



Unil
UNIL | Université de Lausanne



Hes·SO
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Exposition de la population suisse aux rayonnements ionisants en imagerie médicale en 2013

Rapport final

Juillet 2015

R. Le Coultre¹, J. Bize², M. Champendal¹, D. Wittwer³, P. Trueb³, F.R. Verdun²

1) University of Health Sciences HESAV, HES-SO // University of Applied Sciences Western, Lausanne, Switzerland;

2) Institute of Radiation Physics, University Hospital Centre and University of Lausanne

3) Radiation Protection Division, Federal Office of Public Health, Bern, Switzerland

RESUME

Le suivi de l'exposition de la population par l'imagerie médicale utilisant les rayons X est une obligation légale (EURATOM 2013/59). L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) organise tous les dix ans une enquête extensive, afin de suivre l'évolution de la dose effective moyenne par habitant, dans le but de comparer la pratique helvétique aux autres pays et, aussi, de prioriser ses actions en matière de radioprotection. La dernière grande enquête a eu lieu en 2008, où une dose effective moyenne annuelle de 1.2 mSv a été obtenue. Entre ces grandes enquêtes, une mise à jour des données se fait sur la base d'études utilisant un échantillon plus modeste. L'objet de ce rapport est de présenter les résultats obtenus pour l'enquête portant sur l'année 2013. L'analyse présentée dans ce rapport porte sur :

- La contribution des différentes modalités (radiographie, mammographie à visée diagnostique et de dépistage, radiologie dentaire, scanographie, radioscopie conventionnelle et interventionnelle (à visée diagnostique et thérapeutique)) sur la dose effective annuelle délivrée par habitant en 2013;
- L'analyse de la répartition des examens les plus irradiants selon le sexe et l'âge des patients.

Pour effectuer ces enquêtes, il est nécessaire de déterminer, d'une part, la fréquence des examens, et d'autre part, la dose effective moyenne délivrée par examen. La fréquence des examens a été estimée à partir de deux sources :

- Les réponses d'un échantillon de médecins généralistes, de chiropraticiens, de cabinets privés de radiologie, de cliniques privées et de dentistes, par l'intermédiaire de questionnaires disponibles en ligne sur le site www.raddose.ch.
- **Les codes de facturation « TARMED »** des établissements hospitaliers publics et du Centre Hospitalier Universitaire du **canton de Vaud** ; canton pilote pour cette enquête.

La dose moyenne par examen a été estimée sur la base d'enquêtes ponctuelles organisées en Suisse par l'OFSP, ainsi qu'en utilisant les données de la littérature. Une validation des doses concernant la scanographie a été effectuée sur la base de données collectées durant neuf mois au sein du Centre Hospitalier Universitaire du canton de Vaud (CHUV) par le logiciel DoseWatch™.

En 2013, le nombre d'examens effectués en Suisse est estimé à près de 10 millions, soit **quelques 1'219 examens radiologiques pour 1'000 habitants**. Ceux-ci génèrent **une dose effective annuelle par habitant de 1.42 mSv**.

La radiologie dentaire, la radiographie et la scanographie sont les modalités les plus couramment utilisées avec les fréquences respectives de : 47.4%, 38.8% et 9.6%. Les trois modalités contribuant le plus à l'exposition de la population sont respectivement la scanographie, la radiographie et la radioscopie interventionnelle à visée diagnostique, avec les pourcentages respectifs de : 70.5%, 10.7% et 6.8%. La scanographie délivre en moyenne 1.0 mSv par habitant en 2013 alors qu'elle ne délivrait que 0.8 mSv en 2008.

L'obtention des codes de facturation « TARMED », données considérées parfois comme « sensibles » de par leur aspect économique, a permis d'effectuer une recherche plus détaillée sur la répartition de l'exposition :

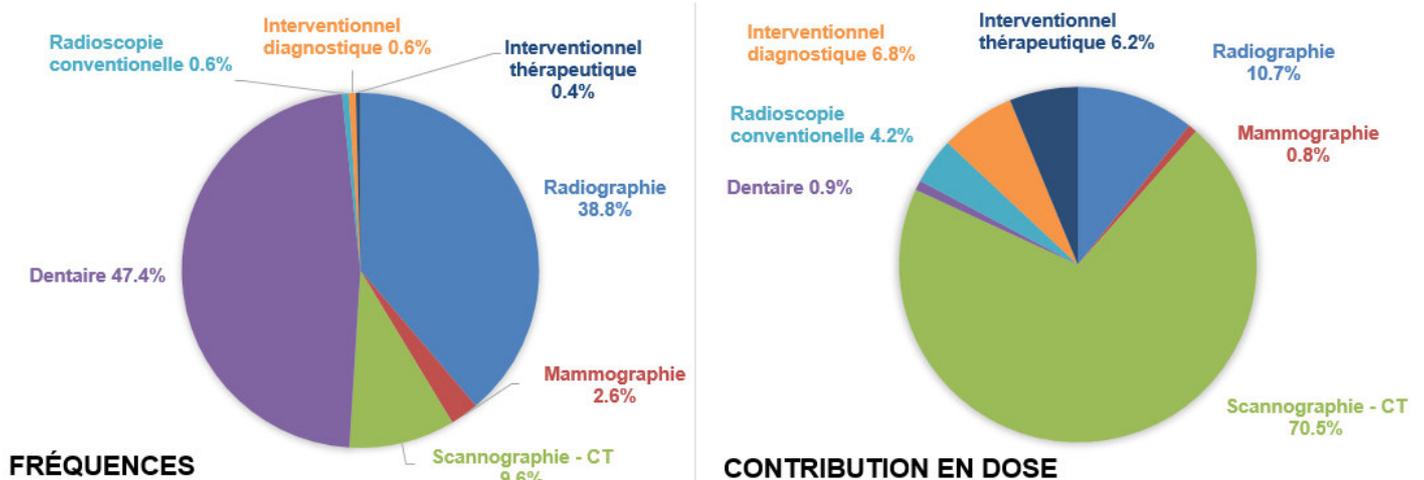
- **Pour la radiographie**, la répartition homme/femme montre un léger différentiel positif de 4% chez les hommes. Bien que de manière absolue, moins d'hommes se présentent en radiologie pour des radiographies, ceux-ci sont examinés sur davantage de régions

anatomiques, ce qui, au final, génère un plus grand nombre d'examens. La fraction de la population féminine bénéficiant de radiographie est de l'ordre de 18.7%, avec en moyenne 1.38 examens pour chacune de ces patientes. Quant aux hommes, ces chiffres s'élèvent respectivement à 16.5%, avec 1.63 examens par patient.

- **Pour la scanographie**, la répartition homme/femme montre un différentiel positif de 21 % chez les hommes. La part des suissesses bénéficiant de la tomodensitométrie est d'environ 4.6%, avec en moyenne 1.27 examens CT pour chacune de ces patientes. Pour les hommes, ces chiffres s'élèvent à 5.4% avec 1.33 examens CT par patient.

En conclusion, la mise à jour de l'évaluation de l'exposition de la population par l'imagerie médicale montre que l'on est passé de 1.2 mSv en 2008 à environ 1.4 mSv en 2013. Cette augmentation est liée à l'usage de la scanographie (117 examens pour 1000 habitants en 2013 par rapport à 100 examens pour 1000 habitants en 2008) et, dans une moindre mesure, à une légère augmentation de la radioscopie interventionnelle. Cette augmentation est, cependant, compatible avec la pratique des pays qui nous entourent.

Résumé de la répartition des fréquences et des doses :



ZUSAMMENFASSUNG

Die Überwachung der Strahlenexposition der Bevölkerung, die durch medizinische Bildgebungsverfahren, wie z.B. Röntgenstrahlen, hervorgerufen wird, ist gesetzlich verpflichtend (EURATOM 2013/59). Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) führt alle zehn Jahre eine umfassende Studie bezüglich der durchschnittlichen effektiven Dosis pro Einwohner durch, um die Schweizer Praxis mit der anderer Länder zu vergleichen und um Strahlenschutzmaßnahmen zu priorisieren. Die letzte große Umfrage wurde im Jahr 2008 durchgeführt und zeigte, dass die durchschnittliche jährliche effektive Dosis 1,2 mSv pro Einwohner betrug. Im Zeitraum zwischen zwei grossen Studien werden die Daten mittels kleinerer Studien aktualisiert. Zielsetzung dieses Berichtes ist es, die Ergebnisse der Studie von 2013 zu präsentieren, welche sich auf die folgenden zwei Punkte beziehen:

- Der Beitrag der verschiedenen medizinischen Untersuchungsmethoden (Radiographie, Diagnostik- und Screening-Mammographie, zahnmedizinische Radiologie, Computertomographie (CT), konventionelle und interventionelle Durchleuchtung (Diagnostik und Therapie)) auf die jährliche effektive Dosis pro Kopf im Jahre 2013;
- Die Verteilung der verschiedenen radiologischen Untersuchungsmethoden nach Geschlecht und Alter des Patienten.

Für diese Studie war es notwendig, zum einen die Häufigkeit der radiologischen Untersuchungen und zum anderen deren mittlere effektive Dosis zu bestimmen. Die Häufigkeit dieser Untersuchungen wurde aus den folgenden zwei Quellen abgeschätzt:

- Eine stichprobenhafte Befragung von Allgemeinmedizinern, Chiropraktikern, privaten Arztpraxen, die über Röntgengeräte verfügen, Privatkliniken und Zahnärzten mittels eines Online-Fragebogens auf der Webseite www.raddose.ch;
- Mittels der für die Fakturierung genutzten Identifikationscodes für radiologische Untersuchungen, „**TARMED**“, der öffentlichen Krankenhäuser und des Universitätsspitals des **Kantons Waadt**, welcher der Pilotkanton für diese Umfrage ist.

Die durchschnittliche Dosis pro radiologischer Untersuchung wurde auf der Grundlage spezifischer Erhebungen des BAGs in der Schweiz sowie mit Hilfe von Literaturdaten abgeschätzt. Die Validierung der CT-Dosen wurde auf der Grundlage von Daten durchgeführt, die während neun Monaten durch die Software DoseWatch™ in der Universitätsklinik des Kantons Waadt (CHUV) gesammelt wurden.

Für das Jahr 2013 wurde die Anzahl der radiologischen Untersuchungen, die in der Schweiz durchgeführt wurden, auf fast 10 Millionen geschätzt. Das bedeutet **ca. 1219 radiologische Untersuchungen pro 1000 Einwohner**, welche zu **einer jährlichen effektiven Dosis von 1,42 mSv pro Einwohner** führten.

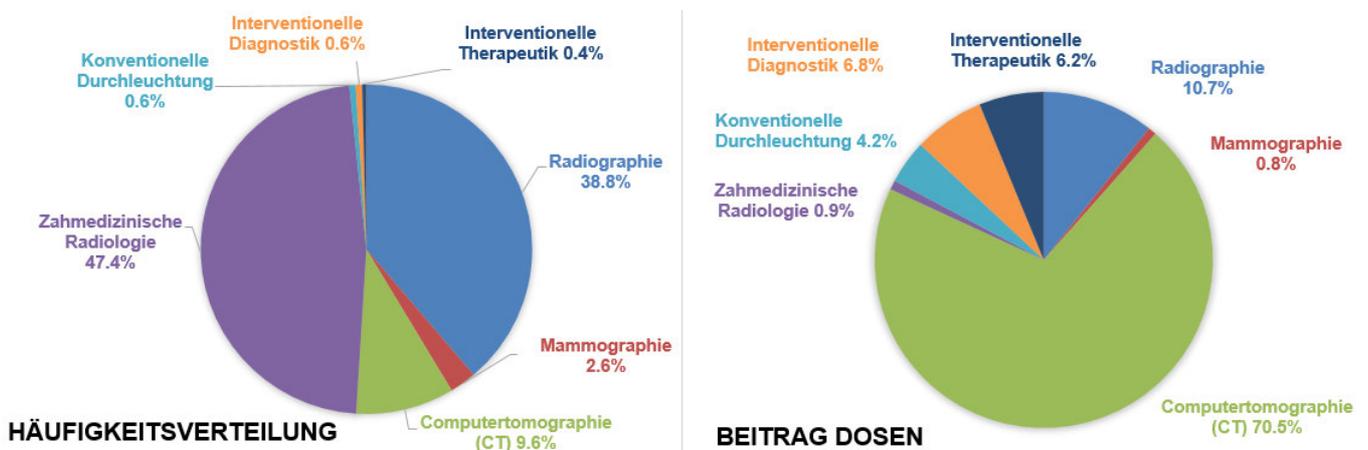
Zahnmedizinische Radiologie, konventionelle Radiologie und CT's waren die am häufigsten verwendeten Untersuchungsverfahren mit der jeweiligen Häufigkeit von 47,4%, 38,8% und 9,6%. Die drei Methoden, welche am meisten zur Strahlenexposition der Bevölkerung beitrugen, waren CT, Radiographie und Interventionelle diagnostische Durchleuchtung mit den jeweiligen Prozentsätzen von 70,5%, 10,7% und 6.8%. Im Jahr 2013 lieferte die CT im Durchschnitt 1,0 mSv pro Kopf verglichen mit 0.8 mSv im Jahr 2008.

