

Exposition médicale aux rayonnements ionisants à visée diagnostique de la population française : état des lieux fin 2002 en vue de la mise en place d'un système de surveillance

Jean Donadieu (j.donadieu@invs.sante.fr)¹, Pascale Scanff², Philippe Pirard¹, Bernard Aubert²

¹Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice

²Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, Fontenay-aux-Roses

Les radiations ionisantes ont des effets potentiellement délétères sur la santé. L'augmentation du risque de cancer est le plus connu et le plus redouté. Si les études épidémiologiques mettent en évidence des excès de cancer pour des doses élevées à 100 milliSievert (mSv), la possibilité d'effets sur la santé des plus faibles doses est l'objet de controverses (voir pages 109 à 112). En dehors d'expositions accidentelles, tout à fait exceptionnelles, ou du soin (la radiothérapie), l'irradiation de la population vient de l'environnement et de l'exposition durant un acte radiologique à visée diagnostique. Les applications médicales des rayonnements ionisants sont établies de longue date et ces techniques ont contribué à une meilleure prise en charge de très nombreuses pathologies.

Mais l'absence de certitude sur l'innocuité des rayonnements ionisants à très faible dose implique que leur utilisation doit être justifiée et optimisée comme cela est édicté dans le Code de la santé publique (décret 24 mars 2003).

Sur les 20 dernières années, la pratique radiologique s'est considérablement transformée : certains examens sont devenus exceptionnels et d'autres, en particulier les scanographies ou encore les actes de radiologie interventionnelle se sont développés sans évaluation de l'impact dosimétrique, de l'évolution de ces pratiques sur l'exposition de la population. La dernière évaluation française des pratiques de radiodiagnostic au niveau national date de 1982, suivie de quelques réévaluations très partielles. C'est pourquoi, une réactualisation de la contribution de la pratique médicale à l'exposition de la population française est apparue indispensable. Ce travail a été mené dans le cadre du plan d'actions pour la surveillance de l'exposition des patients aux rayonnements ionisants (Pasepri) mis en place par les pouvoirs publics et coordonné par la Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (DGSNR). L'Institut de veille sanitaire (InVS) et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ont travaillé en commun, pour réaliser un état des lieux de l'exposition de la population française aux rayonnements ionisants dont un rapport complet est disponible

sur les sites internet de ces deux instituts (www.invs.sante.fr, www.irsn.org). Ce travail a pris en compte l'exposition due aux actes de radiologie conventionnelle, de scanographie, de médecine nucléaire diagnostique et de radiologie interventionnelle. Son objectif était de faire un recensement aussi exhaustif que possible des sources d'information et des données disponibles afin de renseigner la nature et la fréquence des expositions au sein de la population ainsi que sur les doses associées et leur évolution au cours du temps. L'article qui suit est une synthèse de ce travail qui est présentée dans cet article en insistant particulièrement sur les résultats qui orientent, à l'échelle de la population française, les priorités d'un système de surveillance de l'exposition aux radiations lors du radiodiagnostic. Il a semblé aussi utile de mettre en perspective cette évaluation récente avec la situation antérieure en France ainsi qu'avec la situation rencontrée au niveau international.

SOURCES DE DONNÉES ÉTUDIÉES

La contribution de l'exposition médicale à l'exposition de la population dépend du nombre d'examens et de la dose délivrée lors de chaque examen.

Nature et fréquence des actes

Pour déterminer le nombre d'examens pratiqués en France, deux sources nationales d'information, produites par des administrations de la santé, ont été étudiées :

- les données de la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés (CnamTS) avec notamment les résultats des enquêtes nationales réalisées en 1999 et 2002 pour la mise en place de la nouvelle nomenclature des actes médicaux (en imagerie médicale et en dentaire respectivement) et des résultats obtenus sur des requêtes plus spécifiques (scanographie) ;
- les données de la Statistique annuelle des établissements de santé (SAE) correspondant aux informations d'activité déclarées par les établissements de santé publics et privés et analysés par la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees) du ministère chargé de la Santé.

Les résultats de ces deux bases de données ont été confrontés aux informations issues de deux études plus limitées pour évaluer la cohérence des informations :

- données de l'Agence régionale d'hospitalisation (ARH) Ile-de-France : les dossiers de renouvellement d'autorisation d'équipements lourds pour 11 centres ont pu être consultés en avril 2004, fournissant des informations sur le circuit de soins et l'évolution des pratiques ;
- données de la Société française de cardiologie (SFC). A partir des années 1990, un groupe de travail, dénommé Groupe athérome et cardiologie interventionnelle (Gaci) s'est constitué et a enregistré les données d'activité de l'ensemble des unités de cardiologie interventionnelle en France, quel que soit leur statut administratif [1]. Des données spécifiques à la cardiologie ont ainsi pu être extraites.

