

EXPOSITION DE LA POPULATION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

DUE AUX ACTES D'IMAGERIE MÉDICALE DIAGNOSTIQUE
RÉALISÉS EN FRANCE EN 2017



L'EXPERT PUBLIC DES RISQUES NUCLÉAIRES ET RADIOLOGIQUES

Expertiser, rechercher, protéger, anticiper, partager, telles sont les missions de l'IRSN au service des pouvoirs publics et de la population.

La singularité de l'Institut réside dans sa capacité à associer chercheurs et experts pour anticiper les questions à venir sur l'évolution et la maîtrise des risques nucléaires et radiologiques.

Les femmes et les hommes de l'IRSN ont à cœur de faire connaître leurs travaux et de partager leurs savoirs avec la société. Ils contribuent ainsi à améliorer l'accès à l'information et le dialogue avec les parties prenantes.

L'Institut concourt aux politiques publiques de sûreté et sécurité nucléaires, de santé, d'environnement et de gestion de crise.

Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC), sous la tutelle conjointe du ministre chargé de l'Environnement, du ministre de la Défense, et des ministres chargés de l'Énergie, de la Recherche et de la Santé, l'IRSN inscrit pleinement son action dans les politiques de modernisation de l'État avec sa démarche de management des risques et la mise en œuvre d'une politique globale en matière de responsabilité sociétale.

L'INSTITUT
COMPTE
ENVIRON
1 700
COLLABORATEURS

parmi lesquels
de nombreux
ingénieurs,
médecins,
agronomes,
vétérinaires,
techniciens,
experts et
chercheurs.

Pour mener à bien
ses missions,
l'IRSN dispose

**D'UN BUDGET
D'ENVIRON**

280 M€

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX	3
GLOSSAIRE.....	5
RÉSUMÉ	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUCTION.....	9
2 CHOIX DES TYPES D'ACTES ET DÉTERMINATION DE LEUR FRÉQUENCE.....	10
2.1 Sélection des actes d'imagerie diagnostique pour l'étude	10
2.1.1 Identification des actes : la classification commune des actes médicaux (CCAM).....	10
2.1.2 Regroupements des actes	10
2.2 Estimation de la fréquence des actes d'imagerie diagnostique	12
2.2.1 L'échantillon généraliste des bénéficiaires (EGB)	12
2.2.2 Dénombrement des actes.....	13
2.2.3 Extraction des paramètres d'intérêt pour l'étude.....	13
2.2.4 Extrapolation à la population française	14
3 ESTIMATION DES DOSES ASSOCIÉES AUX ACTES D'IMAGERIE DIAGNOSTIQUE	15
3.1 Indicateur dosimétrique : la dose efficace.....	15
3.2 Estimation des doses efficaces moyennes associées à chaque type d'actes	15
3.2.1 Les données transmises par les services d'imagerie dans le cadre de la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques.....	16
3.2.2 Les études récentes réalisées par des sociétés professionnelles.....	16
3.2.3 Les guides de réalisation de procédures des sociétés professionnelles	17
3.3 Incertitude sur les valeurs de doses efficaces	17
4 EXPOSITION DE L'ENSEMBLE DE LA POPULATION EN 2017	18
4.1 Répartition de l'exposition par modalité d'imagerie : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu	18
4.1.1 Fréquences d'actes par modalité d'imagerie selon l'âge et le sexe.....	19
4.1.2 Dose efficace moyenne par modalité d'imagerie selon l'âge et le sexe.....	20
4.2 Répartition de l'exposition par catégorie d'examens : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu	22
4.2.1 Radiologie conventionnelle	22
4.2.2 Radiologie dentaire	24
4.2.3 Scanographie	25
4.2.4 Médecine nucléaire.....	26
4.2.5 Radiologie interventionnelle diagnostique	27

5	POPULATION RÉELLEMENT EXPOSÉE EN 2017	28
5.1	Caractérisation de la population exposée	28
5.1.1	Proportion d'individus réellement exposés (patients) parmi la population protégée	28
5.1.2	Nombre d'actes par patient.....	30
5.2	Dose efficace individuelle	31
5.3	Focus : Problématique des examens scanners cumulés	33
6	ÉVOLUTION DE L'EXPOSITION MÉDICALE DIAGNOSTIQUE DE LA POPULATION FRANÇAISE DE 2002 À 2017 ...	37
6.1	Évolution du nombre d'actes annuel moyen	37
6.2	Évolution des doses efficaces annuelles moyennes par individu	39
6.3	Évolution des répartitions des actes par catégorie d'examen	40
7	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	43
	LISTE DES RÉFÉRENCES	46
	ANNEXE	
	LISTE DES CODES CCAM PAR MODALITÉ D'IMAGERIE ET PAR CATÉGORIE D'EXAMEN.	
	DOSE EFFICACE PAR ACTE, FRÉQUENCE D'ACTES ET CONTRIBUTION À LA DOSE ANNUELLE MOYENNE	
	PAR BÉNÉFICIAIRE	49

TABLE DES ILLUSTRATIONS ET DES TABLEAUX

Illustrations

Figure 1.	Répartition par modalité d'imagerie des actes diagnostiques et de la dose efficace collective.....	19
Figure 2.	Fréquence de réalisation des actes (toutes modalités) selon la classe d'âge et le sexe (exprimée en nombre d'actes pour 1 000 individus).....	19
Figure 3.	Comparaison des fréquences d'actes par modalité et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.....	20
Figure 4.	Dose efficace annuelle moyenne par individu selon la classe d'âge et le sexe.....	20
Figure 5.	Comparaison des doses efficaces annuelles moyennes entre population masculine et population féminine, selon la modalité et la classe d'âge.....	21
Figure 6.	Comparaison des fréquences d'actes de radiologie conventionnelle par catégorie d'examens et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.....	23
Figure 7.	Comparaison des fréquences d'actes de radiologie dentaire par catégorie d'examens et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.....	24
Figure 8.	Comparaison des fréquences d'actes de scanographie par catégorie d'examens et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.....	25
Figure 9.	Comparaison des fréquences d'actes de médecine nucléaire par catégorie d'examens et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.....	26
Figure 10.	Comparaison des fréquences d'actes de radiologie interventionnelle diagnostique par catégorie d'examens et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.....	27
Figure 11.	Proportion d'individus exposés en 2017 selon le sexe et l'année de naissance.....	29
Figure 12.	Proportion d'individus exposés en 2017 selon le sexe et l'année de naissance, en excluant la radiologie dentaire ou la mammographie.....	29
Figure 13.	Nombre moyen d'actes diagnostiques par patient en 2017, selon le sexe et l'âge.....	30
Figure 14.	Répartition par âge et par sexe du nombre moyen d'actes par patient, selon la modalité d'imagerie.....	31
Figure 15.	Proportion de patients ayant reçu une dose efficace cumulée annuelle dans l'intervalle spécifié.....	32
Figure 16.	Dose efficace moyenne cumulée par patient, selon le sexe et l'âge.....	33
Figure 17.	Évolution de la population «100mSv+» cumulée sur 3 années glissantes entre 2012 et 2017, en base 100 pour 2012-2014.....	35
Figure 18.	Répartition par classe d'âge et par sexe des patients exposés à plus de 100 mSv sur la période 2012-2017. L'âge est calculé à la date du premier scanner.....	35
Figure 19.	Répartition par zone anatomique des scanners réalisés sur les patients « 100mSv+ » sur la période 2012-2017.....	35
Figure 20.	Évolution des nombres annuels d'actes diagnostiques entre 2002 et 2017, par modalité d'imagerie.....	38
Figure 21.	Évolution des nombres annuels d'actes diagnostiques entre 2002 et 2017, par modalité d'imagerie (hors radiologie dentaire).....	38
Figure 22.	Évolution de la dose efficace annuelle moyenne par individu entre 2002 et 2017, selon la modalité d'imagerie.....	39

Tableaux

Tableau I.	Catégories d'examens associées à chaque modalité d'imagerie et nombre de codes CCAM effectivement utilisés.....	11
Tableau II.	Nombre de bénéficiaires présents dans l'EGB 2017 par sexe et année de naissance.....	12
Tableau III.	Nombre d'actes d'imagerie diagnostique et doses efficaces collectives associées. Valeurs arrondies, extrapolation France entière, 2017.	18
Tableau IV.	Fréquences de réalisation des actes selon le sexe et la modalité d'imagerie.....	19
Tableau V.	Dose efficace annuelle moyenne selon le sexe et la modalité d'imagerie, tous âges confondus.....	21
Tableau VI.	Répartition de l'exposition par catégorie d'examens en radiologie conventionnelle : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.	22
Tableau VII.	Répartition de l'exposition par catégorie d'examens en radiologie dentaire : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.	24
Tableau VIII.	Répartition de l'exposition par catégorie d'examens en scanographie : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.	25
Tableau IX.	Répartition de l'exposition par catégorie d'examens en médecine nucléaire : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.	26
Tableau X.	Répartition de l'exposition par catégorie d'examens en radiologie interventionnelle diagnostique : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.	27
Tableau XI.	Proportion de l'effectif de l'EGB ayant bénéficié d'au moins un acte d'imagerie diagnostique en 2017.	28
Tableau XII.	Statistiques des nombres d'actes annuels par patient, selon le sexe.....	30
Tableau XIII.	Statistiques des doses efficaces annuelles cumulées par patient, selon le sexe, avec et sans prise en compte des actes de radiologie dentaire.	32
Tableau XIV.	Nombre d'actes de scanographie diagnostique et dose efficace individuelle associée, pour la population de patients exposés au scanner et selon trois périodes de cumul.	34
Tableau XV.	Caractérisation de la population de patients exposés au scanner et recevant plus de 100 mSv, en nombre d'actes et en dose efficace individuelle associée, selon trois périodes de cumul.	34
Tableau XVI.	Répartition des actes diagnostiques réalisés en France en 2007, 2012 et 2017 (valeurs arrondies) selon les catégories définies pour l'étude portant sur 2012 [7].....	42
Tableau XVII.	Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie conventionnelle.	49
Tableau XVIII.	Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie dentaire.	53
Tableau XIX.	Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de scanographie.	54
Tableau XX.	Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de médecine nucléaire.	56
Tableau XXI.	Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie interventionnelle diagnostique.	58

GLOSSAIRE

AIEA	Agence internationale de l'énergie atomique
ATIH	Agence technique de l'information sur l'hospitalisation
CCAM	Classification commune des actes médicaux
CIPR	Commission internationale de protection radiologique
CNAM	Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAMTS avant le 1er janvier 2018)
CNAMTS	Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés (CNAM depuis le 1er janvier 2018)
DCIR	Datamart de consommation inter-régimes du SNIIRAM
DMG	Dose moyenne glandulaire
DREES	Direction de la recherche et des études statistiques
EGB	Échantillon généraliste des bénéficiaires
EURATOM	Communauté européenne de l'énergie atomique
ExpPRI	Exposition de la population aux rayonnements ionisants
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
InVS	Institut de veille sanitaire, intégré depuis mai 2016 à l'Agence nationale de santé publique
LMDE	La mutuelle des étudiants
MSA	Mutualité sociale agricole
NGAP	Nomenclature générale des actes professionnels
NIR	Numéro d'inscription au répertoire national des personnes physiques (numéro de sécurité sociale)
NRD	Niveaux de référence diagnostiques
OPRI	Office de protection contre les rayonnements ionisants
PDL	Produit dose-longueur
PDS	Produit dose-surface
PMSI	Programme de médicalisation des systèmes d'information
RSI	Régime social des indépendants
SFMN	Société française de médecine nucléaire et imagerie moléculaire
SFPM	Société française de physique médicale
SFR	Société française de radiologie
SLM	Sections locales mutualistes
SNIIRAM	Système national d'information interrégimes de l'Assurance maladie
T2A	Tarifification à l'activité
TEP	Tomographie par émission de positons
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

RÉSUMÉ

Ce rapport s'inscrit dans le système EXPRI (Exposition de la population aux rayonnements ionisants), actif depuis 2003, et a pour objectif d'établir pour l'année 2017 les données relatives à l'exposition de la population française aux rayonnements ionisants due aux examens d'imagerie médicale diagnostique (radiologie conventionnelle, dentaire et interventionnelle diagnostique, scanographie et médecine nucléaire) et d'en analyser l'évolution. L'étude a été réalisée à partir des actes d'imagerie diagnostique extraits de l'échantillon généraliste des bénéficiaires de l'Assurance maladie, représentatif au 1/97^{ème} de la population française.

L'exposition de la population française a relativement peu évolué en 2017 comparativement à 2012. Les évolutions observées sur les moyennes de la fréquence des actes et de la dose efficace annuelle par bénéficiaire sont globalement faibles, radiologie dentaire mise à part. En particulier, la hausse de près de 90 % observée entre 2002 et 2012 sur la dose efficace annuelle moyenne par bénéficiaire n'est plus observée entre 2012 et 2017, celle-ci se stabilisant à 1,53 mSv par individu (contre 1,56 mSv en 2012). La médecine nucléaire, 3^{ème} contributeur à la dose efficace collective, est la modalité ayant connu l'augmentation la plus importante sur ces cinq ans, à la fois en fréquence et en contribution à la dose efficace collective. La scanographie reste de loin la modalité contribuant le plus fortement à l'exposition de la population (74,2 %). Toutefois, l'augmentation de la dose efficace collective liée à la scanographie (+2,4 %) reste largement inférieure à celle de la fréquence de ces actes qui a connu un essor important sur la période considérée (+17 %). La fréquence des actes de radiologie dentaire est en forte baisse (-16,8 %). Toutefois cette variation est fortement liée aux évolutions majeures qui sont intervenues sur le codage CCAM des radiographies dentaires sur la période 2012-2017 et ne peut donc pas être considéré comme suffisamment fiable.

En 2017, 45,4 % de la population a bénéficié d'un ou plusieurs actes diagnostiques, chiffre en faible hausse depuis 2012 (43,8 %), proportion qui se réduit à 32,7 % si on exclut les examens dentaires. La problématique du cumul d'examens, abordée dans ce rapport uniquement pour la scanographie, fait ressortir qu'une faible part des patients – mais représentant plusieurs centaines de milliers de patients à l'échelle nationale – cumule des doses efficaces importantes pouvant dépasser 100 mSv. Bien que ces patients soient très certainement suivis pour des pathologies lourdes, la question des éventuels effets radio-induits à long terme les concernant se pose.

MOTS-CLÉS

EXPOSITION MÉDICALE, POPULATION, RAYONNEMENTS IONISANTS, DOSE EFFICACE, RADIOLOGIE, SCANOGRAPHIE, MÉDECINE NUCLÉAIRE.

ABSTRACT

This report is part of the EXPRI system (Exposure of the population to ionizing radiation), which has been active since 2003, and aims to establish for the year 2017 data on the exposure of the French population to ionizing radiation due to diagnostic imaging examinations (conventional and dental radiology, diagnostic interventional radiology, computed tomography and nuclear medicine) and to analyse its evolution. The study was carried out on the basis of the *échantillon généraliste des bénéficiaires*, a sample at the 1/97th scale of the healthcare consumption of the population covered by the main French health insurances.

The exposure of the French population slightly changed in 2017 compared to 2012. The changes observed on the mean number of procedures and on the mean annual effective dose per individual are generally low, dental radiology aside. In particular, the ca. 90% increase of the average per caput annual effective dose observed between 2002 and 2012, is no longer observed between 2012 and 2017, stabilizing at 1.53 mSv per caput (compared to 1.56 mSv in 2012). Nuclear medicine, the third contributor to the collective effective dose, is the modality with the largest increase over these five years, both in examination frequency and in contribution to the collective effective dose. Computed tomography remains by far the most important contributor to population exposure (74.2%). However, the increase in the collective effective dose related to computed tomography (+2.4%) remains much lower than the increase in the frequency of this modality, which increased significantly over the reporting period (+17%). The frequency of dental radiology procedures decreased sharply (-16.8%). However, this variation is strongly linked to the major changes that occurred on the health insurance coding of dental radiographs over the period 2012-2017 and therefore cannot be considered as sufficiently reliable.

In 2017, 45.4% of the population benefited from one or more diagnostic procedures, a figure that has increased slightly since 2012 (43.8%). This proportion is reduced to 32.7% if dental examinations are excluded. The question of cumulative dose from recurring exams, addressed in this report only for computed tomography, shows that a small proportion of patients – but representing several hundreds of thousands of patients nationally – accumulates significant effective doses that may exceed 100 mSv. Although these patients are very likely to be followed for serious pathologies, the question of possible long-term radiation-induced effects arises.

KEYWORDS

MEDICAL EXPOSURE, POPULATION, IONISING RADIATION, EFFECTIVE DOSE, RADIOLOGY, COMPUTED TOMOGRAPHY, NUCLEAR MEDICINE.

1

INTRODUCTION

L'imagerie médicale est une spécialité médicale dont l'utilité n'est plus à démontrer et qui apporte un bénéfice incontestable dans la prise en charge des patients. Utilisant largement les rayonnements ionisants, elle est cependant le principal contributeur à l'exposition des français aux rayonnements ionisants d'origine artificielle [1]. Il est donc important d'estimer et de caractériser régulièrement cette exposition médicale, comme l'exige d'ailleurs depuis 1997 l'Union Européenne [2]. Cette exigence s'est vue renforcée en 2013 par la directive européenne 2013/59/EURATOM [3], laquelle a été récemment transcrite en droit français. L'article R. 1333-67 du Code de la santé publique, modifié par le décret du 4 juin 2018 [4], stipule que « *L'exposition moyenne par modalité d'imagerie, par région anatomique, par âge et par sexe, de la population aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical est estimée et analysée périodiquement par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire et fait l'objet d'un rapport public consultable sur le site internet de l'Institut.* »

Cette mission est assurée par l'IRSN depuis 2003, année où l'Institut a participé, avec l'Institut de veille sanitaire (InVS, aujourd'hui intégré à l'Agence nationale de santé publique) à la création du système national ExPRI (Exposition de la Population aux Rayonnements Ionisants), dont l'objectif est de mettre à disposition des autorités, des professionnels du monde médical et du public des données actualisées relatives à l'exposition de la population française aux actes d'imagerie médicale diagnostique, en termes de fréquences et de types d'actes diagnostiques pratiqués en France, de doses de rayonnement associées et de caractériser la population exposée. Le système ExPRI est depuis 2010 entièrement mis en œuvre par l'IRSN. Trois rapports portant sur l'exposition de la population française ont été réalisés, avec une périodicité de 5 ans (relatifs aux années 2002, 2007 et 2012) [5]–[7] ainsi que deux rapports dédiées à l'exposition de la population pédiatrique [8], [9]. En plus de répondre aux exigences réglementaires, le système ExPRI permet également la mise à jour des données transmises à l'UNSCEAR dans le cadre de son rapport sur les sources et les effets des rayonnements ionisants, pour lequel l'IRSN est correspondant en France [10].

Ce rapport présente l'analyse de l'exposition de la population aux rayonnements ionisants liée aux actes d'imagerie diagnostique en France, en 2017, au travers des indicateurs suivants :

- la fréquence de chaque type d'actes d'imagerie diagnostique utilisant des rayonnements ionisants ;
- la part de la population réellement exposée, c'est-à-dire ayant bénéficié d'au moins un acte d'imagerie diagnostique utilisant des rayonnements ionisants au cours de cette période ;
- la contribution de chaque type d'actes à la dose efficace annuelle moyenne par individu et pour la population « France entière » ;
- enfin, la dose efficace annuelle reçue par les personnes réellement exposées.

Le rapport aborde tout d'abord, dans les chapitres 2 et 3, les méthodes de sélection des actes d'imagerie diagnostique, d'estimation de leur fréquence de réalisation et des doses qui leur sont associées. Les résultats obtenus sont ensuite présentés, dans le chapitre 4, par modalité d'imagerie et par catégorie d'examens sur l'ensemble de la population. L'ensemble des résultats est détaillé selon l'âge et le sexe des individus. Le chapitre 5 est consacré à l'analyse de la population réellement exposée, selon les mêmes indicateurs. Dans ce chapitre, un focus est consacré à la problématique des examens scanners cumulés par certains patients. Enfin, l'évolution des principaux indicateurs depuis 2002 est décrite dans le chapitre 6 avant de conclure et d'évoquer quelques pistes d'amélioration du système ExPRI.

2

CHOIX DES TYPES D'ACTES ET DÉTERMINATION DE LEUR FRÉQUENCE

Le choix des actes médicaux d'imagerie diagnostique inclus dans l'étude ainsi que les méthodes utilisées pour déterminer leur fréquence en 2017 est présentée dans ce chapitre. L'approche générale retenue est très similaire à celle mise en œuvre lors de la précédente étude ExpRI [7].

2.1 Sélection des actes d'imagerie diagnostique pour l'étude

Seuls sont inclus dans l'étude les actes d'imagerie utilisant les rayonnements ionisants à visée diagnostique, c'est à dire :

- tous les actes de radiologie conventionnelle, y compris dentaire ;
- les actes de scanographie¹ ;
- les actes de médecine nucléaire à visée diagnostique exclusive. Les actes à visée thérapeutique sont donc exclus de la présente étude (radiothérapie interne vectorisée, radio-chimio embolisation, etc.) ;
- les actes de radiologie interventionnelle à visée diagnostique exclusive. Sont donc exclus de la présente étude : les actes à visée thérapeutique, les actes à visée diagnostique pratiqués au cours d'un acte à visée thérapeutique (tels que par exemple les angiographies réalisées au cours d'une angioplastie coronaire), les actes réalisés au bloc opératoire en support à une intervention chirurgicale, etc.

Ces actes sont dénommés « **actes diagnostiques** » dans la suite de ce rapport. La liste complète des actes inclus dans l'étude est à consulter en annexe, classée par modalité d'imagerie et par catégorie d'examen.

2.1.1 Identification des actes : la classification commune des actes médicaux (CCAM)

La CCAM est un référentiel unique et codé de l'ensemble des actes techniques médicaux pris en charge par l'Assurance maladie. Son utilisation est nationale et obligatoire depuis le 31 décembre 2005 pour l'ensemble des médecins généralistes et spécialistes exerçant soit en secteur ambu-

¹ Les biopsies avec guidage radiologique ne sont pas incluses dans l'étude car ce sont des procédures très dépendantes de l'opérateur et de la difficulté du geste pour lesquelles les données dosimétriques représentatives sont rares.

latoire (cabinets de ville, centres d'examen de santé), soit en secteur hospitalier public ou privé (séjours et consultations externes). Ces codes sont utilisés à des fins de tarification et de description de l'activité.

La CCAM permet d'identifier sans ambiguïté les actes diagnostiques les uns par rapport aux autres. Chaque type d'actes est identifié par un libellé complet et un code composé de quatre lettres et trois chiffres : par exemple, le code CCAM ZBQK002 correspond au libellé « Radiographie du thorax ». Pour les besoins de cette étude, une recherche par mots-clés a été effectuée sur la version 49 de la CCAM : 632 codes différents ont été trouvés pour des actes médicaux utilisant les rayonnements ionisants. Après élimination des actes thérapeutiques, des biopsies et des examens ex-vivo, 401 codes ont été conservés, dont 24 nouveaux codes par rapport à l'étude portant sur l'année 2012 [7].

On notera que la codification dans la nomenclature CCAM des actes réalisés par les chirurgiens-dentistes, qui était encore très partielle lors de l'étude portant sur l'année 2012, était en 2017 quasiment généralisée, avec une proportion d'actes dentaires codés en CCAM de 92,5 % relevée dans cette étude. La part des actes de radiologie dentaire non associée à un code CCAM reste néanmoins identifiable au moyen d'une référence de prestation particulière (voir la section 2.2.3 pour plus de détails).

2.1.2 Regroupements des actes

Les actes sélectionnés pour cette étude ont été regroupés pour l'analyse selon deux catégories :

a. Par modalité d'imagerie : radiologie conventionnelle (hors dentaire), radiologie dentaire, scanographie, médecine nucléaire et radiologie interventionnelle diagnostique.

b. Par catégorie d'examens : les catégories d'examens diagnostiques définies dans cette étude sont basées sur des critères de pratique médicale et regroupent le plus souvent des actes portant sur la même zone anatomique (*tête et cou, membres...*) ou sur le même système fonctionnel du corps humain (*tractus digestif, système nerveux...*) lorsque celui-ci est plus pertinent, en médecine nucléaire notamment. Dans quelques cas, le regroupement est basé sur le type d'appareil d'imagerie utilisé lorsque celui-ci est très spécifique (*mammographie, ostéodensitométrie, TEP*). Enfin les actes de radiologie dentaire sont répartis en deux catégories selon que le récepteur d'image est situé à l'extérieur de la bouche du patient (groupe extra-buccal incluant le panoramique dentaire, le cone-beam CT, la téléradiographie du crâne) ou bien placé dans la bouche du patient (groupe intrabuccal incluant les radiographies rétroalvéolaires, rétrocoronaires et pelvibuccales).

Le **Tableau I** indique les catégories d'examens prises en compte pour chacune des modalités d'imagerie, ainsi que le nombre de codes CCAM effectivement utilisés pour cette étude (c'est-à-dire les codes dénombant au moins un acte en 2017 sur l'échantillon de population considéré). La liste complète des codes CCAM inclus dans cette étude est présentée en annexe.

Il est important de préciser que les catégories d'examens de la présente étude sont différentes de celles utilisées lors de l'étude EXPRI précédente [7], pour laquelle la méthodologie recommandée par le rapport européen n°154 [11] avait été appliquée. Selon la méthodologie européenne, les catégories d'actes sont définies d'un point de vue radioprotection, c'est-à-dire en considérant les organes situés dans le champ de rayonnement. L'examen radiologique du rachis lombaire y est par exemple classé dans la zone anatomique *abdomen* alors qu'il est classé dans *rachis* dans la présente étude. La méthodologie du rapport européen n°154 n'a pas été retenue ici pour plusieurs raisons :

- Définir les catégories d'actes selon les organes exposés est pertinent d'un point de vue dosimétrique lorsque les doses sont calculées de manière identique pour tous les actes de la catégorie. Ce n'est pas le cas dans cette étude où les doses sont calculées spécifiquement à chaque acte (*i.e.* pour chaque code CCAM, voir chapitre 3).
- Les catégories définies dans le rapport européen ne correspondent pas aux catégories cliniques auxquelles sont habitués les professionnels médicaux, ce qui pourrait leur poser des difficultés de lecture des chiffres présentés ici.
- Le rapport européen n°154 date de 2008. Il a été mis à jour en 2015 par le rapport n°180 [12] mais la méthodologie de classement n'a pas été modifiée. Certaines des catégories

Tableau I

Catégories d'examens associées à chaque modalité d'imagerie et nombre de codes CCAM effectivement utilisés.

Modalité d'imagerie Catégorie d'examens	Nombre de codes CCAM
Radiologie conventionnelle	121
Tête et cou	8
Rachis	19
Membres	35
Thorax	10
Mammographie	5
Tractus digestif	11
Appareil urogénital	11
Pelvis osseux	11
Ostéodensitométrie	3
Autres	8
Radiologie dentaire	23
Intrabuccal	18
Extrabuccal	5
Scanographie	49
Tête et cou	13
Rachis	7
Membres	10
Thorax et cœur	3
Abdomen et/ou pelvis	7
Zones multiples	5
Autres	4
Médecine Nucléaire	74
Appareil circulatoire	12
Appareil ostéoarticulaire et musculaire	9
Appareil respiratoire	6
Appareil urogénital	10
Système endocrinien	10
Système immunitaire et hématopoïétique	8
Système nerveux	5
TEP et oncologie	5
Autres	9
Radiologie interventionnelle diagnostique	76
Cardiaque	10
Neurologique	10
Tractus biliaire	7
Vasculaire	49
Total	343

d'actes qui y sont définies sont maintenant obsolètes, eu égard aux évolutions majeures des techniques de radiologie en une décennie.

Cependant, afin de permettre l'analyse des évolutions dans le temps des pratiques médicales de chaque modalité d'imagerie, les résultats de la présente étude sont aussi présentés selon les catégories d'examens des études précédentes (et donc selon la méthodologie du rapport européen n°154) dans le chapitre 6.

2.2 Estimation de la fréquence des actes d'imagerie diagnostique

L'estimation de la fréquence des actes pour la population « France entière » repose dans cette étude sur la fréquence observée sur la population incluse dans l'échantillon généraliste de bénéficiaires (EGB) du Système national d'information inter-régimes de l'Assurance maladie (SNIIRAM), *i.e.* la base de données anonymisées gérée par la CNAM où figurent les informations de facturation des actes de soins.

2.2.1 L'échantillon généraliste des bénéficiaires (EGB)

L'arrêté SNIIRAM du 20 juin 2005 a permis la création d'un échantillon national représentatif au 1/97^{ème} des bénéficiaires de l'Assurance maladie (régime général hors sections locales mutualistes), appelé Échantillon Généraliste des Bénéficiaires (EGB). Il s'agit d'un échantillon permanent de bénéficiaires, reliant leurs caractéristiques administratives et sociodémographiques à leur « consommation » de soins au cours du temps (cette consommation pouvant être nulle). Dans une étude publiée en 2009 par Roquefeuil *et al.* [13], la validité interne de l'EGB, c'est-à-dire sa représentativité sans biais de la population protégée par le régime général de l'Assurance maladie, hors sections locales mutualistes (SLM), et des consommations de soins remboursées à cette population, a été démontrée :

- la répartition de l'EGB selon le sexe et l'âge est très proche de celle de la population exhaustive ;
- la dépense moyenne remboursée par bénéficiaire de l'EGB ayant présenté au moins un acte de soins au cours de l'année d'étude (2007) est très proche de celle de la population exhaustive.