Das Auswerten der Abrechnungs_codes von „TARMED“, welche teilweise als wirtschaftlich „sensible“ Daten betrachtet werden mussten, erlaubte eine detailliertere Aufschlüsselung der Verteilung einzelner radiologischer Untersuchungen:

- Die Daten der **Radiographie** zeigen, dass bei Männern ca. 4% mehr Radiographien gemacht werden. Insgesamt kommen weniger Männer zu Radiographie als Frauen aber es werden mehr Aufnahmen von verschiedenen anatomische Bereichen gemacht was eine grössere Anzahl von Sitzungen für diese bedingt. Der Anteil der weiblichen strahlenexponierten Bevölkerung liegt bei 18,7% mit einem Durchschnitt von 1,38 Untersuchungen pro Patient. Für Männer belaufen sich die Zahlen auf 16,5% mit jeweils 1,63 Untersuchungen pro Patient.
- Männer bekommen zu etwa 21% häufiger als Frauen eine **CT-Untersuchung**. Der Anteil der strahlenexponierten Frauen liegt bei 4,6% mit einem Durchschnitt von 1,27 CT-Untersuchungen pro Patient. Für Männer belaufen sich die Zahlen auf 5,4% mit 1,33 Untersuchungen pro Patient.

Zusammenfassend zeigt die aktualisierte Studie, dass die Strahlenexposition der Bevölkerung durch die medizinischen Bildgebungsverfahren von 1,2 mSv im Jahre 2008 auf etwa 1,4 mSv im Jahre 2013 gewachsen ist. Dieser Anstieg ist hauptsächlich auf die häufigere Verwendung der CT (117 Untersuchungen pro 1000 Einwohner im Jahre 2013 im Vergleich zu 100 Untersuchungen pro 1000 Einwohner im Jahre 2008) und in geringerem Maße auf den leichten Anstieg in der Verwendung interventioneller Durchleuchtung zurückzuführen. Dieser Zuwachs der Strahlenexposition entspricht des Praxis unseren Nachbarländern.

Schematische Zusammenfassung der Verteilung der Frequenzen und Dosierungen :



SOMMAIRE

RÉSUMÉ	2
ZUSAMMENFASSUNG	4
SOMMAIRE	6
1 INTRODUCTION	7
2 DÉTERMINATION DE LA FRÉQUENCE DES ACTES RADIOLOGIQUES	8
2.1 DÉNOMINATION DES ACTES ET MODALITÉS RADIOLOGIQUES	8
2.2 SOURCES DE DONNÉES - ÉCHANTILLON	9
2.3 MÉTHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES DONNÉES – PROJECTION NATIONALE.....	13
3 DETERMINATION DES DOSES ASSOSSIEES AUX MODALITÉS RADIOLOGIQUES	15
3.1 LA DOSE EFFECTIVE [mSv].....	15
3.2 DÉTERMINATION DES DOSES EFFECTIVES LIÉES À CHAQUE MODALITÉ RADIOLOGIQUE	15
4 EXPOSITION DE LA POPULATION SUISSE EN 2013	16
4.1 BILAN GÉNÉRAL	16
4.2 CONTRIBUTION DE CHAQUE MODALITÉ EN TERMES DE FRÉQUENCE ET DE DOSE EFFECTIVE COLLECTIVE.....	16
4.3 EVOLUTION DE L'EXPOSITION MÉDICALE DE LA POPULATION SUISSE DE 2008 À 2013 & COMPARAISON AVEC D'AUTRES PAYS	17
4.4 ANALYSE DÉTAILLÉE POUR LA RADIOGRAPHIE HORS DENTAIRE EN 2013.....	18
4.5 ANALYSE DÉTAILLÉE POUR LE CT SCANNER EN 2013	21
5 DISCUSSION	23
5.1 REPRÉSENTATIVITÉ DES DONNÉES.....	23
5.2 MÉTHODE DE PROJECTION DES DONNÉES.....	23
6 PERSPECTIVES ET CONCLUSION	25
6.1 MAINTENIR LE CONTACT AVEC LES FOURNISSEURS DE CODES TARMED.....	25
6.2 ETUDES FUTURES.....	25
6.3 PERSPECTIVES.....	25
6.4 CONCLUSION.....	26
ABRÉVIATIONS	27
SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES	28

1 INTRODUCTION

Au niveau mondial, entre 1997 et 2007, la dose effective annuelle moyenne par habitant, toutes sources d'exposition confondues, s'élevait à 3.1 mSv. Les deux principales sources d'exposition étant l'irradiation naturelle (délivrante 2.4 mSv), et la radiologie médicale (délivrante 0.68 mSv) [UNSCEAR, 2010]. En Suisse, la dose effective annuelle moyenne par habitant s'élevait en 2008 à 5.6 mSv. La principale source d'exposition naturelle était le radon (délivrante 3.2 mSv). L'imagerie médicale utilisant les rayons X y contribuait à hauteur de 1.2 mSv [OFSP, 2009], cette dernière valeur étant compatible avec les données des pays de statut sanitaire comparable. Au vu des développements technologiques, il est important de suivre régulièrement la pratique de la radiologie médicale.

D'après la directive européenne 97/43/EURATOM, et plus récemment 2013/59/EURATOM [Conseil de l'Union européenne, 2014], il est requis d'effectuer des études nationales sur l'exposition de la population par la radiologie médicale, ceci dans le but de suivre les évolutions au cours du temps et de renforcer, de manière ciblée, les mesures de radioprotection. Dans la directive 2013/59/EURATOM, il est, en outre, mentionné que ces études nationales devraient, si cela s'avère possible, montrer la répartition de cette irradiation par genre et par âge.

Une étude nationale de grande envergure a été conduite en Suisse en 1998. Elle a révélé une dose effective annuelle de 1.0 mSv par habitant [Aroua, Vader, Burnand & Valley, 2000]. En 2003, une mise à jour de cette enquête portant sur un échantillon représentatif, mais beaucoup plus limité (enquête intermédiaire), a montré que la situation était relativement stable [Aroua, Vader, Valley & Verdun, 2007]. Une étude, de la même importance que celle de 1998, a été reconduite en 2008, où 225 examens radiologiques couvrant 8 modalités radiologiques, ont été étudiés. Les données de quelques 3'500 utilisateurs ont été collectées (taux de réponse de 42%) et celles-ci ont montré, pour cette année-là, une dose effective annuelle de 1.2 mSv par habitant, avec en moyenne 1.7 examens par habitant [Aroua, Samara, Bochud & Verdun, 2011].

Le but de cette étude est d'investiguer, sur la base d'un échantillon limité mais représentatif de la Suisse, l'exposition de la population pour l'année 2013, dans un contexte où la radiologie médicale évolue rapidement. Les enquêtes dosimétriques de grande envergure sont réalisées en Suisse tous les 10 ans ; la prochaine devrait investiguer la pratique de l'année 2018.

2 DETERMINATION DE LA FREQUENCE DES ACTES RADIOLOGIQUES

2.1 DENOMINATION DES ACTES ET MODALITES RADIOLOGIQUES

2.1.1 FREQUENCE : PROCEDURE UTILISEE

Dans ce rapport, la fréquence des examens est déterminée en utilisant la notion de « séance radiologique » pour assurer une comptabilisation homogène et facilement comparable aux publications des autres pays. Ce point est particulièrement important pour la scanographie, où différentes règles peuvent être appliquées ; une acquisition thoraco-abdominale pouvant être comptée comme un examen (un passage) ou deux examens (acquisition de deux régions anatomiques. **Ainsi une séance correspond ici à l'ensemble des clichés, des expositions, des acquisitions, des passages, voire des phases réalisées chez un même patient, lors d'une seule visite, pour une région anatomique et pour une modalité donnée [Dose Datamed 2, 2010].**

À titre d'exemples :

Si une patiente se présente pour une mammographie, où quatre clichés sont réalisés, une seule séance sera comptabilisée.

Si un patient se présente pour un scanner (CT) thoraco-abdominal, avec de multiples passages, deux séances seront comptées : une séance CT sur le thorax et une séance CT sur l'abdomen.

2.1.2 MODALITES RETENUES

L'étude limitée 2013 comprend les modalités suivantes :

- La radiographie conventionnelle (RX)
- La mammographie qui est subdivisée en deux parties :
 - La mammographie dite « diagnostique » ou standard ;
 - La mammographie « dépistage », pour les examens effectués dans le cadre du programme de dépistage du cancer du sein.
- La radiologie dentaire avec une sous-catégorie spécifique à l'utilisation de l'imagerie 3D (« Cone Beam CT (CBCT) »).
- La scanographie, appelée aussi scanner (CT) ou tomodensitométrie
- La radioscopie conventionnelle comprenant les examens de suivi des systèmes digestifs, biliaires, urinaires, gynécologiques, ainsi que les myélographies et les arthrographies.
- La radioscopie interventionnelle à visée diagnostique subdivisée en deux parties :
 - La partie cardiaque, qui concerne exclusivement le décompte des angiographies coronariennes (CA).
 - La partie « autres » qui concerne les autres angiographies
- La radioscopie interventionnelle à visée thérapeutique subdivisée en deux parties :
 - La partie cardiaque avec exclusivement les angioplasties coronariennes transluminales percutanées (PTCA)
 - La partie « autres » avec les autres interventions cardiaques (biopsie du myocarde, fermeture de shunt, ...), ainsi que le reste des examens de radiologie interventionnelle guidés par radioscopie.

La médecine nucléaire n'a pas été intégrée à cette étude.

2.2 SOURCES DE DONNEES - ÉCHANTILLON

Pour cette enquête intermédiaire, nos données proviennent de quatre sources distinctes : les données fournies par les questionnaires disponibles sur le site www.raddose.ch, l'obtention de codes de facturation « TARMED » en lien avec la facturation des actes de radiologie médicale, la consultation du rapport annuel 2013 des cardiologues suisses (pour les CA et PTCA) et les chiffres fournis par la Fondation pour le dépistage du cancer du sein.

2.2.1 LE SITE RADDPOSE ET SES QUESTIONNAIRES

Sur le site RADdose (www.raddose.ch), quatre questionnaires ont été spécialement préparés par des techniciens en radiologie. Ces questionnaires ont été rendus interactifs, afin d'améliorer la pertinence et la précision des questions posées, tout en limitant au strict minimum le temps nécessaire au remplissage. Chaque questionnaire pouvait être rempli individuellement dans le temps, bénéficiait de rubriques d'aide et était disponible dans les trois langues nationales, ainsi qu'en anglais.

