

PRINCIPES DE LA RADIOPROTECTION ET RECOMMANDATIONS PRATIQUES

PR I.C.DIAKHATE
DEPARTEMENT D'IMAGERIE MEDICALE
HOPITAL PRINCIPAL DE DAKAR

INTRODUCTION

- RX sont des rayons ionisants avec une courte longueur d'onde, ils vont interagir avec matière
> atténuation = absorption + diffusion= irradiation et effets biologiques.
- **Cependant l'utilisation des radiations ionisantes peut comporter des dérives en pratique médicale, chirurgicale, dentaire, voire vétérinaire potentiellement néfastes pour le patient, mais aussi pour le praticien.**
- donc une prévention est nécessaire pour limiter le risque au minimum c'est **la radioprotection**

PUBLIC-PATIENT -TRAVAILLEUR

HISTORIQUE

- ✓ **8 novembre 1895** Pr Wilhelm Conrad Roentgen a découvert les Rayons X inconnus, mystérieux
- ✓ **1896** dermite des Premiers radiologues , decouverte de la radioactivié par Becquerel
- ✓ **1901** Premiers effets tératogènes
- ✓ **1905** Antoine Béclère a publié « moyens de protection des médecins et de leurs patients contre l'action nocive des nouvelles radiations ».
- ✓ **1915** : création de la Commission Internationale de Protection contre les Rayons X et le Radium (CIPR)
- ✓ **2004** :Sénégal ARSN (Autorité de Radioprotection et de Sureté Nucléaire).