Cohérence des informations entre plusieurs sources

Les sources les plus importantes de notre enquête (CnamTS et SAE-Drees) partagent nécessairement des informations. Il s'agit des activités de soins externes des établissements qui font l'objet d'un remboursement par les Caisses d'assurance maladie, tout en contribuant à l'activité de l'établissement. L'étude attentive des dossiers de renouvellement des équipements lourds au sein de l'ARH Ile-de-France, a montré que la part d'activités externes pour les actes de scanographie varie dans de larges proportions entre établissements, que le statut soit public ou privé. Dès lors, il n'était pas possible de connaître la proportion d'actes en commun entre la base CnamTS et la base SAE-Drees, nous avons considéré une hypothèse basse, où l'activité recensée par la CnamTS était entièrement incluse dans l'activité externe des établissements et une hypothèse haute, où ces activités étaient complètement disjointes. Ainsi, le nombre d'actes réels se situe probablement entre ces deux bornes, mais il est possible

Mesures utilisées en radioprotection

Les radiations ionisantes sont invisibles et insensibles par les êtres humains. Pourtant, elles sont dégagées lors d'une réaction atomique qui est la plus énergétique que fournit la matière.

L'exposition aux rayonnements ionisants n'est pas une variable simple à mesurer, car plusieurs dimensions sont à prendre en compte sur le plan quantitatif et sur le plan qualitatif. Le type de rayonnements (X, gamma, alpha, bêta et neutrons), l'énergie du faisceau (mesurée en joule), le débit de dose instantanée, la voie d'exposition, la durée, la dose totale cumulée doivent être pris en compte pour déterminer une exposition. La dose absorbée est exprimée en Grays. De plus, pour estimer ces effets biologiques, il importe de tenir compte de la sensibilité des organes qui reçoivent un rayonnement précis et donc à la fois de la topographie du faisceau et d'une sensibilité variable des tissus. Pour parvenir à comparer des expositions différentes, une mesure unique, la dose efficace, exprimée en Sievert, est utilisée. Il s'agit d'une dose calculée qui prend en compte la dose absorbée, un facteur de pondération lié au type de rayonnement (égal à 1 dans le cas des rayons X), la géométrie du faisceau (en pratique les organes inclus dans le champ et l'épaisseur du sujet) et d'un facteur de pondération spécifique pour le risque de cancer défini par un consensus international pour chaque organe après synthèse de la littérature scientifique. Ces coefficients ont évolué dans le temps. Une première série de coefficient a été proposée en 1977 puis révisée en 1990 [1].

RÉFÉRENCE

[1] ICRP. 1990 Recommendation of the ICRP - Users' Edition, 60 ; 1990.

Tableau 1

Dose efficace pour les principaux examens radiologiques

Examens	Dose efficace moyenne par examen valeur 1982 (mSv) ⁴	Dose efficace moyenne par examen valeur 2002 (mSv)	Référence pour 2002*	
Radiographie standards	Crâne, et/ou du massif facial	1,35	0,07	CE 118
	Cavité du thorax	0,28	0,05	Campagne de mesure IRSN 2001-2003
	Abdomen sans préparation	2,56	0,577	Campagne de mesure IRSN 2001-2003
	Rachis lombaire	4,72	2,4	Campagne de mesure IRSN 2001-2003
	Rachis thoracique		0,8	NRPB - W4 2002
	Sacrum et/ou du coccyx		0,17	NRPB - W4 2002
	Bassin et/ou des hanches		0,3	CE 118
	Genou		0,0025	NRPB - W4 2002
	Pied		0,0006	NRPB - W4 2002
	Cuisse		0,0005	NRPB - W4 2002
	Avant-bras		0,0005	NRPB - W4 2002
	Mammographie bilatérale		0,37	NRPB - W4 2002
	Dentaire		0,005	NRPB - W4 2002
	Panoramique dento-maxillaire		0,01	NRPB - W4 2002
	Radiographies avec opacification	Urographie intraveineuse	10,42	2,5
Hystérosalpingographie			1,2	NRPB - W4 2002
Œso-gastro-duodénale avec opacification			3	CE 118
Côlon avec opacification		9,96	7,2	NRPB - W4 2002
Scanographie	RX. du cou, avec ou sans injection de produit de contraste		2,5	NRPB - W4 2002
	Thorax, avec injection intraveineuse de produit de contraste		5,5	Campagne de mesure IRSN 2001-2003
	Abdomen ou du pelvis, sans injection de produit de contraste		6,7	Campagne de mesure IRSN 2001-2003
	Segment du rachis, sans injection de produit de contraste		4	NRPB - W4 2002
Radiographie interventionnelle	Neuroradiologie		5,7	NRPB - W4 2002
	Vasculaire non cœur non thérapeutique		9	NRPB - W4 2002
	Vasculaire cœur non thérapeutique	5,01	9	NRPB - W4 2002
	Électrophysiologie		9	NRPB - W4 2002