Ces quatre questionnaires se déclinaient comme suit :

- Les radiographies (RX) et les mammographies ;
- La scanographie ou tomodensitométrie (CT) et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) ;
- La radioscopie (fluoroscopie) et la radiologie interventionnelle guidée par radioscopie ;
- La radiologie dentaire, comprenant ou non le CBCT.

Ces questionnaires offraient la possibilité d'indiquer le nombre de clichés, de passages, de séries, mais aussi le nombre de séances et/ou le nombre de patients, dans le but de mieux détailler l'information fournie. Dans le cas où le nombre de séances radiologiques n'était pas directement précisé, des facteurs de conversion ont été élaborés, suite à l'analyse des pratiques des centres nous ayant donné plus d'informations. Par exemple, dans le cas d'un examen radiographique du thorax, on a utilisé le facteur 1.5 pour passer du nombre de clichés au nombre de séances. Ainsi, au final, seuls les chiffres des séances ont été utilisés pour déterminer les fréquences.

On notera que les données récoltées via RADdose ne fournissent aucune information sur le sexe et l'âge des patients.

Sur la base d'une liste d'adresses des détenteurs d'autorisations d'installations radiologiques fournie par l'Office Fédéral de la Santé Publique (OFSP), un échantillon de chaque pratique et de chaque canton suisse a été contacté par courrier au début de l'été 2014. L'objectif était d'avoir environ quatre fournisseurs de données par catégorie et par canton. Au vu du faible taux de réponse, un second courrier a été envoyé au début de l'automne 2014. L'échantillon choisi, ainsi que le taux limité de réponses obtenues est présenté au Tableau 1.

Tableau 1 : Echantillon et taux de réponses obtenues du site RADdose

Pratiques	Total suisse	Contactés	Répondants	Taux de réponse (%)	Echantillonnage national(%)
Chiropraticiens	116	110	31	28.2	26.7
Généralistes (low dose) *	2786	100	28	28.0	1.0
Généralistes (high dose)*	929	100	28	28.0	3.0
Dentistes sans CBCT	3129	100	26	26.0	0.8
Dentistes avec CBCT	323	83	22	26.5	6.8
Instituts de radiologie	118	110	31	28.2	26.3

* Les médecins généralistes ont été séparés en deux catégories en fonction du niveau de leur formation post-graduée en lien avec la radiologie : une catégorie appelée « low-dose » pour les médecins détenant uniquement le FMH de médecine et ne pouvant exécuter que les clichés du thorax ou des extrémités distales, et une deuxième catégorie appelée « high-dose ». Pour cette dernière catégorie les médecins peuvent réaliser des clichés plus irradiants, comme les radiographies de l'abdomen ou de la colonne vertébrale.

Les chiropraticiens, les médecins généralistes, les dentistes et les instituts radiologiques suisses ont aussi été contactés. On notera que les médecins généralistes regroupent les spécialités FMH (Fédération des médecins suisses) suivantes [Radioprotection, 2015] :

- Médecine interne générale
- Médecine interne
- Pédiatrie
- Neurologie
- Oncologie médicale
- Oto-rhino-laryngologie

Les figures 1 à 3 montrent la répartition géographique des répondants à l'enquête menée avec le site RADdose, pour les sept grandes régions suisses, usuellement utilisées par l'Office Fédéral de la Statistique (OFS).

Figure 1 :
Répartition géographique des réponses des médecins généralistes « low-dose » (en noir) et « high-dose » (en rouge).

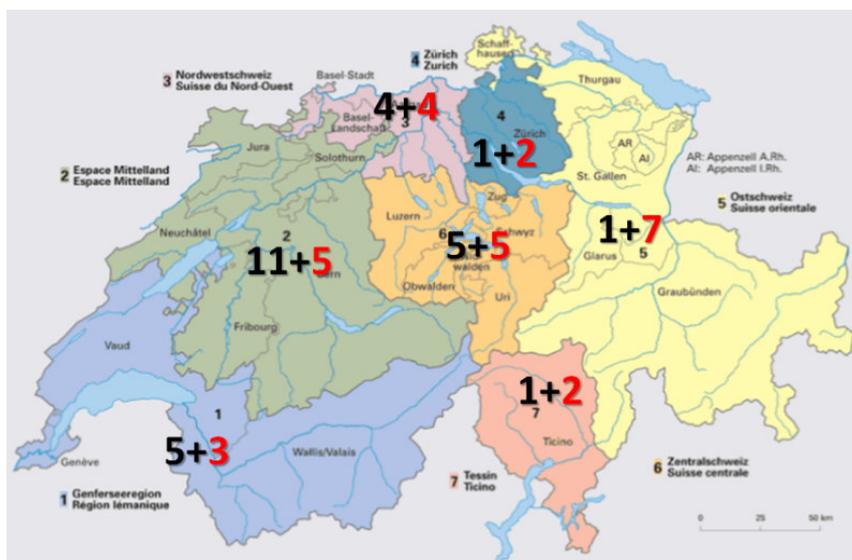


Figure 2 :
Répartition géographique des réponses de dentistes avec CBCT (en noir) et sans CBCT (en rouge).

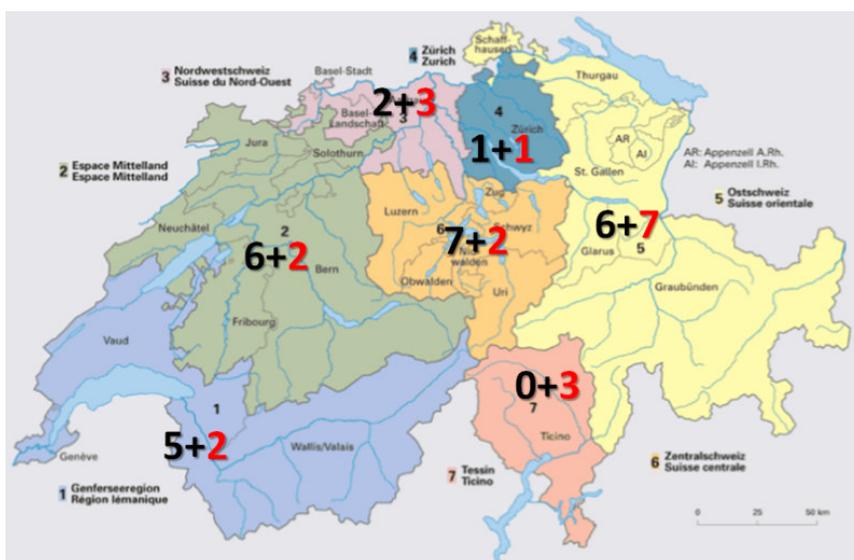
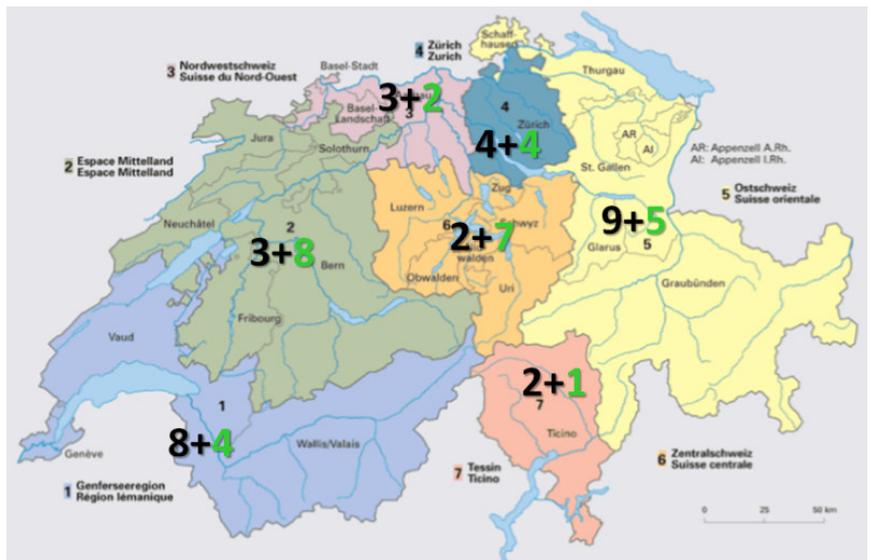


Figure 3 :
Répartition géographique des réponses des instituts de radiologie (*en noir*) et des chiropraticiens (*en vert*).



2.2.2 LES CODES DE FACTURATION TARMED

Depuis septembre 2002, une tarification médicale « TARMED » a été utilisée, de manière uniforme, au niveau national, dans le cadre de l'assurance-accidents obligatoire (AA), l'assurance obligatoire des soins (LAMal), l'assurance militaire (AM) et l'assurance invalidité (AI). Dans l'assurance-maladie, TARMED sert à la facturation des prestations ambulatoires, tant dans les cabinets médicaux que dans les hôpitaux [Office Fédéral de la Santé Publique, 2014].

Il est rapidement apparu que l'utilisation de ces données pour la mise en place d'enquêtes pouvait être une option intéressante en vue de la détermination de la fréquence des examens. Cela s'est précisé avec la refonte complète du catalogue de 2008. En effet, cette refonte s'est clairement consacrée au chapitre de l'imagerie médicale, même si toutes les spécialités de la radiologie ne s'y trouvent pas. Le développement de la méthodologie permettant l'extraction de données utiles aux enquêtes dosimétriques a fait l'objet d'un projet de recherche incluant la validation de la méthode proposée. [Le Coultre, Aroua, Samara, Rochat, Coendoz & Verdun, 2012].

On notera que le catalogue de « codes » TARMED est régulièrement mis à jour et adapté, il est donc nécessaire de suivre l'évolution des différentes versions, afin de se baser sur celle utilisée durant l'année étudiée, 2013 en l'occurrence.

Enfin, la collecte de telles données nécessite un niveau de confiance élevé des participants, puisque d'autres analyses pourraient être effectuées (on pense notamment à des comparaisons économiques). Nous nous sommes donc engagés à n'utiliser que des données anonymisées, et à ne procéder à aucune autre analyse que celle permettant d'obtenir la fréquence des séances radiologiques en fonction de l'âge et du sexe des patients.

Ainsi, il a fallu établir une relation de confiance avec les administrateurs, les services informatique et les directions des différents « hôpitaux-sources », dans le but d'obtenir la totalité de leurs codes TARMED, pour l'année 2013, sous une forme analysable et anonymisée. Il est, de plus, impératif que la collecte de ceux-ci s'effectue avant qu'ils ne soient traités administrativement par les services de facturation. Il arrive, en effet, que la facturation initiale soit modifiée, au profit, par exemple, de forfaits d'hospitalisation (APDRG), etc...

La grande dimension des fichiers TARMED reçus a nécessité un processus semi-automatisé de prétraitement, de traitement et d'analyse des données. Il était impossible de gérer ces millions de lignes

en utilisant les logiciels de bureautique standard. La solution informatique, développée dans le cadre du projet de recherche précédemment mentionné, a donc été sensiblement améliorée. Ceci, aussi, dans le but de faire face à la multiplicité des sources de données.

Une cinquantaine d'établissements hospitaliers, dont les cinq hôpitaux universitaires suisses, nous ont fourni leurs codes. Le Tableau 2 présente la répartition des fournisseurs de codes TARMED, pour les sept grandes régions suisses.

Tableau 2 : Répartition des fournisseurs de code TARMED pour l'année 2013

Régions	Cantons	Universitaires	Sites publics	Sites privés
Région lémanique	GE, VD, VS	2	20	4
Espace Mittelland	BE, FR, JU, NE, SO	1	11	
Suisse du Nord-Ouest	AG, BL, BS	1	2	
Zurich	ZH	1	1	
Suisse orientale	AI, AR, GL, GR, SG, SH, TG		1	
Suisse centrale	LU, NW, OW, SZ, UR, ZG			
Tessin	TI		4	3

La fédération des hôpitaux vaudois (FHV) nous a fourni les codes TARMED 2013 de l'ensemble des sites qu'elle régit, c'est-à-dire 12 établissements regroupant 20 sites. Au total, c'est 833'387 codes TARMED en lien avec l'imagerie (chapitre 39 de TARMED) qui ont été exploités. Pour les cinq hôpitaux universitaires nationaux, c'est près de 3.8 millions de « lignes » TARMED 2013, qui ont été analysées ; dont 651'793 provenant du CHUV.

