

Ministère de l'Éducation

UNIVERSITE DE BAMAKO

Faculté de Médecine, de Pharmacie  
et d'Odonto – Stomatologie

République du Mali  
Un Peuple – Un But – Une Foi

Année : 2005-2006

N°...../.

FACULTE DE MEDECINE, DE PHARMACIE  
ET D'ODONTO – STOMATOLOGIE

TITRE :

ETUDE COMPARATIVE DE LA DOSE PATIENT A LA DOSE DE  
REFERENCE DANS LE SERVICE DE RADIOLOGIE ET  
D'IMAGERIE MEDICALE DE L'HOPITAL GABRIEL TOURE (HGT).  
A PROPOS DE 70 CAS.

THESE :

Présentée et soutenue publiquement le ...../..... /.....  
La Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto – Stomatologie.

Par

Soukalo TRAORE

Pour obtenir le Grade de Docteur en Médecine  
(Diplôme d'Etat)

JURY :

Président : Professeur Issa TRAORE  
Membre : Docteur  
Codirecteur : Docteur Mahamadou Diallo  
Directeur de thèse : Professeur Marady KANE

**DEDICACES**  
**&**  
**REMERCIEMENTS**

## DEDICACES

Je dédie ce travail :

A la mémoire de mes grand parents :

Feu Moriba TRAORE

Feu Naba DIARRA

Chers grands parents vous nous avez quitté très tôt avant que ce travail soit mis au point. Je n'oublierais jamais vos proverbes riches d'enseignement et qui m'ont toujours accompagné durant ce travail. J'aurais voulu que vous soyez là ce jour pour admirer la réussite de vos efforts.

Que la terre vous soit légère et que votre âme repose en paix (amen !).

A mon jeune frère feu Moriba TRAORE dit Bassounrou, homme très poli et généreux, tu nous as quitté très précocement. Je dédie ce travail à tes deux enfants que tu nous as laissé.

A mon père Koléba TRAORE et ses braves frères (Yaranga, Zanké, Diawoye, Niama, Soulé et Sekou) :

Je n'oublierai jamais les efforts fournis ainsi que les éducations reçues dont j'en suis très fier.

La cohésion et le dialogue que vous avez toujours maintenu en famille me serviront de modèle.

Chers parents recevez ici toutes mes reconnaissances.

A ma mère Ténimba DIARRA et toutes mes tantes :

Vous m'avez toujours encouragé durant tout au long de mes études et essuyer mes larmes pendant les moments les plus difficiles.

Ce travail est le fruit de vos multiples sacrifices.

A mes oncles (Bougou, Koman, Siriman) et mon grand frère Garantigui, vous m'avez toujours assisté durant ce travail, vos conseils et vos encouragements n'ont jamais fait défaut.

A mes frères et soeurs du pré scolaire jusqu'à l'Université : courage et bonne chance.

A mes grand parents : Sounoukoun COULIBALY et Zé DIALLO, vous m'avez toujours consolé durant mon enfance.

Que Dieu vous donne une longue vie (amen !).

A mon ami et promotionnaire Dr KONATE Siaka.

Merci de la confiance que tu m'as placé. Les mots me manquent pour manifester toute ma satisfaction. Prions tous pour une amitié durable et sincère.

A mes amis (es) et camarades Dr DEMBELE D., Dr TOURE M., Dr KADIDIA Bocar, Dr KEITA Alima, Sekou DIALLO, Baba COULIBALY, Balla DOUMDIA, Fomba B.

A Cheickna SIDIBE et toute sa famille à Moribabougou sans oublié Awa SIDIBE dite Maman.

A tout le personnel du service de radiologie en occurrence les manipulateurs pour leur franche collaboration.

A mes aînés du service : Dr PEROU, Dr BEKONO, Dr CAMARA, Dr SYLLA.

A mes promotionnaires du service : Dr CISSE Awa, Dr DEMBELE Elisé, SIMPARA, SANOGO, TOURE.

A mes cadets du service : DIARRA, BAGAYOGO, KEITA, DIALLO.

A tous les personnels de la clinique FRATERNITE (Kayes N'di), en occurrence Dr SYLLA Yélli, Dr DIALLO Boubacar, Dr SISSOKO Aminata dite « Mimi », Dr MAIGA Mohamed pour leur franche collaboration et en m'acceptant comme je suis.

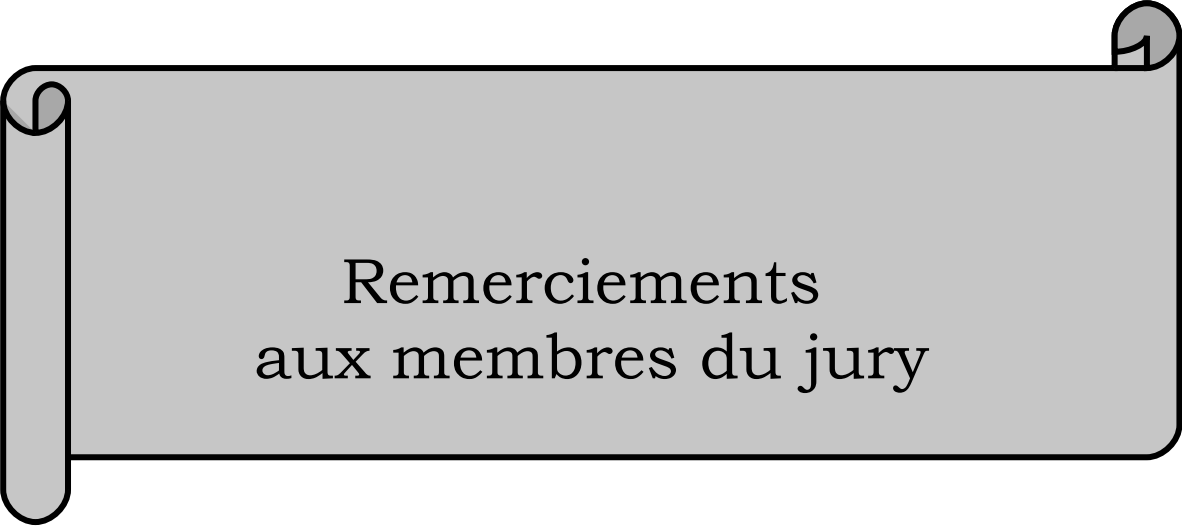
A mon cousin SANOU Boubacar (Ingénieur Informaticien), ton courage et ta disponibilité m'ont beaucoup marqué tout au long de ce travail, merci très infiniment cher cousin.

Je n'oublie pas tes amis et cousins Nicola, Moussa FOFANA, Moussa SANOU, SANOU Guidiouma, Abdrahamane et Baco DIARRA pour leur assistance.

A Dr Seydou SOUGOULE et toute sa famille à l'hippodrome merci très infiniment.

A Dr TOURE Mahamadou Médecin Colonel : votre simplicité et votre qualité d'homme de science m'ont beaucoup marqué durant votre passage.

Recevez ici cher Maître toutes mes reconnaissances.



Remerciements  
aux membres du jury

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DU JURY:

**Professeur Issa TRAORE**

Professeur de Radiologie à la FMPOS.

Ancien doyen de la faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto –  
Smatologie.

Ancien directeur de l'hôpital national « Point G ».

Président de la société Malienne d'imagerie médicale (SOMIM).

Officier de l'ordre des Palmes Académiques de la République Française.

Chevalier de l'ordre national du Mali.

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de présider ce jury malgré  
vos multiples occupations.

Homme de sciences et de cultures, vous avez suscité en nous une grande  
admiration depuis votre arrivé dans la faculté par votre rigueur scientifique et  
le goût du travail bien fait.

Veillez trouver ici cher Maître notre profonde gratitude.

A NOTRE MAITRE ET DIRECTEUR DE THESE :

Professeur Mamady KANE.

Maître de conférence à la FMPOS.

Chef de service de Radiologie de l'hôpital Gabriel TOURE.

Membre fondateur de la Société Malienne d'Imagerie Médicale (SOMIM) :

Trésorier.

Membre de la Société de Radiologie d'Afrique Noire Francophone (SRANF) :

Ancien secrétaire général, membre du GREF.

Ce travail n'aurait vu le jour sans votre assistance.

Vous nous avez fait un grand honneur en nous acceptant dans votre service et en nous confiant ce travail.

L'éclat de votre savoir, votre dévouement à la formation des étudiants, votre rigueur scientifique et surtout votre simplicité font de vous un homme d'exception.

Permettez nous cher Maître de vous exprimer toute notre gratitude et notre reconnaissance.

A NOTRE MAITRE ET CO – DIRECTEUR DE THESE :

Docteur Mahamadou DIALLO

Radiologue à l'hôpital Gabriel TOURE.

Attesté en Radioprotection et sûreté des sources de rayonnements.

Attesté en Radiodiagnostic et d'imagerie médicale spécialisée et approfondie.

Membre de la société malienne d'imagerie médicale (SOMIM).

Membre de la Société de Radiologie d'Afrique Noire Francophone (SRANF) et de la Société Française de Radiologie (SFR).

Vous nous avez accueillis dans le service et nous avons admiré vos qualités hautement scientifique et pédagogique tout au long de ce travail.

L'intérêt que vous accordez à la recherche scientifique et votre disponibilité nous ont beaucoup marqué pendant tout le temps que nous avons passé dans le service.

Veillez reconnaître en ce travail le fruit de vos efforts si louables.

A NOTRE MAITRE ET JUGE :

Docteur Nagantié KONE

Docteur en science des matériaux.

Diplôme en Radioprotection.

Maître Assistant à la Faculté des sciences techniques.

Directeur Général Adjoint de l'Agence Malienne de Radioprotection.

Nous sommes très honorés de vous compter parmi nos juges.

Vos qualités scientifiques, votre gentillesse et votre simplicité nous ont beaucoup impressionné.

Vos critiques et vos suggestions ne feront que parfaire davantage ce modeste travail.

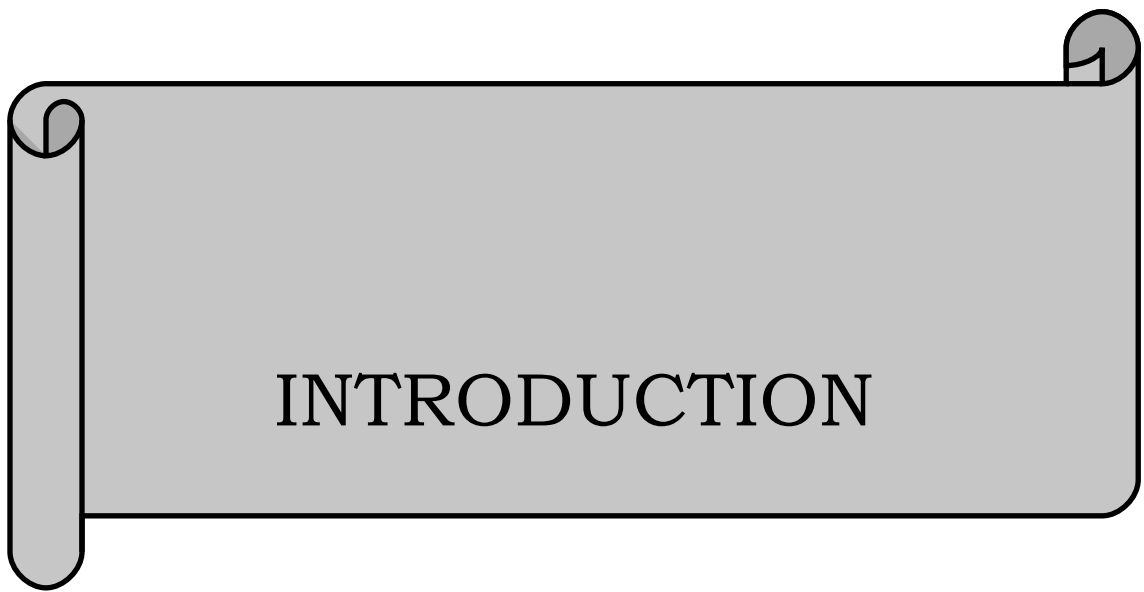
Cher maître veuillez accepter nos sentiments de reconnaissance et de respect.



## ABREVIATIONS

		PAGES
1	ADN	Acide Dexocy- Ribonucléique
2	AIEA	Agence Internationale de l'Energie Atomique
3	AP	Antero – Postérieur
4	ASP	Abdomen sans Préparation
5	AVP	Accident de la voie Publique
6	Bq/l	Becquerel par litre
7	CBV	Coup et Blessure Volontaire
8	CIPR	Commission Internationale de la Protection Radiologique
9	CIUMR	Commission Internationale des Unités et Mesures Radiologiques
10	cm	Centimètre
11	°C	degré Celsius
12	DATR	Directement Affecté à des Travaux sous Rayonnement
13	De	Dose d'entrée
14	DES	Dose d'entrée à la Surface
15	DL	Dose Letale
16	DFE	Distance Foyer Film
17	Gy	Gray
18	H	Hydrogène
19	HSG	Hysterosalpingographie
20	INSAG	Groupe Consultatif International pour la Sécurité Nucleaire
21	Kg	Kilogramme
22	Kv	Kilo voltage
23	LAT	Incidence Latérale
24	LDCA	Limite Dérivée de Concentration dans l'Air
25	Ma	Milli ampère par seconde
26	Max	Maximum
27	Mev	Mega électron volte
28	mm	Millimètre
29	mGy	milligray
30	mSr	millisievert
31	O	Oxygène
32	OMS	Organisation Mondiale de la Santé
33	ORL	Othorinolaryngologie
34	PA	Postéro-antérieur
35	PDS	Produit Dose Surface
36	Rad	Radian
37	RI	Rayonnement Ionisant
38	SUC	Service des Urgences Chirurgicales
39	TDM	Tomodensitométrie

40	UCR	Uretéro Cystographie Rétrograde
41	UIV	Urographie Intra Veineuse
42	USA	United States of America
43	$\mu\text{Sr/h}$	micro Sievert par heure
44	W.C Roentgen	Wilhelmy Conrad Roentgen



INTRODUCTION

## • Introduction :

La fin du XIX<sup>e</sup> siècle a été marquée par la découverte des rayons X en 1895 par le physicien W.C ROENTGEN.

Une année plus tard (en 1896) la radioactivité a été découverte par Henri Becquerel [17,41].

Cette Radioactivité qui existe dans la nature même en dehors des pratiques humaines mérite d'être connue et tenue sous contrôle.

Depuis sa découverte, la radioactivité a ouvert au monde un champ croissant d'application, ce dans la quasi-totalité des branches d'activité humaine, notamment en médecine, dans industrie et dans les mines, dans l'agriculture et l'élevage, dans l'enseignement et la recherche.

En médecine, les sources de rayonnement ionisant (RI) et plus précisément les rayons x sont utilisés à des fins diagnostics.

En dépit de ce capital appréciable les rayons x constituent la première source artificielle d'exposition des populations à travers le monde [33].

La surexposition aux rayonnements ionisants (RI) peut aussi nuire aux êtres vivants et à leur environnement. Il s'agit des cas de radiodermites, de brûlures cutanées, de leucémies et de cancer des poumons probablement radioinduits chez les travailleurs exposés aux RI [22,41].

Pour faire face aux effets néfastes de ces rayonnements ionisants (RI), afin de mettre l'être humain à l'abri, des mesures appropriées de sûreté et sécurité sont donc nécessaires.

Ces mesures constituent la radioprotection et s'adressent à toutes les activités qui comportent une exposition à des RI.

En effet certains pays comme la France [23], l'Algérie [14], le Maroc et le Mali à travers des décrets, des textes ou même des lois ont pris en compte la radioprotection.

C'est pourquoi le professeur Guy Soury disait : « respecter et faire respecter les textes..... c'est déjà faire de la radioprotection » [23].

Au Mali aucune étude n'a été faite à notre connaissance sur la radioprotection et la dose délivrée aux patients lors des examens radiographiques.

En mettant un accent sur l'exposition médicale et pour s'assurer que le public, les travailleurs et plus particulièrement les patients ne reçoivent pas des doses de rayonnements sortant des normes, nous avons initié ce travail.

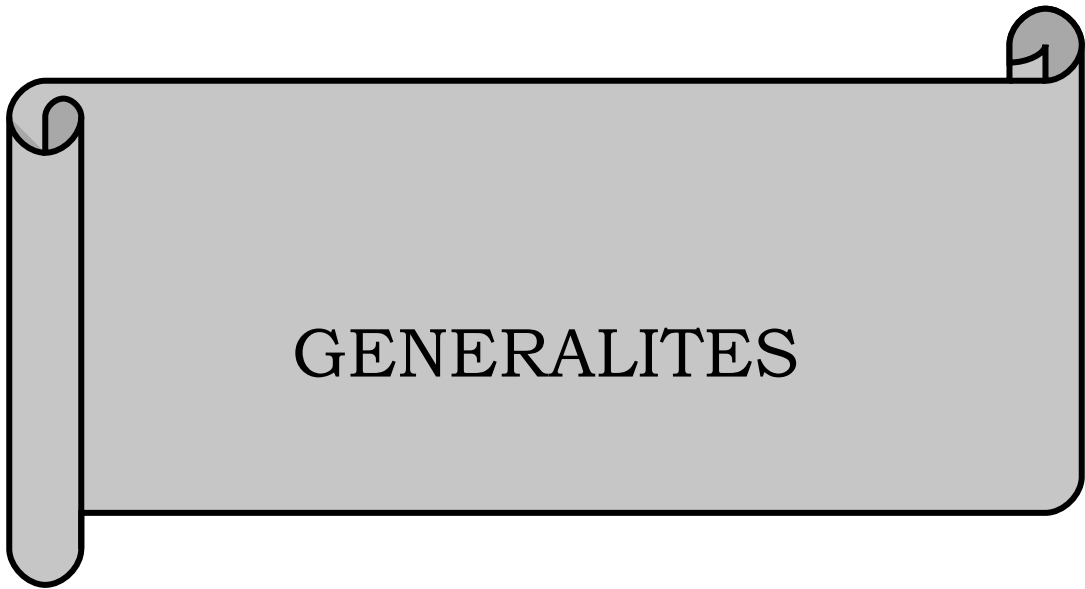
Nos objectifs sont les suivants :

a) Objectif général :

- Mesurer l'impact de l'exposition du patient dans le service de radiologie de l'Hôpital Gabriel TOURE.

b) Objectifs spécifiques :

- Déterminer les doses d'entrée délivrées aux patients en fonction de l'âge et de l'examen radiologique.
- Comparer les doses délivrées aux patients aux doses admises (doses de références).



GENERALITES

## I. Généralité sur la radioprotection.

La radioprotection est la protection des personnes et de l'environnement contre une exposition à des sources de rayonnements ionisants et des substances radioactives.

Un rayonnement ionisant est un rayonnement composé de photon ou de particules capables de déterminer la formation des paires d'ions par dépôt d'énergie dans la matière biologique [4].

Les rayonnements ionisants auxquels sont soumis les populations humaines résultent de sources naturelles et de sources artificielles, d'origine humaine. Cette dernière est principalement représentée par l'exposition médicale ; l'exposition liée aux activités nucléaires, civiles ou militaires est en pratique négligeable [2].

### 1. Les sources de rayonnements ionisants en médecine

L'utilisation médicale des rayonnements constitue la première source artificielle d'exposition des populations à travers le monde. Les rayonnements sont utilisés dans le domaine médical à la fois pour le diagnostic et en thérapeutique.

#### 1.1 Nature des rayonnements X : [47]

Les rayonnements X sont des radiations électromagnétiques, caractérisées par leur longueur d'onde  $\lambda$  qui s'étend de 200 à 0,01 angströms. On les classe généralement en :

- rayons X mous : longueur d'onde comprise entre 10 et 200 angströms
- rayons X ordinaires : longueur d'onde comprise entre 0,1 et 10 angströms
- rayons X durs : longueur d'onde comprise entre 0,01 et 0,1 angströms.

Leur place dans la classification générale des radiations électromagnétiques est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau I : Place des rayons X dans la classification générale des radiations électromagnétiques.