Depuis cette étude, l'EGB a été étendu en 2011 aux bénéficiaires du régime agricole (MSA) et du régime social des indépendants (RSI), puis en septembre 2015 aux bénéficiaires de 9 SLM² et enfin en mars 2016 à une 10^{ème} SLM (la mutuelle des étudiants LMDE). Il est maintenant représentatif des comportements sanitaires de 95,6 % de la population couverte par un régime d'assurance maladie obligatoire français, contre 74,9 % au moment de l'étude de Roquefeuil *et al.*

² Mutuelle générale de l'éducation nationale (MGEN), mutuelle générale (LMG), mutuelle générale de la police (MGP), groupement MFP services, mutuelle nationale des hospitaliers (MNH), Harmonie fonction publique (HFP), mutuelle nationale territoriale (MNT), Intérieure, caisse d'assurance maladie des industries électriques et gazières (CAMIEG).

Les résultats de ce rapport, calculés à partir de la population de l'échantillon généraliste des bénéficiaires pour l'année 2017, peuvent donc être extrapolés à la population française complète avec un grand niveau de confiance.

L'accès aux données de l'EGB se fait par un portail internet sécurisé de la CNAM. Depuis fin 2016, l'IRSN dispose par décret d'un accès permanent dans le cadre de ses missions de service public, et notamment pour l'établissement du présent rapport [14].

Un peu plus de 700 000 bénéficiaires étaient présents dans l'EGB en 2017, qu'ils aient été « consommateurs » ou « non consommateurs » de soins durant cette période. En particulier pour le champ d'intérêt de cette étude, ces bénéficiaires pouvaient avoir bénéficié d'un ou de plusieurs actes diagnostiques, ou bien d'aucun au cours de l'année 2017. La composition de l'EGB en 2017 est présentée dans le **Tableau II**. La population a été étudiée par classes d'âge de 5 ans, conformément aux recommandations du rapport européen n°154 [11], à l'exception des individus âgés de 90 ans et plus qui ont été regroupés dans une unique tranche d'âge pour des raisons de statistiques. La population pédiatrique de 0 à 15 ans, dont la sensibilité aux rayonnements ionisants est à considérer tout particulièrement, a fait l'objet d'une étude spécifique publiée en 2018 [9].

Tableau II

Nombre de bénéficiaires présents dans l'EGB 2017 par sexe et année de naissance.

Années de naissance	Hommes	Femmes	Total
2013-2017	19 812	18 682	38 494
2008-2012	21 852	20 991	42 843
2003-2007	21 667	20 742	42 409
1998-2002	20 834	19 424	40 258
1993-1997	18 174	17 375	35 549
1988-1992	22 214	22 332	44 546
1983-1987	22 341	22 654	44 995
1978-1982	23 686	23 121	46 807
1973-1977	23 227	22 774	46 001
1968-1972	24 804	24 124	48 928
1963-1967	23 953	23 543	47 496
1958-1962	21 798	22 770	44 568
1953-1957	20 131	21 547	41 678
1948-1952	19 368	20 957	40 325
1943-1947	14 752	16 462	31 214
1938-1942	9 848	12 070	21 918
1933-1937	8 148	11 453	19 601
1928-1932	5 294	9 250	14 544
1903-1927	3 201	7 886	11 087
Total	345 104	358 157	703 261

2.2.2 Dénombrement des actes

La consommation de soins de chaque bénéficiaire est périodiquement versée dans l'EGB à partir des données de facturation du SNIIRAM. Depuis juin 2011, le SNIIRAM comporte les données de remboursement des prestations de soins (soins de ville) ainsi que les données hospitalières publiques et privées, grâce à l'intégration des données complémentaires issues du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI) de l'Agence Technique de l'Information sur l'Hospitalisation (ATIH). La CCAM est utilisée pour coder les actes effectués. Chaque bénéficiaire inclus dans l'EGB étant identifié par son NIR³ crypté, il est donc possible, en respectant l'anonymat des patients, de reconstituer le parcours de soins, que ceux-ci aient été réalisés par un professionnel exerçant en secteur privé ou public et qu'ils aient eu lieu à domicile, en cabinet ou à l'hôpital. L'EGB permet donc de dénombrer l'ensemble des actes diagnostiques réalisés sur les bénéficiaires de l'échantillon.

Par rapport à l'étude portant sur l'année 2012 [7], la représentativité des données du SNIIRAM disponibles en 2017 a grandement progressé sur plusieurs points :

- Les données issues du PMSI pour les hôpitaux publics y sont beaucoup plus complètes. La tarification à l'activité (T2A), introduite en 2004 et graduellement montée en charge depuis, constitue désormais le mode presque unique de financement pour les activités de médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie des établissements de santé aussi bien publics que privés. L'ensemble des actes d'imagerie réalisés dans ces établissements apparaît par conséquent dans le PMSI ; il peut donc être considéré en 2017 comme pratiquement exhaustif de l'activité hospitalière.
- L'intégration des bénéficiaires de dix sections locales mutualistes rend l'EGB plus représentatif de la diversité des habitudes sanitaires de la population française. En particulier, l'intégration de la mutuelle des étudiants LMDE permet de prendre en compte la population étudiante, dont les habitudes sanitaires sont souvent considérées comme assez différentes de la population générale.
- L'abandon progressif de la codification NGAP (nomenclature générale des actes professionnels) pour les actes de radiologie dentaire en faveur du codage dans la CCAM a fortement renforcé la fiabilité des données recueillies. Les actes de radiologie dentaire sont associés à un code CCAM à plus de 92,5 % dans l'EGB 2017, ce qui permet une description fine de cette activité.

Les données extraites de l'EGB pour cette étude peuvent donc être considérées comme suffisamment complètes pour décrire l'exposition de la population liée aux

actes diagnostiques effectués en secteur libéral ou lors d'un séjour ou de soins externes en secteur hospitalier public. Cependant trois points de vigilance sont à prendre en compte quant à la fiabilité de ces données :

- La représentativité de l'EGB pour la population étudiante reste encore moins bonne que celle pour le reste de la population. En effet, une seule mutuelle étudiante est actuellement intégrée à l'EGB (la LMDE) et elle ne représente qu'environ la moitié de la population étudiante française. La sous-représentation de cette population est attestée par le déficit observé dans la structure en âge de l'EGB pour les bénéficiaires nés entre 1993 et 2002 (cf. **Tableau II**), qui étaient donc âgés de 15 à 24 ans en 2017. Il faut noter que l'intégration des autres mutuelles étudiantes n'est pas envisagée à l'heure actuelle, pour des raisons techniques [15].
- De profondes modifications sont intervenues dans la CCAM pour le secteur de la radiologie dentaire. Les codes de radiographies intrabuccales sont passés de 5 en 2012 à 17 en 2017. En particulier 3 codes ont été introduits spécifiquement pour les clichés radiographiques réalisés au cours d'actes thérapeutiques endodontiques et incluant un forfait de 1 à 3 clichés. D'autre part, les codes de radiographies rétroalvéolaires ou rétro-coronaires sont maintenant des forfaits uniquement dépendants du nombre de secteurs dentaires (groupes de 1 à 3 dents contiguës). Ces modifications de facturation des clichés radiologiques ont vraisemblablement eu un impact majeur sur le dénombrement des actes dentaires. Les comparaisons de nombres ou de fréquences d'actes entre 2012 et 2017 sont donc à prendre avec grande précaution afin de ne pas interpréter à tort la variation du nombre d'actes comme une évolution des pratiques radiologiques⁴.
- L'EGB étant un échantillon au 1/97^{ème} de la population protégée par un régime d'assurance maladie obligatoire français, certains actes peu fréquents peuvent n'être présents qu'en très faible nombre. L'extrapolation à la population entière devient alors problématique du fait de la forte augmentation de l'incertitude statistique.

2.2.3 Extraction des paramètres d'intérêt pour l'étude

Des requêtes ont été réalisées, via le logiciel SAS Enterprise Guide 7.1, sur les bases de données SNIIRAM et PMSI afin d'extraire l'intégralité des actes diagnostiques de l'EGB effectués entre le 1^{er} janvier et le 31 décembre 2017, ainsi que les données relatives au bénéficiaire (son sexe et

³ Numéro d'inscription au répertoire national des personnes physiques, usuellement appelé numéro de sécurité sociale, unique à chaque bénéficiaire.

⁴ Il est important de rappeler que la CCAM est une classification des actes techniques médicaux dont la finalité est financière. Lorsque des actes représentant un forfait de clichés radiologiques sont créés ou lorsque le nombre de clichés associés à un même acte change lors d'une révision, la correspondance entre nombre d'actes et nombre de clichés radiologiques est affectée.

son âge au moment de l'acte). En pratique, le jour de naissance du bénéficiaire n'étant pas disponible dans l'EGB pour éviter tout ré-identification, l'âge du bénéficiaire au moment de l'acte diagnostique est calculé au mois près, arrondi par excès : un enfant né en février 2016 et ayant un examen radiologique en février 2017 est considéré comme étant âgé de 12 mois au moment de l'examen, alors que son âge réel peut être de 11 ou 12 mois selon que le jour de l'examen est antérieur ou postérieur à sa date d'anniversaire.

Les actes diagnostiques extraits incluent :

- les actes réalisés dans le secteur privé, c'est-à-dire par des praticiens exerçant à titre privé, des praticiens à temps plein hospitalier pour l'activité privée, ainsi que des praticiens exerçant à titre salarié dans un établissement à tarification privée, ce qui inclut donc les actes effectués en cabinet de ville et en établissement de santé privé (lors de séjours ou de soins externes), y compris les soins dentaires lorsqu'ils sont codés en CCAM ;
- les actes réalisés dans des établissements publics de santé, lors de séjours hospitaliers ou des soins externes ;
- les actes réalisés par des chirurgiens-dentistes dans le secteur privé et non codés en CCAM.

Pour chacun de ces actes, les paramètres d'intérêt pour cette étude ont été :

- les caractéristiques démographiques du bénéficiaire : NIR crypté, sexe, mois et année de naissance ;
- les caractéristiques de l'acte :
 - nature de la prestation de référence⁵,
 - secteur de soin (libéral, dentaire hors CCAM, séjours et soins externes dans le public),
 - code CCAM et libellé de l'acte, pour tous les actes sauf une partie de la radiologie dentaire,
 - mois et année de réalisation.

L'analyse a porté sur :

- la fréquence de réalisation en 2017 de chacun de ces types d'actes diagnostiques selon les deux classifications définies au paragraphe 2.1.2 (modalités d'imagerie et catégories d'examen), et selon l'âge et le sexe des bénéficiaires ;
- la part de la population réellement exposée en 2017, c'est-à-dire ayant bénéficié d'au moins un acte diagnostique au cours de l'année, qui a été caractérisée par âge et sexe.

⁵ La nature de la prestation de référence est une variable définissant le type de prestation de soin dans le SNIIRAM, pour les actes réalisés en secteur libéral. Les valeurs de cette variable associées à des actes de radiologie sont au nombre de 10. En pratique seuls 4 codes ont retourné un nombre d'actes non nuls (par nombre d'actes décroissant) : 1351 (actes d'imagerie [hors échographie] CCAM), 1331 (actes de radiologie), 9423 (prévention bucco-dentaire – radio 4 clichés) et 9422 (prévention bucco-dentaire – radio 2 clichés). Le code 1351 est utilisé pour tous les actes radiologiques codés en CCAM, y compris les actes dentaires. Les codes 1331, 9422 et 9423 sont exclusivement utilisés pour les actes de radiologie dentaire non codés en CCAM.

2.2.4 Extrapolation à la population française

Le dénombrement des actes diagnostiques effectué dans l'EGB a été extrapolé à la population française de façon identique entre secteur public et secteur privé. En effet, comme indiqué au paragraphe 2.2.2, l'EGB peut maintenant être considéré comme exhaustif quant à l'activité hospitalière publique et il n'y a donc plus lieu de discriminer entre secteurs public et privé pour l'extrapolation des données, contrairement aux études ExPRI précédentes. La méthode d'extrapolation de référence consiste à appliquer des coefficients par tranche d'âge et par sexe des bénéficiaires, fournis par la CNAM à partir du ratio entre les données exhaustives du datamart de consommation inter-régimes du SNIIRAM (DCIR, base de données individuelles des bénéficiaires) et les données échantillonnées de l'EGB. Ces coefficients d'extrapolation n'étant pas disponibles pour l'année 2017 au moment de la rédaction du présent rapport, une extrapolation globale, indépendante de l'âge et du sexe du bénéficiaire, a été utilisée, prenant en compte la représentativité de l'EGB en 2017 (95,6 % voir 2.2.1) et son échantillonnage (1/97^{ème}). Cette méthode, plus approximative que la méthode de référence, reste cependant acceptable grâce à la forte amélioration de la représentativité de l'EGB à l'échelle nationale depuis l'étude portant sur l'année 2012. Cependant, comme indiqué au paragraphe 2.2.2, l'incertitude liée à cette méthode d'extrapolation augmente fortement lorsque l'effectif dans l'EGB est faible. C'est la raison pour laquelle les fréquences d'actes et les contributions à la dose efficace annuelle moyenne ne sont pas indiquées dans les tableaux en annexe pour les codes CCAM d'effectif inférieur à 100 actes dénombrés en 2017. De plus, pour les raisons également indiquées au paragraphe 2.2.2, la représentativité de l'EGB pour la population étudiante est dégradée. Les résultats concernant la tranche d'âge 18-25 ans sont donc à prendre avec plus de précautions que les autres.

En conséquence, les fréquences d'actes et les doses efficaces annuelles moyennes indiquées dans le chapitre 4 sont toutes rapportées à la population couverte par un régime d'assurance maladie obligatoire français et non à la population française au sens de l'INSEE. La population couverte par un régime d'assurance maladie obligatoire français, dite *population de bénéficiaires*, est affiliée à l'un des régimes d'assurance maladie mais n'est pas obligatoirement résidente en France. La population française au sens INSEE est résidente en France mais peut ne pas être affiliée à un régime d'assurance maladie français.

3

ESTIMATION DES DOSES ASSOCIÉES AUX ACTES D'IMAGERIE DIAGNOSTIQUE

3.1 Indicateur dosimétrique : la dose efficace

Conformément aux recommandations des rapports européens n°154 [11] et 180 [12], l'indicateur dosimétrique utilisé dans cette étude pour évaluer l'exposition aux rayonnements ionisants des individus liée aux actes diagnostiques est la dose efficace (exprimée en millisievert, mSv). La dose efficace est un indicateur du risque de détriment sanitaire à long terme (induction potentielle de cancers et d'effets héréditaires) lié à une exposition aux rayonnements ionisants (effets stochastiques). Cet indicateur est un outil qui permet d'évaluer un risque global au niveau de l'organisme entier, que celui-ci soit ou non exposé en totalité, en tenant compte du type de rayonnement (nature et énergie), et de la radiosensibilité propre à chaque organe exposé [16]. Calculée à partir de facteurs de pondération définis pour la population générale, tous âges et sexes confondus, **la dose efficace ne doit pas être utilisée pour quantifier de manière absolue un risque pour une population spécifique, ni a fortiori pour l'estimation du risque individuel⁶. Par ailleurs, les faibles doses efficaces associées aux examens ne portant que sur une petite partie du corps, tels que les radiographies dentaires ou la mammographie par exemple, ne doivent pas masquer que l'exposition locale, aux glandes salivaires ou à la glande mammaire dans le cas des exemples précités, peut être relativement élevée.**

Néanmoins, la dose efficace est le seul outil disponible pour estimer de manière relative les risques radiologiques liés à des examens d'imagerie concernant des zones anatomiques différentes ou ceux liés à différentes modalités d'imagerie pour une même zone anatomique. Étant un indicateur standardisé, elle permet également des comparaisons entre différents pays et l'étude de l'évolution au cours du temps de l'exposition de la population qui résulte de l'ensemble des actes médicaux utilisant les rayonnements ionisants ou bien, plus spécifiquement d'un type d'actes donné.

⁶ Publication 103 de la CIPR [16] – « Pour les besoins de la protection radiologique, la dose efficace repose sur les doses moyennes dans les organes et tissus du corps humain. [...] Cette grandeur procure une valeur qui tient compte des conditions d'exposition données mais pas des caractéristiques d'un individu spécifique. En particulier, les facteurs de pondération pour les tissus sont des valeurs moyennes sur un ensemble de nombreux individus des deux sexes ».

Les doses efficaces moyennes par type d'actes diagnostiques ont été calculées en utilisant les facteurs de pondération tissulaire définis dans la publication 103 de la commission internationale de protection radiologique (CIPR) [16], sauf pour la médecine nucléaire pour laquelle la publication de référence la plus récente [17] fait toujours référence aux facteurs de pondération tissulaire définis dans la publication 60 de la CIPR [18]. La dose efficace individuelle annuelle est obtenue en sommant les doses efficaces associées aux différents actes réalisés sur un même patient au cours de la période d'intérêt.

Différentes sources de données ont permis d'estimer ces doses efficaces moyennes par type d'actes de manière à être le plus représentatif de la pratique française en radiologie et en médecine nucléaire en 2017. Les doses efficaces moyennes par type d'actes sont présentées en annexe, classées par modalité d'imagerie, par catégorie d'examen et par code CCAM. Elles sont globalement en baisse par rapport à 2012 [7], dans la logique de la baisse des indicateurs dosimétriques déjà constatée dans le rapport de l'IRSN récemment publié et portant sur l'analyse des données relatives à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques [19].

3.2 Estimation des doses efficaces moyennes associées à chaque type d'actes

En l'absence de données dosimétriques individuelles, et malgré une dispersion parfois importante des doses pour un même type d'actes [19], l'exposition de la population est estimée en associant à chaque type d'actes, défini par son code CCAM, une dose efficace moyenne. Ces doses efficaces moyennes sont calculées pour un patient adulte de morphologie standard, et sont considérées constantes quels que soient l'âge et le sexe du patient, conformément à la méthode préconisée au niveau européen [12]. Sauf indication contraire explicite dans le libellé de ce code, les doses efficaces utilisées dans cette étude correspondent à un acte complet, comme le recommande le rapport européen RP 154 précité. Un acte complet y est défini comme « une exposition, ou une série d'expositions, sur une région anatomique ou un organe unique, utilisant une seule modalité d'imagerie (radiographie

ou scanographie) réalisée dans un objectif diagnostique spécifique et lors de la même visite dans un service de radiologie ». À titre d'exemple, un scanner du thorax avec injection intraveineuse de produit de contraste (code ZBQH001) est un acte complet qui peut comporter une ou plusieurs hélices d'acquisition. La dose efficace associée est donc calculée en multipliant celle associée à une hélice thoracique unique par le nombre moyen d'hélices estimé pour cet acte.

Les différentes sources de données utilisées dans l'étude EXPRI précédente [7] ont été actualisées pour prendre en compte les résultats d'études au plus proche des pratiques cliniques de l'année 2017 et sont présentées dans les sections suivantes.

3.2.1 Les données transmises par les services d'imagerie dans le cadre de la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques

Depuis 2004, chaque responsable d'installation de radiologie ou de médecine nucléaire doit procéder annuellement à une évaluation dosimétrique pour au moins deux types d'actes réalisés couramment sur cette installation, choisis dans une liste publiée par arrêté [20]. Ce recueil dosimétrique, nécessaire aux praticiens pour évaluer et optimiser leur pratique, doit également être transmis à l'IRSN, qui en publie une analyse périodique au niveau français. Le dernier bilan, présente l'analyse des données dosimétriques recueillies sur la période 2016-2018 [19], et notamment chez l'adulte :

- le produit dose surface (PDS) par cliché en radiologie conventionnelle,
- la dose moyenne glandulaire (DMG) par cliché en mammographie,
- le produit dose longueur (PDL) par acquisition en scanographie,
- l'activité administrée d'un médicament radiopharmaceutique en médecine nucléaire.

Les valeurs moyennes de ces différents indicateurs dosimétriques ont été calculées spécialement pour l'année 2017 pour les besoins de cette étude.

En radiologie conventionnelle, les calculs de dose efficace ont été réalisés en multipliant le PDS moyen de l'acte complet par le facteur de conversion lié à la région anatomique considérée lorsqu'il existe [12], ou en simulant l'acte diagnostique à l'aide du logiciel PCXMC V2.0 [21].

En mammographie, la dose efficace a été calculée en multipliant la dose moyenne glandulaire cumulée de l'acte

complet par le facteur WT défini pour les seins (ou la moitié de celui-ci pour une mammographie unilatérale) dans la publication 103 de la CIPR [16].

En scanographie, la dose efficace associée à chaque type d'actes a été calculée en multipliant le PDL moyen de l'acte complet par le facteur de conversion lié à la région anatomique considérée lorsqu'il existe [12], [22], ou à l'aide du logiciel CT Expo V2.5 [23].

En médecine nucléaire, les doses efficaces moyennes ont été calculées à partir de l'activité moyenne administrée en appliquant les facteurs de conversion récemment mis à jour par la CIPR [17] pour les principaux médicaments radiopharmaceutiques. Il convient de noter que ces facteurs de conversion étant toujours calculés sur la base des facteurs de pondération tissulaire de la publication 60 de la CIPR [18], les doses efficaces moyennes par acte de médecine nucléaire ne sont pas strictement équivalentes aux doses efficaces moyennes par acte des autres modalités d'imagerie considérées ici, qui sont pour leur part basées sur les facteurs de pondération tissulaire de la publication 103 de la CIPR [16]. Des facteurs de conversion basés sur la publication 103 de la CIPR ont été publiés [24], [25], mais n'étant pas encore formellement adoptés par la CIPR, ils n'ont pas été utilisés ici.

3.2.2 Les études récentes réalisées par des sociétés professionnelles

En scanographie, l'étude nationale, pilotée par la société française de physique médicale (SFPM) en coordination avec la société française de radiologie (SFR), portant sur les doses par indication clinique a inclus plus de 6 600 examens et 53 services de radiologie et a fourni des données précises et récentes sur les examens scanners les plus fréquents [26]. Le PDL moyen des examens complets ainsi que le nombre moyen d'hélices par examen publiés dans cette étude ont permis l'actualisation des doses efficaces moyennes pour un grand nombre d'actes de scanographie.

En cardiologie interventionnelle, l'étude multicentrique nationale RAY-ACT 2 a actualisé l'étude initiale réalisée en 2010 sous l'égide du Collège national des cardiologues des hôpitaux et a inclus 44 services hospitaliers publics de cardiologie interventionnelle [27]. La dose efficace moyenne associée à une coronarographie a été calculée à partir du PDS moyen publié dans cette étude et du facteur de conversion correspondant à la région anatomique considérée [11].

3.2.3 Les guides de réalisation de procédures des sociétés professionnelles

En complément des sources de données citées ci-dessus, les guides de procédures publiés par les différentes sociétés savantes sont une source d'informations essentielle sur les paramètres techniques de réalisation des examens. Les principaux guides utilisés dans le cadre de ce rapport pour conforter l'estimation des doses efficaces moyennes par acte sont :

- Le guide de procédures radiologiques publié par la Société Française de Radiologie (SFR) et l'Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants (OPRI) en 2001 et mis à jour en 2014 [28]. Il a été complété en 2013 par le guide pratique d'imagerie diagnostique à l'usage des médecins radiologues [29]. Les procédures contenues dans ces guides proposent, pour les actes les plus courants, des paramètres techniques de réalisation qui concilient les qualités attendues de l'image avec un niveau d'exposition le plus faible possible.
- Le guide des indications et des procédures des examens radiologiques en odontostomatologie [30].
- Les guides de procédures de la Société Française de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire (SFMN) [31]. Ils précisent, pour certains types d'actes de médecine nucléaire diagnostique, le (ou les) radiopharmaceutique(s) à employer et l'activité moyenne à administrer. Ces documents ont été utilisés pour conforter les valeurs de dose efficace retenues pour l'étude.

3.3 Incertitude sur les valeurs de doses efficaces

Les principales sources d'incertitudes sur l'estimation de la dose efficace moyenne par type d'actes ont été décrites et discutées dans le rapport portant sur l'année 2007 [6]. Elles restent valables pour cette étude et concernent :

- la dispersion au niveau national des doses efficaces délivrées pour un type d'actes donné compte tenu des différences de pratiques ou de matériel ;
- les incohérences pouvant persister pour certains types d'actes entre les pratiques cliniques réelles et la classification CCAM ;
- la rareté de certains types d'actes qui rend peu fiable leur évaluation dosimétrique.

Le rapport européen RP n°180 [12] a estimé l'incertitude sur les doses efficaces moyennes par type d'actes calculées par chacun des pays participant à l'étude Dose Datamed 2. L'incertitude moyenne de cette estimation,

basée sur la méthode proposée par Hart et Wall [32], se situe dans une fourchette de 20-40 % pour l'ensemble des actes pris en compte.

L'incertitude sur le calcul des doses efficaces annuelles moyennes par individu est principalement due à l'incertitude sur les doses efficaces moyennes des différents types d'actes qui est, dans ce type d'étude, largement supérieure aux incertitudes sur la fréquence des actes ou sur le décompte de la population. Le rapport européen RP n°180 [12] estime que l'incertitude sur les estimations de dose à la population est comprise entre 12 et 25 % selon que les doses efficaces moyennes des différents types d'actes sont calculées à partir des pratiques cliniques réelles ou bien estimées à partir de la littérature. Les doses efficaces moyennes des différents types d'actes dans la présente étude étant pour partie calculées à partir de données réelles (recueil NRD ou études spécifiques) et pour partie extrapolées de la littérature, l'incertitude sur les doses efficaces annuelles moyennes par individu calculées dans cette étude devrait se situer dans cette fourchette.

4

EXPOSITION DE L'ENSEMBLE DE LA POPULATION EN 2017

Ce chapitre décrit les résultats de l'étude portant sur l'ensemble de la population de l'EGB, que celle-ci ait bénéficié ou non d'un acte diagnostique. Les résultats sont donnés en :

- nombre d'actes extrapolés à la population française protégée⁷,
- dose collective extrapolée à la population française protégée,
- fréquence de réalisation des actes (nombre d'actes pour 1 000 bénéficiaires⁷),
- dose efficace annuelle moyenne par bénéficiaire.

Un total de 834 444 actes diagnostiques a été réalisé durant l'année 2017 sur les bénéficiaires inclus dans l'EGB. En extrapolant à l'ensemble de la population française protégée, il est estimé qu'un peu moins de 85 millions d'actes diagnostiques ont été réalisés en France en 2017. L'ensemble de ces actes est associé à une dose efficace collective d'environ 110 000 sieverts (Sv). **Ces chiffres correspondent à une moyenne de 1 187 actes pour 1 000 bénéficiaires (ceux-ci pouvant être exposés ou non) et à une dose efficace annuelle moyenne de 1,53 mSv par bénéficiaire.** Ces moyennes fournissent un indicateur de l'exposition de la population française aux rayonnements ionisants d'origine médicale (hors usage thérapeutique), utiles pour les comparaisons internationales ou pour l'estimation de l'exposition des Français aux rayonnements ionisants, toutes sources confondues, réalisée périodiquement par l'IRSN [1]. L'exposition réelle des Français est cependant extrêmement hétérogène puisque seule une fraction des individus de l'échantillon a bénéficié d'un ou plusieurs actes diagnostiques en 2017. Cette population de patients effectivement exposés sera étudiée au chapitre 5.

Tableau III

Nombre d'actes d'imagerie diagnostique et doses efficaces collectives associées.

Valeurs arrondies, extrapolation France entière, 2017.

Modalité d'imagerie	Actes		Dose efficace coll.	
	nombre	%	mSv	%
Radiologie conventionnelle	46 681 000	55,1	12 938 000	11,8
Radiologie dentaire	25 023 000	29,6	302 000	0,3
Scanographie	10 866 000	12,8	81 170 000	74,2
Médecine nucléaire	1 662 000	2,0	12 401 000	11,3
Radiologie interventionnelle diag.	435 000	0,5	2 652 000	2,4
Toutes modalités	84 667 000	100	109 463 000	100

4.1 Répartition de l'exposition par modalité d'imagerie : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu

Le *Tableau III* et la *Figure 1* présentent le nombre d'actes d'imagerie et la dose efficace collective associée pour l'année 2017, répartis selon les modalités d'imagerie.

