



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 2011

---

# Rapport annuel 2010

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

1	Introduction	3
2	Services de dosimétrie individuelle	3
3	Mesures d'intercomparaison	4
4	Irradiation externe	4
5	Irradiation interne	5
6	Doses effectives dues aux irradiations externe et interne	6
7	Evénements particuliers et dépassements des limites de dose	6
8	Tendance des 35 dernières années	8
9	Révision de l'ordonnance sur la radioprotection	9
10	Remarques finales	9
11	Autres publications	9
	Tableaux	11
	Figures	20

## 1 Introduction

Le présent rapport annuel expose les résultats de la dosimétrie individuelle de l'irradiation externe et interne en Suisse pour l'année 2010, et montre l'évolution des 35 dernières années.

Les données actuelles relatives aux doses proviennent du registre dosimétrique central suisse (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 données fournies par les divers services de dosimétrie. Onze services agréés de dosimétrie pour l'irradiation externe et sept pour l'irradiation interne ont fourni régulièrement (en général mensuellement) leurs données au RDC.

Les doses de radiation accumulées annuellement par les personnes exposées dans l'exercice de leur profession sont enregistrées dans le registre des doses et le passeport dosimétrique (document dosimétrique personnel).

On peut consulter le présent rapport ainsi que d'autres informations sur le thème de la dosimétrie et de l'exposition au rayonnement dans le cadre professionnel sur le site Internet de l'OFSP (radioprotection, [www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)) ; ces informations sont régulièrement actualisées. Il est possible de télécharger directement sur le site la brochure d'information, le document dosimétrique temporaire et une liste des services de dosimétrie individuelle agréés.

## 2 Services de dosimétrie individuelle

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

La mesure des doses individuelles a été effectuée en 2010 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
X-DOS	X-DOS GmbH, Schwarzenburg

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 présentés dans le tableau 1a.

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

Les doses effectives engagées, liées à l'incorporation de radionucléides, ont été déterminées en 2010 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
mb-microtec	mb-microtec SA, Niederwangen
PSI	Institut Paul Scherrer, Villigen
RC Tritec	RC Tritec SA, Teufen
Suva	Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, Lucerne

Les méthodes de mesure des différents services, les nucléides 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.

## 3 Mesures d'intercomparaison

Selon l'art. 50 de l'ordonnance sur la radioprotection, les services de dosimétrie sont tenus de participer à des mesures d'intercomparaison. Durant l'année sous revue, deux intercomparaisons ont été effectuées.

La 47e mesure d'intercomparaison a été réalisée par le CERN, à Genève. Des dosimètres du corps entier et des extrémités ont été soumis à une dose de rayonnement de référence, puis envoyés aux services de dosimétrie pour évaluation. Cette année, les dosimètres ont en outre été placés à un angle de 30°, 40° et 60° par rapport à la source radioactive. Pour les dosimètres du corps entier, tous les services de dosimétrie remplissaient les conditions, qui autorisent une marge d'erreur +/- 10 %. A un angle de 30° ou 60°, une marge de +/- 20 % est permise. Là encore, tous les services satisfaisaient aux exigences. Pour les dosimètres d'extrémités (bagues), une mesure était en dehors de l'intervalle de 10 %. Le deuxième dosimètre bague du service concerné remplissait les conditions. L'écart en question a fait l'objet d'une analyse interne.

L'IRA, de Lausanne, a effectué la 48e mesure d'intercomparaison pour la dosimétrie interne. Le scénario de mesure comprenait huit échantillons liquides avec adjonction de carbone 14 ou de phosphore 32, qui équivalaient à un échantillon d'urine après une ingestion ou une inhalation. Un des services de dosimétrie a commis une erreur systématique pour toutes les mesures au carbone 14. La cause de cette erreur a été identifiée, et le service a pris les mesures nécessaires pour éviter, à l'avenir, des écarts de ce genre.

## 4 Irradiation externe

### 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.

Les dosimètres utilisés sont de type TLD et DIS. 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 registre dosimétrique central (RDC) à l'OFSP ; les données relevant du domaine de surveillance de l'IFSN lui sont également transmises directement.

Quand la situation l'exige, on utilise en outre des dosimètres à neutrons (poly-allyl diglycol carbonate, dosimètres en PADC). En 2010, seules deux des 5366 doses neutroniques enregistrées étaient supérieures à 1 mSv. La dose neutronique annuelle maximale était de 1,4 mSv. 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 dans l'exercice de leur profession a augmenté de façon plus marquée que les années précédentes, passant de 75 944 en 2009 à 78 388 en 2010. La plupart de ces personnes nouvellement exposées viennent du secteur de la médecine.

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, était de 6,03 personnes-Sv en 2010 (contre 4,89 personnes-Sv l'année précédente). Cette hausse est avant tout attribuable aux centrales nucléaires, où des travaux périodiques de révision peuvent entraîner une dose collective plus élevée. Les contributions des différents domaines d'activité à la dose collective sont les suivants : centrales nucléaires 66 %, médecine 20 %, recherche 10 %, industrie, commerce, services publics et autres 4 %. Les graphiques 1 à 5 indiquent le nombre de personnes et les répartitions de dose par secteur d'activité.

Conformément à la recommandation de la Commission fédérale de protection contre les radiations et de surveillance de la radioactivité (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.

La plupart des personnes qui reçoivent une dose annuelle au corps entier supérieure à 10 mSv travaillent dans le milieu hospitalier (tableau 2), notamment en radiologie interventionnelle et en cardiologie.

## 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 identiques. Dans le cas des très faibles énergies photoniques et des émetteurs  $\beta$ ,  $H_p(0,07)$  est supérieur à  $H_p(10)$ .

Pour mesurer l'irradiation d'extrémités particulièrement exposées, on utilise des dosimètres à thermoluminescence (TLD) sous forme de bagues. Ceux-ci permettent de déterminer la grandeur  $H_p(0,07)$  aux extrémités. 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.

Dans le secteur médical, certaines personnes ont accumulé des doses aux mains relativement élevées (tableau 3). Celles-ci provenaient avant tout des divisions de médecine nucléaire, où l'on travaille avec des sources non scellées, et de la radiologie interventionnelle.

## 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 nucléide, 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 excréments. Le résultat est exprimé sous forme de dose effective engagée  $E_{50}$ .

En 2010, on a effectué des mesures d'incorporation et déterminé la dose effective engagée  $E_{50}$  pour 901 personnes. Les résultats de ces mesures sont indiqués dans le tableau 4 pour les divers secteurs d'activité. Toutes les doses effectives engagées étaient inférieures à 1 mSv.

Le graphique 7 indique la répartition des doses internes. La dose collective est de 0,004 personne-Sv et est donc légèrement inférieure à celle de 2009. Elle provient avant tout des incorporations de tritium dans les entreprises de peinture luminescente.

Des mesures de tri ont été effectuées dans les entreprises concernées pour environ 7 200 personnes afin de vérifier si elles avaient incorporé des produits radioactifs (cf. tableau 4).

## **6 Doses effectives dues aux irradiations externe et interne**

La dose effective est réputée égale à la somme de la dose individuelle en profondeur  $H_p(10)$  par irradiation externe et de la dose effective engagée  $E_{50}$  par irradiation interne.

La répartition des doses effectives est présentée dans le tableau 5 et au graphique 8. Le nombre total de toutes les personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession est de 78 799 (année précédente : 76 347). Ne sont pas comprises les personnes qui sont exclusivement surveillées par des mesures de tri. La dose collective totale était de 6,03 personnes-Sv (année précédente : 4,90 personnes-Sv). Le graphique 9 indique la répartition des doses dans les différents secteurs d'activité.

Les incorporations ont contribué pour moins de 0,1 % à la dose collective totale. Les doses provenaient pour l'essentiel de l'industrie, où les incorporations ont représenté 2 % de la dose collective.

## **7 Événements particuliers et dépassements des limites de dose**

### **Domaine de surveillance de l'IFSN :**

#### **Dépassement de la limite autorisée d'exposition aux radiations chez une personne effectuant des travaux en plongée**

Durant la révision annuelle de la centrale nucléaire de Leibstadt (KKL), en 2010, il était prévu d'effectuer des travaux de maintenance dans la piscine de désactivation des éléments combustibles usés du bâtiment combustible. A cette occasion, un ouvrier devait effectuer une plongée pour changer deux câbles sur le dispositif de transfert. Ce dispositif sert à transporter les éléments combustibles et les matériaux entre la piscine du bâtiment réacteur et celle du bâtiment combustible. Les travaux de maintenance ont été effectués par un groupe de plongeurs expérimentés connaissant bien les lieux. Avant les travaux, des mesures du débit de dose ont été ordonnées dans la zone de travail prévue, à près de 7 m sous l'eau. Les mesures ont été faites depuis le bord du bassin et par un plongeur, sous l'eau. Les valeurs relevées ont montré des débits de doses compris entre 0,3 et 0,6 mSv/h. A proximité du fond du bassin, d'une profondeur de 14 mètres environ, on pouvait mesurer des valeurs jusqu'à 13 mSv/h.