Ondes hertziennes	Lumière	Rayons X	Rayons $\gamma$
3 km - Ondes longues - ondes moyennes - ondes courtes	540 microns - infra-rouge - visible - ultra-violet	200 angströms -Rayons mous -ordinaires -RX durs	Longueur d'onde inférieure à $10^{-4}$ angströms
30 microns	100 angströms	0,01 angström	

( 1 micron =  $10^{-6}$  m, 1 angströms =  $10^{-10}$  m )

### 1.1.1. La chaîne radiologique [47] :

Appareillage :

#### 1.1.1.1. Générateur de rayons X :

Le générateur est constitué d'une part du tube radiogène, et d'autre part de l'alimentation électrique de celui-ci.

Le générateur adapte le courant électrique aux besoins du tube radiogène.

#### 1.1.1.2. Tube à rayons X :

Il s'agit d'une diode qui libère des rayons X. Les deux (2) électrodes sont contenues dans un tube en verre dur, vide d'air insensible aux variations de température.

Tous les tubes de RX sont basés sur un principe simple : un faisceau d'électrons d'intensité  $i$  (mA) émis par un filament chauffé (cathode) est accéléré par une différence de potentiel  $V$  élevée établie aux bornes du tube (KV).



Le faisceau est projeté sur une plaque métallique (anode ou anticathode) de numéro atomique ( $Z$ ) élevé qui va le freiner.

L'énergie perdue par les électrons au moment de ce freinage est convertie en rayons X (RX de freinage ou Bremsstrahlung).

Il existe dans le faisceau de RX quelques photons dus, non pas au freinage, mais aux remaniements électroniques qui se produisent au sein de la plaque par suite des collisions entre électrons accélérés et électrons de l'anode.

La quantité de RX produite dépend du chauffage du filament. La quantité des photons X dépend de la tension appliquée au tube.

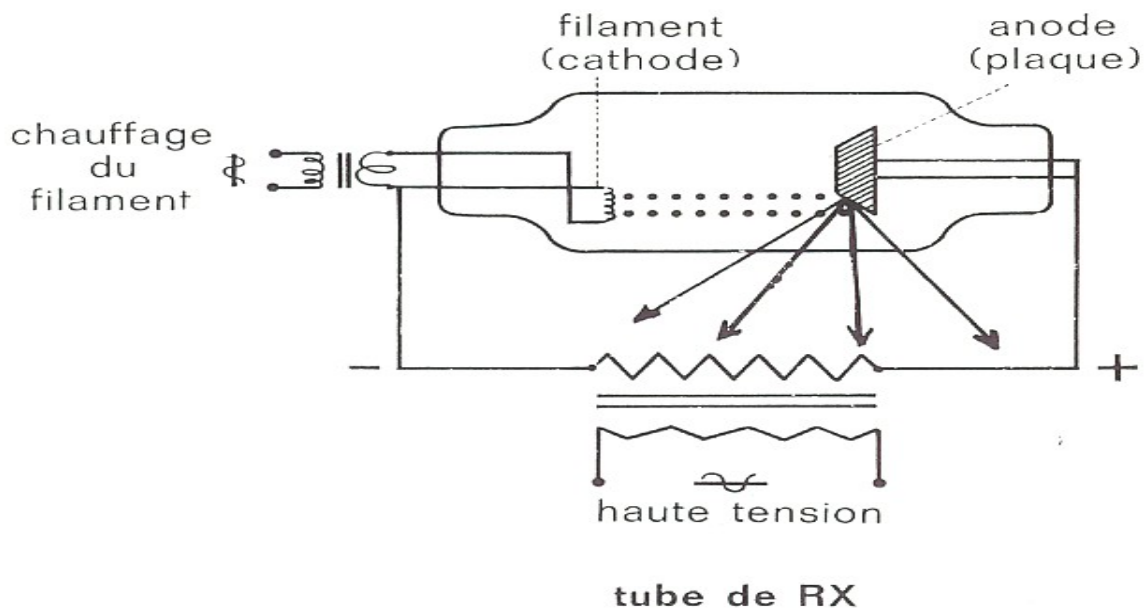


Figure 1 : schéma du principe d'un tube à rayons X.

### 1.1.1.3. Description et fonctionnement du tube [47]

Les tubes à rayons X modernes sont des tubes de type Coolidge auxquels quelques améliorations techniques ont été apportées. Il existe des tubes à anode fixe et des tubes à anode tournante.

La cathode :

Elle constitue l'élément émettant les électrons par effet thermoélectrique.

- Description :

Le plus souvent c'est un filament de tungstène chauffé à haute température par un courant de basse tension mais de haute intensité. Ce courant est stabilisé pour éviter les variations d'émission d'électrons. Le tungstène a été choisi pour confectionner le filament car il supporte de très hautes températures (température de fusion  $3\ 400^{\circ}$  C). L'émission d'électrons est proportionnelle à la surface du filament, à la température, elle-même proportionnelle au carré de l'intensité. Le nombre d'électrons émis atteint un maximum ou émission totale, à une température donnée : on parle alors de saturation.

La cathode détermine la formation d'un foyer plus ou moins gros sur l'anode en fonction de la taille du filament de tungstène. Le filament est enchâssée dans une électrode de focalisation hémicylindrique, qui est au même potentiel que le filament et qui a pour but : de pousser les électrons émis ; de concentrer ces électrons projetés, sur l'anode ; d'empêcher les déformations du filament dues aux charges positives du tube.

L'anode ou l'anticathode : C'est l'électrode positive du tube.

L'anode est caractérisée par une surface plane, unie et dure, d'un métal lourd de  $Z$  élevé dont le pouvoir réfractaire lui permet de supporter des températures élevées.

Le tungstène est l'élément de base choisi en raison de son abondance dans la nature. En plus le tungstène est un bon conducteur de chaleur, sa température de fusion est élevée et son numéro atomique  $Z$  élevé qui assure

un bon rendement d'émission. La zone d'impact des électrons sur le tungstène de l'anode, correspondant à peu près à la projection de la surface apparente du filament, représente l'origine des rayons X et constitue le foyer réel du tube ou foyer thermique. Puisque la plus grande partie de l'énergie est transformée en chaleur, il va falloir dissiper cette chaleur pour éviter l'usure prématurée de cette électrode.

Les dispositifs de lutte contre l'échauffement de l'anode, sont divers :

Inclinaison de l'anode : le faisceau d'électron faisant un angle aiguë avec la surface émettrice (foyer linéaire de GOETZE). La surface apparente du foyer est habituellement carrée alors que la surface réelle est plus grande, répartissant ainsi au mieux l'énergie du faisceau d'électrons incidents. Plus l'angle de pente de l'anode est important plus la dissipation de chaleur se fait sur une grande surface. Il existe des tubes à deux foyers grâce à l'utilisation d'anode à deux pentes : grande pente pour le gros foyer, petite pente pour le foyer fin.

Il y a refroidissement de la piste pendant que l'anode tourne. La vitesse de rotation des anodes est de 3 000 à 11 000 tours/mn.

Pour accélérer le refroidissement de l'anode, une fine couche de Rhénium est déposée par électrolyse sur toute la surface du disque de tungstène.

Le coefficient de dissipation du rhénium étant le double de celui du tungstène, l'anode refroidira deux fois plus vite.

La gaine :

L'anode et la cathode sont enfermées dans un tube en verre, ou en céramique, dans lequel il existe un vide très poussé (10 millibars). Le support du tube est rempli d'huile ce qui permet l'isolement thermique et électrique. Il existe parfois une chambre d'expansion reliée à un interrupteur qui permet, si la chaleur augmente trop, d'arrêter l'alimentation du tube : il s'agit d'une véritable sécurité thermique du tube.

### Les précautions d'emploi des tubes à rayons X :

Certaines précautions peuvent permettre d'éviter une usure prématurée du tube à rayons X. Ces précautions sont du domaine du bon sens et elles sont habituellement bien connues des utilisateurs. Cependant, tout fonctionnement prolongé risque d'entraîner une élévation progressive de la température de l'anode et de faire fonctionner le tube aux limites de ses possibilités. Un échelonnement des poses successives est donc souhaitable. La prise de clichés en « rafale » sur une anode surchauffée par une scopie prolongée (examen de digestif ou de vasculaire) va raccourcir la durée de vie du tube. Dans certains générateurs, il est prévu un dispositif réduisant à 70 ou 80 % les charges et la puissance autorisée par l'abaque de sécurité prévu par le constructeur. Cependant, même dans des conditions d'utilisation identique, il est impossible de prévoir la durée de vie d'un tube. Ce phénomène est connu des constructeurs et habituellement le tube est payé en fractions mensuelles.

### Les problèmes de chaleur dans le tube à rayons X :

Le tube RX est l'élément fragile de l'installation radiologique. Très coûteux, il s'use et surtout des maladresses de manipulation, que l'on peut rencontrer dans des situations très banales (radiologie digestive) peuvent le détruire. La connaissance de ces problèmes techniques est donc une nécessité.

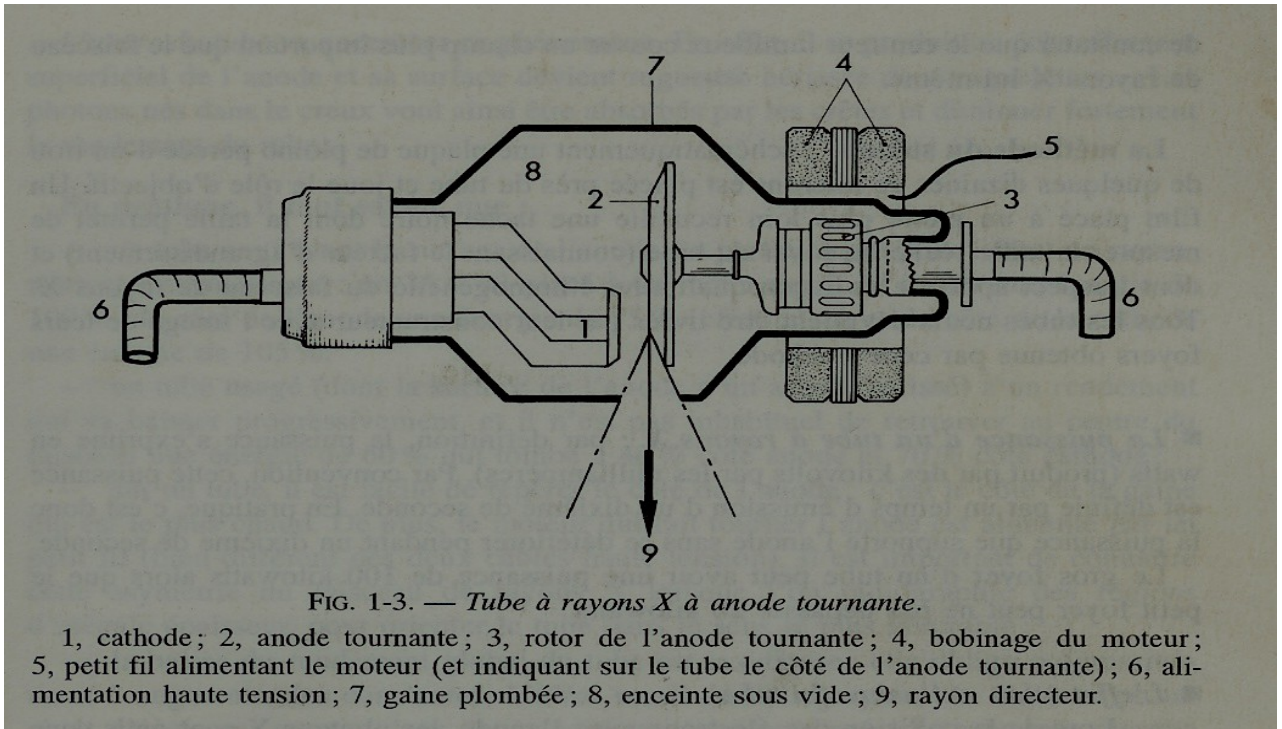


FIG. 1-3. — *Tube à rayons X à anode tournante.*

1, cathode; 2, anode tournante; 3, rotor de l'anode tournante; 4, bobinage du moteur; 5, petit fil alimentant le moteur (et indiquant sur le tube le côté de l'anode tournante); 6, alimentation haute tension; 7, gaine plombée; 8, enceinte sous vide; 9, rayon directeur.

Figure 2 : tube à rayons X à anode tournante [47]

1. cathode
2. anode tournante
3. rotor de l'anode tournante
4. bobinage du moteur
5. petit fil alimentant le moteur (et indiquant sur le tube le côté de l'anode tournante)
6. alimentation haute tension
7. gaine plombée
8. enceinte sous vide
9. rayon directeur

#### 1.1.1.4. Propriétés des Rayons x [47] :

Parmi les propriétés des rayons X, certaines doivent être connues car elles ont des implications directes dans la technique radiologique courante.

- Les rayons X traversent le corps humain, ceci d'autant plus facilement qu'ils sont plus pénétrants, c'est-à-dire que le kilo voltage utiliser est plus élevé. Au cours de cette traversée, le faisceau subit une atténuation d'autant plus importante que l'épaisseur traversée est plus grande et que la densité du corps considéré est plus élevée (les atomes lourds, le calcium, le baryum et l'iode arrêtent les rayons X).
- Dans les corps traversés, les rayons X produisent un rayonnement diffusé qui est d'autant plus important que le volume traversé est plus grand, que le numéro atomique est faible et que le kilo-voltage utilisé est plus grand. Ce rayonnement diffusé se fait dans toutes les directions.
- Certains dispositifs permettent de réduire le rayon diffusé : la compression pour diminuer l'épaisseur, la réduction de la taille du faisceau (diaphragme et cônes localisateurs) en fin, la grille anti-diffusante.

Les rayons X provoquent l'illumination par fluorescence de certains sels minéraux :

Cette propriété est utilisée pour réaliser les écrans de radioscopie conventionnelle, les écrans des tubes d'amplificateur de luminance et enfin des écrans renforçateurs placés dans les cassettes.

- Les rayons X provoquent un noircissement des films radiographiques.
- Ils entraînent une ionisation des gaz qu'ils traversent. Cette propriété est utilisée pour mesurer les rayonnements X à l'aide de chambres d'ionisation.
- La propagation des rayons X se fait en ligne droite et la formation de l'image radiologique fait appel à des notions simples de géométrie (projection, agrandissement, flou géométrique), compte tenu de la taille du foyer, de la distance foyer film et de la distance objet film.

- L'atténuation spontanée d'un faisceau de rayons X se fait selon l'inverse du carré des distances.
- Enfin, les rayons X ont des effets biologiques qui sont utilisés en radiothérapie. Lors de leur utilisation en radiodiagnostic, il faudra apprendre à les utiliser à bon escient.

#### 1.1.1.5. Les Grilles anti-diffusantes [47]: \_\_\_

lorsque le faisceau de rayons primaires traverse une épaisseur importante de tissus mous (comme le corps humain), il naît un rayonnement secondaire ou rayonnement diffusé émis dans toutes les directions de l'espace, contrairement au rayonnement primaire qui proviennent exclusivement du tube. La fraction du rayonnement diffusé qui parvient au film augmente le voile de base, réduisant le contraste et la quantité d'informations contenues dans le film.

Une grille anti-diffusante est composée de fines lamelles de plomb parallèles ou convergentes (disposées à la façon d'un store vénitien) et espacées les une des autres par une épaisseur de papier ou d'aluminium. Les lamelles plombées sont deux à trois fois plus fines que les intervalles qui les séparent. Lorsque la grille est animée d'un mouvement oscillant ces lignes s'effacent. La grille ne laisse ainsi parvenir au film que les rayons X ayant la même direction que le rayonnement primaire.

## 1.2 Autres sources d'exposition [33]

Il y'a également d'autres sources d'exposition artificielle comme les rayons gamma utilisés en radiothérapie et médecine nucléaire [17].

A celles-ci s'ajoutent les risques d'irradiation liée aux installations, aux expérimentations nucléaires civiles et militaires notamment les retombés des essais nucléaires et les rejets accidentels des matières radioactives [33].

## 2. Les grandeurs et unités des rayonnements ionisants utilisées en radiodiagnostic :

Un certain nombre de grandeurs sont d'un intérêt particulier pour évaluer une exposition aux rayonnements ionisants.

Ces grandeurs sont définies de façon formelle par la commission internationale des unités et mesures radiologiques (ICRU) et leur définition est rappelée ci-dessous [17,31, 32, 46].

Grandeur	Définition	Unité	Ancienne Unité
Activité (A)	Energie de transitions nucléaires par seconde	Becquerel (Bq)	Curie (Ci) $1\text{Bq}=27.10^{-12}\text{Ci}$
Dose absorbée (D)	Energie absorbée par unité de masse de matière irradiée	Gray (Gy)	$1\text{Gy}=100\text{ Rad}$ $\text{Rad}= 10\text{ mGy.}$ $1\text{Gy}=10^3\text{ mGy.}$
Dose équivalente (HT)	$\text{HT} = D_0 \text{ WR}$ ou $\text{WR}$ est le facteur de pondération pour les rayonnements. (constante)	Sievert (Sv)	Rem $1\text{Sv}=100\text{ Rem}$
Dose efficace (E)	$E=\sum \text{HT.WT}$ ou $\text{WT}$ est le facteur de pondération pour les tissus	Sievert (Sv)	$1\text{Sv}=100\text{ Rem}$

2.1 L'activité (A) : D'un radionucléide est le nombre de transition nucléaires qu'il subit par unité de temps. L'unité est le Becquerel [4].



## 2.2 Dose absorbée (D) :

C'est l'énergie communiquée à la matière par unité de masse. Son unité est le joule par kilogramme ou Gray [4].

## 2.3 Dose équivalente (HT) :

A dose absorbée égale, les différentes valeurs de rayonnements Produisent des effets biologiques différents. La prise en compte de l'effet biologique s'effectue en pondérant la dose absorbée dans un organe par la qualité du rayonnement. On obtient alors la dose équivalente dont l'unité est le Sievert (Sv). Il est obtenu par calcul :  $HT = D$  (dose absorbée) qui multiplie un coefficient appelé facteur de pondération pour les rayonnements,  $W_r$ .

Il varie de 1- 20 pour les différents types de rayonnements [4].

## 2.4 La dose efficace :

C'est la somme des doses équivalentes ( $\sum HT$ ) pondérées dans tous les tissus et les organes du corps par un facteur de pondération, ( $W_T$ ). Elle évalue la toxicité.

Tableau II: Les constantes sur les facteurs de pondération pour les rayonnements (WR) [4].

Type de rayonnement	WR
Rayon X et $\gamma$	1
Particules $\beta$	1
Particules $\alpha$	20
Neutron (selon l'énergie)	5 – 20

Tableau III : Les facteurs de pondérations pour les tissus (WT) [4].

Tissu ou organe	CIPR26	CIPR 60
Gonades (ovaires, testicules...)	0,25	0,20
Moelles osseuses	0,12	0,12
Colon	-	0,12
Poumons	0,12	0,12
Estomac	-	0,12
Vessie	-	0,05
Seins	0,15	0,05
Foie	-	0,05
Œsophage	-	0,05
Peau	-	0,01
Thyroïde	0,03	0,05
Surface des os	0,03	0,01
Autres tissus ou organes	0,30	0,05
Total	1,00	1,00

2.5 D'autres grandeurs utilisées en radioprotection [4, 38] :

2.5.1 Le Kerma : grandeur K, définie par la relation suivante

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

Où  $dE_{tr}$  est la somme des énergies cinétiques initiales de toutes les particules libérées par les particules ionisantes non chargées dans une matière de masse  $dm$ . L'unité SI de Kerma est le joule par kilogramme (J/kg), appelé Gray (Gy).

2.5.2 Equivalent de dose ambiant :

Grandeur  $H^*$  (d) en un point d'un champ de rayonnement définie comme l'équivalent de dose qui serait produit par le champ unidirectionnel et expansé correspondant dans la sphère de la CIUMR à une profondeur d sur le rayon opposé à la direction du champ unidirectionnel. Une profondeur  $d=10$  mm est recommandée pour les rayonnements très pénétrants.