La radiologie conventionnelle représente la majorité des actes réalisés, avec près de 47 millions d'actes, et est le second contributeur à la dose efficace collective. Environ 25 millions d'actes de radiologie dentaire sont comptabilisés, ce qui fait de cette modalité le second contributeur en nombre d'actes mais le dernier pour la dose efficace collective. Inversement, la scanographie n'est que la troisième modalité la plus fréquente avec un peu moins de 11 millions d'actes, largement derrière la radiologie dentaire, mais elle contribue à près de 75 % de la dose efficace collective attribuable au secteur de l'imagerie médicale diagnostique. La médecine nucléaire, qui ne représente qu'un faible pourcentage des actes, est le 3^{ème} contributeur à la dose efficace collective avec plus de 11 %, juste derrière la radiologie conventionnelle. Enfin, la radiologie interventionnelle diagnostique, qui est très faiblement représentée en nombre d'actes dans cette étude, contribue à hauteur de 2,4 % à la dose collective.

⁷ Le terme « protégée » fait référence à la population couverte par un régime d'assurance maladie obligatoire français en 2017. Le terme « bénéficiaire » est utilisé pour désigner un individu de la population protégée (cf. 2.2.4).

4.1.1 Fréquences d'actes par modalité d'imagerie selon l'âge et le sexe

Au-delà de la répartition du nombre d'actes, il est intéressant de calculer les fréquences de réalisation des actes, c'est-à-dire les nombres annuels d'actes diagnostiques réalisés sur des patients d'un âge et d'un sexe donné, rapporté à la population de cette tranche d'âge et de ce sexe. Ces fréquences diffèrent sensiblement selon l'âge des individus et, dans une moindre mesure, selon leur sexe, comme on peut le constater sur la **Figure 2** qui les donnent, par tranche d'âge et par sexe, en nombre d'actes pour 1 000 individus d'un sexe donné et d'une classe d'âge.

On observe une augmentation des fréquences d'actes avec l'âge des individus, depuis environ 300 actes pour 1 000 enfants de moins de 5 ans à plus de 2 000 actes pour 1 000 adultes de 75 à 84 ans. Un pic peut être observé pour les enfants de 10 à 14 ans, ainsi que pour les adolescents de 15 à 19 ans, ce qui avait déjà été observé dans le rapport dédié à la population pédiatrique [9] qui peut être consulté pour plus de détails sur cette catégorie de la population. Au-delà de 85 ans, la fréquence d'actes décroît très nettement.

Une différence claire entre les hommes et les femmes est également observée : les fréquences d'actes sont plus élevées pour les femmes dans pratiquement toutes les classes d'âge, les écarts étant particulièrement importants dans la tranche d'âge 40 à 75 ans. Globalement, tous âges confondus, la fréquence des actes est de 1 328 actes pour 1 000 femmes, contre 1 040 actes pour 1 000 hommes, comme indiqué sur le **Tableau IV**.

Tableau IV

Fréquences de réalisation des actes selon le sexe et la modalité d'imagerie.

Modalité d'imagerie	Hommes		Femmes		Global	
	/1 000 indiv.	%	/1 000 indiv.	%	/1 000 indiv.	%
Radiologie conventionnelle	525	50,5	779	58,7	654	55,1
Radiologie dentaire	327	31,4	374	28,2	351	29,6
Scanographie	158	15,2	147	11,0	152	12,8
Médecine nucléaire	22	2,2	24	1,8	23	2,0
Radiologie interventionnelle diag.	8	0,8	4	0,3	6	0,5
Toutes modalités	1 040	100	1 328	100	1 187	100

Figure 1

Répartition par modalité d'imagerie des actes diagnostiques et de la dose efficace collective.

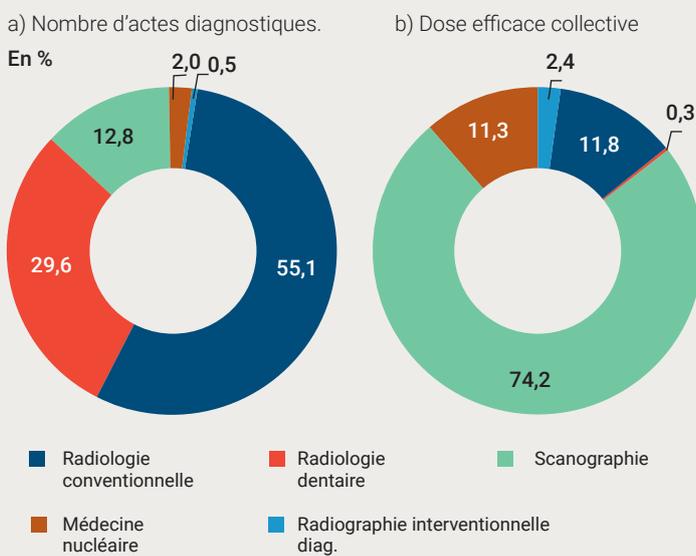


Figure 2

Fréquence de réalisation des actes (toutes modalités) selon la classe d'âge et le sexe.

exprimée en nombre d'actes pour 1000 individus.

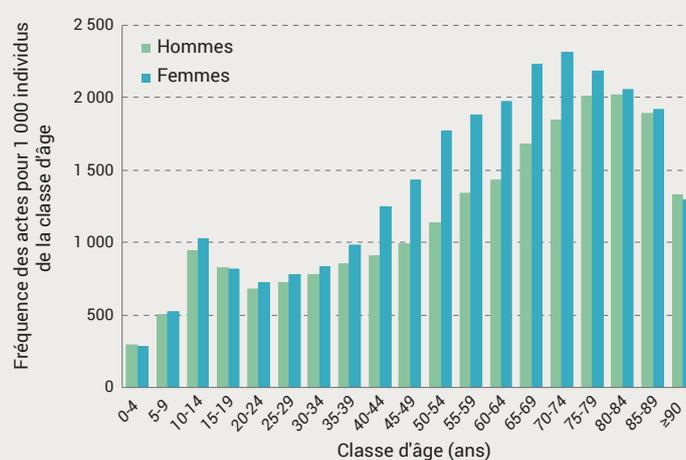
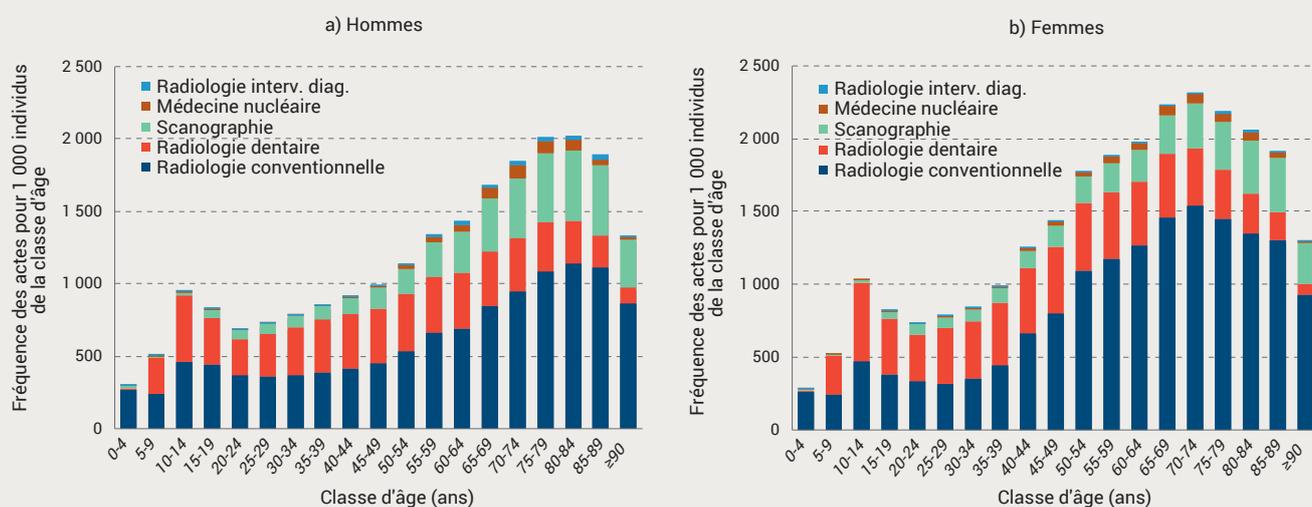


Figure 3

Comparaison des fréquences d'actes par modalité et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.



La **Figure 3** permet d'affiner la distribution des examens selon l'âge et le sexe, en complément du **Tableau IV** :

- Le recours à la radiologie conventionnelle est nettement plus important chez les femmes âgées de 40 à 90 ans que chez les hommes de la même tranche d'âge. Le recours à la mammographie explique l'essentiel de cet écart, comme cela sera abordé plus loin.
- La radiologie dentaire est sensiblement plus fréquente chez les femmes, et ce pour pratiquement toutes les classes d'âge.

- Les fréquences d'actes de scanographie sont sensiblement plus élevées pour les hommes, en particulier à partir de l'âge de 55 ans. La part en fréquence d'actes du scanner croît régulièrement, pour les deux sexes, à partir de l'adolescence pour atteindre son maximum chez les octogénaires.
- La médecine nucléaire et plus encore la radiologie interventionnelle diagnostique n'atteignent des fréquences significatives qu'après 40 à 50 ans et atteignent leur maximum chez les septuagénaires.

Figure 4

Dose efficace annuelle moyenne par individu selon la classe d'âge et le sexe.



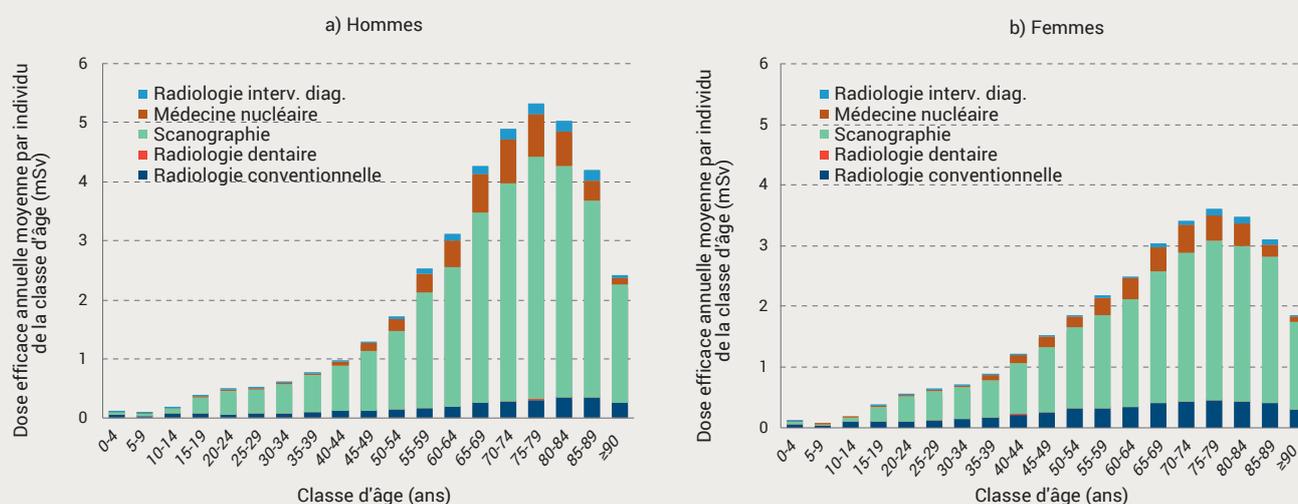
4.1.2 Dose efficace moyenne par modalité d'imagerie selon l'âge et le sexe

Cette section s'intéresse à la répartition de la dose efficace selon l'âge et le sexe des individus. Il s'agit ici de la dose efficace annuelle moyenne par individu, c'est-à-dire la somme des doses efficaces correspondant aux actes diagnostiques réalisés sur des patients d'un âge et d'un sexe donné, rapporté à la population de cette tranche d'âge et de ce sexe. Cette grandeur est un indicateur de l'exposition de la population française vue dans son ensemble, sans distinguer la population exposée ou non aux rayonnements d'origine médicale. La dose efficace moyenne reçue en ne considérant que les individus réellement exposés sera étudiée au chapitre 5.

La **Figure 4** représente, par tranche d'âge et par sexe, les doses efficaces annuelles moyennes par individu, exprimées en mSv. Une très grande amplitude de variation des

Figure 5

Comparaison des doses efficaces annuelles moyennes entre population masculine et population féminine, selon la modalité et la classe d'âge.



doses selon l'âge de l'individu peut être observée : de moins de 0,1 mSv par an pour les enfants de moins de 10 ans à plus de 5 mSv pour les hommes de 75 à 85 ans. D'une façon générale, la dose croît de plus en plus rapidement avec l'âge pour atteindre un maximum dans la tranche d'âge 75-79 ans, puis décroît ensuite assez rapidement. Il convient de rappeler que la dose efficace annuelle moyenne des enfants de moins de 1 an, qui n'apparaît pas ici par suite du choix des tranches d'âge, est significativement plus élevée que celle des autres enfants, comme expliqué dans le rapport précédent dédié à la population pédiatrique [9].

À *contrario* de ce qui est observé pour les fréquences d'actes, la population masculine d'âge supérieur à 55 ans reçoit une dose efficace moyenne sensiblement supérieure à la population féminine, comme cela est clairement visible sur la *Figure 4*. Globalement, tous âges confondus,

la dose efficace annuelle moyenne est de près de 1,6 mSv par homme, contre 1,47 mSv par femme, comme indiqué sur le *Tableau V*. On observe que cet écart provient essentiellement du scanner, qui comme indiqué en section précédente est plus fréquent chez les hommes, et dans une moindre mesure, de la médecine nucléaire et de la radiologie interventionnelle diagnostique. La contribution de la radiologie conventionnelle est par contre largement plus élevée chez les femmes que chez les hommes du fait des examens de mammographie, comme on pourra le constater en section 4.2.1.

La *Figure 5* permet de mieux appréhender les contributions de chaque modalité d'imagerie selon l'âge et le sexe, en complément du *Tableau V* :

- La contribution de plus en plus importante du scanner avec l'âge de l'individu est très clairement visible : les actes

Tableau V

Dose efficace annuelle moyenne selon le sexe et la modalité d'imagerie, tous âges confondus.

Modalité d'imagerie	Hommes		Femmes		Global	
	µSv/individ.	%	µSv/individ.	%	µSv/individ.	%
Radiologie conventionnelle	130	8,1	231	15,6	181	11,8
Radiologie dentaire	4	0,2	5	0,3	4	0,3
Scanographie	1 224	76,7	1 054	71,5	1 138	74,2
Médecine nucléaire	189	11,8	159	10,8	174	11,3
Radiologie interventionnelle diag.	49	3,1	26	1,7	37	2,4
Toutes modalités	1 596	100	1 474	100	1 534	100

de scanographie représentent la très grande majorité de la dose efficace collective pour toutes les classes d'âge à partir de 15 ans et cela pour les deux sexes. La contribution du scanner est cependant beaucoup plus marquée chez les hommes à partir de l'âge de 55 ans environ.

- La dose attribuable à la radiologie conventionnelle est sensiblement plus élevée chez les femmes à partir de l'âge de 10 ans. Les écarts les plus importants entre hommes et femmes sont observables dans les tranches d'âge 50-75 ans.
- La radiologie dentaire ne contribue significativement à la dose efficace moyenne pour aucune classe d'âge. Les caractéristiques des actes diagnostiques de cette modalité (exposition très localisée d'une zone comportant peu d'organes radiosensibles) en sont la cause. Cela ne doit pas masquer que l'exposition locale, des glandes salivaires notamment, peut être relativement élevée ; il convient donc d'interpréter ces résultats avec discernement (cf. 3.1).
- La médecine nucléaire contribue de façon significative à la dose efficace moyenne à partir de l'âge de 45 ans, et ce plus particulièrement chez les hommes où elle représente la seconde contribution à la dose, largement devant la radiologie conventionnelle.
- Enfin, la radiologie interventionnelle diagnostique contribue assez significativement à la dose efficace moyenne à partir de l'âge de 55-60 ans, à nouveau de façon nettement plus marquée pour les hommes que pour les femmes.

4.2 Répartition de l'exposition par catégorie d'examens : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu

Les fréquences de réalisation des actes d'imagerie sont ici étudiées par groupe d'actes. La définition de ces groupes d'actes a été abordée au chapitre 2 (cf. [Tableau I](#)) et correspond à des zones anatomiques ou à des types d'examens lorsque les zones anatomiques ne sont pas pertinentes. Pour chacune des modalités d'imagerie successivement, un tableau résumant les fréquences d'actes moyennes et les doses efficaces annuelles moyennes par groupe d'actes est présenté, pour l'ensemble de la population et pour chaque sexe. Les groupes d'actes sont classés par fréquence d'actes décroissante dans la population générale. Les fréquences d'actes par classe d'âge sont ensuite présentées pour chaque sexe dans deux graphiques.

4.2.1 Radiologie conventionnelle

Les actes de radiologie conventionnelle portant sur les membres sont les plus fréquents, chez les hommes comme chez les femmes : ils représentent environ un tiers des actes annuels (cf. [Tableau VI](#)). Leur fréquence est sensiblement supérieure chez les femmes. En revanche, les doses efficaces associées aux radiographies des membres étant très faibles, du fait de l'absence d'organes considérés comme radiosensibles, la contribution des actes portant sur cette zone anatomique à la dose efficace annuelle moyenne par individu est extrêmement

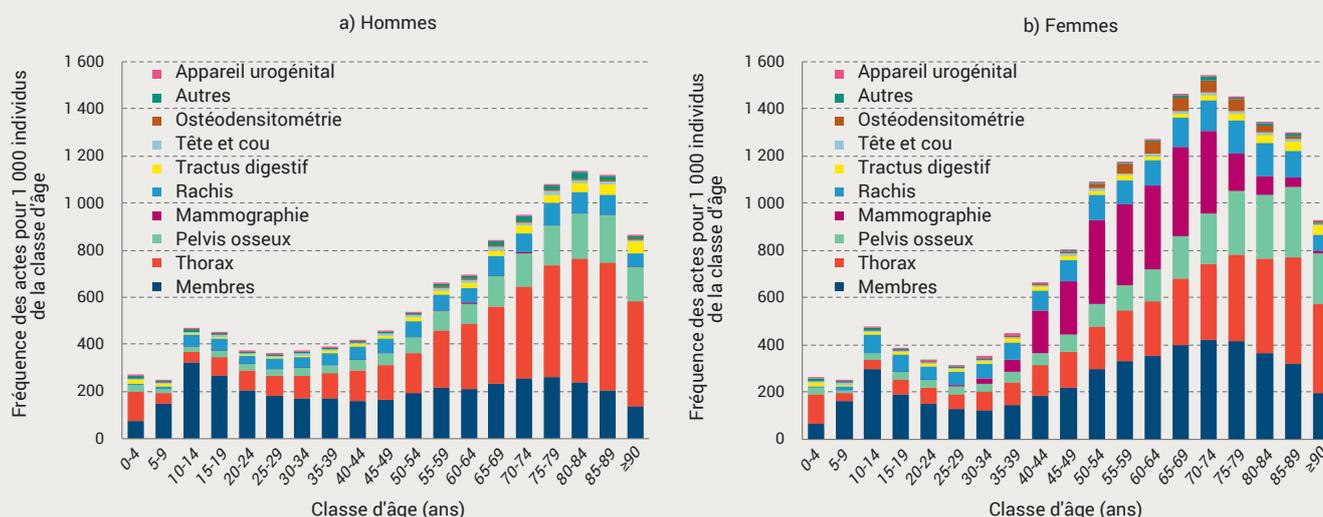
Tableau VI

Répartition de l'exposition par catégorie d'examens en radiologie conventionnelle : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.

Catégorie d'examens	Fréq. actes (/1 000 indiv.)			Dose eff. annuelle moy. (μ Sv/indiv.)		
	Hommes	Femmes	Global	Hommes	Femmes	Global
Membres	198,2	241,6	220,3	0,28	0,36	0,32
Thorax	174,9	165,0	169,8	9,2	8,3	8,8
Pelvis osseux	60,7	93,3	77,3	40,0	61,7	51,0
Mammographie	0,5	145,0	74,1	0,2	43,4	22,2
Rachis	54,0	82,4	68,5	41,8	61,4	51,8
Tractus digestif	14,6	16,7	15,7	27,7	42,3	35,1
Tête et cou	10,1	8,8	9,4	2,2	2,6	2,4
Ostéodensitométrie	2,1	16,5	9,4	0,002	0,016	0,009
Autres	7,8	6,1	6,9	4,7	4,1	4,4
Appareil urogénital	1,4	3,2	2,3	3,3	5,9	4,6
Total	524,4	778,5	653,8	129,4	230,1	180,7

Figure 6

Comparaison des fréquences d'actes de radiologie conventionnelle par catégorie d'examens et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.



faible. Comme pour la radiologie dentaire, cela est lié aux caractéristiques de ces radiographies (exposition très localisée d'une zone ne comportant pas d'organes radiosensibles) et ne doit pas masquer que l'exposition locale peut être relativement élevée. Il convient donc d'interpréter ces résultats avec discernement (cf. 3.1).

Les radiographies du thorax représentent le second groupe d'actes le plus fréquent, pour les deux sexes, avec environ 170 actes pour 1 000 individus. Leur contribution à la dose efficace annuelle moyenne par individu est nettement plus élevée que celle des actes portant sur les membres, mais elle reste très modérée en comparaison d'autres zones anatomiques comme le pelvis ou le rachis.

Les actes portant sur le pelvis osseux représentent le 3^{ème} groupe le plus important chez les hommes et le 4^{ème} chez les femmes, bien qu'ils soient nettement plus fréquents chez ces dernières que chez les premiers, avec un écart d'environ 50 %. Ils représentent, avec les actes sur le rachis, l'un des deux groupes pesant le plus fortement sur la dose efficace annuelle moyenne par individu.

La mammographie est le 3^{ème} groupe d'actes le plus fréquent chez les femmes, avec une fréquence annuelle moyenne de 145 actes pour 1 000 individus. Cette fréquence est très logiquement extrêmement variable selon l'âge des femmes, comme on peut le voir sur la Figure 6b.

Les mammographies sont le 3^{ème} contributeur à la dose efficace annuelle moyenne par femme, avec un peu plus de 43 μ Sv. De la même manière que pour les radiographies des membres, les caractéristiques de ces examens (exposition localisée d'un seul organe radiosensible) en sont l'une des causes. Cela ne doit pas masquer que l'exposition de la glande mammaire peut être relativement élevée ; il convient donc d'interpréter ces résultats avec discernement (cf. 3.1).

Les actes portant sur le rachis sont le 4^{ème}, respectivement le 5^{ème}, groupe le plus fréquent chez les hommes et chez les femmes, bien qu'étant sensiblement plus fréquents chez les femmes. Ils constituent la proportion la plus importante de la dose efficace annuelle moyenne attribuable à la radiologie conventionnelle, à hauteur comparable à celle des actes portant sur le pelvis osseux.

Les actes portant sur le tractus digestif, qui sont approximativement 10 fois moins fréquents que les actes portant sur le thorax, constituent toutefois le 3^{ème} contributeur à la dose efficace annuelle moyenne par individu, du fait des doses efficaces relativement élevées associées à ce type de radiographies.

Les actes portant sur les autres zones anatomiques sont à la fois peu fréquents et faiblement contributeurs à la dose efficace annuelle moyenne par individu, tout particulièrement l'ostéodensitométrie.

La **Figure 6** permet de constater des variations très importantes sur la répartition des localisations des actes de radiologie en fonction de l'âge, ainsi que certaines spécificités liées au sexe :

- Les radiographies des membres sont très fréquentes chez les enfants de 10 à 14 ans, puis deviennent moins fréquentes à l'âge adulte avant d'augmenter à nouveau, particulièrement chez les femmes, pour atteindre un maximum vers l'âge de 75 ans.
- Les radiographies du thorax sont de plus en plus fréquentes à mesure que l'âge des individus augmente, elles deviennent le groupe d'actes le plus fréquent à partir de 55 ans chez les hommes et 80 ans chez les femmes. Les enfants de moins de 5 ans constituent un cas particulier puisque les actes portant sur le thorax sont majoritaires.
- La fréquence des actes portant sur le pelvis osseux augmente également très nettement avec l'âge des individus. Ces actes sont plus fréquents chez les femmes pour l'ensemble des classes d'âge.

- Les mammographies constituent un groupe particulier, puisqu'elles ne concernent quasi-exclusivement que les femmes et que la très grande majorité des actes est concentrée sur les tranches d'âge de 40 à 74 ans. Elles constituent le groupe d'actes le plus fréquent chez les femmes de 45 à 64 ans.
- Les actes portant sur le rachis sont plus fréquents chez les femmes à tout âge. Leur fréquence augmente avec l'âge des individus mais dans des proportions moindres que les actes portant sur le thorax ou le pelvis osseux.

4.2.2 Radiologie dentaire

Les actes de radiologie dentaire sont divisés en deux groupes dans le **Tableau VII** : les radiographies intrabuccales, représentant environ les deux tiers des actes, et les radiographies extrabuccales (qui incluent le panoramique dentaire et le cone-beam CT) pour le dernier tiers. Dans chacune de ces catégories, la fréquence des actes est sensiblement supérieure chez les femmes, avec un écart d'environ 15 %. En conséquence la dose efficace annuelle moyenne par femme liée à la radiologie dentaire est environ 18 % plus élevée que celle des hommes. Le groupe extrabuccal représente environ les deux tiers de cette valeur qui ne représente au total qu'une part extrêmement faible de la dose efficace collective liée à l'imagerie médicale diagnostique (0,3 %, cf. 4.1).

La répartition par classe d'âge des deux groupes d'actes de radiologie dentaire est observable sur la **Figure 7**.

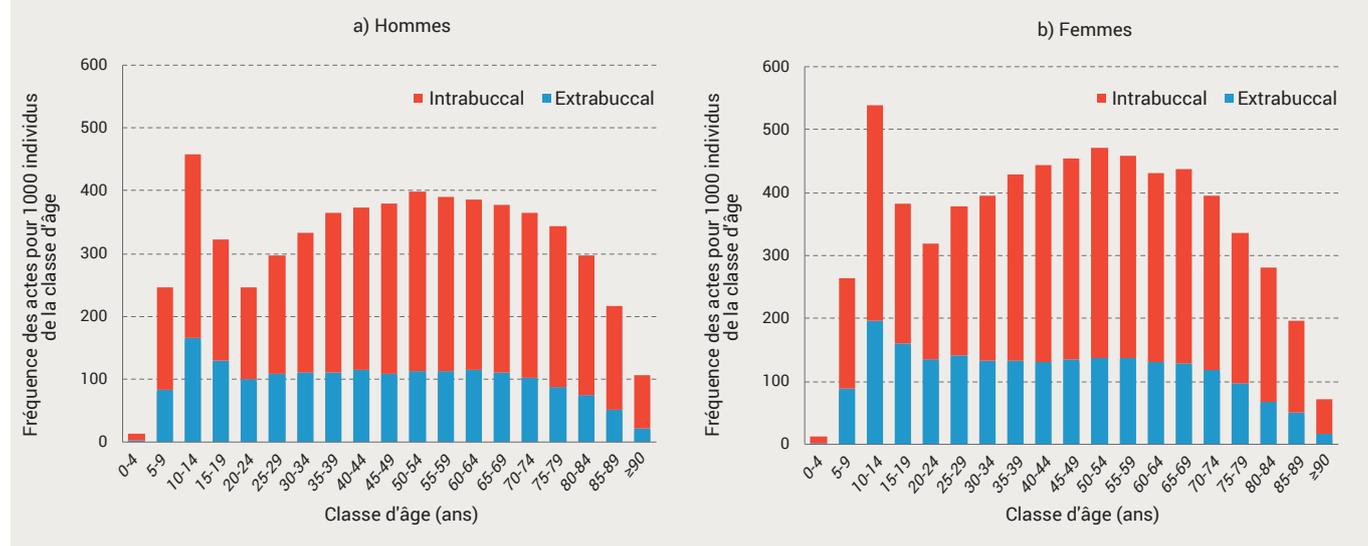
Tableau VII

Répartition de l'exposition par catégorie d'examens en radiologie dentaire : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.

Groupe	Fréq. actes (/1 000 indiv.)			Dose eff. annuelle moy. (µSv/indiv.)		
	Hommes	Femmes	Global	Hommes	Femmes	Global
Intrabuccal	223,3	253,6	238,7	1,4	1,6	1,5
Extrabuccal	103,2	120,4	112,0	2,5	3,0	2,7
Total	326,5	374,0	350,7	3,9	4,6	4,2

Figure 7

Comparaison des fréquences d'actes de radiologie dentaire par catégorie d'examens et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.



La fréquence d'actes est maximale dans la classe d'âge 10-14 ans, pour les deux groupes d'actes et pour les deux sexes. Elle décroît ensuite jusqu'à l'âge de 20-25 ans. La fréquence des radiographies extrabuccales reste ensuite relativement stable, aux environs de 110 actes pour 1 000 hommes et 135 actes pour 1 000 femmes, jusqu'à environ 70 ans, avant de décroître très rapidement. La fréquence des radiographies intrabuccales quant à elle augmente progressivement de 25 ans jusqu'à 50-54 ans, où elle atteint 285 actes pour 1 000 hommes et 333 actes pour 1 000 femmes. Cette fréquence décroît par la suite lentement, puis très rapidement après l'âge de 75 ans.