Conformément aux directives internes relatives à la radioprotection du KKL, le plongeur était équipé de dosimètres thermoluminescents (TLD) et électroniques. Il portait en outre des dosimètres des extrémités positionnés à la cheville gauche, au poignet gauche et à l'annulaire de la main droite. Grâce à un interphone, il était en contact permanent avec le superviseur, qui se trouvait au bord du bassin. Le plongeur portait également un casque doté d'une caméra et d'un projecteur. Ainsi, le

superviseur pouvait surveiller non seulement les besoins et l'activité du plongeur, mais également suivre les travaux sur un moniteur.

Le 31 août 2010, le plongeur effectuait sa deuxième plongée. A cette occasion, il avait détaché et remonté le câble usagé. Avant de fixer le nouveau câble, il contrôlait l'état des composants et récupérait des éléments disséminés au fond du bassin, qu'il déposait dans un panier. Après à peine une heure de plongée et alors qu'il retirait sa combinaison, l'alarme de son dosimètre électronique posé sur la poitrine sous la combinaison s'est fait entendre. Le dosimètre montrait une dose accumulée de 40,1 mSv. Le superviseur a immédiatement informé les responsables de la radioprotection sur place. A peu près au même moment, le panier contenant le matériel récupéré était remonté. Conformément aux directives, le personnel de radioprotection mesurait le débit de dose à la surface du bassin, au-dessus du panier. Tandis que ce dernier était tracté, on constatait une augmentation soudaine du débit de dose, qui passait à 55 mSv/h. Le panier, toujours immergé, fut aussitôt relâché au fond du bassin.

Les dosimètres passifs portés par le plongeur furent sur-le-champ évalués par le service de dosimétrie individuelle de la centrale. Le dosimètre du corps entier qu'il portait à la poitrine indiquait 18,9 mSv et les dosimètres des extrémités, respectivement 306 mSv environ (poignet gauche) et 1123 mSv (main droite).

Par la suite, le matériel contenu dans le panier a été examiné sous l'eau. L'objet, ressemblant à un tuyau d'environ 30 cm de longueur, était l'extrémité d'un tube de protection fortement radioactif de l'instrumentation du réacteur. Des investigations complémentaires ont permis d'établir que ce tube, d'une longueur de 14 mètres environ, avait été remplacé en 2006, puis coupé en morceaux au fond du bassin du réacteur avant de parvenir, par le compartiment de transfert, dans la piscine d'entreposage des éléments combustibles. Lors du transfert, un des morceaux était resté coincé dans le sas et, comme on le sait maintenant, une extrémité s'en était détachée sans que personne ne s'en aperçoive.

Comme le prescrit l'annexe 5 de l'ordonnance sur la radioprotection, l'IFSN a chargé un expert externe de reconstituer et de déterminer la dose accumulée par le plongeur. Dans le rapport qu'il a établi, celui-ci conclut que la dose aux mains du plongeur s'élève à 7,5 Sv environ. La dose au corps entier est de 28 mSv. Ces deux valeurs sont supérieures aux limites annuelles fixées dans l'ordonnance susmentionnée pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession. L'incident a, de ce fait été classé au niveau 2 sur l'échelle internationale INES (International Nuclear Event Scale). L'exposition aux radiations n'a pas eu de conséquences immédiates, telles que des rougeurs sur les doigts de la main droite.

Suite à cet incident, l'IFSN a posé plusieurs exigences à la centrale nucléaire de Leibstadt pour empêcher qu'un tel incident ne se reproduise. Ainsi, les alarmes et les signaux acoustiques du dosimètre électronique devront pouvoir être entendus, même dans des conditions de travail difficiles. A l'avenir, plongeurs et superviseurs devront être informés en détail de la topologie de la zone, qui sera systématiquement mesurée ; au besoin, le plongeur devra pouvoir effectuer lui-même des mesures supplémentaires des débits de dose. Les objets inconnus ne devront être récupérés qu'après accord du personnel de radioprotection et – dans la mesure du possible – avec un outil approprié. Une partie des exigences a déjà été satisfaite (acquisition de dosimètres électroniques à lecture à distance, p. ex.), tandis que les autres (en particulier les équipements de plongée spéciaux) seront mises en œuvre pour la prochaine plongée, prévue en 2012.

### **Domaine de surveillance de l'OFSP : Dépassement de la limite annuelle accumulée en angiographie**

En 2010, un médecin interventionniste a accumulé une dose sur tout le corps de 30,2 mSv, dose mesurée sur le dosimètre placé sous son tablier de protection. En raison de cette valeur élevée, le médecin a été prié de porter un deuxième dosimètre sur son tablier (art. 12 et 14 de l'ordonnance sur

la dosimétrie individuelle). En principe, il incombe au détenteur de l'autorisation (par l'intermédiaire de l'expert en radioprotection) de déterminer qui doit porter un deuxième dosimètre. Lors de travaux impliquant des doses élevées, l'autorité de surveillance peut exiger que deux dosimètres soient portés. Elle tient compte à cet égard des parties du corps non protégées par le tablier. Les premiers mois, le dosimètre placé sur le tablier a indiqué chez le médecin concerné des valeurs élevées, allant jusqu'à 100 mSv. Ces valeurs étaient, entre autres, dues à une fréquence très élevée d'examens complexes et au fait que le médecin n'utilisait pas d'équipements supplémentaires, comme un bavolet de protection ou un écran mobile. Les nombreuses mesures prises entre-temps ont permis de faire baisser sensiblement les doses mensuelles reçues.

### **Dépassement de la limite annuelle aux extrémités dans la recherche médicale**

Une étudiante en doctorat a mené des expériences in vitro avec de l'yttrium 90, un émetteur bêta à haute énergie. Elle n'avait pas les compétences spéciales requises pour cette activité et n'était pas suffisamment informée des aspects liés à la radioprotection. Une manipulation incorrecte de l'yttrium 90 a entraîné une dose aux extrémités de 1 Sv. La dose a dû être calculée après l'événement, puisque l'étudiante ne portait pas de dosimètre des extrémités, mais seulement le dosimètre du corps entier prêté par une collègue. Une procédure pénale a été ouverte contre le détenteur de l'autorisation, notamment parce qu'il n'avait pas désigné cette personne comme étant exposée au rayonnement dans l'exercice de sa profession et qu'il n'avait pas mesuré la dosimétrie individuelle.

## **8 Tendances des 35 dernières années**

Les doses collectives dues à l'irradiation externe des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession ont nettement diminué durant les 35 dernières années en Suisse. Au début de la saisie statistique, en 1976, la dose collective totale due aux irradiations externes était d'environ 21 personnes-Sv, la valeur actuelle est de 6,0 personnes-Sv (cf. tableau 6 et graphique 14). Et le nombre total de personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession a plus que doublé durant cette période, passant d'environ 30 000 à 79 000.

La dose moyenne annuelle par personne a diminué, passant de 0,73 mSv à 0,08 mSv. La principale raison de cette baisse est liée aux processus d'optimisation mis en place dans les années 90 et qui ont grandement limité, notamment dans les centrales nucléaires, le taux d'irradiation.

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 10 à 13). 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. Depuis 2000 cependant, la dose collective augmente à nouveau légèrement dans la médecine, tendance qui s'explique par une augmentation des examens et des traitements à dose intensive. Sur le graphique 12, qui concerne les centrales nucléaires, le pic est dû à des travaux de révision à doses intensives.

Depuis l'entrée en vigueur de l'ORaP, en 1994, les doses effectives engagées par irradiation interne ( $E_{50}$ ) sont déterminées par les services de dosimétrie et, depuis 2001, elles sont aussi communiquées au registre dosimétrique central (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 15). Cette baisse est le résultat d'une optimisation des travaux entrepris dans les entreprises de peinture luminescente et d'une diminution des peintures luminescentes transformées au tritium dans l'industrie horlogère. 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 établit une dose aux mains augmente continuellement dans le secteur de la médecine depuis les 34 dernières années (graphique 16). En 1977, ce nombre s'élevait à 135 ; en 2009, 1077 personnes portaient un dosimètre des extrémités. Dans l'industrie, la tendance s'inverse, puisque le nombre baisse depuis 1996. Toutefois, si l'on considère uniquement les cas enregistrant une dose accumulée annuelle supérieure à 75 mSv, on observe une augmentation depuis 1995 (graphique 17). Ces doses annuelles élevées ont été principalement enregistrées dans les secteurs de la médecine nucléaire et de la radiologie interventionnelle.

## 9 Révision de l'ordonnance sur la radioprotection

La législation suisse sur la radioprotection est en vigueur depuis 1994. Elle se base sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) de 1990 (CIPR 60), remplacées en 2007 par les CIPR 103. Ces dernières doivent être transposées dans la législation suisse. Des efforts visant à harmoniser les notions de radioprotection de l'UE étant également en cours, la directive Euratom fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population servira de fil rouge pour la révision de la législation suisse sur la radioprotection. Dans la mesure du possible, il faudra conserver la simplicité et la clarté des textes actuels. La nouvelle législation devrait entrer en vigueur d'ici à 2014.

