



Zonage, reclassement et mise en place de la dosimétrie opérationnelle

Dans un centre hospitalier de moyenne importance

Dr Mozziconacci, Mme A M Brot
Centre hospitalier J Cœur de Bourges

18020 Bourges cedex

Jean-gabriel.mozziconacci@ch-bourges.fr



introduction

- Le zonage qui découle de l'étude de poste est un élément essentiel de la mise en place de la radioprotection
- c'est pourquoi l'Arrêté zonage du 15 mai 2006 était très attendu , en particulier dans le cadre du « médical » ,qui présente des spécificités pour lesquelles la réglementation antérieure était mal adaptée.



Contexte

Evolution des pratiques de la radioprotection surtout des mentalités en milieu médical depuis 1987 avec passage d'un formalisme un peu arbitraire, qui faisait de l'ensemble des salles de radiologie voire d'un service entier une zone contrôlée, et de toutes les personnes y travaillant des personnels de catégorie A avec une dosimétrie passive large mais souvent sous exploitée à une attitude plus réfléchie limitant les locaux et les personnels dans l'optique du déploiement d'une dosimétrie opérationnelle coûteuse .



But

Présentation de notre expérience, qui a anticipé la parution de l'Arrêté du 15 mai 06, dans l'optique de la mise en place d'une dosimétrie électronique ciblée (2005).

Elle devra s'y conformer, pour son évolution ultérieure, qui est nécessaire, car le zonage et le reclassement ne doivent pas être fixes et définitifs, mais évolutifs en fonction des techniques et des pratiques.

Cette expérience est représentative des petits services hospitaliers et a fortiori des cabinets de radiologie



Présentation du CHB



L'hôpital de Bourges comporte 914 lits dont 668 lits actifs
1600 agents et 150 médecins participent à son fonctionnement
dont 30 personnes et 4 médecins pour l'imagerie

Le service d'imagerie médicale du CHB se compose de

- 5 salles de radios (dont 4 tables télécommandées et un plateau flottant)
- 1 salle d'angio (coronarographie angioplastie)
- 1 salle d'angio de secours (Rx interventionnelle)
- 1 scanner 16 barrettes Lightspeed GE
- 2 salles d'écho et 1 mammographe
- une IRM partagée avec le privé
- 2 mobiles de bloc opératoire (ortho et viscérale)
- 2 portatifs de radio au lit (dont l'un en pédiatrie)
- 1 salle de cathétérisme en cardiologie (pose de pace maker)

Problématique des structures d'imagerie médicale

- L'absence de physicien d'hôpital : dont la compétence en dosimétrie est assez spécifique même si les médecins, manipulateurs ou techniciens biomédicaux peuvent acquérir les connaissances nécessaires à la dosimétrie courante.
- La fonction de PCR était initialement du ressort du chef de service , puis ultérieurement du cadre, dont l'emploi du temps, ne permettait guère de se concentrer sur les problèmes de la radioprotection, et est actuellement déléguée à un médecin ou un technicien du service
- Le temps et les moyens alloués ne sont pas clairement définis et sont fonction de l'activité courante de la structure



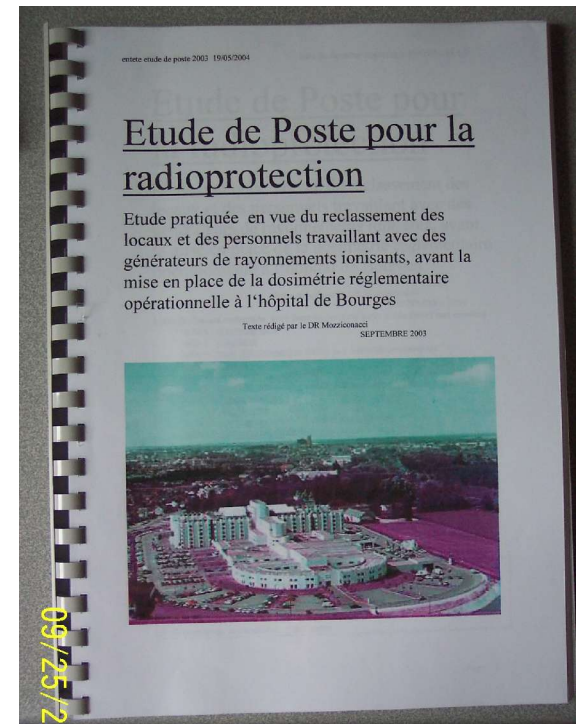
Caractère particulier du risque en imagerie médicale

- Le risque est lié uniquement aux générateurs RX
- Le fonctionnement est intermittent avec passage des rayons pendant une durée brève , souvent inférieure à la seconde : exemple 20 ms pour une radio du thorax !
- Le risque dispersé dans des salles multiples parfois éloignées surtout si la structure est éclatée .
- Le risque est très hétérogène en fonction des machines et des écrans de protections.
- La nécessité d'un accès facile dans la salle, pour ne pas entraver la circulation des patients
- La continuité avec d'autres risques ,qui parfois sont prépondérants (chutes, hygiène , choc allergique)

