



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI  
**Office fédéral de la santé publique OFSP**  
Unité de direction Protection des consommateurs

Août 2023

---

# Rapport annuel 2021

Dosimétrie des personnes exposées aux radiations  
dans l'exercice de leur profession en Suisse

---

## **Rapport des autorités de surveillance**

Office fédéral de la santé publique (OFSP)

Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN)

Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (Suva)

## **Table des matières**

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| <b>1</b>  | <b>Introduction</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2</b>  | <b>Services de dosimétrie individuelle</b>                         | <b>3</b>  |
| <b>3</b>  | <b>Mesures d'inter-comparaison</b>                                 | <b>4</b>  |
| <b>4</b>  | <b>Irradiation externe</b>   | <b>5</b>  |
| <b>5</b>  | <b>Irradiation interne</b>   | <b>7</b>  |
| <b>6</b>  | <b>Exposition au rayonnement cosmique</b>                          | <b>8</b>  |
| <b>7</b>  | <b>Doses efficaces dues à l'exposition totale</b>                  | <b>8</b>  |
| <b>8</b>  | <b>Evénements particuliers et dépassements des limites de dose</b> | <b>8</b>  |
| <b>9</b>  | <b>Tendance des 46 dernières années</b>                            | <b>8</b>  |
| <b>10</b> | <b>Conclusions</b>   | <b>9</b>  |
| <b>11</b> | <b>Autres publications</b>   | <b>10</b> |

## 1 Introduction

Le présent rapport annuel expose les résultats de la dosimétrie individuelle de l'irradiation externe et interne en Suisse pour l'année 2021 et montre l'évolution des 46 dernières années.

La publication du rapport 2021 a été retardée en raison d'une importante révision de la banque de données sur laquelle repose le registre dosimétrique central suisse (RDC).

Les données actuelles relatives aux doses proviennent du RDC, géré depuis 1990 par l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). Les statistiques antérieures à 1990 ont été établies sur la base de déclarations fournies par les divers services de dosimétrie. Les données enregistrées dans le RDC proviennent de dix services agréés de dosimétrie pour l'irradiation externe et de huit pour l'irradiation interne.

Depuis l'entrée en vigueur de la nouvelle ordonnance sur la radioprotection (ORaP ; RS 814.501) le 1<sup>er</sup> janvier 2018, les doses du personnel navigant doivent également être déterminées. Les compagnies aériennes envoient leurs données à l'OFSP directement ou via un prestataire de services.

Après une période de transition d'une année, la nouvelle limite annuelle de la dose au cristallin de 20 mSv est applicable depuis 2019. Cette dose peut être déterminée à l'aide du dosimètre du corps entier ou d'un dosimètre spécifique au cristallin.

Le présent rapport ainsi que d'autres informations sur la dosimétrie et l'exposition au rayonnement dans le cadre professionnel sont disponibles sur le site Internet de l'OFSP (radioprotection, [Rayonnement, radioactivité & son](#)) ; ces informations sont régulièrement mises à jour.

## 2 Services de dosimétrie individuelle

### 2.1 Services de dosimétrie individuelle de l'irradiation externe

La mesure des doses individuelles a été effectuée en 2021 par les services agréés suivants :

|         |   |
|---------|---|
| CERN    | Organisation européenne pour la recherche nucléaire, Genève     |
| Dosilab | Dosilab SA, Köniz   |
| IRA     | Institut de radiophysique, Lausanne                             |
| KKB     | Centrale nucléaire de Beznau, Döttingen                         |
| KKG     | Centrale nucléaire de Gösgen, Däniken                           |
| KKL     | Centrale nucléaire de Leibstadt, Leibstadt                      |
| KKM     | Centrale nucléaire de Mühleberg, Mühleberg                      |
| PEDOS   | PEDOS AG, Muri b. Bern  |
| PSI     | Institut Paul Scherrer, Villigen                                |
| Suva    | Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, Lucerne |

Les méthodes de mesure des différents services, ainsi que le nombre de personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession faisant l'objet d'une surveillance dosimétrique sont présentées dans le tableau 1a.

## 2.2 Services de dosimétrie individuelle de l'irradiation interne

Les doses efficaces engagées, liées à l'incorporation de radionucléides, ont été déterminées en 2021 par les services de mesure d'incorporation agréés suivants :

|             |   |
|-------------|---|
| HUG         | Hôpitaux universitaires de Genève                               |
| IRA         | Institut de radiophysique, Lausanne                             |
| KKM         | Centrale nucléaire de Mühleberg, Mühleberg                      |
| LS          | Laboratoire Spiez, Spiez  |
| mb-microtec | mb-microtec SA, Niederwangen                                    |
| PSI         | Institut Paul Scherrer, Villigen                                |
| RC Tritec   | RC Tritec AG, Teufen  |
| Suva        | Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, Lucerne |

Les méthodes de mesure des différents services, les radionucléides mesurés et le nombre de personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession faisant l'objet d'une surveillance dosimétrique sont indiqués dans le tableau 1b.

## 2.3 Dosimétrie du personnel navigant

Durant l'exercice de sa profession, le personnel navigant est exposé à un rayonnement cosmique élevé. Conformément à l'ordonnance révisée sur la radioprotection (ORaP), entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2018, il est considéré comme professionnellement exposé aux radiations si, en raison de son activité dans l'air, une dose de 1 mSv par an peut être dépassée. La dosimétrie peut être effectuée à l'interne par l'exploitant de la compagnie aérienne ou par un prestataire de services. L'OFSP tient une liste des logiciels permettant de déterminer les doses et répondant à l'état de la technique :

- ACD Helios 1.0
- AVIDOS 2.0
- CARI-7 und CARI-7A (Federal Aviation Administration, USA)
- EPCARD Version 3.34
- EPCARD Version 5.4.3
- GlobaLog Version 2.0
- IASON FREE mit den Softwarekomponenten FREEBackend Version 1.3.0 und FREEDu Version 1.3.1
- IASON FREE 2.0.0
- PANDOCA Version 1.1.1
- PCAire Version PCAire DLL v1.2.0.28 und Calculation DLL v1.2.0.15
- SIEVERT Version 2.4.5

(État : 29.8.2022)

## 3 Mesures d'inter-comparaison

Selon l'art. 92 ORaP, les services de dosimétrie sont tenus de participer à des mesures d'inter-comparaison. Durant l'année considérée, une inter-comparaison pour la dosimétrie externe et une pour la dosimétrie interne ont été réalisées.

### 3.1 Dosimétrie externe

Les dix services de dosimétrie agréés ont tous participé aux mesures d'inter-comparaison effectuées par l'IRA. Pour les irradiations de dosimètres du corps entier dans les conditions de référence, quinze dosimètres ont été demandés par service de dosimétrie et douze ont été exposés. Une source Cs-137, une source Sr-90 et deux types d'irradiations (avec N30 et N80) ont été appliquées. À chaque fois, trois dosimètres de transport n'ont pas été exposés. Sur les dix dosimètres d'extrémités demandés à chacun des six services concernés, quatre ont chaque fois été irradiés au moyen de N80 et Sr-90.

Lors des irradiations au Sr-90 dans les conditions de référence, trois services de dosimétrie n'ont pas rempli pour tous les dosimètres les exigences de l'ordonnance sur la dosimétrie. Il convient de noter que pour chacun de ces trois services, seul un des quatre dosimètres exposés ne satisfaisait pas aux exigences.

Les irradiations au moyen de N30 ont été les plus frappantes : tous les dosimètres DIS ont sous-estimé la valeur de référence. Dans un service de dosimétrie, aucune des valeurs mesurées ne remplissait les exigences ; dans un autre service, la moitié des dosimètres ne satisfaisaient pas aux normes requises. Deux services ont respecté les exigences légales mais en se situant dans les niveaux d'alerte (limites des variations autorisées atteintes aux 2/3). Lors des irradiations au moyen de N80, un service de dosimétrie n'a pas satisfait aux exigences avec quatre dosimètres.

Les raisons des écarts sont clarifiées par les services de dosimétrie concernés avec le fabricant des dosimètres. Comme il n'y a pas d'applications avec N30 dans les entreprises où les dosimètres de type DIS sont portés, ces différences n'impactent pas la surveillance correcte des personnes.

Tous les services de dosimétrie ont rempli les exigences de l'ordonnance sur la dosimétrie lors des irradiations des dosimètres des extrémités.

### 3.2 Dosimétrie interne

Le PSI a effectué les mesures d'inter-comparaison pour la dosimétrie interne. En se fondant sur plusieurs scénarios de dosimétrie, quatre échantillons d'urine et un échantillon aqueux avec de l'eau contenant du tritium ont été préparés. Ils ont été envoyés aux participants afin de déterminer les activités ainsi que la dose engagée E50.

Lors des mesures d'inter-comparaison, tous les participants ont déterminé avec succès la concentration d'activité du tritium dans la limite requise de +/- 20 %. Dans l'ensemble, des concordances satisfaisantes ont été obtenues pour les valeurs mesurées en laboratoire et pour les doses calculées.

## 4 Irradiation externe

(Sans exposition au rayonnement cosmique)

### 4.1 Doses au corps entier

Les doses d'irradiation externe sont mesurées à l'aide de dosimètres portés à la poitrine par les personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession.

On utilise des dosimètres TL (thermo luminescents), DIS (par enregistrement ionique direct) et RPL (radio-photo luminescence). Ils permettent, en principe, de déterminer la dose individuelle en profondeur  $H_p(10)$ , la contribution du bruit de fond naturel étant soustraite. Les doses calculées sont communiquées au mandant et au RDC à l'OFSP ainsi qu'à l'IFSN pour les données relevant de son domaine de surveillance.

Quand la situation l'exige, on utilise en outre des dosimètres à neutrons (dosimètres en poly-allyl diglycol carbonate ou PADC). Les doses dues aux neutrons figurent dans les données de  $H_p(10)$ .

Les doses individuelles en profondeur par irradiation externe, ventilées suivant le domaine d'activité, sont présentées au tableau 2 avec l'indication du nombre de personnes par intervalle de dose et des doses collectives.

Le nombre de personnes exposées aux radiations externes dans l'exercice de leur profession a augmenté par rapport à l'année précédente, passant de 92 435 en 2020 à 96 338 en 2021. Après la baisse due à la pandémie de COVID-19, constatée l'année précédente, le nombre enregistré en 2021 correspond à nouveau à l'augmentation annuelle attendue, observée depuis le début du registre central des doses (figure 11).

La dose collective, c'est-à-dire la somme des doses individuelles en profondeur de toutes les personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession en Suisse, a été de 6,09 personnes-Sv en 2021 (contre 3,61 personnes-Sv l'année précédente). Les variations annuelles sont principalement dues à des travaux de révision périodiques et de mise à niveau d'intensité variable dans les centrales nucléaires. Ainsi, la dose collective et le nombre de personnes surveillées au cours de l'année sous revue dans les centrales nucléaires ont nettement augmenté par rapport à l'année précédente.

Les contributions des différents secteurs d'activité à la dose collective sont les suivantes : centrales nucléaires (76 %), médecine (14 %), recherche (4 %), industrie, commerce, services publics et autres (6 %). Les graphiques 1 à 5 indiquent le nombre de personnes et la répartition des doses par secteur d'activité.

Conformément à la recommandation de la Commission fédérale de radioprotection (CPR), la dose annuelle d'une personne est la somme des doses mensuelles ou trimestrielles arrondies au 0,1 mSv, les doses inférieures à 0,075 mSv étant enregistrées comme doses nulles.

Les doses individuelles annuelles les plus élevées (plus de 10 mSv) ont été mesurées dans les centrales nucléaires (tableau 2). Dans l'industrie et les instituts radiologiques, une valeur élevée a été enregistrée pour les doses individuelles en profondeur. Malgré l'enquête menée, aucune cause plausible n'a pu être trouvée pour expliquer la dose de 18 mSv reçue par une MTRA dans un cabinet de radiologie. Bien qu'il soit peu probable que cette personne ait effectivement accumulé cette dose, la valeur mesurée a été enregistrée dans le RDC. Les investigations concernant la dose élevée accumulée dans une entreprise industrielle ne sont pas encore entièrement terminées.

Durant l'année considérée, aucun dépassement de la valeur limite d'une dose au corps entier ne s'est produit.

## 4.2 Irradiations partielles

Les doses individuelles en surface (doses à la peau) sont, en général, mesurées avec les mêmes dosimètres que ceux qui déterminent  $H_p(10)$ . Les résultats sont exprimés en  $H_p(0,07)$ . Dans le cas des expositions et des énergies photoniques usuelles, ces deux valeurs sont quasiment identiques. Dans le cas des très faibles énergies photoniques et des émetteurs  $\beta$ ,  $H_p(0,07)$  est supérieur à  $H_p(10)$ .

En cas d'exposition particulière des extrémités, on utilise des dosimètres à thermoluminescence (TLD) placés dans des bagues. Ceux-ci permettent de déterminer la grandeur  $H_p(0,07)$ , qui représente les doses aux extrémités (doses aux mains). Le tableau 3 montre la répartition des doses aux mains par secteur d'activité et par intervalle de dose. Le graphique 6 indique la répartition des doses aux mains. La valeur limite de 500 mSv n'a pas été dépassée durant l'année sous revue.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2018, un facteur de correction de 5 est appliqué à la dose aux mains lors de travaux impliquant des sources non scellées (conformément à l'ordonnance sur la dosimétrie). La dose mesurée au bout des doigts peut être bien plus élevée que celle mesurée à la base des doigts. Le facteur de correction vise à ce que la dose aux mains la plus réaliste possible soit saisie dans le registre central des doses. Il explique l'augmentation des doses aux mains élevées depuis 2018 (tableau 3, tableau 8, graphique 18). Ces doses élevées proviennent avant tout des services de médecine nucléaire. L'OFSP a publié une directive contenant des mesures visant à réduire ces doses, disponible sur son site Internet depuis le 2 juillet 2018 (directive L-10-04, Dosimétrie des extrémités lors de la manipulation de sources radioactives non scellées). Dans le cadre de son activité de surveillance, l'OFSP conseille et soutient les entreprises dans la mise en place de mesures d'optimisation.

### 4.3 Doses équivalentes au cristallin

Après un délai de transition d'une année, la nouvelle limite de la dose équivalente annuelle au cristallin, de 20 mSv, est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2019.