4.2.3 Scanographie

Comme le montre le **Tableau VIII**, les zones anatomiques faisant le plus fréquemment l'objet d'un acte de scanographie sont la région abdomino-pelvienne et la région tête et cou, avec des fréquences sensiblement équivalentes chez les hommes et chez les femmes. La région abdomino-pelvienne contribue cependant environ six fois plus à la dose efficace annuelle moyenne par individu que la région tête et cou, de façon un peu plus marquée chez les hommes.

Viennent en troisième et quatrième position respectivement les scanners portant sur le thorax et le cœur et ceux portant sur des zones multiples⁸. Pour ces deux groupes la fréquence d'actes est sensiblement plus élevée chez les

⁸ C'est-à-dire portant sur deux au moins des zones définies, par exemple crâne-thorax ou thorax-abdomen-pelvis.

hommes que chez les femmes et cet écart en faveur des hommes est encore plus important lorsque l'on s'intéresse aux doses efficaces annuelles moyennes, particulièrement pour les scanners portant sur des zones multiples, pour lesquels le différentiel est d'environ 100 μSv par individu.

Les scanners du rachis sont le seul groupe pour lequel à la fois la fréquence d'actes et la dose efficace annuelle moyenne sont plus élevées chez les femmes que chez les hommes.

Les scanners portant sur les membres sont à la fois assez peu fréquents et faiblement contributeurs à la dose efficace annuelle moyenne par individu.

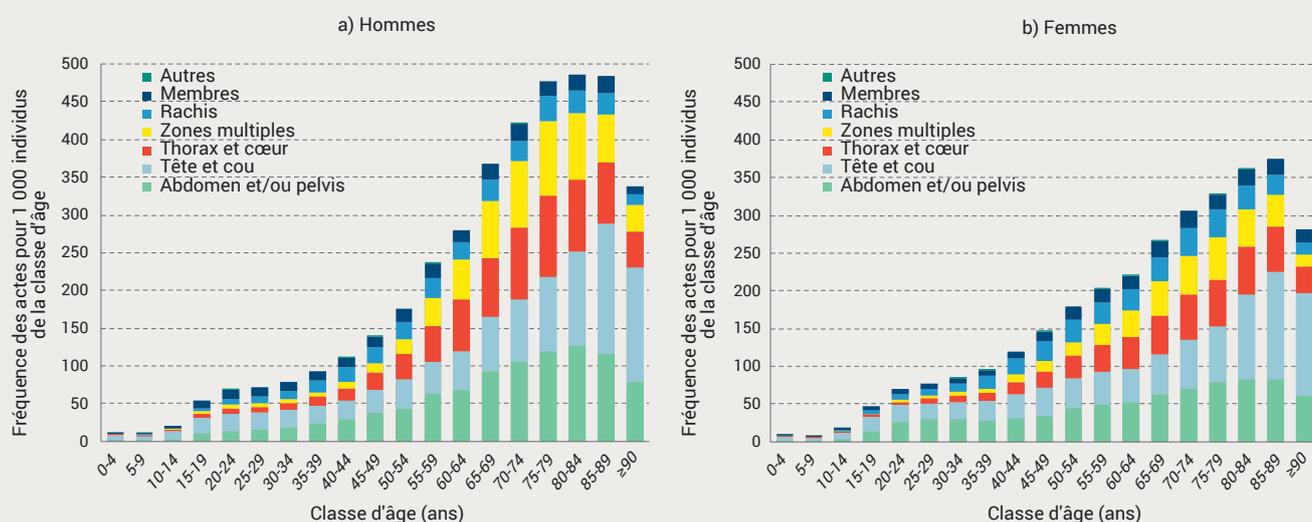
Tableau VIII

Répartition de l'exposition par catégorie d'examen en scanographie : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.

Zone anatomique	Fréq. actes (/1 000 indiv.)			Dose eff. annuelle moy. ($\mu\text{Sv}/\text{indiv.}$)		
	Hommes	Femmes	Global	Hommes	Femmes	Global
Abdomen et/ou pelvis	39,5	36,8	38,1	382,0	341,6	361,4
Tête et cou	37,3	38,9	38,1	62,8	61,9	62,3
Thorax et cœur	29,9	23,5	26,6	168,4	135,0	151,4
Zones multiples	23,4	17,5	20,4	401,6	301,9	350,8
Rachis	15,5	18,4	17,0	147,8	175,4	161,9
Membres	12,5	11,4	12,0	61,9	37,6	49,5
Autres	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2
Total	158,2	146,6	152,3	1 224,5	1 053,8	1 137,5

Figure 8

Comparaison des fréquences d'actes de scanographie par catégorie d'examen et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.



La **Figure 8** permet de constater que l'évolution des fréquences d'actes avec l'âge des individus est relativement semblable pour l'ensemble des groupes d'actes de scannographie. Extrêmement faibles avant l'âge de 15 ans, les fréquences d'actes augmentent progressivement avec l'âge pour atteindre un maximum entre 75 et 90 ans, selon la zone anatomique. Au-delà de 90 ans, les fréquences d'actes diminuent fortement. Toutes catégories d'examen confondues, les fréquences d'actes des hommes et celles des femmes sont assez proches chez l'adulte de 20 à 50 ans, le différentiel en faveur des hommes se creuse fortement au-delà de 55 ans.

Tableau IX

Répartition de l'exposition par catégorie d'examen en médecine nucléaire : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.

Catégorie d'examen	Fréq. actes (/1 000 indiv.)			Dose eff. annuelle moy. (µSv/indiv.)		
	Hommes	Femmes	Global	Hommes	Femmes	Global
TEP et oncologie	7,9	8,4	8,1	102,0	93,6	97,7
App. ostéoart. et musculaire	5,4	6,2	5,8	17,1	19,9	18,6
Appareil circulatoire	6,8	4,4	5,6	61,6	34,3	47,7
Système endocrinien	0,7	1,7	1,2	2,2	4,9	3,6
Appareil respiratoire	0,6	0,9	0,7	1,6	2,2	1,9
Autres	0,1	1,3	0,7	0,1	0,4	0,3
Système nerveux	0,5	0,5	0,5	3,2	3,0	3,1
Appareil urogénital	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Syst. immu. et hématopoïét.	0,2	0,3	0,3	0,6	0,8	0,7
Total	22,5	24,1	23,3	188,7	159,4	173,8

4.2.4 Médecine nucléaire

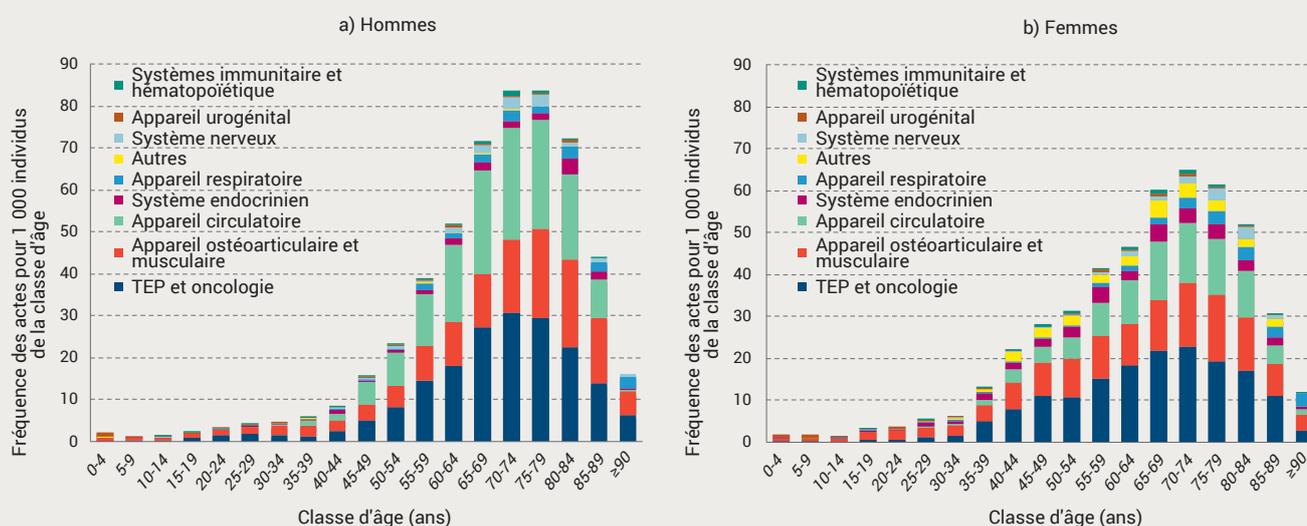
Les fréquences d'actes de médecine nucléaire (**Tableau IX**) sont très similaires pour trois catégories principales d'actes et sont nettement plus importantes que celles des autres catégories : la TEP et l'oncologie en première position, suivis à parts presque égales par l'appareil ostéoarticulaire et musculaire et par l'appareil circulatoire. Ces trois groupes sont également les plus gros contributeurs à la dose efficace annuelle moyenne par individu : TEP et oncologie en premier, suivis par les actes liés à l'appareil circulatoire qui devancent largement ceux liés à l'appareil ostéoarticulaire et musculaire. Les actes portant sur le système endocrinien arrivent au 4^{ème} rang des fréquences d'actes et des doses efficaces annuelles moyennes. Les autres catégories d'actes suivent avec des fréquences très faibles.

Les fréquences d'actes pour les femmes sont supérieures à celles des hommes pour la majorité des groupes d'actes, à l'exception notable des actes portant sur l'appareil circulatoire pour lesquels les hommes ont environ 50 % d'examen en plus, ce qui contribue largement à ce que la dose efficace annuelle moyenne par individu soit globalement plus élevée pour les hommes que pour les femmes sur le total des actes de médecine nucléaire.

La **Figure 9** permet de constater que les fréquences d'actes de médecine nucléaire des hommes présentent une distribution en âge très resserrée autour des classes d'âge 65-85 ans, tandis que cette distribution est plus étalée pour les femmes, les fréquences d'actes pour les

Figure 9

Comparaison des fréquences d'actes de médecine nucléaire par catégorie d'examen et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.



classes d'âge 40 à 65 ans étant relativement importantes pour ces dernières. Pour les trois catégories d'examen majoritaires, les fréquences d'actes augmentent fortement sur la période 35-70 ans pour les femmes, 45-70 ans pour les hommes, puis atteignent un plateau et diminuent rapidement à partir de 80 ans, quel que soit le sexe.

4.2.5 Radiologie interventionnelle diagnostique

Le **Tableau X** indique que la grande majorité des actes de radiologie interventionnelle diagnostique⁹ sont des actes de cardiologie, ce qui explique que cette catégorie constitue le principal contributeur à la dose efficace annuelle moyenne associée à cette modalité d'imagerie. Les actes sur le système vasculaire arrivent en seconde position et sont environ trois fois moins fréquents que les actes cardiaques. Les catégories biliaire et neurologique suivent avec des fréquences très faibles et des contributions à la dose efficace annuelle moyenne très modérées. Les fréquences d'actes sont très largement plus élevées pour les hommes que pour les femmes pour les groupes vasculaire et plus encore cardiaque, ainsi que les doses efficaces annuelles moyennes par individu qui y sont associées.

Il faut rappeler ici que les actes diagnostiques en radiologie interventionnelle sont très fréquemment associés à un acte thérapeutique et, de ce fait, ne font pas systématiquement

l'objet d'un codage CCAM spécifique. Un nombre probablement très important d'actes diagnostiques n'est donc pas pris en compte dans cette étude. Les chiffres présentés ici ne doivent donc pas être considérés comme représentatifs de l'ensemble de la pratique clinique.

Comme on peut le voir sur la **Figure 10**, les fréquences d'actes de cardiologie sont extrêmement faibles jusqu'à l'âge de 35-40 ans puis croissent très rapidement chez les hommes, plus lentement chez les femmes, jusqu'à un maximum atteint entre 75 et 84 ans. Cette évolution en fonction de l'âge est sensiblement la même pour les autres catégories d'actes de radiologie interventionnelle diagnostique, même si les faibles nombres d'actes observés rendent l'interprétation incertaine, particulièrement pour les groupes biliaires ou neurologiques.

Tableau X

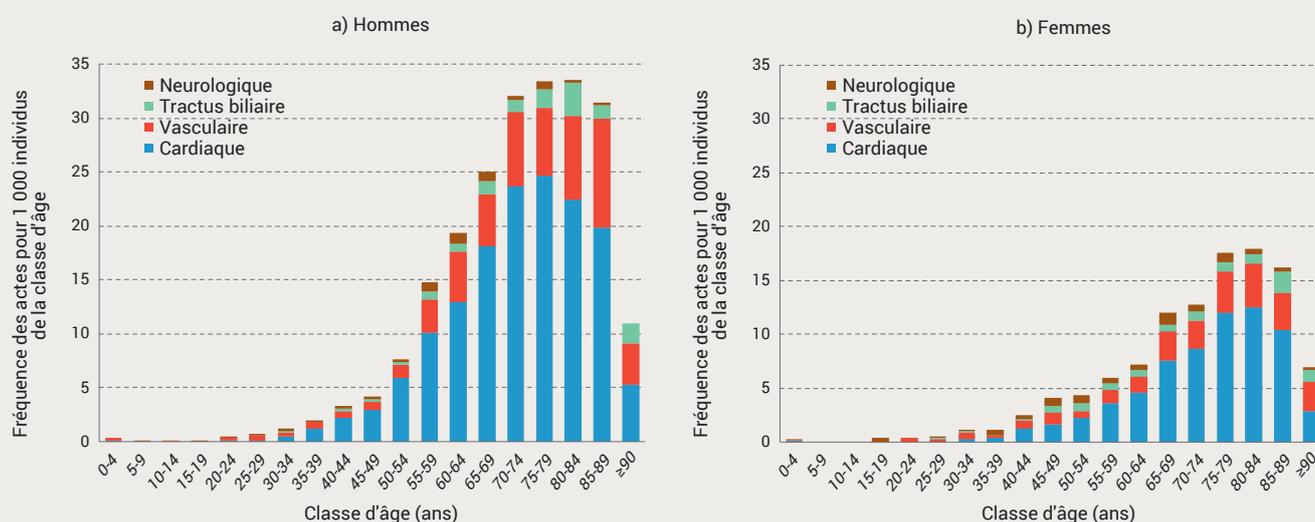
Répartition de l'exposition par catégorie d'examen en radiologie interventionnelle diagnostique : fréquences d'actes et doses efficaces moyennes par individu.

Catégorie d'examen	Fréq. actes (/1 000 indiv.)			Dose eff. annuelle moy. (µSv/indiv.)		
	Hommes	Femmes	Global	Hommes	Femmes	Global
Cardiaque	5,8	2,8	4,3	32,3	15,9	23,9
Vasculaire	1,9	1,1	1,5	14,2	7,2	10,6
Tractus biliaire	0,4	0,4	0,4	0,7	0,6	0,6
Neurologique	0,3	0,4	0,3	2,6	2,6	2,6
Total	8,3	4,7	6,5	49,7	26,3	37,8

⁹ Se référer au paragraphe 2.1 pour la définition de la radiologie interventionnelle diagnostique.

Figure 10

Comparaison des fréquences d'actes de radiologie interventionnelle diagnostique par catégorie d'examen et par classe d'âge dans la population masculine et dans la population féminine.



5

POPULATION RÉELLEMENT EXPOSÉE EN 2017

L'EGB étant alimenté à la fois par le SNIIRAM pour le secteur privé et par le PMSI pour les séjours et les soins externes dans le secteur public, il est possible de déterminer la part de la population étudiée réellement exposée, c'est-à-dire ayant bénéficié d'au moins un acte d'imagerie à visée diagnostique utilisant les rayonnements ionisants dans l'année. **Ce chapitre est donc consacré à cette population réellement exposée en 2017. Les individus exposés qui la composent seront appelés patients par la suite.** L'exposition des patients sera caractérisée en nombre et en nature d'actes, ainsi qu'en dose efficace annuelle individuelle.

5.1 Caractérisation de la population exposée

5.1.1 Proportion d'individus réellement exposés (patients) parmi la population protégée

Parmi les 703 261 individus présents dans l'effectif de l'EGB en 2017, 319 187 d'entre eux, soit 45,4 %, ont bénéficié en 2017 d'un ou plusieurs actes diagnostiques.

Comme on peut le voir sur le **Tableau XI**, ces proportions sont largement variables selon le sexe des individus : la proportion de femmes exposées est très nettement plus élevée que celle des hommes : 50,2 % contre 40,4 %. Cet écart se réduit toutefois de moitié si l'on exclut les mammographies des actes diagnostiques pris en compte. Même sans considérer cet examen quasiment exclusivement féminin¹⁰, les femmes ont donc plus souvent recours à une procédure d'imagerie diagnostique que les hommes, avec un écart d'environ 5 points. La proportion d'individus exposés au sein de la population diminue très fortement si l'on ne prend pas en compte les procédures de radiologie dentaire, qui contribuent très faiblement à la dose efficace collective : 32,7 %, soit une diminution de près de 13 points.

Tableau XI

Proportion de l'effectif de l'EGB ayant bénéficié d'au moins un acte d'imagerie diagnostique en 2017.

	Hommes	Femmes	Global
	(%)	(%)	(%)
Toutes modalités d'imagerie	40,4	50,2	45,4
Radiologie dentaire exclue	27,3	37,9	32,7
Mammographie exclue	40,4	45,3	42,9

¹⁰ On dénombre 183 actes de mammographie réalisés sur des hommes contre 51 947 sur des femmes dans l'EGB en 2017.

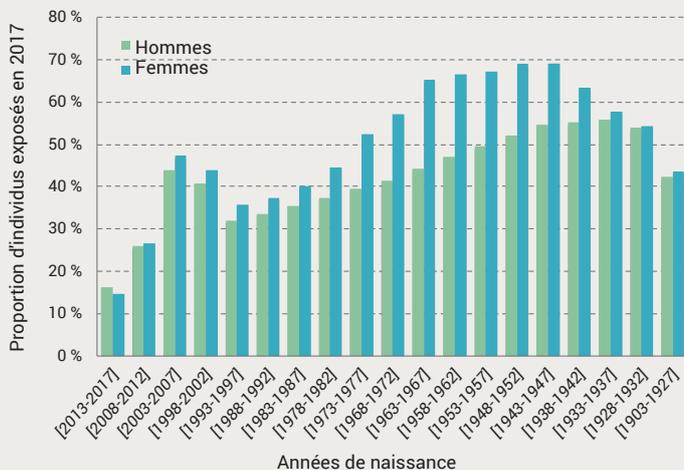
On peut donc considérer qu'environ un Français sur trois a bénéficié d'au moins une procédure diagnostique en 2017, hors radiologie dentaire.

La proportion d'individus exposés au sein de la population dépend également fortement de l'âge, comme le montre la **Figure 11**. La fraction de la population ayant bénéficié d'au moins un acte diagnostique y est représentée, par plage d'année de naissance, en pourcentage de la population masculine, respectivement féminine. L'âge des individus présents dans l'EGB variant nécessairement d'un an au cours d'une année, il est en effet plus fiable de calculer la proportion d'individus exposés selon l'année de naissance plutôt que selon l'âge. Les plages d'années de naissance ont été choisies de manière à correspondre au mieux aux classes d'âge utilisées dans ce rapport.

On note que la proportion de femmes exposées est plus importante que pour les hommes sur l'ensemble des années de naissance, cet écart étant particulièrement marqué chez les femmes nées entre les années 1940 et 1980 (âgées de 36 à 77 ans en 2017), ce qui est en grande partie lié aux examens de mammographie, comme on peut le constater sur la **Figure 12b** où ce type d'examen n'est pas pris en compte. Une exception est à noter pour les enfants nés à partir de 2013 (âgés de 4 ans ou moins en 2017) pour lesquels la proportion de petits garçons exposés est plus élevée que pour les petites filles. Cela correspond à ce qui a déjà été observé dans le rapport dédié à la population pédiatrique [9] et est vraisemblablement lié aux problèmes de santé touchant davantage la population périnatale masculine que féminine, mis en évidence par la mortalité périnatale plus élevée des petits garçons par rapport aux petites filles.

Figure 11

Proportion d'individus exposés en 2017 selon le sexe et l'année de naissance.



La proportion d'individus exposés au sein de la population croît avec l'âge, depuis environ 15 % pour les plus jeunes enfants jusqu'à un peu moins de 70 % pour les femmes nées dans la décennie 1940 (âgées d'environ 65 à 75 ans en 2017) et environ 55 % pour les hommes nés dans les décennies 1930 et 1940 (âgés d'environ 65 à 85 ans en 2017). Une proportion plus élevée est observée pour les enfants et adolescents nés entre 1998 et 2007 (âgés de 9 à 19 ans en 2017), ce qui avait également été

observé dans le rapport mentionné plus haut [9, p. 19] et est très probablement lié à l'examen bucco-dentaire de prévention obligatoire fixé à 12 ans par le code de la santé publique.

La **Figure 12a** représente à nouveau la proportion d'individus exposés à au moins un acte d'imagerie, à l'exclusion de la radiologie dentaire. On constate que la baisse générale de la proportion d'individus exposés modifie assez peu l'aspect général de la distribution en âge, à l'exception notable des années correspondant aux enfants et adolescents de 10 à 20 ans en 2017, pour lesquels la proportion est environ divisée par deux. Cette catégorie de la population se caractérise en effet par un fort recours à la radiologie dentaire, comme indiqué au chapitre précédent. Par comparaison entre la **Figure 11** et la **Figure 12a**, on peut observer qu'une part de l'écart entre les proportions d'hommes et de femmes exposés, très marqué pour les personnes nées entre les années 1940 et 1980, est lié à la radiologie dentaire, puisque cet écart est encore plus important lorsque cette modalité n'est pas prise en compte. Cela semble indiquer que les hommes de cette tranche d'âge sont plus nombreux que les femmes à n'avoir que ce type d'examen radiologique (radiologie dentaire) dans l'année. On notera, a contrario, que les femmes nées entre 1983 et 2007 sont plus nombreuses que les hommes à n'avoir que ce type d'examen dans l'année, puisque les écarts observés sur la **Figure 11** sont presque inexistantes sur la **Figure 12a** pour ces années de naissance.

Figure 12

Proportion d'individus exposés en 2017 selon le sexe et l'année de naissance, en excluant la radiologie dentaire ou la mammographie.



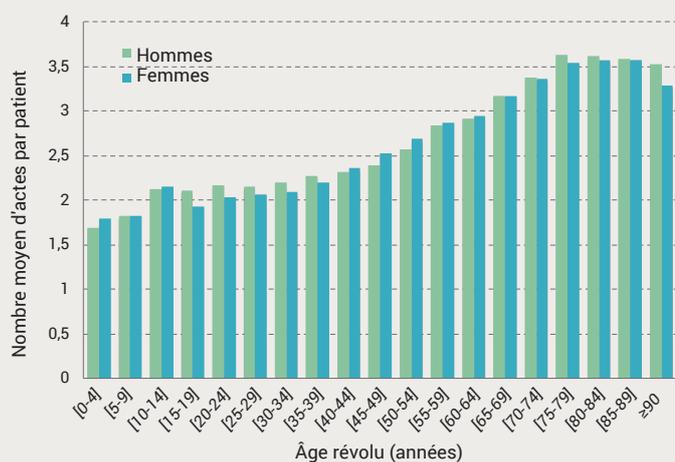
Tableau XII

Statistiques des nombres d'actes annuels par patient, selon le sexe.

Nombre d'actes par patient	Hommes	Femmes	Global
Moyenne	2,57	2,65	2,61
Moyenne (hors dentaire)	2,61	2,52	2,56
25 ^{ème} centile	1	1	1
Médiane	2	2	2
75 ^{ème} centile	3	3	3
95 ^{ème} centile	7	7	7
Maximum			132

Figure 13

Nombre moyen d'actes diagnostiques par patient en 2017, selon le sexe et l'âge



5.1.2 Nombre d'actes par patient

Les 319 187 personnes de l'EGB exposées à au moins un acte d'imagerie en 2017 ont bénéficié de 834 444 actes d'imagerie, ce qui représente donc une moyenne de 2,61 actes par patient. Le **Tableau XII** détaille les différentes statistiques sur le nombre d'actes annuel dont bénéficient les patients. Les patientes ont en moyenne très légèrement plus d'examen que les patients, cette différence s'inversant si on ne prend pas en compte la radiologie dentaire pour déterminer la population exposée. La distribution du nombre d'actes est très asymétrique, comme le montre les différents centiles calculés dans le **Tableau XII** : 50 % des patients bénéficie d'un ou deux actes annuels, les trois quarts d'un à trois actes, tandis que 5 % d'entre eux a reçu plus de 7 actes diagnostiques en 2017. Le nombre d'actes maximum relevé dans l'EGB pour un même patient est de 132. Il faut noter que cette répartition ne varie pas si la radiologie dentaire n'est pas prise en compte.

La répartition du nombre moyen d'actes diagnostiques est dépendante de l'âge du patient, comme l'illustre la **Figure 13** : les jeunes enfants (âge < 10 ans) ont en moyenne moins de 2 actes annuels, les adultes les plus âgés (≥ 75 ans) en ont, toujours en moyenne, environ 3,5. L'augmentation du nombre moyen d'actes apparaît comme proche d'être linéaire avec l'âge, mis à part la tranche d'âge 10-14 ans et dans une moindre mesure les tranches d'âge allant de 15 à 39 ans pour les hommes où un surcroît d'actes peut être observé. Au-delà de 75 ans pour les hommes et 80 ans pour les femmes, le nombre moyen d'actes se stabilise.

La répartition du nombre d'actes selon l'âge et le sexe est clairement différente en fonction du type d'imagerie réalisée, comme illustré par la **Figure 14** pour quatre d'entre elles :

- Le nombre moyen d'actes de **radiologie conventionnelle** (**Figure 14a**) est relativement élevé pour les plus jeunes enfants¹¹ (1,5 par patient pour les moins de 5 ans) puis se stabilise aux environs de 1 jusqu'à l'âge de 40 ans. Un écart conséquent est observé dans ces tranches d'âge entre hommes et femmes, en faveur des premiers¹². À partir de 40 ans, le nombre moyen d'actes augmente presque linéairement jusqu'aux âges les plus avancés. Cette augmentation est plus fortement marquée pour les femmes qui ont en moyenne, pour l'ensemble de ces tranches d'âge, plus d'examen annuels que les hommes. Cette observation est clairement à mettre en relation avec les mammographies liées au dépistage du cancer du sein.
- La distribution du nombre moyen d'actes de **radiologie dentaire** (**Figure 14b**) suit une tendance inverse par rapport à celle de la radiologie conventionnelle : les patients les plus jeunes (à l'exception des enfants de moins de 5 ans) ont en moyenne environ un acte dentaire dans l'année, cette valeur diminue ensuite régulièrement avec l'âge, plus fortement encore à partir de 85 ans. On peut également noter que les jeunes patientes ont en moyenne un peu plus d'examen radiologiques dentaires que les jeunes patients, l'inverse étant constaté à partir de l'âge de 35 ans.
- En **scanographie** (**Figure 14c**), la distribution du nombre moyen d'actes est fortement décalée vers les âges les plus avancés, de façon encore plus marquée pour les hommes. Avant l'âge de 15 ans, le nombre moyen d'actes de scanner par patient est très bas (entre 0,03 et 0,06 environ) ; il augmente ensuite lentement puis plus fortement pour atteindre son maximum de 0,7 chez

¹¹ Vraisemblablement relié aux pathologies chroniques de la petite enfance (bronchiolites...).

¹² À mettre en rapport avec la fréquence plus élevée des radiographies des membres pour les jeunes hommes (cf. **Figure 6**), vraisemblablement lié à la traumatologie.

les femmes et 0,9 chez les hommes, pour les patients les plus âgés. Le différentiel entre hommes et femmes est maximum pour les tranches d'âge 60 à 75 ans : les patients ont environ 1,8 fois plus de scanners que les patientes.

- Enfin, la répartition en **médecine nucléaire** (Figure 14d) est également fortement accentuée sur les âges avancés. Le nombre moyen d'actes est très faible avant l'âge de 35-40 ans, puis il croît rapidement pour atteindre son maximum entre 70 et 80 ans et décroître rapidement ensuite. Le différentiel entre hommes et femmes est très important pour les tranches d'âge supérieures à 55 ans.

En raison du nombre trop faible d'actes dans l'EGB, les résultats obtenus pour la radiologie interventionnelle diagnostique ne sont pas représentés ici.

5.2 Dose efficace individuelle

Lorsque la dose efficace totale calculée pour l'année 2017 est rapportée au nombre de patients (pour rappel, les patients sont les individus réellement exposés de la population de l'EGB), on obtient une **dose efficace individuelle cumulée moyenne d'environ 3,4 mSv**. Plus encore que pour le nombre d'actes, la distribution de la dose est extrêmement hétérogène (cf. **Tableau XIII**) : la moitié des patients reçoit une dose inférieure ou égale à 0,1 mSv, 75 % reçoit 1,5 mSv ou moins, tandis que les 5 % des patients les plus exposés reçoivent une dose supérieure à 18,1 mSv, avec un maximum observé dans cette étude de 380 mSv pour un patient donné.

