule, permet d'enlever ces dalles (dans certaines conditions assurant la sécurité de l'installation) et d'amener le conteneur en fond de piscine où il est ouvert.

Les sources sont alors déchargées et placées sur le porte-source au moyen des outils de manipulation en piscine.

3. PUPITRE DE COMMANDE

3.1. Description

Il est composé de deux parties, l'une destinée à la commande des organes du convoyeur, l'autre à la commande de la source et des annexes.

3.1.1. Commandes relatives au convoyeur

Le pupitre comprend un ensemble de voyants et boutons, avec un sectionneur général.

On peut distinguer :

1°/ Les voyants correspondants à un défaut de fonctionnement

- surcharge du convoyeur à chaîne (action du limiteur de couple du moteur de la chaîne)
- pression d'air insuffisante pour le fonctionnement des vérins.
- durée d'un cycle anormalement élevée
- transporteur à bande plein, ne peut plus accepter de nouveaux paquets au déchargement etc ...

2°/ Les voyants indiquent le bon fonctionnement des diverses parties de l'installation :

- marche du convoyeur aérien
- marche des transporteurs à bande
- avance des poussoirs de chargement, déchargement, permutatif
- recul des poussoirs de chargement, déchargement permutatif

3°/ Les voyants correspondants à un fonctionnement exceptionnel de l'installation.

- marche manuelle (avec commande de départ des balancelles aux portes de chargement et déchargement).

4°/ Les boutons de manoeuvre suivants :

- marche convoyeur, arrêt convoyeur
- réarmement (après arrêt dû à un défaut)

5°/ Les informations relatives à la régulation

- compteur à présélection du nombre des entraîneurs passés entre chaque balancelle.
- rhéostat de réglage de la vitesse de la chaîne.
- affichage du temps réel entre chaque balancelle.

3.1.2. Commandes relatives à la source

Elles sont rassemblées sur la partie droite du pupitre.

1°/ Les voyants de fonctionnement sont les suivants :

- marche indépendante, marche automatique
- montée, descente, position haute, position basse.

2°/ Les boutons de fonctionnement sont les suivants :

- interrupteur à clé de marche indépendante ou automatique
- interrupteur à clé d'alimentation du treuil (qu'on actionne avec la clé A dans les conditions définies dans la 4ème partie)
"Coup de poing" d'arrêt d'urgence. Bouton montée, bouton descente.

3°/ Enregistreur

Il enregistre la position de la source, le passage des balancelles, la vitesse de la chaîne.

3.1.3 Commandes relatives aux annexes

Il y a des boutons marche-arrêt et des voyants marche-arrêt pour chacune des fonctions suivantes :

- compresseur
- ventilation
- circulation de l'eau
- éclairage piscine
- éclairage cellule

3.2. Fonctionnement

3.2.1. Commandes relatives au convoyeur

Les boutons de MARCHE et ARRET assurent la mise en fonctionnement de l'ensemble du convoyeur dans les conditions suivantes :

1°/ Si la clé de marche indépendante ou automatique du pupitre est en position "MARCHE INDEPENDANTE", le convoyeur peut être mis en fonctionnement par action sur le bouton "MARCHE" et arrêté par action sur le bouton "ARRET".

2°/ Si la clé de marche indépendante ou automatique est en position "MARCHE AUTOMATIQUE" l'action sur le bouton "MARCHI du convoyeur sera suivi d'effet seulement lorsque les sources auront été mises en position d'irradiation. D'autre part, dans la position "MARCHE MANUELLE" du convoyeur le départ des balancelles a lieu lorsque l'ordre a été donné depuis les postes de chargement et déchargement.

3.2.2. Commandes relatives aux sources.

Une clé permet le passage en fonctionnement indépendant ou en fonctionnement automatique de l'irradiateur.

1°/ Lorsque la clé est en position "MARCHE INDEPENDANTE" il est possible de faire fonctionner le convoyeur sans monter les sources et la mise en position d'irradiation du panneau porte-source n'entraîne pas la mise en route immédiate du convoyeur.

2°/ Lorsque la clé est en position "AUTOMATIQUE", la mise en position d'irradiation du panneau porte-source entraîne la mise en route du convoyeur.

Dans tous les cas, la montée du porte-source ne peut être obtenue qu'à condition de placer une clé A dans la serrure du pupitre.

3.2.3. Commandes relatives aux annexes.

Les boutons marche-arrêt correspondants à chacun des systèmes annexes permettent leur mise en service et leur arrêt.

4. SYSTÈME DE SÉCURITÉ

4.1. Réseau de mesure du rayonnement

Il est composé de deux voies de mesures du rayonnement gamma, l'une pour la cellule, l'autre pour le labyrinthe d'accès.

La chambre d'ionisation placée en cellule permet de contrôler le niveau de rayonnement en cellule pendant les opérations de chargement des sources. En outre elle indique bien évidemment lorsque les sources sont en position haute.

La chambre d'ionisation placée dans le labyrinthe donne également une indication lorsque les sources sont en position haute. En outre elle fournit une alarme en cas de transport accidentel d'une source par le convoyeur (incident très peu probable mais qui pourrait avoir des conséquences graves).

Pour ces deux voies de mesure, les amplificateurs sont situés à l'extérieur de la cellule. Chaque voie de mesure est équipée de trois seuils d'alarme : un seuil de bon fonctionnement deux seuils d'alarme.

Des signalisations sonores et lumineuses sont associées au dépassement des seuils d'alarme : elles apparaissent sur des coffrets de signalisation placés près des détecteurs et sur une armoire centrale près du pupitre de commande.

Les signalisations sonores relatives aux dépassements de seuil sont inhibées lorsque la cellule est en "ACCES INTERDIT".

4.2. Réseau de sécurité

Son rôle est d'interdire la montée du porte-source si un certain nombre de conditions ne sont pas remplies, et de signaler les possibilités d'accès à la cellule par des feux de signalisation.

La montée des sources sera effectuée à partir du pupitre de commande, à l'aide d'une clé qui ne peut être retirée d'un coffret placé près de la porte que si cette porte est fermée et verrouillée.

En outre le déverrouillage de la porte n'est possible que si le niveau de rayonnement dans la cellule et le labyrinthe est suffisamment bas.

Enfin un verrou mécanique relie la porte au treuil des sources et il n'est pas possible d'ouvrir la porte quand les sources sont en position haute, ni de monter les sources quand la porte est ouverte.

4.3. Accès libre, réglementé, interdit.

La cellule sera en accès "libre" si les voies de mesures sont en bon fonctionnement et si la clé du treuil est prisonnière sur le boîtier de la porte.

La cellule sera en accès "interdit" si les voies de mesures sont en mauvais fonctionnement ou indiquent un dépassement de seuil ou si, après avoir effectué une ronde dans la cellule on a fermé la porte et l'a verrouillée (réseau de sécurité armé).

La cellule sera en "accès réglementé" si on a mis en place une clé spéciale annulant partiellement le système de sécurité en vue d'interventions spéciales.

Dans ce cas la porte peut être ouverte même s'il y a du rayonnement en cellule, même si le réseau de mesure ne fonctionne pas bien.

5. ANNEXES

L'ensemble de l'installation est complété par une unité de traitement de l'eau (déminéralisation), un système de ventilation et naturellement l'éclairage de la cellule et de la piscine.

Tous ces équipements ne présentent pas de particularités.