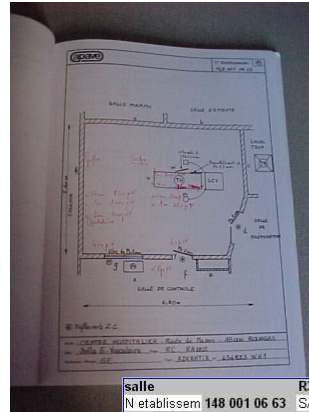
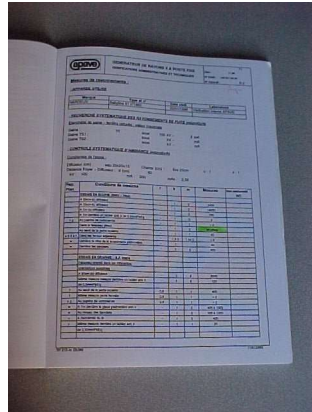
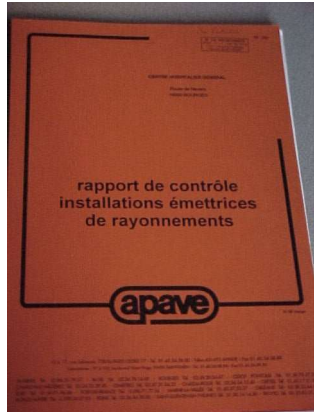
Première étape: l'étude de poste

Elle doit répondre aux 3 items de l'article 2-1 de l'arrêté du 15 mai 2005

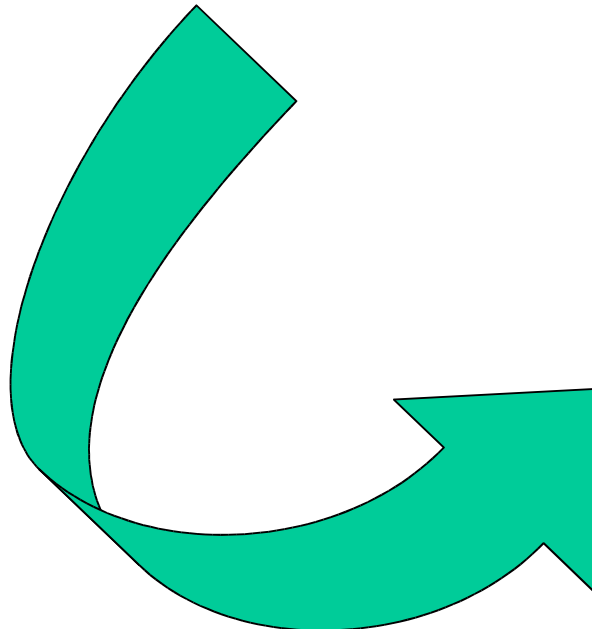
- II. Inventaire des sources
- III. Évaluation du risque
- IV. Formalisation de la radioprotection