La dose au cristallin est supposée égale à l'équivalent de dose individuelle en surface  $H_p(0,07)$  mesuré par le dosimètre du corps entier. Elle peut aussi être déterminée avec un dosimètre porté au niveau de l'œil (ordonnance sur la dosimétrie, art. 11). Lors du port de deux dosimètres du corps entier et d'un tablier de protection, la dose équivalente au cristallin correspond à l'équivalent de dose individuel total en surface  $H_{total}(0,07)$ , ceci pour prendre aussi en compte les situations d'exposition où, en l'absence de tablier, un seul dosimètre est porté. En cas de port de lunettes de protection ou d'un autre moyen de protection du cristallin, l'expert en radioprotection détermine, avec l'accord de l'autorité de surveillance, un facteur de correction individuel. Ce facteur corrige la valeur de mesure du dosimètre du corps entier pour tenir compte de l'effet du moyen de protection et de l'écart entre la position du cristallin et celle du dosimètre.

La dosimétrie du cristallin s'est à nouveau révélée être un défi dans le domaine de la médecine. La détermination individuelle du facteur de correction a posé encore des difficultés dans beaucoup d'entreprises (procédure de mesure, dosimètre adéquat). C'est la raison pour laquelle il est permis, dans le domaine de surveillance de l'OFSP, d'appliquer, jusqu'à nouvel avis, un facteur conservatif de correction de 0,5. Pour les personnes qui dépassent nettement ou de manière répétée la limite annuelle de la dose au cristallin, l'OFSP exige toutefois la détermination d'un facteur individuel de correction ou même, dans des cas particuliers, le port d'un dosimètre supplémentaire au niveau des yeux (ordonnance sur la dosimétrie, art. 11, al. 2).

Au cours de l'année considérée, deux personnes ont dépassé la limite de dose au cristallin (voir le chapitre 8), soit nettement moins de cas que les années précédentes. En optimisant la radioprotection, notamment en portant des lunettes de protection, les personnes les plus exposées ont pu réduire les doses accumulées.

L'OFSP a prié la Société suisse de radiobiologie et de physique médicale (SSRPM) d'élaborer des recommandations concernant la dosimétrie du cristallin et la détermination du facteur de correction. À cet effet, un groupe de travail, composé de membres de la SSRPM et de représentants de l'OFSP, a été mis sur pied. Il a publié en septembre 2021 une recommandation concernant la dosimétrie du cristallin. Le document est disponible sur le site de l'OFSP [Dosimétrie et exposition au rayonnement dans un cadre professionnel](#).

## 5 Irradiation interne

La surveillance d'incorporation s'effectue par des mesures de tri pratiquées par l'entreprise ou directement au moyen d'une mesure d'incorporation auprès d'un service de dosimétrie agréé. Si le résultat d'une mesure de tri dépasse le seuil de mesure spécifique au radionucléide, une mesure d'incorporation doit être effectuée. Le calcul de la dose due à l'incorporation de substances

radioactives s'effectue en déterminant l'activité présente dans certains organes ou à l'aide de l'analyse des excréctions. Sur la base de ces mesures, on détermine la dose efficace engagée  $E_{50}$ .

Des mesures de tri ont été effectuées dans les entreprises concernées auprès de 7235 personnes environ afin de vérifier si elles avaient incorporé des produits radioactifs (cf. tableau 4).

Durant l'année 2021, on a effectué des mesures d'incorporation et déterminé la dose efficace engagée  $E_{50}$  pour 245 personnes. Les résultats de ces mesures sont indiqués dans le tableau 4 en fonction des divers secteurs d'activité. La dose efficace engagée maximale était de 1,2 mSv.

Le graphique 7 indique la répartition des doses internes. La dose collective, de 0,020 personne-Sv, est légèrement supérieure à celle de l'année précédente. Elle provient principalement des incorporations de tritium dans l'industrie horlogère.

## 6 Exposition au rayonnement cosmique

Au cours de l'année 2020, les doses reçues par 7701 personnes appartenant au personnel navigant ont été déterminées. Le graphique 8 montre comment ces doses sont réparties. Comme attendu, le personnel navigant présentait, parmi toutes les personnes exposées professionnellement aux radiations, la valeur annuelle moyenne la plus élevée (1,36 mSv). La dose collective de 10,52 personnes-Sv a été supérieure à celle de l'année précédente (6,26 personnes-Sv). Cette augmentation s'explique par la reprise du trafic aérien après l'année 2020 (pandémie de COVID-19).

## 7 Doses efficaces dues à l'exposition totale

La dose efficace est réputée égale à la somme de la dose individuelle en profondeur  $H_p(10)$  par irradiation externe et de la dose efficace engagée  $E_{50}$  par irradiation interne. Chez le personnel navigant, la dose efficace est déterminée par calcul.

La répartition des doses efficaces est présentée dans le tableau 5 et au graphique 9. Le nombre total des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession s'élève à 104 155 (année précédente : 101 264). Ne sont pas comprises les personnes qui sont exclusivement surveillées par des mesures de tri. La dose collective totale était de respectivement 16,63 personnes-Sv, et 6,11 personnes-Sv sans le personnel navigant (année précédente : 9,89 personnes-Sv). Le graphique 10 indique la répartition des doses dans les différents secteurs d'activité.

Les incorporations représentent seulement environ 0,1 % de la dose collective totale. Les doses provenaient pour l'essentiel de l'industrie horlogère.

## 8 Événements particuliers et dépassements des limites de dose

Durant l'année sous revue, seuls deux dépassements de la valeur limite annuelle de la dose équivalente au cristallin sont à signaler. Les doses supérieures à 20 mSv sont donc en nette diminution par rapport aux années précédentes, ce qui indique une amélioration de la radioprotection (port de lunettes de protection, p. ex.).

Les deux médecins concernés travaillent en radiologie interventionnelle et en chirurgie vasculaire.

## 9 Tendances des 46 dernières années

Les doses collectives dues à l'irradiation externe (sans rayonnement cosmique) des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession ont nettement diminué durant les



46 dernières années en Suisse malgré une augmentation continue du nombre de personnes suivies. Au début de la saisie statistique, en 1976, la dose collective totale due aux irradiations externes était d'environ 21 personnes-Sv, contre 6,09 personnes-Sv à la fin de la période sous revue (cf. tableau 6 et graphique 15). Le nombre total de personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession a triplé durant cette période, passant d'environ 30 000 à environ 104 000.

Dans cet intervalle, la dose moyenne individuelle a baissé, passant de 0,73 mSv par an à 0,09 mSv. La principale raison de cette baisse est liée aux processus d'optimisation mis en place dans les années 1990, qui ont grandement limité le niveau d'irradiation, notamment dans les centrales nucléaires.

La répartition des doses collectives en fonction des différents secteurs d'activité donne des résultats analogues. Au fil du temps, tous les secteurs enregistrent une baisse significative des doses collectives (graphiques 11 à 14). La forte diminution des doses collectives observée dans le secteur médical de 1982 à 1985 est due à l'introduction des dosimètres à thermoluminescence (TLD), qui ont remplacé les dosimètres à émulsion photographique. Dans la dosimétrie par émulsion photographique, les doses ont été surestimées.

Ces dernières années, la dose collective en médecine semble se stabiliser. Le graphique 13 illustre le secteur des centrales nucléaires. Les pics sont dus à des travaux de révision à doses intensives. Hormis ces variations, les données indiquent que le niveau de dose collective se stabilise depuis l'an 2000.

Depuis l'entrée en vigueur de l'ORaP, en 1994, les doses efficaces engagées par irradiation interne ( $E_{50}$ ) sont déterminées par les services de dosimétrie et, depuis 2001, elles sont aussi communiquées au RDC. La dose collective due aux irradiations internes a considérablement diminué ; comparée à celle de 1995, elle est plus de 20 fois inférieure (cf. tableau 7 et graphique 16). Cette baisse est le résultat d'une optimisation des travaux entrepris dans les entreprises de peinture luminescente et d'une diminution de l'utilisation des peintures luminescentes au tritium dans l'industrie horlogère. Depuis 2009, on n'utilise plus de peinture au tritium. Les doses accumulées dans l'industrie horlogère sont le fait d'employés ayant travaillé dans des pièces où étaient stockés des aiguilles et des cadrans comportant de la peinture au tritium. On relève par ailleurs des doses chez des personnes qui fabriquent ou montent des sources lumineuses au tritium gazeux (SLTQ) pour des montres spéciales. Les données relatives aux doses par irradiation interne datant d'avant 1995 ne peuvent pas être prises en compte directement dans la comparaison, car, à l'époque, on utilisait d'autres méthodes de calcul et d'autres facteurs de dose.

Le nombre de personnes pour lesquelles on détermine une dose aux mains a augmenté continuellement dans le secteur de la médecine depuis les 46 dernières années (graphique 17, tableau 8). En 1977, ce nombre s'élevait à 135 ; en 2020, environ 2700 personnes portaient un dosimètre des extrémités. Dans l'industrie, la tendance est inverse, puisque le nombre baisse depuis 1996. Si l'on considère uniquement les cas enregistrant une dose accumulée annuelle supérieure à 75 mSv, on observe une augmentation depuis 1995 (graphique 18). Ces doses annuelles élevées ont été principalement enregistrées dans les secteurs de la médecine nucléaire et de la radiologie interventionnelle. L'introduction du facteur de correction lors de travaux avec des sources non scellées depuis 2018 a induit une forte augmentation des doses élevées aux mains (tableau 9, figure 18).

## 10 Conclusions

Le présent rapport permet de conclure que la situation en matière de radioprotection des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession est généralement bonne en Suisse. Depuis l'an 2000, le niveau de dose collective s'est stabilisé, avec de faibles variations, et la part de l'irradiation interne est restée extrêmement faible ces quinze dernières années.

Comme on pouvait s'y attendre, le personnel navigant présente l'exposition moyenne aux rayonnements la plus élevée avec une dose annuelle moyenne de 1,36 mSv ; les personnes travaillant dans les centrales nucléaires viennent en deuxième position dans le classement avec une dose annuelle de 0,76 mSv.

Le plus grand défi en dosimétrie est la détermination la plus réaliste possible de la dose au cristallin et le respect de la valeur limite de 20 mSv lors de certaines activités impliquant des doses élevées, notamment en radiologie interventionnelle et en cardiologie. L'OFSP apporte son soutien aux hôpitaux concernés dans les démarches d'optimisation et l'établissement d'une dosimétrie du cristallin la plus exacte possible.

## 11 Autres publications

D'autres publications peuvent être consultées sur les sites Internet suivants :

- Rapport annuel de la division Radioprotection de l'OFSP  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)
- Rapport annuel de l'IFSN  
[www.ensi.ch](http://www.ensi.ch)
- Rapport annuel de la Suva  
[www.suva.ch](http://www.suva.ch)
- Rapport d'activité de la Commission fédérale de protection contre les radiations et de surveillance de la radioactivité (CPR)  
[www.ksr-cpr.admin.ch](http://www.ksr-cpr.admin.ch)
- Rapport d'activité de la Commission fédérale de sécurité nucléaire (CSN)  
[www.bfe.admin.ch/csn](http://www.bfe.admin.ch/csn)

**Tableau 1a : Méthodes de mesure et volume des activités des services de dosimétrie individuelle de l'irradiation externe en 2021**

| Service | Corps entier $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ |          |                     | Extrémités $H_p(0,07)$ |         |                     | Cristallin $H_p(3)$ ou $H_p(0,07)$ |         |                     |
|---------|---------------------------------------|----------|---------------------|------------------------|---------|---------------------|------------------------------------|---------|---------------------|
|         | Rayonnement                           | Méthode  | Nombre de personnes | Rayonnement            | Méthode | Nombre de personnes | Rayonnement                        | Méthode | Nombre de personnes |
| CERN    | $\beta, \gamma, X$                    | DIS      | 7700                | $\beta, \gamma, X$     | TLD     | 60                  |                                    |         |                     |
|         | n                                     | PADC     | 0                   |                        |         |                     |                                    |         |                     |
| Dosilab | $\beta, \gamma, X$                    | TLD      | 46 000              | $\beta, \gamma, X$     | TLD     | 1200                | $\beta, \gamma, X$                 | TLD     | 72                  |
| IRA     | $\beta, \gamma, X$                    | TLD      | 11 000              | $\beta, \gamma, X$     | TLD     | 350                 |                                    |         |                     |
| KKB     | $\beta, \gamma, X$                    | DIS      | 1600                |                        |         |                     |                                    |         |                     |
| KKG     | $\beta, \gamma, X$                    | DIS      | 1500                |                        |         |                     |                                    |         |                     |
| KKL     | $\beta, \gamma, X$                    | DIS      | 3000                |                        |         |                     |                                    |         |                     |
| KKM     | $\beta, \gamma, X$                    | TLD      | 800                 |                        |         |                     |                                    |         |                     |
| PEDOS   | $\beta, \gamma, X$                    | TLD      | 18 000              | $\beta, \gamma, X$     | TLD     | 550                 |                                    |         |                     |
| PSI     | $\beta, \gamma, X$                    | RPL, DIS | 2300                | $\beta, \gamma, X$     | TLD     | 160                 |                                    |         |                     |
|         | n                                     | PADC     | 1900                |                        |         |                     |                                    |         |                     |
| Suva    | $\beta, \gamma, X$                    | TLD      | 14 000              | $\beta, \gamma, X$     | TLD     | 280                 |                                    |         |                     |

DIS dosimétrie par enregistrement ionique direct (Direct Ion Storage)