2.5.3 Equivalent de dose directionnel  $H'$  (d,  $\Omega$ ) :

Grandeur  $H'$  (d,  $\Omega$ ) en un point d'un champ de rayonnement définie comme étant l'équivalent de dose qui serait produit par le champ expansé correspondant dans la sphère de la CIUMR à une profondeur d, sur un rayon de direction spécifiée  $\Omega$ .

Une profondeur  $d=0.07$  mm est recommandée pour les rayonnements peu pénétrants.

2.5.4 Equivalent de dose individuel :

Grandeur définie à la fois pour les rayonnements très pénétrants et les rayonnements peu pénétrants par la relation  $H_p$  (d), équivalent de dose au tissu mou au dessous d'un point spécifié de la surface du corps à une profondeur appropriée d.

Les profondeurs à considérer aux fins des sources sont généralement  $d = 10$  mm pour les rayonnements très pénétrants et  $d = 0.07$  mm pour les rayonnements peu pénétrants.

### 2.5.5 Dose collective [6] :

La dose équivalente collective,  $St$ , et la dose efficace collective,  $S$ , correspondent respectivement à la dose équivalente moyenne ou à la dose efficace moyenne d'un groupe exposé, multipliée par le nombre d'individus du groupe. L'unité de ces grandeurs collectives est l'homme-Sievert. Si la dose de chaque individu du groupe peut être connue (cas des travailleurs exposés) la dose collective est la somme des doses individuelles sur une période donnée.

## 3. La dose maximale admissible (DMA) :

Elle est à l'origine « la dose de rayonnement ionisant qui ne doit causer aucune lésion corporelle appréciable chez une personne exposée à aucun moment de sa vie » [49].

Selon la CIPR, la dose maximale admissible (DMA) est la dose, cumulée sur une longue période ou résultant d'une exposition unique qui, à la lumière de nos connaissances actuelles comporte une probabilité négligeable de lésions somatiques ou génétiques graves de plus ses effets les plus fréquents se limitent à des réactions légères que le sujet ou des autorités compétentes ne considéreraient pas comme inacceptables.

La première dose maximale était née, elle s'exprimait à l'époque en Roentgen  $\text{R}$  et valait 55R, soit environ 550 msv par an [49].

A la création du CIPR en 1928, il fut décidé de fixer une limite journalière d'exposition correspondant à cette dose annuelle rapportée au nombre de jour. On obtient ainsi un chiffre correspondant à 2,5 msv par jour, qui toujours dans le même souci « d'arrondir vers la sécurité » fut ramené à 2msv par jour.

Enfin les dernières recommandations de la CIPR, qui seront reprises dans les législations nationales ramenant cette limite de dose à 100 msv sur 5 ans soient 20 msv/an [49].

### 3.1 Les limites de dose lors d'une exposition professionnelle [21,27, 43,45] :

L'exposition professionnelle de tout travailleur est maîtrisée de façon que les limites ci-après ne soient pas dépassées.

- La dose effective de 20 msv par an en moyenne sur cinq années (5) consécutives ;
- La dose effective de 50 msv en une seule année ;
- La dose équivalente au cristallin de 150 msv en un an ;
- La dose équivalente aux extrémités (mains et pieds) ou à la peau de 500 msv en un an.

Pour les apprentis âgés de 16 à 18 ans qui suivent une formation à un emploi comportant une exposition aux rayonnements et pour les étudiants âgés de 16 à 18 ans qui doivent utiliser des sources au cours de leurs études, l'exposition professionnelle est maîtrisée de façon que les limites ci-après ne soient pas dépassées.

- Dose effective de 6 msv en un an ;
- Dose équivalente au cristallin de 50 msv en un an ;
- Dose équivalente aux extrémités ou à la peau de 150 msv en un an.

### 3.2 Limites de dose d'exposition du public [44,45] :

Les doses moyennes estimées aux groupes critiques pertinents de personnes du public qui sont imputables à des pratiques ne dépassent pas les limites suivantes :

- Dose effective de 1 msv en un an ;
- Dans les circonstances particulières, la dose effective peut aller jusqu'à 5 msv en une seule année à condition que la dose moyenne sur cinq années consécutives ne dépasse pas 1 msv par an ;

- Dose équivalente au cristallin de 15 msv en un an ;
- Dose équivalente à la peau de 50 msv en un an.

### 3.3 Limites de dose :

Elle concerne généralement la limite réglementaire professionnelle.

C'est la valeur de la dose ou de la dose équivalente à des individus résultant de pratiqués sans contrôle, qui ne doit pas être dépassée [4].

Tableau IV : Dose moyenne d'entrée à la femme enceinte pour une incidence antéro- postérieure (AP) [7,8].

Examen	Dose d'entrée moyenne à la mère pour une incidence AP (mGy)	Dose moyenne efficace reçue par le fœtus
Rachis lombaire	6,1	1,7 (max=10)
Abdomen (incidence AP)	5,6	1,4 (max=4,2)
Bassin	4,4	1,1(max=4)
Thorax crâne rallies thoraciques		<0,01
	Produit kerma surface moyenne (Gy Cm <sup>2</sup> )	Dose moyenne efficace reçue par le fœtus. (msv)
Lavement barytée	26	6,8 (max=24)

Tableau V: Estimation approximative de la dose équivalente délivrée à l'utérus lorsque celui ci se trouve dans le faisceau direct [7,8].

Tension (Kv)	mAs	Dose équivalente au fœtus
70	1 mAs	0,04 mSv
90	1 mAs	0,1 mSv
110	1 mAs	0,2 mSv

### 3.4 Les Niveaux d'action des doses :

Tableau VI : Cas d'une exposition aigue [4] :

Organes ou Tissus	Dose absorbée prévue à l'organe ou au tissu en moins de deux jours (Gy)
Organisme entier (moelle osseuse)	1
Poumon	6
Peau	3
Thyroïde	5
Cristallin	2
Gonades	3

Tableau VII : Cas d'une irradiation naturelle [4] :

Organe ou Tissu	Débit de dose équivalente (Sv.a <sup>-1</sup> )
Gonades	0, 2
Cristallin	0, 1
Moelle osseuse	0, 4

Tableau VIII : Radiographie de crâne [19] :

Films 18 x 24 cm ou 24 x 30 cm.

Distance foyer film = 110 cm.

Générateur triphasé.

Filtration totale = 2,5 mm d'Al.

Incidences	Tension	mAs	Dose d'entrée	Dose à mi-épaisseur
AP	65 kV	140 mAs	18 mGy	1,8 mGy
PA (oblique)	65 kV	95 mAs	12 mGy	1,5 mGy
Profil	60 kV	50 mAs	4,7 mGy	0,9 mGy
Worms Bretton (oblique)	60 kV	90 mAs	9,2 mGy	1,3 mGy

Pour un examen entier comportant 30 secondes (29 secondes) de scopie et un nombre moyen de 2,9 clichés, la dose reçue par les cristallins est 18 mGy et la dose à mi-épaisseur est 4,9 mGy (dont 0,6 mGy délivré au cours de la scopie).



Tableau IX : Dose délivrée aux différents organes selon l'examen radiologique [19] :

Examen	Gonades	Seins	Moelle	Poumons	Thyroïde	Surf oss.	Autres
Rachis C.	0,14 mSv	0,01 mSv	0,43 mSv	0,82 mSv	10,37 mSv	3,01 mSv	2,56 mSv
Rachis D.	0,21 mSv	9,98 mSv	1,45 mSv	1,34 mSv	0,94 mSv	3,47 mSv	3,21 mSv
Rachis L.	1,32 mSv	0,13 mSv	1,41 mSv	3,21 mSv	0,29 mSv	4,09 mSv	12,42 mSv
Rachis L.S.	5,01 mSv	0,04 mSv	2,88 mSv	1,79 mSv	0,07 mSv	3,33 mSv	9,55 mSv
Bassin, hanches	1,28 mSv	0,03 mSv	0,81 mSv	1,17 mSv	0,01 mSv	1,02 mSv	3,41 mSv
ASP	0,99 mSv	0,05 mSv	0,74 mSv	2,67 mSv	0,03 mSv	2,35 mSv	6,16 mSv
UIV	3,92 mSv	0,27 mSv	2,99 mSv	11,67 mSv	0,21 mSv	8,82 mSv	25,53 mSv
HSG	3,77 mSv	0,003 mSv	3,98 mSv	0,59 mSv	0,06 mSv	2,47 mSv	11,38 mSv
Cholécys- tographie	1,18 mSv	0,25 mSv	2,63 mSv	0,62 mSv	0,06 mSv	5,19 mSv	21,91 mSv
Crâne	0,03 mSv	0,01 mSv	0,61 mSv	0,35 mSv	5,66 mSv	3,56 mSv	3,29 mSv
Lavement B	4,95 mSv	0,13 mSv	4,14 mSv	10,79 mSv	0,11 mSv	7,56 mSv	22,72 mSv
TOGD	0,98 mSv	36,43 mSv	3,99 mSv	5,25 mSv	7,06 mSv	9,32 mSv	8,82 mSv
Thorax	0,03 mSv	0,16 mSv	0,22 mSv	0,64 mSv	0,42 mSv	0,44 mSv	0,44 mSv
Contenu utérin	2,11 mSv	0,03 mSv	1,88 mSv	0,95 mSv	0,06 mSv	1,71 mSv	6,34 mSv

L'irradiation collective due aux pratiques de radiodiagnostic en France.

Tableau X : Equivalents de dose aux gonades selon le sexe et pour un examen de chaque type [19].

Type d'examen	Hommes	Femmes
Rachis cervical	0,02 mSv	0,01 mSv
Rachis dorsal	0,15 mSv	0,36 mSv
Rachis dorso-lombaire	0,6 mSv	1,07 mSv
Rachis lombo-sacré	0,86 mSv	1,28 mSv
Bassin / Hanches	1,48 mSv	1,4 mSv
ASP	0,61 mSv	1,36 mSv
UIV	2,46 mSv	6,71 mSv
HSG	-	3,83 mSv
Cholécystographie	0,93 mSv	1,4 mSv
Crâne	0,02 mSv	0,05 mSv
Lavement baryté	3,7 mSv	6,25 mSv
TOGD	0,95 mSv	1,70 mSv
Thorax	0,04 mSv	0,04 mSv
Contenu utérin	-	2,11 mSv

Tableau XI : Comparaison des doses délivrées en radio diagnostic chez un patient pour quatre examens courants selon les pays: Grande Bretagne, France, Italie [19].

	Grande Bretagne	France	Italie
Rachis lombaire AP	9,2 mGy	25,3 mGy	9,5 mGy
Charnière lombo-sacrée de profil	39 mGy	55 mGy	25 mGy
ASP AP	8,4 mGy	16,3 mGy	8,1 mGy
Pelvis AP	6,6 mGy	13,7 mGy	11 mGy

Tableau XII : Les niveaux de dose indicative pour la radiographie diagnostique dans le cas d'un patient adulte type selon les normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements [4] :

Examen	Dose à la surface par radiographie (mGy)
Rachis lombaire (AP, LAT, LSJ)	(10, 30, 40) soit 80
Abdomen sans préparation (ASP)	10
UIV (AP)	10
Cholécystographie (AP)	10
Bassin (AP)	10
Articulation coxo-fémorale (AP)	10
Poitrine (PA, LAT)	(0,4, 1,5) soit 1,9
Crâne (PA, LAT)	(5, 3) soit 8

LSJ : incidence de l'articulation lombo – sacrée.

Tableau XIII : Les mesures estimatives en  $\mu\text{Gy}$  des examens radiographiques chez les enfants en Europe (1988 – 1995) [3] :

Examens Radiographiques	Age		
	10 mois	5 ans	10 ans
Poitrine AP (1Kg)	45		
Poitrine PA /AP	75	67	71
Poitrine AP mobile	90	68	91
Poitrine LAT		140	153
Crâne PA/AP	930	967	1036
Crâne LAT		703	577
Bassin AP		485	812
Thorax AP			887
Thorax LAT			1629
Lombosacrée AP			1146
Lombosacrée LAT			2427
Abdomen AP/PA	440	588	729

Tableau XIV : Les données moyennes en mGy chez des Patients adultes par salle au Royaume Unie de (1988 – 1995) [3] :

Examen Radiographique	Moyenne	Intervalle
Rachi Lombaire AP	6,4	1,0 – 42
Rachi Lombaire LAT	15,0	2,2 – 75
Poitrine PA	0,17	0,01 – 1,9
Poitrine LAT	0,73	0,04 – 3,6
Abdomen AP	5,8	0,8 – 280
Bassin AP	4,7	0,9 – 250
Crâne AP/PA	2,8	0,1 – 10,0
Crâne LAT	1,5	0,1 – 6,0
Thorax AP	4,2	0,2 – 27,0
Thorax LAT	12,0	0,5 – 5,0
UIV	16,0	4,5 – 39

Tableau XV : Les niveaux de dose Européenne en Pédiatrie pour les examens standard de radiologie conventionnelle [24, 25] :

Examen standard	Dose à l'entrée (De) en mGy
Thorax de face nouveau né	0,08
Thorax de face	0,1
Thorax de profil	0,2
Crâne de face	1,5
Crâne de profil	1,00
Bassin de face nouveau né	0,2
Bassin de face grand enfant	0,9
Abdomen de face	1,00

### 3.6 Grandeurs dosimétriques couramment utilisées (De, PDS) :

#### 3.6.1 Définition :

La dosimétrie est la mesure de l'énergie déposée par un RI dans un milieu [38].

#### 3.6.2 Les dosimètres en Radiologie classique :

La dose à l'entrée (à la surface de la peau) (DES) par cliché est exprimée en mGy.

Le produit dose surface (PDS) par la totalité d'un examen radiographie plus le temps de radioscopie est exprimé en Gy.Cm<sup>2</sup> [7,8].

Deux dosimètres sont communément utilisés pour la mesure de la DES [49].

- Les dosimètres radiothermoluminescents (TLD) que l'on peut placer directement sur la peau du patient.
- Les chambres d'ionisation réservées à l'étalonnage et à la mesure sur fantôme.

La dose à la surface peut être calculée à partir de la dose dans l'air multipliée par le facteur de rétro - diffusion.

Ce facteur de rétro - diffusion est assez élevé, compris entre (1,2) et (1,4) [7,8].

La dosimétrie en radiologie classique : peut être calculée à partir de la connaissance de la dose à la surface (mesurée ou calculée) et en tenant compte de l'atténuation du faisceau (rendement en profondeur, Rdt) à la traversée des tissus.

$$D_z = DES * Rdt$$

[7,8]

La chambre d'ionisation doit être étalonnée en Kerma dans l'air.

Cette dose  $D_z$ , en un point du milieu situé à la profondeur  $z$  peut être également calculée en fonction de la distance foyer point de mesure, de la tension (U), de la filtration, des dimensions du champ AZ, pour un nombre de masse considéré [31].

$$D_z = D_a \times \left( \frac{100}{DFZ} \right)^2 \times \text{mAs} \times \text{RTA} (AZ, Z)$$

RTA = Rapport tissu air.

$D_a$  = Dose dans l'air.

### 3.6.2.1 Dose délivrée durant le temps de scopie [31] :

L'utilisation de la scopie doit être prise en compte dans l'estimation de la dose, car le temps de scopie cumulé par une suite de centrage de champ peut être important.

La dose reçue au cours du temps de scopie peut être calculée comme suite.

Dose au cours du temps de scopie à 10 cm de profondeur est égale :

$$D \text{ (mGy)} = D_z \times \left( \frac{100}{DSP} \right)^2 \times \text{mAs}$$



La formule suivante s'applique de façon générale pour toutes les installations de radiographie pour calculer la dose à l'entrée sans faire de mesure [9].

$$De = Cx \left( \frac{\text{mGy.m}^2}{Q_{\text{(mAs)}}} \right) x \left( \frac{\text{UKV}}{100\text{KV}} \right)^2 x Q_{\text{(mAs)}} x \frac{1}{d_{\text{FP}}^2} x \frac{3 \text{ mm}}{F \text{ (mmA)}} x \text{BSF}$$

- N.B. :
- De = Dose à l'entrée
  - C = Constante de Kerma dans l'air (= 0,1 mGy.m<sup>2</sup>/mAs)
  - U = Tension appliquée au tube (KV)
  - Q = Charge passant dans le tube (mAs)
  - d<sub>FP</sub> = distance foyer – patient (m)
  - F = Filtration (mm aluminium)
  - BSF = Facteur de rétro – diffusion (=1,35)

### 3.6.3 Dosimétrie en scanographie [3,7, 8,14] :

Le scanner représente 4% des examens pratiqués dans les pays les plus industrialisés.

La plupart des scanners Rx opèrent entre 120 et 140 Kv.

Le choix de protocole adapté permet d'obtenir le meilleur diagnostic avec la dose la plus faible.

La forme du filtre utilisé en scanographie (papillon) permet une atténuation sélective des Rx dans le plan de coupe (atténuation++ sur les bords + sur l'axe). En scanographie ; la dose d'entrée au patient est liée au nombre de coupes :

Par l'augmentation du volume irradié et du rayonnement diffusé.

La dose au patient est liée à l'intervalle entre les coupes : la dose augmente comme le rapport entre l'épaisseur de coupe et l'intervalle entre coupes (contribution des coupes adjacentes).

La dose par appareil peut être parfaitement connue par mesure.

#### 4. Matériaux et appareils de radioprotection :

En pratique médicale, la radioprotection repose sur l'application des principes de base que sont [34] :

Utiliser des doses réduites ;

Améliorer des techniques de diagnostic ;

Limiter les doses liées aux explorations et traitements ;

Ces principes sont résumés par la règle des « 3D » dans le cadre des contrôles de qualité.

*La radioprotection repose sur trois (3) moyens [1, 18,20] :*

- *La distance : l'exposition étant inversement proportionnelle au carré de la distance.*
- *Les écrans qui peuvent réduire l'exposition ;*
- *La durée des expositions qui doit être réduite par une bonne préparation des examens et traitements.*

#### 4.1 La radioprotection opérationnelle [34] :

Elle s'applique certaines situations :

Le suivi dosimétrique régulier des travailleurs exposés.

Le contrôle anthro – programmatique des travailleurs et les personnes du public exposés à la contamination interne.

Les contrôles de conformité des installations ;

Le transport et la gestion des sources radioactives ;

Le conditionnement et la gestion des déchets radioactifs ;

Le contrôle de qualité des contenus et sources radioactives ;

#### 4.2 Les consignes relatives à la protection en radiodiagnostic [3, 15] :

Elles reposent sur :

Porter un tablier plombé – cache thyroïde plombé ;

Rester derrière le paravent vertical ;

Ne jamais maintenir soit même ou faire maintenir par le même infirmier les petits patients (faire maintenir par un parent ou utiliser des systèmes d'immobilisation pour les bébés) ;

Toujours protéger les gonades d'un sujet que l'on doit radiographier ;

Porter des lunettes plombées, des caches thyroïdes plombées.

#### 4.3 Les consignes relatives à la protection en médecine nucléaire [1, 15] :

Les consignes se résument comme suit :

Opérer derrière un écran ;

Travailler rapidement sous hôte ventilée ;

Travailler à distance des sources, utiliser des pinces ;

Ne pipeter les solutions qu'avec des pipettes pneumatiques ;

Utiliser des gants jetables, des masques, des tabliers imperméables ;

Recouvrir la surface de travail de nappe jetable ;

Disposer d'une salle de stockage des produits radioactifs et des déchets radioactifs ;

Ne jamais boire, manger, fumer, se maquiller sur les lieux de travail ;

Prendre une douche avant de se changer.

La surveillance médicale et dosimétrique des travailleurs ;

La radioprotection est une culture qui doit faire partie du quotidien des personnes concernées par la manipulation des produits radioactifs ;

Elle englobe plusieurs partenaires et veut protéger aussi bien le personnel que le patient, le public et environnement. Elle est donc une affaire de tous.