I : Inventaire des sources



Exploitation des contrôles périodiques des sources



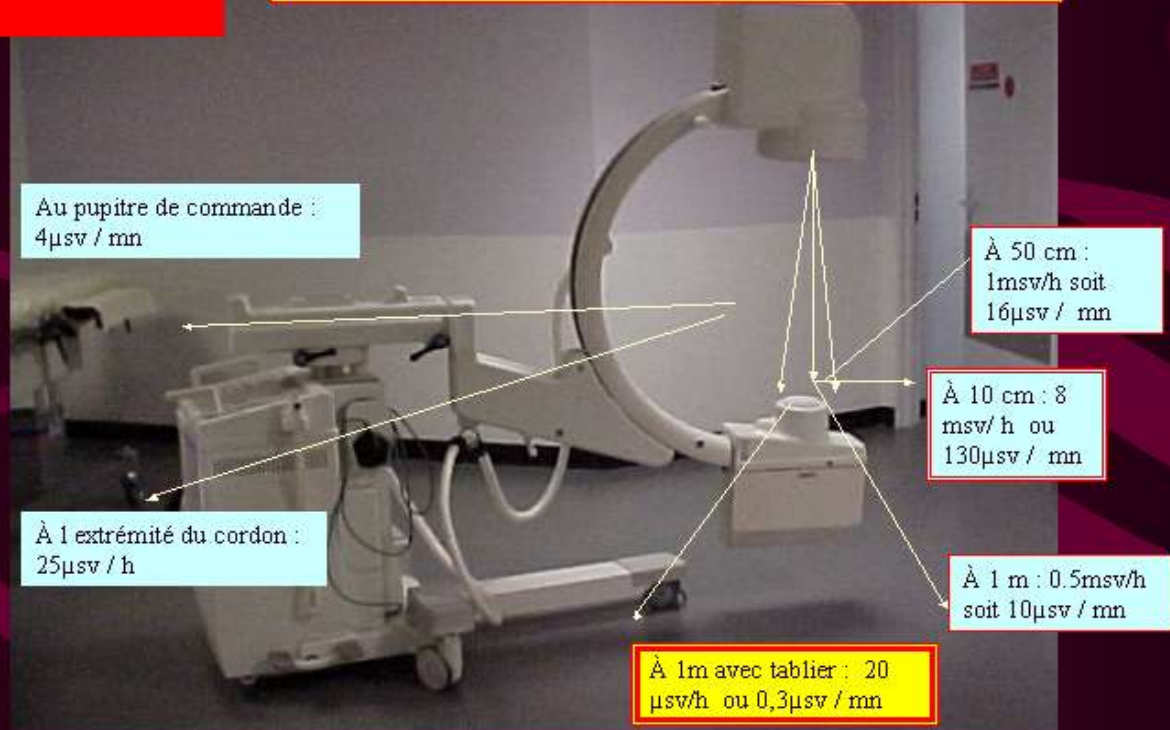
salle	R3	salle 6 : consultations/année	1995	1996	1997	1998	99/2000	2001	2002
N° établissement	148 001 06 63	SALLE 6							
type d'utilisation	standard ext								
lieux d'implantation	serv radio								
n° de salle	RA 006								
objet de l'act	cons ext								
N° dagrement	NL 0156800 018								
date de delivran	15/08/1995								
date de peremp	31/12/2019								
caracteristique									
NOM	POLYDOROS								
marque	Siemens								
generateur	50 S 1501 S01								
date mise en s	1992								
tube	OPTI 150/40/82C 624 321/S06								
2 e tube	INAC suspension OPTI 150/30/50 C 632230								
gaine	0302D d06								
2 e gaine	150/30/50C 100L 62517/S06								
pupitre	polydoros								
HT maxi	150 KV								
I maxi	1200 mA								
autre generateur									
statif	SIREGRAPH D								
entretient	neuf								
maintenance	SIEMENS								
protection collective									
dim du local	5,7*5,7=33,5 m²								
zone controlee	salle radio 6								
materialisation	treille vert								
zone surveillee	serv de radio								
signal de fonct	lumiere sur axes								
dispositif de securite									
ecran	paravent 2 mm devant pupitre								
notice									
arret durgence	derriere pupitre								
protection individuelle									
poste de trava	pupitre derriere paravant								
equip individuel	3 tabliers/2 pages/1 prot thyr/ gants								
installation electrique									
essais en scope	1,7 ma C	100kv 4 ma	100kv 2,1mA	85kv 2,1ma	100kv 4ma	08kv 4.1Ma			maximum ad
à 10 cm du diffuseur	1000	3800	1200	2000	2200	6000			250
à 50 cm derrière tablier	6							44	240
à 1m derrière tablier		20	10	4	25				
sur le coté gauche du parave	30	150	100	60	100	180			
au pupitre des commande	2	20	10	<10	7.4	8 à 10			72
dans les locaux adjacents	<2	<2	<2	<2	<2	<2			
essais graphie	100ma C	102 kv 100ma	02kv 100mA	02 kv 100ma	12 kv 100ma	2kv 100mAs			
faisc vers la table									
à 50 cm du diffuseur	210 000	100 000	180 000	180 000	120 000	140 000			
à 50cm derrière tablier									
sur le coté gauche du paravent			8000	7000		4000			
sur le coté droit du paravent	4000	2500			2200				
au pupitre de commande	300	150		300	200	250			1800
deshabillage	<2	<5		<5	<5	<5			2250
dans les locaux adjacents	<2		<2	<2	<2	<2			
salle de préparation	2	<2		<2	<2	<2			1800
couloirs	<2	<2		<2	<2	<2			
faisc vers le portique mura	1m	d-1,5 m			d = 1,5 m	d=2m			
au pupitre des commande	1000	700	700	1800	700	50 à 100			1800
sur le cote dt du paravent	30 000	30 000	30 000	30 000	25 000	15 000			
salle de commande scannee avec diffuseur	900	1400	1200	1800	1400	1000			2250
examens pratiqués					8930	9138	9135 / 897	9250	8859



Scopie de bloc

Risque naturel:
2mSv/an ou 5 μ Sv/j

Rôle fondamental de la Distance et des protections (tabliers)

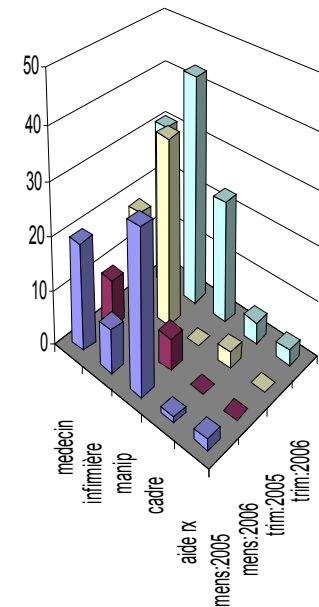


II: Évaluation du risque

En commençant par l'inventaire des personnels réellement exposés et donc la mise à jour des listes de personnels habilités à être présents dans les salles lors des procédures diagnostiques ou interventionnelles