TLD dosimétrie par thermoluminescence

RPL dosimétrie par radio photoluminescence

PADC dosimétrie des neutrons avec détecteur PADC

**Table 1b : Méthodes de mesure, nucléides et volume des activités des services de dosimétrie d'incorporation en 2021**

| Service       | Méthode            | Rayonnement | Détecteur   | Nucléides  | Personnes |
|---------------|--------------------|-------------|---|--|-----------|
| HUG           | Anthropogammamètre | $\gamma$    | Nal<br>Ge   | Cr-51, Fe-59, Co-57, Co-58, Co-60, Zn-65, Ga-67, Sr-85, Tc-99m, In-111, Cs-134, Cs-137, Sm-153, Lu-177, Re-186, Re-188, Tl-201                         | 34        |
| IRA           | Thyroïde           | $\gamma$    | Nal   | I-123, I-125, I-131  |           |
|               | Urine              | $\beta$     | Scint   | H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45   | 38        |
|               |                    | $\beta$     | PC  | Sr-90  |           |
| Urine, selles | $\alpha$           | Si          | Po-210, Ra-226, U-234, U-235, U-238, Pu-239, Am-241 | 4  |           |
| KKM           | Anthropogammamètre | $\gamma$    | Nal   | Cr-51, Fe-59, Co-58, Co-60, Sr-85, Tc-99m, Cs-134, Cs-137  |           |
|               | Thyroïde           | $\gamma$    | Nal   | I-131  |           |
| LS            | Anthropogammamètre | $\gamma$    | Ge  | Cr-51, Co-57, Co-58, Fe-59, Co-60, Zn-65, Ga-67, Sr-85, Tc-99m, In-111, Ba-133, Cs-134, Cs-137, Eu-152, Sm-153, Eu-154, Lu-177, Re-186, Re-188, Tl-201 |           |
| mb-microtec   | Urine              | $\beta$     | Scint   | H-3  | 84        |
| PSI           | Anthropogammamètre | $\gamma$    | Ge  | Cr-51, Fe-59, Co-57, Co-58, Co-60, Zn-65, Ga-67, Sr-85, Tc-99m, In-111, Cs-134, Cs-137, Sm-153, Lu-177, Re-186, Re-188, Tl-201                         | 2         |
|               | Thyroïde           | $\gamma$    | Nal   | I-123, I-124, I-125, I-131   |           |
|               | Urine              | $\beta$     | Scint   | H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45, Ni-63, Sr-89, Sr-90, Y-90, Er-169  |           |
|               | Urine, selles      | $\alpha$    | Si  | Po-210, Ra-226, Th-228, Th-232, U-234, U-235, U-238, Np-237, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244  |           |
| RC TRITEC     | Urine              | $\beta$     | Scint   | H-3, C-14  | 11        |
| Suva          | Urine              | $\beta$     | Scint   | H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45   | 76        |

Scint    scintillateur liquide  
 Nal     scintillateur au Nal  
 PC      compteur proportionnel

Ge       détecteur au germanium  
 Si       détecteur au silicium

**Tableau 2 : Doses individuelles en profondeur dues aux irradiations externes en 2021 : nombre de personnes et doses collectives**

| Intervalle de dose [mSv]              | Hôpitaux     | Cabinets médicaux | Cabinets médicaux radiologiques | Cabinets dentaires | Universités, Recherche | Centrales nucléaires et ZWILAG <sup>1</sup> | Industrie, Commerce | Services publics | Divers      | Total        |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------|---|---------------------|------------------|-------------|--------------|
| = 0                                   | 33693        | 18980             | 755                             | 14384              | 9860                   | 3251  | 2289                | 686              | 5911        | 89809        |
| 0.1– 1.0                              | 1709         | 223               | 36                              | 195                | 979                    | 1552  | 109                 | 11               | 134         | 4948         |
| 1.1 – 2.0                             | 146          | 5                 | 7                               | 4                  | 26                     | 448   | 24                  |                  | 9           | 669          |
| 2.1 – 3.0                             | 41           | 1                 | 6                               |                    |                        | 289   | 18                  |                  | 1           | 356          |
| 3.1 – 4.0                             | 21           |                   | 1                               |                    |                        | 178   | 8                   |                  |             | 208          |
| 4.1 – 5.0                             | 8            | 1                 | 2                               | 1                  |                        | 115   | 3                   |                  |             | 130          |
| 5.1 – 6.0                             | 2            |                   |                                 |                    |                        | 66  | 1                   |                  |             | 69           |
| 6.1 – 7.0                             | 4            |                   |                                 |                    |                        | 49  | 1                   |                  |             | 54           |
| 7.1 – 8.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 34  | 1                   |                  |             | 35           |
| 8.1 – 9.0                             | 2            |                   |                                 |                    |                        | 27  |                     |                  |             | 29           |
| 9.1 -10.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 13  |                     |                  |             | 13           |
| 10.1-11.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 8   |                     |                  | 1           | 9            |
| 11.1-12.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 5   |                     |                  |             | 5            |
| 12.1-13.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |   |                     |                  |             |              |
| 13.1-14.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 1   |                     |                  |             | 1            |
| 14.1-15.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 1   |                     |                  |             | 1            |
| 15.1-16.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |   |                     |                  |             |              |
| 16.1-17.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |   |                     |                  |             |              |
| 17.1-18.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |   | 1                   |                  |             | 1            |
| 18.1-19.0                             |              |                   | 1                               |                    |                        |   |                     |                  |             | 1            |
| 19.1-20.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |   |                     |                  |             |              |
| 20.1 – 50.0                           |              |                   |                                 |                    |                        |   |                     |                  |             |              |
| > 50.0                                |              |                   |                                 |                    |                        |   |                     |                  |             |              |
| <b>Total</b>                          | <b>35626</b> | <b>19210</b>      | <b>808</b>                      | <b>14584</b>       | <b>10865</b>           | <b>6037</b>                                 | <b>2455</b>         | <b>697</b>       | <b>6056</b> | <b>96338</b> |
| <b>Dose collective [personnes-Sv]</b> | <b>0.83</b>  | <b>0.05</b>       | <b>0.06</b>                     | <b>0.04</b>        | <b>0.24</b>            | <b>4.62</b>                                 | <b>0.20</b>         | <b>0.00</b>      | <b>0.05</b> | <b>6.09</b>  |

Remarque : Si une personne travaille dans plusieurs secteurs d'activité, elle est assignée au secteur pour lequel la contribution à la dose est la plus élevée ; lorsque les contributions à la dose sont les mêmes, elle est assignée selon l'ordre de priorité indiqué dans le tableau : centrales nucléaires, puis hôpitaux, cabinets médicaux, etc.

<sup>1</sup> ZWILAG: Zwischenlager Würenlingen AG

**Tableau 3 : Doses aux mains en 2021 : nombre de personnes**

| Intervalle de dose<br>[mSv] | Médecine | Universités,<br>Recherche | Centrales nucléaires<br>et ZWILAG | Industrie | Total |
|-----------------------------|----------|---------------------------|-----------------------------------|-----------|-------|
| = 0                         | 1069     | 206                       | 77                                | 57        | 1409  |
| 0.1 - 25.0                  | 812      | 33                        | 179                               | 16        | 1040  |
| 25.1 - 50.0                 | 87       | 4                         | 3                                 |           | 94    |
| 50.1 - 75.0                 | 37       | 2                         |                                   |           | 39    |
| 75.1 - 100.0                | 26       |                           | 1                                 |           | 27    |
| 100.1 - 125.0               | 21       | 1                         |                                   |           | 22    |
| 125.1 - 150.0               | 18       |                           |                                   |           | 18    |
| 150.1 - 175.0               | 12       | 1                         |                                   |           | 13    |
| 175.1 - 200.0               | 7        | 1                         |                                   |           | 8     |
| 200.1 - 225.0               | 2        |                           |                                   |           | 2     |
| 225.1 - 250.0               | 13       | 1                         |                                   |           | 14    |
| 250.1 - 275.0               | 3        |                           |                                   | 1         | 4     |
| 275.1 - 300.0               | 2        |                           |                                   |           | 2     |
| 300.1 - 325.0               | 1        |                           |                                   |           | 1     |
| 325.1 - 350.0               |          |                           |                                   |           |       |
| 350.1 - 375.0               |          |                           |                                   |           |       |
| 375.1 - 400.0               | 3        |                           |                                   |           | 3     |
| 400.1 - 425.0               |          |                           |                                   |           |       |
| 425.1 - 450.0               |          |                           |                                   |           |       |
| 450.1 - 475.0               |          |                           |                                   |           |       |
| 475.1 - 500.0               |          |                           |                                   |           |       |
| > 500.0                     |          |                           |                                   |           |       |
| Total                       | 2113     | 249                       | 260                               | 74        | 2696  |

**Tableau 4 : Doses efficaces engagées en 2021 par irradiation interne : nombre de personnes, doses collectives et nucléides incorporés**

| Intervalle de dose $E_{50}$ [mSv]                    | Médecine | Universités, Recherche | Centrales nucléaires et ZWILAG | Entreprises de peinture luminescente | Industrie | Total |
|--|----------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------|-------|
| = 0  | 22       | 45                     |                                | 17                                   | 86        | 170   |
| 0.1– 1.0   |          |                        |                                | 64                                   | 7         | 71    |
| 1.1 – 2.0  |          |                        |                                | 4                                    |           | 4     |
| 2.1 – 3.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 3.1 – 4.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 4.1 – 5.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 5.1 – 6.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 6.1 – 7.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 7.1 – 8.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 8.1 – 9.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 9.1 -10.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 10.1-11.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 11.1-12.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 12.1-13.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 13.1-14.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 14.1-15.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 15.1-16.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 16.1-17.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 17.1-18.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 18.1-19.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 19.1-20.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| 20.1 – 50.0  |          |                        |                                |                                      |           |       |
| > 50.0   |          |                        |                                |                                      |           |       |
| Total  | 22       | 45                     | 0                              | 85                                   | 93        | 245   |
| Dose collective [personnes-Sv]                       | 0.000    | 0.000                  | 0.000                          | 0.019                                | 0.001     | 0.020 |
| Nucléides avec $E_{50} > 1$ mSv                      |          |                        |                                | $^3\text{H}$                         |           |       |
| Nombre de personnes avec mesures de tri <sup>1</sup> | 1000     | 300                    | 4500                           |                                      | 80        | 5880  |

<sup>1</sup> Estimation

**Tableau 5 : Doses efficaces par tous les types d'irradiation en 2021 : nombre de personnes et doses collectives**

| Intervalle de dose [mSv]              | Hôpitaux     | Cabinets médicaux | Cabinets médicaux radiologiques | Cabinets dentaires | Universités, Recherche | Centrales nucléaires et ZWILAG | Industrie, Commerce | Services publics | Divers      | Aviation     | Total         |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------|-------------|--------------|---------------|
| = 0                                   | 33657        | 18978             | 755                             | 14381              | 9872                   | 3251                           | 2313                | 679              | 5965        | 584          | 90435         |
| 0.1 – 1.0                             | 1708         | 223               | 36                              | 195                | 979                    | 1552                           | 173                 | 11               | 141         | 2340         | 7358          |
| 1.1 – 2.0                             | 146          | 5                 | 7                               | 4                  | 26                     | 448                            | 28                  |                  | 9           | 2926         | 3599          |
| 2.1 – 3.0                             | 41           | 1                 | 6                               |                    |                        | 289                            | 18                  |                  | 1           | 1293         | 1649          |
| 3.1 – 4.0                             | 21           |                   | 1                               |                    |                        | 178                            | 8                   |                  |             | 507          | 715           |
| 4.1 – 5.0                             | 8            | 1                 | 2                               | 1                  |                        | 115                            | 3                   |                  |             | 49           | 179           |
| 5.1 – 6.0                             | 2            |                   |                                 |                    |                        | 66                             | 1                   |                  |             | 2            | 71            |
| 6.1 – 7.0                             | 4            |                   |                                 |                    |                        | 49                             | 1                   |                  |             |              | 54            |
| 7.1 – 8.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 34                             | 1                   |                  |             |              | 35            |
| 8.1 – 9.0                             | 2            |                   |                                 |                    |                        | 27                             |                     |                  |             |              | 29            |
| 9.1 -10.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 13                             |                     |                  |             |              | 13            |
| 10.1-11.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 8                              |                     |                  | 1           |              | 9             |
| 11.1-12.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 5                              |                     |                  |             |              | 5             |
| 12.1-13.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |                                |                     |                  |             |              |               |
| 13.1-14.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 1                              |                     |                  |             |              | 1             |
| 14.1-15.0                             |              |                   |                                 |                    |                        | 1                              |                     |                  |             |              | 1             |
| 15.1-16.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |                                |                     |                  |             |              |               |
| 16.1-17.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |                                |                     |                  |             |              |               |
| 17.1-18.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |                                | 1                   |                  |             |              | 1             |
| 18.1-19.0                             |              |                   | 1                               |                    |                        |                                |                     |                  |             |              | 1             |
| 19.1-20.0                             |              |                   |                                 |                    |                        |                                |                     |                  |             |              |               |
| 20.1 – 50.0                           |              |                   |                                 |                    |                        |                                |                     |                  |             |              |               |
| > 50.0                                |              |                   |                                 |                    |                        |                                |                     |                  |             |              |               |
| <b>Total</b>                          | <b>35589</b> | <b>19208</b>      | <b>808</b>                      | <b>14581</b>       | <b>10877</b>           | <b>6037</b>                    | <b>2547</b>         | <b>690</b>       | <b>6117</b> | <b>7701</b>  | <b>104155</b> |
| <b>Dose collective [personnes-Sv]</b> | <b>0.83</b>  | <b>0.05</b>       | <b>0.06</b>                     | <b>0.04</b>        | <b>0.24</b>            | <b>4.62</b>                    | <b>0.22</b>         | <b>0.00</b>      | <b>0.05</b> | <b>10.52</b> | <b>16.63</b>  |

Remarque : si une personne travaille dans plusieurs secteurs d'activité, elle est assignée au secteur pour lequel la contribution à la dose est la plus élevée ; lorsque les contributions à la dose sont les mêmes, elle est assignée selon l'ordre de priorité indiqué dans le tableau : centrales nucléaires, puis hôpitaux, cabinets médicaux, etc.