## 5. Aspect réglementaire de la radioprotection :

Depuis les premières études sur les rayons X et les minéraux radioactifs, on sait que l'exposition à de hauts niveaux des rayonnements peut provoquer des dommages cliniques dans les tissus du corps humain. En outre, des études épidémiologiques de longue durée menées sur des populations exposées à des rayonnements notamment sur les survivants des bombardements atomiques d'Hiroshima et de Nagasaki qui ont eu lieu au Japon en 1945 ont montré qu'une exposition aux rayonnements ionisants pourrait aussi induire des affections malignes à retardement [4].

Il est par conséquent indispensable que les activités qui comportent une exposition à des rayonnements, telles que la production et l'usage de sources de rayonnements, et de matières radioactives ainsi que l'exploitation d'installations nucléaires, y compris la gestion des déchets radioactifs, soient soumises à des normes de sûreté afin de protéger les personnes exposées aux rayonnements.

Ces normes reposent sur les principes de protection et de sûreté radiologiques élaborés par le CIPR et le groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire (INSAG) [42].

Ces principes étant ensuite transposés en normes juridiques au plan international puis national.

Ces normes visent à imposer des prescriptions aux personnes physiques ou morales autorisées à exercer des pratiques donnant lieu à une exposition ou à intervenir afin de réduire des expositions existantes [4].

Toute fois, il incombe aux pouvoirs publics de veiller au respect de ces prescriptions, en général par le biais d'un système de réglementation comprenant notamment un organisme de réglementation et de prévoir et d'appliquer des mesures dans certaines circonstances.

L'AIEA a expressément pour attribution en vertu de son statut d'établir des normes de sécurité destinées à protéger la santé et à réduire le plus possible les dangers auxquels sont exposées les personnes en consultations avec l'organisation des nations Unies et les institutions spécialisées intéressées [4].

## 5.1 Les principes fondamentaux de la radioprotection [6,39, 40] :

Ces principes sont basés sur les recommandations d'experts internationaux regroupés au sein du CIPR.

Ceux-ci ont définis ce que l'on appelle la « doctrine » de la radioprotection déterminant trois principes fondamentaux.

### 5.1.1 La justification des actes :

Elle consiste à ne pas effectuer d'examen entraînant "inutilement" une exposition, soit parce que leur apport diagnostique est trop faible, soit parce qu'ils peuvent aisément être remplacés par des techniques diagnostiques qui n'utilisent pas les rayonnements ionisants.

Ce principe de justification s'exerce à deux niveaux : la justification générique pour l'introduction d'une procédure ou l'évaluation d'une pratique.

Il s'agira par exemple des textes réglementaires concernant des explorations radiologiques systématiques en médecine du travail ou de recommandations de pratiques cliniques ou de références médicales opposables résultant de conférences de consensus et déclarant injustifiées certaines explorations dans certains types de pathologies.

La justification individuelle relève d'un ensemble d'informations que seules les praticiens impliqués sont en mesure d'évaluer. Elle nécessite d'évaluer pour chaque examen le bénéfice pour le patient et l'emploi possible d'autres techniques diagnostiques non irradiantes, tout particulièrement chez l'enfant.

### 5.1.2 L'optimisation des expositions :

Une fois l'acte décidé, il convient de réduire les expositions au niveau le plus bas qui permette d'obtenir l'information recherchée. C'est l'adaptation au

diagnostic du principe général "Aussi bas que raisonnablement possible" de la radioprotection des travailleurs exposés (CIPR 73). Il faut cependant souligner que l'irradiation diagnostique est entreprise à la recherche d'une information nécessaire à la mise en œuvre d'un traitement dont bénéficiera le patient, alors que pour les travailleurs, l'irradiation n'est qu'une nuisance professionnelle potentielle.

La recherche systématique de réduction des doses délivrées consiste à agir sur les sources : contrôles de qualité des installations s'assurant de l'adéquation des quantités de rayonnement délivrées aux doses nécessaires à l'obtention d'une information diagnostique.

Agir sur les mentalités : limiter l'exploration à la stricte obtention de l'information au détriment des aspects esthétiques ou superfétatoires.

Agir sur les pratiques en développant une "culture de radioprotection" : limiter les champs d'entrée à la surface minimale (diaphragmes), protéger les organes sensibles etc.

Ceci suppose une formation initiale et continue des professionnels.

Dans tous les cas il faut envisager le coût de chaque mesure en regard de son efficacité.

L'expérience prouve que beaucoup peut être gagné sans coût ou à un coût très faible.

Sans doute plus de 50 % de l'irradiation médicale peut ainsi être limitée sans coût supplémentaire, ou à faible coût.

Les variations considérables que l'on peut constater dans les niveaux de dose délivrée pour un même type d'examen confirme qu'il existe un large potentiel pour une réduction significative des doses individuelles moyennes et collectives associées aux pratiques de radiodiagnostic.

### 5.1.3 Limitation :

L'exposition des individus fait l'objet de limitation de dose.

Exemple :

- Pour la population : 1msv/an corps entier (hors d'exposition naturelle).
- Pour les travailleurs : 100msv sur cinq (5) ans pour le corps entier  
500msv/an pour les extrémités.  
150msv/an pour les yeux.

### 5.2 Dispositif international de la radioprotection [11,17] :

Il repose sur :

L'autorisation et inspection des installations de radiologie et de médecine nucléaire.

Le suivi dans le cadre de la médecine de travail des travailleurs exposés obligatoires tous les 6 mois avec pratique des examens para cliniques appropriées.

Le suivi dosimétrique régulier avec port obligatoire du dosimètre, organisé par la médecine du travail en liaison avec le centre de recherche nucléaire.

La maintenance et le contrôle de qualité des installations

L'amélioration de la qualité des pratiques médicales.

Délimitation d'une zone contrôlée avec signalisation particulière lorsque les « 3/10 de la dose annuelle » peut être dépassés.

Délimitation de zones spécialement réglementées ou interdites lorsque le risque dépasse les limites de dose annuelle.

Dispositifs de protection pour éviter les dépassements d'équivalents de dose pour le public et pour les travailleurs.

Conteneurs appropriés pour les substances radioactives et enceintes de sécurité.

Régime d'habilitation pour les installations permanentes et l'autorisation pour les installations mettant en œuvre occasionnellement les rayonnements ionisants.



Affichage du nom et de l'adresse du médecin du travail concerné.

Information des travailleurs sur les risques et les précautions ainsi que les obligations de se conformer aux mesures des sécurités et aux prescriptions médicales.

### 5.3 Cadre législatif et réglementaire de protection médicale [11, 42] :

Interdiction d'emploi :

Des personnes moins de 18 ans.

Des femmes enceintes

Des sujets déclarés médicalement inaptes.

Surveillance médicale particulière pour les travailleurs de catégorie A : (c'est-à-dire des travailleurs susceptibles de dépasser les 3/10 de la limite annuelle d'expositions : 20msv)

Visite admission :

Examen périodique, au moins semestriel avec examen hématologique.

Examen médical exceptionnel en cas d'exposition ou de contamination.

Un examen médical spécial d'après :

Maladie professionnelle ;

Arrêt de travail de plus de 21 jours ;

Absence de plus de 2 semaines dans le même trimestre ;

Dépassement de la limite de dose.

## 6. Classification des zones sous rayonnements ionisants :

Au sein des installations où sont manipulées des sources radioactives, la classification radiologique des postes de travail s'effectue comme suit

[1, 27,42] :

6.1 Zone contrôlée : toute zone où des mesures de protection ou des dispositions de sûreté particulières sont ou pourront être requises pour maîtriser les expositions normales et prévenir les expositions potentielles .

6.2 Zone surveillée : toute zone qui n'est pas déjà classée comme zone contrôlée mais où les conditions d'exposition professionnelle doivent faire l'objet d'un suivi, même si aucune mesure de protection ni disposition de sûreté particulière n'est normalement nécessaire.

Les niveaux de référence à ne pas dépasser au niveau de chaque poste de travail sont définis en fonction du zonage radiologique associée.

Tableau XVI : Les critères de classification des zones contrôlées [10].

Zones	Débits de dose équivalente	Nombre de LDCA
Verte	$3 \mu\text{sv/h} < D < 10 \mu\text{sv/h}$	1 fois la LDCA
Jaune	$10 \mu\text{sv/h} < D < 2 \text{ msv/h}$	Entre 1 fois et 200 fois la LDCA
Orange	$2 \text{ msv/h} < D < 100 \text{ msv/h}$	Entre 200 fois et 10.000 fois la LDCA
Rouge	$D > 100 \text{ msv/h}$	Supérieure à 10.000 fois la LDCA

## 7. Les effets biologiques des rayonnements ionisants :

L'origine des phénomènes biologiques observés suite à une irradiation faisait autrefois l'objet de multiples spéculations. L'hypothèse d'une augmentation de la température était proposée pour expliquer ces effets. Le fait qu'une dose de 10 Gy, qui entraîne la mort de nombreux types cellulaires, ne provoque qu'une augmentation de  $2 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$ , rend cette hypothèse inappropriée, d'où l'importance des phénomènes « Radiochimiques » [37].

### 7.1 Physiopathologie des Rayonnements ionisants :

Les organismes vivants sont généralement très sensibles à l'action des radiations. Les rayonnements ionisants (RI) agissent en transférant de l'énergie à la matière vivante [37].

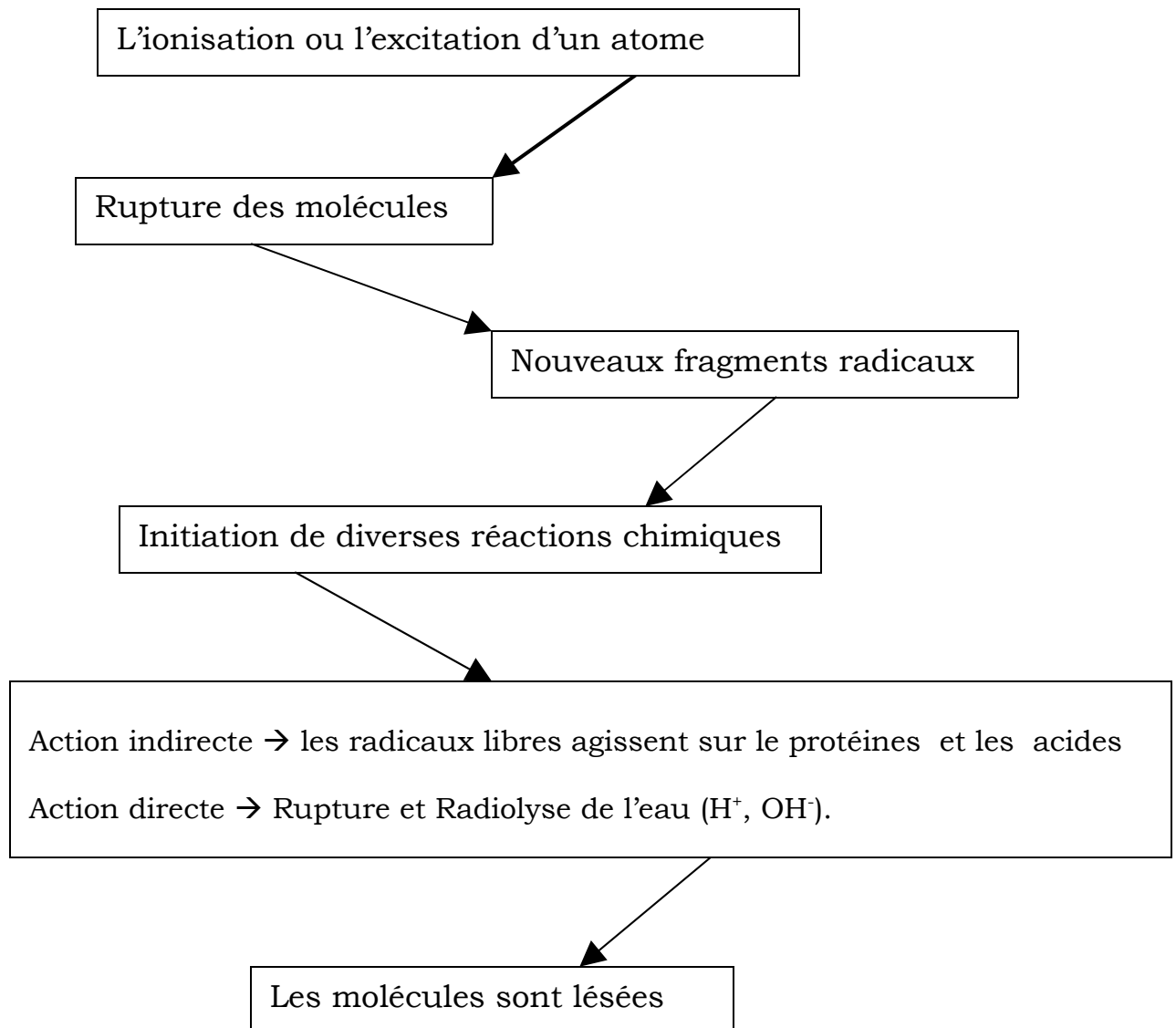
Les interactions physiques [17] :

Les RI → collisions avec les électrons des atomes de la matière vivante →

Extraction → Ionisation +++.

Cette phase est brève ( $10^{-14}$  secondes).

Les réactions radiochimiques [17] :



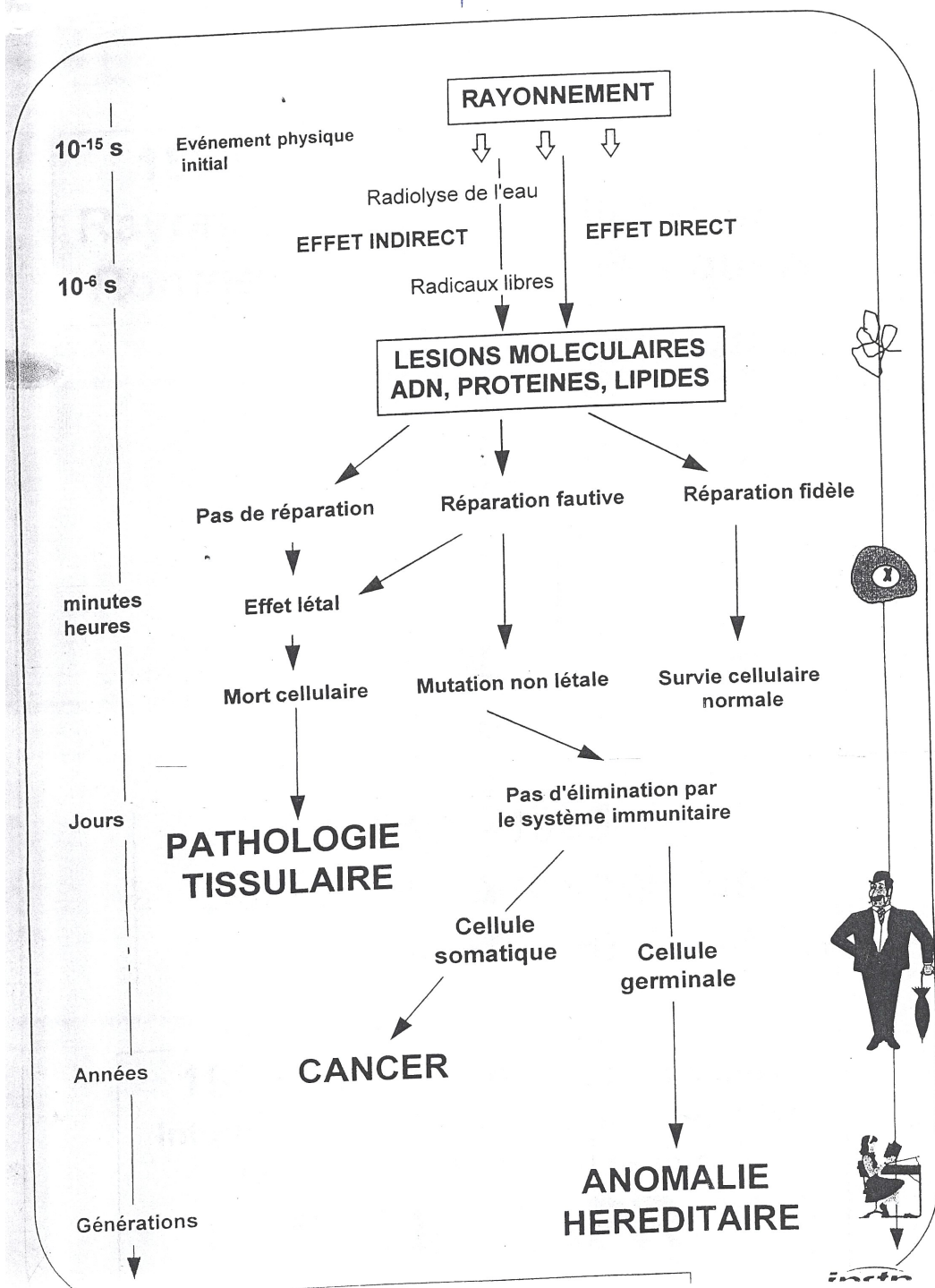


Figure 3 : la Physiopathologie des lésions moléculaires des rayonnements ionisants (RI) [45].

7.2 Les conséquences des rayonnements ionisants (RI) sur l'organisme : Une exposition aux rayonnements à des doses élevées peut avoir des effets tels que nausées, érythème ou dans les cas graves, syndromes plus aigus qui se manifestent cliniquement chez les individus exposés peu de temps après l'exposition. Ces effets sont appelés « effets déterministes » [30].

### 7.2.1 Les effets déterministes [4,35] :

Les effets déterministes sont déclenchés par la mort d'un grand nombre de cellules. Ils n'apparaissent qu'au dessus d'une dose seuil et leur gravité augmente avec la dose.

La mort cellulaire au cours ou au décours de la mitose est considérée comme le phénomène principal responsable des effets déterministes. La réponse d'un tissu dépend de la nature des cellules qui le constituent. La réaction d'une population cellulaire à une irradiation est liée à la cinétique de cette population donc à l'évolution de ces cellules.

Ces effets déterministes obligatoires et précoces surviennent dans les heures ou jours suivant l'irradiation.

L'évolution du syndrome de radio exposition aigue est caractéristique et se fait en quatre (4) phases :

Phase prochronisme ;

Phase de latence : toujours présente silencieuse 5 à 14 jours,

Période d'état : critique avec des signes généraux, infectieux et hémorragiques mettant en jeu le pronostic vital ;

Période de convalescence : à partir du 3<sup>ème</sup> mois, elle dépend de la dose.

Tableau XVII : Les principales manifestations cliniques observées en fonction de la dose lors d'une irradiation globale [34,35].

Dose (Gy)	Forme	Symptomatologie
< 0,3	Infra clinique	Rien
0,3 – 1	Infra clinique	Diminution temporaire spontanément réversible des lymphocytes. Aucun traitement n'est nécessaire.
1 – 2	Réaction générale légère	Malaise – asthénies – nausées – vomissement en 3 – 6 heures. Hospitalisation nécessaire, mais guérison spontanée.
2 – 4	Hématopoïétique modérée	Diminution des : globules blancs, hématies et plaquettes en 3 semaines. Traitement dans un centre spécialisé. Retour à la normale en 4 – 6 mois
4 – 6	Hématopoïétique grave	Hémorragie, aplasie médullaire. DL <sub>50</sub> : 4- 4,5 Gy.
6 – 7	Gastro- intestinale	Diarrhée, vomissements, hémorragies, mort certaine en dehors d'une greffe.
8 – 10	Pulmonaire	Hémoptysie – insuffisance respiratoire aigue combinée aux lésions gravissimes : intestinales et hématopoïétiques.
> 10	Cérébrale	Signes neurologiques avec coma. Aucun traitement n'est efficace, la mort survient en 14 – 36 heures.

Les manifestations sont variables selon la dose reçue, et la région exposée ; leur gravité est directement liée à la dose [35].

Tableau XVIII : Les effets d'une radio exposition partielle [34,35].