Le grand avantage des données TARMED est que l'on peut disposer d'une répartition précise du genre et de l'âge des patients pris en charge en radiologie. Elles permettent également de connaître la part de ces patients, qui est véritablement exposée, sachant que certains patients ont bénéficié de plusieurs séances au cours de l'année 2013. Cela nous a donc encouragé à essayer d'obtenir le plus grand nombre de fournisseurs de code TARMED. Même si toutes ces données ne sont pas directement utilisables pour réaliser une projection des fréquences au niveau national, elles précisent, néanmoins, les spécificités des différents groupes de patients exposés à la radiologie médicale.

2.2.3 LES RAPPORTS ANNUELS SUISSES DE CARDIOLOGIE

Les centres suisses de cardiologie interventionnelle publient annuellement un rapport statistique, disponible sur le site de leur groupe de travail : www.ptca.ch. Les données liées aux interventions les plus fréquentes y sont présentées ; comme les coronographies diagnostiques (CA) ou les interventions coronariennes percutanées (PTCA) [*Groupe de travail en cardiologie interventionnelle et syndrome coronarien aigu, 2015*]. Dans cette enquête, les données pour les CA et les PTCA ont été extraites de leur rapport statistique 2013. Les valeurs des PTCA ne représentant pas la totalité de la cardiologie interventionnelle à visée thérapeutique, d'autres données ont été extraites des codes TARMED des hôpitaux universitaires suisses, puis additionnées aux séances de radioscopie interventionnelles thérapeutiques (rubrique « autres »).

2.2.4 LA FONDATION POUR LE DEPISTAGE DU CANCER DU SEIN

En Suisse, tous les cantons ne bénéficient pas d'un programme systématique de dépistage du cancer du sein en mammographie. De plus, ces séances radiologiques étant prises en charge par l'assurance obligatoire des soins, il existe des arrangements entre les assureurs et les programmes de dépistage pour des tarifications médicales forfaitaires. Les codes TARMED prévus à cet usage sont très peu utilisés. Les chiffres pour les dix cantons suisses réalisant des mammographies de dépistages ont été mis à notre disposition par la Fondation pour le dépistage du cancer du sein. Il s'agit, pour 2013, des cantons de Vaud, de Fribourg, du Valais, de Genève, de Thurgovie, de Saint-Gall, des Grisons et de « BEJUNE » ; l'association des cantons de Berne, du Jura et de Neuchâtel.

2.3 METHODOLOGIE DE TRAITEMENT DES DONNEES – PROJECTION NATIONALE

2.3.1 LE CANTON DE VAUD COMME CANTON « PILOTE » POUR UNE PROJECTION SUISSE

Une projection nationale doit pouvoir être réalisée à partir d'un échantillon le plus complet possible. Mais, au vu du faible taux de réponse RADdose et de la répartition géographique disparate de nos sources - en particulier celle de nos fournisseurs de codes TARMED (Tableau 2) - nous avons émis l'hypothèse suivante :

La pratique en imagerie du canton de Vaud peut être utilisée pour établir une projection nationale. Ce canton, qui représente environ un dixième (facteur 10.86) de la population suisse, a une pratique suffisamment variée et large pour servir de canton pilote.

Les différents groupes de fournisseurs de prestations identifiés pour le canton de Vaud sont :

- a. Les hôpitaux universitaires, ici : le CHUV.
- b. Les hôpitaux régionaux et établissements publics, pour le canton de Vaud : la FHV.
- c. Les cliniques privées.
- d. Les instituts d'imagerie.
- e. Les médecins (généralistes, dentistes et chiropraticiens).

On notera que la projection des données au niveau national requiert un certain nombre de précautions et hypothèses :

Pour les deux premiers groupes (groupes a. et b.), le CHUV et l'ensemble de la FHV, la collecte des données se fait à l'aide des codes TARMED fournis. Il faut cependant être attentif à l'existence de deux catégories de patients dans ces établissements : les patients ambulatoires et les patients stationnaires ou hospitalisés. Il est indispensable de collecter les codes TARMED avant leur traitement par les services de facturation, car des informations nécessaires à l'établissement des fréquences d'examen risquent d'être éliminées pour les patients stationnaires (facturation forfaitaire) [SwissDRG AG, 2015].

Pour les trois autres groupes (groupes c. d. et e.), les cliniques privées, les instituts et les médecins, ils relèvent de la pratique privée de la radiologie. La facturation des actes peut alors se faire par diverses méthodes (gestion autonome, faire appel à la Société des Médecins Vaudois (SMN), ou/et avoir recours aux cliniques elles-mêmes). On notera que ces différentes méthodes de facturation peuvent être combinées pour un médecin donné.

Pour les cliniques privées (groupe c.), nous avons prévu une collecte des données via les codes TARMED. Cependant, malgré la bonne volonté de plusieurs administrateurs, ces codes n'ont pas pu être récoltés et ce, ni de manière à avoir une bonne couverture cantonale, ni de manière à ce que nous

puissions identifier précisément le pourcentage de notre échantillon. En outre, la plupart des données fournies étaient incomplètes ou sous un format ambigu. Pour de nombreuses cliniques, ces informations ne nous ont d'ailleurs pas été transmises. Au final, nous avons décidé de n'utiliser les codes TARMED obtenus uniquement pour leurs informations sur l'âge et le sexe des patients exposés.

Dans l'impossibilité de collecter aisément les informations TARMED pour les instituts et les médecins (groupes d. et e.), les données de RADdose ont été exploitées.

2.3.2 ESTIMATION AU NIVEAU NATIONAL

Pour déterminer le facteur, avec lequel les données vaudoises allaient être projetées au niveau suisse, les chiffres concernant **les consultations ambulatoires**, de l'année 2013, ont été utilisés [SASIS SA, 2015].

Notre postulat de départ était :

L'activité radiologique n'est pas ou n'est plus proportionnelle à la taille des établissements (nombre de lits), ni au nombre de séjours ou ni encore au nombre de jours d'hospitalisation, mais elle est proportionnelle au nombre d'examens prescrits lors des **consultations médicales** au sein des cabinets ou dans les périmètres hospitaliers. L'activité radiologique est de plus en plus **ambulatoire**.

Plusieurs options existent pour projeter les données au niveau national :

- Diviser le nombre de consultations ambulatoires nationales effectuées chez les médecins par le même type de consultations enregistré dans le canton de Vaud. On obtient un facteur 12.53 (voir Tableau 3).
- Diviser le nombre de consultations ambulatoires nationales effectuées dans les hôpitaux par celles effectuées dans les hôpitaux vaudois. On obtient 9.01 (voir Tableau 3).
- Ou encore, diviser le nombre total de consultations ambulatoires en Suisse par celles effectuées dans le Canton de Vaud. On obtient, alors, un facteur de 11.41 (voir Tableau 3).

La moyenne des deux premières options (moyenne de 12.53 et 9.01 : soit 10.77) est légèrement inférieure à l'option de simplement se baser sur le total des consultations ambulatoires, mais comparable au rapport entre la population suisse et la population du Canton de Vaud en 2013 (10.86). Néanmoins, pour compenser le manque de robustesse de notre échantillon portant sur les pratiques non hospitalières, nous avons choisi de retenir **11.41** comme facteur multiplicatif pour l'année 2013 (à l'exception de la mammographie de dépistage et de la cardiologie, où les données nationales étaient disponibles).

Tableau 3 : Facteurs liés aux consultations ambulatoires

Consultations ambulatoires	Facteurs : # suisses / # vaudoises
Médecins	12.53
Hôpitaux	9.01
Somme totale	11.41

Quant à la radioscopie interventionnelle à visée thérapeutique, hors procédure PTCA, un facteur deux a été choisi, en estimant que la pratique des hôpitaux universitaires et de l'hôpital de St-Gall couvrait la moitié des actes réellement effectués en Suisse. En effet, la réalisation de ces examens est plus occasionnelle et a lieu en général dans des centres spécifiquement équipés. (Voir § 2.2.3)

À ces fréquences nationales ont été additionnées les fréquences RADdose. Pour ces dernières, les résultats de l'échantillonnage national visibles sur le Tableau 1 ont été utilisés pour la projection au niveau national.

Les **fréquences suisses** pour cette enquête 2013 sont calculées ainsi :

$$\text{Fréquence suisse} = (\text{Fréquence TARMED du canton de Vaud} \times 11.41) + (\text{Fréquence RADdose} / \text{échantillonnage national})$$

3 DETERMINATION DES DOSES ASSOSSIÉES AUX MODALITÉS RADIOLOGIQUES

3.1 LA DOSE EFFECTIVE [mSv]

La **dose effective E**, exprimée en millisievert [mSv], est l'indicateur dosimétrique choisi, dans cette enquête, pour évaluer l'exposition de la population suisse aux rayonnements ionisants liée aux actes radiologiques médicaux.

Étant un indicateur standardisé, elle permet de comparer les risques radiologiques liés aux différentes modalités radiologiques, mais elle permet également d'effectuer des comparaisons entre les différents pays, ou encore, l'étude de l'évolution de l'exposition dans le temps [*Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire, 2014*].

Dans cette étude, une dose effective E a été calculée pour chaque modalité radiologique, en multipliant la fréquence des séances radiologiques pour une modalité par un vecteur de dose propre à cette même modalité.

La **dose effective collective S** correspond, ici, à la somme des différentes doses effectives, calculées pour chaque modalité. La **dose effective annuelle par habitant** est obtenue en divisant la dose effective collective S par la population nationale suisse pour l'année étudiée, exposée ou non aux rayonnements ionisants. L'effectif total de la population suisse 2013 s'élevait à 8'139'631 habitants, composé de 4'117'540 femmes et de 4'022'091 hommes [*Office Fédéral de la Statistique, 2015a*].

3.2 DETERMINATION DES DOSES EFFECTIVES LIÉES À CHAQUE MODALITÉ RADIOLOGIQUE

Les vecteurs de dose associés à chaque modalité, pour cette étude, sont issus de la dernière étude suisse de 2008 [*Aroua, Samara, Bochud & Verdun, 2011*], à l'exception des modalités suivantes :

Pour le CBCT dentaire et la radiologie interventionnelle cardiaque, nos vecteurs de dose sont issus d'enquêtes nationales récentes ou de publications récentes, [*Pauwels et al, 2014*] en particulier.

Pour la scanographie, un premier vecteur de dose a été calculé en utilisant les données de la littérature. Ces données ont ensuite été validées en utilisant les données CT, d'une année complète, fournies par le programme de collecte automatique de doses, installé au Centre Hospitalier Universitaire Vaudois à Lausanne (CHUV).

4 EXPOSITION DE LA POPULATION SUISSE EN 2013

4.1 BILAN GENERAL

En 2013, le nombre de « séances » radiologiques effectuées en Suisse est estimé à plus de 9.9 millions, soit **quelques 1'219 examens radiologiques pour 1'000 habitants suisses**. Ceux-ci génèrent **une dose effective annuelle par habitant de l'ordre de 1.42 mSv**.

4.2 CONTRIBUTION DE CHAQUE MODALITE EN TERMES DE FREQUENCE ET DE DOSE EFFECTIVE COLLECTIVE.

Le détail pour chaque modalité est présenté au Tableau 4. Les figures 4 et 5 présentent la contribution en fréquence et en dose des différentes modalités.

La radiologie dentaire, la radiographie et la scanographie sont les modalités contribuant aux plus grands pourcentages de séances ; avec respectivement 47.36%, 38.83% et 9.61%. Les trois modalités contribuant à la majorité de la dose effective collective sont la scanographie, la radiographie et la radioscopie interventionnelle à visée diagnostique - qu'elle soit cardiaque ou autre - avec les pourcentages respectifs suivants : 70.49%, 10.67% et 6.81%. Ainsi, la scanographie délivre 1.0 mSv par habitant en 2013.