**Tableau 6 : Doses collectives par irradiation externe depuis 1976**

| Année | Médecine |      | Universités |      | Centrales nucl. et ZWILAG |       | Industrie |      | Total |       |
|-------|----------|------|-------------|------|---------------------------|-------|-----------|------|-------|-------|
|       | S        | N    | S           | N    | S                         | N     | S         | N    | S     | N     |
| 1976  | 19134    | 5.36 | 5046        | 5.68 | 960                       | 8.14  | 3590      | 1.74 | 28730 | 20.92 |
| 1977  | 21284    | 6.06 | 6429        | 5.57 | 1021                      | 8.08  | 4057      | 1.57 | 32791 | 21.28 |
| 1978  | 23948    | 7.06 | 8838        | 6.24 | 974                       | 6.05  | 4312      | 2.06 | 38072 | 21.40 |
| 1979  | 25945    | 7.43 | 9434        | 6.14 | 1690                      | 6.25  | 4211      | 2.67 | 41280 | 22.50 |
| 1980  | 27408    | 6.85 | 8394        | 4.54 | 1915                      | 8.86  | 4457      | 1.31 | 42174 | 21.56 |
| 1981  | 28193    | 6.72 | 8593        | 3.45 | 2056                      | 9.13  | 4589      | 1.31 | 43431 | 20.62 |
| 1982  | 28806    | 4.92 | 7903        | 3.13 | 2155                      | 10.40 | 4513      | 0.97 | 43377 | 19.41 |
| 1983  | 32370    | 3.68 | 8186        | 3.00 | 2315                      | 14.93 | 3899      | 0.98 | 46770 | 22.60 |
| 1984  | 33640    | 2.67 | 8759        | 2.74 | 3607                      | 10.85 | 3944      | 0.56 | 49950 | 16.82 |
| 1985  | 34376    | 2.38 | 8673        | 3.08 | 3702                      | 12.17 | 4229      | 0.75 | 50980 | 18.38 |
| 1986  | 35271    | 1.63 | 8811        | 2.92 | 3898                      | 20.27 | 4434      | 0.45 | 52414 | 25.27 |
| 1987  | 35919    | 1.76 | 8562        | 3.04 | 3724                      | 13.55 | 4554      | 0.42 | 52759 | 18.77 |
| 1988  | 37267    | 1.85 | 8855        | 3.00 | 3840                      | 12.51 | 4748      | 0.44 | 54710 | 17.80 |
| 1989  | 37551    | 1.53 | 9232        | 2.37 | 3717                      | 12.31 | 4990      | 0.50 | 55490 | 16.71 |
| 1990  | 37061    | 1.52 | 9061        | 2.60 | 4171                      | 8.20  | 4684      | 0.43 | 54977 | 12.75 |
| 1991  | 38052    | 1.34 | 9392        | 2.39 | 4385                      | 9.07  | 4820      | 0.44 | 56649 | 13.24 |
| 1992  | 38779    | 1.39 | 9606        | 2.55 | 4592                      | 8.47  | 4846      | 0.61 | 57823 | 13.02 |
| 1993  | 39588    | 1.59 | 9565        | 1.63 | 4560                      | 8.10  | 4806      | 0.33 | 58519 | 11.65 |
| 1994  | 39927    | 1.67 | 9578        | 1.67 | 4139                      | 6.53  | 4718      | 0.33 | 58362 | 10.20 |
| 1995  | 40988    | 1.27 | 9592        | 1.87 | 4117                      | 5.56  | 4572      | 0.31 | 59269 | 9.01  |
| 1996  | 42041    | 1.53 | 9896        | 1.89 | 4427                      | 5.43  | 4646      | 0.34 | 61010 | 9.19  |
| 1997  | 42531    | 1.45 | 9590        | 1.57 | 3773                      | 4.29  | 4747      | 0.35 | 60641 | 7.66  |
| 1998  | 42616    | 1.15 | 9801        | 1.37 | 3556                      | 3.75  | 4710      | 0.26 | 60683 | 6.53  |
| 1999  | 43545    | 1.01 | 9632        | 1.01 | 3823                      | 4.50  | 4845      | 0.25 | 61845 | 6.77  |
| 2000  | 44360    | 0.89 | 11303       | 1.15 | 3193                      | 3.08  | 4822      | 0.25 | 63678 | 5.37  |
| 2001  | 45811    | 0.86 | 10345       | 0.67 | 3330                      | 3.40  | 4805      | 0.23 | 64291 | 5.16  |
| 2002  | 47256    | 0.89 | 9214        | 0.43 | 3189                      | 2.92  | 4828      | 0.21 | 64487 | 4.45  |
| 2003  | 48292    | 0.87 | 8676        | 0.72 | 3531                      | 3.02  | 4846      | 0.20 | 65345 | 4.81  |
| 2004  | 50068    | 1.06 | 9079        | 0.56 | 3828                      | 4.25  | 4522      | 0.24 | 67497 | 6.11  |
| 2005  | 50823    | 1.11 | 7847        | 0.68 | 3955                      | 3.97  | 4506      | 0.27 | 67131 | 6.03  |
| 2006  | 52129    | 1.08 | 9242        | 0.64 | 3885                      | 3.03  | 4566      | 0.25 | 69822 | 5.00  |
| 2007  | 53396    | 1.15 | 9239        | 0.44 | 4211                      | 3.05  | 4732      | 0.19 | 71578 | 4.83  |
| 2008  | 54893    | 1.18 | 9468        | 0.47 | 4689                      | 3.62  | 4876      | 0.25 | 73926 | 5.52  |
| 2009  | 56259    | 1.03 | 9856        | 0.51 | 4814                      | 3.17  | 5015      | 0.18 | 75944 | 4.89  |
| 2010  | 57489    | 1.23 | 10311       | 0.60 | 5329                      | 3.99  | 5259      | 0.21 | 78388 | 6.03  |
| 2011  | 59300    | 1.39 | 10534       | 0.63 | 5264                      | 3.00  | 5547      | 0.49 | 80645 | 5.51  |
| 2012  | 61325    | 1.29 | 11372       | 0.62 | 5881                      | 4.29  | 5648      | 0.18 | 84226 | 6.38  |
| 2013  | 63452    | 1.35 | 11860       | 0.77 | 5452                      | 3.30  | 5856      | 0.20 | 86620 | 5.62  |
| 2014  | 66032    | 1.19 | 12983       | 0.89 | 5381                      | 3.08  | 6001      | 0.23 | 90397 | 5.39  |
| 2015  | 68270    | 1.10 | 13235       | 0.34 | 6230                      | 4.22  | 6018      | 0.22 | 93753 | 5.88  |
| 2016  | 70406    | 1.15 | 13280       | 0.32 | 5172                      | 2.87  | 6284      | 0.18 | 95142 | 4.52  |
| 2017  | 72470    | 1.15 | 13936       | 0.30 | 5284                      | 3.48  | 6558      | 0.20 | 98248 | 5.13  |
| 2018  | 70503    | 1.15 | 14443       | 0.32 | 4599                      | 2.44  | 6851      | 0.25 | 96396 | 4.17  |
| 2019  | 67858    | 1.07 | 13427       | 0.34 | 4737                      | 2.38  | 8682      | 0.24 | 94704 | 4.03  |
| 2020  | 68905    | 0.91 | 10490       | 0.25 | 4499                      | 2.25  | 8541      | 0.20 | 92435 | 3.61  |
| 2021  | 70228    | 0.98 | 10865       | 0.24 | 6037                      | 4.62  | 9208      | 0.25 | 96338 | 6.09  |

N = Nombre de personnes

S = Dose collective [personnes-Sv]

**Tableau 7 : Doses collectives par irradiation interne depuis 1995**

| Année | Nombre de personnes* | Dose collective [personnes-Sv] |
|-------|----------------------|--------------------------------|
| 1995  | 6154                 | 0.99                           |
| 1996  | 7193                 | 0.96                           |
| 1997  | 6128                 | 0.71                           |
| 1998  | 5586                 | 0.62                           |
| 1999  | 5996                 | 0.43                           |
| 2000  | 5636                 | 0.29                           |
| 2001  | 5312                 | 0.18                           |
| 2002  | 5647                 | 0.1                            |
| 2003  | 5823                 | 0.07                           |
| 2004  | 6265                 | 0.05                           |
| 2005  | 6274                 | 0.04                           |
| 2006  | 6108                 | 0.03                           |
| 2007  | 6289                 | 0.037                          |
| 2008  | 6916                 | 0.018                          |
| 2009  | 7177                 | 0.005                          |
| 2010  | 8071                 | 0.004                          |
| 2011  | 7732                 | 0.010                          |
| 2012  | 8528                 | 0.025                          |
| 2013  | 7973                 | 0.017                          |
| 2014  | 7544                 | 0.013                          |
| 2015  | 8153                 | 0.009                          |
| 2016  | 8149                 | 0.012                          |
| 2017  | 8077                 | 0.016                          |
| 2018  | 8088                 | 0.017                          |
| 2019  | 7828                 | 0.025                          |
| 2020  | 7802                 | 0.019                          |
| 2021  | 7795                 | 0.020                          |

\* Mesures de tri incluses

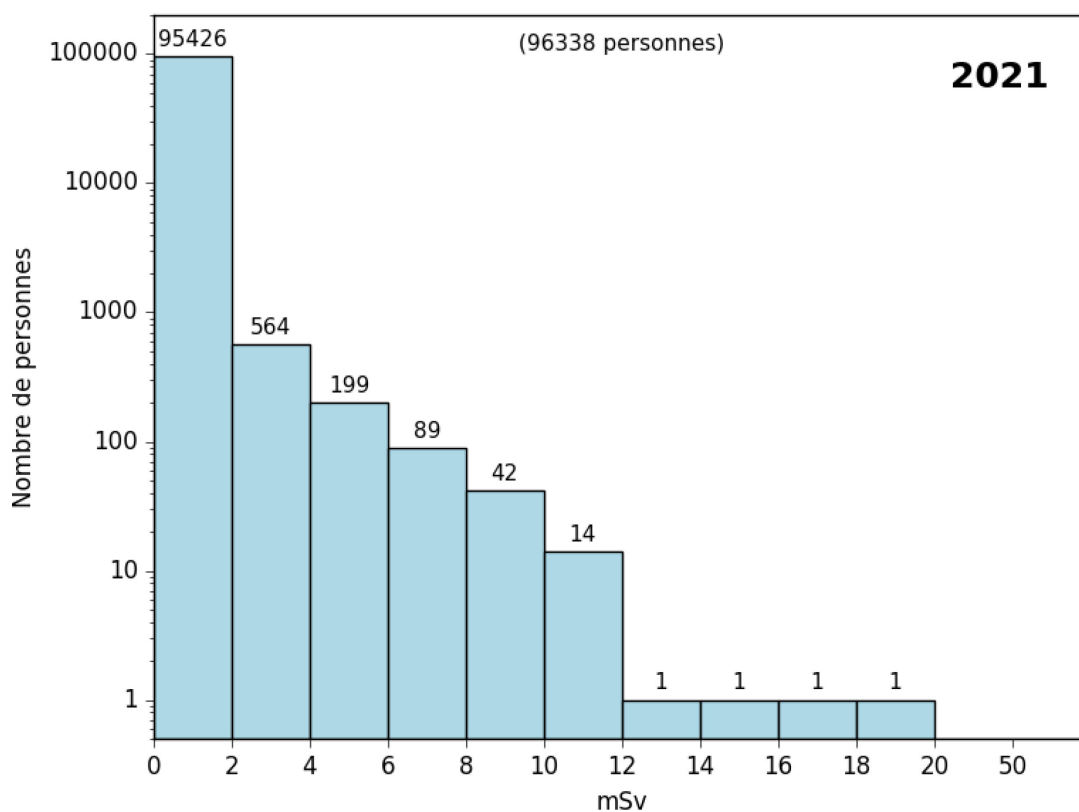
**Tableau 8 : Doses aux mains depuis 1977**

| Année | Nombre de personnes |                           |                                    |                        |       |        |         |
|-------|---------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------|-------|--------|---------|
|       | Médecine            | Universités,<br>recherche | Centrales<br>nucléaires,<br>ZWILAG | Industrie<br>et autres | Total | >75mSv | >150mSv |
| 1977  | 135                 | 140                       | 53                                 | 107                    | 435   | 22     | 10      |
| 1978  | 155                 | 266                       | 33                                 | 116                    | 570   | 20     | 7       |
| 1979  | 206                 | 211                       | 86                                 | 159                    | 662   | 19     | 8       |
| 1980  | 226                 | 225                       | 101                                | 146                    | 698   | 9      | 1       |
| 1981  | 254                 | 182                       | 82                                 | 152                    | 670   | 14     | 5       |
| 1982  | 287                 | 198                       | 103                                | 135                    | 723   | 34     | 6       |
| 1983  | 206                 | 162                       | 65                                 | 214                    | 647   | 11     | 3       |
| 1984  | 306                 | 116                       | 106                                | 174                    | 702   | 4      | 1       |
| 1985  | 302                 | 223                       | 83                                 | 187                    | 795   | 7      | 4       |
| 1986  | 347                 | 225                       | 83                                 | 223                    | 878   | 9      | 2       |
| 1987  | 396                 | 269                       | 127                                | 225                    | 1017  | 5      | 2       |
| 1988  | 523                 | 284                       | 94                                 | 236                    | 1137  | 6      | 2       |
| 1989  | 504                 | 307                       | 74                                 | 307                    | 1192  | 8      | 3       |
| 1990  | 558                 | 333                       | 68                                 | 311                    | 1270  | 5      | 3       |
| 1991  | 590                 | 420                       | 136                                | 324                    | 1470  | 3      | 2       |
| 1992  | 582                 | 270                       | 237                                | 326                    | 1415  | 2      | 2       |
| 1993  | 563                 | 410                       | 111                                | 348                    | 1432  | 3      | 1       |
| 1994  | 606                 | 399                       | 95                                 | 363                    | 1463  | 6      | 2       |
| 1995  | 650                 | 404                       | 87                                 | 361                    | 1502  | 0      | 0       |
| 1996  | 581                 | 322                       | 102                                | 407                    | 1412  | 6      | 1       |
| 1997  | 594                 | 361                       | 92                                 | 368                    | 1415  | 8      | 3       |
| 1998  | 629                 | 341                       | 44                                 | 307                    | 1321  | 11     | 5       |
| 1999  | 696                 | 340                       | 52                                 | 293                    | 1381  | 10     | 2       |
| 2000  | 657                 | 279                       | 40                                 | 280                    | 1256  | 9      | 2       |
| 2001  | 692                 | 286                       | 53                                 | 228                    | 1259  | 12     | 2       |
| 2002  | 742                 | 274                       | 45                                 | 208                    | 1269  | 11     | 2       |
| 2003  | 708                 | 265                       | 40                                 | 183                    | 1196  | 7      | 1       |
| 2004  | 773                 | 274                       | 39                                 | 157                    | 1243  | 13     | 3       |
| 2005  | 820                 | 290                       | 39                                 | 129                    | 1278  | 13     | 4       |
| 2006  | 820                 | 289                       | 50                                 | 154                    | 1313  | 13     | 2       |
| 2007  | 861                 | 288                       | 40                                 | 165                    | 1354  | 10     | 3       |
| 2008  | 958                 | 326                       | 47                                 | 147                    | 1478  | 10     | 1       |
| 2009  | 975                 | 315                       | 35                                 | 134                    | 1459  | 16     | 3       |
| 2010  | 1077                | 290                       | 54                                 | 127                    | 1548  | 14     | 4       |
| 2011  | 1112                | 285                       | 75                                 | 103                    | 1575  | 17     | 10      |
| 2012  | 1202                | 318                       | 93                                 | 111                    | 1724  | 17     | 3       |
| 2013  | 1261                | 282                       | 61                                 | 106                    | 1710  | 13     | 3       |
| 2014  | 1311                | 285                       | 31                                 | 111                    | 1738  | 14     | 1       |
| 2015  | 1430                | 291                       | 104                                | 80                     | 1905  | 16     | 0       |
| 2016  | 1465                | 303                       | 120                                | 82                     | 1970  | 14     | 0       |
| 2017  | 1550                | 320                       | 114                                | 67                     | 2051  | 11     | 0       |
| 2018  | 1823                | 335                       | 56                                 | 80                     | 2294  | 65     | 20      |
| 2019  | 2121                | 288                       | 88                                 | 78                     | 2575  | 85     | 33      |
| 2020  | 2151                | 267                       | 72                                 | 64                     | 2554  | 101    | 47      |
| 2021  | 2113                | 249                       | 260                                | 74                     | 2696  | 114    | 47      |