## 10 Remarques finales

Les dépassements des limites constatés en médecine montrent que la cardiologie et la radiologie interventionnelle sont des secteurs dans lesquels le risque est grand de recevoir des doses annuelles élevées. Quatre autres personnes travaillant dans ces secteurs ont atteint les doses annuelles, comprises entre 12 et 19 mSv. Si les dosimètres étaient portés de façon plus consciencieuse, davantage de personnes se trouveraient certainement dans cet ordre de grandeur. En effet, les interventions, de plus en plus complexes, nécessitent des temps de fluoroscopie plus longs.

L'incident qui s'est produit avec l'yttrium 90 montre que la manipulation de ce radio-isotope, souvent utilisé, requiert de très bonnes connaissances en radioprotection. De fait, un contact direct peut, très rapidement, entraîner un dépassement de la limite de dose annuelle aux extrémités.

Globalement, l'OFSP observe en médecine une augmentation de personnes portant un dosimètre aux extrémités et des doses annuelles élevées aux extrémités. C'est pourquoi la radiologie, la cardiologie et la médecine nucléaire sont les domaines dans lesquels il exercera sa surveillance en priorité.

La dose collective la plus élevée se manifeste toutefois dans le secteur des centrales nucléaires. L'incident décrit au chapitre 7 montre que, dans ce domaine, le risque est grand de recevoir des doses individuelles élevées.

## 11 Autres publications

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

- 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 la sécurité des installations nucléaires (CSA)  
[www.ksa.admin.ch](http://www.ksa.admin.ch)
- Rapport annuel de la division Radioprotection de l'OFSP  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)
- M. Moser, R. Elmiger and D. Frei: *Fifty Years Of Individual Monitoring Of Ionising Radiation In Switzerland: History, Trends and Perspectives*. Radiation Protection Dosimetry  
<http://rpd.oxfordjournals.org/content/144/1-4/76.abstract>

**Tableau 1a: Méthodes de mesure et volume des activités des services de dosimétrie individuelle de l'irradiation externe en 2010**

Service	Corps entier H <sub>p</sub> (10)			Peau H <sub>p</sub> (0.07)			Extrémités H <sub>p</sub> (0.07)		
	Rayonnement	Méthode	Nombre de personnes	Rayonnement	Méthode	Nombre de personnes	Rayonnement	Méthode	Nombre de personnes
CERN	β, γ, X	DIS	6'600	β, γ, X	DIS	6'600	β, γ, X	TLD	50
	n	PADC	6'600						
Dosilab	β, γ, X	TLD	35'000	β, γ, X	TLD	35'000	β, γ, X	TLD	600
IRA	β, γ, X	TLD	8'000	β, γ, X	TLD	8'000	β, γ, X	TLD	210
KKB	β, γ, X	DIS	1'400	β, γ, X	DIS	1'400			
KKG	γ	TLD	1'100	β, γ	TLD	1'100			
KKL	β, γ	TLD	2'200	β, γ	TLD	2'200	β, γ	TLD	9
KKM	β, γ	TLD	1'300	β, γ	TLD	1'300			
PEDOS	β, γ, X	TLD	12'000	β, γ, X	TLD	12'000	β, γ, X	TLD	230
PSI	β, γ, X	TLD, DIS	1'800	β, γ, X	TLD, DIS	1'800	β, γ, X	TLD	170
	n	PADC	1'200						
Suva	β, γ, X	TLD	13'000	β, γ, X	TLD	13'000	β, γ, X	TLD	300
X-DOS	β, γ, X	TLD	1'200	β, γ, X	TLD	1'200			

DIS dosimétrie par enregistrement ionique direct (Direct Ion Storage)

TLD dosimétrie par thermoluminescence

PADC dosimétrie des neutrons avec détecteur PADC

**Table 1b: Méthodes de mesure, nucléides et volume des activités des services de dosimétrie d'incorporation en 2010**

Service	Méthode	Rayonnement	Détecteur	Nucléides	Nombre de personnes
HUG	Anthropogammamètre	$\gamma$	Nal 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	130
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	83
		$\beta$	PC	Sr-90	
	Urine, selles	$\alpha$	Si	U-234, U-235, U-238, Pu-239, Am-241	
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	
mb-microtec	Urine	$\beta$	Scint	H-3	53
PSI	Anthropogammamètre	$\gamma$	Ge	Cr-51, Fe-59, Co-57, Co-58, Co-60, Zn-65, Ga-67, Sr-85, In-111, Cs-134, Cs-137, Sm-153, Lu-177, Re-186, Tl-201	263
	Thyroïde	$\gamma$	Nal	I-123, I-124, I-125, I-131	17
	Urine	$\beta$	Scint	H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45, Sr-89, Sr-90, Y-90, Er-169	27
	Urine, selles	$\alpha$	Si	U-234, U-235, U-238, Np-237, Th-228, Th-232, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244, Ra-226	
RC TRITEC	Urine	$\beta$	Scint	H-3, C-14	32
Suva	Urine	$\beta$	Scint	H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45	340

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 2010 : 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	21182	17390	576	16049	8406	2453	2013	487	2480	71036
0.1– 1.0	1415	319	57	249	1835	1708	119	12	97	5811
1.1 – 2.0	104	10	1	8	53	495	21		2	694
2.1 – 3.0	58	1			11	275	9		1	355
3.1 – 4.0	15	3	1		2	158	7		1	187
4.1 – 5.0	17	2	2			100	6			127
5.1 – 6.0	9				3	73	2			87
6.1 – 7.0	6		2		1	37	1			47
7.1 – 8.0	4					15				19
8.1 – 9.0						10				10
9.1 -10.0	3					3				6
10.1-11.0						1				1
11.1-12.0										
12.1-13.0	1									1
13.1-14.0										
14.1-15.0							1			1
15.1-16.0										
16.1-17.0	1									1
17.1-18.0	2									2
18.1-19.0										
19.1-20.0		1								1
20.1 – 50.0	1					1				2
> 50.0										
Total	22818	17726	639	16306	10311	5329	2179	499	2581	78388
Dose collective [personnes-Sv]	1.01	0.12	0.04	0.06	0.60	3.99	0.18	0.00	0.03	6.03

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 2010: nombre de personnes**

Intervalle de dose [mSv]	Médecine	Universités, Recherche	Centrales nucléaires et ZWILAG	Industrie	Total
= 0	380	124	22	100	626
0.1 - 25.0	617	164	29	26	836
25.1 - 50.0	45	2	2	1	50
50.1 - 75.0	21				21
75.1 - 100.0	4				4
100.1 - 125.0	4				4
125.1 - 150.0	2				2
150.1 - 175.0					
175.1 - 200.0	1				1
200.1 - 500.0	1				1
> 500.0	1		1		2
Total	1076	290	54	127	1547

**Tableau 4: Doses effectives engagées en 2010 par irradiation interne: nombre de personnes, doses collectives et nucléides incorporés**

Intervalle de dose E <sub>50</sub> [mSv]	Médecine	Universités, Recherche	Centrales nucléaires et ZWILAG	Entreprises de peinture luminescente	Industrie	Total
= 0	42	406		88	349	885
0.1– 1.0		2	1	10	3	16
1.1 – 2.0						
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	42	408	1	98	352	901
Dose collective [personnes-Sv]	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.004
Nucléides avec E <sub>50</sub> > 1 mSv						
Nombre de personnes avec mesures de tri <sup>1</sup>	1040	280	4800	0	550	7170

<sup>1</sup> Estimation

**Tableau 5: Doses effectives par irradiations externe et interne en 2010: 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	Total
= 0	21195	17390	576	16049	8467	2453	2339	485	2480	71434
0.1– 1.0	1415	319	57	249	1835	1708	132	12	97	5824
1.1 – 2.0	104	10	1	8	53	495	21		2	694
2.1 – 3.0	58	1			11	275	9		1	355
3.1 – 4.0	15	3	1		2	158	7		1	187
4.1 – 5.0	17	2	2			100	6			127
5.1 – 6.0	9				3	73	2			87
6.1 – 7.0	6		2		1	37	1			47
7.1 – 8.0	4					15				19
8.1 – 9.0						10				10
9.1 -10.0	3					3				6
10.1-11.0						1				1
11.1-12.0										
12.1-13.0	1									1
13.1-14.0										
14.1-15.0							1			1
15.1-16.0										
16.1-17.0	1									1
17.1-18.0	2									2
18.1-19.0										
19.1-20.0		1								1
20.1 – 50.0	1					1				2
> 50.0										
Total	22831	17726	639	16306	10372	5329	2518	497	2581	78799
Dose collective [personnes-Sv]	1.01	0.12	0.04	0.06	0.60	3.99	0.18	0.00	0.03	6.03

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 nucléaires 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

N = Nombre de personnes

S = Dose collective [personnes-Sv]