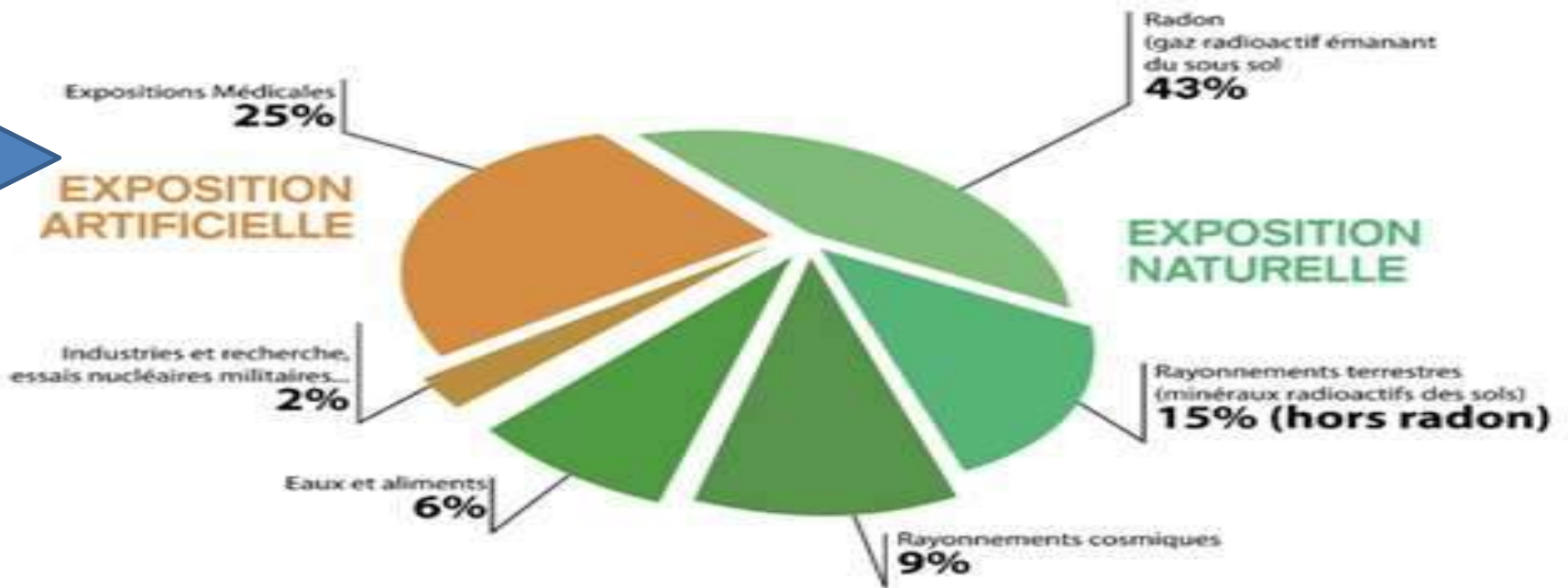
RADIOPROTECTION: définition et buts

- Ensemble de règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher et à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes de manière directe ou indirecte y compris les atteintes portées à l'environnement.
- Devoir pour les professionnels / droit pour le patient et le public.

Buts de la Radioprotection: limiter au maximum les effets néfastes des RX tout en conservant au patient le bénéfice diagnostique ou thérapeutique de l'examen

OBJECTIFS

- Pourquoi la radioprotection? Effets biologiques
 - Comment faire la radioprotection? Pour qui? Par qui?
- +Principes de la Radioprotection : justification; optimisation; limitation des doses
- +Recommandations pratiques:
- radioprotection travailleurs(surveillance , précautions à prendre et mesure des doses)
 - radioprotection du patient, cas de la femme enceinte
 - locaux et public
- +Organisation et législation



- Médecine nucléaire
- Laboratoire de biologie
- Cabinet dentaire
- Service de radiologie: TDM, radiologie conventionnelle et numérique. Surtout interventionnelle ,
- Bloc opératoire (amplificateur de brillance orthopedie)

QUELQUES FAITS

PATIENTS : *-Accidents de nécrose pariétale thoracique des patients après cardiologie interventionnelle*

+L'incidence de Cancers (sein et endomètre) est multipliée par 5 pour les adolescentes atteintes de scoliose 25 ans auparavant pour rx répétées lors de la surveillance de scoliose

+PRATICIENS: **-Cancers cérébraux : une exposition supérieure à 1 Sv aux rayons X est un facteur de risque, établi, de développer un cancer du système nerveux (cela correspond à 10.000 clichés thoraciques, mais à seulement 63 angioplasties coronaires).**

-Des lésions fréquentes des cristallins sont observées : 3 fois plus de risques d'opacification du cristallin dans cette population

«

Quelques Exemples



Radiodermite après
radiothérapie



Après cardiologie
interventionnelle

POURQUOI LA RADIOPROTECTION

POURQUOI LA RADIOPROTECTION?

RX sont des rayonnements *ionisants* caractérisés par leur énergie inversement proportionnelle à leur longueur d'onde, cette énergie > arracher des électrons aux atomes de la matière qu'ils rencontrent > **ionisations+++ > effets biologiques.**

EFFET COMPTON>>DIFFUSION+++

EFFET PHOTOELECTRIQUE>>ABSORPTION:

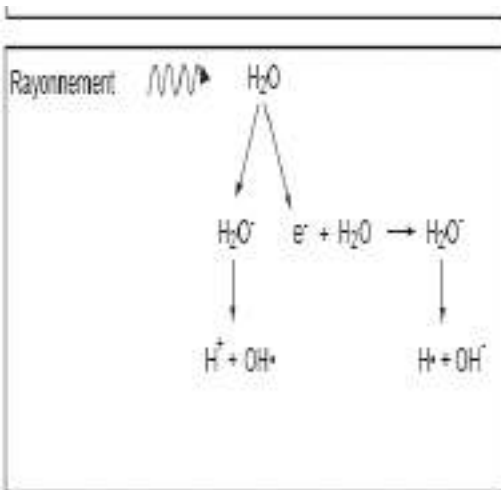
ABSORPTION +DIFFUSION = ATTENUATION

EFFETS BIOLOGIQUES DES RX IONISANTS

LE MECANISME PRINCIPAL EST LA RADIOLYSE DE L'EAU :

Si des molécules d'eau sont exposées à des rayonnements ionisants il peut y avoir dissociation des liaisons chimiques, produisant *des radicaux libres* qui peuvent endommager ou détruire des cellules.