*CE 118 : europa.eu.int/comm/environment/radprot/118/rp-118-fr.pdf NRPB-W42002 : www.nrpb.org/publications/w_series_reports/2002/nrp_w4.htm

que l'hypothèse haute reste une sous-estimation dans la mesure où certains actes ne seraient recensés par aucune des deux bases. Concernant les actes de cardiologie interventionnelle, la base de données du Gaci est apparue plus complète que celle du SAE-Drees et de la CnamTS. En revanche, le nombre d'actes de scanographies des différentes sources était cohérent.

Doses associées aux actes

Les données concernant les doses associées aux actes viennent de trois sources : a) la campagne française de mesures 2001-2003 pour l'établissement des niveaux de référence diagnostiques [2], b) les valeurs publiées dans le document de la Commission européenne pour la radioprotection, c) les valeurs rapportées dans l'agence britannique de la radioprotection (*NRPB : National RadioProtection Board*) [3]. La dose des principaux examens figure dans le tableau 1. La dose efficace prise en compte pour un examen est une dose moyenne sachant que la dispersion des doses délivrées pour un examen précis dans

l'ensemble des services français peut être très importante.

A partir de la dose efficace moyenne par examen et du nombre d'examens, la dose cumulée sur la population a été calculée par sommation. En rapportant la dose totale générée par ces actes à la population française, il est possible de calculer une dose efficace moyenne par personne (dose *per caput*).

RÉSULTATS

Situation en 2002

Les résultats obtenus à partir des données décrites ci-dessus, disponibles fin 2004, permettent de réévaluer l'exposition de la population française pour l'année 2002. Le nombre total d'actes de radiologie conventionnelle, de scanographies, de radiologie interventionnelle et d'examens diagnostiques en médecine nucléaire est de 61,3 millions et 73,6 millions selon les hypothèses basses et hautes respectivement. Le tableau 2 rapporte le nombre d'actes et leur répartition ainsi que la dose efficace

Tableau 2

Nombre d'examens et dose efficace collective par type d'examen, France 2002

Type d'examen	Hypothèse basse				Hypothèse haute			
	Nombre d'examens	% total examens	Dose efficace par type d'examen (mSv)	% dose totale	Nombre d'examens	% total examens	Dose efficace par type d'examen (mSv)	% dose totale
Radiologie conventionnelle	55 369 806	90,3 %	14 617 426	36,2 %	65 901 345	89,4 %	18 752 084	35,0 %
Tête et cou	2 001 663		133 494		2 572 286		171 550	
Thorax	4 908 289		245 414		6 307 519		315 376	
Abdomen - pelvis	2 201 224		2 659 442		2 828 738		3 417 581	
Rachis	6 909 901		7 206 932		8 879 740		9 261 446	
Bassin	3 777 111		2 234 733		4 853 869		2 871 799	
Membres	12 256 809		282 921		15 750 916		363 575	
Sein	4 888 082		1 740 834		6 281 550		2 237 101	
Dentaire	18 426 727		113 656		18 426 727		113 656	
Scanographie	4 223 266	6,9 %	14 615 577	36,1 %	5 995 697	8,1 %	20 749 475	40,9 %
Tête	1 548 894		2 811 409		2 198 938		3 991 038	
Thorax	512 556		2 819 060		727 667		4 002 169	
Abdomen - pelvis	768 917		4 427 482		1 091 618		6 285 618	
Rachis	1 103 193		4 412 773		1 566 184		6 264 735	
Membres	289 706		144 853		411 290		205 645	
Médecine Nucléaire	849 620	1,4 %	3 402 402	8,4 %	849 620	1,1 %	3 402 402	6,7 %
Radiologie Interventionnelle	892 385	1,5 %	7 771 511	19,2 %	892 385	1,2 %	7 771 511	15,3 %
Vasculaire périphérique	354 740		3 192 660		354 740		3 192 660	
Vasculaire cardiaque	352 553		3 172 977		352 553		3 172 977	
Autres	185 092		1 405 874		185 092		1 405 874	
Total	61 335 077		40 406 916		73 639 047		50 675 472	

totale associée à ces actes selon les deux hypothèses retenues. Alors que la radiologie conventionnelle représente 90 % des actes, elle ne contribue que pour 35 à 36 % à la dose efficace due aux expositions médicales aux rayonnements ionisants (figure 1a et 1b). Les radiographies dentaires représentent à elles seules 25 % des actes, mais moins de 0,1 % de la dose reçue par la population. La scanographie contribue de 36 % à 40 % de la dose avec seulement 7 à 8 % des actes. Enfin, la médecine nucléaire et la radiologie interventionnelle ne représentent respectivement que de 1 à 1,5 % des actes mais contribuent pour 7 à 8 % et 15 à 19 % de la dose respectivement. La dose efficace totale délivrée à la population est comprise entre 40 000 Sv et 50 700 Sv ce qui permet de déduire une dose efficace *per caput* comprise entre 0,66 mSv et de 0,83 mSv par an selon l'hypothèse basse ou haute du nombre d'actes.

