

EXPOSITION RADIOLOGIQUE DES PERSONNELS AFFECTES AUX OPERATIONS DE MAINTENANCE DE RADAR DE SURVEILLANCE AERIEENNE



**X. Michel¹, G. Gagna¹, G. Abou Anoma¹, F. Entine¹, D. Schoulz²,
A. Cazoulat¹, J.-C. Amabile¹, P. Laroche¹**

1 : Service de protection radiologique des armées (SPRA) - Clamart, FRANCE

2 : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives / Direction des applications militaires (CEA/DAM) – Bruyères-le-Châtel, FRANCE



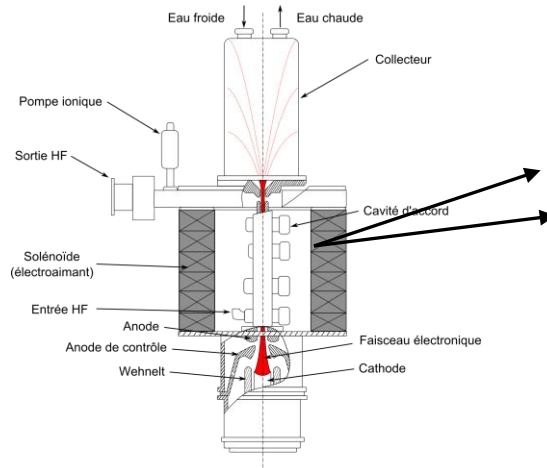
Le radar Palmier de la base aérienne 942 de Lyon Mont-Verdun

- **Systeme de détection de la défense aérienne de l' Armée de l' air**
- **Caractéristiques techniques**
 - **Deux chaînes d' amplification simultanées:**
 - un émetteur de bas niveau de puissance
 - ✓ signal d'hyperfréquence de 2 à 4 GHz
 - un émetteur de haut niveau de puissance
 - ✓ signal de sortie : 2 kW à 20 MW
 - **Impulsion électromagnétique de 20 MW**

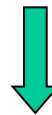


Principes de fonctionnement du klystron

- Electrons produits par effet thermo-électrique puis accélérés sous l'action d'une THT
- Energie cinétique des électrons modulée en amplitude par passage dans des cavités résonnantes
- Transformation de l'énergie cinétique en énergie électromagnétique dans la cavité de sortie
- Onde électromagnétique canalisée au travers de guides d'onde pressurisés vers l'antenne du radar