Organe	Nature lésion	Dose (Gy)
Peau	- Erythème	3
	- Epidermite sèche	5
	- Epidermite exsudative	15
	- Nécrose	25
Testicules	Diminution du nombre de spermatozoïdes	0,3
	Stérilité transitive	2
	Stérilité définitive	7
Ovaires	Troubles cycles et stérilités	7 (40 ans)
		12 – 15 (25 ans)
Œil cristallin	- Cataracte : Neutrons	5 – 8
	- Rayons x.	10

### 7.2.2 Les effets stochastiques des rayonnements ionisants [4, 29,30] :

Les effets stochastiques (aléatoires ou non déterministes) liés à la survie de cellules irradiées et lésées. [4]

La très grande majorité des lésions cellulaires radio induite sont purement et simplement effacées par les processus très efficaces de la réparation cellulaire les phénomènes d'homéostasie éliminent la plupart des cellules mal réparées (apoptose, immunologie...).

Les effets stochastiques des rayonnements intéressent à la fois :

- Les cellules somatiques (cellules composant l'ensemble de l'organisme, comprenant chez l'homme deux jeux de chromosomes), à l'origine des cancers radio induits.
- Les cellules germinales (spermatozoïdes et ovocytes) dédiées à la reproduction et ne comprenant qu'un seul jeu de chromosomes), à l'origine des effets génétiques.

Alors que les effets déterministes sont les plus spectaculaires apparaissant après des accidents d'irradiation caractérisés, les effets stochastiques sont les plus sensibles et les plus redoutés, leur prise en compte est à la base des recommandations internationales (CIPR) et des réglementations nationales qui en découlent.[29,30]

7.2.3 Classification par ordre de radiosensibilité décroissante des tissus suivants : [4]

1. Les tissus embryonnaires
2. Les organes hématopoïétiques ;
3. Les gonades ;
4. La muqueuse intestinale ;
5. Le tissu conjonctif ;
6. Le tissu musculaire ;
7. Le tissu nerveux.



## 8. Cas particuliers d'une exposition aux rayonnements ionisants

### 8.1 Femme enceinte :

Chaque année des femmes en âge de procréer subissent des examens radiologiques alors qu'elles sont enceintes de quelques jours [31].

L'exposition radiologique d'une femme enceinte, patiente ou professionnelle engendre très souvent une inquiétude disproportionnée au risque et des conduites inadaptées.

La plus extrême de ces conduites aboutira à une interruption de la grossesse demandée par une patiente sinon préconisée par un médecin, pour une exposition en réalité sans risque pour l'enfant à naître [52].

Ainsi l'évaluation des doses délivrées lors des examens radiologiques s'avère nécessaire.

### 8.1.1 Radiographie conventionnelle :

Tableau XIX : Quelques exemples de doses délivrées par des examens courants pouvant intéresser au moins partiellement l'abdomen d'une femme enceinte en radiologie conventionnelle [52].

Incidences	Doses à l'entrée (mGy)	Doses a mis épaisseur
Rachis thoracique face (F)	6	1
Rachis thoracique profil (P)	15	1,5
Rachis lombaire face (F)	15	1,5
Rachis lombaire profil (P)	30	2,5
Thorax de face (F)	1,5	0,5
Thorax de profil (P)	10	0,5
Abdomen sans préparation (ASP)	12	1,5
Bassin de face (F)	12	1,5
UIV (10 clichés)	100	12
Lavement barytés (10 clichés)	120	15
Artériographie, abdomen des membres inférieurs	200	15
Pelvimétrie	-	6

Les doses délivrées au volume exploré en tomодensitométrie sont en règle plus importante et plus homogène qu'en radiographie conventionnelle en raison de la rotation du tube au tour du patient.

### 8.1.2 Scanner :

Tableau XX: Les doses délivrées au volume exploré par les examens tomodensitométriques en mGy chez une femme enceinte [52].

Région explorée	Doses au volume
Tête	40
Thorax	15
Abdomen	20
Pelvimétrie (TDM)	3
Pelvis	25
Rachis lombaire	15

Les doses délivrées au volume sont nettement supérieures à celle de la radiologie conventionnelle.

### 8.1.3 Les effets des rayons X sur la grossesse [6, 31,52] :

Ces effets sont de deux types : un risque malformatif et l'induction du cancer à long terme.

#### 8.1.3.1 L'effet malformatif (térogène) [31,52] :

Trois notions sont à retenir :

Ce sont des effets déterministes qui précèdent les mécanismes de mort cellulaire et qui n'apparaissent qu'au dessus d'un seuil.

La sensibilité de l'enfant en formation n'est pas constante au cours de la grossesse.

L'incidence spontanée de malformation est élevée 3% des grossesses.

Les effets potentiels d'une irradiation sont différents en fonction du stade de la grossesse.

Avant l'implantation (8<sup>ème</sup> jour où une semaine post conception) :

L'œuf est au stade du morula. Chacune des cellules qui le constituent est capable de produire un embryon normal. Si une ou plusieurs d'entre elles sont tuées la multiplication des autres permet de compenser. L'effet d'une irradiation obéit donc à la loi du tout ou de rien : si toutes les cellules ont été lésées la grossesse s'arrête et n'est même pas décelée (pas de retard de règles). Si les lésions ne portent que sur certaines cellules la grossesse se poursuit normalement. [31,51]

L'organogenèse (du 9<sup>ème</sup> jour au début de la 9<sup>ème</sup> semaine Post – conception) :

C'est pendant cette période que la radio sensibilité est la plus forte particulièrement entre la 3<sup>ème</sup> et la 5<sup>ème</sup> semaine post-conception. Les cellules sont différenciées et se divisent rapidement. La mort d'un groupe de cellule peut occasionner à ce stade l'arrêt de développement, partiel ou total d'un organe ou d'un membre, engendrant une malformation majeure. Il s'agit d'un risque déterministe qui n'apparaît qu'au dessus d'un seuil que la plupart des auteurs situent au environ de 200 mGy [6,50 ,51].

Maturation foétale (de la 9<sup>ème</sup> semaine au 9<sup>ème</sup> mois) :

En règle les organes sont formés et la mort d'un groupe de cellules ne peut plus causer qu'une malformation mineure ou partielle d'un organe. Une exception importante est le cerveau qui connaît jusqu'à la 5<sup>ème</sup> semaine une phase de développement cruciale celle de la migration neuronale. A partir d'une couche germinative située en profondeur près des ventricules cérébraux, les neurones migrent vers la superficie pour s'organiser en couches dans le cortex. De nombreux facteurs extrinsèques dont l'exposition aux rayonnements ionisants (RI), comporte à ce stade un risque de « mal développement » cérébral se traduisant par un retard mental, associé ou non à une diminution du périmètre crânien. Ce risque de mal développement à un seuil de 500 mGy [31,52].

### 8.1.3.2 Effets cancérogènes (cancérogenèse) [6, 31,52] :

A la différence des effets tératogènes qui sont de type déterministes liés à la mort cellulaire, les effets cancérogènes sont liés à des modifications non létales (mortelles) de la cellule. Il s'agit ici d'un risque stochastique (aléatoire) qui augmente avec la dose reçue et pour lequel il n'y a théoriquement pas de seuil. L'incidence spontanée des cancers (et leucémies) de l'enfant, entre 0 et 15 ans est de 2 à 3 pour mille [31].

A Hiroshima et Nagasaki il n'a pas été observé d'augmentation significative des affections cancéreuses chez les enfants dont les mères ont été exposées au rayonnement initial de l'explosion [6,52].

En revanche, une augmentation statistique du nombre des cancers et notamment de leucémies de l'enfance a été constatée après des irradiations in utero supérieure à 200 mGy. Les études les plus récentes extrapolant à partir de fortes doses, estiment l'augmentation du risque à environ 0,05% pour 10 mGy reçus in utero. Si on se réfère au risque spontané de 0,25% (2,5 pour mille) une dose de 10 mGy reçue in utero ferait donc passer ce risque à 0,3% (3 pour mille) – 0,4% (4 pour mille) [51,52].

Ces statistiques ont pour l'intérêt de donner la certitude de ne pas sous estimer le risque. L'incertitude pour le risque cancérogène est la raison principale pour éviter dans la mesure du possible toute exposition in utero et quand cette exposition est justifiée médicalement pour la limiter à la dose la plus faible possible compatible avec le résultat diagnostique ou thérapeutique recherché [31, 52].

## 8.2 L'irradiation de l'enfant

L'irradiation en radio pédiatrie reste un sujet d'actualité en particulier avec la multiplication des examens réalisés en tomодensitométrie (TDM) multi détecteur [16].

Des recommandations ont été publiées pour limiter au maximum cette irradiation en sélectionnant les indications, en réduisant les constantes d'acquisition et en limitant les contrôles.

L'article de Brenner et al fait le point sur les connaissances concernant les tumeurs radio induites en rapport avec les faibles doses [16].

La dose minimale se situe entre 10 et 50 mSv pour une exposition unique avec une relation linéaire pour l'inducteur tumoral par rapport aux effets connus à de plus fortes doses. Une étude s'est attachée au calcul rétrospectif du risque théorique de tumeurs induites par la réalisation des examens en TDM du tronc en pédiatrie.

L'augmentation globale dans cette série du nombre d'examen TDM sur une période de 14 ans est importante (283%). Parmi les tumeurs possiblement radios induites les lésions de la thyroïde et du sein seraient parmi les plus fréquentes. Pour la thyroïde le remplacement des clichés du rachis traumatiques par un examen TDM constitue un exemple de changement de pratique responsable d'un accroissement du risque théorique de tumeur radio induite. Ce risque est globalement estimé à 0,18% par examen. L'application de protocoles permettant de diminuer les doses de façon sensible abaisse ce risque à 0,1% [16].

Diverses études épidémiologiques ont révélé une augmentation du risque de cancer inversement proportionnelle à l'âge, à l'exposition aux rayonnements ionisants [28].

De plus une revue récente d'études expérimentale et épidémiologique réalisée par la CIPR a confirmé une radiosensibilité élevée chez l'embryon et le fœtus. On peut donc attendre à un risque radiologique élevé chez les enfants prématurés. Une étude des risques associés à l'irradiation des très grands prématurés ; permettrait d'apporter une information complémentaire à celle

sur l'impact des rayonnements sur le fœtus dans la dernière semaine de grossesse [28].

L'effet des doses de radiation ionisante dans l'enfance sur les fonctions cognitives à l'âge adulte, attire l'attention du groupe radioprotection de la société francophone d'imagerie pédiatrique [26].

Les auteurs de cet article évaluent le développement psychomoteur d'enfant âgé de moins de 18 mois et irradiés entre 1930 et 1959 pour un angiome de la face ou du scalpe. Ils étudient pour chaque tranche l'irradiation (de 0 à plus de 250 mGy) le niveau de scolarité des enfants et leurs résultats aux tests psychomoteurs effectués lors de la visite médicale d'incorporation à l'armée. Ils constatent une diminution de 50% du taux d'accès à l'université chez les enfants ayant subi une irradiation cérébrale supérieure à 250 mGy.

Les résultats des tests cognitifs et les capacités d'apprentissage paraissent également moins bons dans cette tranche d'irradiation. Aucun effet n'est par contre mis en évidence pour irradiation inférieure au seuil de 100 mGy [26].

La commission internationale de protection radiologique (CIPR) est chargée de proposer des normes de radioprotection tenant compte de ces incertitudes pour être certain de "ne pas faire d'impasse" sur un risque même si sa probabilité est très faible [6].

### 8.2.1 La quantification du risque [6] :

L'induction d'effets stochastiques, en particulier de cancers, est une préoccupation majeure en radioprotection, notamment en ce qui concerne les faibles doses délivrées par le radiodiagnostic. Cela est particulièrement vrai chez l'enfant, en raison de son potentiel de "vie", qui lui laisse tout le temps nécessaire pour extérioriser les conséquences éventuelles d'une radioexposition. Il faut cependant souligner que la population pédiatrique est relativement peu concernée par les explorations radiologiques et le risque cancérigène diminue évidemment avec l'âge alors que la fréquence des explorations radiologiques augmente avec l'âge.





MATERIEL ET METHODE

## II. Matériel et méthode

### 1) Cadre d'étude :

Notre étude a été réalisée dans le service de radiologie et d'imagerie médicale du CHU (Centre Hospitalo-universitaire) Gabriel TOURE. Il s'agit d'une étude prospective effectuée sur des patients ayant effectuée un ou des examens radiographiques.

L'étude a duré du 05 Mai 2003 au 05 Octobre 2003. Soit cinq (5) mois.

Durant cette période, 582 dossiers ont été étudiés.

### a) Situation du service :

Le service de radiologie et d'imagerie médicale est situé dans la zone Ouest de l'hôpital. Il est constitué d'un bâtiment comprenant :

Quatre (4) bureaux ;

Cinq salles d'examen dont trois salles pour les radiographies conventionnelles (standard), une salle d'échographie avec toilette et une salle d'électrocardiogramme (ECG);

Une salle de développement des clichés ;

Une salle d'interprétation (lecture) ;

Une salle de garde avec toilette ;

Deux toilettes externes ;

### b) Personnel :

Trois (3) médecins Radiologues, dont un coopérant Cubain.

Cinq (5) assistants médicaux en Radiologie ;

Deux (2) techniciens de santé faisant fonction de manipulateur;

Une (1) secrétaire ;

Un (1) manœuvre ;

2) Critères d'inclusion :

Étaient inclus dans notre étude tous les patients se présentant dans le service pour une radiographie quelque soit leur âge et leur sexe, avec leurs consentements éclairés ou de leurs parents.

3) Critères de Non inclusion :

N'étaient pas inclus dans notre étude des examens radiographiques non disponibles dans le service comme : le Scanner, angiographie, mammographie, et les patients n'ayant pas accepté de faire partie de l'enquête.

4) Recueil des données :

Il s'agit de la nature de l'examen radiographique, de la région à radiographier, des constantes dosimétriques (KV, MAS, temps de pause, distance foyer film (DFF)), le nombre de cliché, et de la qualité du cliché.

Pour détail voir fiche d'enquête (annexe).

5) Services impliqués :

Les données ont été recueillies grâce aux demandes radiographiques de l'ensemble des services cliniques de l'hôpital : Pédiatrie, Cardiologie, Traumatologie, Urgences chirurgicales, Médecine interne, Chirurgie générale et d'Urologie de l'Hôpital Gabriel TOURE (HGT) et des demandes d'examens venant de l'extérieur.

6) Matériel utilisé :

Cette étude a été réalisée grâce aux appareils de radiographie suivants:

Table Apelem, appareil numérisé de marque Baccara, muni d'une scopie et date de novembre 2000 et mis en service fin 2001 ;

Table CGR de marque Prestilix 110 qui date de 1974 et mis en service fin 2001 ;

Table Trophy de marque N800 HF mis en service le 22 Juillet 1994 ;

Une développeuse COMPACT2.

7) Mesure et matériel de radioprotection :

Le service de Radiologie applique certaines mesures de radioprotection et dispose de certains matériels de Radioprotection surtout du personnel.

a) Mesures de radioprotection :

Ces mesures sont entre autres la classification des zones notamment en zones contrôlées et surveillées.

Le respect de la distance foyer- patient (80 cm, 90 cm, 110 cm) selon les tables utilisées.

Mise en place des bras de rappel sur les portes plombées des salles de radiographie.

Ces mesures ont l'avantage d'attirer l'attention du public et du personnel sur les risques d'exposition au rayon X.

b) Matériel de radioprotection :

Les salles d'examens répondant aux normes de construction ;

Quatre (4) portes plombées (portes des salles de radiographie et d'échographie) ;

Un (1) paravent plombé ; une vitre plombée.

Six (6) tabliers plombés ;

Deux (2) lunettes plombées ;

Dosi-film individuel pour les personnels du service (en rupture depuis 2002), pour une évaluation des doses reçues par le personnel.

8) Calcul de la dose d'entrée ( $D_e$ ) :

Nous avons fait une évaluation par calcul des doses délivrées à soixante dix (70) patients soit 12% de notre échantillon total, parmi lesquels vingt huit (28) patients dans la tranche d'âge de 0 à 15 ans, et quarante deux dans la tranche d'âge de 15 ans et plus.

La formule qui a permis cette évaluation est la suivante :

Cette formule est applicable à tout appareil de Radiographie pour une évaluation de la dose absorbée par cliché.

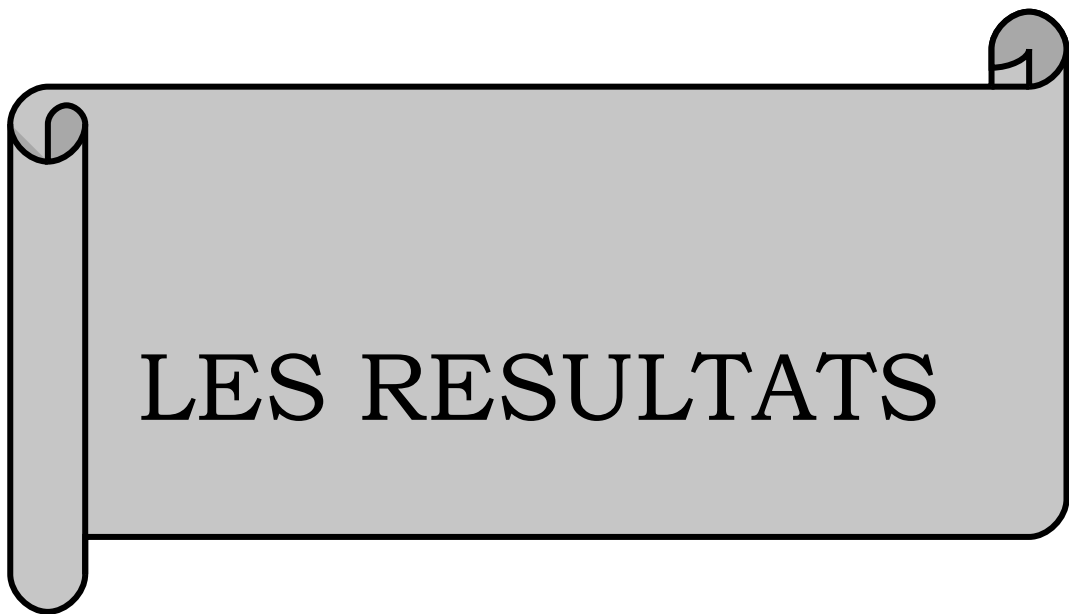
$$De = C \times \left( \frac{\text{mGy} \cdot \text{m}^2}{Q_{(\text{mAs})}} \right) \times \left( \frac{\text{UKV}}{100 \text{ KV}} \right)^2 \times Q_{(\text{mAs})} \times \frac{1}{d_{\text{FP}}^2} \times \frac{3 \text{ (mm)}}{F_{(\text{mmA})}} \times \text{BSF}$$

N.B. : {

- De= dose à l'entrée (mGy)
- C= constante de Kerma dans l'air ( $\approx 0,1 \text{ mGy (m)}^2/\text{mAs}$ )
- U= tension appliquée au tube (Kv).
- Q= charge passant dans le tube (mAs).
- dFp= distance foyer patient (m)
- F= filtration (mm aluminium)
- BSF= facteur de rétro diffusion en radiodiagnostic. (BSF= 1,35)
- $\text{m}^2$  = surface corporelle

## 9) Analyse des données :

Le logiciel Microsoft Office XP (Word, PowerPoint, Excel) a été utilisé pour la saisie, la présentation et l'analyse des données.



LES RESULTATS

### III. Résultats

Tableau I : Répartition des patients en fonction de l'âge et du sexe.

Age \ Sexe	Sexe		Effectif	Pourcentage
	Féminin	Masculin		
Enfants	81	92	173	29,73
Adultes	176	213	409	70,27
Total	277	305	582	100,00

Les adultes sont les plus dominants soit 70,27% et le sexe masculin est le plus représenté soit 52,41%.

Tableau II : Répartition des radiographies selon la provenance (service).