Figure 1a

Répartition du nombre d'actes en fonction des différents secteurs : hypothèse haute : 73 639 047 examens

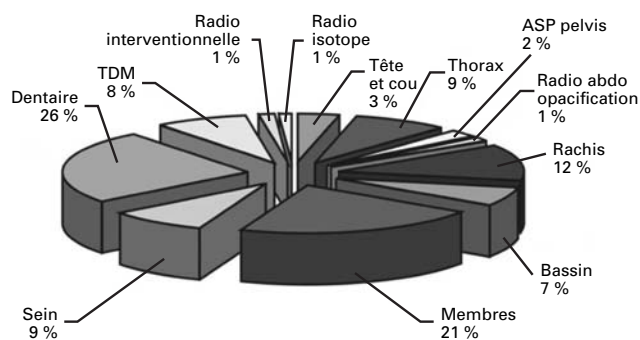
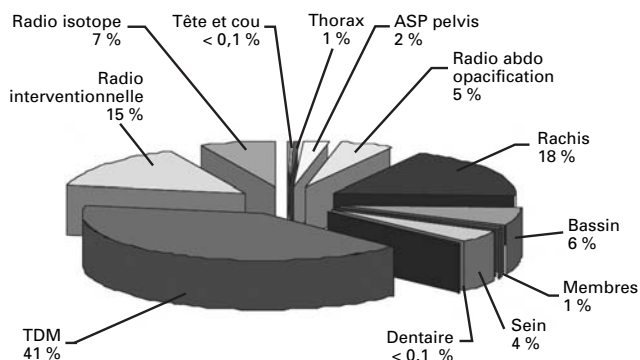


Figure 1b

Répartition de la dose en fonction des différents actes : hypothèse haute



ÉVOLUTION ENTRE 1982 ET 2002

La seule enquête nationale ayant porté à la fois sur la nature et le nombre des actes et sur la dose délivrée par chaque acte date de 1982 [4]. En 1988 [5], cette enquête avait été réactualisée pour le nombre des actes en reprenant les valeurs de doses de l'enquête de 1982. Seuls les résultats de ces enquêtes sont disponibles dans la littérature publique, tandis que des données d'exposition de 1994 concernant la dose collective figurent uniquement dans un rapport remis à la Direction générale de la santé [6]. Pour analyser l'évolution entre 1982 et 2002, le nombre des actes a été standardisé pour 1 000 habitants (tableau 3). En tenant compte de l'hypothèse haute pour 2002, il ressort que l'évolution entre 1982 et 2002 est marquée par les faits suivants :

- diminution du nombre de radiographies du thorax (Δ 1982/2002 : - 63 %) et de radiographies du crâne (Δ 1982/2002 : - 42 %) ;
- croissance du nombre de radiographies de l'abdomen (Δ 1982/2002 : + 17 %) et des radiographies du rachis (Δ 1982/2002 : + 68 %) ;
- développement de la pratique de la scanographie qui est passée de moins de 10 pour 1 000 habitants en 1982 à 97 pour 1 000 habitants en 2002. Cette progression est plus marquée que la progression du parc des appareils de scanographie ;
- nette diminution des examens conventionnels avec opacification de l'abdomen (urographie intraveineuse, transit œsogastrique ou du tube digestif), qui sont passés de plus de 72/1 000 habitants à 10 pour 1 000 habitants. Cette diminution

des examens conventionnels avec produit de contraste abdominal n'est pas expliquée par une simple substitution vers le scanner puisque le nombre de scanographies abdominales en 2002 est de 17/1 000 habitants ;

- progression marquée de la mammographie entre 1982 et 2002, mais le nombre de mammographies semblerait avoir régressé entre 1994 et 2002. Cependant le chiffre de 1994 semble anormalement haut, d'autant plus qu'il provient d'un sondage exclusivement hospitalier, tandis qu'il s'agit d'un acte principalement pratiqué en radiologie libérale ;

- enfin un très net développement de la radiographie interventionnelle. Cette pratique a plus que doublé depuis 1982 et continue d'augmenter de près de 5 % par an dans les dernières années, en grande partie du fait d'une progression de la cardiologie interventionnelle, mais aussi de la radiographie interventionnelle concernant d'autres organes.