**Rayons X
de 30 keV**

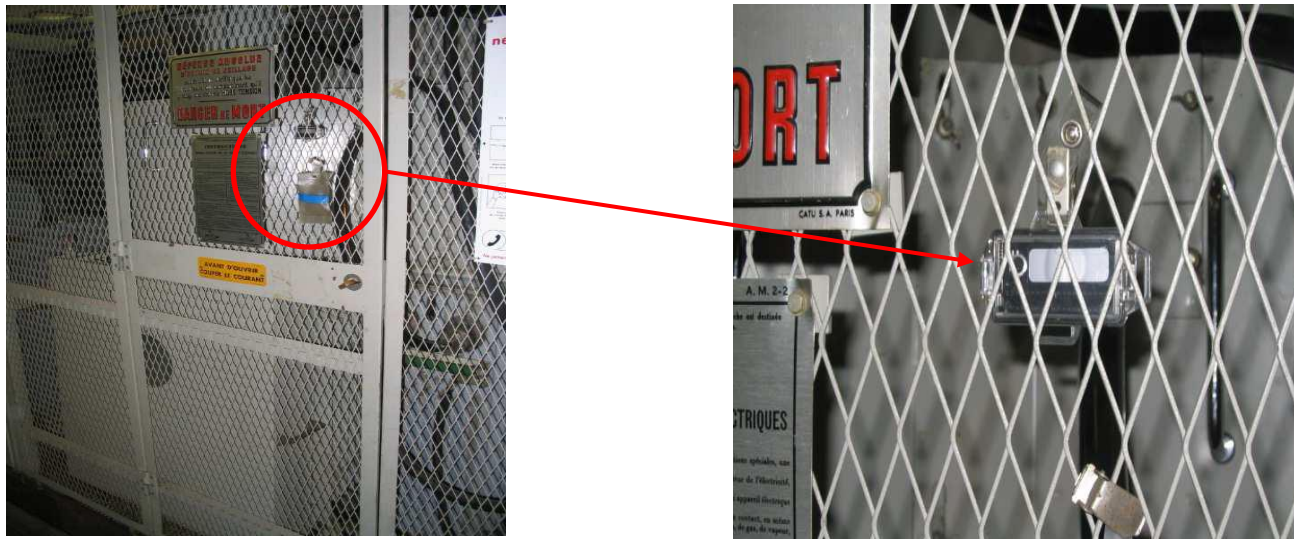


**Surveillance
dosimétrique
d'ambiance**



Chronologie des évènements

- Résultat de dosimétrie d'ambiance élevé (146 mSv/ 30 jours) au niveau du grillage de protection de l'émetteur du radar





- Arrêt de l'émetteur, enquête technique
 - Pollution par l'huile des compresseurs, désadaptation du klystron, défocalisation du faisceau venant frapper les structures avoisinantes
 - Majoration de l'émission du rayonnement X de freinage +++

Chronologie des évènements

- **Réalisation de mesures autour de l'émetteur en fonction**
 - Débits de dose oscillant entre 10 μ Sv/h et 2 mSv/h
 - Confirmation de l'incident technique
- **Changement du klystron**
- **Réception du rapport réalisé par un organisme de contrôle externe agréé en radioprotection = valeurs normales**
 - Remise en fonction de l'émetteur décidée par le CDT de la BA 942
- **Demande d'appui technique de l'Armée de l'air au SPRA**
 - Réalisation d'une campagne de mesures des rayonnements X « parasites » sur ces radars sol/air
 - Port d'une dosimétrie opérationnelle par tous les servants du radar

Evaluation des doses efficaces individuelles : 2 approches

■ Analyse dosimétrique du poste de travail

- Définition d'un parcours type lors d'une opération de maintenance 
- Estimation des temps nécessaires à l'accomplissement des différentes actions 
- Intégration des doses efficaces reçues par un radiamètre AT1123[®]
 - Appareil adapté à la mesure des RI dans un CEM : norme de compatibilité électromagnétique
 - 2 modes d'enregistrement : « champ pulsé » et « champ continu »



■ Surveillance dosimétrique externe passive des personnels

- 14 personnels surveillés par un dosimètre passif OSL InLight[®] (poitrine)
- Période de surveillance trimestrielle : décembre 2009 à février 2010

Evaluation des doses efficaces individuelles

▪ Résultats de la dosimétrie individuelle externe passive trimestrielle

8 résultats n'ont pas dépassé le seuil de détection du dosimètre

5 personnels ont reçu une dose efficace de 0,10 mSv

1 dose efficace maximale mesurée à 0,25 mSv

Les doses efficaces individuelles susceptibles d'être reçues lors des opérations de maintenance sont comprises entre 0,4 et 1 mSv sur un an