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

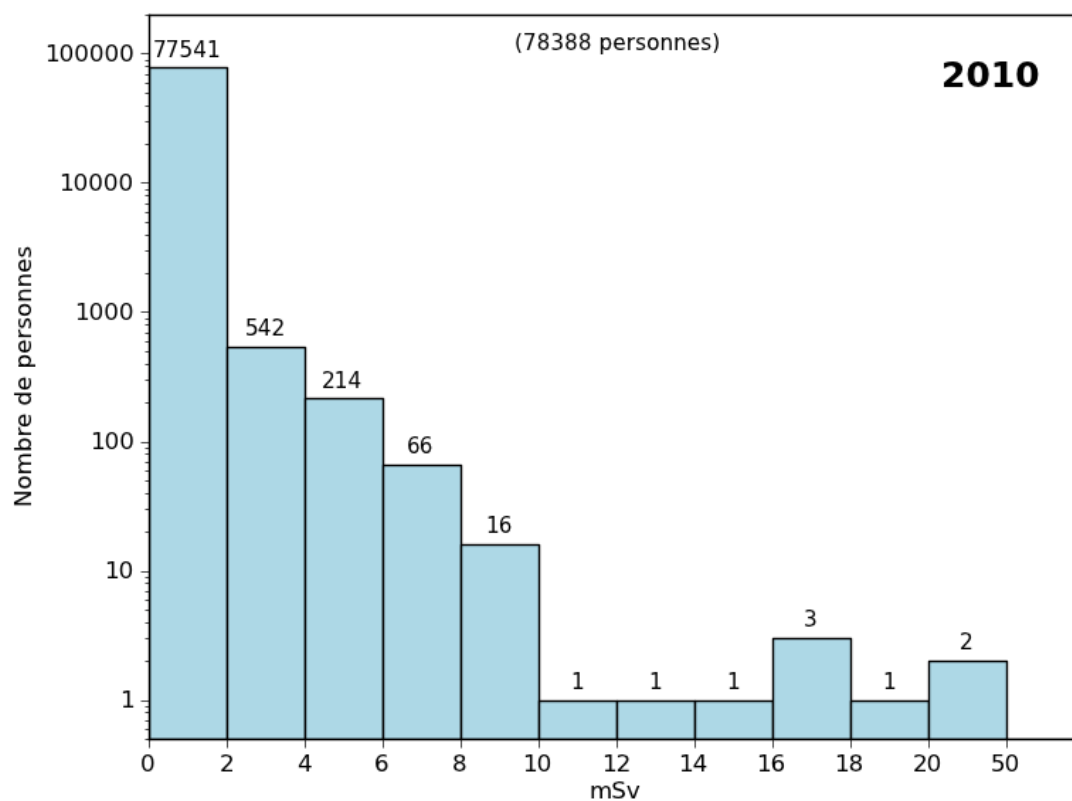
Année	Nombre de personnes*	Dose collective [personnes-Sv]
1995	6154	0.99
1996	7193	0.96
1997	6128	0.71
1998	5586	0.62
1999	5996	0.43
2000	5636	0.29
2001	5312	0.18
2002	5647	0.1
2003	5823	0.07
2004	6265	0.05
2005	6274	0.04
2006	6108	0.03
2007	6289	0.037
2008	6916	0.018
2009	7177	0.005
2010	8071	0.004

\* Mesures de tri incluses

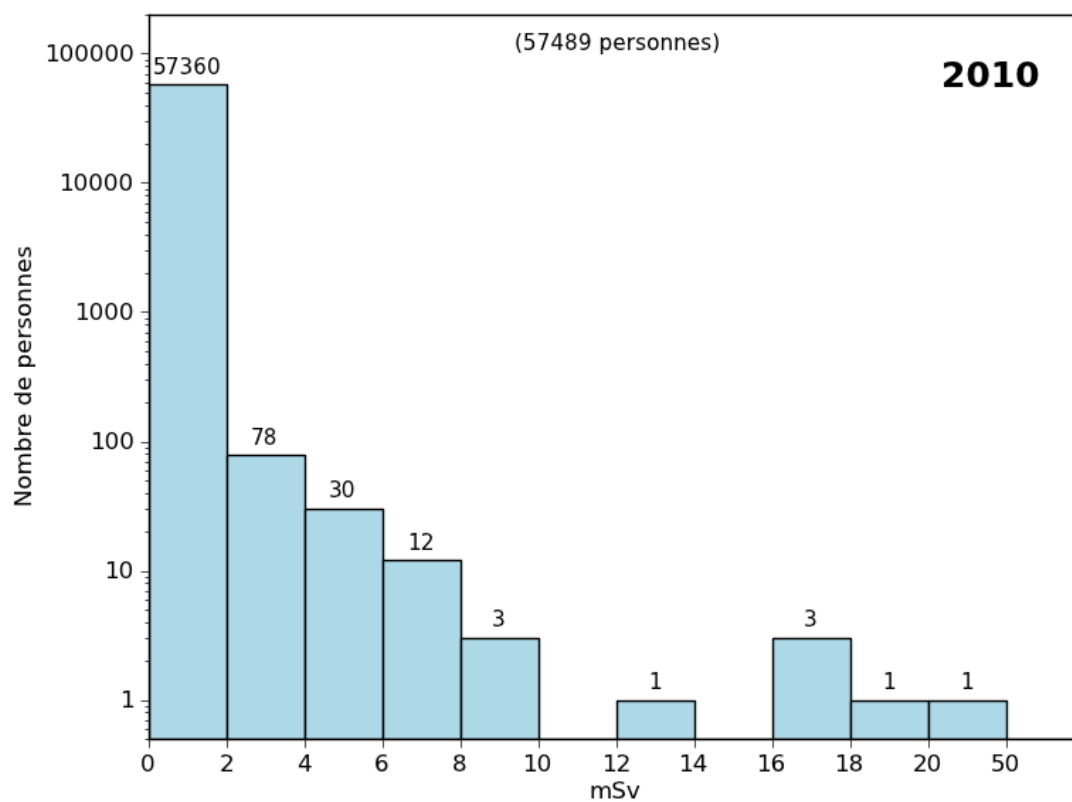
**Tableau 8: Doses aux mains depuis 1977**

Année	Nombre de personnes						
	Médecine	Unis	KKW	Industrie	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

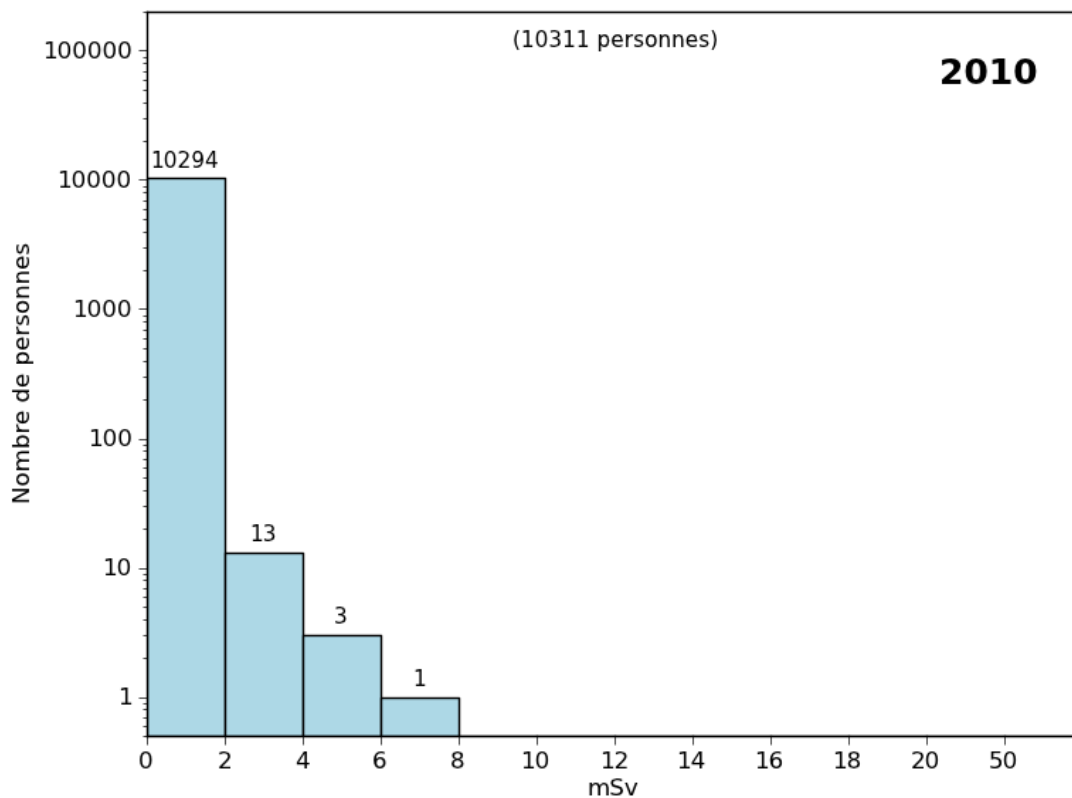
**Figure 1: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans tous les secteurs d'activité**