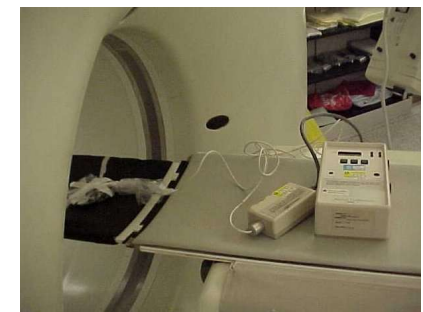
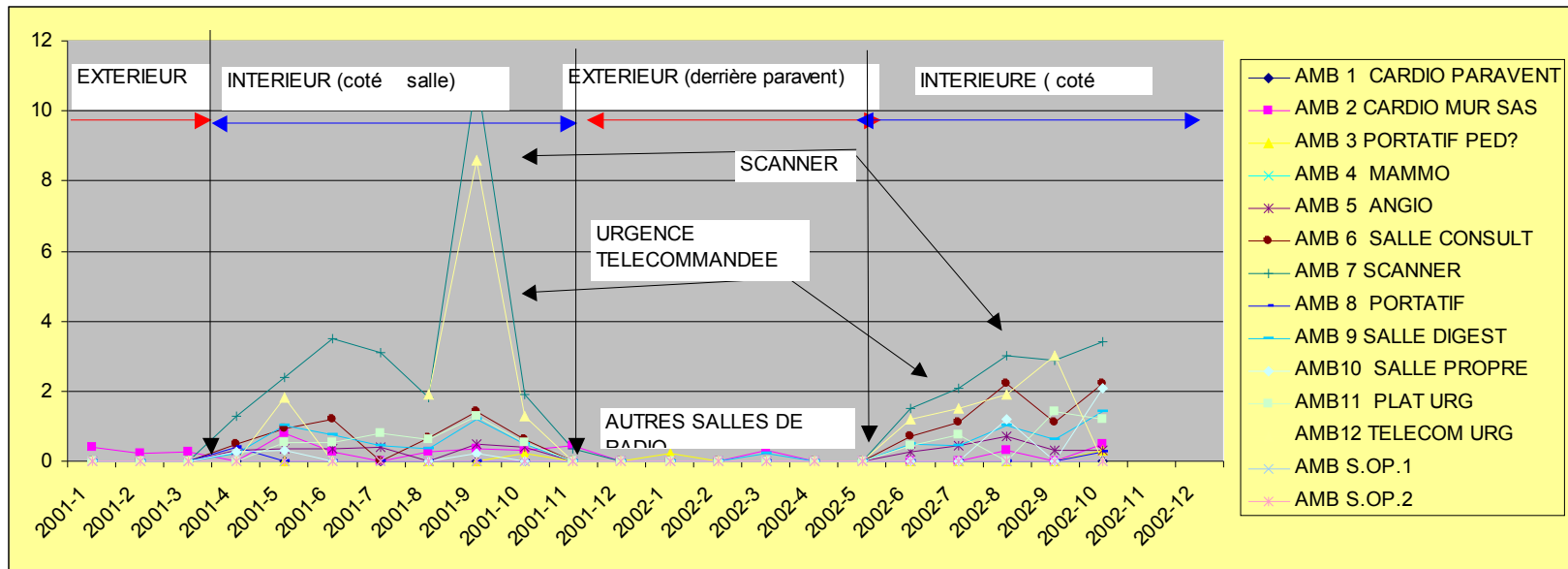
dosimétrie mensuelle poitrine				année 2002												
				janv-02	févr-02	mars-02	avr-02	mai-02	juin-02	juil-02	août-02	sept-02	oct-02	nov-02	déc-02	nb + en 02
coro	0	0	0						0,5				0,35			1
CARDIO CC	1	0	1													1
CARDIO	0	0	0													0
radio	0	0	0													0
CARDIO Kt	0	0	0													0
CARDIO Kt	0	0	0													0
CARDIO Kt	0	0	0													0
RADIO	0	0	0													0
RADIO	0	0	0													0
GASTRO	0	0	0													0
CARDIO	0	0	1	TROIS POSITIVITES MINIMES EN 2002 CORRESPONDANT												1
CARDIO	1	0	1	UNIQUEMENT A L' ANGIOGRAPHIE												1
CARDIO Kt	0	0	0	UNE POSITIVITE plus importante mais non expliquée												0
radio	0	0	0													0
CARDIO	0	0	0													0
bloc	0	0	0													0
CARDIO	0	0	0													0
CARDIO	0	0	0													0
gastro	0	0	0													0
rhumato	0	0	0													0
radio	0	0	0													0
coro			1													1
coro							0,2									1
vasc					2,4											1
colette			1													0
TOTAL	1	6,7	2	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,35	0	0	4
NOMBRE +	3		2	1	2,4	0	0,2	0	0	0	0	0	0,35	1	0	

Répartition des dosimètres par fonction





Dosimétrie ambiante



Analyse d'activité

activité en salle de mammographie en 2004

salle 4	mammo	mammo	total 2003
mammo bilat	391	316	707
mammo unit	19	16	35
mammo depis	19	18	37
ponciton sein	5	3	8
pointion biops	3		3
e seins	30	10	40
total mammo			830

activité en salle de vasculaire en 2003

salle 6	vasc	vasc	total 2003
fistulo dig	4	7	11
art cereb	3	1	4
coronaro			0
art m inf	26	1	27
?	1		1
phelb m sup	1		1
total salle 6 vasculaire			44

2003 angioplastie coronaire

angioplastie	1 sem	2 sem	total 2003
angioplastie d	23	30	53
coronaro	809	807	1616
arterio dig	1		1
angioplastie d	2	1	3
total salle 10 angioplastie			1673

activité du scanner par acte en 2003

scanner	1 sem	2 e sem	total 2003
scanner crane	1387	1531	2918
inus ou roche	226	250	476
s cou ou rcerv	130	138	268
s m sup iv-	15	24	39
thro scan m s	10	8	18
s thorax	657	802	1459
s r lomb iv+	177	209	386
pelviscan	91	75	166
s abdo pelvis	1434	1956	3390
biopsie poumo	1	1	2
biopsie th so	18	23	41
ainage coll scan		2	2
s m inf iv-	34	46	80
rthroskan m i	2	4	6
total scan jour			

activité de nuit au scanner par région classée de

scanner nuit	1 sem	2 e sem	total 2003
s crane	82	109	191
s sinus ou ro	3	5	8
s r cerv	3	11	14
s m sup iv-		1	1
s r lomb		3	3
s thorax	8	20	28
s abdo pelvis	14	31	45
pelviscan	1	1	2
total scan nuit			292