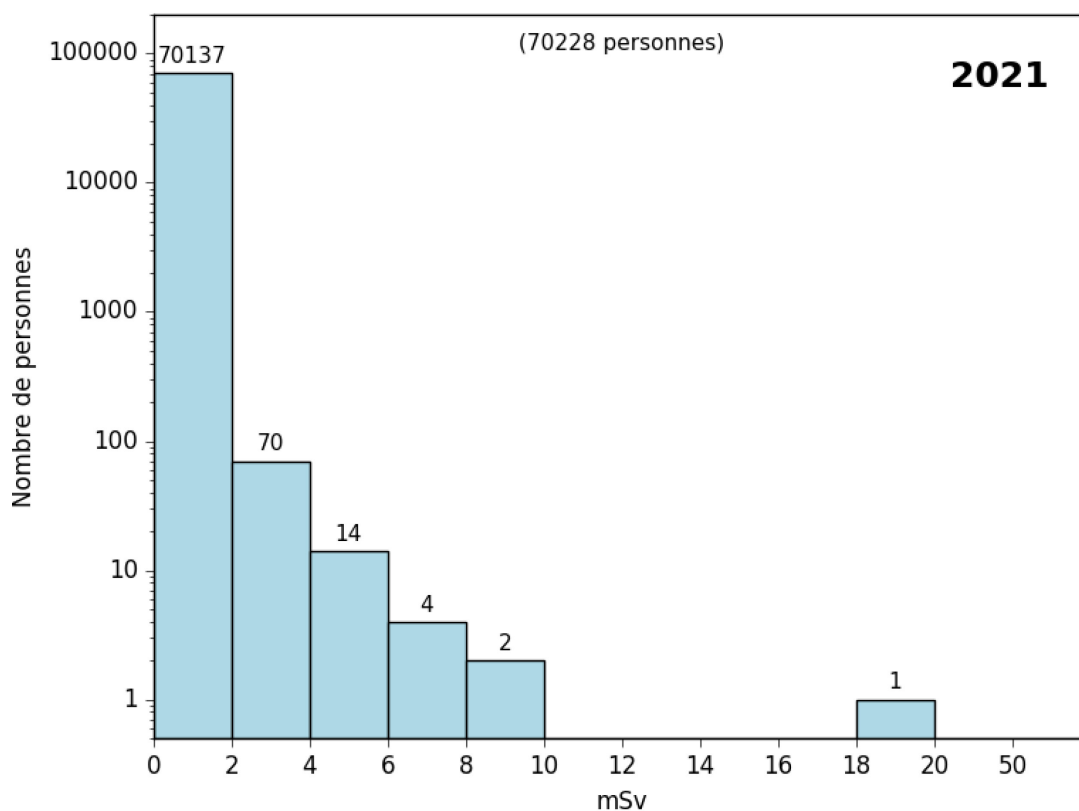
**Tableau 9 : Dépassements des limites de dose depuis 1995**

| Année | Secteur             | Source             | Dose                                       | Remarque                                 |
|-------|---------------------|--------------------|--|--|
| 1995  | Hôpital             | X                  | E = 36.6 mSv                               | Orthopédie, radioscopie                  |
|       | Industrie           | H-3                | E = 24.6 mSv                               | Incorporation                            |
| 1996  | Industrie           | H-3                | E = 5.2 mSv                                | Incorporation (grossesse)                |
|       | Industrie           | H-3                | E = 29 mSv                                 | Incorporation                            |
| 1997  | Industrie           | Ir-192             | E = 83 mSv                                 | Gammagraphie                             |
|       | Industrie           | H-3                | E = 4.6 mSv                                | Incorporation (grossesse)                |
|       | Hôpital             | X                  | H <sub>extr</sub> = 517 mSv                | Radiologie interventionnelle             |
| 1998  | Hôpital             | X                  | E = 22.8 mSv                               | Incident de cause inconnue               |
| 2002  | Hôpital             | Co-60              | E = 22.8 mSv                               | Radiothérapie                            |
|       | Hôpital             | I-131              | H <sub>extr</sub> = 1256 mSv               | Médecine nucléaire, contamination        |
| 2004  | Dentiste            | X                  | E = 22.2 mSv                               | Incident de cause inconnue               |
| 2005  | Hôpital             | X                  | E = 20.2 mSv                               | Cardiologie, radioscopie                 |
| 2007  | Hôpital             | Y-90               | H <sub>extr</sub> = 1300 mSv               | Médecine nucléaire, bout du doigt        |
| 2009  | Centrale nucléaire  | γ                  | E = 37.8 mSv<br>E = 25.4 mSv               | Deux personnes, révision                 |
| 2010  | Centrale nucléaire  | γ                  | E = 28 mSv<br>H <sub>extr</sub> = 7500 mSv | Homme-grenouille, révision               |
|       | Hôpital             | X                  | E = 30.2 mSv                               | Angiographie, radioscopie                |
|       | Hôpital             | Y-90               | H <sub>extr</sub> = 1000 mSv               | Recherche médicale                       |
| 2011  | Hôpital             | X                  | E = 27 mSv                                 | Cardiologie, radioscopie                 |
|       | Hôpital             | Y-90               | H <sub>extr</sub> = 2000 mSv               | Médecine nucléaire, contamination        |
|       | Industrie           | e <sup>-</sup> , γ | E = 278 mSv                                | Appareil à faisceau d'électrons          |
| 2012  | Hôpital             | Y-90               | H <sub>extr</sub> = 1000 mSv               | Médecine nucléaire                       |
| 2014  | Hôpital / Industrie | X                  | H <sub>extr</sub> = 700 mSv                | Réparation d'une installation à rayons X |
| 2016  | Hôpital             | Inconnu            | E = 24.1 mSv                               | Médecine nucléaire                       |
| 2017  | Hôpital             | Inconnu            | E = 29.6 mSv                               | Service des urgences                     |
| 2018  | Hôpital             | PET                | H <sub>extr</sub> = 552 mSv                | Médecine nucléaire                       |
|       | Hôpital             | PET                | H <sub>extr</sub> = 562 mSv                | Médecine nucléaire                       |
| 2020  | Hôpital             | X                  | H <sub>extr</sub> = 542 mSv                | Radiologie interventionnelle             |

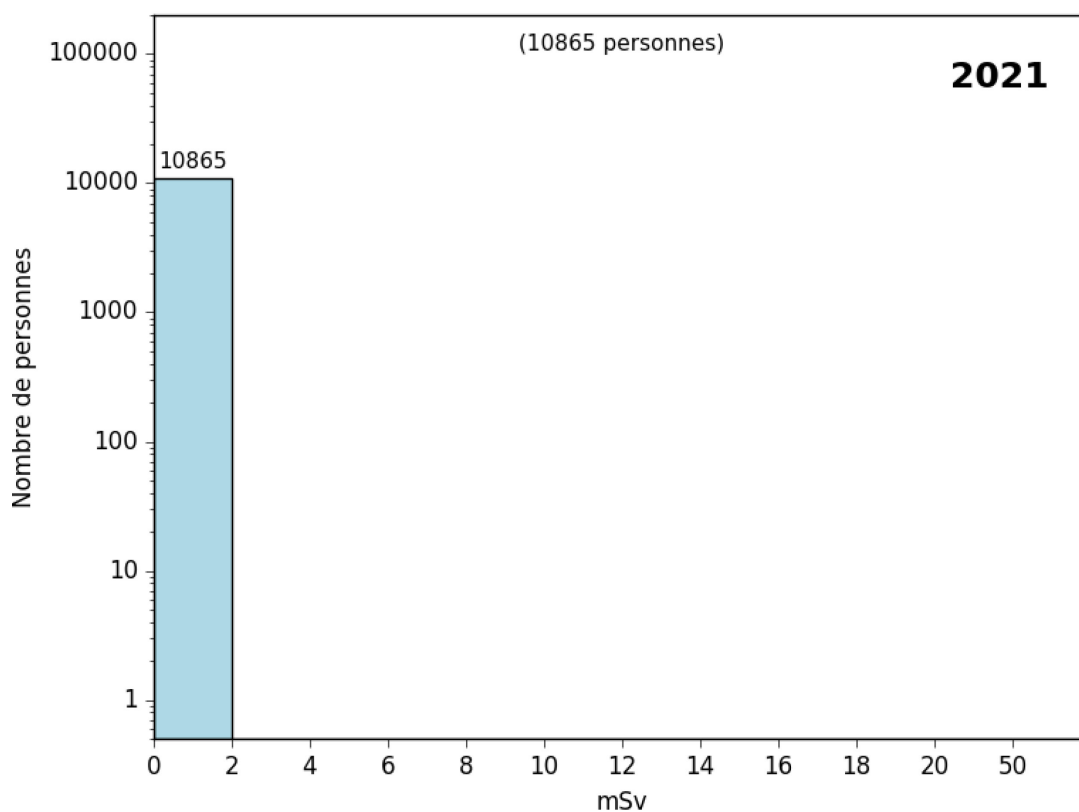
**Figure 1 : Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans tous les secteurs d'activité**



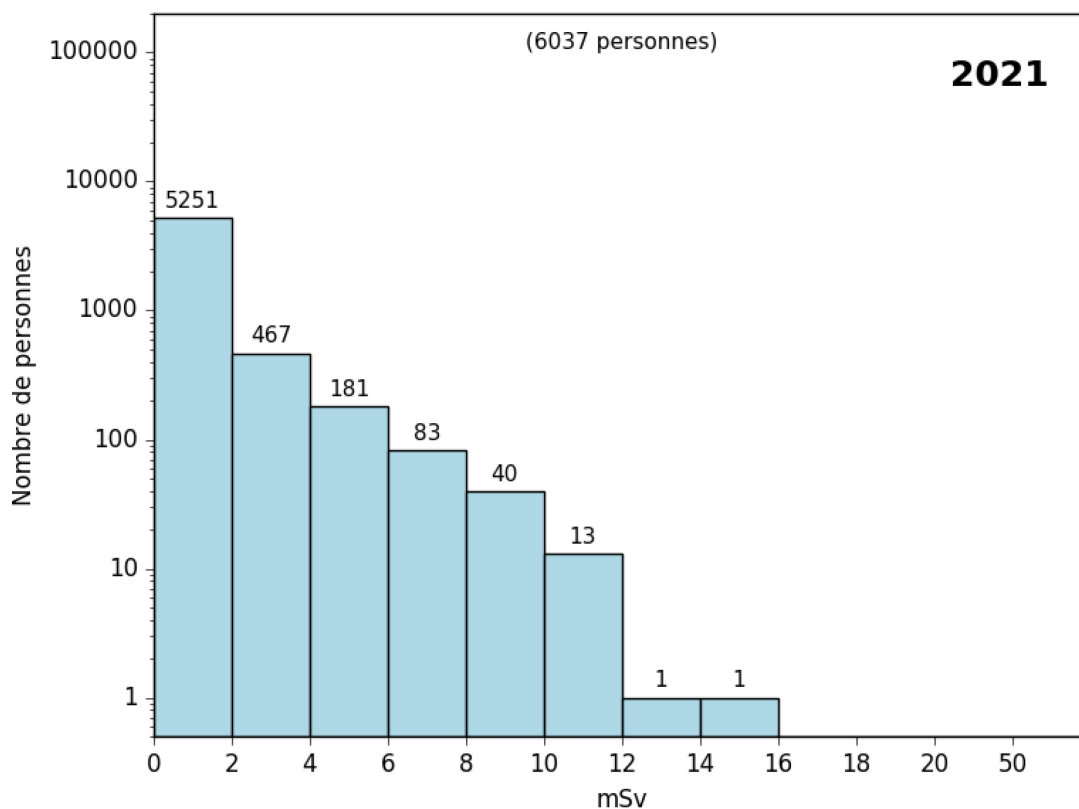
**Figure 2 : Doses individuelles en profondeur par irradiation externe en médecine**



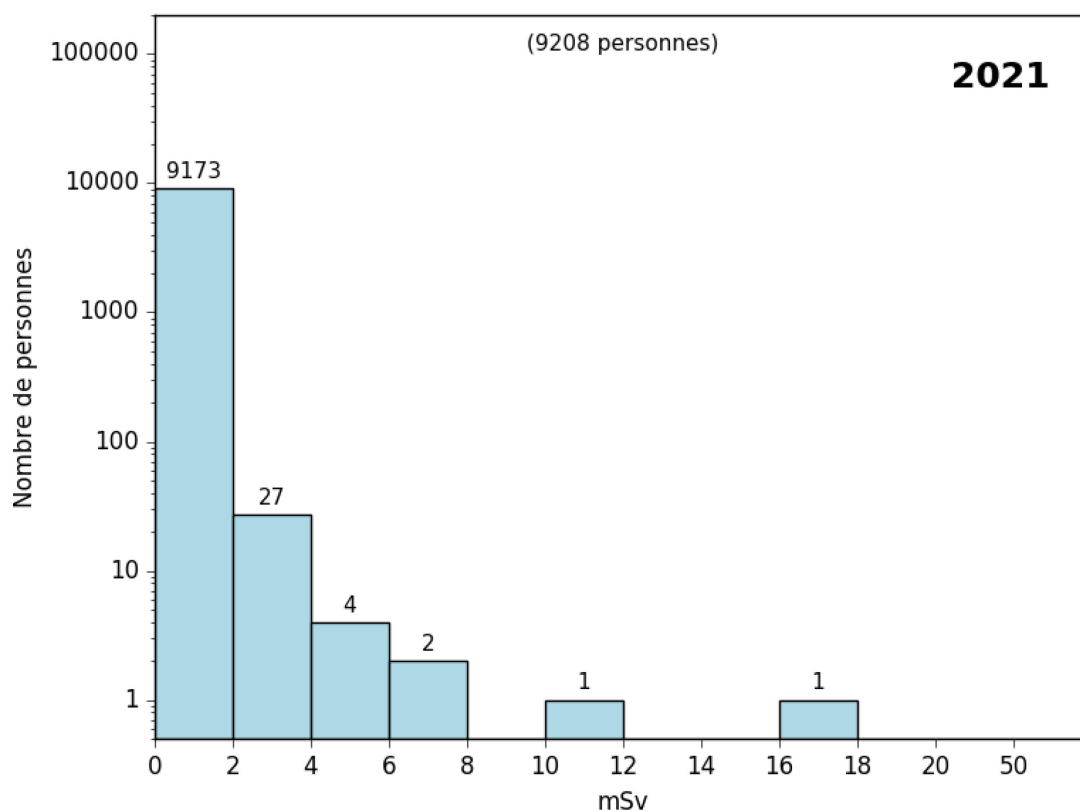
**Figure 3 : Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans les universités et la recherche**