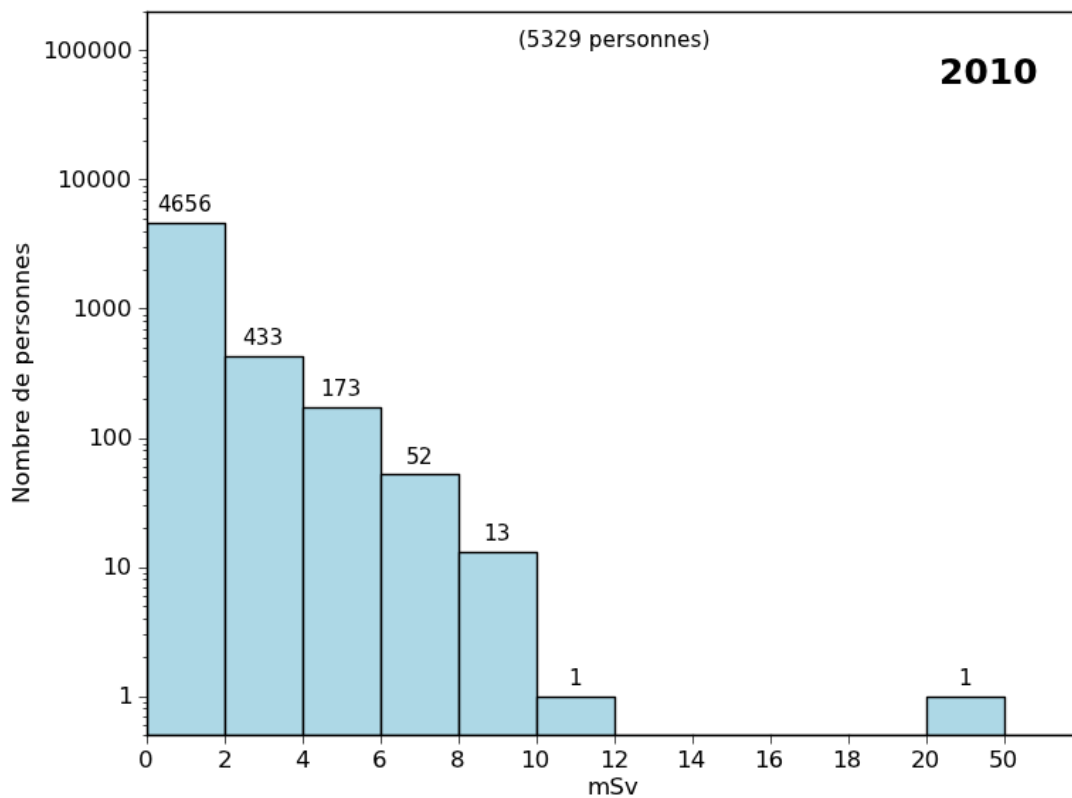
**Figure 2: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe en médecine**



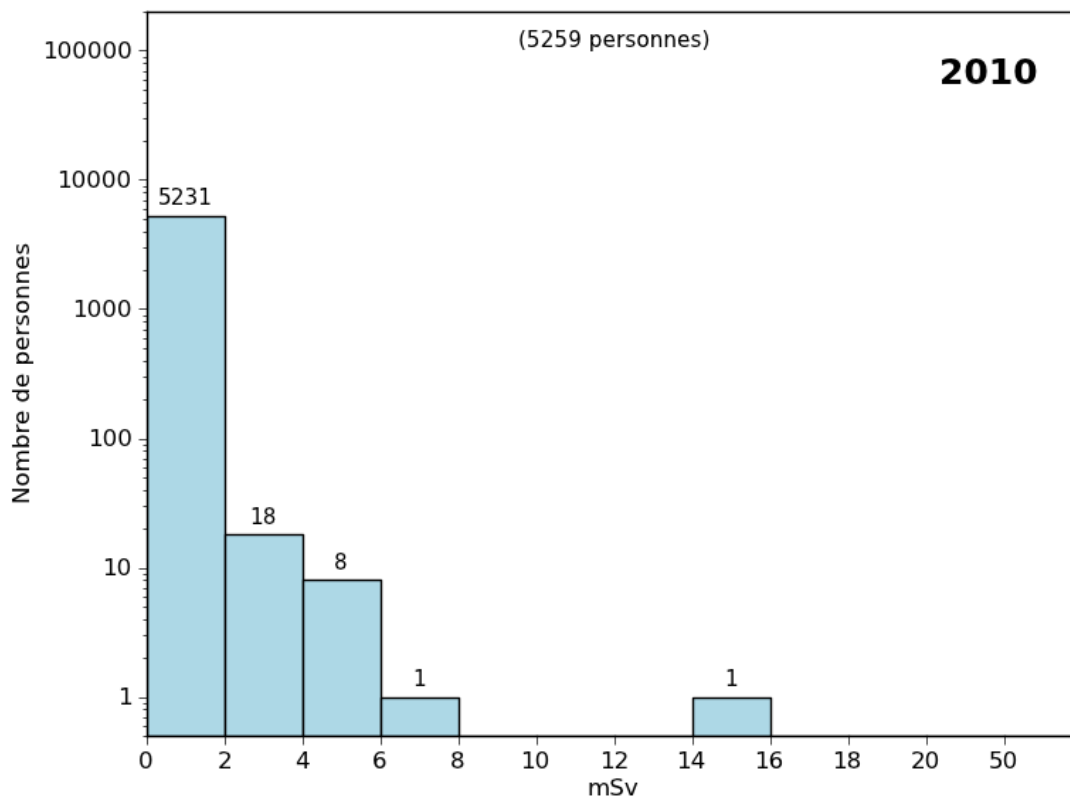
**Figure 3: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans les universités et la recherche**



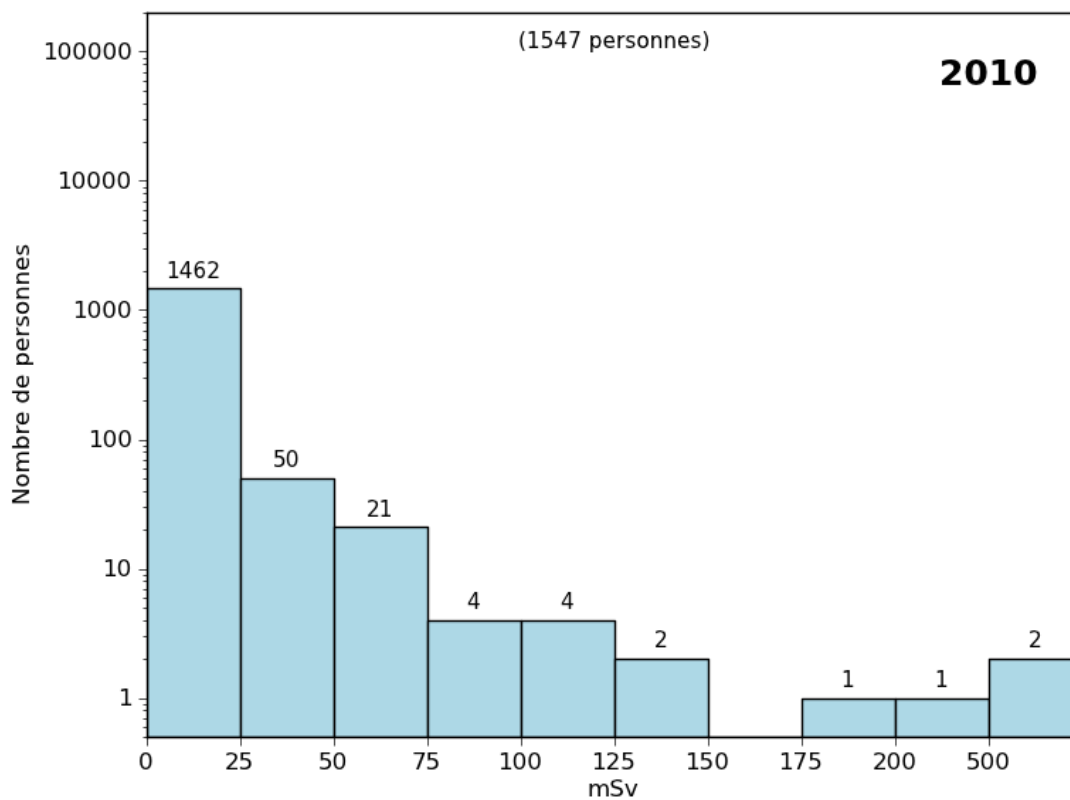
**Figure 4: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans les centrales nucléaires et ZWILAG**