Tableau 3

Évolution des nombres d'examens dans les diverses études françaises (en nombre d'actes / 1 000 habitants)

Type d'examen	Enquête 1982*	Enquête 1988*	Enquête 1994*	Enquête 2002 Hypothèse haute
Radiologie conventionnelle				
Crâne	73	77	69	42
Thorax	281	343	252	103
Rachis	86	93	100	145
Abdomen pelvis	91	98	128	107
Membres inf et sup	183	223	281	256
Mammographie	5	34	152	102
TGOD - Lavement baryté	36	23	19	3
UIV	36	16	12	7
Autres	29	61	66	8
Total	820	968	1 079	773
Scanographie				
Tête et cou			17,7	35,8
Thorax			5,3	11,8
Abdomen - Pelvis			8,4	17,7
Rachis				25,5
Membres			1,8	6,7
Autres			1,1	
Total			34,3	97,5
Dose efficace moy/hab (mSv)	1,58*	-	1,15	0,83

*avec les coefficients de la publication n° 26 de la CIPR⁸

COMPARAISON INTERNATIONALE

La comparaison de plusieurs indicateurs d'équipements et de consommations d'examens radiologiques montre des variations importantes entre les pays industrialisés, proches par leurs grands paramètres économiques ou sanitaires (tableau 4). Ces différences concernent le nombre total d'examens par habitant, mais aussi de façon très spécifique le nombre de scanners par habitant. Compte-tenu de l'impact du scanner en terme de contribution à l'exposition des populations, la dose *per caput* apparaît assez liée à la diffusion de la pratique des scanners. Le nombre de scanners par million d'habitant est de 9,7 pour la France, comparable à l'Italie (9,8), mais il est de 17,2 pour l'Allemagne, de 26,2 aux États-Unis, de 88 au Japon [7], contre 6 en Grande-Bretagne (tableau 4). Ces différences existent aussi pour le nombre d'examens et le recours à l'imagerie médicale. Concernant la dose *per caput*, en Europe, la France est dans une situation intermédiaire entre l'Allemagne, pays d'Europe ayant la pratique radiologique la plus « soutenue » (1 830 examens par an pour 1 000 habitants donnant une exposition de 1,7 mSv par an et par habitant) et la Grande-Bretagne qui a la pratique la moins intense (704 examens par an pour 1 000 habitants donnant une exposition de 0,33 mSv par an et par habitant) (tableau 4). Au niveau mondial, le pays ayant la pratique radiologique la plus soutenue est le Japon, même si nous ne disposons pas de tous les indicateurs pour ce pays. Par rapport à la France, le nombre d'appareils de scanographie par habitant, de même le nombre de scanographies réalisées, y sont 6 fois supérieurs [7], de même que la réalisation d'examens de scanographies. Ainsi, au Japon, la dose *per caput* est la plus importante au monde avec 2,5 mSv/habitant.

Tableau 4

Principaux indicateurs d'équipements radiologiques et consommations d'examens radiologiques au sein des pays développés								
	Japon	États-Unis	Grande-Bretagne	Suisse	Hollande	Allemagne	Suède	France
Population en millions d'habitants	125	261	59	7	16	82	9	59,5
Date des enquêtes	2000	1996	1997-1998	1998	2002	1996-2002	1995	2002
Nombre total examens par an (dentaire inclus)	-	-	41,5	9,5	13,7	150	11,5	63-71
Nombre total examens par an 1 000 population (dentaire inclus)	-	-	704	1 343	847	1 830	1 300	1 227
Nombre total examens par an 1 000 population (dentaire exclus)	1 477	962	492	762	538	1 230	570	920
Nombre d'appareils de scanographie par pays	10 975	6 800	350	187	120	1 400	115	587
Nombre total de scanographies par an et pour 1 000 habitants	290	91	40	-	37	151	-	47
Dose annuelle de Sievert par personne (mSv)	2,3	0,52	0,33	1	0,45	1,69	0,68	0,85