RADICAUX LIBRES $\text{OH}^\circ \text{H}^\circ \text{O}_2 \gg \text{H}_2\text{O}_2$ -----> **ADN**



ADN : Cassure simple /Cassure double brin

Cellules réparée(effet nul) / cellules morte / cellule mal réparée ou mutée

COMMENT MESURER LES RAYONS IONISANTS?

Pour évaluer l'importance de l'impact biologique d'une exposition aux rayonnements ionisants et comparer les expositions entre elles, la radioprotection utilise notamment la dose efficace ;

•c'est une grandeur calculée, exprimée en millisieverts (mSv), qui prend en compte non seulement la quantité d'énergie absorbée par le corps, mesurée en grays (Gy : énergie cédée par unité de masse),

*mais aussi la nature des rayonnements émis et la sensibilité biologique aux rayonnements des tissus et organes exposés

$$E \text{ (dose efficace)} = \sum H_t \times W_t \text{ (} W_t \text{ est le facteur de pondération pour les tissus) en Sv}$$

Sv : Sievert est l'unité de radioprotection, faibles doses

Radiomètre externes - dosifilms personnels

EFFETS BIOLOGIQUES DES RAYONS IONISANTS

deux catégories d'effets biologiques :

+Des effets certains, dits déterministes gravité dépend de la dose: + dose augmente + l'effet augmente.

+Des effets aléatoires, dits stochastiques: gravité indépendante de la dose, +dose augmente+ la probabilité de survenue augmente.

EFFETS BIOLOGIQUES: déterministes (précoces)

DETERMINISTES PRECOCES AVEC SEUIL Dose > 1 Sv :
plus de cellules sont plus détruites que réparées).

- ❑ **des brûlures, des nausées, convulsions, modifications sang (lymphopénie, anémie) qui apparaissent systématiquement et de façon précoce lorsque la dose de rayonnements reçue dépasse un certain Seuil**
- ❑ Plus la dose est élevée, plus l'effet est important donc gravité dépendante de la dose.

EFFETS BIOLOGIQUES: stochastiques(tardifs)

=Cible de la radioprotection

- **STOCHASTIQUES TARDIFS SANS SEUIL:**
- -aléatoire car non systématique
- -gravite indépendante de la dose “Mais la probabilité augmente avec dose “
- réparations sont imprécises, la cellule peut survivre, mais son programme biologique risque d’être modifié (mutation) donc
- -Risque de Cancer ou leucémie
- -Risque génétique.

APRES LA DOSE

LES EFFETS BIOLOGIQUES DEPENDENT AUSSI

DE LA RADIOSENSIBILITE DES TISSUS:

Les organes sensibles : cristallin, thyroïde, peau, sein , gonades , moelle osseuse.

PROTECTION: Lunettes plombées ,cache gonades et cache thyroïde

DEGRE DE MATURATION DE LA CIBLE CELLULAIRE

Loi Bergognié et Tribondeau : « *Les rayons X agissent avec d'autant plus d'intensité sur les cellules que l'activité reproductrice de ces cellules est grande, que leur devenir caryocinétique est plus long, que leur morphologie et leurs fonctions sont moins définitivement fixées.* » >> **CELLULES JEUNES**

+FEMME ENCEINTE car la radiosensibilité plus forte surtout à la période

d'embryogénèse

+ENFANT

EFFETS BIOLOGIQUES SUR LA GROSSESSE

- **2 types de Risques au cours de la grossesse :**

A/effets déterministes : risques pour l'embryon et le fœtus : pour des doses élevées (>>200 mSv)

- pré-implantation (0-9 jours) :« tout ou rien »
- organogenèse (9ième jour à 9 ième semaine) :mort in utero ;malformations ; mort néonatale ou postnatale.