Extrapolation des temps de graphie

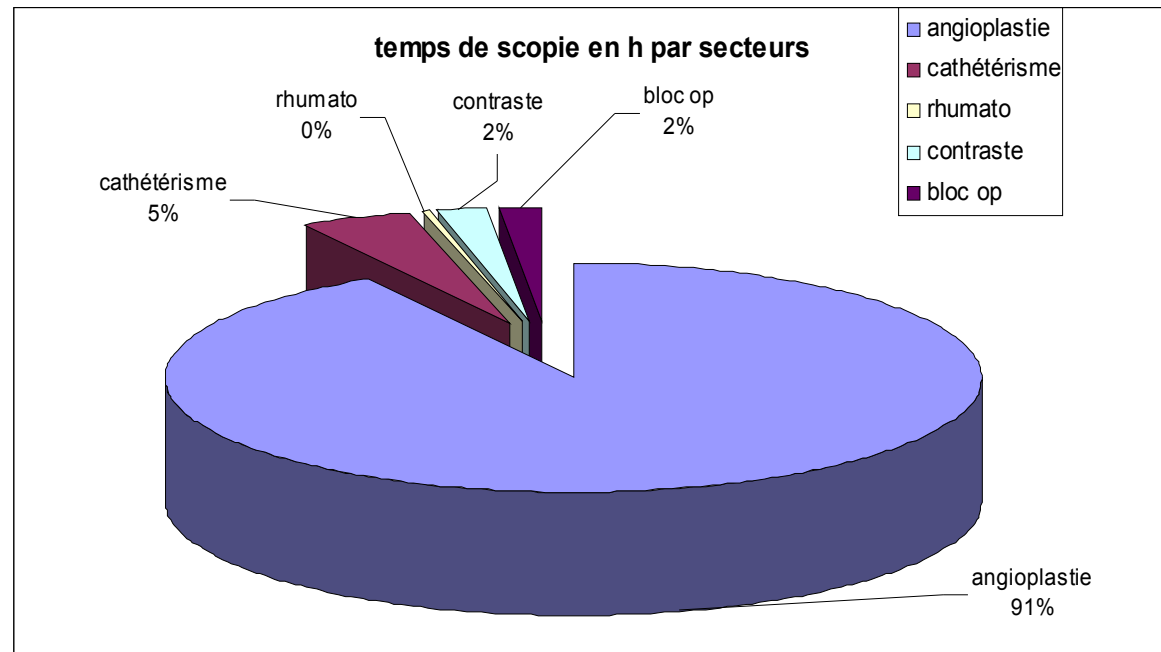
incidence	nombre		en ms			en mn
	d'examens	poses	/ pose	/ ex	total	2002
Pano	284	1	12	12	3408	0
sinus	200	3	99	297	59400	1
pharynx	12	1	66	66	792	0
poumon	5384	1	9	9	48456	1
gril costal	367	2	79	158	57986	1
sternum	91	1	255	255	23205	0
épaule	1510	2	152	304	459040	8
humérus	360	2	130	260	93600	2
coude	2949	2	30	60	176940	3
Asp	1658	1	590	590	978220	16
bassin	777	1	292	292	226565	4
hanche	367	2	140	281	103114	2
fémur	185	2	82	163	30222	1
genou	847	2	44	88	74713	1
jambe	297	2	25	51	15005	0
cheville	1394	2	22	44	61906	1
pied	937	2	20	40	37480	1
calcanéum	116	2	20	40	4640	0
r cerv	640	3	37	111	71040	1
r dorsal	855	2	58	116	99209	2
r lomb	38					1
	nb	<div style="border: 2px solid red; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;"> Activité de graphie de la salle </div>				
total 2002	d'examens					
	19 554		2694139	45 mn		

Analyse des temps de scopie

2004	nb examens	scopie en h	noy/ ex en mr
angioplastie	1918	254	2.5
cathétérisme	173	12.9	4.5
rhumato	52	0.7	0.8
contraste	192	4.7	1.5
bloc op	282	5	1.07
total 2004	2617	259	

L'analyse du risque relatif lié à l'utilisation de la scopie repose sur la traçabilité

Les données sont très spécifiques de la structure et susceptibles d'évolution en fonction de la présence de spécialistes particuliers