Tableau 4 : Fréquence et dose de chaque modalité pour 1000 habitants & les vecteurs de dose

Modalités	Séances / 1000 habitants	Fréquences [%]	Vecteurs de dose [mSv]	Dose [mSv] / 1000 habitants	Contribution à la dose collective [%]
Radiographie	473	38.83%	0.32	151.44	10.67%
Mammographie diagnostique	20	1.66%	0.36	7.30	0.51%
Mammographie de dépistage	11	0.93%	0.36	4.06	0.29%
Scanographie CT	117	9.61%	8.54	1'000.21	70.44%
Radiologie dentaire (hors CBCT)	572	46.91%	0.02	11.44	0.81%
Dentaire CBCT	6	0.45%	0.20	1.10	0.08%
Radioscopie conventionnelle	7	0.61%	8.00	59.09	4.16%
<i>Radioscopie interventionnelle à visée diagnostique :</i>					
- Angiographies coronariennes ♥ (CA)	6	0.47%	14.00	79.59	5.61%
- Autres angiographies	2	0.17%	8.00	16.98	1.20%
<i>Radioscopie interventionnelle à visée thérapeutique :</i>					
- Angioplasties coronariennes percutanées ♥ (PTCA)	3	0.22%	20.00	54.12	3.81%
- Interventionnelles thérapeutiques autres	2	0.14%	20.00	34.52	2.43%
TOTAL	1'219	100%		1'419.87	100.00%

4.3 EVOLUTION DE L'EXPOSITION MEDICALE DE LA POPULATION SUISSE DE 2008 A 2013 & COMPARAISON AVEC D'AUTRES PAYS

Le décompte des fréquences de l'enquête de 2008 comportant quelques incertitudes, le suivi longitudinal des pratiques radiologiques sera succinct, à l'exception de la scanographie, modalité pour laquelle nos chiffres sont plus robustes.

La pratique en radiographie et en radiologie dentaire est restée stable entre 2008 et 2013, cependant on constate une augmentation de 17% du nombre de séances de scanographie. La pratique suisse en scanographie est, toutefois, environ 10% inférieure à la pratique CT française et allemande de ces dernières années.

Tableau 5 : Dose [mSv] annuelle par habitant et par modalité pour 4 études différentes

	Suisse 2008	Suisse 2013	France 2012	Allemagne 2012
Radiographie et radioscopie	0.36	0.41	0.34	0.67
Radiologie dentaire	0.01	0.01	0.003	0.005
Scanographie	0.80	1.00	1.14	1.15
TOTAL*	1.20	1.42	1.47	1.80

*Total incluant plus de modalités, mais sans la médecine nucléaire.

Tableau 6 : Nombre de séances CT pour 1000 habitant par année

	Suisse 2008	Suisse 2013	France 2012	Allemagne 2012
Scanographie	100	117	130	132

Figure 4 : Décomposition des séances radiologiques en fréquence par modalité

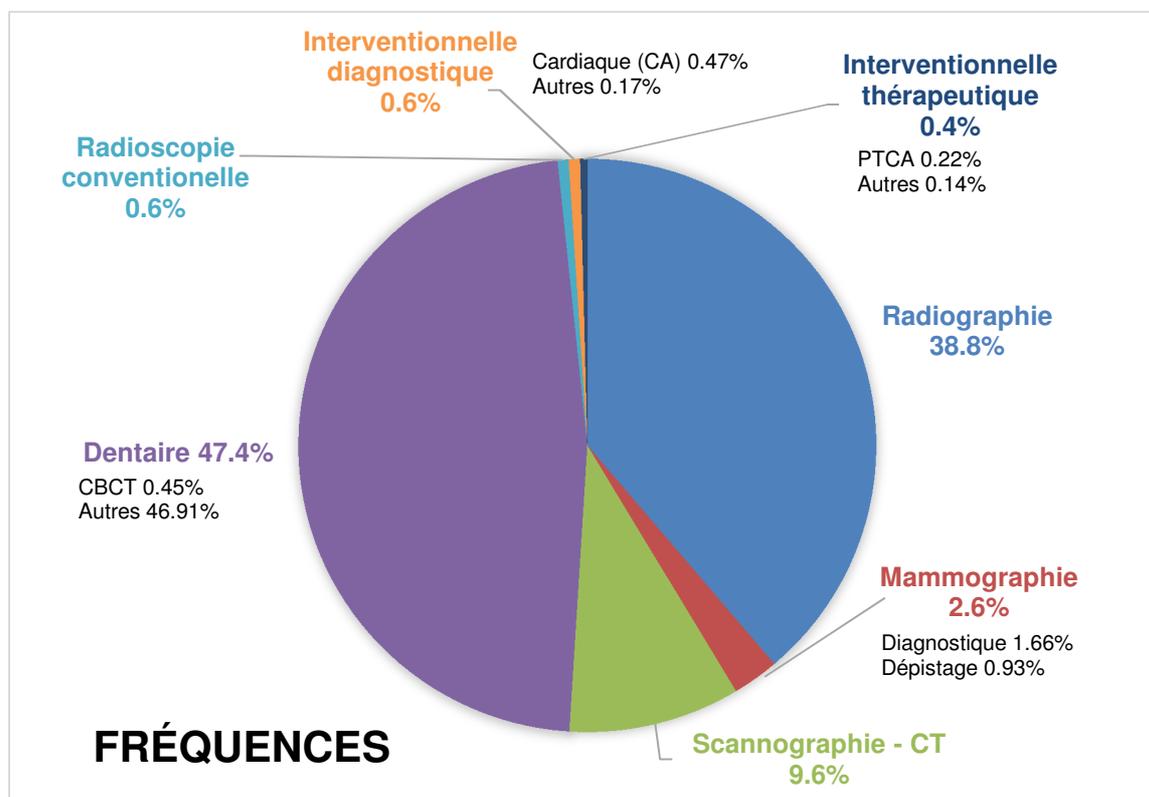
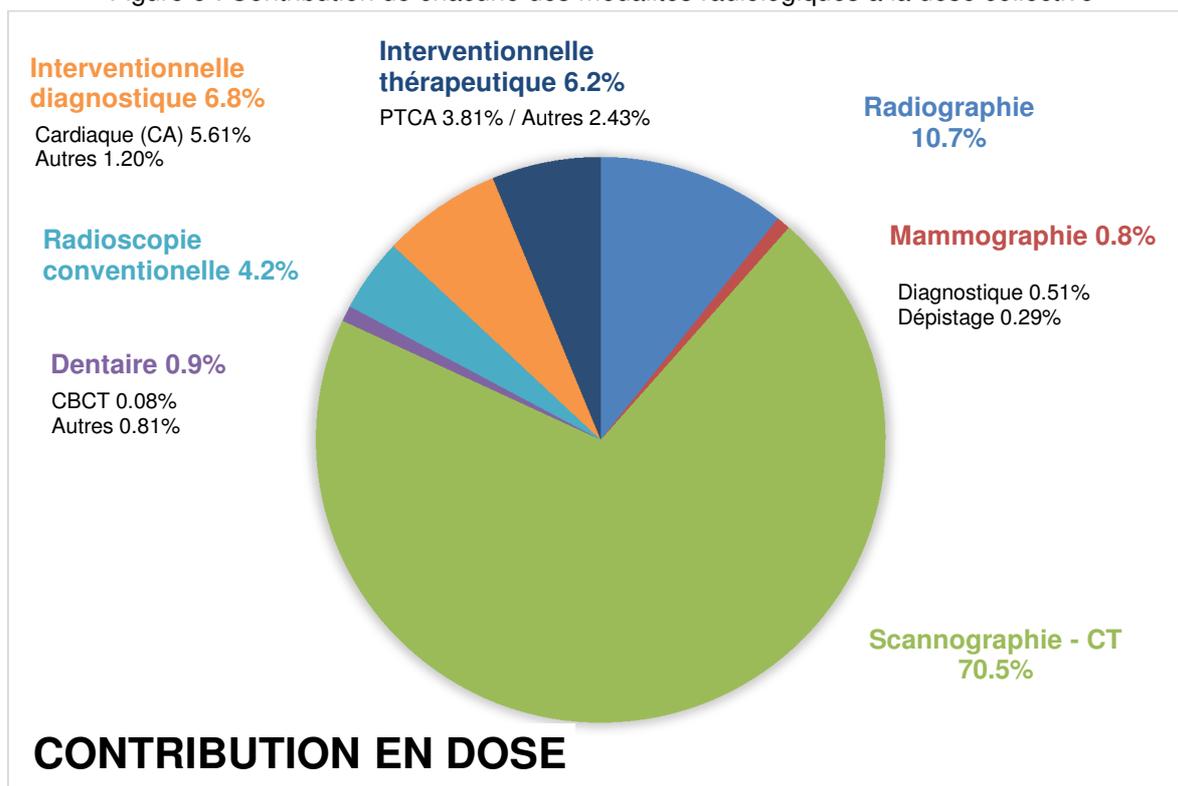


Figure 5 : Contribution de chacune des modalités radiologiques à la dose collective



4.4 ANALYSE DETAILLÉE POUR LA RADIOGRAPHIE HORS DENTAIRE EN 2013

4.4.1 POPULATION REELLEMENT EXPOSEE PAR LA RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE

La part de la population féminine suisse réellement exposée est de l'ordre de 18.7%, avec en moyenne 1.38 séances pour chacune de ces patientes. Quant aux hommes, ces chiffres s'élèvent respectivement à 16.5%, avec 1.63 examens par patient. En somme, moins d'hommes se présentent en radiologie pour des radiographies (hors mammographies), cependant davantage de clichés sont réalisés sur diverses régions anatomiques, ce qui engendre un plus grand nombre de séances pour ceux-ci.