DISCUSSION

Cette étude fournit une estimation du nombre et du type d'actes pratiqués dans le domaine de la radiologie diagnostique ainsi que de la dose associée à ces actes pour l'ensemble du territoire français en 2002. Il s'agit de la seule estimation disponible à cette échelle pour la France depuis plus de 10 ans. Cette estimation repose sur les bases de données institutionnelles qui ont l'avantage d'offrir *a priori*, une couverture nationale du recueil de données qui sont des informations rendues anonymes. La difficulté méthodologique principale a été l'existence de redondances entre ces sources d'information, sans possibilité de bien en identifier l'importance. En effet, le recueil d'information est effectué pour répondre à des préoccupations économiques et administratives et non pas, pour fournir une estimation épidémiologique. Ainsi, les nombres enregistrés sont dépendants des situations administratives, sans qu'il soit possible d'estimer ce phénomène avec précision. Cependant, en traçant les deux hypothèses extrêmes (recouvrement complet ou nul des sources d'information), il semble raisonnable de considérer que la réalité du nombre d'examens total se situe entre ces deux bornes, tout au moins pour les examens pour lesquels on peut estimer que l'exhaustivité est satisfaisante. Pour le nombre de TDM, la cohérence entre les données de plusieurs sources d'informations est apparue satisfaisante et il existe une cohérence avec les données analysées lors d'une analyse des données de 11 centres, fournis à l'ARH Ile-de-France. Pour les actes de cardiologie interventionnelle, des valeurs très différentes et *a priori* incohérentes sont apparues entre les données de la CnamTS, celle du SAE-Drees et les informations publiées par les professionnels qui sont apparues mieux renseignées que les données examinées sur des centres. Par ailleurs, la revue des sources d'information amène à conclure que le décompte des radiographies de thorax effectuées dans le cadre d'un dépistage lors d'un examen de médecine du travail n'a pas été pris en compte. Mais, par rapport au volume total d'actes enregistrés et compte-tenu de la faible dose efficace représentée par la radiographie de thorax, cette absence pèse peu sur les indicateurs produits ici.

Le résultat principal de cette étude, dans la perspective de la mise en place d'un suivi épidémiologique des pratiques radiologiques, est de montrer que le scanner et la radiologie interventionnelle, qui regroupent environ 8 % et 1,5 % du nombre d'examens, représentent respectivement environ 35 % et 19 % de la dose à la population. Ces examens sont de plus en progression régulière dans les dernières années. Une telle évaluation permet de mieux adapter les efforts de la surveillance épidémiologique des pratiques radiologiques.

Notre évaluation de la situation en France en 2002 permet à la fois une comparaison avec les données précédentes enregistrées en France et également des comparaisons internationales. La comparaison des données françaises au cours des 20 dernières années est basée en premier lieu sur la comparaison du nombre d'examens. Sur cette période, on observe une diminution des examens abdominaux avec injection de produits radio-opaques sans substitution au profit du scanner abdominal, et donc vraisemblablement au profit d'examens non irradiants comme l'échographie ou l'IRM. A l'inverse, d'autres indications du scanner se sont développées alors qu'en 1982, les radiographies conventionnelles constituaient l'outil diagnostique usuel, en particulier pour les examens de la région de la tête et du thorax.

La résultante des changements de la pratique radiologique en terme d'exposition aux rayons X de la population est plus difficile à analyser. En effet, dans les 20 dernières années, outre le nombre d'examens, la technique radiologique a évolué dans le sens d'une moindre exposition.

De plus, les coefficients de pondération utilisés pour le calcul de la dose efficace ont été changés lors du passage en 1990, de la CIPR 26 à la CIPR 60 [8]. La comparaison brute de la dose *per caput* liée aux examens de radiodiagnostic montre une diminution depuis 1,58 mSv calculée en 1982 à 0,83-0,66 mSv par habitant calculée en 2002. Mais pour s'assurer que cette diminution est effectivement liée au changement de pratique radiologique ou à l'évolution du matériel, il serait indispensable de disposer, examen par examen, de l'ensemble des paramètres pour reconstituer la dose efficace, avec les mêmes coefficients de pondération. A défaut de l'ensemble de ces données, il est seulement possible de noter, pour certains examens pour lesquels il existe des informations en 1982 et 2002 (tableau 1), une diminution de la dose efficace moyenne des examens. Ces difficultés de méthode rendent les comparaisons historiques de la dose efficace à la population très aléatoire.

Les comparaisons internationales posent aussi des problèmes de méthode. Il existe, d'une part, des approches différentes pour compter les actes (sondage ou unités sentinelles ou bases de données nationales à visée administrative comme pour la France). D'autre part, la valeur des doses moyennes efficaces par examen se réfèrent majoritairement aux doses établies en Angleterre (NPRB), tandis que les doses efficaces moyennes réelles par examen varient d'un pays à l'autre. Pour permettre une comparaison fiable, il faudrait donc disposer de la mesure des doses efficace moyennes, pour chaque examen, pays par pays. Un projet européen, baptisé Dose Datamed, est en cours de réalisation pour homogénéiser les méthodes de recueil.

Mais au-delà de ces difficultés de méthode, principalement concernant la comparaison des doses, les différences observées du nombre d'examens par habitant suggèrent des stratégies d'utilisation différentes de l'outil radiologique. Dans quelle mesure, et pour quelles pathologies, des progrès dans l'accès aux examens radiologiques des pays les moins « radiophiles » seraient bénéfiques pour les populations ? Dans quelles circonstances au contraire, existe-t-il un excès d'utilisation de l'outil radiologique, notamment pour les examens les plus dosants ? Une telle approche est aussi riche d'enseignements dans la perspective d'une justification des pratiques et d'optimisation de la dose.