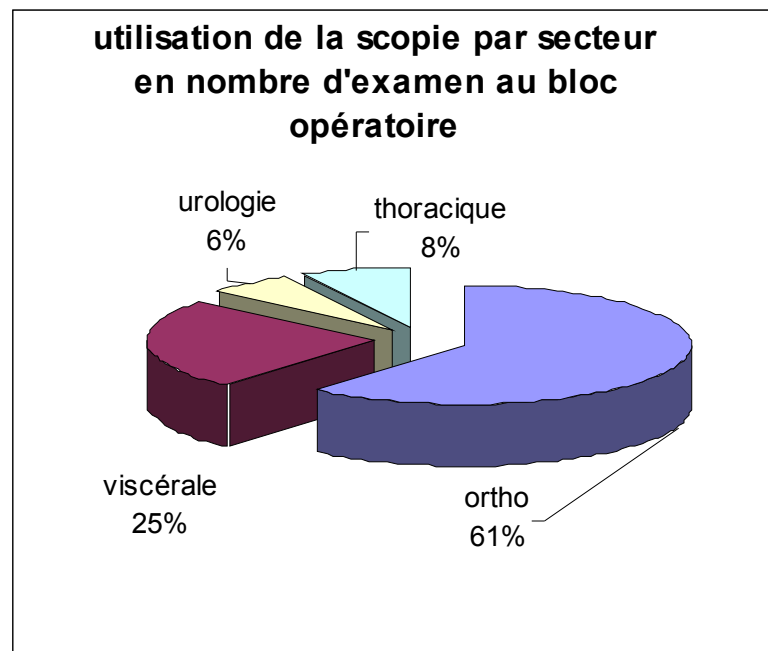
Scopie au bloc opératoire :

variabilité en fonction des secteurs opératoires

pour l'ensemble du bloc	
soit en heures	5,9
moy en mn	0,5

domaine	mn de scopie
orthopédie	191,44
viscérale	130,59
urologie	23,36
thoracique	8,48

OPERATEUR	Somme	scopie en mn
op 1	99	121,09
op 2	124	69,7
op 3	131	54,5
op 4	103	37,04
op 5	65	30,2
op 6	19	12,71
op 7	25	10,65
op 8	53	8,48
op 9	43	6,12
op 10	30	3,38
Total	692	355,77
	soit en h	5,9



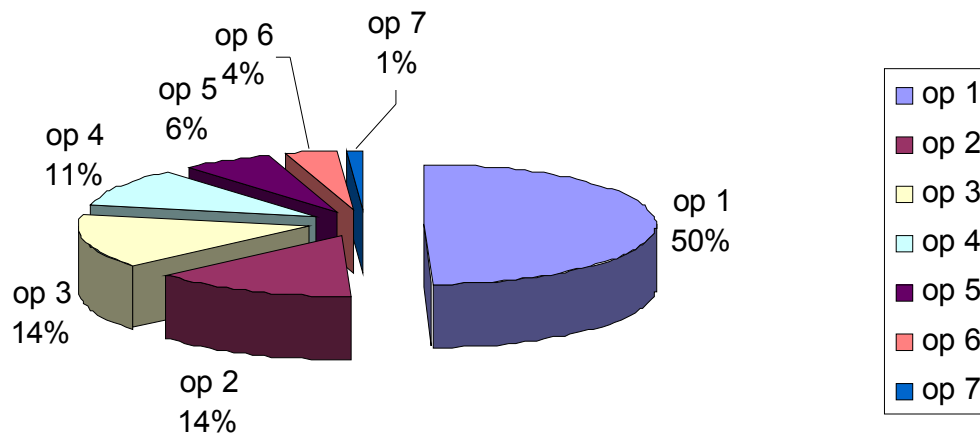
Scopie en salle de cathétérisme:

variabilité des temps de scopie selon les opérateurs

opérateur	nb d'examen	scopie en h
op 1	95	4,3
op 2	28	1,2
op 3	23	1,2
op 4	4	0,9
op 5	2	0,5
op 6	4	0,3
op 7	2	0,1
Total	148	7,5

type d ex	nb d'examens	scopie en s	en mn
pm	104	18719	312
hiss	36	7409	123
sees	6	788	13
sto	1	180	3
stim	1	32	1
Total Somme	148	27128	452
		moy en mn	3