Figure 14

Répartition par âge et par sexe du nombre moyen d'actes par patient, selon la modalité d'imagerie.



Tableau XIII

Statistiques des doses efficaces annuelles cumulées par patient, selon le sexe, avec et sans prise en compte des actes de radiologie dentaire.

Dose efficace annuelle par patient (mSv)	Dentaire inclus			Dentaire exclus		
	Hommes	Femmes	Global	Hommes	Femmes	Global
Moyenne	3,95	2,94	3,38	5,84	3,88	4,68
25 ^{ème} centile	0,009	0,019	0,014	0,010	0,068	0,058
Médiane	0,04	0,31	0,10	0,61	0,31	0,33
75 ^{ème} centile	1,60	1,40	1,53	5,85	2,45	3,80
95 ^{ème} centile	20,3	15,5	18,1	27,6	18,6	21,4
Maximum			380			380

Contrairement à ce qui a été constaté au paragraphe 5.1.2 pour le nombre d'actes, une différence très nette est observée dans le **Tableau XIII** entre hommes et femmes en termes de dose efficace individuelle cumulée : les hommes ont reçu en moyenne environ 1 mSv de plus que les femmes en 2017. L'analyse des différents centiles confirme que la distribution de dose efficace des hommes est nettement décalée vers les doses élevées par rapport à celle des femmes. Cette constatation est à mettre en relation avec le nombre moyen d'actes de scanographie et de médecine nucléaire par patient qui est plus élevé chez les hommes (cf. **Figure 14c** et **d**) : ces deux modalités d'imagerie étant associées aux doses efficaces par examen les plus élevées, il est cohérent d'observer une dose efficace cumulée par patient plus élevée pour les hommes que pour les femmes.

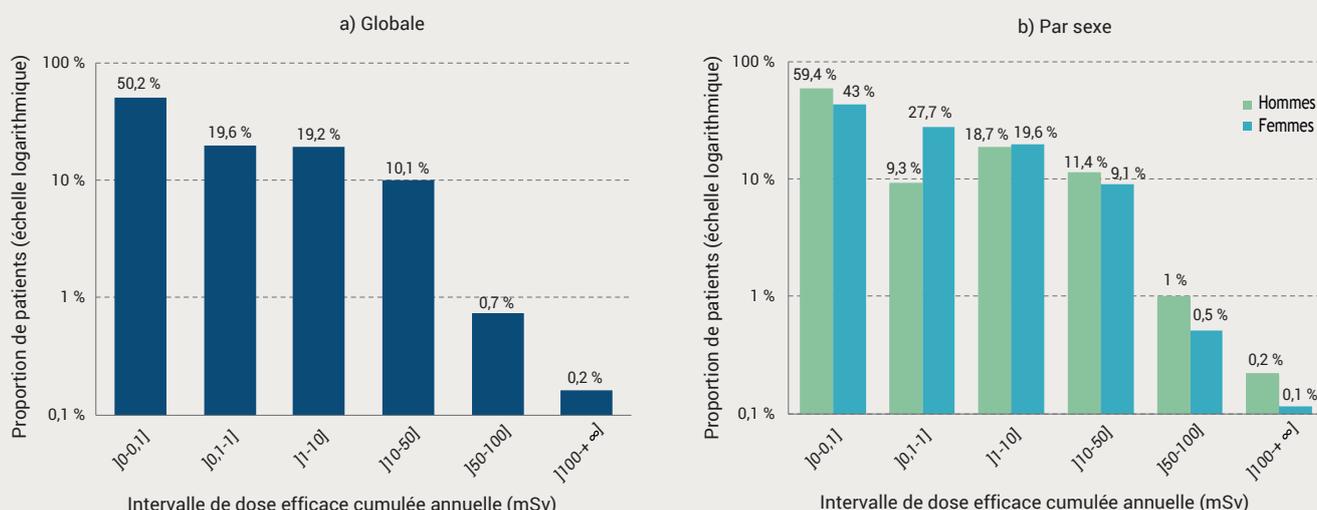
La radiologie dentaire ne contribuant que très faiblement à la dose efficace collective (voir chapitre 4), il est

intéressant de caractériser la dose efficace cumulée par patient en ne considérant que les actes d'imagerie autres que la radiologie dentaire. La population considérée comme exposée est alors plus réduite (n = 229 790 au lieu de 319 187) puisque les patients ayant bénéficié exclusivement d'actes de radiologie dentaire au cours de l'année 2017 ne sont pas comptabilisés. Au sein de cette population restreinte, la dose efficace individuelle cumulée moyenne augmente sensiblement (+38 %), pour atteindre environ 4,7 mSv. Les différences entre expositions des hommes et des femmes déjà observées sont confirmées et accentuées, l'écart sur les doses efficaces cumulées par patient atteint presque 2 mSv.

La **Figure 15** représente une autre façon d'appréhender la répartition des doses efficaces annuelles cumulées par patient. Le pourcentage de patients ayant reçu une dose cumulée comprise dans un intervalle de dose spécifié y est

Figure 15

Proportion de patients ayant reçu une dose efficace cumulée annuelle dans l'intervalle spécifié.



représenté, en échelle logarithmique, sans distinction de sexe (a) et selon le sexe (b). On retrouve le fait qu'environ la moitié (50,2 %) des patients a reçu en 2017 une dose efficace cumulée inférieure ou égale à 0,1 mSv. Un peu moins d'un cinquième des patients a reçu une dose efficace cumulée comprise entre 0,1 et 1 mSv, un autre cinquième, une dose comprise entre 1 et 10 mSv. Enfin 10,1 % des patients a reçu entre 10 et 50 mSv et 0,9 % plus de 50 mSv. Ces chiffres illustrent un fait que la seule connaissance de la dose moyenne par patient aurait tendance à masquer : **la grande majorité (81,6 % exactement) des patients a reçu en 2017 une dose inférieure à la dose moyenne de 3,4 mSv.**

La répartition de la dose efficace cumulée apparaît clairement différente selon le sexe sur la **Figure 15b** : une proportion trois fois plus élevée de femmes reçoit une dose annuelle cumulée entre 0,1 et 1 mSv, ce qui correspond à la gamme de dose des mammographies. Dans les intervalles de doses les plus élevées, la proportion d'hommes est deux fois plus élevée, du fait de leur recours plus fréquent à la scanographie et à la médecine nucléaire.

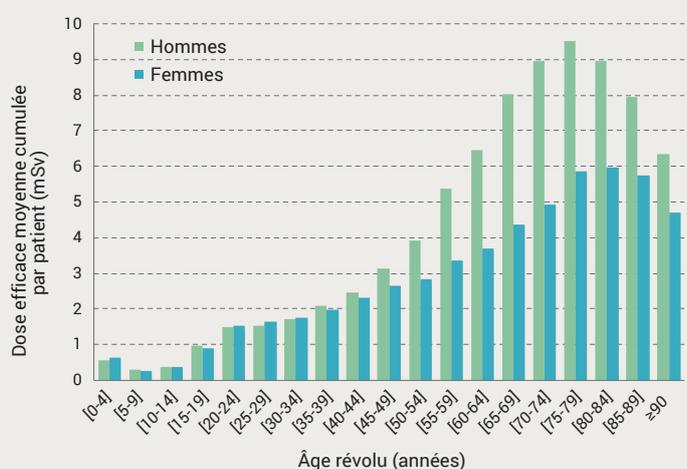
La dose efficace moyenne cumulée est également, et encore plus fortement, dépendante de l'âge des patients, comme on peut le constater sur la **Figure 16**. La répartition de cette dose selon les tranches d'âge y est représentée, pour les deux sexes. Elle varie de façon très similaire chez l'homme et la femme jusqu'à environ 40 ans : inférieure à 1 mSv chez l'enfant et le très jeune adulte (0,6 mSv avant 5 ans, environ 0,4 mSv entre 5 et 15 ans, 0,9 mSv avant 20 ans) et sans différence très fortement marquée entre garçon et fille, elle augmente avec l'âge pour atteindre environ 2 mSv avant 40 ans. Au-delà de cet âge, l'exposition annuelle devient en moyenne nettement plus importante chez l'homme que chez la femme (environ 9 mSv vs 5 mSv entre 70 et 74 ans). Les résultats présentés au chapitre précédent, qui montrent en particulier des nombres d'actes de scanographie et de médecine nucléaire plus importants chez l'homme que chez la femme après 45 ans, permettent d'expliquer cette différence. En effet, les doses efficaces associées aux scanographies et aux actes diagnostiques de médecine nucléaire sont, pour la plupart, plus élevées que les doses efficaces associées aux examens de radiologie conventionnelle.

5.3 Focus : Problématique des examens scanners cumulés

Comme indiqué au chapitre 4, le scanner est la modalité ayant la plus forte contribution à la dose efficace collective en France. Cette constatation s'applique à l'ensemble des

Figure 16

Dose efficace moyenne cumulée par patient, selon le sexe et l'âge.



pays ayant un système de soins proche de celui de la France. Il existe donc un questionnement international concernant la dose efficace cumulée chez des patients ayant bénéficié de plusieurs examens de scanographie. Une étude récente du Massachusetts General Hospital de Boston [33] a conclu que 1,3 % des patients ayant bénéficié d'au moins un examen scanner sur une période de 1 à 5 ans a reçu une dose efficace cumulée supérieure à 100 mSv. Une étude internationale, pilotée par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), est arrivée à une conclusion similaire [34].

Cette partie de l'étude ExPRI s'intéresse donc à la population de patients ayant bénéficié d'au moins un acte de scanographie diagnostique (comme déjà expliqué au chapitre 2, les actes à visée interventionnelle ne sont pas pris en compte, ni les scanners de planification en radiothérapie), en 2017 ainsi que, rétrospectivement, sur une période de cumul de 3 et 6 ans. Le **Tableau XIV** présente différentes statistiques sur le nombre d'actes de scanographie et la dose efficace individuelle associée. Il convient de préciser que les doses d'éventuels actes d'imagerie autres que la scanographie ne sont pas prises en compte. Selon la durée de cumul considérée, les patients ont eu en moyenne entre 1,64 et 2,56 examens scanner pour des périodes de 1 an et 6 ans respectivement, correspondant à une dose efficace cumulée moyenne de 12 à 18 mSv. La très grande majorité des patients ont peu d'examens scanner : 75 % en ont au maximum deux en un ou trois ans et trois en six ans, avec des doses efficaces cumulées inférieures à 15 mSv, 18 mSv et 20 mSv, respectivement. Cependant, on constate également qu'au sein de la population de chacune des périodes considérées, 1 % des patients

Tableau XIV

Nombre d'actes de scanographie diagnostique et dose efficace individuelle associée, pour la population de patients exposés au scanner et selon trois périodes de cumul.

Période de cumul considérée		Moyenne	Médiane	Centiles			Effectif national* du 99 ^{ème} centile
				75 ^{ème}	95 ^{ème}	99 ^{ème}	
2017 (1 an)	Nombre d'actes	1,64	1	2	4	7	67 000
	Dose efficace (mSv)	12,2	9,3	14,6	37,8	77,0	
2015-2017 (3 ans)	Nombre d'actes	2,10	1	2	6	11	148 000
	Dose efficace (mSv)	15,4	9,7	18,0	51,7	117,7	
2012-2017 (6 ans)	Nombre d'actes	2,56	2	3	8	14	225 000
	Dose efficace (mSv)	18,2	10,0	20,0	62,8	145,0	

* Effectif approximatif, arrondi au millier.

cumule plus de 7 examens en 2017, 11 examens entre 2015 et 2017 et 14 examens entre 2012 et 2017, ce qui conduit à des doses efficaces cumulées supérieures à 77 mSv, 118 mSv et 145 mSv, respectivement. L'effectif national correspondant à ces 1 % de patients ayant bénéficié d'actes de scanographie est indiqué, arrondi au millier, dans le **Tableau XIV** : sur 6 années de cumul, il est de plus de 200 000 patients.

Parmi la population ayant bénéficié d'actes de scanographie durant les périodes de cumul considérées, il est judicieux de s'intéresser aux patients ayant cumulé une dose efficace de plus de 100 mSv. Il existe en effet un certain consensus entre les différentes organisations internationales comme la CIPR [16] ou l'UNSCEAR [10] pour considérer qu'au-delà de cette valeur de dose efficace, le risque stochastique lié aux rayonnements ionisants est avéré. Le **Tableau XV** présente quelques caractéristiques de cette population de patients fortement exposée, dénommée « 100 mSv+ » ci-après. **En 2017, environ 0,5 % des patients**

ayant bénéficié d'au moins un scanner ont reçu une dose efficace cumulée supérieure à 100 mSv, ce qui représente environ 33 000 patients au niveau national. Sur la période 2012-2017, soit 6 années de cumul, cette proportion est de 2,25 %, soit un peu plus de 500 000 patients à l'échelle du pays. La dose efficace reçue par ces patients est en moyenne d'environ 130 mSv pour 2017 et 160 mSv pour 6 années de cumul. Les valeurs maximales observées dans l'EGB sont de 30 actes de scanographie et 313 mSv cumulés en 2017 et de 65 actes de scanographie et 694 mSv cumulés en 6 ans sur la période 2012-2017. Du fait de la représentativité limitée de l'échantillon, il est fortement probable que les valeurs maximales au niveau national soient supérieures à celles observées sur l'EGB.

La **Figure 17** représente certaines caractéristiques de la population «100 mSv+» pour un cumul de 3 ans, rapportées à une base 100 en 2012-2014, ce qui permet de visualiser leur évolution. La proportion des patients « 100 mSv+ » par rapport à la population ayant bénéficié

Tableau XV

Caractérisation de la population de patients exposés au scanner et recevant plus de 100 mSv, en nombre d'actes et en dose efficace individuelle associée, selon trois périodes de cumul.

Période de cumul considérée		Moyenne	Médiane	Centiles		% patients exposés*	Effectif national estimé#
				75 ^{ème}	95 ^{ème}		
2017 (1 an)	Nombre d'actes	10,1	9	12	18	0,49	33 000
	Dose efficace (mSv)	133,5	122,6	144,0	199,7		
2015-2017 (3 ans)	Nombre d'actes	12,2	11	15	22	1,44	212 000
	Dose efficace (mSv)	153,0	134,6	172,1	270,6		
2012-2017 (6 ans)	Nombre d'actes	14,1	13	17	26	2,25	506 000
	Dose efficace (mSv)	160,0	138,2	179,5	296,2		

* Par rapport à la population ayant bénéficié d'au moins un scanner diag. sur la période considérée. # Effectif approximatif, arrondi au millier.

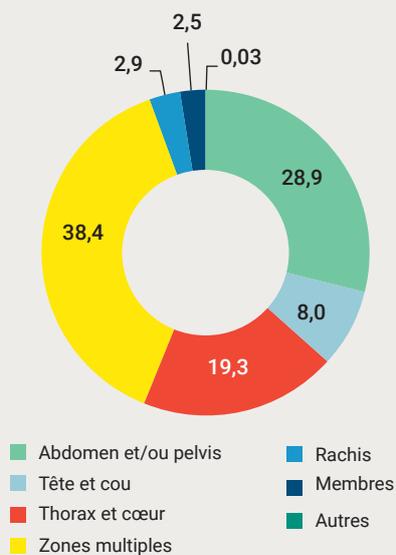
d'au moins un scanner sur la période considérée (courbe rouge) est passé de 1,01 % en 2012-2014 (correspondant à environ 136 000 patients) à 1,44 % en 2015-2017 (correspondant environ à 212 000 patients), soit une augmentation de 40 %. Sur la même période, la dose efficace moyenne cumulée par ces mêmes patients (courbe verte) a augmenté de près de 10 %, pour atteindre environ 153 mSv. Le nombre moyen d'examen scanographiques dont ces patients ont bénéficié (courbe bleue) est quant à lui resté relativement stable, aux alentours de 12 examens en 3 ans. Ces résultats semblent indiquer que la population exposée à plus de 100 mSv du fait d'examen scanners cumulés est en augmentation régulière et relativement rapide depuis 2012.

L'âge¹³ moyen du sous-groupe de patients « 100 mSv+ » sur la période 2012-2017 est d'environ 62 ans. Cette sous-population est majoritairement masculine (60,5 % contre 39,5 % de femmes). La **Figure 18** en représente la pyramide des âges. On n'observe pas de différence significative de répartition des âges entre hommes et femmes. La moitié des patients a entre 55 et 71 ans au moment du premier examen scanner. Cependant, une proportion faible mais non négligeable de patients jeunes est représentée dans cette sous-population fortement exposée. Il est possible d'extrapoler l'allure générale de cette pyramide des âges

Figure 19

Répartition par zone anatomique des scanners réalisés sur les patients « 100 mSv+ » sur la période 2012-2017.

En %



¹³ L'âge du patient est calculé à la date du premier examen scanner de la période de cumul considérée.

Figure 17

Évolution de la population « 100 mSv+ » cumulée sur 3 années glissantes entre 2012 et 2017, en base 100 pour 2012-2014.

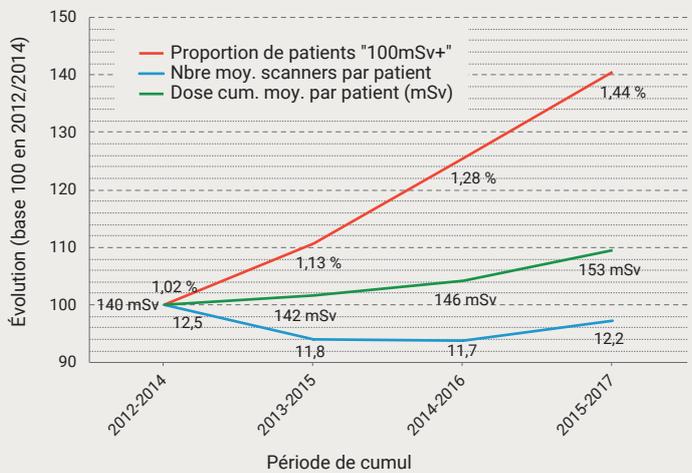
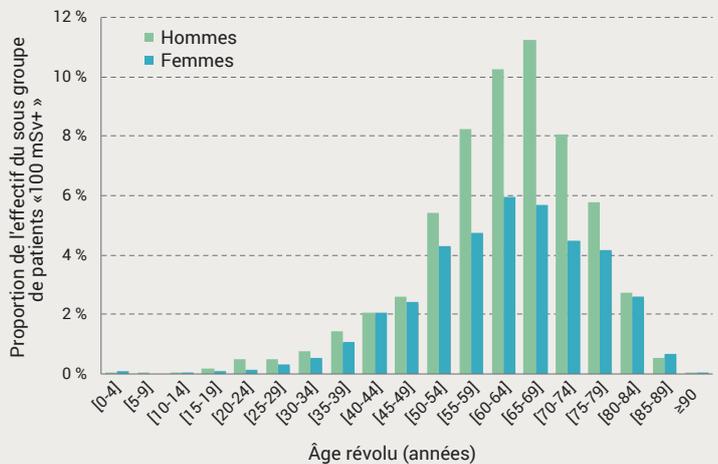


Figure 18

Répartition par classe d'âge et par sexe des patients exposés à plus de 100 mSv sur la période 2012-2017.

L'âge est calculé à la date du premier scanner.



au niveau national, il convient cependant de rester prudent pour les patients les plus jeunes du fait de l'incertitude statistique inhérente à une étude sur échantillon, même d'une taille conséquente comme l'EGB. En particulier, les enfants de moins de 15 ans dans le sous-groupe « 100 mSv+ » ne sont qu'au nombre de 9, rendant toute extrapolation à l'échelle nationale extrêmement incertaine.

La **Figure 19** représente les zones anatomiques concernées par les actes de scanographie dont ont bénéficié les patients du sous-groupe « 100 mSv+ » au cours de la période 2012-2017. La répartition de ces actes se distingue très nettement de celle observée sur la population globale de l'EGB (cf. chapitre 4.2.3). En particulier la proportion de scanners portant sur des zones multiples (majoritairement thorax-abdomen-pelvis) est presque triplée (38,4 % vs 13,4 %). Les actes portant sur l'abdomen et/ou le pelvis sont également un peu plus fréquents (29 % vs 25 %), ainsi que ceux portant sur le thorax et le cœur (19,3 % vs 17,5 %). Au contraire les scanners de la tête et du cou (8 % vs 25 %), ainsi que ceux du rachis et des membres sont beaucoup moins fréquents que dans la population générale.

En conclusion, un effectif national estimé à plus de 30 000 patients a été exposé à une dose efficace cumulée de plus de 100 mSv en 2017 en raison d'examens scanners

multiples. Ce chiffre atteint 500 000 si une durée de cumul de 6 ans est considérée. Cette population fortement exposée semble être en augmentation régulière et relativement rapide depuis 2012. L'essentiel de cette population est âgée, cependant un quart a moins de 55 ans. La question des éventuels effets radio-induits à long terme se pose donc pour cette population spécifique. Il est utile de rappeler que ces patients sont très vraisemblablement suivis pour des pathologies lourdes et que les examens scanner sont probablement indispensables à leur prise en charge. Des investigations spécifiques seraient nécessaires pour le confirmer et pour éventuellement mettre en évidence des examens injustifiés ou redondants. La prise en compte d'autres modalités d'actes diagnostiques permettraient également d'affiner la description de cette population de patients fortement exposée aux examens médicaux utilisant les rayonnements ionisants.

6

ÉVOLUTION DE L'EXPOSITION MÉDICALE DIAGNOSTIQUE DE LA POPULATION FRANÇAISE DE 2002 À 2017

La présente étude s'inscrit dans la continuité des trois précédentes études portant sur les années 2002, 2007 et 2012 [5]–[7]. La méthode retenue pour estimer les nombres d'actes diagnostiques a sensiblement évolué d'une étude à l'autre.

Pour l'année 2002, l'EGB n'était pas encore accessible et le dénombrement des actes a, de ce fait, reposé sur de multiples sources de données : caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS), direction de la recherche et des études statistiques (DREES), agence régionale d'hospitalisation d'Île de France...

Pour l'année 2007, l'EGB a été utilisé pour les actes du secteur privé, les données relatives au secteur public n'étant pas encore disponibles dans cet échantillon. Pour ce secteur, les données ont donc été extrapolées à partir d'une enquête auprès de 50 établissements publics de santé. Par ailleurs, les données relatives à la radiologie dentaire n'avaient pas pu être actualisées et ce sont des données de 2002, issues d'une enquête menée par la CNAM, qui avaient été reprises.

La méthodologie utilisée pour l'année 2012 est la même que celle de la présente étude. Toutefois l'abandon progressif de la codification NGAP pour les actes de radiologie dentaire en faveur du codage dans la CCAM a fortement renforcé la fiabilité des données recueillies. De plus, d'importantes évolutions sont intervenues sur les codes CCAM dentaires (cf. paragraphe 2.2.2). Pour ces deux raisons, les comparaisons pour cette modalité entre 2017 et les années précédentes sont rendues délicates.

Dans cette étude, les doses efficaces moyennes par type d'actes ont été actualisées par rapport à l'étude portant sur l'année 2012, essentiellement sur la base de l'analyse du recueil des niveaux de référence diagnostiques, de façon à se conformer à l'évolution des pratiques médicales. La méthodologie reste cependant identique entre cette étude et les précédentes.

Les résultats de 2017 sont comparés dans ce chapitre aux résultats des études précédentes et commentés, en tenant compte de ces évolutions méthodologiques.

6.1 Évolution du nombre d'actes annuel moyen

Le nombre d'actes annuel moyen passe de 1 247 à 1 187 actes pour 1 000 bénéficiaires entre 2012 et 2017, ce qui représente une diminution de 4,8 %. Toutefois, le nombre moyen d'actes annuel, hors radiologie dentaire (836 pour 1 000 bénéficiaires) est 1,3 % plus élevé qu'en 2012.

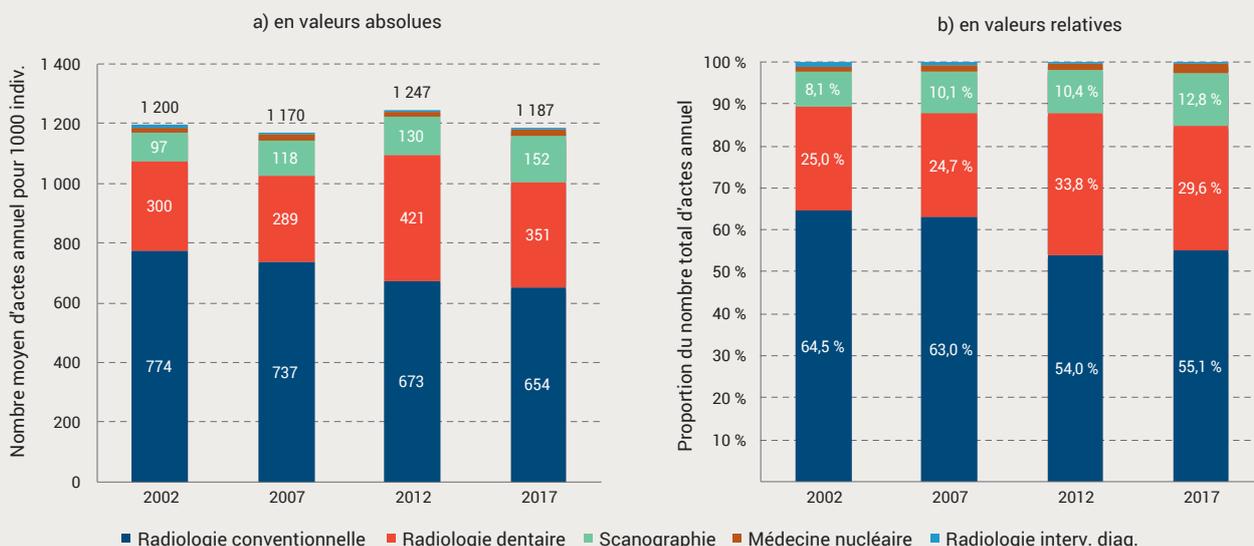
L'évolution depuis 2002 est détaillée pour chaque modalité d'imagerie dans la **Figure 20**. On constate que la fréquence d'actes dentaires est très variable d'une étude à

l'autre, ce qui influe fortement sur le chiffre global d'actes diagnostiques. En effet, cette modalité est largement responsable de la diminution observée sur le nombre annuel moyen d'actes diagnostiques entre 2012 et 2017. La fréquence des actes dentaires est en effet en forte diminution, de 16,8 % en 5 ans. Il convient cependant de prendre ces chiffres avec beaucoup de précautions. D'une part, comme cela a été expliqué dans le rapport EXPRI correspondant [6], les données dentaires de 2007 sont très probablement sous estimées¹⁴. D'autre part, deux

¹⁴ Le nombre d'actes dentaires endo-buccaux en 2007 a été pris égal à celui de 2002, en l'absence de données plus récentes [6, tab. III].

Figure 20

Évolution des nombres annuels d'actes diagnostiques entre 2002 et 2017, par modalité d'imagerie.



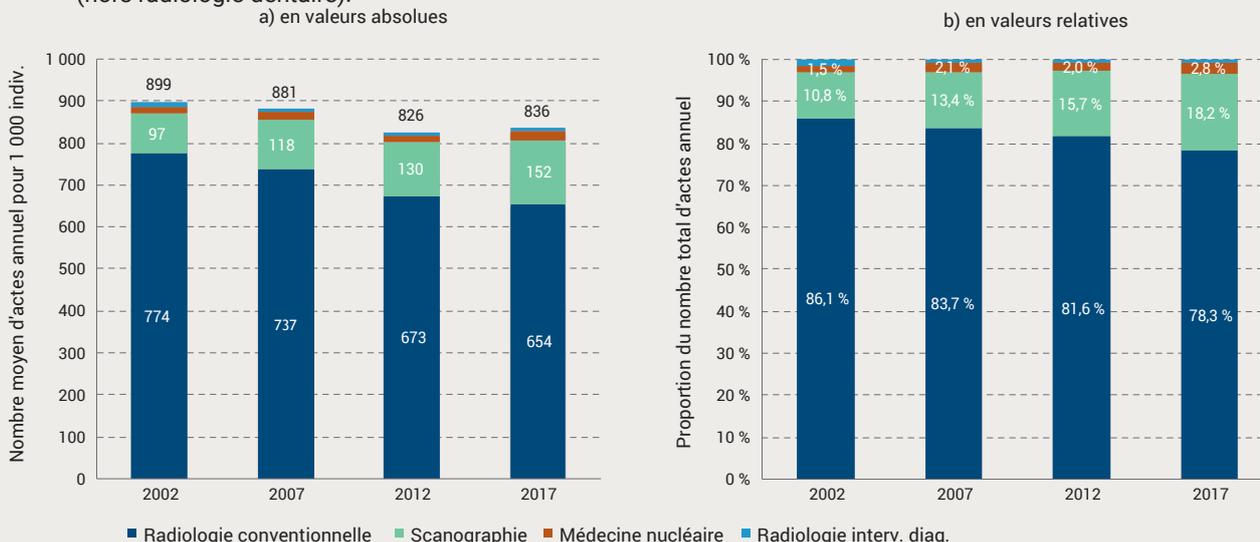
évolutions majeures sont intervenues sur la période 2012-2017 : la proportion d'actes de radiologie dentaire codés en CCAM a fortement augmenté au fur et à mesure que les chirurgiens-dentistes sont passés de la codification NGAP à la codification CCAM ; de nouveaux codes CCAM ont été introduits, certains incluant plusieurs clichés (cf. paragraphe 2.2.2 pour plus d'explications). La comparaison des fréquences d'actes dentaires entre 2012 et 2017 est donc affectée par ces sources d'incertitudes et ne peut pas être considérée comme suffisamment fiable. Pour

cette raison, il est plus correct de considérer l'évolution des actes diagnostiques hors radiologie dentaire.