« IL N'EST PAS RECOMMANDE DE FAIRE RX OU TDM ABDO-PELVIS DURANT CETTE PERIODE »

- période fœtale (9 ième semaine à 9 ième mois) : défauts de croissance, fragilité postnatale, malformations du système nerveux... un risque de retard mental, associé ou non à une diminution du périmètre crânien.

« Rappelons qu'un risque spontané de malformation est observé spontanément chez 3 % des enfants. »

EFFETS BIOLOGIQUES SUR LA GROSSESSE

-B/ effets stochastiques :augmentation de la fréquence des cancers à la période foetale+)

+D'après les statistiques, une augmentation du nombre des cancers et notamment de leucémies de l'enfance a été constatée après des irradiations *in utero* supérieures à 200 mSv

+rappelons le risque spontané de 2,5 pour mille de cancer,

LES PRINCIPES ET LES RECOMMANDATIONS

Principe Fondamental de la radioprotection: « ALARA »

ALARA : As Low As Reasonably

Achievable > MAINTENIR L'IRRADIATION AUSSI BAS
QUE RAISONNABLEMENT POSSIBLE POUR FAIRE UN
DIAGNOSTIC

- Ne s'applique pas aux gestes thérapeutiques
- +++ (bénéfice >>> risque) exple la Radiologie interventionnelle, Radiothérapie

3 Principes généraux de la radioprotection: RECOMMANDATIONS

- +**JUSTIFICATION:** toute exposition aux rayons X doit être justifiée par une indication >>*guide du bon usage des indications d'imagerie*

- +**OPTIMISATION:** « ALARA » niveau le plus faible possible , donc adapter les protocoles d'examens selon le morphotype du patient, l'âge (enfant); statut (femme en âge de procréer) et le contraste naturel de l'organe à examiner >>*guide des procédures imagerie*

- +**LIMITATION DE LA DOSE:** respect des limites individuelles d'exposition réglementaires pour le travailleur et le public.

**MESURES GENERALES
POUR LA RADIOPROTECTION
EFFICACE**

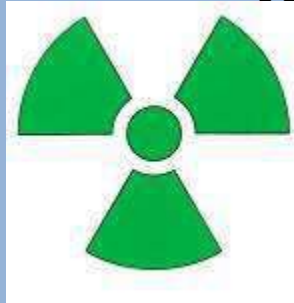
MESURES ET RECOMMANDATIONS GENERALES

- **MATÉRIEL**: autorisation , déclaration et Contrôle de qualité et maintenance technique;
- **LOCAUX** : délimitation des locaux avec classification en zone contrôlée et zone surveillée, dosimétrie d'ambiance par radiametre, signalisation porte émission R; expertise mathématique précise permettant de calculer l'épaisseur de plomb ou de béton adaptée pour les murs;
- **PATIENT** : justification et optimisation, autres (traçabilité de la dose, substitution); >>**RADIOPROTECTION DU PATIENT**
- **PERSONNEL** : classification A ou B , dosimétrie, visite médicale initiale d'aptitude et périodique annuelle avec bilan NFS, formation du personnel et connaitre les principes et règles de la radioprotection; >>**RADIOPROTECTION DU PERSONNEL**
- **PUBLIC**

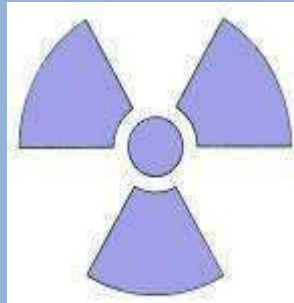
LOCAUX

Signalisation et délimitation de locaux :