4.4.2 REPARTITION SELON LE SEXE ET L'AGE DES PATIENTS POUR LA RADIOGRAPHIE

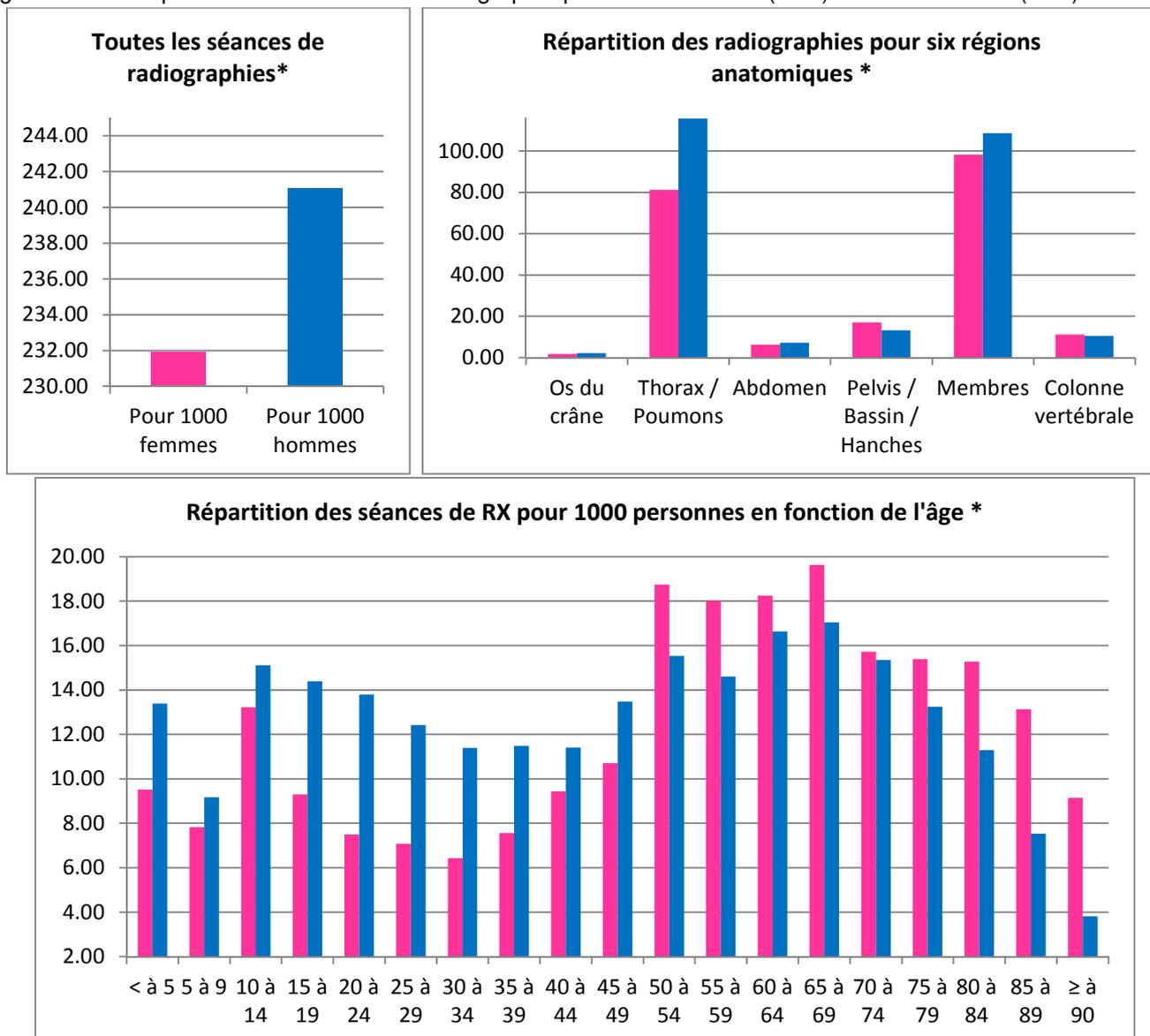
L'analyse des données TARMED nous permet de faire les constats suivants :

Environ 4% de plus d'hommes que de femmes ont bénéficié, en 2013, de radiographies standards.

Ce sont les patients âgés de 65 à 69 ans qui ont le plus recours à cette modalité radiologique avec, pour cette tranche d'âge, en moyenne, 20 séances pour 1000 suissesses et 17 séances pour 1000 suisses.

Les régions les plus explorées sont le thorax et les membres, avec des taux de 65% chez les femmes et 78% pour les hommes (voir Figures 6 à 8).

Figures 6 à 8: Répartition des séances de radiographie pour 1000 femmes (rose) et 1000 hommes (bleu).



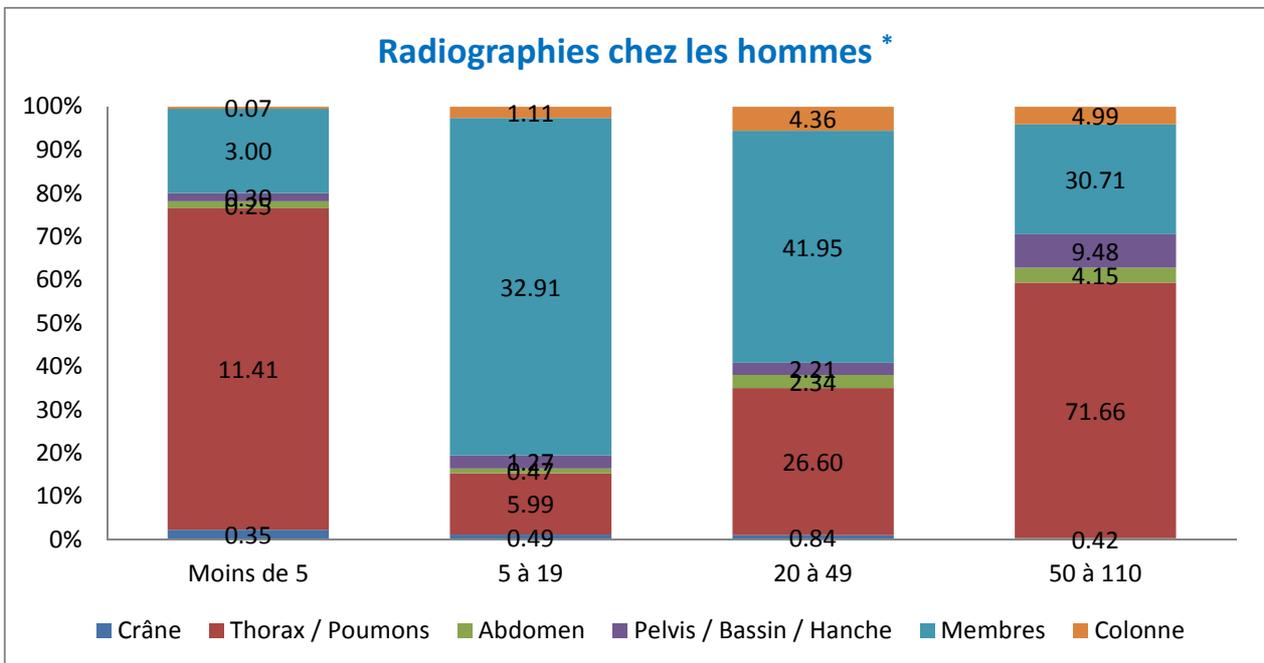
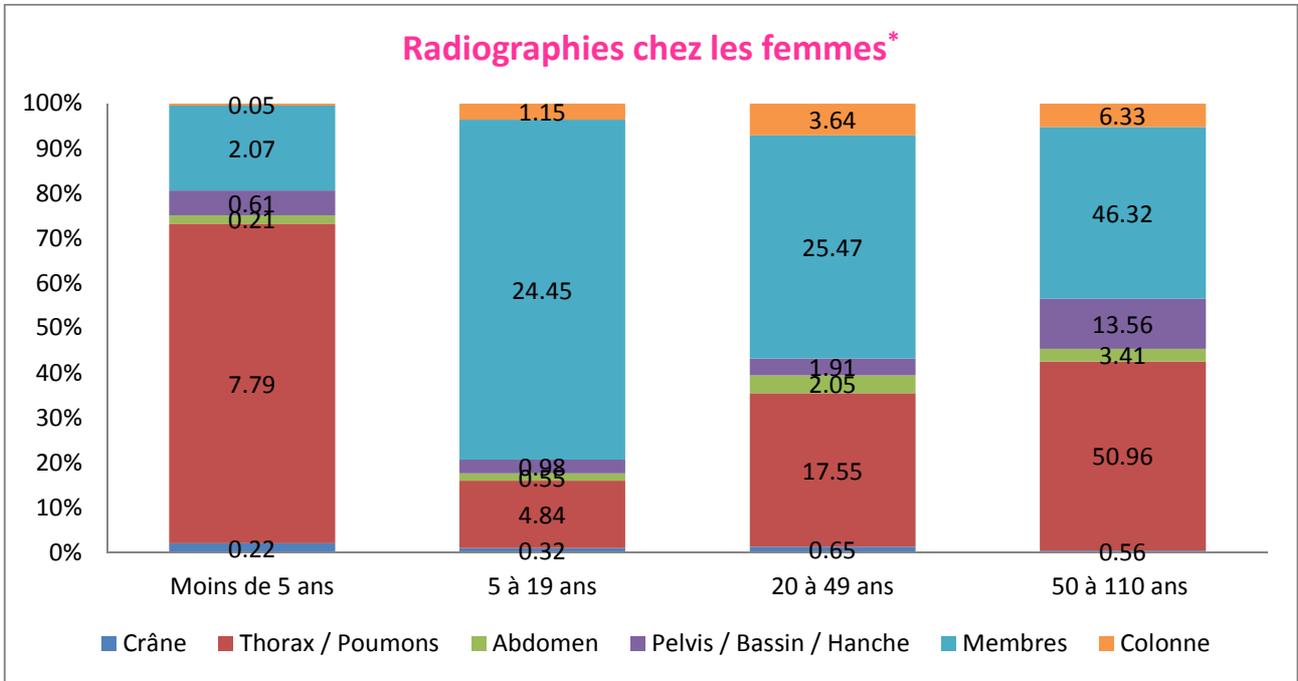
* Nos données TARMED ne correspondant qu'à environ 80% de nos chiffres totaux, celles-ci ont été normalisées pour concorder avec les valeurs 2013 des séances pour 1000 habitants (Tableau 4).

Les données présentées dans les figures 9 et 10 permettent de tirer les informations suivantes :

- L'exposition par la radiographie des patients de moins de cinq ans concerne principalement la région du thorax, ceci à 71% chez les petites filles et 74% chez les petits garçons.
- Pour les enfants de cinq ans et plus, l'irradiation par la radiographie touche majoritairement les membres et les articulations, à 76% chez les filles et 78% chez les garçons.
- Pour les adultes âgés de moins de 50 ans, cette irradiation concerne également majoritairement les membres suivie par le thorax, avec respectivement une moyenne de 52% et 34% de toutes les régions.
- Dès 50 ans, c'est à nouveau le thorax qui domine, avec 42% chez les femmes contre 59% chez les hommes.
- Pour les radiographies du crâne, du thorax et de l'abdomen, ce sont les hommes qui sont majoritairement exposés, avec près de 43% de plus de séances pour le thorax (respectivement 2.1

contre 1.8 ; 116 contre 81 et 7 contre 6 séances pour 1000 personnes). Quant aux radiographies des os du bassin ou des hanches, des membres et de la colonne vertébrale, plus de femmes ont été examinées, avec 29% de plus de séances pour la région du bassin (respectivement 17 contre 13 ; 109 contre 98 et 11.2 contre 10.5 séances pour 1000 personnes).

Figures 9 et 10 : Répartition des séances de radiographie par région anatomique et par groupes d'âges. Nombres de séances RX pour 1000 habitants.



* Nos données TARMED ne correspondant qu'à environ 80% de nos chiffres totaux, celles-ci ont été normalisées pour concorder avec les valeurs 2013 des séances pour 1000 habitants (Tableau 4).