Service	Nombre de Rx	Pourcentage
Traumatologie + service des urgences chirurgicales	181	31,10
Médecine	179	30,76
Pédiatrie	173	29,73
Chirurgie générale Urologie	36	6,18
ORL	13	2,23
Total	582	100,00

Les services de traumatologie et urgences chirurgicales (31,10%) sont les premiers prescripteurs.



Tableau III : Répartition des demandes d'examen en fonction du type de radiographique.

Demande d'examen :	Nombre de Rx	Pourcentage
Radiographie du thorax de face	226	45,70
Radiographie du membre inférieur	94	16,15
Radiographie du membre supérieur	45	7,73
Radiographie du crâne	30	5,15
Abdomen sans préparation (ASP)	26	4,47
Radiographie lombo-sacrée	25	4,30
Radiographie du bassin	40	6,87
Radiographie des sinus (Blondeau)	18	3,10
Radiographie de l'épaule	17	2,92
Urographie intraveineuse (UIV)	15	2,58
Cholangiographie	3	0,52
Uretéro cystographie rétrograde (UCR)	2	0,34
Lavement Baryté	1	0,17
Total	582	100,00

La radiographie du thorax de face et celle du membre inférieur représentent 61,15% des examens radiographiques dans notre service.

Tableau IV: Répartition des résultats anormaux en fonction du type d'examen.

Type d'examen	Résultats anormaux	pourcentage
Rx thorax de face	168	54,37
Rx membres inférieurs	56	18,12
Rx membres supérieurs	16	5,18
Rx lombo-Sacrée	11	3,56
Rx des sinus (Blondeau)	10	3,24
Urographie intraveineuse (UIV)	10	3,24
Rx bassin F/P	17	5,50
Abdomen sans préparation	8	2,59
Rx épaule face/profil	7	2,26
Rx crâne face/profil	5	1,62
Cholangiographie	0	0,00
Lavement Baryté	1	0,32
Uretéro-Cystographie rétrograde (UCR)	0	0,00
Total	309	100,00

Sur 582 demandes, 309 ont objectivé une lésion soit 53,09%.

Tableau V : Répartition selon la concordance entre le nombre de demandes d'examen et le nombre de lésions retrouvées par service.

Service	Nombre de demandes d'examen	Nombre de résultats anormaux	Pourcentage
Traumatologie + SUC	181	104	57,46
Pédiatrie	173	89	51,44
Médecine	179	94	52,51
Chirurgie générale+ Urologie	36	15	41,67
ORL	13	07	53,84

Dans plus de 50% des demandes on trouve une anomalie (demandes à bons escients).

Tableau VI : Répartition des radiographies du thorax en fonction de l'âge.

Age	Sexe		Effectif	Pourcentage
	Féminin	Masculin		
Enfants	44	38	82	30,83
Adultes	98	86	184	69,17
Total	142	124	266	100,00

Les 15 ans et plus sont les plus nombreux soit 69,17%.

Le sexe féminin a été le plus représenté soit 53,38%.

Tableau VII : Répartition en fonction des renseignements cliniques ayant justifié la radiographie du thorax F/P.

Renseignement clinique :	Effectif	Pourcentage
Toux chronique + Amaigrissement	29	10,90
Bilan HTA + Insuffisance Cardiaque	60	22,56
Pleurésie	17	6,40
Douleur thoracique + Dyspnée	52	19,55
Toux, râles crépitants, souffles.	48	18,04
Traumatisme de la voie publique	12	4,51
Bilan (d'étude, santé).	48	18,04
Total	266	100,00

18,04% des radiographies du thorax n'étaient pas justifiées selon les renseignements cliniques.

Tableau VIII : Répartition des radiographies du membre inférieur en fonction du sexe et l'âge.

Age \ Sexe	Sexe		Effectif	Pourcentage
	Féminin	Masculin		
Enfants	12	17	29	30,85
Adultes	27	38	65	69,15
Total	39	55	94	100,00

Les adultes sont les plus représentés soit 69,15%.

Le sexe masculin a constitué 58,51% contre 41,49% pour le sexe féminin.

Tableau IX : Répartition en fonction du motif de la radiographie du membre inférieur.

Motifs :	Effectif	Pourcentage
Traumatisme de la jambe (AVP).	30	31,91
Traumatisme de la cuisse (AVP).	15	15,96
Inflammation de la cheville (AVP, accident du sport, faux pas).	21	22,34
Gonalgie, traumatisme post (AVP).	6	6,38
Contrôle après enclouage centromédullaire du fémur.	4	4,25
Traumatisme des pieds (AVP ou du sport).	6	6,38
Gangrène du pied droit sur terrain diabétique	2	2,12
Poly traumatisme suite à un AVP (chevilles, jambes)	5	5,31
Ostéites ? ostéomyélites ?	4	4,25
Malformation congénitale des membres inférieurs.	2	2,12
Total	94	100,00

Les traumatismes de la jambe suite à un AVP représentaient l'essentielle des motifs soit (31.91%).

Tableau X : Répartition des radiographies du membre supérieur en fonction de l'âge et du sexe.

Age \ Sexe	Féminin	Masculin	Effectif	Pourcentage
0 – 15 ans	9	14	23	51,11
15ans et plus	7	15	22	48,89
Total	16	29	45	100,00

La tranche d'âge de 0 – 15 ans est la plus représentée soit 51,11%.

Tableau XI : Répartition en fonction du motif de la radiographie du membre supérieur.

Motifs :	Effectif	Pourcentage
Traumatisme du poignet (AVP, chute d'un tronc d'arbre, accident de sport).	22	48,89
CBV de la main (gauche et droite), ostéites des mains ?	6	13,33
Raideur du coude post-traumatique (ankylose)	5	11,11
Traumatisme de l'avant bras suite à un AVP	8	17,78
Traumatisme du bras (AVP)	3	6,67
Total	45	100,00

Les traumatismes du poignet sont les renseignements cliniques les plus fréquents soit (48,89%).

Tableau XII : Répartition des radiographies du crâne de face et de profil en fonction de l'âge et du sexe.

Age \ Sexe	Féminin	Masculin	Effectif	Pourcentage
Enfants	2	5	7	23,33
Adultes	11	12	23	76,67
Total	13	17	30	100,00

La tranche d'âge 15 ans et plus est la plus dominante (76,67%).

Tableau XIII : Répartition en fonction du motif de la radiographie de crâne de face et de profil.

Motifs :	Effectif	Pourcentage
Traumatisme crânien (AVP)	24	80
Coup et blessures volontaires (CBV)	4	13,33
Chute d'un arbre	2	6,67
Total :	30	100,00

Le traumatisme crânien suite un accident de la voie publique est le motif le plus fréquent soit (80%).

Tableau XIV : Répartition des radiographies lombo-sacrées en fonction de l'âge et du sexe.

Age \ Sexe	Féminin	Masculin	Effectif	Pourcentage
Enfants	2	2	4	16
Adultes	14	7	21	84
Total	16	9	25	100,00

Les adultes dominent soit 84%.

Le sexe féminin est la plus représentée soit 64%.

Tableau XV : Répartition en fonction du motif de la radiographie lombo-sacrée.

Motifs :	Effectif	Pourcentage
Lombalgie chronique	4	16,00
Traumatisme dorsolombaire	2	8,00
Lombo-sciatalgie non traumatique	12	48,00
Autres (polyarthralgie, déformation du rachis)	7	28,00
Total	25	100,00

Autres\* (polyarthralgie : 3, déformation du rachis : 4).

Les lombo-sciatalgies non traumatiques sont les renseignements cliniques les plus nombreux soit 48%.



Tableau XVI: Répartition des radiographies de l'abdomen sans préparation (ASP) en fonction de l'âge et du sexe.

Sexe	Féminin	Masculin	Effectif	Pourcentage
Age				
Enfants	3	6	9	34,61
Adultes	5	12	17	65,39
Total	8	18	26	100,00

Les plus de 15ans sont les plus représentés soit 65,39%.

Tableau XVII: Répartition des radiographies de l'abdomen sans préparation en fonction des motifs.

Motifs :	Effectif	Pourcentage
Dysurie	12	46,15
Recherche d'image calcique (lithiase)	6	23,08
Abdomen aigu	3	11,54
Ballonnement abdominal	2	7,69
Total	26	100,00

La dysurie est le motif le plus important soit 46.15%.

Tableau XVIII : Répartition des radiographies de l'épaule en fonction de l'âge et du sexe.

Age \ Sexe	Sexe		Effectif	Pourcentage
	Féminin	Masculin		
Enfants	3	2	5	29,41
Adultes	8	4	12	70,59
Total	11	6	17	100,00

Les adultes sont les plus fréquents soit 70.59%.

Tableau XIX : Répartition des radiographies de l'épaule en fonction du motif.

Motifs :	Effectif	Pourcentage
Traumatisme de l'épaule	12	64,71
Traumatisme de la clavicule	4	23,53
Coup et blessure volontaire (CBV)	2	11,76
Total	17	100,00

Les traumatismes de l'épaule (64,71%) sont les motifs les plus importants.

Tableau XX : Répartition de l'urographie intraveineuse (UIV) en fonction de l'âge et du sexe.

Age \ Sexe	Sexe		Effectif	Pourcentage
	Féminin	Masculin		
Enfants	0	2	2	13,33
Adultes	4	9	13	86,67
Total	4	11	15	100,00

La tranche d'âge 15 et plus est la plus représentée soit 86,67%.

Le sexe masculin est le plus dominant soit 73,33%.

Tableau XXI : Répartition en fonction du motif des urographies intra veineuses (UIV).

Motifs :	Effectif	Pourcentage
Dysurie	8	53,33
Lithiase rénale (révélée à l'échographie)	4	26,67

Uretérohydronephrose, tumeur rénale	3	20
Total	15	100,00

Uretérohydronephrose : 2, tumeur rénale : 1.

La dysurie était le renseignement clinique le plus important soit 53,33%.

Tableau XXII : Répartition en fonction du motif de la Cholangiographie.

Motifs :	Effectif	Pourcentage
Contrôle post opératoire du drain de Kehr après cholécystectomie.	2	66,66
Contrôle post opératoire après cure de lithiase de la voie biliaire principale.	1	33,34
Total	3	100,00

La cholécystectomie contrôle post opératoire a été essentielle du motif soit 66,66%.

Tableau XXIII : Répartition des radiographies du bassin F/P en fonction de l'âge et du sexe.

Age \ Sexe	Féminin	Masculin	Effectif	Pourcentage
Enfants	2	5	7	17,50
Adultes	15	18	33	82,50
Total	17	23	40	100,00

Les plus de 15 ans sont les plus fréquents soit 82,50%.

Tableau XXIV : Répartition de la radiographie du bassin de F/P en fonction du motif.

Motifs :	Nombre	Pourcentage
Douleur de la hanche	12	35,00
Traumatisme de la hanche	14	30,00
Recherche d'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale	5	12,50
Plaie chronique de la hanche	1	2,50
Lombo - sciatalgie	8	20,00
Total	40	100,00

Le traumatisme et les douleurs de la hanche sont les principaux motifs soit 65%.

Tableau XXV: Répartition des radiographies des sinus (Blondeau) en fonction de l'âge et du sexe.

Age \ Sexe	Féminin	Masculin	Effectif	Pourcentage
Enfants	2	3	5	27,78
Adultes	6	7	13	72,22
Total	8	10	18	100,00

La tranche d'âge de 15 ans et plus est la plus représentée soit 72,22%.

Tableau XXVI: Répartition des radiographies des sinus (Blondeau) selon les motifs.

Motifs	Effectif	Pourcentage
Rhinorrhée purulente + céphalées	6	33,33
Rhinite chronique	6	33,33
Obstruction nasale	5	27,78
Bilan de santé	1	5,56
Total	18	100,00

La rhinorrhée purulente, et la Rhinite chronique sont les causes les plus fréquentes.

Tableau XXVII: Répartition des radiographies en fonction de la qualité technique.

Qualité technique	Nombre	Pourcentage
Bonne	484	83,16
Mauvaise	98	16,84
Total	582	100,00

83,16% des radiographies étaient de bonne qualité.

Tableau XXVIII : Influence d'une ouverture large du diaphragme en fonction de l'âge et du sexe.

Age \ Sexe	Féminin	Masculin	Effectif	Pourcentage
Enfants	34	25	59	83,01
Adultes	5	7	12	16,09
Total	39	32	71	100,00

Les enfants sont les plus exposés soit 83,01%.

Les deux sexes sont tous exposés.

Tableau XXIX : Doses délivrées chez l'enfant par la Table Trophy (filtration en Aluminium=1,5 mm), DEF=90 cm.

Incidence	Exposition			Dose en (mGy)	Dose de référence (mGy)
	KV	mAs	T		
Thorax F	60	25	100	<u>3</u>	0,1
Crâne F/P	58	25	100	<u>5,88</u>	2,5
	61	25	100		
Epaule F/P	49	25	40	<u>3,98</u>	0,9
Hanche F/P	52	32	102	6,90	-
	60	32	102		
Fémur F/P	60	32	102	7,65	-
	60	32	102		
Avant bras F/P	50	32	102	6,06	-
	53	32	102		
Poignet F/P	50	32	102	6,06	-
	53	32	102		
Jambe F/P	48	25	100	1,91	-
Des Sinus (Blondeau)	75	25	500	<u>4,67</u>	1
Abdomen (ASP)	79	25	100	5,18	-
UIV	80	25	500	21,25	-

Dans cette tranche d'âge, l'UIV et la radiographie du fémur donnent les doses d'entrée les plus élevées soit respectivement 21,25 mGy et 7,65 mGy.



Tableau XXX: Doses délivrées chez l'enfant par la Table CGR (filtration en Aluminium=1,5mm), DEF=80 cm.

Incidence	Exposition			Dose en (mGy)	Dose de référence (mGy)
	KV	mAs	T		
Avant bras F/P	40	30	08	3,19	-
	40	30	08		
Poignet F/P	35	30	01	1,22	-
Mains F/P	45	30	01	2,02	-
Fémur F/P	55	40	01	8,04	-
	55	40			
Jambe F/P	60	50	01	11,96	-
	60	50	01		
Pieds F/P	45	30	01	2,02	-

Les Radiographies de la jambe et du fémur ont des doses d'entrée les plus élevées soit respectivement 11,96mGy, et 8,04 mGy.

Tableau XXXI : Doses délivrées chez l'enfant par la Table Apelem (filtration en Aluminium=1,5 mm), DEF=110 cm.

Incidence	Exposition			Dose en (mGy)	Dose de référence (mGy)
	KV	MAS	T		
Thorax face	70	20		<u>2,18</u>	0,1
Dorso-lombaire F/P	74	20		2,44	-
Sinus de (Blondeau)	70	20		2,18	-
Fémur F/P	72	20		2,18	-
	72	20			
Cervical F\P	64	20		4,62	-
	64	20			
Crâne F\P	75	25		<u>6,27</u>	2,5
	75	25			
Genou F\P	68	20		4,12	-
	68	20			
Poignet F\P	66	16		3,11	-
	66	16			
Coude F\P	58	10		1,50	-
	58	10			
ASP	67	20		2	1

Les doses d'entrée les plus importantes sont observées au cours de la radiographie du crâne (6,27mGy).

Tableau XXXII: Doses délivrées chez l'adulte par la Table Trophy (filtration en Aluminium=1,5 mm), DEF=90 cm.

Incidence	Exposition			Dose en (mGy)	Dose de référence (mGy)
	KV	mAs	T		
Thorax F	68	25	160	<u>3,84</u>	0,4
Crâne F/P	68	25	100	<u>12,88</u>	8
	71	25	100		
Epaule F/P	76	32	40	12,32	-
Hanche F/P	82	50	250	<u>11,16</u>	10
Bassin F/P	80	32	500	<u>13,65</u>	10
		32	500		
Fémur F/P	68	32	102	9,45	-
	65	32	102		
Coude F/P	47	40	102	6,80	-
	54	40	102		
Poignet F/P	66	32	102	9,54	-
	68	32	102		
Jambe F/P	56	25	100	2,60	-
Mains F/P	54	40	100	7,74	-
	54	40	100		
Genou F/P	60	32	102	7,65	-
Pieds F/P	54	40	100	7,74	-
Chevilles F/P	60	32	102	7,65	-
Sinus (Blondeau)	85	40	500	9,63	-
Abdomen (ASP)	66	40	500	<b>9,72</b>	10
UIV	84	32	500	<u>30,10</u>	10

Dans cette série, les doses les plus élevées sont délivrées au cours de l'UIV : 30,10 mGy et de la radiographie du thorax (3,84) mGy.

Tableau XXXIII : Doses délivrées chez l'adulte par la Table CGR (filtration en Aluminium=1,5 mm), DEF=80 cm.

Incidence	Exposition			Dose en (mGy)	Dose de référence (mGy)
	KV	mAs	T		
Crâne F/P	75	70	02	<u>26,15</u>	8
	75	70			
Epaule F/P	50	30	01	2,49	-
Avant bras F/P	65	45	01	6,31	-
Bras F/P					-
Poignet F/P	40	50	01	5,31	-
	40	50			
Fémur F/P	65	50	0,18	14,03	-
	65	50	0,18		
Genou F/P	55	50	01	10,04	-
	55	50			
Jambe F/P	55	50	01	10,04	-
	55	50	01		

Dans cette tranche d'âge, la dose d'entrée la plus élevée est la Radiographie du crâne face/profil (26,15 mGy) suivi de celle du fémur (14,04 mGy).

Tableau XXXIV: Doses délivrées chez l'adulte par la Table Apelem (filtration en Aluminium=1,5 mm), DEF=110 cm.

Incidence	Exposition			Dose en (mGy)	Dose de référence (mGy)
	KV	mAs	T		
Lombo-sacré F\P	85 90	40 40		<b>20,40</b>	30
Crâne F\P	76 76	25 32		<u>10,97</u>	8
Cervicale F\P	78 78	40 40		16,62	-
Epaule	72	25		2	-
Hanche F\P	76 85	25 25		<b>10,79</b>	10
Sinus (Blondeau)	80	32		5,06	-
Jambe F\P	72 72	32 32		11,05	-
Cheville F\P	69 69	20 20		6,34	-
Genou F\P	72 72	25 20		7,77	-
UCR	78	40		6,48	-
ASP	84	32		<b>7,52</b>	10
UIV	80	25		<u>21,25</u>	10
Cholangiographie	74 76	25 32		<b>10,72</b>	10
Bassin F\P	80	32		<b>10,10</b>	10
Dorso – Lominaire F\P	85 90	50 100		<b>32,04</b>	40
Lavement- barryté	85	100		28,08	-

Dans cette tranche d'âge, l'UIV (21,25 mGy) est la dose d'entrée la plus élevée.

Tableau XXXV : Comparaison des doses délivrées par table de radiographie chez l'enfant.

Incidence	Apelem (dose en mGy)	CGR (dose en mGy)	Trophy (dose en mGy)	Dose référence (en mGy)
Thorax/F	2,18	-	<u>3</u>	0,1
Crâne F/P	<u>6,27</u>	-	<u>5,89</u>	2,5
ASP	<u>2</u>	-	<u>5,18</u>	1
Fémur F/P	2,18	10,20	7,65	-
Jambe F/P	-	15,18	15,36	-
Pieds F/P	-	4,92	-	-
Poignet	3,11	1,55	6,06	-
Sinus (Blondeau)	2,18	-	4,67	-
UIV	-	-	30,10	-

Tableau XXXVI : Comparaison des doses délivrées par table de radiographie chez l'adulte.