scopie en salle de cathétérisme par médecin en 2002

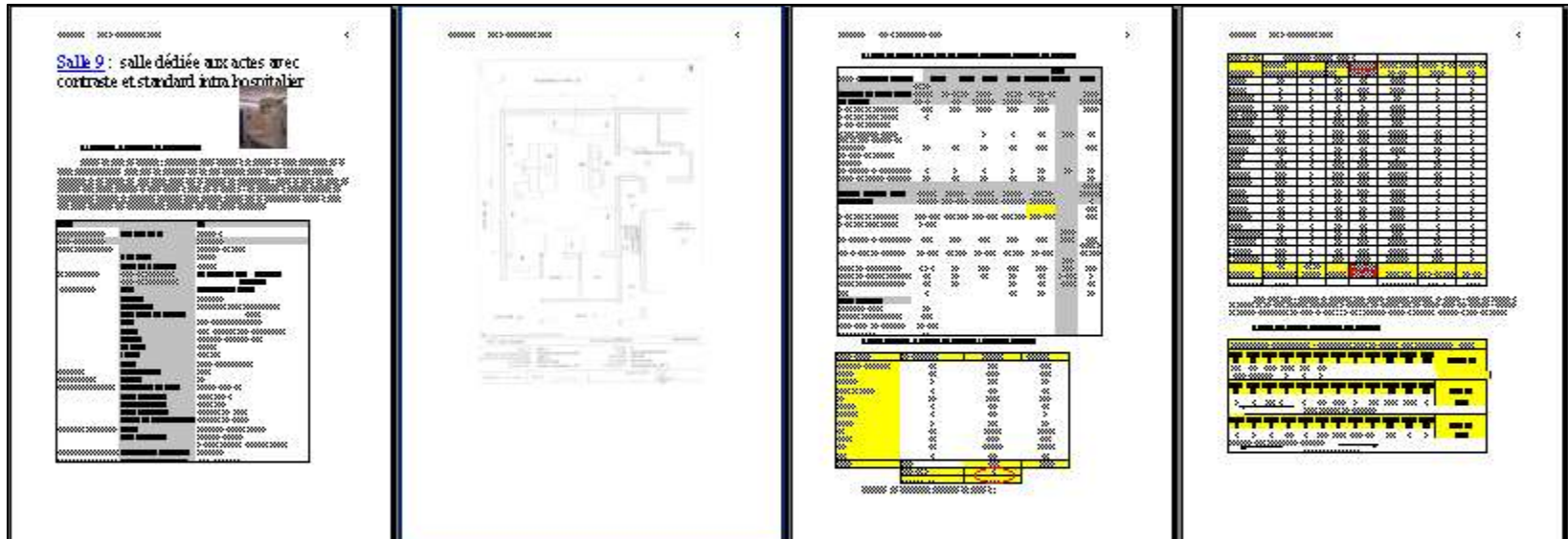


Les mesures des doses aux postes de travail



- Nécessite un minimum de matériel et surtout du temps pour observer les pratiques
- L'idéal est certainement l'intervention du physicien d'hôpital et la mise en place de dosimètres : le plus souvent des pastilles TTL
- Le plus simple est certainement l'acquisition de quelques dosimètres électroniques avant même l'appel d'offre officiel pour la dosimétrie.
- Néanmoins un certain nombre d'études de la littérature sont disponibles, provenant essentiellement d'équipes de CHU

III Formalisation =document unique Exemple pour la salle de digestif



Caractéristiques du matériel

Plan avec débit de dose

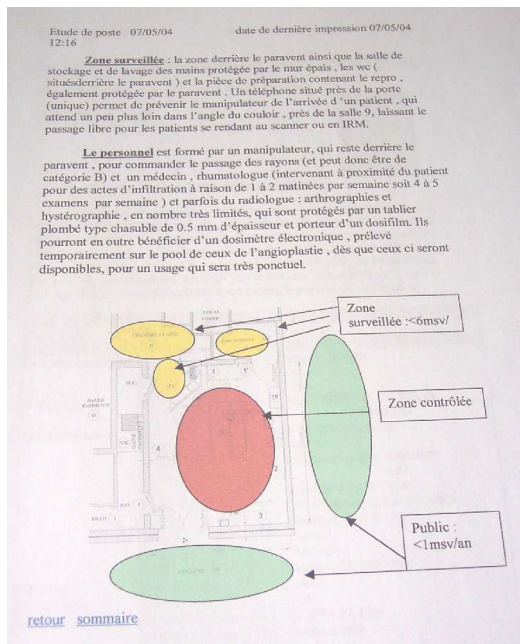
Mesures de doses

- contrôle périodique
- contrôle d'ambiance
- étude ciblée

Analyse statistique de l'activité de la salle

Conséquences pratiques

Décision de classement prise par le chef d'établissement, après avis du Médecin du travail et du CHSCT en fonction du document unique de l'étude de Poste

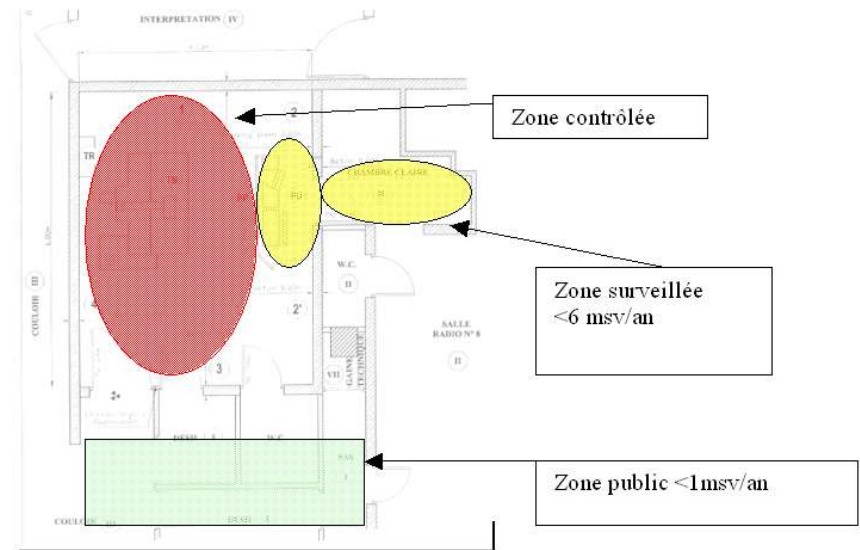


- **Classification des Zones :**
contrôlée, surveillée, publique
- **Classification des personnels**
- **étendue de la dosimétrie**
opérationnelle