**Figure 4 : Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans les centrales nucléaires et ZWILAG**



**Figure 5 : Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans l'industrie et autres (commerce, services publics, etc.)**



**Figure 6 : Doses aux mains dans tous les secteurs d'activité**

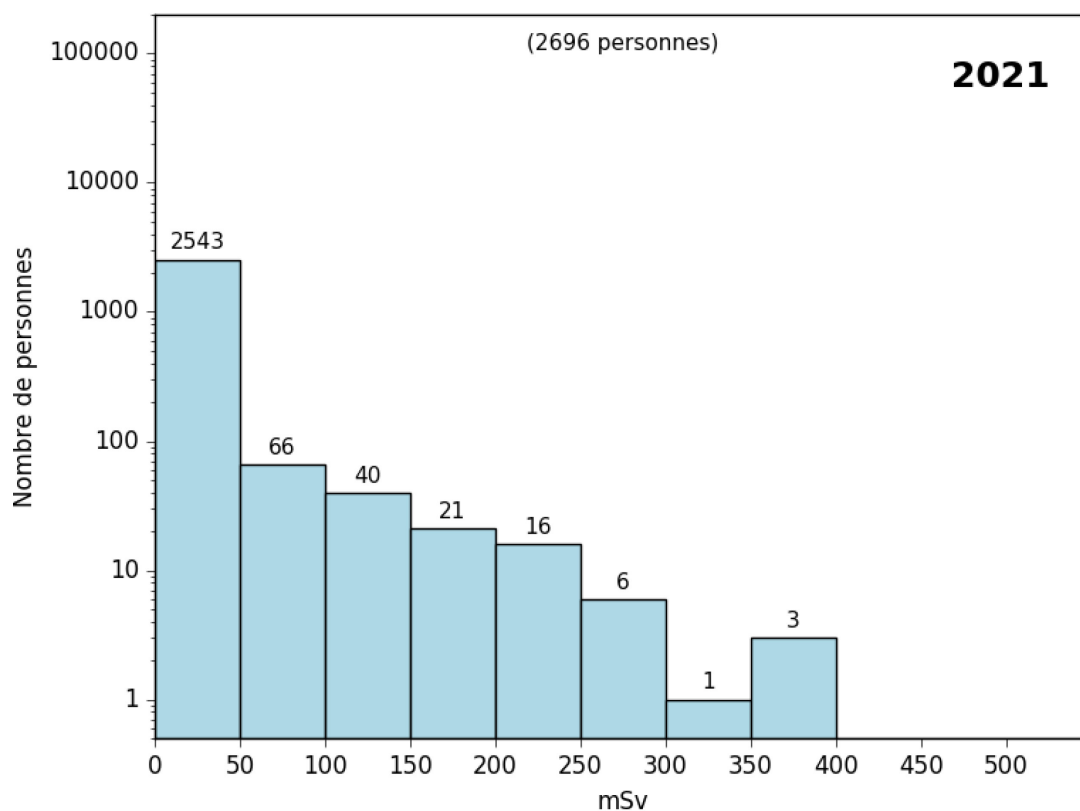


Figure 7 : Doses efficaces engagées par irradiation interne

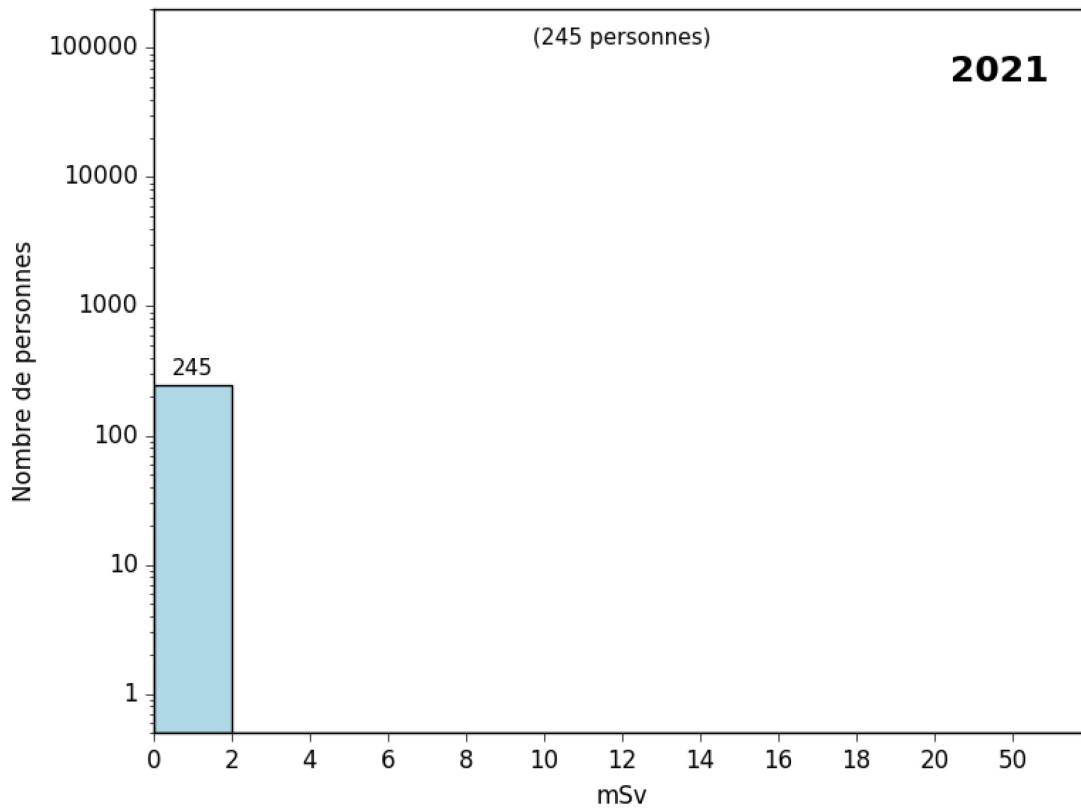


Figure 8 : Doses efficaces dues au rayonnement cosmique dans l'aviation

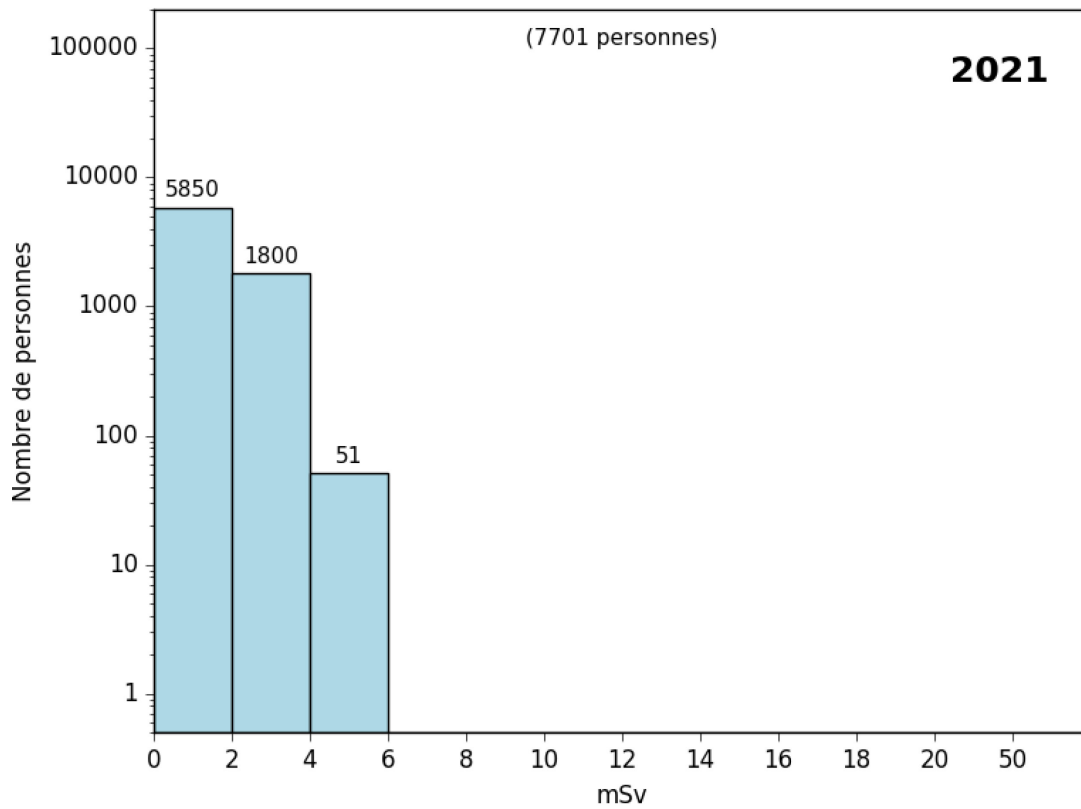




Figure 9 : Doses efficaces par irradiation externe et interne dans tous les secteurs d'activité

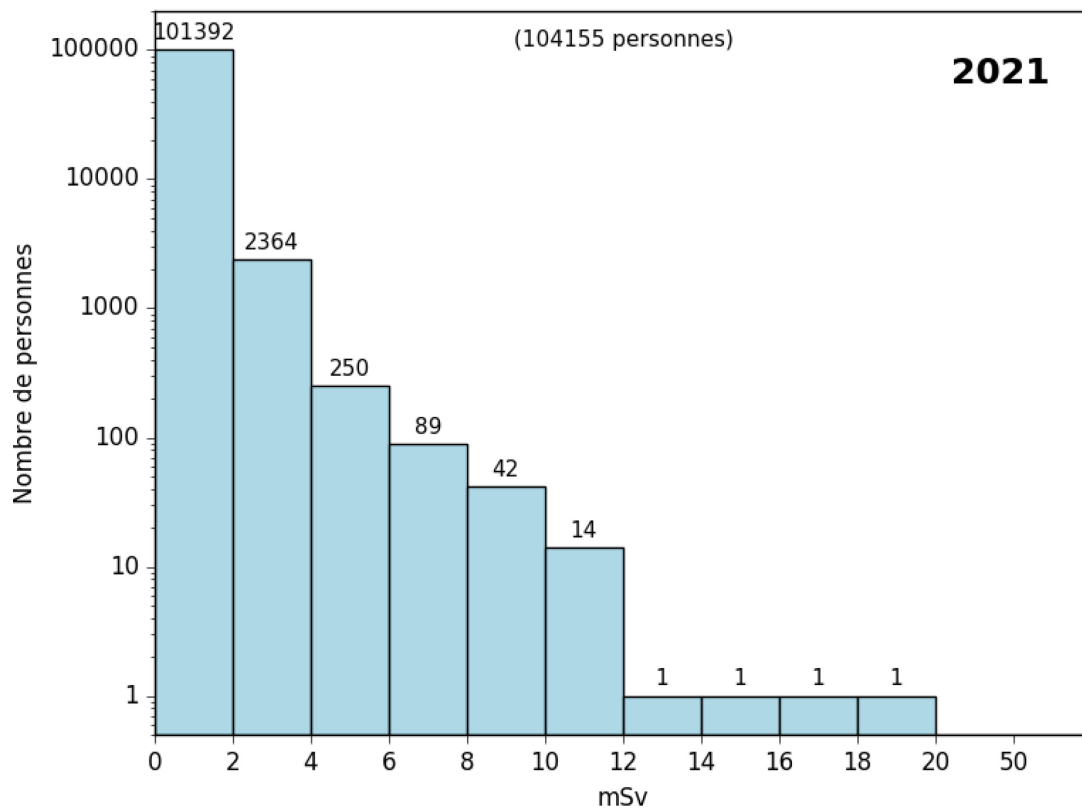
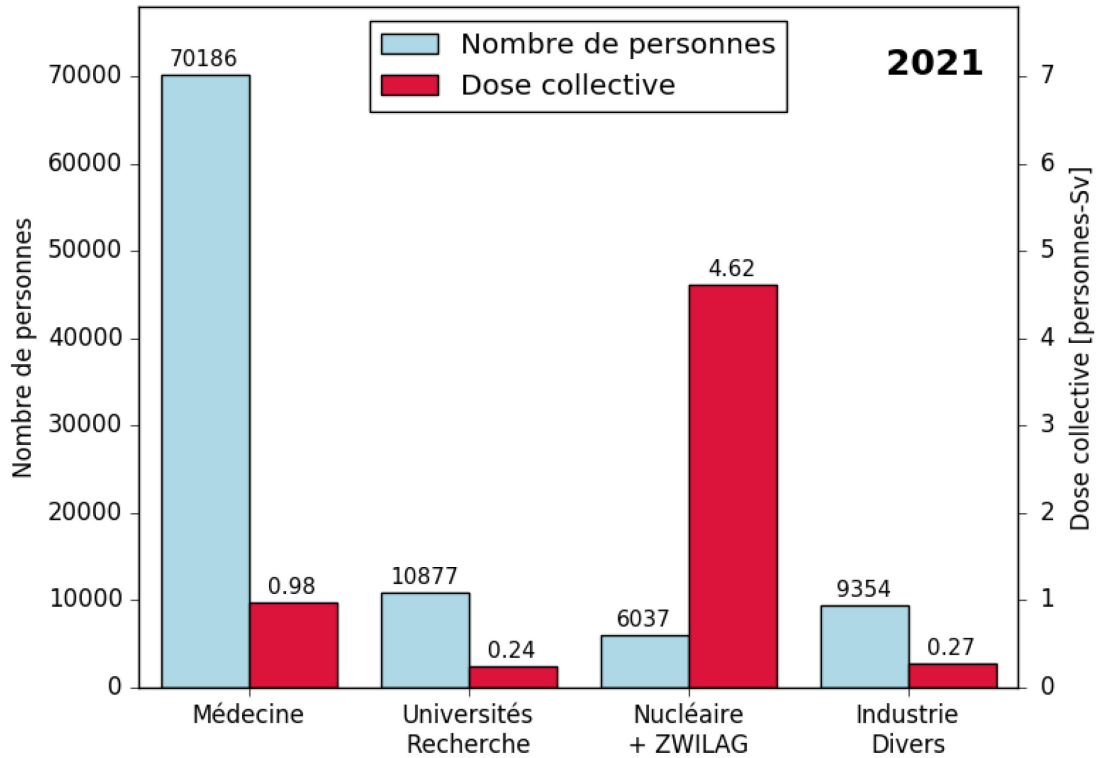
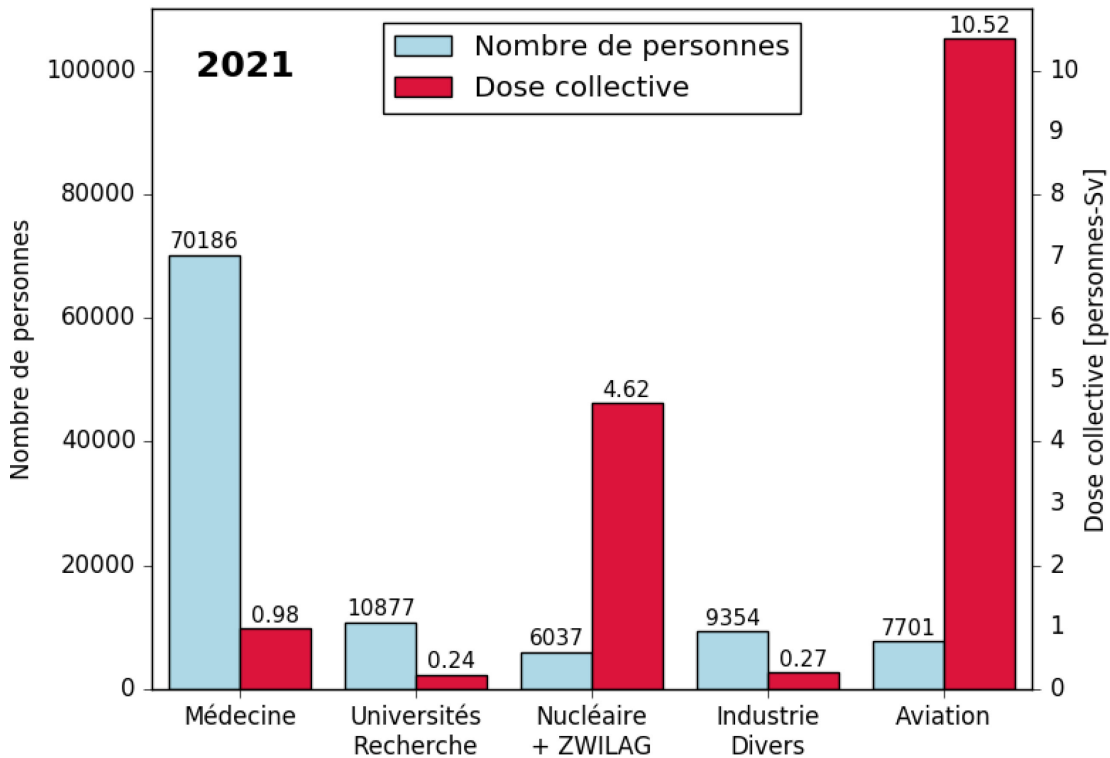