Incidence	Apelem (dose en mGy)	CGR (dose en mGy)	Trophy (dose en mGy)	Dose référence (mGy)
Thorax F	-	-	<u>3,84</u>	0,4
Crâne F/P	<b>10,97</b>	<u>26,15</u>	<u>12,88</u>	8
Bassin F/P	<b>10,10</b>	-	<u>13,65</u>	10
Hanche F/P	<b>10,79</b>	-	<u>11,16</u>	10
Fémur F/P	-	14,03	12,45	-
ASP	<b>7,52</b>	-	<b>9,72</b>	10
UIV	<u>21,25</u>	-	<u>30,10</u>	10
Genou F/P	-	10,04	7,65	-
Chevilles F/P	6,34	10,04	7,65	-
Cholangiographie	<b>10,72</b>	-	-	10
Dorsolombaire F/P	<b>32,04</b>	-	-	40
Lavement baryté	28,08	-	-	-
Sinus (Blondeau)	5,06	-	9,63	-
Epaule F /P	2	2,49	12,32	-



COMMENTAIRES  
&  
DISCUSSIONS



## IV. Commentaires et Discussions

### 1. Méthodologie :

Les examens sont réalisés sur différents appareils de radiographie d'âge et de performance différents.

Dans le service les radiographies sont effectuées par des manipulateurs de niveau différent.

Les doses peuvent varier en fonction des habitudes qui ne respectent pas forcément les bonnes pratiques.

En plus l'épaisseur traversée n'existe pas (dose à mi hauteur difficile à estimer).

Ces différents paramètres sont ressentis sur la qualité des clichés et les doses d'entrées délivrées aux patients.

Parmi les 582 demandes qui nous ont été adressées, nous avons évalué les doses délivrées par cliché chez 70 patients représentant l'échantillonnage.

### 2. Aspect épidémiologique :

#### 2.1 Age des patients :

La tranche d'âge de 0 à 15 ans représentait 29,73% de l'étude avec une moyenne d'âge de 3,9.

Ce pourcentage (29,73%) s'expliquait par l'existence d'un service de pédiatrie qui accueille tous les malades pédiatriques référés des différents centres de Bamako et d'ailleurs.

Les adultes représentaient 70,27% avec une moyenne d'âge de 25,8.

Les extrêmes d'âges étaient de 22 jours et 85 ans d'où la nécessité d'application rigoureuse des mesures de protection, car selon la CIPR la fréquence des explorations radiologiques augmente avec l'âge [28].

Une étude expérimentale et épidémiologique réalisées par la même instance (CIPR) a confirmé une radiosensibilité élevée chez l'embryon et le fœtus. On peut donc attendre un risque radiologique élevé chez les enfants prématurés [28].

## 2.2 Sexe :

Le sexe masculin représentait 52,41% contre 47,59% du sexe féminin. Ces résultats portent à la vigilance et exigent des mesures de sécurité des organes radiosensibles comme les gonades, les ovaires, les seins, la thyroïde et le cristallin. Ces mesures de protection sont nécessaires car de nombreuses études menées sur la souris (mammifère) jusqu'à la fin des années 1960 ont prouvé que l'irradiation même relativement faible chez le male entraînait une stérilité transitoire et des aberrations chromosomiques [29].

En plus certaines études ont prouvé que l'un des effets des rayons X est le risque malformatif et l'induction de cancer à long terme ou le plus souvent une mort in utero [31, 52].

## 2.3 Provenance des malades :

Les services de traumatologie et des urgences chirurgicales ont été les pourvoyeurs des demandes de radiographie avec 31,10%, la médecine 30,76%, et la pédiatrie 29,73%.

Les services de chirurgie générale et urologie 6,18%, d'ORL 2,23% ont demandé peu d'examen.

## 2.4 Type de radiographie :

La radiographie du thorax de face représentait la première demande de l'ensemble des examens réalisés soit 45,70%. Ce résultat est inférieur aux statistiques de l'OMS et du CIPR qui ont trouvé 60% [4, 36].

Parmi ces demandes, les adultes représentaient 69,17% contre 30,83% de moins de 15 ans.

La radiographie des membres (inférieurs et supérieurs) représentait respectivement 16,15% et 7,73% soit un total de 23,88%.

La radiographie du bassin de face et profil représentait 6,87%.

La radiographie du crâne occupait 5,15% des examens réalisés. Les plus de 15 ans dominaient soit 76,67% contre 23,33% des enfants.

Dans notre étude l'ASP représentait 4,47% des examens radiographiques. Les adultes ont été les plus représentés soit 65,39%.

La radiographie lombosacrée était fréquente, 4,30% de l'ensemble des demandes, les adultes étaient majoritaires à 84% et le sexe féminin a été le plus représenté avec 64% d'où l'optimisation des doses chez toutes les femmes en âge de procréer. Une étude statistique a constaté une augmentation du nombre des cancers et notamment de leucémie de l'enfance après les irradiations in utero supérieure à 200 mGy [51, 52].

Au regard de ces effets néfastes, une bonne justification des radiographies et une participation active des manipulateurs aux principes de radioprotection sont donc nécessaires.

Les radiographies : sinus (Blondeau) et de l'épaule étaient les moins demandées soit respectivement 3,10% et 2,92%.

Les examens de contraste comme l'UIV, la cholangiographie, l'UCR, représentaient respectivement 2,58%, 0,52% et 0,34% des radiographies réalisées.

Cette faible représentation de ces examens s'expliquait par la panne fréquente des tables de radiographie notamment celle avec l'amplificateur de brillance.

Le lavement baryté représentait 0,17% de l'ensemble des examens réalisés. Ce résultat (0,17%) pouvait s'expliquer par la rareté de la demande.

## 2.5 Résultats et motifs des examens :

Actuellement on assiste à une installation multiple des équipements radiologiques, à cela s'ajoute une demande croissante quotidienne des examens radiographiques. Ces examens radiologiques sont ils faits dans les règles de l'art ? Certes les prescripteurs attendent du résultat de ces examens un diagnostic afin d'améliorer leurs prises en charge par une décision thérapeutique adéquate.

### 2.5.1 Traumatologie et services des urgences :

Nous avons enregistré 181 cas de demandes et parmi elles 57,45% étaient justifiées c'est à dire ayant retrouvé une lésion.

42,55% n'ont pas été bénéfiques pour le malade (résultats normaux ou rejetés pour mauvaise qualité du cliché). Ce taux (42,55%) pouvait s'expliquer par les motifs de ces demandes qui étaient généralement les accidents de la voie publique, du sport et des coups de blessures volontaires qui entraînaient une prescription abusive des radiographies quelques fois pour assurer le patient ou par crainte de poursuite judiciaire (aspect médico-légal).

Des examens non irradiants comme l'échographie devraient se substituer aux radiographies.

### 2.5.2 Pédiatrie :

L'irradiation en radio pédiatrie reste un sujet préoccupant pour le pédiatre et le radiologiste. Les demandes de radiologie de tout ordre sont de plus en plus fréquentes. Dans notre série, 173 enfants ont effectué un ou plusieurs examens radiographiques (soit 29,7% des demandes de radiographie). Plusieurs examens ont retrouvé une lésion (soit 51,44%).

48,56% des examens n'ont pas été utiles pour le malade. Ceci pose le problème de la justification des examens d'imagerie, de même que le problème de coût - efficacité (qui est une règle aussi de la délivrance d'une ordonnance d'examen). Les demandes d'examen thoracique étaient les plus

fréquentes (30,83%). Les motifs étaient les toux chroniques (10,90%), râles crépitants (18,4%).

Ce taux (30,83%) était énorme pour cet âge car il s'agissait d'une exposition du corps entier lié au mauvais centrage de la cassette et à la mauvaise ouverture du diaphragme.

### 2.5.3 Médecine :

179 des demandes provenaient de la médecine. Parmi les examens réalisés 52,51% ont retrouvé une lésion. Les principaux motifs de la demande étaient le bilan HTA (22,56%), et le bilan d'étude et de santé (18,04%).

Beaucoup de ces examens thoraciques pouvaient être remplacés par l'échographie cardiaque, mais le coût actuel de cet examen limite sa systématisation.

### 2.5.4 Chirurgie générale et urologie

Les demandes d'examen radiographique adressées par ces services étaient généralement des examens de contraste (UIV, UCR, Cholangiographie) et qui nécessitaient un grand nombre de cliché. Les doses délivrées aux malades étaient plus élevées car elles sont proportionnelles au nombre de cliché. Ces examens représentaient 6,18% de l'ensemble des examens demandés.

41,67% des demandes ont retrouvé une lésion. Autrement dit 58,33% de ces examens n'ont pas été utiles pour le malade car aucune lésion n'a été décelée. Ces examens constituent une exposition injustifiée des patients.

C'est pourquoi Alain Noël et ces collaborateurs affirmaient que plus de 50% de l'irradiation médicale pouvait ainsi être limitée sans coût supplémentaire ou à faible coût [6].

### 2.5.5 Oto-rhino-laryngologie (ORL) :

Les demandes d'examens représentaient 2,23%. Parmi lesquelles 53,84% ont retrouvé une lésion soit 46,16% des examens non justifiés. Les motifs de ces demandes étaient généralement des rhinites chroniques, rhinorrhées purulentes (66,66%). La clinique seule était suffisante pour poser le diagnostic.

## 3. Qualité technique des radiographies :

### 3.1 Résultat global :

Dans notre étude, 484 clichés étaient jugés bons soit 83,2% de l'ensemble des radiographies réalisées.

Les rebus de film représentaient 98 soit 16,8%.

Il s'agissait des clichés dont la lecture (interprétation) à été impossible pour des raisons techniques. Notre résultat (16,8%) était nettement inférieur à ce retrouver au Bénin par R. Sossou et ces collaborateurs qui estimaient à 35% de rejet de films [48].

Ce résultat (16,8%) s'expliquait par l'effort que le médecin radiologue fournis pour la lecture des clichés, car ne s'intéressant qu'aux bons clichés utiles pour le bénéfice du patient et non aux beaux clichés du grand public.

Ce rebus constituait une perte de film (un manque à gagner) et multipliait l'irradiation des patients.

En plus 71 patients soit 12% avaient eu une surexposition, la cause était essentiellement due à une ouverture large du diaphragme. Les enfants étaient les plus concernés soit 83,1%. Cette ouverture de diaphragme était un problème technique. Il est important de limiter l'irradiation surtout chez l'enfant.

De nombreuses études épidémiologiques ont révélé une augmentation du risque de cancer inversement proportionnelle à l'âge, à l'exposition aux rayonnements ionisants [28].

#### 4. Dose délivrée à l'entrée (De) :

Les doses délivrées aux patients au cours des examens radiographiques étaient très variées. Elles dépendaient de plusieurs paramètres : la nature de la radiographie demandée, le type d'appareil utilisé (variations des constantes), de l'âge du patient, du morphotype, la distance foyer patient, la filtration en aluminium ou en cuivre de la table de radiographie et du facteur de rétro diffusion (BSF).

Notre étude a été réalisée grâce à trois tables de radiographie de marque différente.

##### 4.1 Chez l'enfant :

Pour une radiographie du thorax de face, les enfants recevaient à l'entrée une dose d'environ 2,18 mGy à l'aide de la table Apelem et 3 mGy pour le même type de radiographie réalisée à la table Trophy. Ces doses étaient supérieures de celles des enfants européens (887  $\mu$ Gy) et à la dose standard (0,1 mGy) [3, 24, 25].

La dose d'entrée recommandée pour une radiographie de crâne face/ profil est d'environ 2,5 mGy [24, 25]. Cette dose était inférieure de celle délivrée chez nos enfants à l'entrée soit 5,89 mGy et 6,27 mGy respectivement pour les tables (Trophy et Apelem). Ces doses étaient également supérieures de celles délivrées aux enfants européens (1036  $\mu$ Gy) [3, 24, 25].

Pour un ASP la dose d'entrée délivrée était d'environ 2mGy pour l'Apelem et 5,18 mGy pour le Trophy. Ces doses correspondaient respectivement à un facteur de deux (2) et de cinq (5) de la dose standard (1 mGy) [24, 25].

Pour le même type d'examen (ASP) les doses d'entrée délivrées chez nos enfants étaient supérieures de celles délivrées en Europe (729  $\mu$ Gy) [3].

La dose d'entrée pour une radiographie du fémur de face /profil était d'environ 10,20 mGy pour la table CGR. Cette dose correspond environ à un facteur de cinq (5) de celles délivrées à l'aide de la table Apelem (2,18 mGy). Cette dose (10,20 mGy) était également supérieure de celle de la table Trophy (7,65 mGy).

Les doses délivrées à l'aide de la table Apelem étaient les plus faibles pour un même type d'examen réalisé sur les deux autres tables (Trophy, CGR).

#### 4.2 Chez l'adulte :

La dose d'entrée (De) délivrée chez nos patients au cours d'une radiographie du thorax de face est d'environ 3,84 mGy. Cette dose était voisine de celle des patients hospitalisés par salle au Royaume Unie (4,2 mGy) [3].

Elle dépassait de loin de celle indiquée par la dose de référence qui estimait à 0,4 mGy soit environ un facteur de neuf (9) [4, 24, 25].

Pour une radiographie de crâne de face et profil, la dose d'entrée à l'aide du CGR était d'environ 33,22 mGy. Cette dose était supérieure de celle délivrée à l'Apelem (10,97 mGy) et du Trophy (12,88 mGy). La dose d'entrée (10,97 mGy) à l'aide de la table Apelem était voisine de celle de la référence (8 mGy) [3, 45]. Ces doses d'entrée (10,97 mGy, 12,88 mGy et 33,22 mGy) dépassaient de loin celles des patients hospitalisés au Royaume Unie en (1988, 1995) qui trouvaient 4,3 mGy [3].

La radiographie du bassin de face, la dose de référence est 10 mGy [4, 24, 25]. Cette dose (10 mGy) était proche de celle délivrée à l'entrée chez les adultes soit respectivement 10,10 mGy et 13,65 mGy de la table Apelem et Trophy.

Pour une radiographie de la hanche de profil, les doses délivrées à l'entrée étaient respectivement 10,79 mGy, 11,16 mGy pour l'Apelem et le Trophy. Ces résultats étaient très voisins de la dose de référence (10 mGy) [4, 24, 25].

Pour une radiographie du fémur de face et de profil les doses d'entrée délivrées à l'aide de la table Trophy et CGR étaient respectivement 12,45 mGy et 17,82 mGy.

Pour un ASP la dose d'entrée délivrée chez un adulte était d'environ 7,52 mGy à l'aide de la table Apelem. Cette dose était également voisine de la dose de référence (10 mGy), elle était également très proche de celle délivrée en Italie (8,1 mGy) et en Grande Bretagne (8,4 mGy) [6].

Par contre elle était nettement inférieure de celle délivrée en France (16,3 mGy) [6].



Ce résultat (7,52 mGy) expliquait l'économie de dose de cet appareil (Apelem) car dans son menu il propose directement les constantes pour chaque type d'examen que le manipulateur applique ou ajuste.

La dose d'entrée pour une radiographie dorsolombaire était estimée à 32,04 mGy chez les plus de 15 ans. Cette dose était inférieure des normes internationales (40 mGy) [4, 24, 25].

Certes elle dépassait de loin celle de la Grande Bretagne (9,2 mGy), Italie (9,5 mGy) et en France (25,3 mGy) [6].

Pour la cholangiographie la dose d'entrée était d'environ 10 mGy [1, 26, 27].

Cette dose était similaire à celle délivrée chez nos patients soit (10,72 mGy) (table apelem).

Pour l'UIV la dose recommandée est de 10 mGy [4, 24, 25].

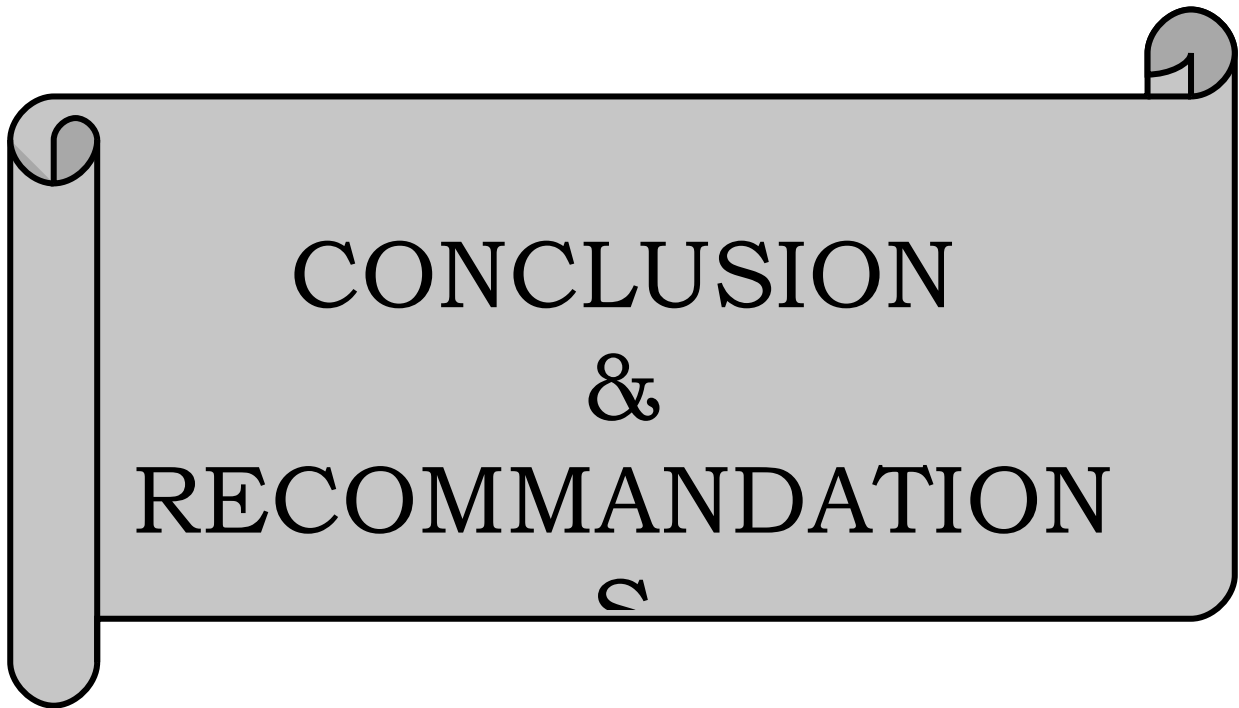
Cette dose était inférieure de celle délivrée à l'aide du Trophy et de l'Apelem soient respectivement 30,10 mGy et 21,25 mGy.

## 5. Difficultés rencontrées :

Les pannes fréquentes des tables de radiographies ont été ressenties sur la taille de notre échantillon et expliquant ainsi le taux faible des examens de contraste comme UIV, UCR, Cholangiographie, Lavement Baryté. Absence de doses de référence pour certaines régions anatomiques radiographiées chez certains de nos patients a été une difficulté de comparer les doses délivrées.

Malgré la mise en place des bras de rappel sur les portes, elles restent souvent ouvertes ce qui expose les patients et leurs accompagnants aux rayonnements diffusés.

Absence de port régulier des dosimètres individuels chez le personnel faisant une difficulté d'évaluation des doses des rayons reçus.



CONCLUSION  
&  
RECOMMENDATION

# Conclusion et recommandations

## Conclusion :

Au terme de notre étude qui a porté sur 582 demandes d'examens radiographiques, du 5 Mai 2003 au 5 Octobre 2003 dans le service de radiologie et d'imagerie médicale du CHU Gabriel Touré nous avons pu établir une cartographie des plus grands services demandeurs d'examen, de la qualité des clichés, et des doses délivrées aux patients.

Les services de traumatologie et urgences chirurgicales, de la médecine, de la pédiatrie étaient les « gros » prescripteurs d'examens radiographiques avec un taux de 30%.

La radiographie du thorax de face était la demande la plus fréquente soit 45,70%.

Les examens de contraste comme l'UIV, la cholangiographie, l'UCR et le lavement baryté représentaient respectivement 2,58%, 0,52%, 0,34% et 0,17%.

Les enfants représentaient 29,73% contre 70,27% des adultes avec des extrêmes d'âges de 22 jours et 85 ans.

83,16% des clichés étaient de bonnes qualités.

Les enfants étaient les plus exposés (83,1%) à une ouverture large du diaphragme.

Certaines doses délivrées à l'aide des tables (Trophy et CGR) étaient hors des normes internationales.

D'autres doses délivrées à l'aide de la table Apelem étaient dans la limite ou mêmes inférieures aux doses de référence.