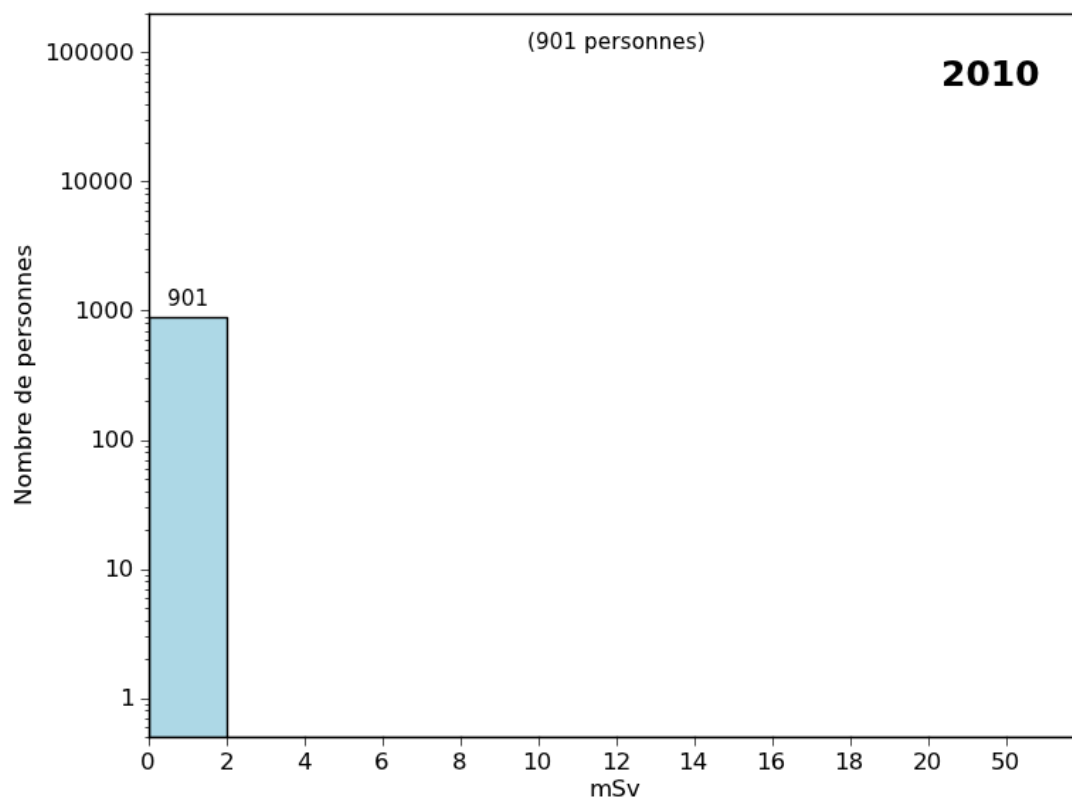
**Figure 5: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans l'industrie, le commerce, les secteurs public et divers**



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



**Figure 7: Doses efficaces engagées par irradiation interne**



**Figure 8: Doses efficaces par irradiation externe et interne dans tous les secteurs d'activité**

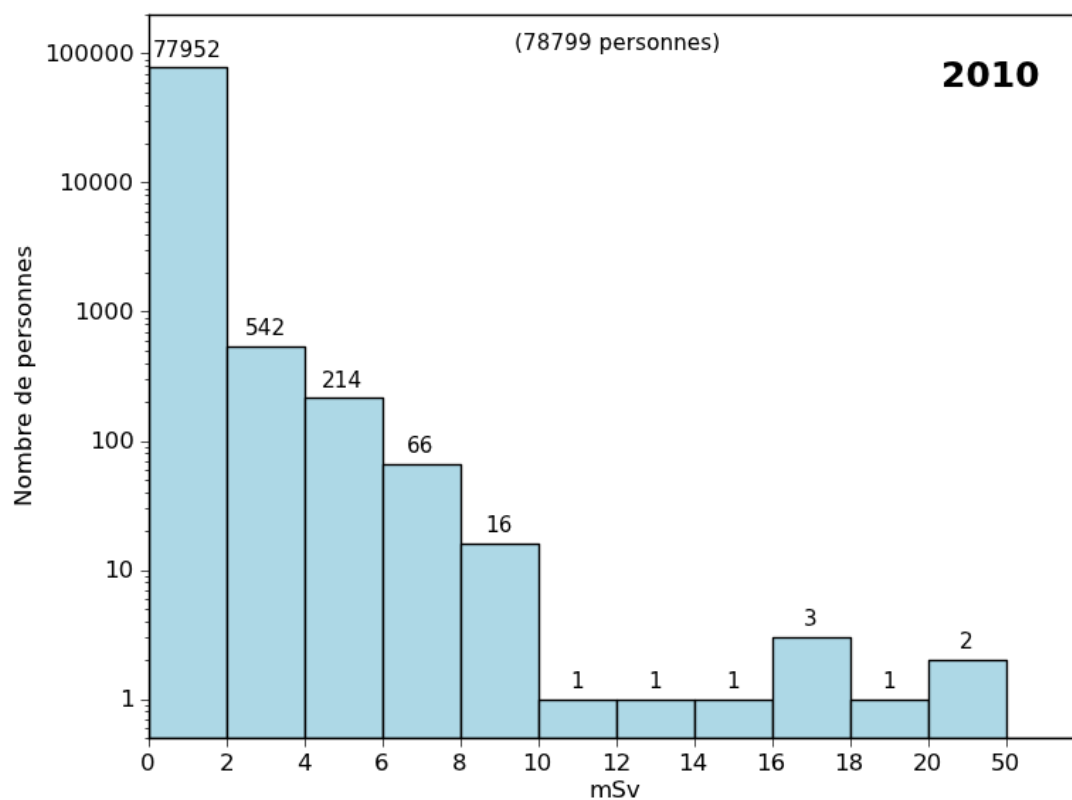


Figure 9: Nombre de personnes et doses collectives, irradiation externe et interne