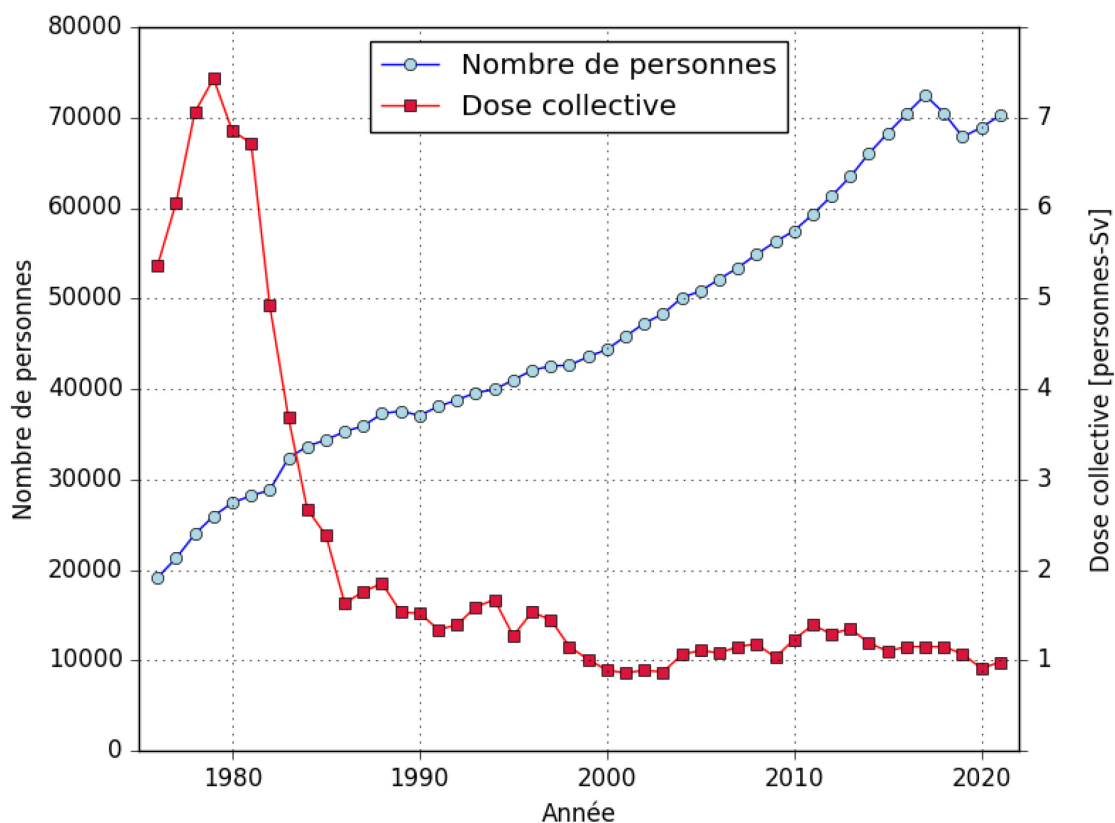
Figure 10 : Nombre de personnes et doses collectives, tous les types d'irradiation



La figure suivante inclut également le rayonnement cosmique dans l'aviation :



**Figure 11 : Irradiation externe depuis 1976 en médecine**



**Figure 12 : Irradiation externe depuis 1976 dans les universités et la recherche**

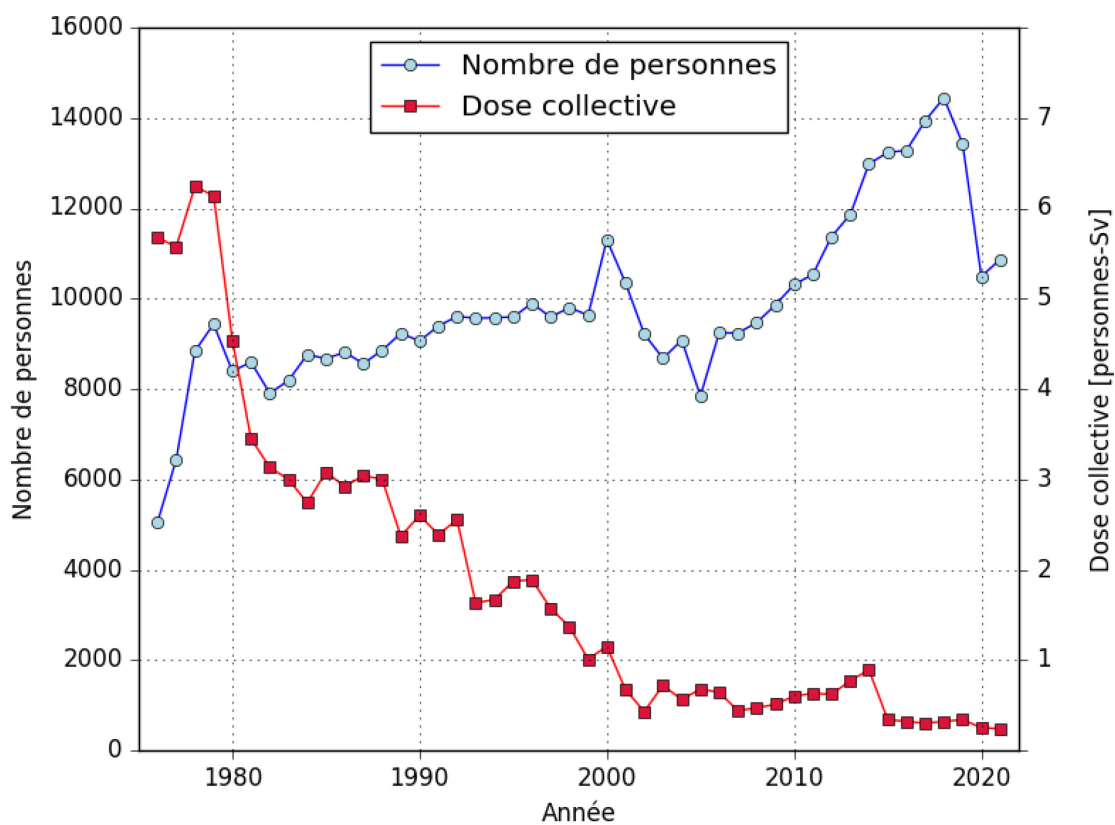


Figure 13 : Irradiation externe depuis 1976 dans les centrales nucléaires et ZWILAG

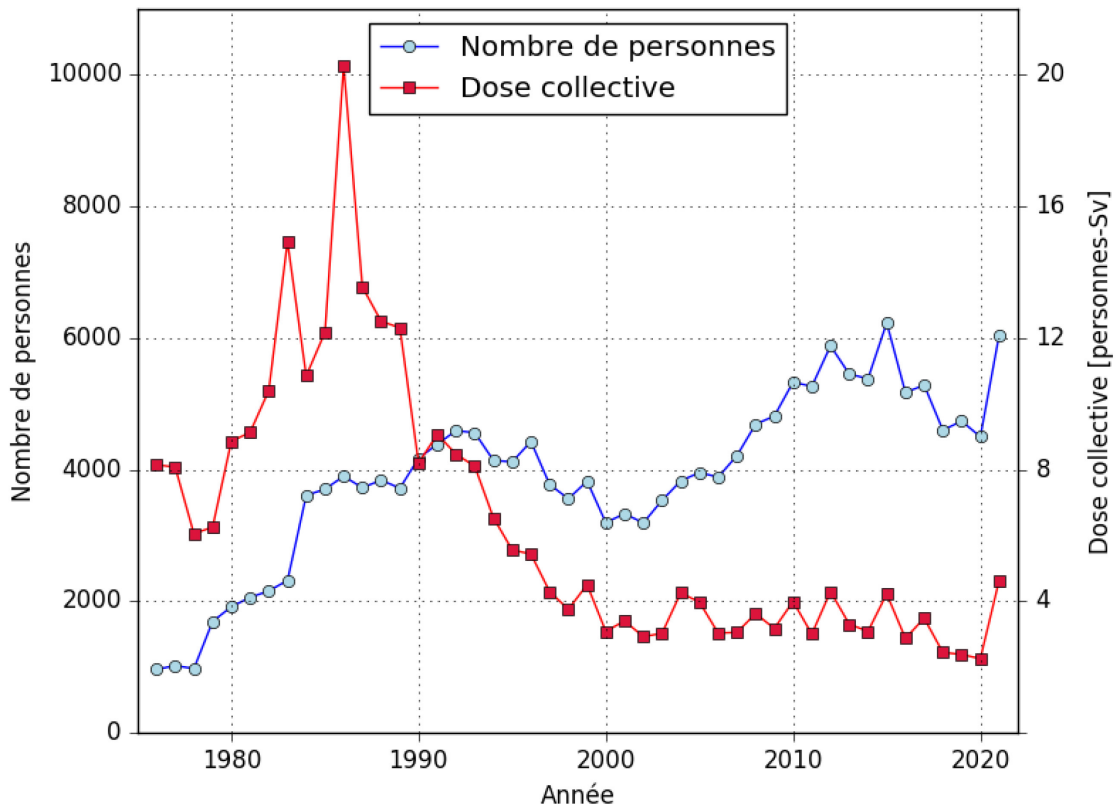


Figure 14 : Irradiation externe depuis 1976 dans l'industrie et autres (commerce, services publics, etc.)

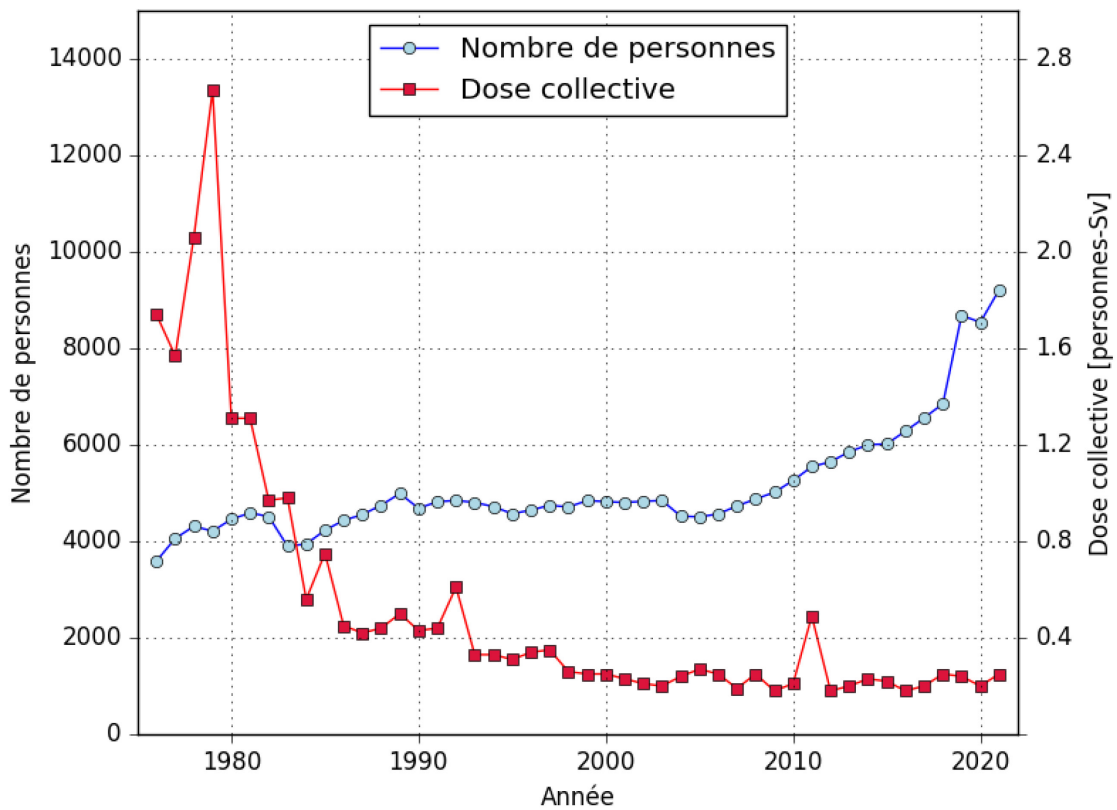


Figure 15 : Irradiation externe depuis 1976 (sans le personnel navigant)