Nous formulons les recommandations suivantes :

Aux administrateurs :

Installation des appareils de qualités dans le service de radiologie du Gabriel Touré permettant de réduire la dose délivrée aux patients.

Obligation de contrôle de qualité des équipements.

Supprimer les appareils de radiographies : (Trophy et CGR).

Doter le service de radiologie du Gabriel Touré des matériels de radioprotection en quantité et en qualité suffisantes.

Doter tous les équipements de Radiodiagnostic d'un système permettant l'évaluation de la dose intégrée aux patients au cours de la procédure radiologique.

Aux prescripteurs :

Toutes les procédures ou pratiques médicales nécessitant un examen radiographique doivent être justifiées, pour que l'exposition des patients soit limitée au bas niveau qu'il est raisonnablement possible d'obtenir le résultat recherché.

Aux manipulateurs :

La formation continue des manipulateurs en radioprotection permettant de réduire le taux des rebus des clichés et des doses délivrées aux patients.

Affichage dans toutes les salles de radiographie à côté de la console les constantes de références pour les différentes radiographies se trouvant dans le livre de référence de l'OMS. «Techniques des examens de radiologie »

Le port obligatoire des dosi-films individuels permettant de connaître la dose reçue par chaque manipulateur.

Le respect de la distance foyer film et du temps de pause.

Assurer une protection correcte par :

Le port de tablier plombé, de gants plombés, lunettes plombées, cache thyroïde et cache gonades.

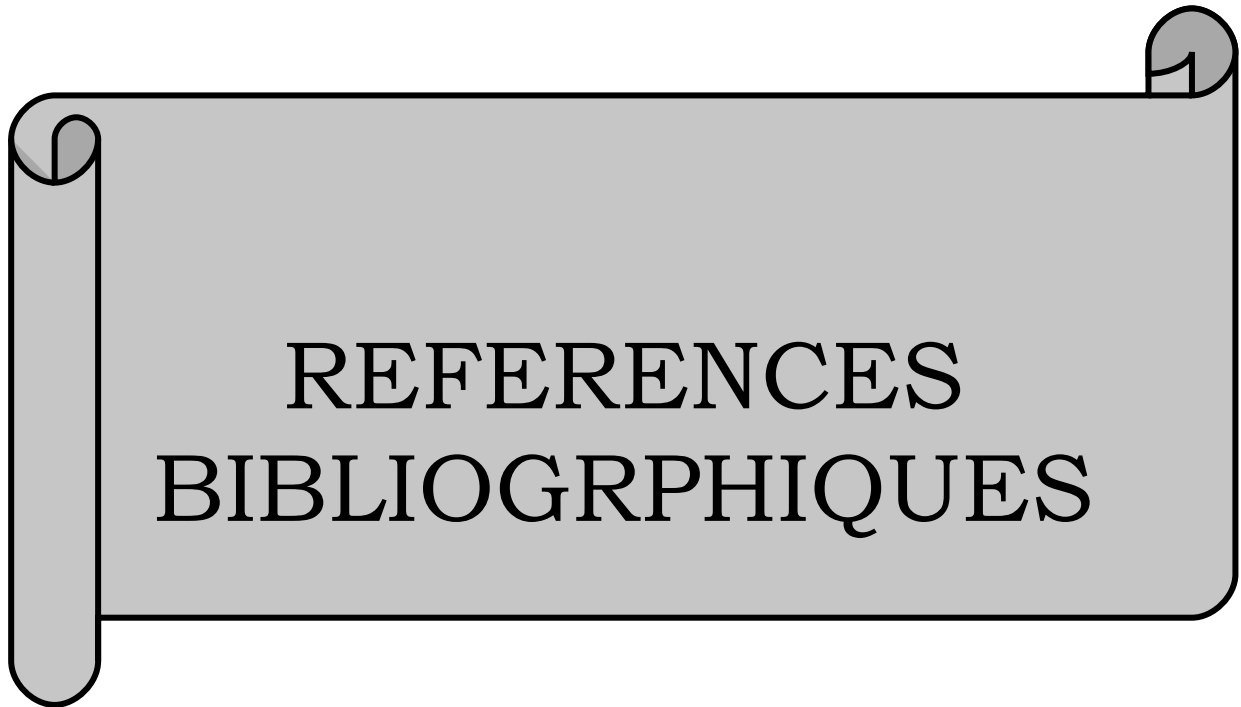
Aux patients :

Informé le patient de l'avantage et du risque qu'ils peuvent courir pour chaque examen.

Le bénéfice attendu doit être nettement supérieur au risque.

Mesurer les doses délivrées à chaque patient (carte de radiographie).

Utilisation des dispositifs de contention pour maintenir les enfants et les nourrissons ; le cas échéant, les faire tenir par un parent muni d'un tablier protecteur et se tenant à l'écart du faisceau direct.



REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

## • Références bibliographiques

1. A. Allach :  
Aspects techniques de la radioprotection  
Sûreté radiologique et contrôle des sources de rayonnements ionisants.  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module VII : 2-8
  
2. A. Bonnin :  
Irradiation médicale et la directive européenne 97/43 Euratom du 30 Juin 1997.  
Manipulateur n° spécial Septembre 1999 :13-16.
  
3. A. Bouanani/A. Najem :  
Exposition professionnelle : protection individuelle, démonstration d'équipement.  
Sûreté radiologique et contrôle des sources de rayonnements.  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module VII : 4
  
4. AIEA :  
Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements.  
Collection de sécurité n°115 Vienne 1997 : 6-332
  
5. AIEA :  
Radiological protection of patients in diagnostic and interventional radiology, nuclear, medicine and radiotherapy. March 2001: 137.
  
6. A. Noel, A. Bonnin, F. H. Anne et al.  
Effets des irradiations 2003.  
Site : [www.imagemed.org](http://www.imagemed.org)
  
7. Albert Lisbona :  
Les rayonnements ionisants :
  - physique de rayonnement
  - grandeur et unités utilisées en radiologie
  - générateur et tube à rayon X
  - formation de l'image en radiologieRadioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle :  
INSTN/AIEA Décembre 2001 Saclay (France) : 3-77

8. Albert Lisbona :

Les rayonnements ionisants :

- physique de rayonnement
- grandeur et unités utilisées en radiologie
- générateur et tube à rayon X
- formation de l'image en radiologie

Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle :  
INSTN/AIEA Décembre 2002 Saclay (France) : 50-65

9. Albert Lisbona :

Calcul de dose en radiothérapie.

Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module VII : 24

10. A. Oflah :

Surveillance des locaux : dosimétrie de zone.

Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module VII : 2-4

11. A. Semid :

Radioprotection et aspect législatifs et règlementaires.

Radioprotection pour les manipulateurs en radiologie et médecine nucléaire,  
Alger, Avril 2000 : 1-2

12. Bernard Aubert :

Conception et calcul d'écrans

Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle :  
INSTN/AIEA Décembre 2001 Saclay (France) : 1

13. Bernard Aubert :

Conception et calcul d'écrans

Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle :  
INSTN/AIEA Décembre 2002 Saclay (France) : 1

14. Bernard Aubert :

Le scanner : dosimétrie.

Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle :  
INSTN/AIEA Décembre 2002 Saclay (France) : 1

15. B. BAIRI K. :

Organisation de la radioprotection dans les installations et radiologie et de  
médecine nucléaire.

Radioprotection pour les manipulateurs en radiologie et médecine nucléaire,  
Alger, Avril 2000 : 1-3

16. B. Caire – Gana, S. Gaucher, C. Gulley et JF. Chateil :

Radio pédiatrie.

J. Radiol 2004 ; 85 : 967-972



17. B. Mansouri :  
Les sources de rayonnement et leur utilisation.  
Effets biologiques des rayonnements ionisants.  
Radioprotection pour les manipulateurs en radiologie et médecine nucléaire,  
Alger, Avril 2000 : 7-9
  
18. B. Oubelaib :  
Principes généraux de protection contre l'exposition externe.  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module VII : 5-7
  
19. B. Vincent, Gauthier, H. Vincent :  
Dose d'exposition aux rayons X (radiologie classique et scanner) 2003.  
Site : [www.imageded.org](http://www.imageded.org)
  
20. B. Zoubir :  
Le cas des installations de production de radio isotope.  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module VII : 2-3
  
21. Cecile ETARD :  
Radioprotection des travailleurs.  
Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle :  
INSTN/AIEA Décembre 2001 Saclay (France) : 1-3
  
22. Cecile ETARD :  
Introduction de la radioprotection.  
Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle :  
INSTN/AIEA Décembre 2002 Saclay (France) : 2-3
  
23. Guy Soury :  
Rayonnement ionisant et radioprotection.  
Le manipulateur n° spécial Septembre 1999 : 2
  
24. Hélène Beauvais – March :  
Dosimétrie du patient.  
Niveaux de référence diagnostiques.  
Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle :  
INSTN/AIEA Décembre 2001 Saclay (France) : 5-10
  
25. Hélène Beauvais – March :  
Niveaux indicatifs de dose.  
Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle :  
INSTN/AIEA Décembre 2002 Saclay (France) : 9

26. H. Brisse, D. Sirimelli, C. Adamsbaume, et al :  
Irradiation médicale de l'enfant.  
J. Radiol 2004 ; 85 : 1671-1672
27. I. Soufi – S. Alhilali :  
Radioprotection et organisation du travail  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module VII : 5-7
28. I. Thierry – Chef, C. Maccia, D. Laurier, M. Tirmarche et J. Costil:  
Dose d'irradiations reçues par les prématurés en service de réanimation.  
J. Radiol 2005 ; 86 : 143-149
29. J. B. Fleutot  
Effets stochastiques héréditaires des RI.  
Effets génétiques et effets tératogènes des RI.  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module III : 3-27
30. Jeannine Lallemand :  
Les effets des rayonnements ionisants  
Manipulateur n° spécial Septembre 1999 : 9
31. J. N. Foulquier, C. Lebreton :  
Radiodiagnostic et grossesses irradiées  
Ann. de radiologie 1997 ; 40 : 225-237
32. Khammar M'Rabit :  
Rappel sur les voies d'atteintes (public) et sur les grandeurs utilisées.  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module IX : 2-5
33. L. ERRADI :  
Les sources de rayonnements.  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 : 3-32
34. M. CAMARA :  
Effets des rayonnements ionisants sur l'organisme.  
Radioprotection pour les manipulateurs en radiologie et médecine nucléaire,  
Alger, Avril 2000 : 1-7
35. M. Çaoui :  
Effets déterministes.  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module III : 4-11

36. M. Çaoui :  
Protection contre l'exposition médicale et médecine nucléaire.  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module VIII : 10-12
37. M. Kebbou :  
Effets moléculaire et cellulaire des rayonnements ionisants.  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module III : 4-9
38. M. P. Leblanc :  
Evaluation de l'exposition externe et interne.  
Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements  
AIEA – Rabat Maroc 2003 module VI : 3-6
39. Michel Bourguignon :  
Doctrines de la radioprotection.  
Manipulateur numéro spécial Septembre 1999 : 11
40. Michel Bourguignon et Philippe Grénier :  
La directive 97/43 Euratom et la radioprotection des patients.  
Bull n°18 de la Société Française de Radiologie Septembre 2003 : 3
41. Olivier Casselles :  
Assurance de qualité.  
Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle : INSTN/AIEA  
Décembre 2002 Saclay (France) : 1-2
42. Patrice Fraboulet, Franck Mansoleo :  
Réglementation de la radioprotection.  
Manipulateur n° spécial Septembre 1999 : 18-21
43. Patrice Fraboulet :  
Radioprotection et pratiques radiologiques.  
Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle : INSTN/AIEA  
Décembre 2001 Saclay (France) : 3
44. Patrice Fraboulet :  
Radioprotection et pratiques radiologiques.  
Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle : INSTN/AIEA  
Décembre 2002 Saclay (France) : 3
45. P. N. Lirsac, D. Nolibe :  
Effets biologiques des rayonnements ionisants et principe de la  
radioprotection.  
Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle : INSTN/AIEA  
Décembre 2001 Saclay (France) : 1-15

46. Raymond DOLO :

Principales unités utilisées en radioprotection, sources des rayonnements ionisants.

Manipulateur n° spécial Septembre 1999 : 5-8

47. R. KEITA :

Etude de la mise au rebut des films radiographiques dans le service de radiologie et de médecine nucléaire de l'hôpital du point G.

Thèse de médecine 2005 :1-54

48. R. Sossou, J. Dossou, V. Boco, Z. Halidou, A. Mahamane

Evaluation de la qualité de l'image radiologique.

J. Radiol (3 – 7 Novembre 1997) : 939

49. S. Al. Hilali :

Surveillance des locaux : procédures administratives, réglementaire et technique.

Sûreté radiologique et le contrôle des sources de rayonnements

AIEA – Rabat Maroc 2003 module VII : 3

50. Y. S. Cordoliani :

Naissance et décroissance de la dose maximale admissible.

Manipulateur n° spécial Septembre 1999 : 4

51. Y. S. Cordoliani :

Grossesse et irradiation médicale.

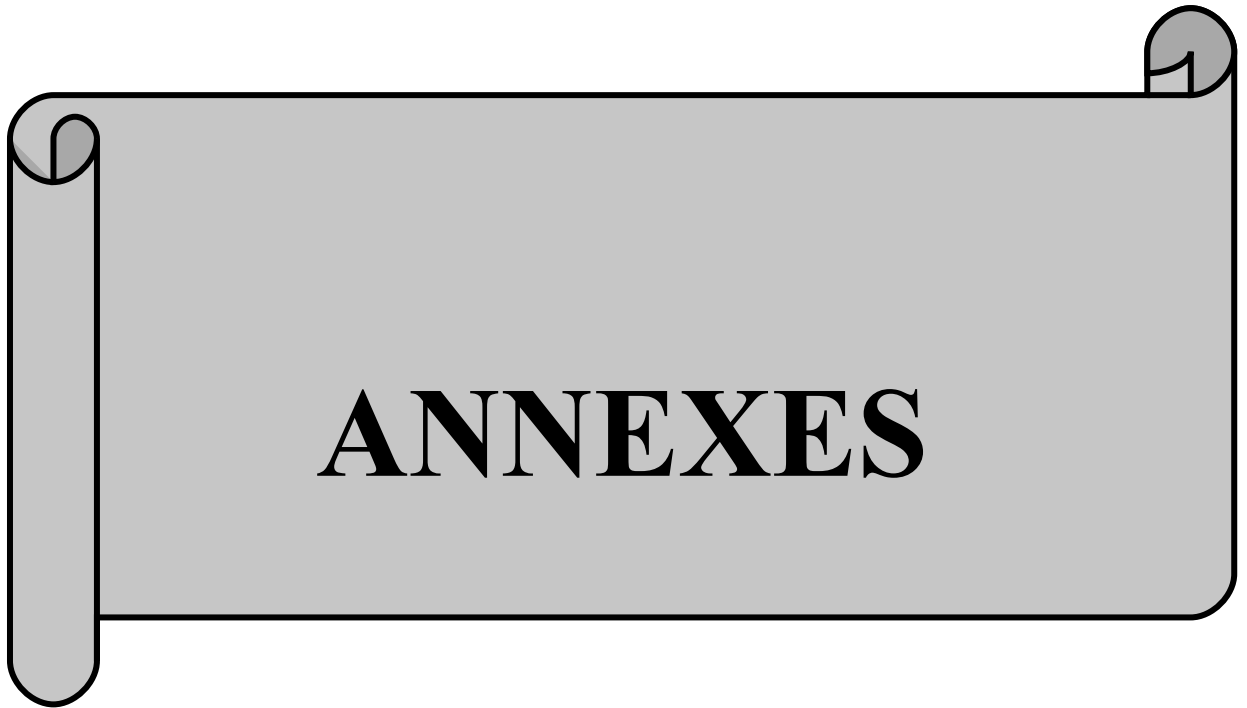
J. Radiol Mai 2002 ; 83 : 595-597.

52. Y. S. Cordoliani :

Cas d'irradiation et grossesse.

Radioprotection en radiologie diagnostique et interventionnelle : INSTN/AIEA

Décembre 2002 Saclay (France) : 1-3



# Fiches d'enquête

## RADIOPROTECTION EN RADIODIAGNOSTIC :

⇒ Dimension de la salle de Radiographie : -----  m

⇒ Type d'appareil utilisé : -----

⇒ Position manipulatrice par rapport à la direction du faisceau primaire : -----

### ❖ IDENTITE DU PATIENT :

Nom : -----Prénom : -----Age : -----

Sexe : -----Profession : -----Ethnie : -----

### ❖ MOTIF DE LA RADIOGRAPHIE :

-----  
--  
-----  
--

### ❖ REGION (S) A RADIOGRAPHIER :

-----  
----  
-----  
----  
-----  
----

### ❖ CONSTANCE DE L'APPAREIL DE RADIOGRAPHIE :

⇒ Intensité : -----

⇒ Milliampère Second (MAS) : -----

⇒ Temps de pause (t) : -----

⇒ Distance Foyer Film (DFF) : -----

⇒ Potter (grille) : -----

⇒ Directe : -----

❖ **QUALITE DU CLICHE :**

- ⇒ Bonne : -----
- ⇒ Mauvaise : -----
- ⇒ Objet du refus (pourquoi) : -----

❖ **CONCLUSION :**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----

⇒ Nombre de cliché par examen : -----

⇒ Nombre de Radiographie déjà effectuée : -----

⇒ Motif(s) de Radiographie(s) :  
-----  
-----  
-----  
-----

⇒ Nombre total de radiographies : -----

⇒ Intervalle entre les radiographies : -----

❖ **AUTRES :**

⇒ MPR (Mesure de radioprotection) :  
-----

⇒ Justification :-----  
-----  
-----

⇒ Optimisation :-----  
-----  
-----

⇒ Distance Foyer Film  
(DFF) :-----

⇒ Constances :  
-----

⇒ Cadrage :  
-----

❖ **MESURES DE DOSIMETRIQUES :**

-----  
-----  
-----

❖ **CONCLUSION :**

-----  
-----  
-----  
-----



LOCALISATION ET RESUME DE LA THESE :

Nom	: TRAORE
Prénom	: Sounkalo
Titre de la Thèse	: Etude comparative de la dose patient à la dose de référence dans le service de Radiologie et d'Imagerie Médicale de l'Hôpital Gabriel TOURE (HGT). A propos de 70 cas.
Année	: 2005 - 2006
Ville de soutenance	: Bamako
Pays d'origine	: MALI
Lieu de dépôt	: Bibliothèque de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto – Stomatologie.
Secteur d'intérêt	: Imagerie Médicale
Résumé	: Notre étude est prospective. Elle s'étend sur une période de 05 mois allant du Mai 2003 au 05 Octobre 2003. Elle porte sur 70 cas de demandes d'examens.

Nos objectifs sont :

b) Objectif général :

- Evaluer les mesures de radioprotection au niveau du service de radiologie.

c) Objectifs spécifiques :

- Déterminer les doses d'entrée délivrées aux patients en fonction de l'âge et de l'examen radiologique.  
- Comparer les doses délivrées aux patients aux doses admises (doses de références).

La radiographie du thorax de face représente la demande la plus fréquente (45,70%).

Les examens de contraste (UIV, UCR, Cholangiographie, Lavement-Baryté) sont les moins représentés.

12% des patients sont exposés à une ouverture large du diaphragme et 83,1% concernent les moins de 15 ans contre 16,9% des adultes.

Les doses d'entrée délivrées diffèrent selon la table de radiographie, le type d'examen et l'âge du patient.

Celles délivrées à l'aide de la table Apelem sont les plus faibles pour les mêmes types d'examens réalisés aux tables Trophy et CGR.

Certes certaines de ces doses sont supérieures aux normes internationales par contre d'autres sont dans la limite ou mêmes inférieures aux doses de référence.

Mots clés : Radiographie – doses délivrées.

## SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'Effigie d'Hippocrate je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui se passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religions, de nation, de race, de parti ou de classes sociales viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès la conception

Même sous la menace, je n'admettrai de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.