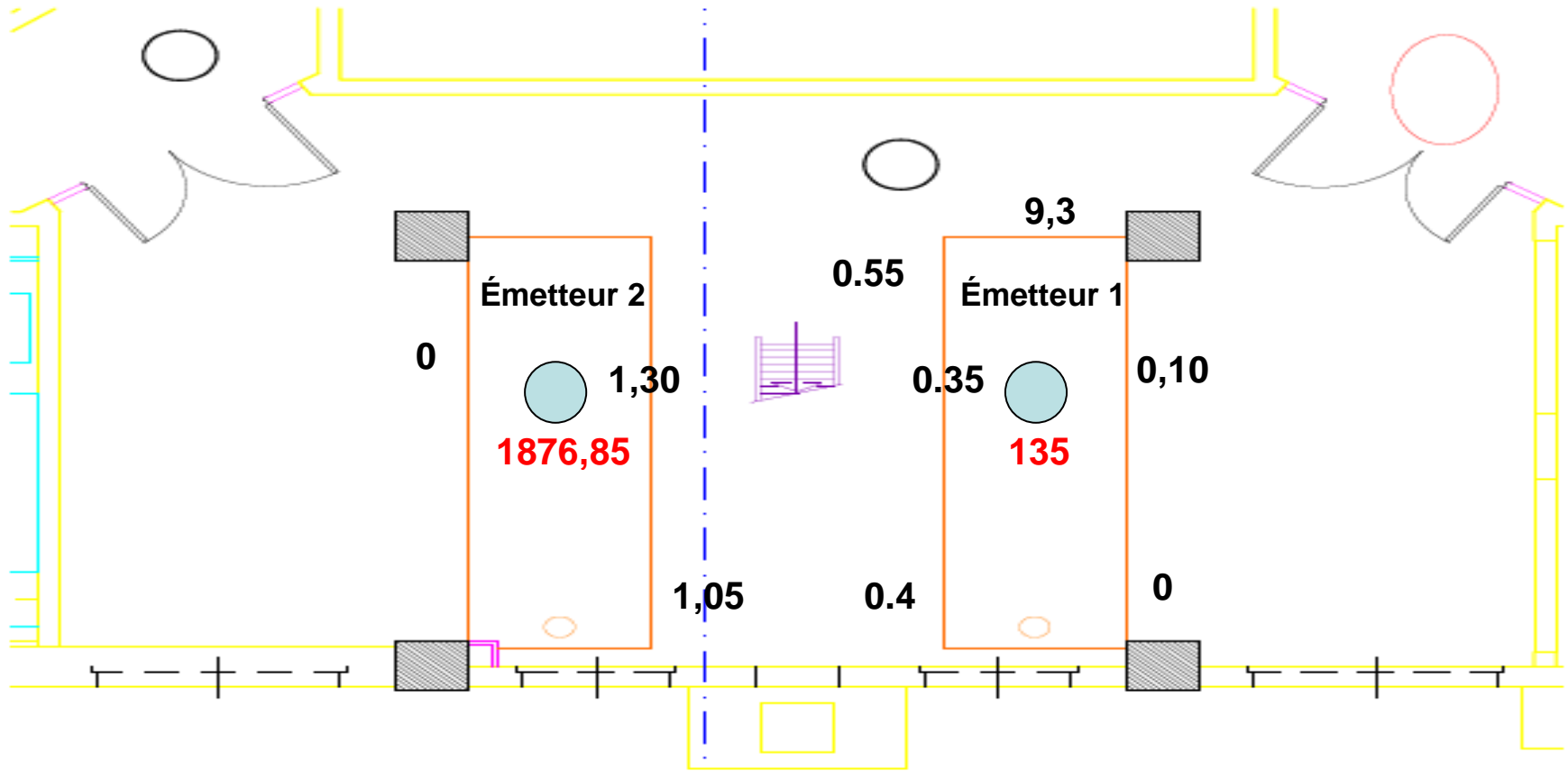
▪ Résultats de la mesure par intégration AT1123 au parcours du permanent

Dose intégrée au cours d'une ronde de maintenance = 13 μ Sv

Dose efficace annuelle = 13 μ Sv x 4 x 52 semaines = 2,7 mSv/an

Résultats dosimétrie d'ambiance

- Cartographie dosimétrique d'ambiance de l'installation (mSv) sur 3 mois



Zonage radiologique

- Caractéristiques d'émission de l'installation se rapprochent plus d'un champ pulsé que d'un champ continu
- Dose intégrée sur une heure inférieure à $7,5 \mu\text{Sv}$ sauf au niveau des grillages d'enceinte (débits de dose supérieure à $25 \mu\text{Sv/h}$)
- Classement de la salle des émetteurs en zone surveillée avec une zone contrôlée, a minima autour des deux émetteurs et au niveau de la passerelle



Recommandations

- **Catégorisation des personnels**
 - Catégorisation B (SMR) + surveillance dosimétrique individuelle passive
- **Zonage radiologique**
 - Signalisation des points chauds, renforcement des protections physiques (plaques de plomb),...
- **Régime d'autorisation/déclaration de l'installation et contrôle radiologique (?)**
 - **Radars = générateurs de rayons X donc demande d'autorisation ASN**
 - Contrôle technique réglementaire par un organisme agréé

Conclusions

▪ Difficultés techniques de mesure

- Interférences entre RNI et RI : nécessité d'appareils de mesure disposant de la norme NF EN 61000-4-1 de compatibilité électromagnétique

▪ Un risque authentifié ...?