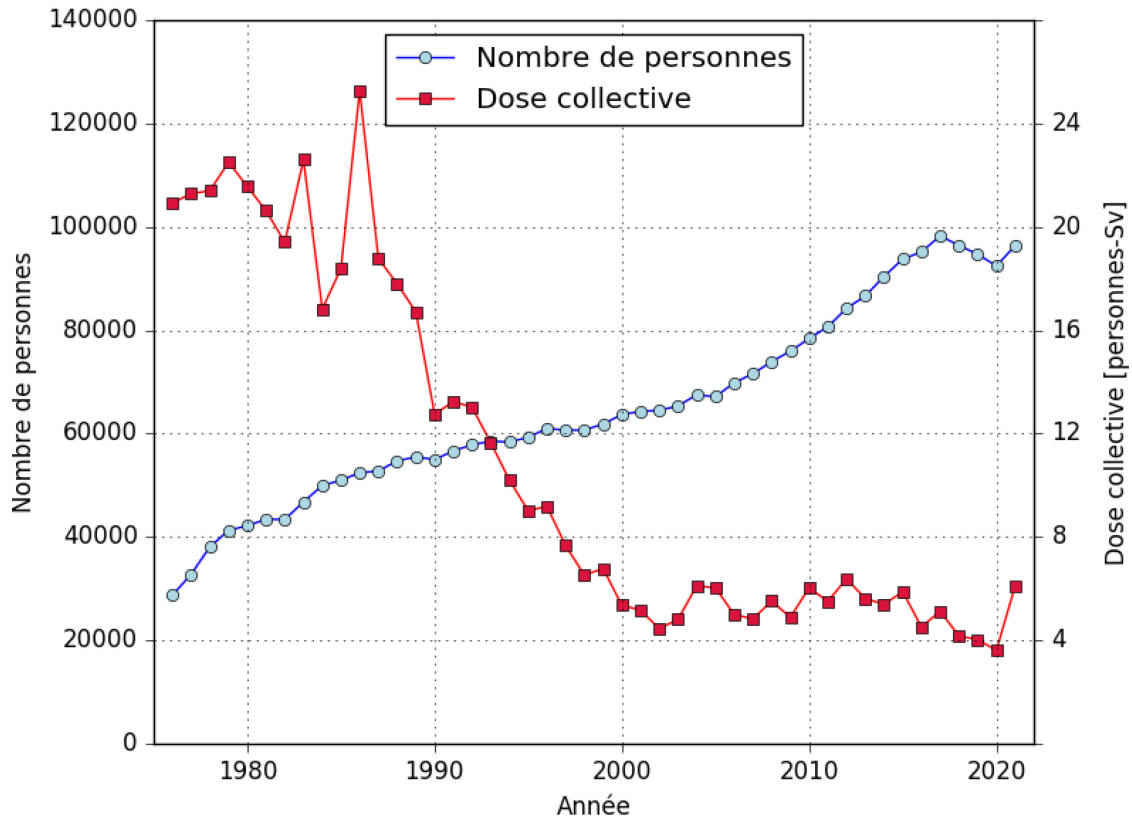


Figure 16 : Irradiation interne depuis 1995

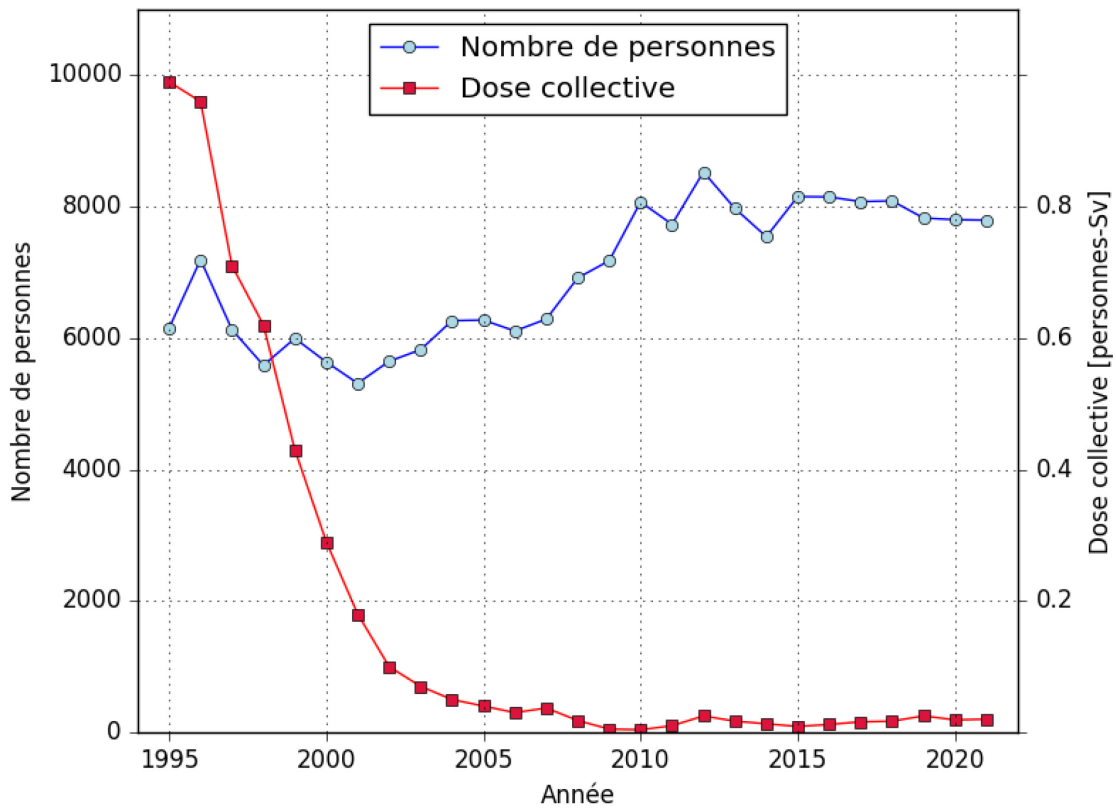


Figure 17 : Doses aux mains : nombre de personnes depuis 1977

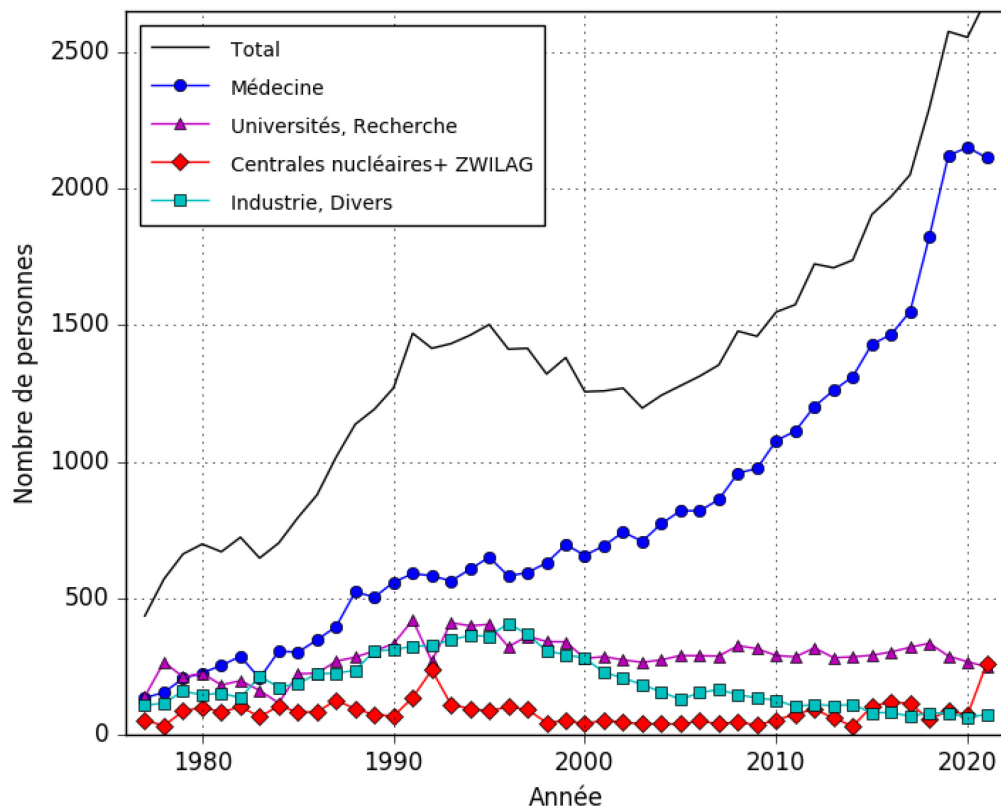


Figure 18 : Doses aux mains élevées dans tous les secteurs d'activité depuis 1977

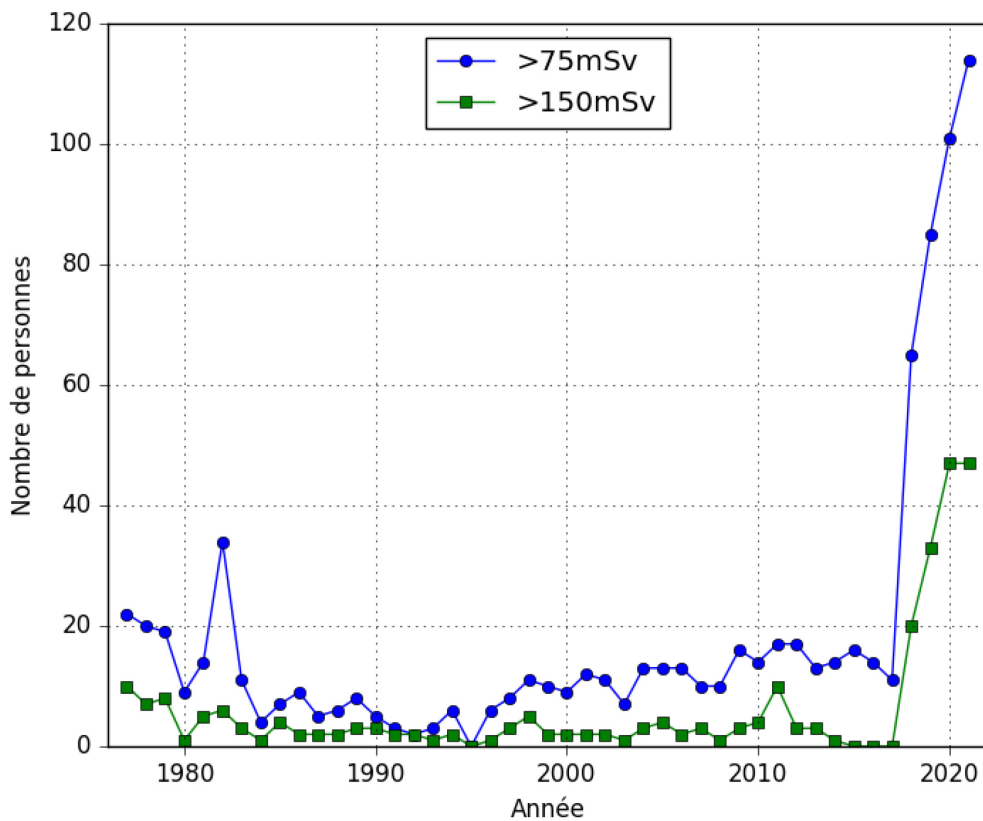


Figure 19 : Doses efficaces supérieures à la limite annuelle de dose depuis 1995

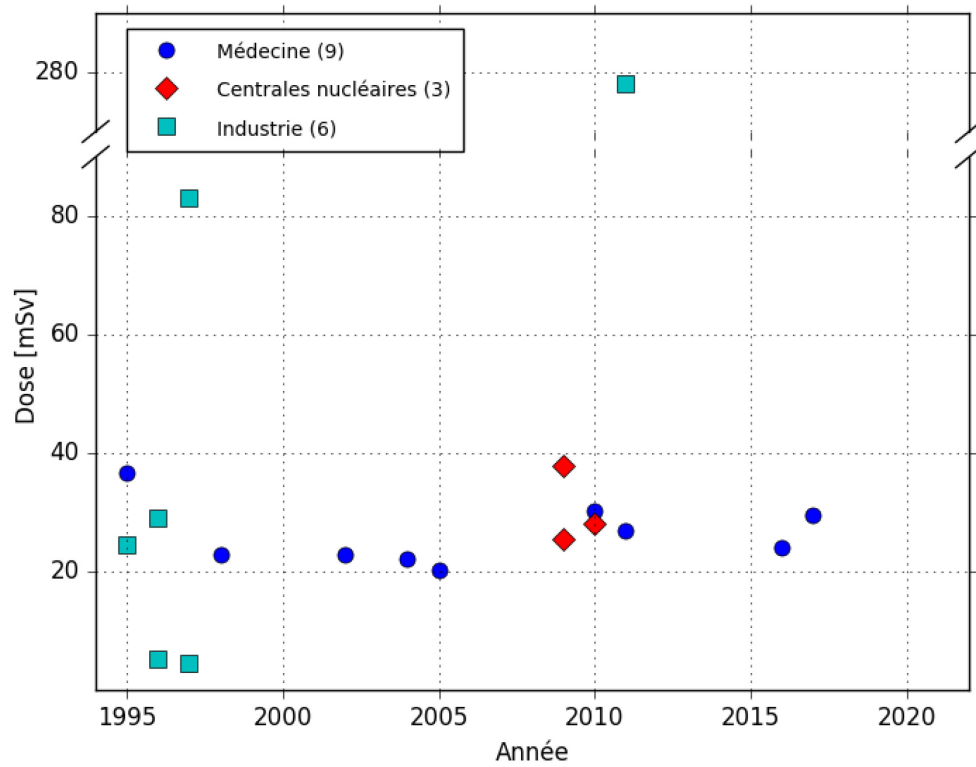


Figure 20 : Doses aux extrémités supérieures à la limite annuelle de dose depuis 1995