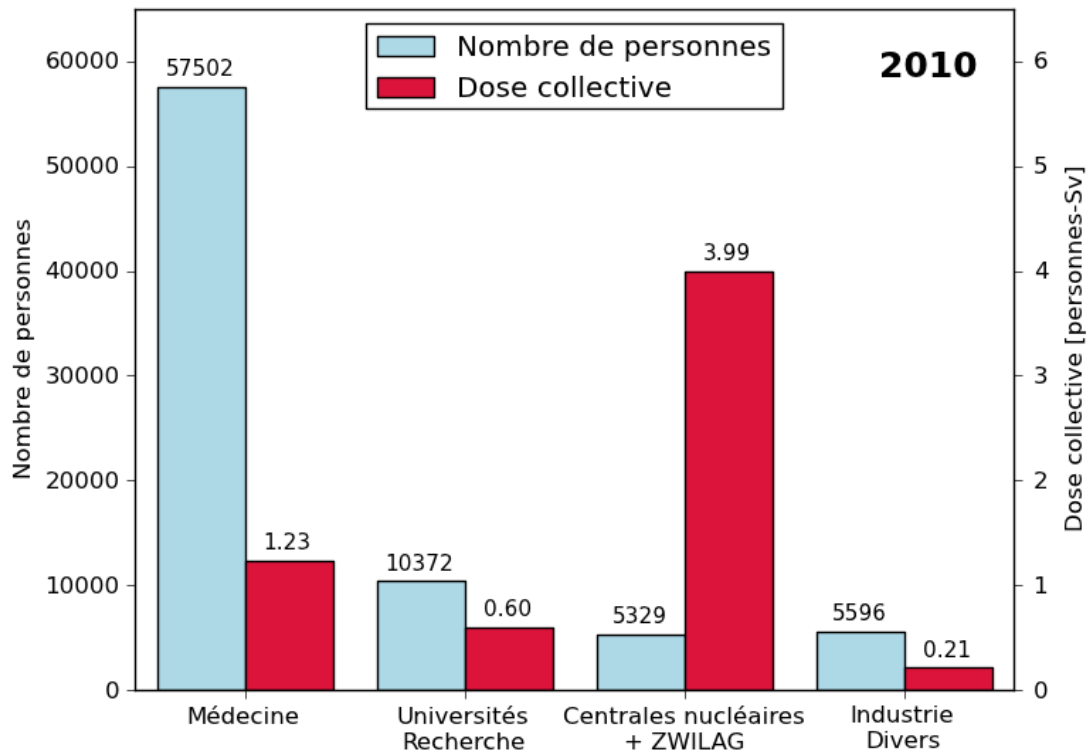




Figure 10: Irradiation externe depuis 1975 en médecine

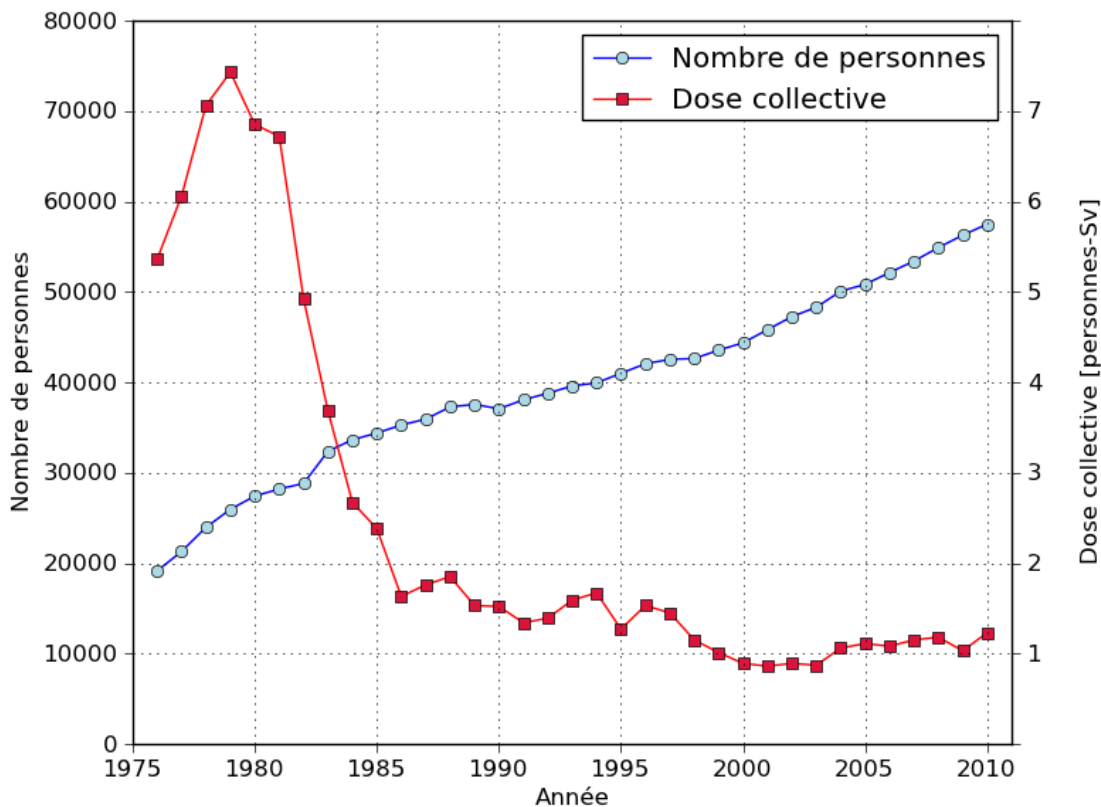


Figure 11: Irradiation externe depuis 1976 dans les universités et la recherche

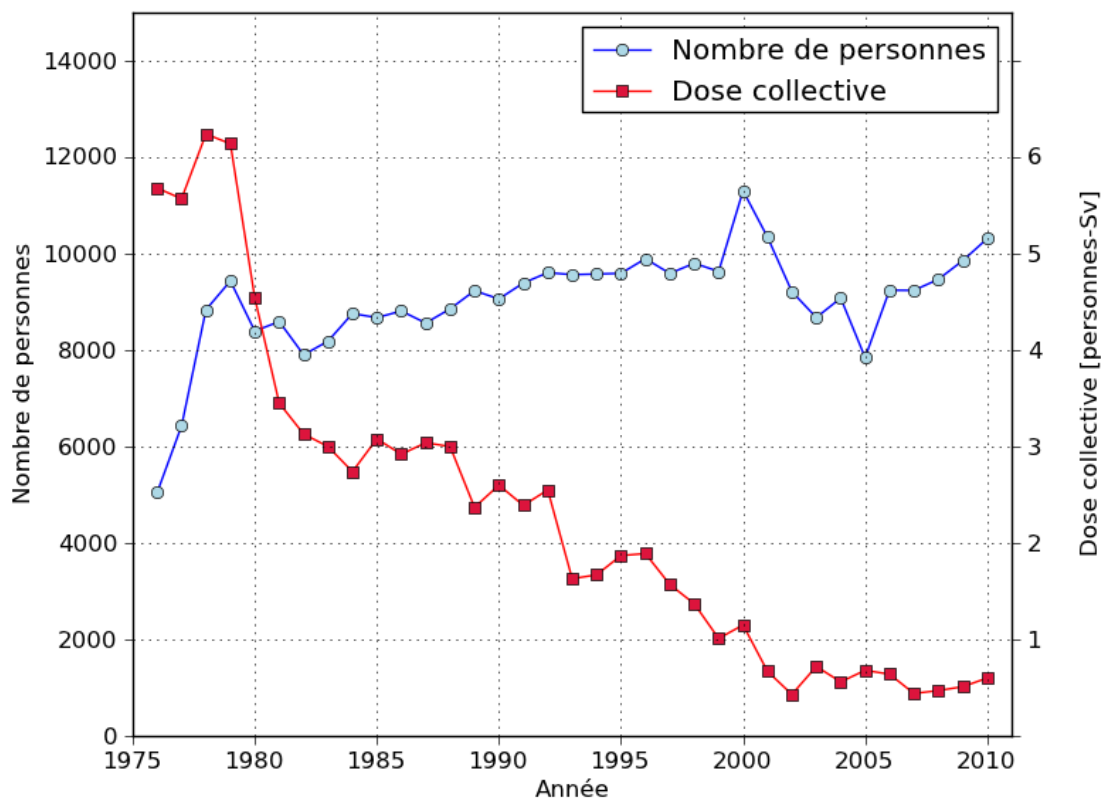


Figure 12: Irradiation externe depuis 1976 dans les centrales nucléaires

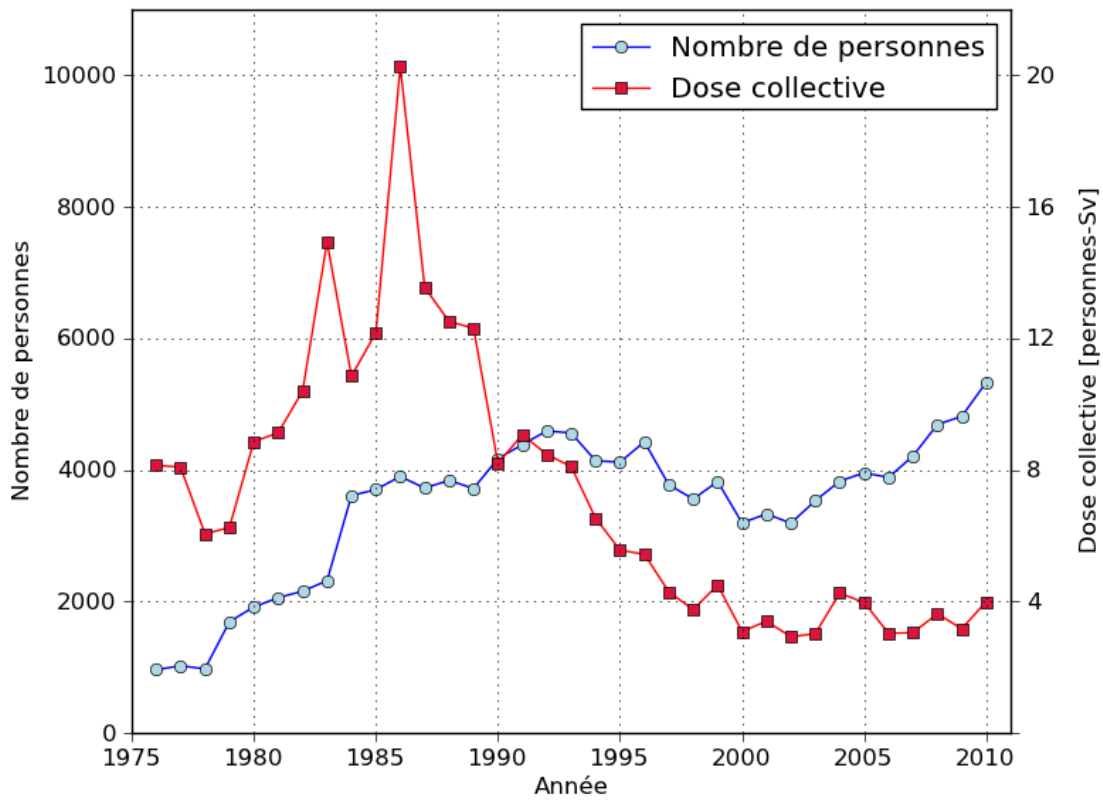


Figure 13: Irradiation externe depuis 1976 dans l'industrie, le commerce, les secteurs public et divers