***zone contrôlée A > trèfle vert (radiologie interventionnelle et angiographie)**

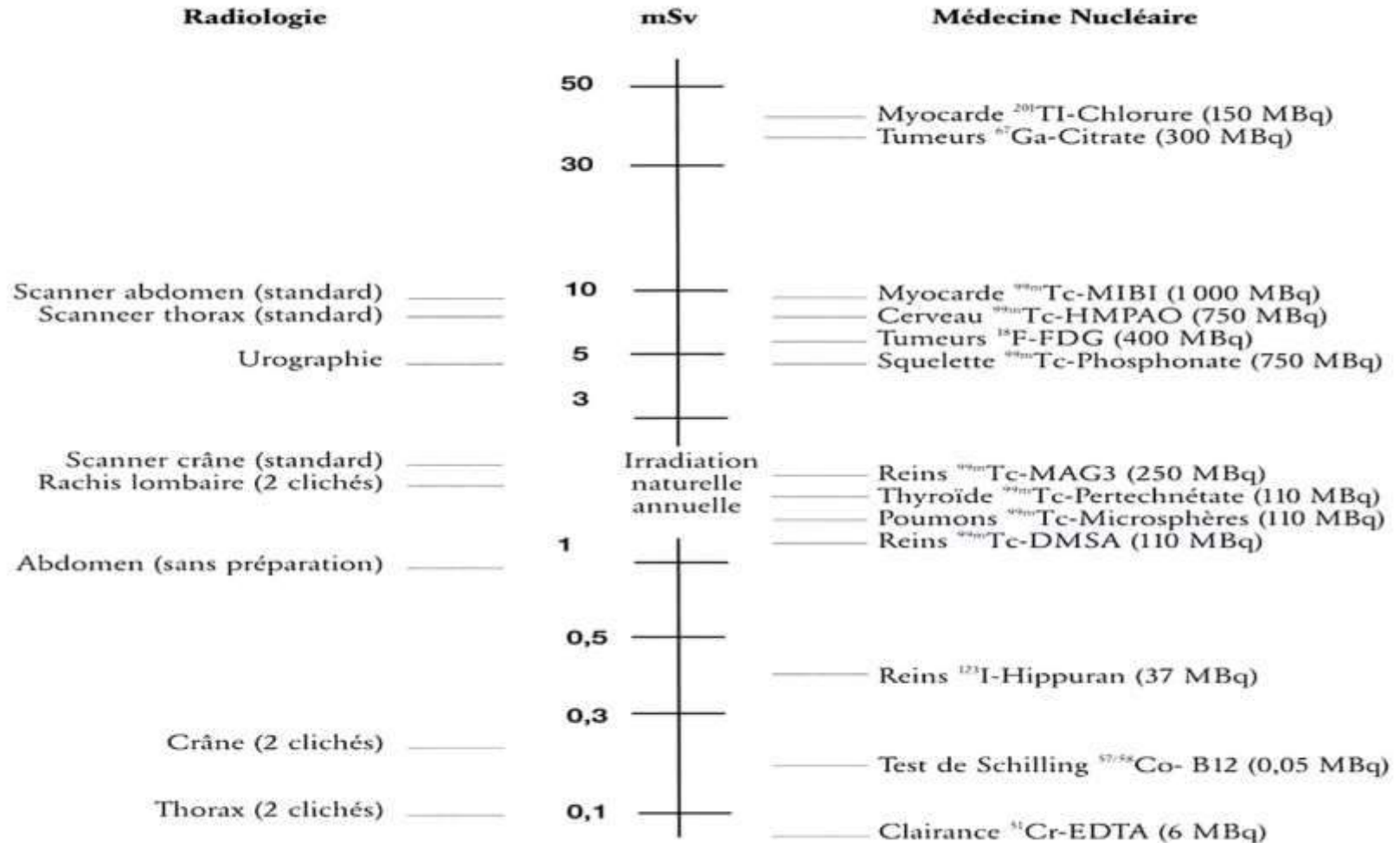


***zone surveillée B > trèfle bleu-gris**



RADIOPROTECTION DES PATIENTS

Doses patients examens courants



TDM abdomino - pelvienne 10mSV / 500clichés thorax / 4 , 5 ans d'irradiation naturelle