Comme on peut le constater sur la **Figure 21**, lorsqu'on ne prend pas en compte les actes dentaires, la tendance à la baisse du nombre d'actes, visible depuis 2002, n'est pas observée en 2017 : **le nombre moyen d'actes annuel, hors dentaire (836 pour 1 000 bénéficiaires) est 1,3 % plus élevé qu'en 2012**. La fréquence des actes de radiologie conventionnelle diminue de 2,8 % (moins fortement que

Figure 21

Évolution des nombres annuels d'actes diagnostiques entre 2002 et 2017, par modalité d'imagerie (hors radiologie dentaire).



lors des périodes précédentes) et sa part relative, toujours largement dominante, représente 78,3 % du total des actes annuels, hors dentaire. La scanographie connaît une forte augmentation sur la période, passant de 130 à 152 actes annuels pour 1 000 bénéficiaires, soit une hausse de 17 %. La part de la scanographie dans le total des actes diagnostiques, hors dentaire, est en constante progression depuis 2002, passant de 10,8 % à 18,2 % en quinze ans. La médecine nucléaire, dont la fréquence d'actes reste modeste (23 pour 1 000 bénéficiaires) connaît une forte augmentation de près de 44 % depuis 2012, sa part dans le total des actes diagnostiques hors dentaires (2,8 %) ayant presque doublé en quinze ans. Il n'est pas observé d'évolution conséquente sur la fréquence des actes de radiologie interventionnelle diagnostique (6 pour 1 000 bénéficiaires en 2017). Ce faible chiffre et les limitations déjà évoquées (cf. paragraphe 4.2.5) pour cette modalité dans cette étude ne permettent pas de commenter l'évolution de cette modalité depuis 2002.

Il est intéressant de comparer ces chiffres avec le bilan périodique réalisé par l'Assurance maladie sur l'activité des médecins libéraux, dont la dernière édition porte sur l'année 2016 [35]. La décline de la part relative de la radiologie conventionnelle y est également observée : « la part de cette dernière au sein de l'ensemble de l'imagerie¹⁵ est passée de 25 % en 2012 à 22 % en 2016 ». L'évolution des actes de médecine nucléaire et de scanographie est également en accord avec ce qui est observé ici : « la scintigraphie (+7,2 % de remboursements en 2016) et, dans une

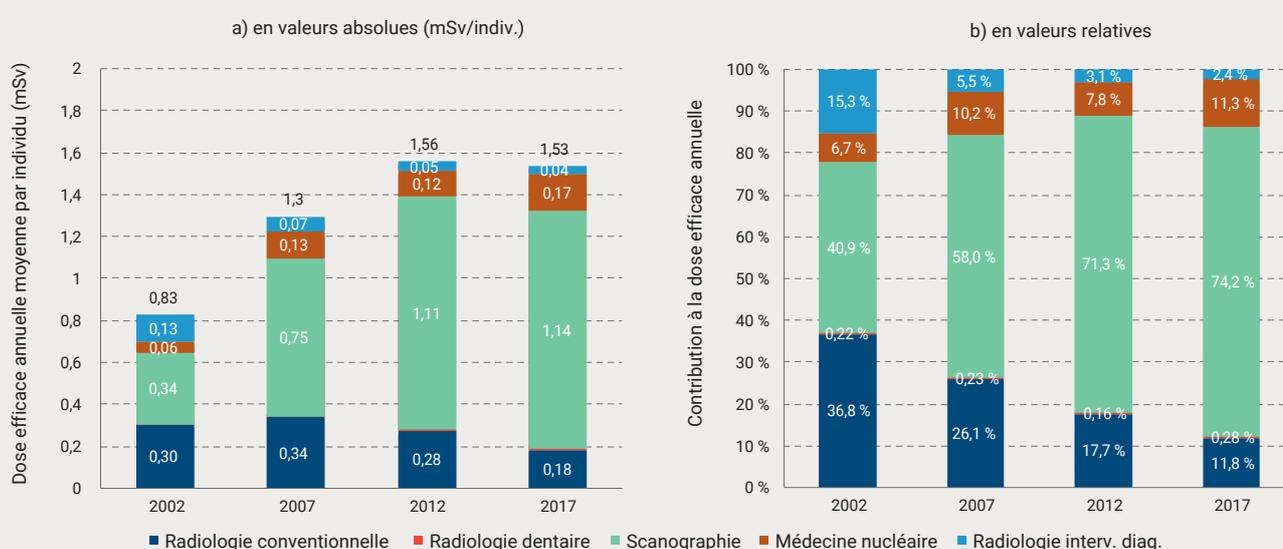
moindre mesure, les scanners participent à la croissance globale des actes d'imagerie ». La croissance des actes d'imagerie (hors dentaire) observée dans la présente étude est plus modérée que celle indiquée dans le bilan de l'Assurance maladie : « Entre 2007 et 2016, l'imagerie connaît une croissance annuelle moyenne de 2,4 %, en termes de remboursements ». Il faut cependant noter que la présente étude ne prend pas en compte les modalités ne faisant pas appel aux rayonnements ionisants comme l'échographie, qui représente plus de 40 % des actes d'imagerie, ou l'IRM qui est en forte croissance (+7 % entre 2015 et 2016). De plus, la comparaison est limitée puisque les actes réalisés en secteur public ne sont pas pris en compte dans le bilan de l'Assurance maladie.

6.2 Évolution des doses efficaces annuelles moyennes par individu

Si l'on s'intéresse à l'évolution des doses efficaces annuelles moyennes associées aux actes diagnostiques au cours des différentes études ExPRI (cf. Figure 22), on constate que la hausse observée entre 2002 et 2012 (+88 %) n'est plus observée entre 2012 et 2017 : la dose efficace annuelle moyenne par individu passe de 1,56 à 1,53 mSv entre 2012 et 2017, ce qui représente une diminution de 1,9 %. Cette baisse est essentiellement liée à la radiologie conventionnelle qui voit sa contribution (0,18 mSv en 2017) diminuer de plus de 34 %, de façon très supérieure à la baisse de 2,8 % en fréquence d'actes

Figure 22

Évolution de la dose efficace annuelle moyenne par individu entre 2002 et 2017, selon la modalité d'imagerie.



¹⁵ Ici le terme imagerie inclut les modalités non ionisantes comme l'IRM et l'échographie, ce qui explique la différence sur les pourcentages avec la présente étude.

observée sur cette période. **La contribution du scanner à la dose efficace annuelle augmente de façon très modérée (+2,4 %)** si on la compare à l'augmentation de plus de 17 % observée sur la fréquence des actes de cette modalité. La médecine nucléaire voit sa contribution à la dose efficace annuelle passer de 0,12 mSv à 0,17 mSv, soit une augmentation de près de 44 %, équivalente à l'augmentation observée des fréquences d'actes de cette modalité.

Ces résultats s'expliquent, outre les variations en fréquences d'actes des différentes modalités, par les évolutions des doses moyennes par examen entre 2012 et 2017. Sur cette période, il a été observé dans le cadre de l'étude portant sur les NRD de fortes baisses pour de nombreux examens de radiologie conventionnelle (-7 % globalement) et de scanographie (-12 % globalement) [19]. En médecine nucléaire, les doses reçues par les patients sont relativement stables car elles dépendent essentiellement de l'activité du radiopharmaceutique administrée.

6.3 Évolution des répartitions des actes par catégorie d'examen

Le **Tableau XVI** contient le nombre d'actes d'imagerie réalisés en France en 2007 et 2012, tels que publiés dans l'annexe 5 du rapport précédent [7] ainsi que ceux de la présente étude portant sur 2017. La répartition des actes est donnée selon les catégories d'examens utilisées lors de l'étude ExPRI précédente, et non celles définies dans la présente étude, afin de permettre la comparaison entre les trois années étudiées sur une même base de classement (cf. 2.1.2). Pour les détails de cette classification, on se reportera à l'annexe 1 du rapport précédent [7].

En **radiologie conventionnelle**, les examens portant sur le thorax étaient les plus fréquents en 2007 ; leur nombre a diminué de plus de 10 % en dix ans, faisant passer cette catégorie de la première en 2007 à la deuxième la plus fréquente en 2017. Au contraire, les radiographies des membres sont en forte progression (+27 % depuis 2007) et constituent en 2017 la catégorie d'actes la plus fréquente avec plus d'un tiers (33,7 %) des actes de radiologie conventionnelle. Les radiographies de la colonne vertébrale sont en progression importante (+39 % depuis 2007) mais ne constituent qu'une part modeste des actes (1,5 % en 2017). Il faut noter que, dans le classement adopté ici, cette catégorie n'inclut que les radiographies de la colonne vertébrale dans sa totalité, celles ne portant que sur une portion du rachis étant comptabilisées dans les zones anatomiques correspondantes (radiographie du rachis dorsal dans la catégorie thorax par exemple). Les parts

des autres catégories d'actes de radiologie conventionnelle sont, soit relativement stables (pelvis osseux, sein, ostéodensitométrie, squelette entier, tractus biliaire), soit en diminution très sensible (abdomen, tête et cou, appareil urogénital, tractus digestif, radiographies au lit). Pour ces dernières catégories, les nombres d'actes sont également tous en diminution depuis 2012, voire depuis 2007 pour certains (abdomen tout particulièrement).

La part de la catégorie exo-buccale (panoramique dentaire, cone-beam CT, téléradiographie du crâne) est en très forte progression, particulièrement entre 2012 et 2017 où elle passe de 14 % à près de 32 % des actes de **radiologie dentaire**. Pour les raisons données en introduction de ce chapitre, de très fortes variations sont observées entre 2007 et 2017 sur les effectifs d'actes de radiologie dentaire endo-buccales, ce qui a mécaniquement pour effet de diminuer artificiellement la part de ces actes dans l'ensemble de la radiologie dentaire en 2017 par rapport aux années précédentes. Cependant les effectifs du groupe exo-buccal, qui ne sont pas affectés par les évolutions du codage CCAM et très peu par l'abandon de la codification NGAP (cf. début de ce chapitre), sont en très forte augmentation depuis 2012 (+107 %). La forte augmentation de la part des actes exo-buccaux en radiologie dentaire est donc bien réelle et très significative.

En **scanographie**, l'évolution la plus marquante sur la décennie 2007-2017 est la très forte augmentation des actes portant sur l'ensemble du tronc et sur la tête et le tronc (catégorie TAP ou Tête+TAP) : ces actes représentent 13,4 % de l'ensemble des actes de scanographie en 2017, contre 1,4 % et 4,2 % en 2007 et 2012 respectivement. Cette constatation est à mettre en relation avec l'augmentation de la dose efficace annuelle moyenne par individu liée à la scanographie observée sur la période (cf. 6.2). Les parts des deux catégories d'examens les plus fréquentes (abdomen et/ou pelvis, tête et cou) ont sensiblement diminué depuis 2007 et représentent un quart chacune du total des actes de scanographie en 2017. La proportion des examens du thorax s'est également réduite (17,5 % en 2017) bien que leur nombre ait augmenté (+21 % en 10 ans) et reste la troisième catégorie d'actes la plus fréquente. Les parts des catégories rachis et membres sont quant à elles relativement stables.

Dans un contexte de forte augmentation des fréquences d'actes de **médecine nucléaire** (cf. 6.1), des évolutions très nettes sont observées sur leur répartition. En particulier, la catégorie TEP corps entier voit sa part dans le total des actes de médecine nucléaire tripler en une décennie, en passant de moins de 10 % en 2007 à plus de

32 % en 2017, et constitue en 2017 le type d'actes le plus fréquent en médecine nucléaire. Au contraire, la part des actes portant sur le squelette (scintigraphies osseuses) est en forte diminution sur la même période, passant de près de 42 % à environ 25 %. Ces actes restent cependant les plus fréquents (plus de 410 000 en 2017) après la TEP corps entier. Les actes portant sur la thyroïde, les poumons ou l'appareil urogénital sont également en forte diminution depuis 2007, en proportion comme en effectif. La part des scintigraphies cardiaques reste quant à elle sensiblement constante, entre 24 % et 25 % sur la période considérée. On remarque également la progression relativement importante de la catégorie des autres actes de médecine nucléaire, qui passe de 2,5 % à 6,3 % en dix ans. Cette progression est essentiellement liée aux actes de détection radio-isotopique pré- ou per-opératoire, qui sont, comme la TEP corps entier, des actes très fortement liés à la cancérologie.

Enfin, en **radiologie interventionnelle diagnostique**, la proportion des actes de cardiologie a augmenté sensiblement entre 2007 et 2017 où elle atteint 70 % du total des actes. Cette observation doit cependant être fortement nuancée puisque de nombreux actes vasculaires périphériques sont souvent réalisés avec un objectif à la fois diagnostique et thérapeutique et ne sont, de ce fait, pas comptabilisés dans l'étude, comme déjà indiqué au paragraphe 4.2.5. Elle ne doit donc pas être considérée comme représentative de la réalité de l'évolution de cette modalité d'imagerie.

Tableau XVI

Répartition des actes diagnostiques réalisés en France en 2007, 2012 et 2017 (valeurs arrondies) selon les catégories définies pour l'étude portant sur 2012 [7]

	Actes 2007		Actes 2012		Actes 2017	
	Effectif	%	Effectif	%	effectif	%
Radiologie conventionnelle	47 012 200	100	44 175 500	100	46 680 600	100
Thorax	13 999 080	29,8	12 356 600	28,0	12 476 300	26,7
Membres	12 363 870	26,3	13 224 000	29,9	15 719 200	33,7
Pelvis (os)	5 801 540	12,3	5 289 300	12,0	5 613 700	12,0
Abdomen	5 184 450	11	4 023 300	9,1	3 623 200	7,8
Sein	5 085 190	10,8	5 102 500	11,6	5 289 300	11,3
Tête et cou	1 399 870	5,7	1 980 600	4,5	1 710 900	3,7
Ostéodensitométrie	717 950	1,5	644 900	1,5	673 200	1,4
Colonne vertébrale	514 480	1,1	595 000	1,3	715 500	1,5
Appareil urogénital	309 750	0,7	182 600	0,4	165 200	0,4
Tractus digestif	288 870	0,6	219 600	0,5	171 100	0,4
Squelette entier	74 290	0,2	75 200	0,2	112 800	0,2
Tractus biliaire	20 720	0,04	24 700	0,1	28 800	0,1
Autres	3 090	0,01	457 200	1,0	381 400	0,8
dont radios au lit	non comptabilisés séparément		455 400	1,0	380 300	0,8
Radiologie dentaire	18 430 150	100	27 616 000	100	25 022 900	100
Endo-buccale	15 739 050	85	23 756 000	86	17 033 400	68,1
Exo-buccale	2 691 100	15	3 860 000	14	7 989 400	31,9
Scanographie	7 563 920	100	8 483 900	100	10 865 800	100
Abdomen et/ou pelvis	2 256 820	29,9	2 548 500	30,0	2 720 800	25,0
Tête et cou	2 088 010	27,6	2 278 600	26,9	2 719 200	25,0
Thorax	1 569 080	20,8	1 654 400	19,5	1 898 900	17,5
Rachis	926 350	12,3	1 028 000	12,1	1 212 300	11,2
Membres	602 950	8	615 300	7,3	854 300	7,9
TAP ou Tête+TAP	115 280	1,4	355 300	4,2	1 457 400	13,4
Autres	5 430	0,1	500	< 0,01	2 800	0,03
Médecine nucléaire	1 177 120	100	1 103 200	100	1 662 200	100
Squelette	493 590	41,9	352 800	32,0	413 900	24,9
Cœur	285 810	24,3	277 300	24,8	398 900	24,0
TEP corps entier	113 730	9,8	229 300	20,8	534 700	32,2
Thyroïde	96 980	8,2	62 300	5,6	62 100	3,7
Poumons	71 360	6,1	51 700	4,7	53 200	3,2
Appareil urogénital	31 870	2,7	15 100	1,4	18 600	1,1
Tête et cou (hors thyroïde)	28 350	2,3	29 200	2,6	49 600	3,0
Corps entier (hors squelette et TEP)	20 520	1,7	16 600	1,5	20 800	1,3
Abdomen et tube digestif	4 910	0,4	3 000	0,3	5 200	0,3
Autres	30 000	2,5	65 900	6,0	105 300	6,3
Radiologie interv. diagnostique	439 610	100	376 900	100	434 900	100
Vasculaire cardiaque	277 900	63	254 000	67	304 300	70
Vasculaire périphérique	161 710	37	122 900	33	130 600	30
TOTAL	74 623 000		81 755 500		84 666 400	

7

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude est la quatrième édition du système ExPRI, initié en 2003 [5]. Elle a permis d'actualiser, pour l'année 2017, les informations sur l'exposition de la population française par rapport au dernier bilan qui portait sur des données de 2012 [7]. La méthodologie de l'étude, qui n'a pas significativement évolué depuis la précédente édition, repose sur l'échantillon généraliste des bénéficiaires (EGB) du SNIIRAM pour la détermination des fréquences d'actes d'imagerie et, pour l'estimation des doses efficaces qui sont associées à ces actes, principalement sur l'analyse des données recueillies par l'IRSN dans le cadre des niveaux de référence diagnostiques. La représentativité des données de l'EGB disponibles en 2017 a grandement progressé par rapport à l'année 2012, sur plusieurs points :

- Les données concernant les soins réalisés dans les hôpitaux publics sont beaucoup plus complètes, car la tarification à l'activité y constitue désormais le mode presque unique de financement. L'EGB peut donc être considéré en 2017 comme pratiquement exhaustif de l'activité hospitalière.
- L'intégration des bénéficiaires de dix sections locales mutualistes rend l'EGB plus représentatif de la diversité des habitudes sanitaires de la population française, en particulier des étudiants, même si la représentativité des données pour ces derniers reste largement inférieure au reste de la population.
- La fiabilité des données concernant la radiologie dentaire s'est fortement renforcée grâce à la généralisation du codage CCAM en activité libérale, ce qui permet une description fine de cette activité.

Les principales caractéristiques de l'exposition de la population aux rayonnements ionisants due aux actes d'imagerie médicale diagnostique réalisés en France en 2017 sont les suivantes :

- Le nombre d'actes annuel moyen recensé passe de 1 247 à 1 187 actes pour 1 000 bénéficiaires entre 2012 et 2017, ce qui représente une diminution de 4,8 %. Les évolutions majeures qui sont intervenues sur le codage CCAM des radiographies dentaires sur la période 2012-2017 sont largement responsables de cette évolution. Ainsi, si on exclut la radiologie dentaire, le nombre moyen d'actes annuel est de 836 pour 1 000 bénéficiaires soit

1,3 % de plus qu'en 2012 (826 pour 1 000 bénéficiaires).

- La dose efficace annuelle moyenne par bénéficiaire passe de 1,56 à 1,53 mSv entre 2012 et 2017, soit une diminution de 1,9 %. Cette baisse est essentiellement liée à la radiologie conventionnelle qui voit sa contribution (0,18 mSv) diminuer de plus de 34 %. La contribution du scanner à la dose efficace annuelle (1,14 mSv) augmente de façon très modérée (+2,4 %) si on la compare à l'augmentation de plus de 17 % observée sur la fréquence des actes de cette modalité. La médecine nucléaire voit quant à elle sa contribution passer de 0,12 mSv à 0,17 mSv, soit une augmentation de près de 44 %, équivalente à l'augmentation observée des fréquences d'actes de cette modalité.
- La radiologie conventionnelle représente la majorité des actes réalisés (55 %) et est le second contributeur à la dose efficace collective due à l'imagerie médicale diagnostique (près de 12 %). La fréquence de ces actes et leur contribution à la dose efficace collective sont en baisse constante depuis 2002 et 2007 respectivement. Les radiographies des membres sont les actes les plus fréquents de cette modalité, devant les radiographies du thorax.
- La scanographie est la troisième modalité la plus fréquente, représentant un peu moins de 13 % des actes diagnostiques, mais elle contribue à près de 75 % de la dose efficace collective attribuable au secteur de l'imagerie médicale diagnostique. Les actes portant sur l'ensemble du tronc ou sur la tête et le tronc sont en très forte hausse : ils représentent 13,4 % du total des actes de scanographie, contre 1,4 % en 2007.
- La radiologie dentaire représente un peu moins de 30 % des actes diagnostiques et ne contribue pas de façon significative à dose efficace collective. La part des actes extrabuccaux (dont les panoramiques dentaires et les cone-beam CT) est en forte progression depuis 2012, passant de 14 % à près de 32 % du total des actes de radiologie dentaire.
- La médecine nucléaire, qui ne représente que 2 % des actes, est le 3^{ème} contributeur à la dose efficace collective avec plus de 11 %, juste derrière la radiologie conventionnelle. La tomographie par émission de positons (TEP corps entier) y constitue le type d'actes le plus fréquent et

voit sa part dans le total des actes de médecine nucléaire tripler en une décennie, passant de moins de 10 % en 2007 à plus de 32 %.

- La radiologie interventionnelle diagnostique, qui est très faiblement représentée en nombre d'actes dans cette étude (0,5 %), contribue à hauteur de 2,4 % à la dose collective. Il faut rappeler ici que les actes diagnostiques en radiologie interventionnelle sont très fréquemment associés à un acte thérapeutique et que dans ce cas ils ne sont pas pris en compte dans cette étude. Les chiffres présentés ici sont donc vraisemblablement largement sous-évalués et ne doivent pas être considérés comme représentatifs de l'ensemble de la pratique clinique.
- 45,4 % de la population a bénéficié d'un ou plusieurs actes diagnostiques, chiffre en faible augmentation depuis 2012 (43,8 %). La proportion de femmes exposées est très nettement plus élevée que celle des hommes : 50,2 % contre 40,4 %. Si l'on ne prend pas en compte les procédures de radiologie dentaire, qui contribuent très faiblement à la dose efficace collective, la proportion exposée de la population se réduit à 32,7 % ; on peut donc considérer qu'environ un Français sur trois a bénéficié d'au moins une procédure diagnostique autre que la radiologie dentaire. La proportion d'individus exposés au sein de la population est également fortement variable avec l'âge, depuis environ 15 % pour les plus jeunes enfants jusqu'à un peu moins de 70 % pour les femmes âgées de 65 à 75 ans et environ 55 % pour les hommes âgés de 65 à 85 ans.
- Les patients (c'est-à-dire la population ayant bénéficié d'au moins un acte diagnostique et qui a donc été réellement exposée) ont bénéficié en moyenne de 2,6 actes au cours de l'année. Ce nombre est variable selon l'âge de ces patients : les enfants de moins de 10 ans ont eu en moyenne moins de 2 actes annuels, les adultes de plus de 75 ans environ 3,5. Il n'a pas été observé de différence significative entre hommes et femmes sur le nombre moyen d'actes annuels.
- La dose efficace individuelle cumulée par les patients en 2017 était en moyenne de 3,4 mSv. La distribution de cette dose est extrêmement hétérogène : la moitié des patients a reçu une dose inférieure ou égale à 0,1 mSv, la très grande majorité (près de 82 %) a reçu une dose inférieure à la dose moyenne de 3,4 mSv, tandis que les 5 % les plus exposés ont reçu une dose supérieure à 18,1 mSv. Une différence très nette est observée entre hommes et femmes : les hommes ont reçu en moyenne environ 1 mSv de plus que les femmes en 2017. La dose efficace individuelle cumulée varie de façon très marquée

avec l'âge des patients : inférieure à 1 mSv chez l'enfant et le très jeune adulte (< 20 ans), elle augmente avec l'âge pour atteindre environ 2 mSv avant 40 ans. Au-delà de cet âge, l'exposition annuelle devient en moyenne nettement plus importante chez l'homme que chez la femme (environ 9 mSv vs 5 mSv entre 70 et 74 ans).

Une étude plus spécifique de la population de patients ayant bénéficié d'au moins un acte annuel de scanographie diagnostique en 2017 ainsi que, rétrospectivement, sur une période de cumul allant jusqu'à 6 ans a également été menée. Il apparaît qu'un effectif national estimé à plus de 30 000 patients a été exposé à une dose efficace cumulée de plus de 100 mSv en 2017 en raison d'examens scanners multiples. Ce chiffre atteint 500 000 patients pour une période de cumul de 6 ans (2012-2017). Cette population fortement exposée semble être en augmentation régulière et relativement rapide depuis 2012. L'essentiel de cette population est âgée ; cependant un quart a moins de 55 ans.

De manière générale, l'exposition de la population française aux rayonnements ionisants due aux actes d'imagerie médicale diagnostique, radiologie dentaire mise à part, a relativement peu évolué en 2017, comparativement à 2012. Les évolutions observées sur les moyennes de la fréquence des actes et de la dose efficace annuelle par bénéficiaire sont globalement faibles. En particulier, la hausse de près de 90 % observée entre 2002 et 2012 sur la dose efficace annuelle moyenne par individu n'est plus observée entre 2012 et 2017. La médecine nucléaire est la modalité ayant connu l'augmentation la plus importante (+44 %) sur ces cinq ans, à la fois en fréquence et en contribution à la dose efficace collective. La scanographie reste de loin la modalité contribuant le plus fortement à l'exposition de la population. Toutefois, l'augmentation de la dose efficace collective liée à cette modalité (+2,4 %) reste largement inférieure à celle des actes de scanographie dont la fréquence a connu un essor important sur la période considérée (+17 %). Ces observations reflètent les diminutions des doses par acte de scanographie observées dans le dernier bilan des niveaux de référence diagnostiques pour la période 2016-2018 [19]. La problématique du cumul d'examens, abordée dans ce rapport uniquement pour la scanographie, fait ressortir qu'une faible part des patients – mais représentant plusieurs centaines de milliers de patients à l'échelle nationale – cumule des doses efficaces importantes et qu'environ 25 % de ces patients ont moins de 55 ans. Bien que ces patients soient très certainement suivis pour des pathologies lourdes, la question des éventuels effets radio-induits à long terme les concernant se pose.

Enfin, en ce qui concerne l'analyse des données dans cette étude, il apparaît que des progrès sont à accomplir dans le secteur de la radiologie interventionnelle pour lequel la frontière entre acte diagnostique et acte thérapeutique est ténue. La limitation actuelle de l'étude aux seuls actes diagnostiques ne permet pas de rendre compte de façon fiable de l'exposition des patients bénéficiant de cette technique de prise en charge médicale qui connaît depuis plusieurs années un essor très important en France, ainsi qu'au niveau international. Aussi, l'évolution du champ d'analyse du système ExPRI et de la méthodologie de l'étude en conséquence apparaît comme nécessaire. Toutefois, élargir le champ de l'étude aux actes thérapeutiques de radiologie interventionnelle va poser deux difficultés : d'une part l'identification des actes via les codes CCAM sera probablement complexe du fait de certains codes peu spécifiques, d'autre part la très forte variabilité des doses associées à certaines procédures interventionnelles rendra délicate l'attribution d'une dose à une procédure donnée. Cependant, cette évolution du système ExPRI permettrait également d'être en phase avec les orientations préconisées par les instances internationales comme l'UNSCEAR.