- Identification de l'émission d'un klystron par Hélinuc CEA-DAM chargé du blanc radiologique au dessus des bases aériennes mettant en œuvre la dissuasion



▪ Conséquences sanitaires ...?

Int J Cancer. 2009 Feb 15;124(4):945-51.

Causes of death among Belgian professional military radar operators: a 37-year retrospective cohort study.

Degrave E, Meeusen B, Grivegnée AR, Boniol M, Autier P.

Unit of Epidemiology and Biostatistics, Military Hospital Brussels, Brussels, Belgium. etienne.degrave@mil.be

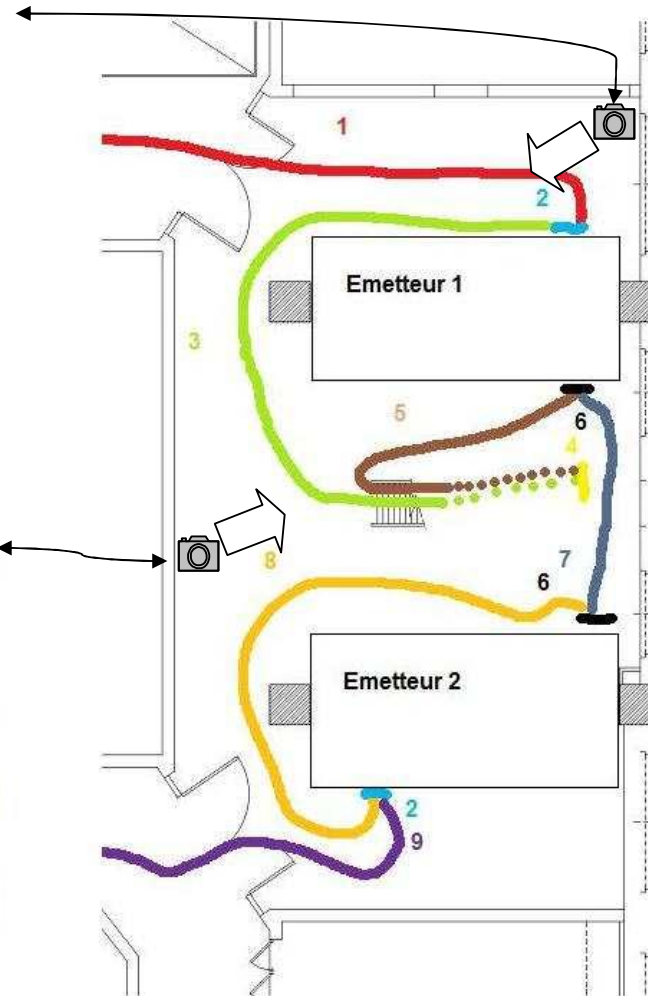
- **Excès de risque de cancer hématopoïétique ?**
Etiologie RNI ou RI ou les deux???



UN RAYONNEMENT PEUT EN CACHER UN AUTRE !



- Définition d'un parcours type d'une ronde de maintenance



- Estimation des temps des différentes actions

N°	Action	Durée
1	Entrée dans la salle des émetteurs	10 secondes
2	Mesures journalières à l'oscilloscope	10 minutes (émetteur en marche)
3	Le permanent monte aux aérocondenseurs et vérifie les débits d'eau du système de refroidissement	30 secondes
4	Prise des températures	3 minutes
5	Le permanent redescend	30 secondes
6	Mesures sur les parties énergie des émetteurs	1 minute
7	Changement d'émetteur	2 secondes
6	Mesures sur les parties énergie des émetteurs	1 minute
8	Le permanent se dirige vers la partie commande de l'autre émetteur et vérifie les débits d'eau du système de refroidissement	10 secondes
2	Mesures journalières à l'oscilloscope	3 minutes (émetteur de veille)
9	Le permanent quitte la salle des émetteurs	10 secondes
	Total	20 minutes environ (1200 s)

4 rondes / semaine