IRRADIATION NATURELLE 2,4mSv/an

RADIOPROTECTION DES PATIENTS

+justification : examen demandé par médecin, parfois à valider par radiologue, *jamais de RX sans indication . Hystérosalpingographie(1 à10j après règles),*

+optimisation : diminuer la dose délivrée(diminuer KV et MAS) compatible au résultat diagnostic souhaité >> création de protocoles d' examens adaptés selon l'âge , le poids le contraste naturel des organes

+Autres :

***Tracabilité des doses reçues (recueil des doses antérieures)**

***Substitution: remplacer un examen irradiant par un non irradiant (echo ou IRM) surtout grossesse**



JUSTIFICATION

Qu'est ce qu'un examen justifié :

Expression d'une question clinique

– (clairement formulée...)

– ...et dont la réponse contribue à la décision médicale

• Coopération nécessaire entre cliniciens et radiologue

« Toute activité non justifiée est interdite »

ne pas faire

UNITE D IMAGERIE PEDIATRIQUE - Pr JF. CHATEIL

Service demandeur

TAMPON UF

CCAM

12 JUIN 2006

UF 3534

Rendez-vous :

oui non

Date :

Heures :

Enfant à jeûn depuis _____ heures

date

F 01/05/2006 Age: 1m



E *06031786206*

Rqt

EXAMEN(S) DEMANDE(S) :

RP
ASP
Bassig
Rachis F+P

Renseignements cliniques (Indispensables) :

Nom du médecin demandeur :

[Signature]

Réservé à l'unité de radiopédiatrie

Initiales opérateur

Numéros examens Radiap.

N° d ordre :

Dossier

PEL 0677

RADIOPROTECTION DU PERSONNEL

surveillance Dosimétrique: mesure en temps réel (dosimétrie active ou électronique) ou différée (dosimétrie passive 1 mois ou 3 mois)



Radiametre pour contrôle ambiance de travail

- **ECRANS**

Utiliser les écrans de protection collectifs et individuels







LIMITATION DE LA DOSE RECUE

CATEGORIES DU PERSONNEL SELON LES LIMITES ANNUELLES D'EXPOSITION DOSES MAX ADMISSIBLES« DMA »

Les Travailleurs : classés en 2 catégories A ET B

Catégorie A : radiologie interventionnelle et angiographie

femme enceinte , jeunes travailleur en formation 16 à 18 ans ne peuvent être classés A

Catégorie B : Travailleurs exposés non classés A

CATEGORIE A	CATEGORIE B	PUBLIC
20 mSv	6 mSv	1mSv

RADIOPROTECTION DU PERSONNEL

✓ SURVEILLANCE

+dosimétrie passive ou active,

+visite médicale initiale d'aptitude et périodique annuelle avec **bilan NFS, résultats dosimétrie** > **consignés dans le dossier médical géré par médecin du travail**

+femme enceinte: toute grossesse doit être déclarée rapidement à l'employeur, au médecin du personnel et à la personne compétente en radioprotection. Dès que la grossesse est déclarée, l'exposition supplémentaire pour le fœtus ne doit pas être supérieure à 1mGy

MESURES A PRENDRE POUR LE PUBLIC

- **Pour le PUBLIC >> RESPECTS DES NORMES DE CONSTRUCTION « La Radioprotection fixe des limites de doses à ne pas dépasser pour le Public ≤ 1 mSv/an »**

1. Délimitation des zones d'accès réglementées (zonage radiologique)

2. Voyant lumineux à l'entrée des salles d'examen

3. Protocoles de mesure des irradiations par radiamètre : couloirs, salles d'examens

>> dosimétrie d'ambiance

Par exemple la dose maximum d'une zone publique (salle d'attente) est de 0.5 micro Sievert en 1 heure.