Exemple de classification des zones

- **Zone contrôlée** : salle de radio limitée par les murs pleins , à l 'exception de la zone située derrière le paravent plombé où le débit de dose est de $12 \mu\text{Sv} / \text{h}$ en scopie et $500 \mu\text{sv}/\text{h}$ en graphie
- **Zone surveillée** : zone située derrière le paravent et dans la salle de préparation annexe située derrière et permettant la communication avec la salle 8 adjacente. La dosimétrie film d'ambiance est négative traduisant donc une dose inférieure à $2.4 \text{mSv}/\text{an}$ ($<200 \mu\text{sv} * 12$ mois) et le risque calculé
- **temps de scopie estimé à** 10h (salles 8 et 9 confondues) ($12 \mu\text{sv} * 10 = 120 \mu\text{sv} !$)
- **Temps de graphie** : estimé à 8mn par an ($0.5 \text{mSv}/\text{h} * 8 \text{mn} = 60 \mu\text{sv} !$)

Salle de digestif



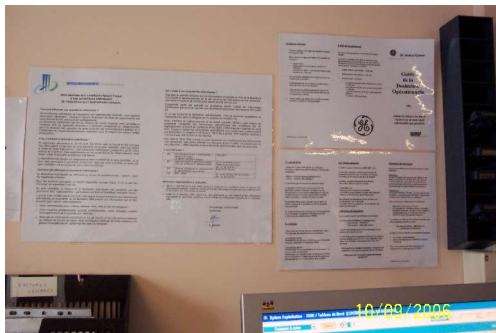
Classification des personnels

Définition des catégories

- Catégorie A : directement exposée et susceptible de recevoir plus de 6 msv/an
- => Opérateurs agissant à proximité immédiate du patient (en zone contrôlée) en pratique opératoire de radiologie interventionnelle
- Catégorie B : l'essentiel du personnel (après contrôle du risque par l'étude de poste)

=> Concerne le travail derrière les paravents plombés dont l'efficacité est confirmée par la dosimétrie et sous réserve d'une dosimétrie poitrine rigoureuse

- Classement de tout le personnel en catégorie B : 100 personnes
- A l'exception du personnel de la salle d'angioplastie : soit 20 personnes (mais par excès : certains ne travaillant qu'à temps partiel!)

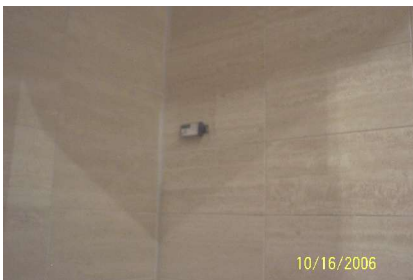


Adaptation de la dosimétrie

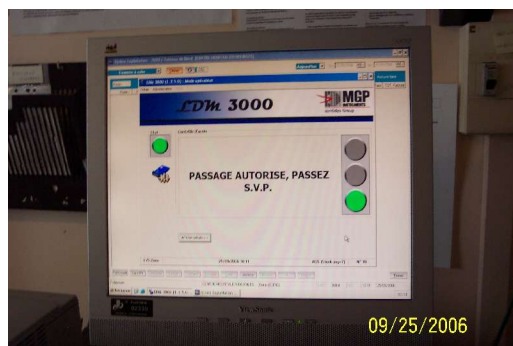
- Passage en dosimétrie trimestrielle (100 personnes) sauf pour le personnel de la salle d'angioplastie (20 personnes)
- Extension de la dosimétrie d'extrémité : 14 bagues remplaçant les dosimètres de poignets
- Extension de la dosimétrie d'ambiance : 30 dosimètres soit au moins 2 par salle (de part et d'autre de la vitre du paravent plombé) et des dosimètres dans la salle d'attente



Extension de la dosimétrie d'ambiance



Décision de mise en place de la Dosimétrie opérationnelle



20 dosimètres non nominatifs répartis entre

Angioplastie 8

Radio au lit 2

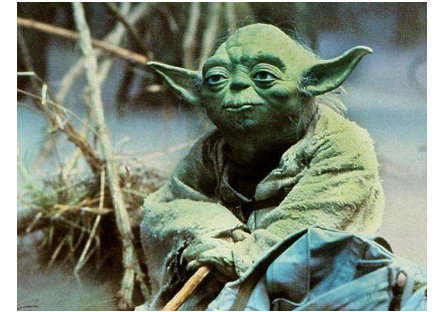
Radiologie 4

Cardiologie 2

Bloc opératoire 6

Avec 4 postes de lecture et un serveur central

Conclusion 1 : rien n'est impossible mais il faut essayer



- Caractère accessible de l'étude de poste , certainement facilité à l'avenir par l'aide méthodologique de l'IRSN, mais l'étude doit être réalisée en pratique par ceux qui connaissent et utilisent l'installation.
- Importance de la formalisation des données qui sont souvent connues des utilisateurs mais souvent ne sont pas analysées.



Conclusion 2

- Le temps dépensé pour réaliser la dosimétrie est rentabilisé si celle-ci est exploitée.
- Le temps de formation initiale et continue n'est pas négligeable, pesant d'autant plus que l'équipe est restreinte.
- D'où la nécessité de développer la motivation des équipes médicales et paramédicales sur le risque relatif et surtout le risque pour le patient qui est la source du rayonnement diffusé.

Références

- Directive Européenne 96-29
- Ordonnance 2001-270 du 28 mars 2001
- Décret 2003-296 dit « travailleur » du 31 mars 2003 , modifiant le code du travail.
- Arrêté zonage du 15 mai 2006 publié au Jo du 15 juin 2006 (SOCT0611077A)
- Journées « étude de poste » de la SFRP du 6 mars 2006