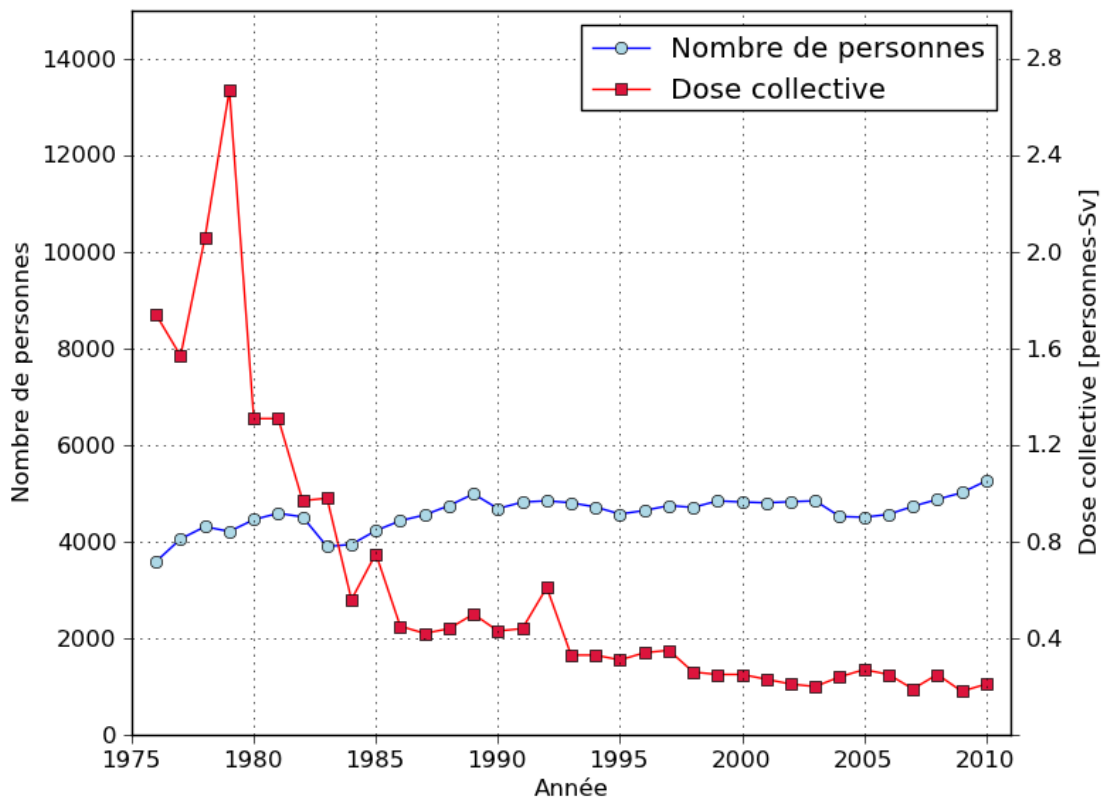


Figure 14: Irradiation externe depuis 1976

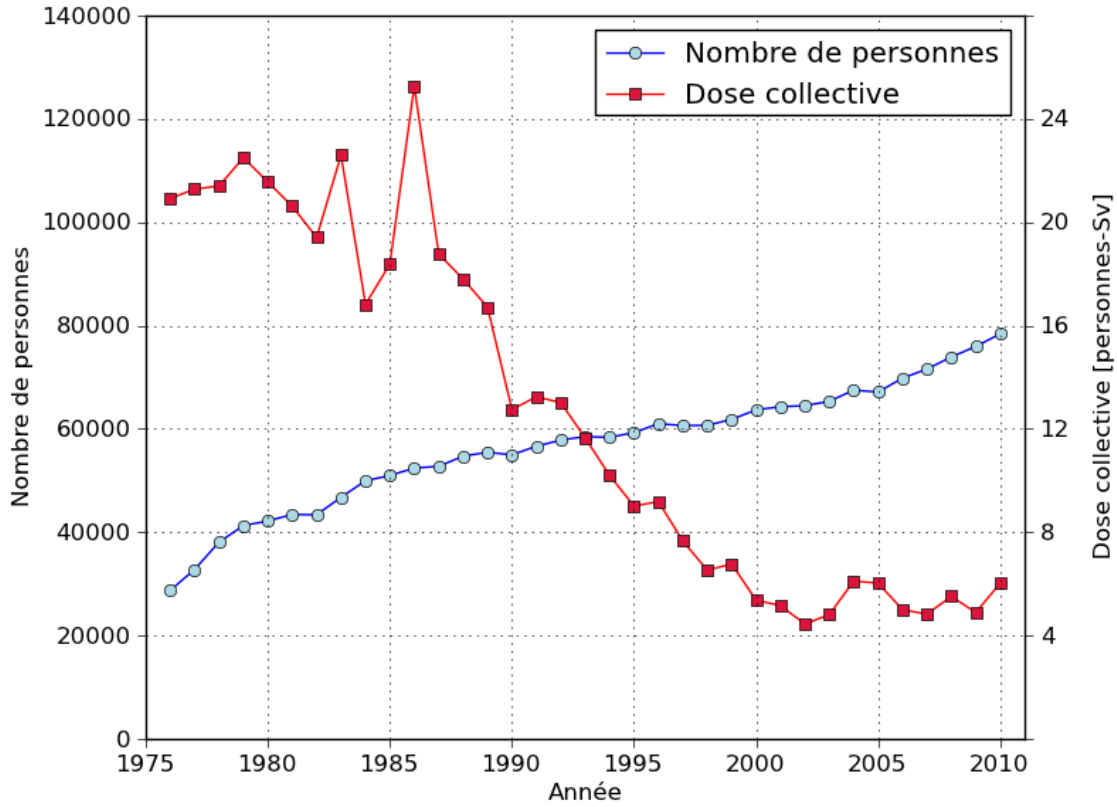


Figure 15: Irradiation interne depuis 1995

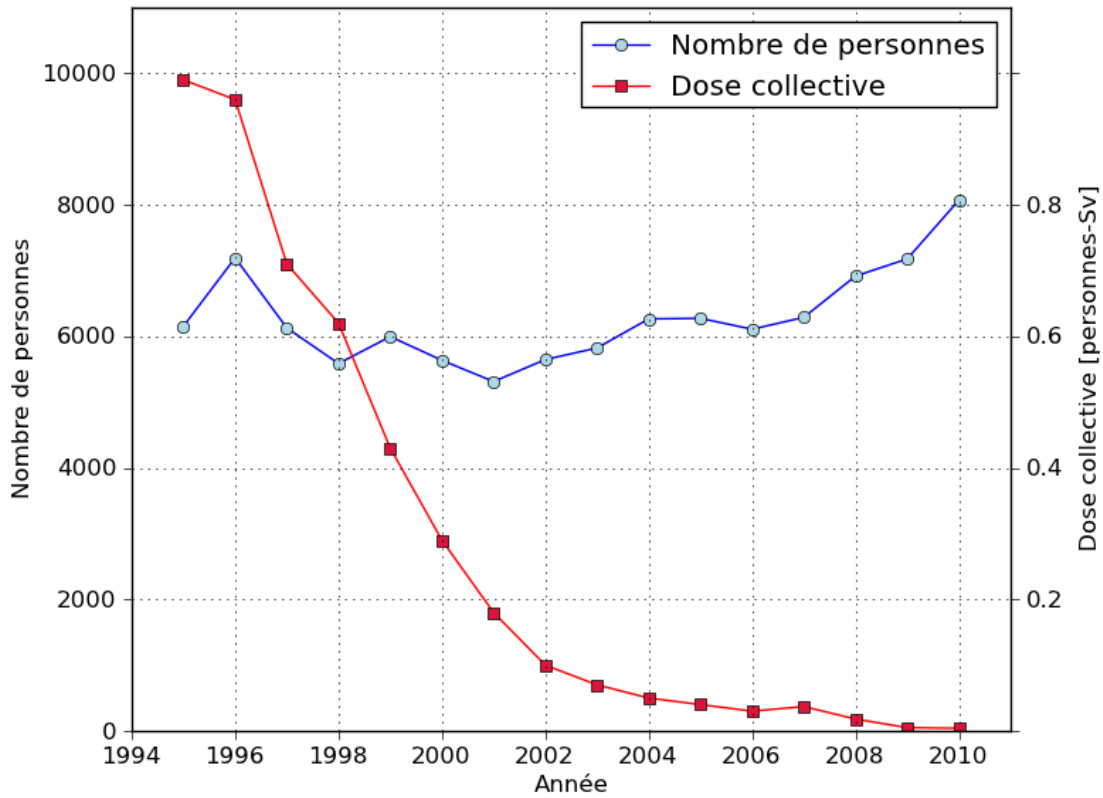


Figure 16: Doses aux mains : nombre de personnes depuis 1977

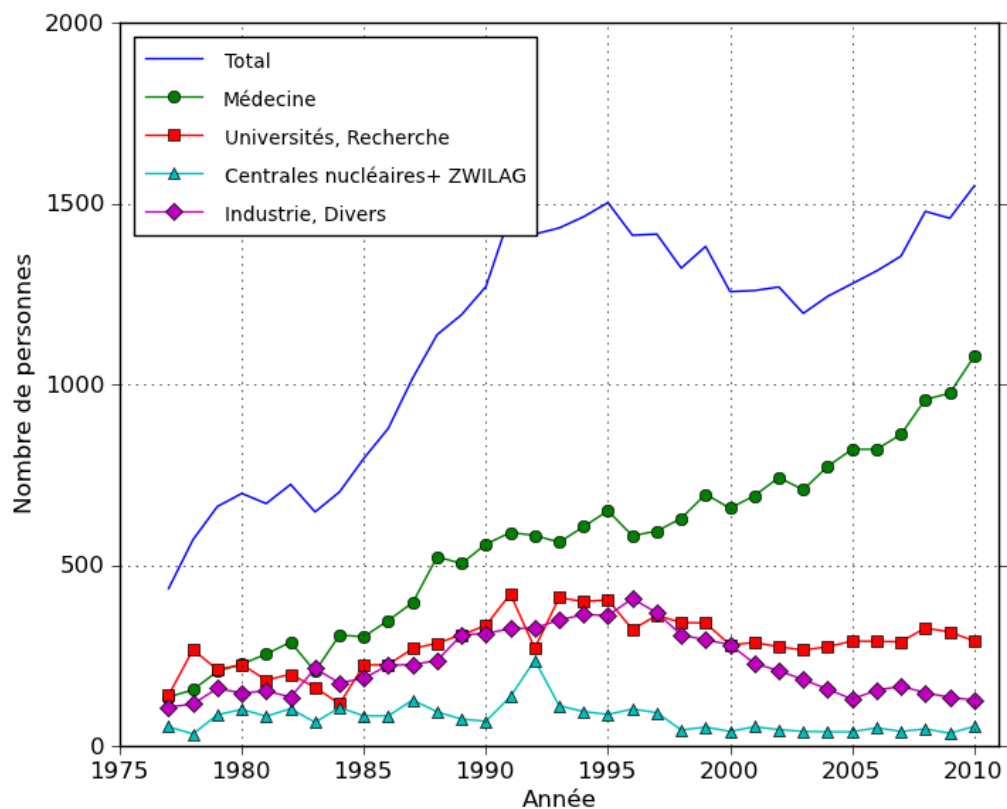


Figure 17: Doses aux mains élevées dans tous les secteurs d'activité depuis 1977