TEXTES REGLEMENTAIRES-GUIDE DES
PROCEDURES-REFERENTIELS
>>>REPERES

RADIOPROTECTION : TEXTES REGLEMENTAIRES- RÉFÉRENTIELS -GUIDE DES PROCÉDURES

- AIEA : Agence Internationale à l'Énergie Atomique.

Le Sénégal fait partie des Etats membres de l'AIEA. Cette agence détermine la législation internationale de radioprotection.

- La CIPR : Commission Internationale Pour la Radioprotection.

Cette commission détermine le niveau maximum de dose acceptable dans les différents locaux. Elle fixe aussi le niveau maximum de dose assimilable par le personnel médical, paramédical, technique et pour le public.

- L'ARSN : Autorité de Radioprotection et de Sureté Nucléaire.

Cette Autorité détermine les lois Sénégalaises de radioprotection. Toutes ces lois sont basées sur les recommandations de l'AIEA et de la CIPR. C'est elle qui vous donne l'autorisation de posséder et d'utiliser un générateur à rayon X. Elle a le pouvoir de contrôler vos installations et de suspendre votre activité si vous ne respectez pas la législation nationale et internationale.

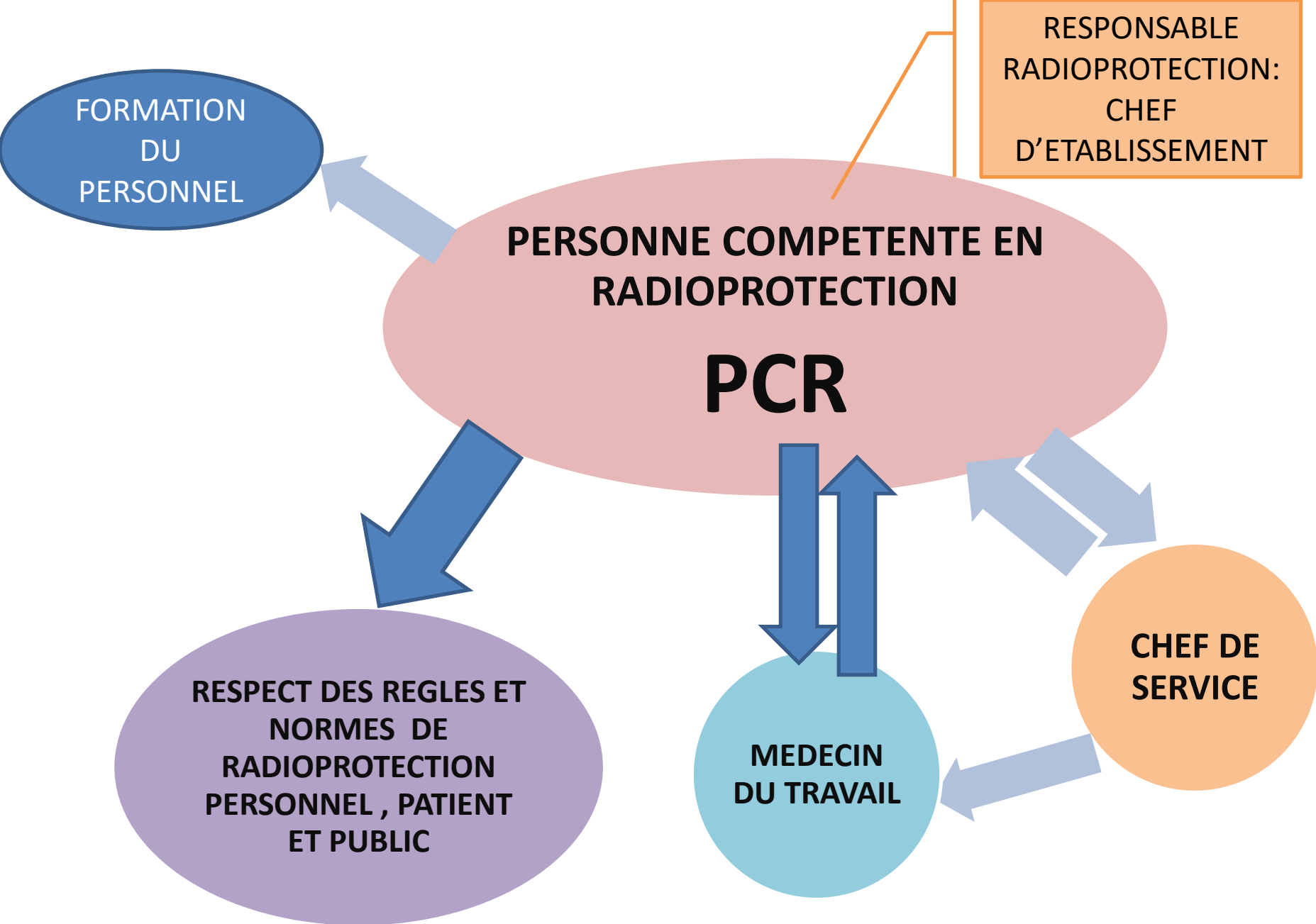
**Sénégal : loi n° 2004-17 du 15 juin 2004 protection contre les rayonnements ionisants.*