Le présent rapport périodique sera complété dans les années à venir par des études complémentaires, focalisées sur des sujets spécifiques. Dans un premier temps, les données de ce rapport seront comparées avec les données européennes et internationales disponibles. D'autres sujets pourront ensuite être abordés, tels que l'évolution sur les années récentes de certains actes d'imagerie spécifiques, comme le cone-beam CT en radiologie dentaire ou la radiographie du rachis en totalité. Dans la perspective de la publication prochaine des résultats définitifs de l'étude épidémiologique internationale EPI-CT [36], l'analyse des données disponibles sur l'exposition au scanner des enfants pourra être approfondie.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- [1] IRSN, « Exposition de la population française aux rayonnements ionisants », IRSN, Fontenay-aux-Roses, 2015-001, 2016. [En ligne]. Disponible sur : https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/radioprotection-homme/Pages/Exposition-population-francaise-rayonnements-ionisants-2015.aspx.
- [2] *Directive 97/43/Euratom du Conseil du 30 juin 1997 relative à la protection sanitaire des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants lors d'expositions à des fins médicales, remplaçant la directive 84/466/Euratom*, vol. OJ L. 1997.
- [3] *Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom*, vol. OJ L. 2014.
- [4] *Décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire. 2018.*
- [5] P. Scanff, J. Donadieu, P. Pirard, et B. Aubert, « Exposition médicale de la population française aux rayonnements ionisants », IRSN - INVS, avr. 2006. [En ligne]. Disponible sur : http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotection/IRSN_INVS_2006_Exposition_medicale_population_rayonnements_ionisants.pdf.
- [6] C. Etard, S. Sinno-Tellier, et B. Aubert, « Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2007 », IRSN - INVS, mars 2010. [En ligne]. Disponible sur : http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotection/IRSN_INVS_Rapport_Expri_032010.pdf.
- [7] « Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2012 », IRSN, PRP-HOM 2014-6, 2014. Consulté le: janv. 09, 2017. [En ligne]. Disponible sur : http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotection/IRSN-PRP-HOM-2014-6_Exposition-France-rayonnements-diagnostic-medical-2012.pdf.
- [8] IRSN, « Exposition des enfants aux rayonnements ionisants liée aux actes diagnostiques en 2010 en France », IRSN, PRP-HOM 2013-003. Consulté le: oct. 10, 2016. [En ligne]. Disponible sur : http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotection/IRSN-PRP-HOM-2013-003_Radioprotection-pediatrique-actes-diagnostiques.pdf.
- [9] IRSN, « Exposition des enfants aux rayonnements ionisants due aux actes d'imagerie médicale diagnostique réalisés en France en 2015 », IRSN, PSE-SANTE/SER/2018-00004, janv. 2019. Consulté le: juin 15, 2020. [En ligne]. Disponible sur : https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotection/IRSN_PSE-SANTE-SER-2018-00004_expri-pediatrique.pdf.
- [10] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, « SOURCES, EFFECTS AND RISKS OF IONIZING RADIATION », UNSCEAR, 2017 Report, mars 2018. Consulté le: juin 15, 2020. [En ligne]. Disponible sur : https://www.unscear.org/docs/publications/2017/UNSCEAR_2017_Report.pdf.
- [11] European Commission, « European Guidance on Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures », Radiation Protection Report 154, 2008. Consulté le: juin 24, 2020. [En ligne]. Disponible sur : https://ec.europa.eu/energy/topics/nuclear-energy/radiation-protection/scientific-seminars-and-publications/radiation-protection-publications_en?redir=1#older-publications-1990-2013-in-the-series-nr-53-to-176.
- [12] European Commission, « Medical radiation exposure of the European population », Radiation Protection Report 180, 2015. Consulté le: juin 24, 2020. [En ligne]. Disponible sur : https://ec.europa.eu/energy/topics/nuclear-energy/radiation-protection/scientific-seminars-and-publications/radiation-protection-publications_en#180.

- [13] L. de Roquefeuil, A. Studer, A. Neumann, et Y. Merlière, « L'échantillon généraliste de bénéficiaires : représentativité, portée et limites », *Pratiques et Organisation des Soins*, vol. 40, no 3, p. 213-223, 2009.
- [14] Décret n° 2016-1871 du 26 décembre 2016 relatif au traitement de données à caractère personnel dénommé « système national des données de santé ». 2016.
- [15] L. de Roquefeuil et CNAM, « Échantillon Généraliste de Bénéficiaires Documentation destinée aux utilisateurs, version 3-2 ». avr. 29, 2016.
- [16] J.-C. Nénot, J. Brenot, D. Laurier, A. Rannou, et D. Thierry, *Recommandations 2007 de la Commission internationale de protection radiologique*, Édition en langue française. Paris : Éd. Tec & Doc, 2009.
- [17] S. Mattsson et al., « ICRP Publication 128: Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals: a Compendium of Current Information Related to Frequently Used Substances », *Ann ICRP*, vol. 44, no 2_suppl, p. 7-321, juill. 2015, doi: 10.1177/0146645314558019.
- [18] ICRP, « ICRP Publication 60: 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection », *Annals of the ICRP*, vol. 21, no 1-3, 1991.
- [19] IRSN, « Analyse des données relatives à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire. Bilan 2016-2018 », IRSN, avr. 2020. Consulté le: juin 15, 2020. [En ligne]. Disponible sur : https://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/radioprotection/IRSN_NRD-Bilan-2016-2018-Diagnostic-Medical_202004.pdf.
- [20] Arrêté du 23 mai 2019 portant homologation de la décision n° 2019-DC-0667 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques associés.
- [21] M. Tapiovaara et T. Siiskonen, *PCXMC: a Monte Carlo program for calculating patient doses in medical x-ray examinations*. Helsinki: STUK, 2008.
- [22] P. D. Deak, Y. Smal, et W. A. Kalender, « Multisection CT Protocols: Sex- and Age-specific Conversion Factors Used to Determine Effective Dose from Dose-Length Product », *Radiology*, vol. 257, no 1, p. 158-166, sept. 2010, doi: 10.1148/radiol.10100047.
- [23] G. Stamm et H. D. Nagel, « [CT-expo--a novel program for dose evaluation in CT] », *Rofo*, vol. 174, no 12, p. 1570-1576, déc. 2002, doi: 10.1055/s-2002-35937.
- [24] M. Andersson, L. Johansson, D. Minarik, S. Leide-Svegborn, et S. Mattsson, « Effective dose to adult patients from 338 radiopharmaceuticals estimated using ICRP biokinetic data, ICRP/ICRU computational reference phantoms and ICRP 2007 tissue weighting factors », *EJNMMI Physics*, vol. 1, no 1, p. 9, sept. 2014, doi: 10.1186/2197-7364-1-9.
- [25] M. Andersson, « Erratum to: Effective dose to adult patients from 338 radiopharmaceuticals estimated using ICRP biokinetic data, ICRP/ICRU computational reference phantoms and ICRP 2007 tissue weighting factors », *EJNMMI Physics*, vol. 2, no 1, p. 22, sept. 2015, doi: 10.1186/s40658-015-0121-4.
- [26] B. Habib Geryes, A. Hornbeck, V. Jarrige, N. Pierrat, H. Ducou Le Pointe, et S. Dreuil, « Patient dose evaluation in computed tomography: A French national study based on clinical indications », *Physica Medica: European Journal of Medical Physics*, vol. 61, p. 18-27, mai 2019, doi: 10.1016/j.ejmp.2019.04.004.
- [27] J.-L. Georges et al., « Radiation Doses to Patients in Interventional Coronary Procedures—Estimation of Updated National Reference Levels by Dose Audit », *Radiat Prot Dosimetry*, sept. 2016, doi: 10.1093/rpd/ncw261.
- [28] « Guide des Procédures Radiologiques : Critère de Qualité et Optimisation des Doses ». <http://www.sfrnet.org/sfr/professionnels/5-referentiels-bonnes-pratiques/guides/guide-procedures-radiologiques/index.phtml> (consulté le nov. 14, 2018).

- [29] « Guide pratique d'imagerie diagnostique à l'usage des médecins radiologues ». <http://www.sfrnet.org/sfr/professionnels/5-referentiels-bonnes-pratiques/guides/guide-pratique-d-imagerie-diagnostique-a-lusage-des-medecins-radiologues/article.phtml?id=rc%2f2forg%2fsfrnet%2fhtm%2fArticle%2f2013%2f20130222-140219-813> (consulté le juin 16, 2020).
- [30] « Guide des indications et des procédures des examens radiologiques en odontostomatologie. Recommandations pour les professionnels de santé. », mai 2006. https://www.has-sante.fr/jcms/c_610464/fr/guide-des-indications-et-procedures-des-examens-radiologiques-en-odonto-stomatologie (consulté le nov. 14, 2018).
- [31] « la SFMN - Examens Diagnostiques ». <https://www.sfmn.org/index.php/69-societe/guides-et-recommandations/guides-des-procedures/examens-diagnostiques> (consulté le juin 16, 2020).
- [32] D. Hart et B. F. Wall, « Radiation exposure of the UK populations from medical and dental X-rays examinations », NRPB-W4, mars 2002.
- [33] M. M. Rehani *et al.*, « Patients undergoing recurrent CT scans: assessing the magnitude », *European Radiology*, vol. 30, no 4, p. 1828-1836, avr. 2020, doi: 10.1007/s00330-019-06523-y.
- [34] M. Brambilla, J. Vassileva, A. Kuchcinska, et M. M. Rehani, « Multinational data on cumulative radiation exposure of patients from recurrent radiological procedures: call for action », *European Radiology*, déc. 2019, doi: 10.1007/s00330-019-06528-7.
- [35] « Points de repère. Numéro 50 ». juill. 2018, Consulté le: juin 16, 2020. [En ligne]. Disponible sur : https://www.ameli.fr/fileadmin/user_upload/documents/Points_de_repere_n_50_-_L_activite_des_medecins_liberaux_a_travers_la_CCAM.pdf.
- [36] M.-O. Bernier *et al.*, « Cohort Profile: the EPI-CT study: A European pooled epidemiological study to quantify the risk of radiation-induced cancer from paediatric CT », *Int J Epidemiol*, oct. 2018, doi: 10.1093/ije/dyy231.

ANNEXE

LISTE DES CODES CCAM PAR MODALITÉ D'IMAGERIE ET PAR CATÉGORIE D'EXAMEN. DOSE EFFICACE PAR ACTE, FRÉQUENCE D'ACTES ET CONTRIBUTION À LA DOSE ANNUELLE MOYENNE PAR BÉNÉFICIAIRE.

L'ensemble des 343 codes CCAM effectivement utilisés pour cette étude (c'est-à-dire les codes dénombant au moins un acte) sont détaillés ci-dessous, du **Tableau XVII** au **Tableau XXI** pour chacune des modalités d'imagerie. Ils représentent au total 816 052 actes diagnostiques, soit 97,8 % du total des actes dénombrés sur la population de l'EGB pour l'année 2017. Au sein de chaque modalité d'imagerie, les codes CCAM sont classés par catégories d'examens, tels que définis au paragraphe 2.1.2 de ce rapport. La colonne « E / acte » indique la dose efficace moyenne associée au code CCAM, en mSv. La colonne « Fréq. acte » contient la fréquence de réalisation de l'acte, en nombre d'actes pour 1 000 bénéficiaires. La colonne « $E_{\text{moy.}} / \text{indiv.}$ » indique la contribution de l'acte à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire en μSv , calculée sur l'ensemble de la population de l'EGB 2017. La mention N.S. (non significatif) est présente lorsque moins de 20 occurrences du code ont été trouvées.

Les actes de radiologie dentaire non codés en CCAM (cf. section 2.1.1) ne constituent que 2,2 % du total des actes dénombrés et ne sont pas pris en compte dans les tableaux de cette annexe. Pour calculer leur contribution à la dose efficace totale, ils ont été considérés comme équivalant à une (respectivement deux et quatre) radiographie intrabuccale rétroalvéolaire et/ou rétrocoronaire d'un secteur de 1 à 3 dents contigües (code CCAM HBQK389) pour le code de prestation de référence 1331 (respectivement 9422 et 9423).

Tableau XVII

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie conventionnelle.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	$E_{\text{moy.}} / \text{indiv.}$
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(μSv)
Tête et cou				
BBQH001	Lacrymo-dacryo-cystographie unilatérale ou bilatérale	0,5	0,04	0,02
HCQH001	Sialographie	0,5	N.S.	N.S.
HQQH002	Étude radiologique dynamique de la déglutition, avec enregistrement [Pharyngographie dynamique]	0,06	0,10	< 0,01
LAQK003	Radiographie du crâne et/ou du massif facial selon 1 ou 2 incidences	0,039	5,61	0,22
LAQK005	Radiographie du crâne et/ou du massif facial selon 3 incidences ou plus	0,79	2,60	2,05
LBQK001	Tomographie unilatérale ou bilatérale de l'articulation temporomandibulaire	0,5	0,16	0,08
LBQK005	Radiographie unilatérale ou bilatérale de l'articulation temporomandibulaire	0,012	0,38	< 0,01
LCQK002	Radiographie des tissus mous du cou	0,06	0,53	0,03
Rachis				
AEQH001	Myélographie dorsale et/ou lombale	9	0,08	0,70
AEQH002	Myélographie cervicale	0,6	N.S.	N.S.
AFQH002	Saccoradiculographie	9	0,05	0,44
LDQK001	Radiographie du segment cervical de la colonne vertébrale selon 1 ou 2 incidences	0,063	1,72	0,11
LDQK002	Radiographie du segment cervical de la colonne vertébrale selon 3 incidences ou plus	0,17	12,82	2,18

Tableau XVII (suite)

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie conventionnelle.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	E _{mov} /indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(µSv)
LDQK004	Radiographie du segment cervical et du segment thoracique de la colonne vertébrale	0,33	2,28	0,75
LDQK005	Radiographie du segment cervical et du segment lombal de la colonne vertébrale	0,95	0,84	0,80
LEQK001	Radiographie du segment thoracique de la colonne vertébrale	0,27	2,74	0,74
LEQK002	Radiographie du segment thoracique et du segment lombal de la colonne vertébrale	1,1	11,66	12,82
LFQK001	Radiographie du segment lombal de la colonne vertébrale selon 4 incidences ou plus	1,1	12,87	14,16
LFQK002	Radiographie du segment lombal de la colonne vertébrale selon 1 à 3 incidences	0,85	11,12	9,45
LGQK001	Radiographie du sacrum et/ou du coccyx	0,5	1,38	0,69
LHQH001	Arthrographie d'articulation vertébrale postérieure	0,7	0,82	0,57
LHQH003	Discographie intervertébrale unique, par voie transcutanée	0,7	0,06	0,04
LHQH004	Discographie intervertébrale multiple, par voie transcutanée	1,5	N.S.	N.S.
LHQK002	Téléradiographie de la colonne vertébrale en totalité selon 2 incidences	0,85	3,07	2,61
LHQK003	Téléradiographie de la colonne vertébrale en totalité selon 2 incidences avec incidence segmentaire supplémentaire	1,1	1,13	1,24
LHQK004	Téléradiographie de la colonne vertébrale en totalité selon 1 incidence	0,4	1,04	0,41
LHQK007	Radiographie de la colonne vertébrale en totalité	0,85	4,79	4,07
Membres				
MBQK001	Radiographie du bras	0,001	2,08	< 0,01
MCQK001	Radiographie de l'avant-bras	0,001	3,21	< 0,01
MDQK001	Radiographie de la main ou de doigt	0,00018	28,99	< 0,01
MDQK002	Radiographie bilatérale de la main et/ou du poignet, selon 1 incidence sur un seul cliché de face	0,00018	2,26	< 0,01
MFQH001	Arthrographie du coude	0,004	0,06	< 0,01
MFQK001	Radiographie du coude selon 3 incidences ou plus	0,0015	3,9	< 0,01
MFQK002	Radiographie du coude selon 1 ou 2 incidences	0,00076	6,09	< 0,01
MGQH001	Arthrographie du poignet	0,00048	0,33	< 0,01
MGQK001	Radiographie du poignet selon 3 incidences ou plus	0,00037	10,46	< 0,01
MGQK002	Bilan radiographique dynamique du poignet pour entorse non dissociative selon 7 incidences spécifiques	0,0008	0,05	< 0,01
MGQK003	Radiographie du poignet selon 1 ou 2 incidences	0,0002	12,44	< 0,01
MHQH001	Arthrographie métacarpophalangienne ou interphalangienne de doigt	0,0005	0,1	< 0,01
MZQK001	Téléradiographie unilatérale ou bilatérale du membre supérieur en totalité, de face	0,002	0,04	< 0,01
MZQK003	Radiographie de 2 segments du membre supérieur	0,002	5,38	0,01
MZQK004	Radiographie de 3 segments du membre supérieur ou plus	0,003	0,64	< 0,01
NBQK001	Radiographie de la cuisse	0,001	2,59	< 0,01
NCQK001	Radiographie de la jambe	0,002	4,69	< 0,01
NDQK001	Radiographie unilatérale du pied selon 1 à 3 incidences	0,00018	24,96	< 0,01
NDQK002	Radiographie bilatérale du pied selon 1 à 3 incidences par côté	0,00037	5,13	< 0,01
NDQK003	Radiographie du pied selon 4 incidences ou plus	0,00037	2,97	< 0,01
NDQK004	Radiographie du pied selon 4 incidences ou plus, pour étude podométrique	0,00046	3,52	< 0,01
NFQH001	Arthrographie du genou	0,005	1,12	< 0,01
NFQK001	Radiographie unilatérale du genou selon 1 ou 2 incidences	0,0016	13,27	0,02
NFQK002	Radiographie bilatérale du genou selon 1 ou 2 incidences par côté	0,0032	2,26	< 0,01
NFQK003	Radiographie du genou selon 3 ou 4 incidences	0,0024	23,78	0,06

Tableau XVII (suite)

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie conventionnelle.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	E _{moy} /indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(μSv)
NFQK004	Radiographie du genou selon 5 incidences ou plus	0,0048	23,79	0,11
NGQH001	Arthrographie de la cheville	0,00048	0,3	< 0,01
NGQK001	Radiographie de la cheville selon 1 à 3 incidences	0,00018	15,3	< 0,01
NGQK002	Radiographie de la cheville selon 4 incidences ou plus	0,00037	9,04	< 0,01
NHQH001	Arthrographie du pied et/ou des orteils	0,0005	0,1	< 0,01
NZQK001	Téléradiographie unilatérale ou bilatérale du membre inférieur en totalité, de face en appui bipodal	0,005	3,79	0,02
NZQK003	Téléradiographie bilatérale du membre inférieur en totalité, de face en appui monopodal l'un après l'autre	0,01	0,43	< 0,01
NZQK005	Radiographie de 2 segments du membre inférieur	0,003	6,02	0,02
NZQK006	Radiographie de 3 segments du membre inférieur ou plus	0,005	1,15	< 0,01
PAQK001	Radiographie comparative des cartilages de conjugaison des os longs des membres	0,01	0,04	< 0,01
Thorax				
GEQH001	Bronchographie	0,2	N.S.	N.S.
LJQK001	Radiographie du squelette du thorax	0,079	2,05	0,16
LJQK002	Radiographie du thorax avec radiographie du squelette du thorax	0,14	7,1	0,99
LJQK015	Radiographie du sternum et/ou des articulations sternoclaviculaires	0,079	0,84	0,07
MAQK001	Radiographie de la ceinture scapulaire et/ou de l'épaule selon 3 ou 4 incidences	0,017	16,83	0,29
MAQK002	Radiographie de la ceinture scapulaire et/ou de l'épaule selon 5 incidences ou plus	0,026	10,8	0,28
MAQK003	Radiographie de la ceinture scapulaire et/ou de l'épaule selon 1 ou 2 incidences	0,0086	12,91	0,11
MEQH001	Arthrographie de l'épaule	0,026	2,34	0,06
ZBQK002	Radiographie du thorax	0,058	116,74	6,77
ZBQK003	Examen radiologique dynamique du thorax, pour étude de la fonction respiratoire et/ou cardiaque	0,11	0,2	0,02
Mammographie				
QELH001	Pose de repère dans le sein, par voie transcutanée avec guidage mammographique	0,16	0,17	0,03
QEQH001	Galactographie	0,31	N.S.	N.S.
QEQK001	Mammographie bilatérale	0,31	32,35	10,03
QEQK004	Mammographie de dépistage	0,31	36,29	11,25
QEQK005	Mammographie unilatérale	0,16	5,31	0,85
Tractus digestif				
HEQH001	Radiographie de l'œsophage avec opacification par produit de contraste [Transit œsophagien]	1,2	0,16	0,19
HEQH002	Radiographie œso-gastro-duodénale avec opacification par produit de contraste [Transit œso-gastro-duodénal]	10	1,69	16,89
HFMP002	Contrôle radiologique secondaire de position et/ou de fonctionnement d'un anneau ajustable périgastrique, avec opacification par produit de contraste	2,4	0,1	0,24
HGQH001	Radiographie de l'intestin grêle avec administration de produit de contraste par une sonde nasoduodénale [entérocluse]	6	0,02	0,15
HGQH002	Radiographie de l'intestin grêle avec ingestion de produit de contraste [Transit du grêle]	3,3	0,06	0,21
HHQH001	Radiographie du côlon avec opacification par produit de contraste	9	0,25	2,21
HPMP002	Contrôle radiologique secondaire de position et/ou de fonctionnement d'un drain péritonéal, d'un cathéter de dialyse péritonéale ou d'une dérivation péritonéojugulaire, avec opacification par produit de contraste	2,4	N.S.	N.S.
HTQH002	Défécographie [Rectographie dynamique]	9	0,04	0,38
HZMP002	Contrôle radiologique secondaire de position et/ou de fonctionnement d'une sonde digestive, d'un drain biliaire ou d'une endoprothèse biliaire avec opacification par produit de contraste	2,4	0,06	0,13

Tableau XVII (suite)

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie conventionnelle.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	E _{mo} /indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(μSv)
JLQH002	Colpo-cysto-rectographie dynamique	9	N.S.	N.S.
ZCQK002	Radiographie de l'abdomen sans préparation	1,1	13,28	14,61
Appareil urogénital				
JBQH001	Urétéropyélographie descendante, par voie transcutanée avec guidage échographique et/ou radiologique	2,4	N.S.	N.S.
JBQH002	Urétéropyélographie rétrograde [UPR]	2,4	0,53	1,28
JBQH003	Urétéropyélographie descendante, par une néphrostomie déjà en place	2,4	0,04	0,09
JDQH001	Urétrocystographie rétrograde	2,4	0,41	0,98
JDQH002	Urétrocystographie, par une cystostomie déjà en place	2,4	N.S.	N.S.
JDQH003	Urétrocystographie, par ponction transcutanée de la vessie	2,4	N.S.	N.S.
JKQH001	Hystérosalpingographie	1,7	1,14	1,94
JNQH001	Radiographie du contenu de l'utérus gravide [contenu utérin]	0,2	N.S.	N.S.
JZQH001	Exploration radiologique des anomalies du sinus urogénital [Génitographie externe]	2,5	N.S.	N.S.
JZQH002	Urographie intraveineuse sans urétrocystographie permictionnelle	1,5	0,11	0,16
JZQH003	Urographie intraveineuse avec urétrocystographie permictionnelle	2,5	0,04	0,11
Pelvis osseux				
NAQK007	Radiographie de la ceinture pelvienne [du bassin] selon 2 incidences	0,99	2,98	2,95
NAQK015	Radiographie de la ceinture pelvienne [du bassin] selon 1 incidence	0,5	37,11	18,55
NAQK023	Radiographie de la ceinture pelvienne [du bassin] selon 3 incidences ou plus	1,5	8,04	12,06
NAQK049	Radiographie de la ceinture pelvienne [du bassin] selon 1 incidence et radiographie bilatérale de l'articulation coxofémorale selon 1 ou 2 incidences par côté	1,1	2,91	3,20
NAQK071	Radiographie de la ceinture pelvienne [du bassin] selon 1 incidence et radiographie unilatérale de l'articulation coxofémorale selon 1 ou 2 incidences	0,8	8,49	6,79
NEQH001	Bilan fonctionnel de hanche instable non traumatique avec arthrographie et confection d'un appareillage rigide d'immobilisation externe, sous anesthésie générale	0,25	N.S.	N.S.
NEQH002	Arthrographie de la hanche	0,25	0,40	0,10
NEQK010	Radiographie de l'articulation coxofémorale selon 1 ou 2 incidences	0,3	8,69	2,61
NEQK012	Radiographie de l'articulation coxofémorale selon 4 incidences ou plus	0,74	3,02	2,23
NEQK035	Radiographie de l'articulation coxofémorale selon 3 incidences	0,45	5,63	2,54
ZCQK001	Pelvimétrie par radiographie	0,55	N.S.	N.S.
Ostéodensitométrie				
PAQK007	ostéodensitométrie sur 2 sites, par méthode biphotonique	0,001	9,23	< 0,01
PAQK008	Ostéodensitométrie du corps entier par méthode biphotonique, pour affection osseuse constitutionnelle chez l'enfant	0,001	N.S.	N.S.
PAQK900	Ostéodensitométrie du corps entier par méthode biphotonique, pour affection osseuse autre que constitutionnelle	0,001	0,19	< 0,01
Autres				
FCQH002	Lymphographie des membres inférieurs	8	N.S.	N.S.
PAQK002	Radiographie du squelette pour calcul de l'âge osseux, après l'âge de 2 ans	0,0086	0,83	< 0,01
PAQK003	Radiographie du squelette complet, segment par segment, chez l'enfant	1,8	0,13	0,24
PAQK005	Radiographie de l'hémisquelette pour calcul de l'âge osseux, avant l'âge de 2 ans	0,0086	0,03	< 0,01
YYYY163	Radiographie de l'hémisquelette ou du squelette complet chez l'adulte	1,8	0,58	1,05
ZZQH002	Radiographie d'une fistule [Fistulographie]	1,7	N.S.	N.S.
ZZQK001	Radiographie au lit du malade, selon 3 incidences ou plus	1,4	0,03	0,04
ZZQK002	Radiographie au lit du malade, selon 1 ou 2 incidences	0,57	5,30	3,02

Tableau XVIII

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie dentaire.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E / acte	Fréq. acte	E _{mov} / indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(µSv)
Intrabuccal				
HBQK001	Radiographie pelvibuccale [occlusale]	0,025	0,69	0,02
HBQK040	Radiographies intrabuccales retroalveolaires sur un secteur de 1 a 3 dents contigues preinterventionnelle ou perinterventionnelle avec radiographie finale pour acte therapeutique endodontique	0,0072	32,21	0,23
HBQK041	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 14 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,05	0,81	0,04
HBQK046	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 9 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,032	0,13	< 0,01
HBQK061	Radiographie intrabuccale retroalveolaire et/ou retrocoronaire d'un secteur de 1 a 3 dents contigues finale pour acte therapeutique endodontique ou perinterventionnelle et/ou finale, en dehors d'un acte therapeutique endodontique	0,0036	7,1	0,03
HBQK065	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 10 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,036	0,33	0,01
HBQK093	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 13 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,047	0,05	< 0,01
HBQK142	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 8 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,029	0,43	0,01
HBQK191	Radiographies intrabuccales retroalveolaires et/ou retrocoronaires de 2 secteurs distincts de 1 a 3 dents contigues	0,0072	18,62	0,13
HBQK303	Radiographies intrabuccales retroalveolaires sur un secteur de 1 a 3 dents contigues preinterventionnelle, perinterventionnelle et finale pour acte therapeutique endodontique	0,011	23,8	0,26
HBQK331	Radiographies intrabuccales retroalveolaires et/ou retrocoronaires de 3 secteurs distincts de 1 a 3 dents contigues	0,011	4,31	0,05
HBQK389	Radiographie intrabuccale rétroalvéolaire et/ou rétrocoronaire d'un secteur de 1 à 3 dents contigües	0,0036	112,94	0,41
HBQK424	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 11 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,04	0,09	< 0,01
HBQK428	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 5 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,018	1,37	0,02
HBQK430	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 7 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,025	0,25	< 0,01
HBQK443	Radiographies intrabuccales retroalveolaires et/ou retrocoronaires de 4 secteurs distincts de 1 a 3 dents contigues	0,014	8,55	0,12
HBQK476	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 12 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,043	0,16	< 0,01
HBQK480	Radiographies intrabuccales rétroalvéolaires et/ou rétrocoronaires de 6 secteurs distincts de 1 à 3 dents contigües	0,022	0,73	0,02
Extrabuccal				
HBQK002	Radiographie panoramique dentomaxillaire	0,019	98,37	1,87
LAQK001	Téléradiographie du crâne et du massif facial selon 2 incidences	0,026	0,97	0,03
LAQK008	Téléradiographie du crâne et du massif facial selon 3 incidences	0,039	0,05	< 0,01
LAQK012	Téléradiographie du crâne et du massif facial selon 1 incidence	0,013	4,81	0,06
LAQK027	Radiographie volumique par faisceau conique [cone beam computerized tomography][CBCT] du maxillaire, de la mandibule et/ou d'arcade dentaire	0,1	7,77	0,78

