



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

Juillet 2013

Rapport annuel 2012

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	6
6	Doses effectives dues aux irradiations externe et interne	6
7	Evénements particuliers et dépassements des limites de dose	6
8	Tendance des 37 dernières années	7
9	Révision de l'ordonnance sur la radioprotection	8
10	Remarques finales	8
11	Autres publications	9
	Tableaux	10
	Figures	19

1 Introduction

Le présent rapport annuel expose les résultats de la dosimétrie individuelle de l'irradiation externe et interne en Suisse pour l'année 2012, et montre l'évolution des 37 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 six 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) ; 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 2012 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 2012 par les services de mesure d'incorporation agréés suivants:

HUG	Hôpitaux universitaires de Genève
IRA	Institut de radiophysique, Lausanne
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 par le PSI, l'une pour la dosimétrie externe, l'autre pour la dosimétrie interne.

La 51^e intercomparaison (réalisée par l'IRA) portait sur la dosimétrie individuelle externe, effectuée au moyen de dosimètres du corps entier. En plus de l'irradiation en conditions de référence à l'aide du Cs-137, des dosimètres ont été irradiés avec du Sr-90 sous des angles de 0°, 15° et 30°. Dix des onze services de dosimétrie participant à la mesure ont satisfait aux exigences de l'ordonnance sur la dosimétrie. L'un d'entre eux présentait des écarts de 15 % environ par rapport à la valeur de référence, soit ± 10 % en dehors des valeurs de tolérance. Une analyse des erreurs est en cours pour, le cas échéant, recalibrer le système de dosimétrie.

La 52^e intercomparaison (effectuée par le PSI) portait sur les mesures d'incorporation de tritium à l'aide de compteurs à scintillation liquide. Pour le calcul de la dose effective engagée E_{50} , on a envisagé trois scénarios : « incorporation unique », « surveillance de routine » et « incorporation durable ». Pour la mesure de la concentration d'activité, quatre services de mesure d'incorporation ont rempli les exigences avec une marge de ± 20 %. Pour l'un des scénarios, un service s'est trompé dans le calcul de la dose E_{50} . Les mesures nécessaires ont été prises pour résoudre ce problème.

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.

On utilise des dosimètres TL (thermoluminescents) et DIS (par enregistrement ionique direct). 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 (dosimètres en poly-allyl diglycol carbonate ou PADC). En 2012, seules deux des 7129 doses neutroniques enregistrées étaient supérieures à 1 mSv. La dose neutronique annuelle maximale était de 3,1 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 80 645 en 2011 à 84 266 en 2012. La plupart des personnes nouvellement exposées travaillent dans le 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 6,38 personnes-Sv en 2012 (contre 5,51 l'année antérieure). Avec 5 à 6 personnes-Sv, la dose collective reste pratiquement inchangée depuis l'an 2000. Ces variations d'une année à l'autre sont principalement dues à des travaux de révision périodiques d'intensité variable dans les centrales nucléaires. En médecine, la dose collective continue à augmenter légèrement depuis les 12 dernières années, tendance qui s'explique par la hausse, chaque année, des personnes exposées dans ce secteur. La dose moyenne reçue par personne est restée à peu près constante durant cette période.

Les contributions des différents secteurs d'activité à la dose collective sont les suivantes : centrales nucléaires (67 %), médecine (20 %), recherche (10 %), industrie, commerce, services publics et autres (3 %). 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.

Les doses annuelles les plus élevées provenaient du milieu hospitalier (tableau 2), notamment de la radiologie interventionnelle et de la cardiologie, ainsi que des centrales nucléaires. Durant l'année sous revue, il n'y a pas eu de dépassement de la valeur limite d'une dose au corps entier.

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 β , $H_p(0,07)$ 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 $H_p(0,07)$ 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. La dose aux mains la plus élevée était de 1,06 Sv en 2012. Les raisons de ce dépassement de valeurs sont expliquées au chapitre 7.1.

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. L'OFSP concentre donc actuellement son activité de surveillance sur ces secteurs. Il a d'ailleurs publié une directive à ce sujet, disponible sur son site Internet (directive L-10-04, Mesures en vue de réduire les doses aux extrémités en médecine nucléaire).

Dans une prise de position de 2009, la CPR indique que les doses aux mains mesurées en médecine nucléaire sont quatre fois, voire plus, inférieures aux doses effectives (Prise de position de la CPR concernant la dosimétrie des extrémités en médecine nucléaire). C'est ce qui ressort d'une étude de l'IRA réalisée en 2007. Cette conclusion sera prise en compte dans l'actuelle révision des ordonnances sur la radioprotection et la dosimétrie.

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} .