L'obtention d'indicateurs très généraux comme la dose ou le nombre d'examens moyens par personne apparaît utile dans une perspective de comparaisons internationales. Ces indicateurs ont cependant un faible intérêt pour orienter, suivre et évaluer la politique de radioprotection du patient, faciliter le suivi épidémiologique de populations plus particulièrement exposées, ou permettre d'apprécier l'impact potentiel de nouvelles pratiques et des évolutions technologiques car la distribution de la dose par personne et dans le temps est très asymétrique.

L'InVS et l'IRSN ont uni leurs efforts afin de mettre en place un observatoire des pratiques médicales en radiologie. Cet observatoire devrait permettre à terme d'apporter des informations régulières et comparables dans le temps sur le nombre et la fréquence des pratiques radiologiques, les doses associées et les caractéristiques des patients. Il devra s'attacher notamment à fournir plus d'informations pertinentes sur les pratiques à

suivre en priorité du fait de la sensibilité des populations exposées et de l'importance des doses délivrées. L'effort doit aussi porter sur la connaissance de l'exposition cumulée des patients, en particulier ceux qui sont exposés du fait de leurs conditions de santé et sur la connaissance de la distribution des expositions pour des situations pathologiques précises justifiant le recours à des actes de radiologie.

RÉFÉRENCES

- [1] Le Tourneau T, Blanchard D, Lablanche JM et al. Évolution de la cardiologie interventionnelle en France durant la dernière décennie (1991-2000). Arch.Mal Coeur Vaiss. 2002; 95:1188-94.
- [2] Beauvais-March H, Valero M, Biau A et al. L'exposition des patients en radiodiagnostic: bilan de l'étude dosimétrique réalisée en 2001-2003 dans 24 services de radiologie. Radioprotection 2004; 39:493-511.
- [3] Wall BF, Hart D. Revised radiation doses for typical X-ray examinations. Report on a recent review of doses to patients from medical

X-ray examinations in the UK by NRPB. National Radiological Protection Board. Br.J.Radiol. 1997; 70:437-9.

- [4] Maccia C, Benedittini M, Lefaure C, Fagnani F. Doses to patients from diagnostic radiology in France. Health Phys. 1988; 54:397-408.
- [5] Fagnani F, Charpak Y, Maccia C. L'évolution de la radiologie conventionnelle en France entre 1982 et 1988. Rev. Im. Med. 1990; 2:663-7.
- [6] Maccia, C. Évaluation de l'irradiation collective due aux pratiques de radiodiagnostic en France en 1994. CAATS. 1998.
- [7] Nishizawa K, Matsumoto M, Iwai K, Maruyama T. Survey of CT practice in Japan and collective effective dose estimation. Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi 2004; 64:151-8.
- [8] ICRP. 1990 Recommendation of the ICRP - Users' Edition, 60; 1990.
- [9] Maccia C. Trends in medical diagnostic radiology in France: comparison of patient age distribution between 1982 and 1988. Radiation Protection Dosimetry 1991; 36:253-6.
- [10] Direction des hôpitaux Inserm Cemka. L'imagerie médicale en France dans les hôpitaux publics. 1994. Édition Inserm.

Des patients particulièrement exposés : premiers résultats de deux études sur les prématurés et les enfants/adolescents atteints de mucoviscidose

Jean Donadieu (j.donadieu@invs.sante.fr)¹, Candice Roudier¹, Pierre-Henri Jarreau², Raphaël Chiron³
Carlo Maccia⁴, Philippe Pirard¹

¹Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice ²Hôpital Cochin, Assistance publique, Paris

³Centre de ressources et de compétences de la mucoviscidose, Montpellier

⁴Centre d'assurance de qualité des applications technologiques dans le domaine de la santé, Bourg-la-Reine

Les indicateurs globaux d'exposition de la population aux radiations ionisantes comme la dose *per caput* sont souvent critiqués par les professionnels. Il est reproché à ces indicateurs d'exposition collective de ne pas tenir compte du fait que la radiation délivrée pour le radiodiagnostic se situe dans le cadre d'un soin et qu'elle doit être évaluée au regard du bénéfice pour la prise en charge du patient. Cependant, la mise en place d'études visant à déterminer la dose reçue par le patient dans le cadre des soins s'avère lourde à réaliser, à la fois du fait de la complexité des circuits de soin, de la durée d'études (plusieurs années pour une maladie chronique) et du fait que le calcul de la dose reçue par le patient ne peut être faite rétrospectivement, à partir des documents radiologiques.