**Sénégal: DECRET n° 2010-893 du 30 juin 2010 portant organisation et fonctionnement de l'Autorité de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire.(ARSN).*

ORGANISATION DE LA RADIOPROTECTION

QUI DOIT ORGANISER LA RADIOPROTECTION?

- Régie par des textes réglementaires au Sénégal , textes accessibles (www.arsn.sn)
- Sous la responsabilité du chef d'établissement
- Mise en œuvre par une ou des **PCR**(Personne Compétente en Radioprotection) en relation avec le **Chef de service** et le **Médecin du Travail**



ORGANISATION DE LA RADIOPROTECTION

ROLE DE LA PERSONNE COMPETENTE EN RADIOPROTECTION (PCR):

- établit la classification locaux et personnels selon conditions de travail,
- gère la dosimétrie du personnel, il est responsable de l'information et la formation du personnel,
- il établit les procédures et démarches administratives, pour l'acquisition d'un matériel de radiologie,
- il entretient une collaboration étroite avec chef de service, le comité d'hygiène et de sécurité , **le médecin du personnel.**

CONCLUSION

« Ne surestimez pas le risque mais ne le négligez pas. Le bénéfice est supérieur au risque. »

- **Prudence = radioprotection**

*malade: réduire l'exposition des patients au minimum indispensable, numérisation est des moyens de radioprotection, diminuer l'exposition au patient (tout en respectant le principe ALARA) c'est également se protéger

*personnel

*public

*Attention particulière: femme enceinte , enfant, femme en période d'activité génitale

- **Connaitre les textes réglementaires: ARSN, CODE DU TRAVAIL AIEA, EURATOM**

- **Il faut une évaluation de la dose délivrée, ainsi le niveau de risque encouru: tracabilité**

- **Bonne Organisation de la radioprotection dans un service = collaboration étroite entre les acteurs**

*chef de service

*médecin du personnel: visite systématique embauche et périodique.

*personne compétente en radioprotection(PCR)

*personne spécialisée en radiophysique médicale(PSRPM)

QUESTIONS/ REPONSES

- Décrire les effets biologiques des Rayons ionisants sur l'homme (grossesse incluse)
- Décrire le principe fondamental de la radio protection et les 3 principes généraux
- Décrire les mesures générales à prendre pour une radio protection efficace dans un service de radiologie
- Rôle de la personne compétente en radio protection dans un service de radiologie