4.5 ANALYSE DETAILLEE POUR LE CT SCANNER EN 2013

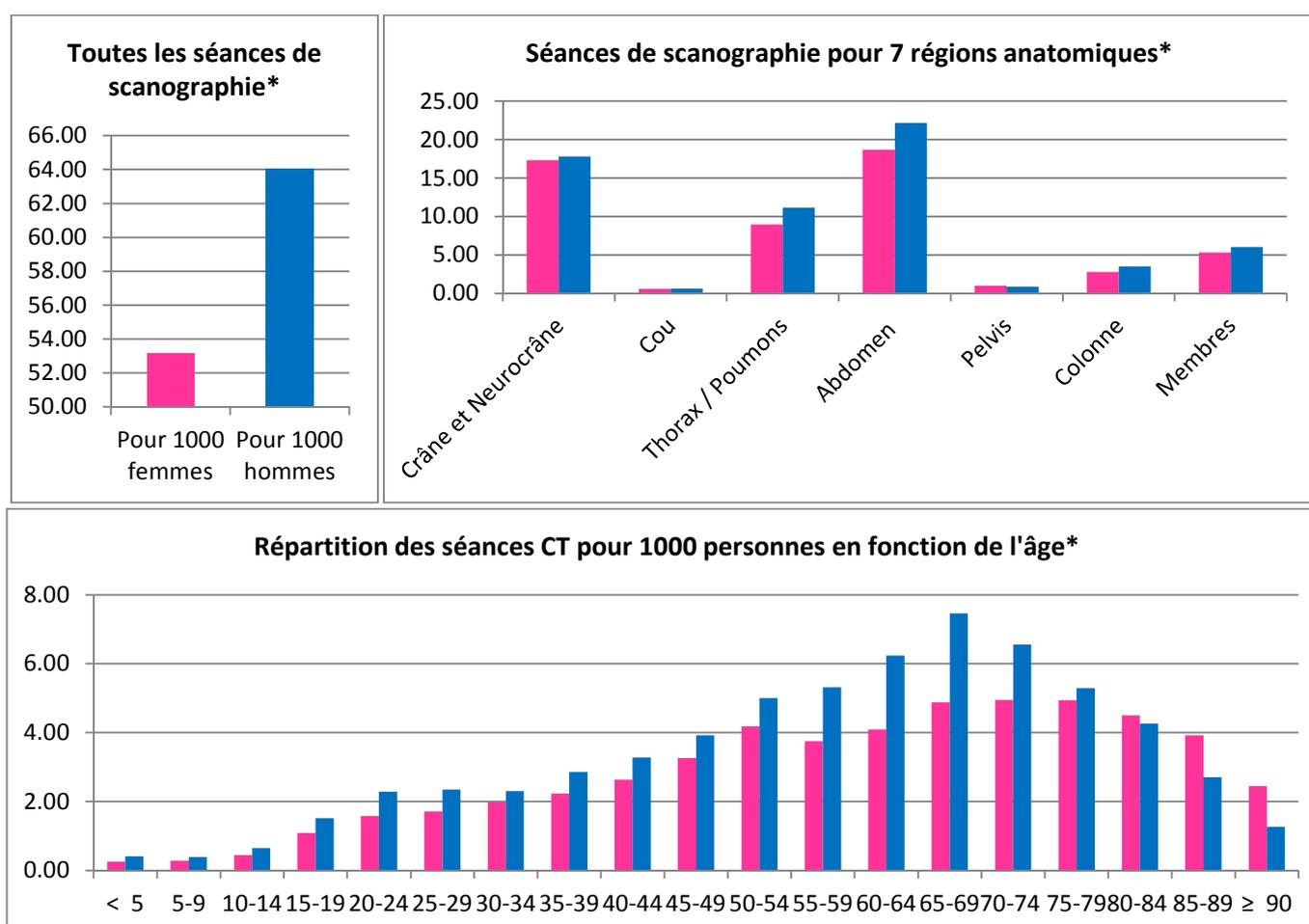
4.5.1 POPULATION REELLEMENT EXPOSEE PAR LE CT SCANNER

La part des suisses réellement exposée est d'environ 4.6%, avec en moyenne 1.27 séances CT pour chacune de ces patientes. Pour les hommes, ces chiffres s'élèvent à 5.4% avec 1.33 examens CT par patient.

4.5.2 REPARTITION SELON LE SEXE ET L'AGE DES PATIENTS POUR LE CT

Les figures 11 à 13 synthétisent les résultats obtenus. L'analyse des données montre que ce sont 21% de plus d'hommes que de femmes qui ont été exposés. Les suisses âgées de 70 à 74 ans et les suisses âgés de 65 à 69 ans bénéficient majoritairement de cette modalité, avec respectivement 5.0 séances CT pour 1000 femmes et 7.5 examens CT pour 1000 hommes, à ces âges.

Figures 11 à 13 : Répartition des séances en scanographie CT pour 1000 femmes (rose) et 1000 hommes (bleu).



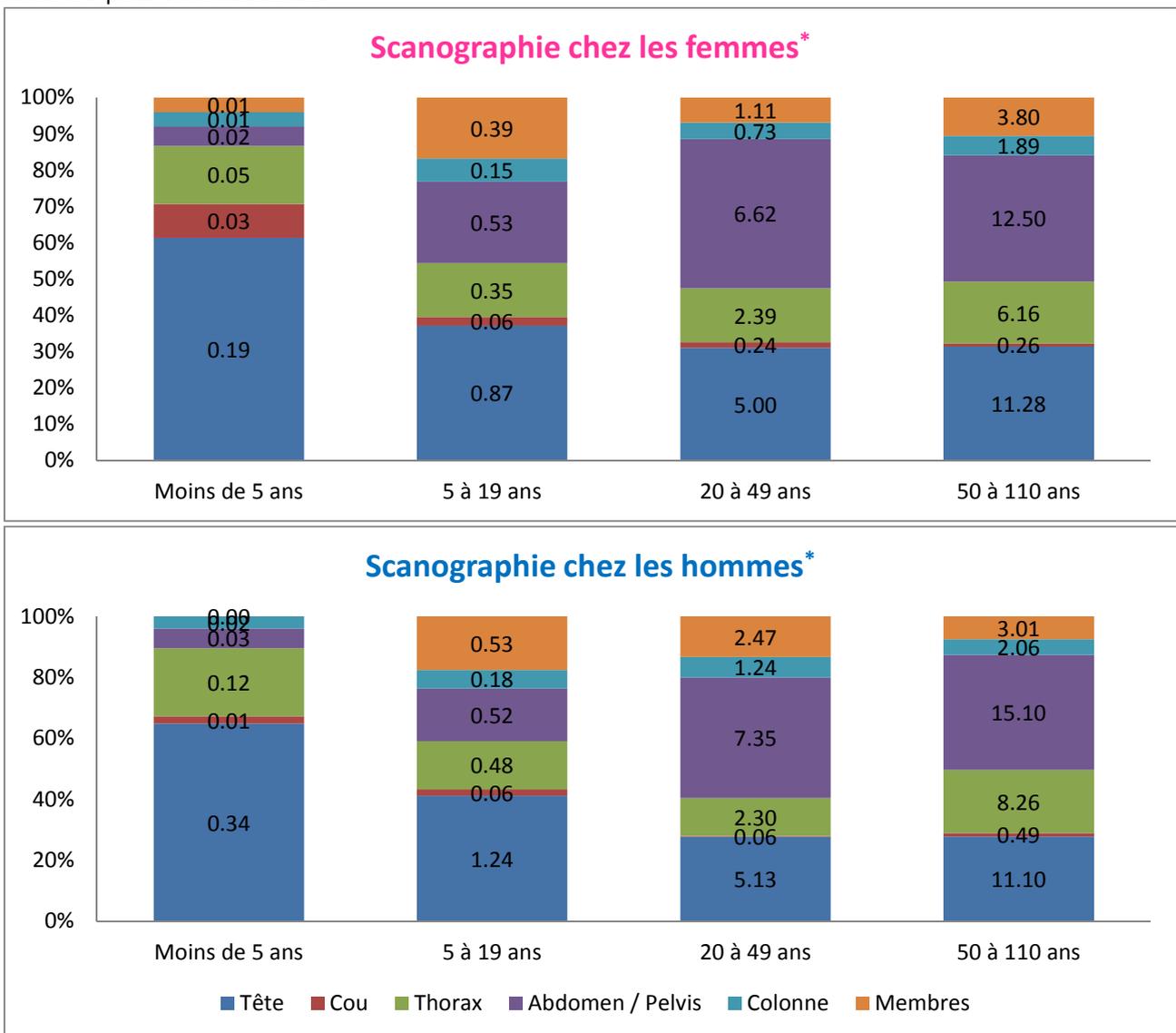
* Nos données TARMED ne correspondant qu'à environ 80% de nos chiffres totaux, celles-ci ont été normalisées pour concorder avec les valeurs 2013 des séances pour 1000 habitants (Tableau 4).

- Pour les séances CT du neurocrâne, du cou, du thorax, de l'abdomen supérieur, de l'abdomen, des membres et de la colonne vertébrale, ce sont majoritairement les suisses de sexe masculin qui sont exposés ; avec une forte prédominance entre 50 et 74 ans pour les quatre premières régions mentionnées ci-dessus (15.2 contre 14.7 ; 0.8 contre 0.6 ; 11.2 contre 8.9 ; 1.3 contre 0.6 et respectivement 20.9 contre 18.1 examens pour 1000 habitants) ; et entre 15 et 64 ans pour les examens CT des membres (6.0 contre 5.3) et la colonne vertébrale (3.5 examens pour 1000 hommes contre 2.8 pour 1000 femmes).

- Les suissesses sont, elles, davantage exposées, en scanographie, pour des examens du pelvis dès 50 ans (1.0 contre 0.8). Cela peut s'expliquer par les examens liés à la sphère gynécologique. Elles le sont également pour les séances CT des membres dès 65 ans.
- L'exposition CT des patients de moins de 5 ans concerne principalement le crâne et le neurocrâne ; ceci à 61% chez les petites filles et à 65% chez les petits garçons. Un effort particulier devrait être consenti pour optimiser ces protocoles d'acquisition CT.
- Pour les enfants de 5 ans et plus, l'irradiation en scanographie touche, également, majoritairement le crâne et le neurocrâne, suivis, de manière décroissante, de l'abdomen, des membres et du thorax (avec en moyenne respectivement 36.5%, 19%, 16% et 14,5% de toutes les régions anatomiques).
- Pour les adultes dès 20 ans, c'est la région de l'abdomen qui est davantage explorée, puis celle du crâne et du neurocrâne, suivi du thorax. (avec en moyenne respectivement 36%, 28% et 15% de toutes les régions anatomiques).

Comme pour la radiographie, la répartition des examens par groupes d'âges est présentée dans les figures 14 et 15.

Figures 14 à 15 : Répartition des séances de scanographie par région anatomique et par groupes d'âge. Nombre de séances CT pour 1000 habitants.



* Nos données TARMED ne correspondant qu'à environ 80% de nos chiffres totaux, celles-ci ont été normalisées pour concorder avec les valeurs 2013 des séances pour 1000 habitants (Tableau 4).

5 DISCUSSION

5.1 REPRESENTATIVITE DES DONNEES

5.1.1 TAUX DE REPONSES

Concernant l'enquête utilisant RADdose, malgré un effort consenti pour améliorer la clarté des informations à fournir et deux relances, le taux de réponse a rarement dépassé 28%. Il est clair que notre enquête s'ajoute à de nombreuses sollicitations et rend, au final, notre démarche peu attractive. Un effort important a aussi été consenti, toutes ces dernières années, pour disposer d'une méthode permettant d'automatiser le traitement des données, ceci en passant par la collecte des codes de facturation. Malheureusement, là encore, beaucoup de centres n'ont pas voulu transmettre ces données, jugées trop sensibles. Ceci est tout à fait regrettable, puisqu'un accord préalable avec l'association faîtière des hôpitaux suisses (H+) avait été obtenu. Notre proximité avec les centres vaudois nous a, cependant, permis de disposer d'un échantillon très complet, couvrant environ le 10% de la population suisse.

5.2 METHODE DE PROJECTION DES DONNEES

Pour valider le facteur 11.41, utilisé pour projeter au niveau national les données « pilote » du canton de Vaud, d'autres données statistiques ont été nécessaires. Ci-dessous, on présente différents chiffres et raisonnements vérifiant la robustesse de notre démarche.

5.2.1 VALIDITE DU FACTEUR PROPOSE

Les données liées aux consultations ambulatoires de 2013, fournies par SASIS SA, ont été comparées aux statistiques des hôpitaux publiées par l'OFS [Office Fédéral de la Statistique, 2015b].

Tableau 7 : Comparaison des données 2013 de SASIS AG et de l'OFS

Sources	Facteurs : # Suisse / # Vaud
SASIS AG – Consultations ambulatoires dans le périmètre des hôpitaux	9.01
OFS – Nombre des séances de scanographie intra-hospitalières	8.95

En outre, étant en possession des données TARMED, non seulement pour l'année 2013 mais aussi pour l'année 2008, nous avons appliqué la même démarche que celle décrite dans ce rapport aux données 2008. Ceci pour vérifier si on obtenait des chiffres comparables à ceux publiés pour l'année 2008. Nous nous sommes concentrés, ici, sur les examens CT, puisque ces derniers ont une importance majeure sur l'exposition de la population. Les données présentées au Tableau 8 montrent la robustesse de notre approche.