Nous rapportons ici deux études qui ont exploré une situation de santé particulière chez des enfants. Ces études ont concerné pour l'une des nouveau-nés prématurés admis dans une unité de réanimation néonatale et, pour l'autre des patients atteints de mucoviscidose. La reconstitution conjointe de la dosimétrie et du parcours de soins a mobilisé des efforts importants afin d'accéder aux documents radiologiques originaux et de calculer la dose efficace reçue par le patient. Il s'agit d'études unicentriques et l'extension de ces résultats à l'ensemble des patients concernés, pris en charge sur le territoire nécessiterait des études supplémentaires. Ces études se sont limitées à une évaluation dosimétrique d'une pratique existante. Il est utile de souligner que de telles études sont exceptionnelles dans la littérature. Elles visent à apporter une information manquante et critique pour la radioprotection de populations non pas bien portantes, mais souffrant de pathologies.

Exposition aux rayons X des prématurés admis dans une unité de soins intensifs en néonatalogie

Les grands prématurés (< 34 semaines d'aménorrhée) représentent environ 1 % des naissances. Leur pronostic vital est aujourd'hui supérieur à 90 % dans les pays occidentaux. Cette survie est liée à la médicalisation de ces enfants dans des unités de soins intensifs en néonatalogie. La radiographie joue un rôle important pour l'adaptation des techniques médicales (assistance respiratoire, support nutritionnel) chez ces patients. Or la distribution des actes de radiologie et de la dose reçue est mal connue dans la population des grands prématurés. A ce jour, il n'existe que trois études explorant la distribution des actes de radiologie dans la population des prématurés, une étude au Japon [1], en Grande-Bretagne [2] et aux États-Unis [3], dont deux sur de faibles effectifs.

Nous rapportons une étude basée sur une analyse rétrospective de l'irradiation reçue par les prématurés de terme < 34 semaines d'âge gestationnel admis dans le service de réanimation néo-

natale de l'hôpital Cochin, Assistance publique des hôpitaux de Paris et vivants au terme de leur séjour hospitalier [4]. La période d'inclusion était comprise entre le 1^{er} janvier 2002 et le 30 juin 2003. La dose efficace cumulée lors du séjour en réanimation a été calculée, patient par patient, à partir de l'analyse du dossier radiologique (nombre total de radiographies, classées selon les organes inclus dans le champs de la radiographie), de ses caractéristiques somatiques (terme et poids de naissance) et du protocole technique en vigueur dans le service. Sur la période d'étude, 485 prématurés ont été admis et les dossiers de 450 patients ont été analysés. Trente-cinq dossiers n'ont pas été analysés en raison du décès de l'enfant (n = 28) ou d'une absence de dossier radiologique (n = 7). La durée médiane de séjour a été de 16 jours (1-246 jours). Le nombre médian cumulé de clichés radiographiques par enfant a été de 10,6 (min : 0 - max : 95) et la dose équivalente cumulée (médiane) a été de 138 µSivert (min : 0 - maxi : 1 450). La distribution de la dose reçue était très asymétrique (figure 1). Sept pour cent des enfants ont reçu une dose supérieure à 500 µSivert. Près de la moitié des radiographies associait une radiographie de l'abdomen et du thorax. Les caractéristiques de l'échantillon de patients sont représentées par le tableau 1. Les déterminants du nombre de radiographies ont été étudiés à l'aide d'un modèle additif généralisé. Les déterminants indépendants de la dose étaient le poids de naissance (lui-même très lié au terme), la survenue de complications médicales au cours du séjour, en particulier digestives et la réalisation de gestes médicaux (pose d'une sonde d'intubation et d'un cathéter veineux central pour nutrition parentérale). Globalement, le très faible poids de naissance lié à la très grande prématurité augmente le recours à des soins de réanimation, qui sont eux responsables de radiographies répétées.

Cette étude montre que la dose efficace cumulée reçue par les grands prématurés admis dans cette unité de soins intensifs est exceptionnellement supérieure à 1 000 µSivert, ce qui la situe dans l'ordre de grandeur de l'exposition environnementale. Quoique la dose efficace cumulée reçue par les grands prématurés soit ici relativement faible, il est important de rappeler que la radiosensibilité des grands prématurés, comparables à des fœtus au troisième trimestre de la grossesse, n'est pas clairement déterminée. Ainsi, les conséquences biologiques des radiations ionisantes reçues à cet âge, même à des doses faibles, pourraient être non négligeables, justifiant une approche toujours très économe des radiations ionisantes. De ce point de vue, il est peu probable, vu la médicalisation nécessaire à la survie de ces patients, de diminuer le nombre de radiographies. En revanche, la restriction plus systématique du champ des radiographies peut permettre de limiter la dose délivrée au patient.