Tableau XIX

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de scanographie.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E / acte	Fréq. acte	E _{mo} / indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(μSv)
Tête et cou				
ACQH001	Scanographie du crâne et de son contenu, avec injection intrathécale de produit de contraste [Cysternoscaner]	1,9	0,11	0,2
ACQH003	Scanographie du crâne et de son contenu, avec injection intraveineuse de produit de contraste	2,6	5,42	14,1
ACQK001	Scanographie du crâne et de son contenu, sans injection de produit de contraste	1,3	20,26	26,33
EAQH002	Scanographie des vaisseaux encéphaliques [Angioscanner cérébral]	2,3	0,68	1,56
EBQH004	Scanographie des vaisseaux cervicocéphaliques [Angioscanner cervicocérébral]	3,6	1,32	4,76
EBQH006	Scanographie des vaisseaux cervicaux [Angioscanner cervical]	3,1	0,49	1,52
LAQK002	Scanographie unilatérale ou bilatérale de la partie pétreuse de l'os temporal [rocher] et de l'oreille moyenne	1,3	1,17	1,53
LAQK009	Scanographie de la face avec scanographie des tissus mous du cou	1,8	0,86	1,55
LAQK011	Scanographie unilatérale ou bilatérale de l'angle pontocérébelleux et/ou du méat acoustique interne [conduit auditif interne]	1,1	0,06	0,07
LAQK013	Scanographie de la face = dentascanner	0,61	5,99	3,66
LBQH002	Arthroscanographie unilatérale ou bilatérale de l'articulation temporomandibulaire	0,5	N.S.	N.S.
LCQH001	Scanographie des tissus mous du cou, avec injection intraveineuse de produit de contraste	4,2	1,48	6,22
LCQK001	Scanographie des tissus mous du cou, sans injection intraveineuse de produit de contraste	3,3	0,25	0,82
Rachis				
AFQH001	Saccoradiculographie avec scanographie de la colonne vertébrale	11	0,06	0,61
AFQH003	Myélographie avec scanographie de la colonne vertébrale [Myéloscanner]	11	N.S.	N.S.
LHQH002	Scanographie de plusieurs segments de la colonne vertébrale, avec injection intraveineuse de produit de contraste	13	0,07	0,96
LHQH005	Discographie intervertébrale unique par voie transcutanée, avec scanographie de la colonne vertébrale [discoscanner]	11	N.S.	N.S.
LHQH006	Scanographie d'un segment de la colonne vertébrale, avec injection intraveineuse de produit de contraste	11	0,73	8,01
LHQK001	Scanographie d'un segment de la colonne vertébrale, sans injection intraveineuse de produit de contraste	9,3	14,81	137,74
LHQK005	Scanographie de plusieurs segments de la colonne vertébrale, sans injection intraveineuse de produit de contraste	11	1,29	14,2
Membres				
EKQH001	Scanographie des vaisseaux des membres supérieurs [Angioscanner des membres supérieurs]	16	0,04	0,68
EMQH001	Scanographie des vaisseaux des membres inférieurs [Angioscanner des membres inférieurs]	20	1,18	23,58
MZQH001	Arthrographie du membre supérieur avec scanographie [Arthroscanner du membre supérieur]	5,8	0,96	5,58
MZQH002	Scanographie unilatérale ou bilatérale de segment du membre supérieur, avec injection de produit de contraste	4,8	0,17	0,82
MZQK002	Scanographie unilatérale ou bilatérale de segment du membre supérieur, sans injection de produit de contraste	3,8	3,81	14,46
NZQH001	Scanographie unilatérale ou bilatérale de segment du membre inférieur, avec injection de produit de contraste	0,2	0,18	0,04
NZQH002	Arthrographie du membre inférieur avec scanographie [Arthroscanner du membre inférieur]	3,8	0,55	2,07
NZQH005	Scanographie de la hanche et du membre inférieur pour conception intégrée par ordinateur d'une prothèse ostéoarticulaire sur mesure	10	0,11	1,05
NZQK002	Scanographie unilatérale ou bilatérale de segment du membre inférieur, sans injection de produit de contraste	0,2	4,94	0,99
NZQK004	Télémétrie des membres inférieurs par scanographie	5,5	0,05	0,27

Tableau XIX (suite)

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de scanographie.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	E _{moy} /indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(µSv)
Thorax et cœur				
ECQH010	Scanographie des vaisseaux du thorax et/ou du cœur [Angioscanner thoracique]	11	4,68	51,49
ZBQH001	Scanographie du thorax, avec injection intraveineuse de produit de contraste	4,5	9,9	44,57
ZBQK001	Scanographie du thorax, sans injection intraveineuse de produit de contraste	4,6	12,03	55,32
Abdomen et/ou pelvis				
ELQH001	Scanographie des vaisseaux du foie pour étude de la vascularisation à au moins 3 temps différents	22	0,1	2,25
ELQH002	Scanographie des vaisseaux de l'abdomen et/ou du petit bassin [Angioscanner abdominopelvien]	19	0,98	18,7
ZCQH001	Scanographie de l'abdomen et du petit bassin [pelvis], avec injection intraveineuse de produit de contraste	10	24,28	242,78
ZCQH002	Scanographie de l'abdomen ou du petit bassin [pelvis], avec injection intraveineuse de produit de contraste	11	2,06	22,65
ZCQK003	Pelvimétrie par scanographie	0,37	0,45	0,17
ZCQK004	Scanographie de l'abdomen et du petit bassin [pelvis], sans injection intraveineuse de produit de contraste	7,3	8,86	64,69
ZCQK005	Scanographie de l'abdomen ou du petit bassin [pelvis], sans injection intraveineuse de produit de contraste	7,3	1,4	10,2
Zones multiples				
ACQH002	Scanographie du crâne, de son contenu et du thorax, avec injection intraveineuse de produit de contraste	5,8	0,52	3,03
ACQH004	Scanographie du crâne, de son contenu et du tronc, avec injection intraveineuse de produit de contraste	19	0,49	9,35
ECQH011	Scanographie des vaisseaux du thorax et/ou du cœur, avec scanographie des vaisseaux de l'abdomen et/ou du petit bassin [Angioscanner thoracique avec angioscanner de l'abdomen et/ou du pelvis]	18	1,22	21,96
ZZQH033	Scanographie de 3 territoires anatomiques ou plus, avec injection intraveineuse de produit de contraste	18	16,63	299,28
ZZQK024	Scanographie de 3 territoires anatomiques ou plus, sans injection de produit de contraste	11	1,56	17,21
Autres				
PDQK001	Quantification des différents composants des tissus mous, par scanographie	1	N.S.	N.S.
QEQH002	Scanographie du sein, avec injection intraveineuse de produit de contraste	4,5	N.S.	N.S.
QEQK006	Scanographie du sein, sans injection intraveineuse de produit de contraste	4,6	N.S.	N.S.
ZZQH001	Scanographie d'une fistule	7,3	N.S.	N.S.

Tableau XX

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de médecine nucléaire.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E / acte	Fréq. acte	E _{moy.} / indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(μSv)
Appareil circulatoire				
DAQL001	Tomoscintigraphie de perfusion myocardique après épreuve d'effort ou épreuve pharmacologique, sans synchronisation à l'électrocardiogramme	4,3	N.S.	N.S.
DAQL002	Scintigraphie des cavités cardiaques au repos selon 1 incidence	5,2	0,57	2,96
DAQL003	Tomoscintigraphie de perfusion myocardique de repos, sans synchronisation à l'électrocardiogramme	2,8	N.S.	N.S.
DAQL006	Tomoscintigraphie myocardique par émission de positons, avec tépographe [caméra TEP] dédié	4,8	N.S.	N.S.
DAQL007	Scintigraphie myocardique sans utilisation de traceur de perfusion	5	N.S.	N.S.
DAQL008	Scintigraphie des cavités cardiaques au repos selon plusieurs incidences	5,2	0,05	0,27
DAQL009	Tomoscintigraphie de perfusion myocardique de repos, avec tomoscintigraphie de perfusion myocardique après épreuve d'effort ou épreuve pharmacologique avec synchronisation à l'électrocardiogramme	11	3,18	34,99
DAQL010	Tomoscintigraphie de perfusion myocardique après épreuve d'effort ou épreuve pharmacologique, avec synchronisation à l'électrocardiogramme	4,3	1,29	5,55
DAQL011	Tomoscintigraphie de perfusion myocardique de repos, avec tomoscintigraphie de perfusion myocardique après épreuve d'effort ou épreuve pharmacologique sans synchronisation à l'électrocardiogramme	11	N.S.	N.S.
DAQL012	Scintigraphie des cavités cardiaques à visée rythmologique	5,2	N.S.	N.S.
DAQL014	Tomoscintigraphie de perfusion myocardique de repos, avec synchronisation à l'électrocardiogramme	8,1	0,42	3,42
DAQL015	Tomoscintigraphie des cavités cardiaques au repos, avec synchronisation à l'électrocardiogramme	6,7	0,03	0,21
Appareil ostéoarticulaire et musculaire				
PAQL001	Scintigraphie osseuse du corps entier segment par segment en un temps [temps tardif], avec acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	3,2	N.S.	N.S.
PAQL002	Scintigraphie osseuse du corps entier en plusieurs temps	3,2	2,95	9,45
PAQL003	Scintigraphie osseuse du corps entier en un temps [temps tardif]	3,2	2,39	7,66
PAQL005	Scintigraphie osseuse du corps entier segment par segment en plusieurs temps, sans acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	3,2	0,16	0,51
PAQL006	Scintigraphie osseuse segmentaire en un temps [temps tardif], sans acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	3,2	N.S.	N.S.
PAQL007	Scintigraphie osseuse segmentaire en plusieurs temps, avec acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	3,2	N.S.	N.S.
PAQL008	Scintigraphie osseuse segmentaire en plusieurs temps, sans acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	3,2	0,24	0,76
PAQL009	Scintigraphie osseuse du corps entier segment par segment en un temps [temps tardif], sans acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	3,2	0,03	0,09
PAQL010	Scintigraphie osseuse du corps entier segment par segment en plusieurs temps, avec acquisition complémentaire par un collimateur sténopé	3,2	N.S.	N.S.
Appareil respiratoire				
GFQL001	Tomoscintigraphie pulmonaire de ventilation	0,2	N.S.	N.S.
GFQL002	Tomoscintigraphie pulmonaire de ventilation et de perfusion	2,6	0,47	1,22
GFQL004	Scintigraphie pulmonaire de ventilation	0,2	N.S.	N.S.
GFQL005	Tomoscintigraphie pulmonaire de perfusion	2,4	0,06	0,14
GFQL006	Scintigraphie pulmonaire de ventilation et de perfusion	2,6	0,18	0,47
GFQL007	Scintigraphie pulmonaire de perfusion	2,4	0,03	0,07
Appareil urogénital				
JAQL001	Scintigraphie rénale glomérulaire ou tubulaire [Néphrographie isotopique] sans épreuve pharmacologique	1,3	0,03	0,04
JAQL002	Scintigraphie rénale corticale	0,98	0,10	0,10
JAQL003	Scintigraphie rénale glomérulaire ou tubulaire [Néphrographie isotopique] avec épreuve pharmacologique	1,3	0,11	0,14

Tableau XX (suite)

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de médecine nucléaire.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	E _{moy} /indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(µSv)
JAQL005	Scintigraphie rénale glomérulaire ou tubulaire [Néphrographie isotopique] sans épreuve pharmacologique, avec scintigraphie antérograde de la vessie	1,3	N.S.	N.S.
JAQL007	Scintigraphie rénale glomérulaire ou tubulaire [Néphrographie isotopique] avec épreuve pharmacologique et réinjection de produit radio-isotopique	1,9	N.S.	N.S.
JBQL001	Scintigraphie de l'élimination pyélo-urétérale	0,9	N.S.	N.S.
JDQL001	Scintigraphie de la vessie, par voie rétrograde	0,2	N.S.	N.S.
JHQL001	Scintigraphie unilatérale ou bilatérale du testicule et/ou scintigraphie du pénis	5	N.S.	N.S.
KGQL001	Mesure de la clairance radio-isotopique plasmatique et urinaire	0,036	0,05	< 0,01
KGQL004	Mesure de la clairance radio-isotopique plasmatique	0,02	N.S.	N.S.
Système endocrinien				
KCQL001	Scintigraphie de la glande thyroïde avec mesure radio-isotopique de la fixation thyroïdienne de l'iode	1,8	0,20	0,36
KCQL002	Mesure radio-isotopique de la fixation thyroïdienne de l'iode	2	N.S.	N.S.
KCQL003	Scintigraphie de la glande thyroïde	1,3	0,66	0,85
KDQL001	Scintigraphie des glandes parathyroïdes	6,1	0,18	1,10
KEQL001	Scintigraphie médullosurrénalienne	3,2	N.S.	N.S.
KEQL002	Scintigraphie corticosurrénalienne	100	N.S.	N.S.
KGQL003	Mesure radio-isotopique des compartiments biologiques	5	0,03	0,14
KZQL002	Scintigraphie aux analogues de la somatostatine avec tomoscintigraphie complémentaire, scintigraphie du corps entier complémentaire d'une image segmentaire et scintigraphie du corps entier à 72 heures	9,3	0,04	0,34
KZQL003	Scintigraphie aux analogues de la somatostatine en 2 temps	8	N.S.	N.S.
KZQL004	Scintigraphie aux analogues de la somatostatine en 2 temps, avec scintigraphie du corps entier complémentaire d'une image segmentaire	8,7	0,03	0,24
Systèmes immunitaire et hématopoïétique				
FCQL001	Lymphoscintigraphie	0,4	0,11	0,04
FDQL001	Scintigraphie de la moelle osseuse	2,9	N.S.	N.S.
FEQL002	Mesure radio-isotopique de la durée de vie des plaquettes	5,5	N.S.	N.S.
FEQL007	Mesure radio-isotopique du volume sanguin	0,2	0,06	0,01
FFQL001	Scintigraphie de la rate, par injection de traceur radio-isotopique spécifique	1	N.S.	N.S.
ZZQL006	Recherche d'un foyer infectieux ou inflammatoire par injection de polynucléaires marqués, sans séparation des lymphocytes	3,6	N.S.	N.S.
ZZQL011	Recherche d'un foyer infectieux ou inflammatoire par injection de polynucléaires marqués, avec séparation des lymphocytes	7	0,03	0,19
ZZQL015	Recherche d'un foyer infectieux ou inflammatoire par injection d'anticorps ou de peptide marqué, ou de traceur radio-isotopique non spécifique	12	0,02	0,29
Système nerveux				
ACQL001	Tomoscintigraphie cérébrale à l'aide de marqueur de la neurotransmission et/ou du métabolisme	7,8	0,25	1,93
ACQL002	Tomoscintigraphie cérébrale par émission de positons, avec tépographe [caméra TEP] dédié	3,8	0,20	0,77
ACQL003	Tomoscintigraphie cérébrale pour diagnostic et bilan de tumeur cérébrale	28	N.S.	N.S.
ACQL005	Tomoscintigraphie de perfusion cérébrale avec test d'activation et quantification complexe	8	N.S.	N.S.
ACQL007	Tomoscintigraphie de perfusion cérébrale sans test d'activation	5,9	0,06	0,36
TEP et oncologie				
ZZQL002	Recherche scintigraphique de tumeur par émetteur monophotonique spécifique des tumeurs, avec tomoscintigraphie complémentaire, scintigraphie du corps entier complémentaire d'une image segmentaire et scintigraphie du corps entier à 72 heures	25	N.S.	N.S.
ZZQL005	Recherche scintigraphique de tumeur par émetteur monophotonique non spécifique des tumeurs	18	N.S.	N.S.
ZZQL012	Recherche scintigraphique de tumeur par émetteur monophotonique spécifique des tumeurs	5	N.S.	N.S.

Tableau XX (suite)

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de médecine nucléaire.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	E _{moy} /indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(μSv)
ZZQL013	Détection radio-isotopique préopératoire de lésion par injection transcutanée intratumorale ou péri-tumorale, avec détection radio-isotopique peropératoire	0,3	0,65	0,19
ZZQL016	Tomoscintigraphie du corps entier par émission de positons, avec tépographe [caméra TEP] dédié	13	7,49	97,42
Autres				
HEQL001	Recherche radio-isotopique d'un reflux gastrooesophagien	0,6	N.S.	N.S.
HEQL002	Scintigraphie du transit œsophagien par substance solide ou liquide	0,9	N.S.	N.S.
HEQL003	Scintigraphie du transit œsophagien par substances solide et liquide	0,6	N.S.	N.S.
HFQL002	Scintigraphie du transit gastrique ou duodénal par substance solide ou liquide sans épreuve pharmacologique	0,3	N.S.	N.S.
HFQL004	Scintigraphie du transit gastrique ou duodénal par substances solide et liquide sans épreuve pharmacologique	0,6	N.S.	N.S.
HGQL001	Recherche radio-isotopique d'un diverticule de Meckel	2,9	N.S.	N.S.
HFQL002	Scintigraphie du foie et de la rate par un traceur du système réticuloendothélial	1,4	N.S.	N.S.
HFQL004	Scintigraphie des conduits biliaires	2,9	N.S.	N.S.
HGQL001	Détection peropératoire de lésion après injection de produit radio-isotopique	0,3	0,67	0,20

Tableau XXI

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie interventionnelle diagnostique.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	E _{moy} /indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(μSv)
Cardiaque				
DDQH006	Angiographie de pontage coronaire, par voie artérielle transcutanée	5,6	N.S.	N.S.
DDQH009	Artériographie coronaire sans ventriculographie gauche, par voie artérielle transcutanée	5,6	3,12	17,45
DDQH010	Artériographie coronaire avec ventriculographie gauche et artériographie thoracique [mammaire] interne unilatérale ou bilatérale, par voie artérielle transcutanée	5,6	N.S.	N.S.
DDQH011	Artériographie coronaire avec angiographie d'un pontage coronaire et ventriculographie gauche, par voie artérielle transcutanée	5,6	N.S.	N.S.
DDQH012	Artériographie coronaire avec ventriculographie gauche, par voie artérielle transcutanée	5,6	0,94	5,27
DDQH013	Artériographie coronaire avec angiographie de plusieurs pontages coronaire sans ventriculographie gauche, par voie artérielle transcutanée	5,6	0,11	0,63
DDQH014	Artériographie coronaire avec angiographie d'un pontage coronaire sans ventriculographie gauche, par voie artérielle transcutanée	5,6	0,04	0,22
DDQH015	Artériographie coronaire avec angiographie de plusieurs pontages coronaire et ventriculographie gauche, par voie artérielle transcutanée	5,6	0,03	0,18
DFQH001	Artériographie sélective du tronc et/ou des branches de l'artère pulmonaire, par voie veineuse transcutanée	5	N.S.	N.S.
DFQH002	Artériographie hypersélective des artères pulmonaires, par voie veineuse transcutanée	5	N.S.	N.S.
Neurologique				
EBQH001	Phlébographie globale d'un axe cervicocéphalique, par voie veineuse transcutanée	5	N.S.	N.S.
EBQH002	Artériographie sélective de 3 axes cervicocéphaliques ou plus, par voie artérielle transcutanée	5	0,18	0,92
EBQH005	Artériographie hypersélective cervicocéphalique, par voie artérielle transcutanée	5	0,06	0,29
EBQH007	Artériographie suprasélective cervicocéphalique, par voie artérielle transcutanée	5	N.S.	N.S.
EBQH008	Artériographie de plusieurs axes cervicocéphaliques, par injections intraartérielles transcutanées multiples	5	N.S.	N.S.
EBQH010	Artériographie d'un axe cervicocéphalique, par injection intraartérielle transcutanée unique	5	N.S.	N.S.
EBQH011	Artériographie sélective d'un ou 2 axes cervicocéphaliques, par voie artérielle transcutanée	5	0,06	0,28

Tableau XXI (suite)

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie interventionnelle diagnostique.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	E _{moj.} /indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(µSv)
ECQH012	Artériographie sélective ou hypersélective de la totalité de la moelle épinière, par voie artérielle transcutanée	60	N.S.	N.S.
ECQH013	Artériographie sélective ou hypersélective d'un segment de la moelle épinière, par voie artérielle transcutanée	60	N.S.	N.S.
ECQH014	Artériographie suprasélective de la moelle épinière, par voie artérielle transcutanée	60	N.S.	N.S.
Tractus biliaire				
HMQH003	Cholangiographie rétrograde avec infundibulotomie [ponction diathermique de l'infundibulum biliaire] ou précoque de la papille duodénale majeure, par œso-gastro-duodéoscopie	1,6	0,03	0,04
HMQH004	Cholangiographie, par injection de produit de contraste dans les conduits biliaires par voie transcutanée, avec guidage échographique et/ou radiologique	1,6	0,04	0,07
HMQH005	Cholangiopancréatographie rétrograde sans manométrie oddienne, par œso-gastro-duodéoscopie	1,6	N.S.	N.S.
HMQH006	Cholangiographie, par injection de produit de contraste dans un drain biliaire externe	1,6	0,12	0,20
HMQH007	Cholangiographie rétrograde, par œso-gastro-duodéoscopie	1,6	0,19	0,31
HNQH001	Pancréatographie rétrograde par cathétérisme de la papille duodénale mineure [papille accessoire], par œso-gastro-duodéoscopie	1,6	N.S.	N.S.
HNQH003	Pancréatographie rétrograde par cathétérisme de la papille duodénale majeure, par œso-gastro-duodéoscopie	1,6	N.S.	N.S.
Vasculaire				
DGQH001	Artériographie globale de l'aorte abdominale et des membres inférieurs, par voie artérielle transcutanée	12	0,20	2,46
DGQH002	Artériographie globale de l'aorte abdominale, par voie artérielle transcutanée	12	0,09	1,02
DGQH003	Artériographie de l'aorte abdominale et des membres inférieurs, par injection intraaortique transcutanée lombale	12	N.S.	N.S.
DGQH004	Artériographie de l'aorte et de ses branches, par injection intraveineuse transcutanée	5	N.S.	N.S.
DGQH005	Artériographie globale de l'aorte thoracique et abdominale, par voie artérielle transcutanée	12	N.S.	N.S.
DGQH006	Artériographie globale de l'aorte thoracique, par voie artérielle transcutanée	5	0,10	0,50
DGQH007	Artériographie globale de la crosse de l'aorte et de ses branches cervico-céphaliques [Gerbe aortique], par voie artérielle transcutanée	5	0,05	0,27
DHQH001	Phlébographie sélective de plusieurs branches des veines iliaques communes et/ou de la veine cave inférieure, par voie veineuse transcutanée	12	N.S.	N.S.
DHQH002	Phlébographie de la veine cave inférieure [Cavographie inférieure], par voie veineuse transcutanée	12	N.S.	N.S.
DHQH003	Phlébographie de la veine cave supérieure [Cavographie supérieure], par injection intraveineuse transcutanée	5	0,07	0,36
DHQH004	Phlébographie sélective d'une branche de la veine iliaque commune ou de la veine cave inférieure, par voie veineuse transcutanée	12	N.S.	N.S.
DHQH005	Phlébographie des veines iliaque et cave inférieure [Iliocavographie], par injection intraveineuse transcutanée fémorale unilatérale ou bilatérale	12	N.S.	N.S.
DHQH006	Phlébographie globale de la veine cave supérieure [Cavographie supérieure], par voie veineuse transcutanée	5	0,03	0,15
DHQH007	Phlébographie hypersélective d'une branche de la veine iliaque commune ou de la veine cave inférieure, par voie veineuse transcutanée	12	0,05	0,55
ECQH001	Artériographie bilatérale du membre supérieur par voie artérielle ou injection intraartérielle transcutanée, avec manœuvre positionnelle	8	N.S.	N.S.
ECQH002	Artériographie suprasélective du membre supérieur, par voie artérielle transcutanée	8	N.S.	N.S.
ECQH005	Artériographie sélective ou hypersélective du membre supérieur, par voie artérielle transcutanée	8	N.S.	N.S.
ECQH006	Artériographie du membre supérieur par injection intraartérielle transcutanée, sans manœuvre positionnelle	8	N.S.	N.S.
ECQH007	Artériographie bilatérale de la main, par injection intraartérielle transcutanée	8	N.S.	N.S.
ECQH015	Artériographie sélective ou hypersélective d'artère intrathoracique à destination pariétale et/ou viscérale, par voie artérielle transcutanée	5	N.S.	N.S.
ECQH016	Artériographie suprasélective d'artère intrathoracique à destination pariétale et/ou viscérale, par voie artérielle transcutanée	5	N.S.	N.S.

Tableau XXI (suite)

Dose efficace par acte, fréquence d'actes et contribution à la dose annuelle moyenne par bénéficiaire des codes CCAM de radiologie interventionnelle diagnostique.

Code CCAM	Libellé de l'acte	E/acte	Fréq. acte	E _{mov} /indiv.
		(mSv)	(/1 000 indiv.)	(µSv)
EDQH001	Artériographie suprasélective de branche extradigestive de l'aorte abdominale ou de branche de l'artère iliaque interne, par voie artérielle transcutanée	12	N.S.	N.S.
EDQH003	Artériographie sélective ou hypersélective d'une branche extradigestive de l'aorte abdominale ou d'une branche de l'artère iliaque interne, par voie artérielle transcutanée	12	N.S.	N.S.
EDQH005	Artériographie sélective et/ou hypersélective de plusieurs branches extradigestives de l'aorte abdominale ou de plusieurs branches de l'artère iliaque interne, par voie artérielle transcutanée	12	0,04	0,44
EDQH006	Artériographie sélective et/ou hypersélective de plusieurs branches digestives de l'aorte abdominale, par voie artérielle transcutanée	12	0,03	0,31
EDQH007	Artériographie suprasélective de branche digestive de l'aorte abdominale, par voie artérielle transcutanée	12	N.S.	N.S.
EDQH008	Artériographie sélective ou hypersélective d'une branche digestive de l'aorte abdominale, par voie artérielle transcutanée	12	N.S.	N.S.
EEQH001	Artériographie bilatérale de membre inférieur, par injection intraartérielle fémorale transcutanée bilatérale	8	N.S.	N.S.
EEQH002	Artériographie sélective ou hypersélective du membre inférieur, par voie artérielle transcutanée	8	0,04	0,35
EEQH003	Artériographie du pied, par injection intraartérielle ou voie artérielle transcutanée	8	N.S.	N.S.
EEQH004	Artériographie suprasélective du membre inférieur, par voie artérielle transcutanée	8	N.S.	N.S.
EEQH005	Artériographie globale du membre inférieur, par voie artérielle transcutanée	8	0,04	0,33
EEQH006	Artériographie unilatérale du membre inférieur, par injection intraartérielle fémorale transcutanée	8	0,08	0,61
EFQH001	Phlébographie sélective du membre supérieur par voie veineuse transcutanée, sans étude des troncs veineux proximaux	8	N.S.	N.S.
EFQH002	Phlébographie sélective de la veine brachiocéphalique ou de la veine cave supérieure, par voie veineuse transcutanée	5	N.S.	N.S.
EFQH003	Phlébographie bilatérale du membre supérieur par injection intraveineuse transcutanée, avec étude des troncs veineux proximaux et de la veine cave supérieure	8	0,03	0,20
EFQH005	Phlébographie unilatérale du membre supérieur par injection intraveineuse ou voie veineuse transcutanée, avec étude des troncs veineux proximaux et de la veine cave supérieure	8	N.S.	N.S.
EFQH006	Phlébographie unilatérale du membre supérieur par injection intraveineuse transcutanée, sans étude des troncs veineux proximaux	8	N.S.	N.S.
EFQH007	Phlébographie hypersélective de la veine brachiocéphalique ou de la veine cave supérieure, par voie veineuse transcutanée	5	N.S.	N.S.
EHQH001	Phlébographie sélective de veine hépatique [sushépatique], par voie veineuse transcutanée	12	N.S.	N.S.
EJQH001	Varicographie du membre inférieur, par injection intraveineuse transcutanée	8	N.S.	N.S.
EJQH003	Phlébographie rétrograde du membre inférieur, par injection intraveineuse transcutanée fémorale homolatérale ou par voie veineuse fémorale controlatérale	8	N.S.	N.S.
EJQH004	Phlébographie bilatérale du membre inférieur, par injection intraveineuse transcutanée au pied	8	N.S.	N.S.
EJQH006	Phlébographie unilatérale du membre inférieur, par injection intraveineuse transcutanée au pied	8	N.S.	N.S.
EKQH002	Angiographie d'un accès vasculaire artérioveineux du membre supérieur avec exploration des troncs veineux profonds proximaux et de la veine cave supérieure, par injection intravasculaire transcutanée	5	0,13	0,67
EZMH001	Contrôle radiologique secondaire de perméabilité et/ou de position d'un dispositif d'accès vasculaire ou d'une endoprothèse vasculaire, par injection de produit de contraste	0,1	0,24	0,02
EZQH002	Angiographie d'un accès vasculaire artérioveineux d'un membre, par voie vasculaire transcutanée	8	N.S.	N.S.
EZQH003	Angiographie d'un accès vasculaire artérioveineux d'un membre, par injection intravasculaire transcutanée	8	N.S.	N.S.
YYYY024	Bilan radiologique veineux complet des membres inférieurs pour pathologie veineuse complexe nécessitant plusieurs voies d'abord, des poses de garrots éventuelles et des clichés dans différentes positions	8	N.S.	N.S.

Étude EXPRI 2017
Pôle Santé et Environnement
Service d'études et d'expertise en radioprotection

Photo de couverture : Sophie Brändström/Signatures/
Médiathèque IRSN

Conception et réalisation : Chromatiques, Paris.

Pour tout renseignement :

IRSN

Pôle santé et environnement (PSE-SANTE)

31, avenue de la Division Leclerc

92262 Fontenay-aux-Roses cedex

Téléphone : +33 (0)1 58 35 88 88

Mail : contact@irsn.fr

N° du rapport : IRSN /2020-00564

Tous droits réservés IRSN

août 2020

Sous réserve du droit des tiers, ce document ne peut être communiqué,
divulgué ou reproduit à ou par des tiers sans autorisation écrite préalable.



31, avenue de la Division Leclerc
92262 Fontenay-aux-Roses cedex
RCS Nanterre b 440 546 018

COURRIER

B.P. 17 - 92262 Fontenay-aux-
Roses cedex

TÉLÉPHONE

+33 (0)1 58 35 88 88

SITE INTERNET

www.irsn.fr

E-MAIL

contact@irsn.fr

 [@irsn_france](https://twitter.com/irsn_france)