Tableau 8 : Méthode d'extrapolation 2013 appliquée aux données 2008

	2013	2008
Population suisse	8'139'600	7'701'900
Nombre de séances CT issu des codes TARMED / 1000 habitants	104.89	89.43
Nombre de séances CT collecté via RADdose / 1000 habitants	12.23	10.43 (extrapolé)
Facteur : consultations ambulatoires # suisses / # vaudoises	11.41	11.17
Nombre de séances CT calculé avec notre méthode	117 CT/ 1000 habitants	99.86 CT /1000 habitants
Chiffre publié dans l'enquête suisse de 2008	→	100 CT / 1000 habitants

5.2.2 BON CHOIX DU CANTON « PILOTE » ?

Le canton « pilote », le canton de Vaud, dispose d'un parc d'installations radiologiques particulièrement dense et cela pourrait peut-être biaiser notre résultat. Pour tenir compte de cette limitation, les chiffres sur l'infrastructure médico-technique publiés par l'OFS ont été utilisés. Notre raisonnement est exposé ci-après pour les séances CT, en milieu hospitalier, de 24 cantons suisses (Soleure et Appenzell Rhodes-Extérieures étant exclus par manque de données). Il en ressort que, malgré sa forte dotation en appareils radiologiques, il n'y a ni plus ni moins de séances CT réalisées sur l'appareillage vaudois que sur les installations des autres cantons suisses.

Tableaux 9 : Validité de notre choix de canton « pilote »

Appareillage CT hospitaliers (pour 24 cantons)	189
Nombre de séances CT, publié par l'OFS (pour 24 cantons)	Quelque 730'000
Nombre de séances CT par installation de scanographie hospitalière	3'862

Comme les installations de scanographie en milieu hospitalier fonctionnent toute la semaine, contrairement à certaines installations privées, on souhaitait corriger le chiffre ci-dessus par 0.71 (5/7). Mais, dès lors, il arrive qu'on utilise davantage les installations ne fonctionnant pas la nuit et les week-ends. De ce fait, le facteur de 0.83 a été choisi (5/6).

Tableaux 10 : Validité de notre choix de canton « pilote »

Nombre de séances CT par installation hospitalière corrigé par 0.83	3'217
Nombre de séances CT pour les 296 installations suisses répertoriées par l'OFSP	116.99 séances CT / 1000 habitants
Nombre de séances CT obtenues dans la présente étude	117 séances CT / 1000 habitants

6 PERSPECTIVES ET CONCLUSION

6.1 MAINTENIR LE CONTACT AVEC LES FOURNISSEURS DE CODES TARMED

Dans l'optique de pouvoir aisément réaliser de telles études, il est primordial de maintenir un rapport étroit avec les fournisseurs de codes TARMED. Ainsi, les collectes futures pourraient se réaliser avec moins de problèmes. On pourrait, en effet, imaginer que les données arriveraient toutes sous un format directement analysable, anonymisées et collectées avant leur correction administrative.

De plus, il faut rappeler que les données TARMED permettent une analyse plus détaillée et concrète de la répartition de l'irradiation médicale sur la population.

6.2 ETUDES FUTURES

6.2.1 LA SCANOGRAPHIE : FREQUENCE ET ANALYSE LONGITUDINALE

La prochaine recherche pourrait se focaliser sur la pratique suisse en scanographie, vu que cette modalité contribue majoritairement à l'irradiation de la population et que sa fréquence de réalisation continue d'augmenter.

L'analyse des codes TARMED des séances CT de 2013 a révélé qu'on irradie souvent plusieurs régions anatomiques chez les patients lors d'une même visite. Le décompte, tel qu'il est fait dans les études actuellement, est donc souvent biaisé. Il serait intéressant d'exposer de manière plus concrète et détaillée cette irradiation CT.

Cette future étude pourrait contenir une analyse longitudinale de la pratique CT en Suisse. A-t-on tendance à recouvrir plus de régions anatomiques ces dernières années ? Certaines séances CT ont-elles été remplacées par des examens IRM ou échographiques ; modalités non-irradiantes ?

6.3 PERSPECTIVES

6.3.1 COLLECTE AUTOMATISEE DES DOSES

La limite de ce type d'enquête est la collecte des fréquences d'examen séparées des doses réellement délivrées. Ceci est particulièrement critique pour les examens de scanographie, où les doses peuvent varier de manière très importante d'un centre à l'autre. L'utilisation, de manière centralisée, des données issues de logiciels de collecte automatique de dose (DoseWatch, Radimetrics...) permettrait de disposer d'un ensemble de données plus pertinent pour initier une démarche d'optimisation. Ces données permettraient aussi de pouvoir obtenir la répartition des examens par classes d'âges et par sexe. On pourrait aussi estimer la fraction de la population qui est réellement exposée par l'imagerie utilisant les rayons X.

6.3.2 CARDIOLOGIE & VOLUME DE PRODUIT DE CONTRASTE

Le suivi des données publiées pour les procédures de cardiologie est aussi un axe qu'il faudrait conserver dans le futur. On notera que, tant pour le CT que pour la radioscopie, il serait intéressant de collecter les volumes de produits de contraste iodés injectés. En effet, une forte diminution de dose peut exiger une augmentation significative de produit de contraste.

6.3.3 MEDECINE NUCLEAIRE

La séparation du suivi des activités entre radiologie et médecine nucléaire devient de plus en plus problématique, puisque les CT effectués dans les services de médecine nucléaire ne sont pas comptabilisés. Dans le futur, il serait intéressant de synchroniser ces enquêtes.

6.3.4 INSTALLATIONS « CBCT »

Enfin, le suivi de l'utilisation des installations « CBCT », en pratique dentaire, devrait être plus encadrée, puisque les doses effectives délivrées peuvent varier de quelques dizaines à plusieurs centaines de microsievert.

6.4 CONCLUSION

La mise à jour de l'évaluation de l'exposition de la population par l'imagerie médicale montre que l'on est passé de 1.2 mSv en 2008 à environ 1.4 mSv en 2013. Cette augmentation est liée à l'usage de la scanographie (117 examens pour 1000 habitants en 2013 par rapport à 100 examens pour 1000 habitants en 2008), mais aussi, dans une moindre mesure, à une légère augmentation de la radioscopie interventionnelle. Cette augmentation est, cependant, compatible avec la pratique des pays qui nous entourent.

ABREVIATIONS

AA.....	Assurance-accidents obligatoire
AG	Canton d'Argovie
AI	Canton d'Appenzell Rhodes-Intérieures ou l'Assurance Invalidité
AM	Assurance militaire
AR.....	Canton d'Appenzell Rhodes-Extérieures
BE.....	Canton de Berne
BL	Canton de Bâle Campagne
BS.....	Canton de Bâle Ville
CA.....	Angiographie des coronaires ou coronographie
CBCT	Cone Beam CT
CHUV	Centre Hospitalier Universitaire Vaudois
CT.....	Scanographie, Scanner ou Tomodensitométrie
FHV	Fédération des Hôpitaux Vaudois
FR.....	Canton de Fribourg
GE	Canton de Genève
GL.....	Canton de Glaris
GR	Canton des Grisons
H+	Association faitière des hôpitaux suisses
IRM	Imagerie par Résonance Magnétique
JU	Canton du Jura
LAMal	Assurance obligatoire des soins
LU	Canton de Lucerne
MN	Médecine nucléaire
NE.....	Canton de Neuchâtel
NW.....	Canton de Nidwald
OFS	Office Fédéral de la Statistique
OFSP	Office Fédéral de la Santé Publique
OW	Canton d'Obwald
PTCA	Angioplastie coronarienne transluminale
RX.....	Radiographie conventionnelle
SG	Canton de Saint-Gall
SH.....	Canton de Schaffhouse
SMV	Société des Médecins Vaudois
SO	Canton de Soleure
SZ	Canton de Schwytz
TI	Canton du Tessin
UR	Canton d'Uri
VD.....	Canton de Vaud
VS.....	Canton du Valais
ZG.....	Canton de Zug
ZH.....	Canton de Zürich

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aroua, A., Samara, E.T., Bochud, F. & Verdun F. R.** (2011). Exposure of the Swiss population by Medical X-Ray : 2008 Review. Berne : OFSP.
- Aroua, A., Vader, J-P., Burnand, B. & Valley, J-F.** (2000). Enquête sur l'exposition de la population suisse par le radiodiagnostic. *Revue médicale suisse*, N°2308.
- Aroua, A., Vader, J-P., Valley, J-F. & Verdun, F. R.** (2007). Exposure of the Swiss population by radiodiagnostics: 2003 review. *Health Phys*, 92(5), pp. 442-448.
- Bundesamt für Strahlenschutz.** (2014, 26 août). *Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2012*. Récupéré de https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2014082611633/1/1/2012_2014_08_22.pdf
- Conseil de l'Union Européenne.** (2014, 17 janvier). Directive 2013/59/EURATOM DU CONSEIL. *Journal officiel de l'Union européenne*.
- Dose Datamed 2, DDM2.** (2010). *Study on European Population Doses from Medical Exposure*. Récupéré de http://ddmed.eu/_media/news/ddm2_project_report_part_1_19_may_2014_final.pdf
- Groupe de travail en cardiologie interventionnelle et syndrome coronarien aigu.** (2015). *Annual Statistic Report 2013*. Récupéré de http://ptca.ch/DOCS_PUBLIC/ptca_statistics_2013.pdf
- Institut de Radioprotection et de Sureté Nucléaire.** (2014, 13 octobre). *Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2012*. Récupéré de http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/radioprotection-homme/Pages/Rapport-IRSN-HOM-2014-006_Exposition-rayonnements-ionisants-diagnostic-medical.aspx#.VXXIBNLtmko
- Le Coultre, R., Aroua, A., Samara, E. T., Rochat, M., Coendoz, S., & Verdun, F. R.** (2012). Exploring the use of the Swiss medical tariffication codes (TARMED) in the establishment of the frequency of radiodiagnostic examinations : radiography practice at the Lausanne University Hospital as a case study. *Swiss Medical Weekly*, 142, w13677. doi:10.4414/smw.2012.13677
- Office Fédéral de la Santé Publique.** (2009). *Résultats 2009 Radioprotection. RADON*. Récupéré de <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/11191/11193/11208/index.html?lang=fr&download=NHZLpZig7t,lnp6l0NTU042l2Z6ln1ae2lZn4Z2qZpnO2Yuq2Z6gpJCJd4N3fWym162dpYbUzd,Gpd6emK2Oz9aGodetmqaN19XI2ldvoaCUZ,s->
- Office Fédéral de la Santé Publique.** (2014, 20 juin). *TARMED*. Récupéré de <http://www.bag.ch/themen/krankenversicherung/06492/06494/index.html?lang=fr>
- Office Fédéral de la Santé Publique.** (2015). *Registre des professions médicales*. Récupéré de <http://www.medregom.admin.ch/FR>
- Office Fédéral de la Statistique.** (2015a). *Etat et structure de la population – Données détaillées*. Récupéré de <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/01/02/blank/data/01.html>
- Office Fédéral de la Statistique.** (2015b). *Hôpitaux – Données détaillées*. Récupéré de <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/14/03/01/data/01.html>
- Pauwels, R., Zhang, G., Theodorakou, C., Walker, A., Bosmans, H., Jacobs, R., et al;** The SEDENTEXCT Project Consortium. (2014). Effective radiation dose and eye lens dose in dental cone beam CT: effect of field of view and angle of rotation. *British Institute of Radiology*; 87.
- Radioprotection.** (2015). *Public cible pour les cours de radioprotection*. Récupéré de <http://www.radioprotection.ch/index.php?sprache=f>
- SASIS SA.** (2015). *Pool de données*. Récupéré de <https://www.sasis.ch/fr/492>
- SwissDRG AG.** (2015). *Les forfaits par cas dans les hôpitaux suisses*. Récupéré de http://www.swissdrg.org/assets/pdf/Broschuere/150212_SwissDRG_Broschuere_F.PDF
- UNSCEAR.** (2011). *Rapport du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets ionisants 2010*. Austria : United Nation publication.