Des mesures de tri ont été effectuées dans les entreprises concernées auprès de 7 700 personnes environ afin de vérifier si elles avaient incorporé des produits radioactifs (cf. tableau 4).

En 2012, on a effectué des mesures d'incorporation et déterminé la dose effective engagée E_{50} pour 838 personnes. Les résultats de ces mesures sont indiqués dans le tableau 4 en fonction des divers secteurs d'activité. La dose effective engagée maximale était de 3,6 mSv.

Le graphique 7 indique la répartition des doses internes. La dose collective, de 0,025 personne-Sv, est donc légèrement supérieure à celle de l'année précédente. Elle provient presque exclusivement des incorporations de tritium dans les entreprises de peinture luminescente dans l'industrie horlogère.

6 Doses effectives dues aux irradiations externe et interne

La dose effective est réputée égale à la somme de la dose individuelle en profondeur Hp(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 84 594 (année précédente : 80 994). Ne sont pas comprises les personnes qui sont exclusivement surveillées par des mesures de tri. La dose collective totale était de 6,41 personnes-Sv (année précédente : 5,52 personnes-Sv). Le graphique 9 indique la répartition des doses dans les différents secteurs d'activité.

Les incorporations ne représentent que 0,4 % de la dose collective totale. Les doses provenaient pour l'essentiel de l'industrie, où les incorporations ont contribué pour 15 % de la dose collective.

7 Événements particuliers et dépassements des limites de dose

7.1 Dépassements des valeurs limites dans le domaine de surveillance de l'OFSP

Dépassement de la limite annuelle de la dose aux extrémités en médecine nucléaire

Dans le service de médecine nucléaire d'un hôpital, une dose aux extrémités de 1 Sv a été mesurée sur un laborantin en chimie. Celui-ci a indiqué ne pas se souvenir d'un incident particulier. Conjointement avec l'hôpital, l'OFSP a examiné les circonstances dans lesquelles il aurait pu recevoir

cette dose élevée. L'hypothèse la plus probable semble être la contamination des gants pendant la manipulation d'Y-90 pour une radiothérapie sélective interne (SIRT). La dose mesurée a, de ce fait été enregistrée comme dose aux mains. Le dosimètre du corps entier a indiqué une valeur habituelle pour cette personne, soit 0,3 mSv. Les mesures prises ont consisté à analyser la façon de travailler des personnes de ce laboratoire et à optimiser la radioprotection. Pour ce faire, les personnes ont porté un dosimètre au bout de chaque doigt tandis que leurs manipulations avec de l'Y-90 étaient filmées.

7.2 Dépassements de la limite annuelle dans le domaine de surveillance de la SUVA

Aucun dépassement des valeurs limites n'est à signaler dans le domaine de surveillance de la SUVA.

7.3 Dépassements de la limite annuelle dans le domaine de surveillance de l'IFSN

Aucun dépassement des valeurs limites n'est à signaler dans le domaine de surveillance de l'IFSN.

8 Tendances des 37 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 36 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 6,38 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 84 000.

Dans cet intervalle, la dose moyenne individuelle a baissé, passant de 0,73 mSv par an à 0,08 mSv. La principale raison de cette baisse est liée aux processus d'optimisation mis en place dans les années 1990 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 l'an 2000, la dose collective augmente légèrement dans le secteur médical, principalement à cause l'accroissement annuel de l'effectif dans ce secteur (1000 à 2000 personnes). Il semble toutefois que les possibilités d'optimisation aient été provisoirement atteintes dans ce domaine. Le graphique 12 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 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. 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 cette peinture. On relève par ailleurs des

doses chez des personnes qui fabriquent ou montent des sources lumineuses au tritium. 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 37 dernières années (graphique 16). En 1977, ce nombre s'élevait à 135 ; en 2012, 1202 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 2015.

10 Remarques finales

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 les douze dernières années, le niveau de dose collective s'est stabilisé, avec des variations périodiques et ce, malgré l'augmentation continue du nombre de travailleurs exposés professionnellement aux radiations. La part de l'irradiation interne dans la dose collective est restée extrêmement faible ces dix dernières années.

Les quelques cas de doses élevées qu'on continue d'observer en médecine ont toutefois tendance à augmenter. Ils sont notamment dus aux activités en médecine nucléaire et en radiologie interventionnelle, qui peuvent entraîner des doses élevées du corps entier et des extrémités. Grâce à des audits ciblés et au matériel d'information approprié, l'OFSP tente de contrer cette tendance.

Les résultats des intercomparaisons effectuées en 2011 montrent l'importance de ces mesures pour assurer une dosimétrie fiable et de qualité.

11 Autres publications

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

- Rapport annuel de l'IFSN
www.ensi.ch
- Rapport annuel de la Suva
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
- Rapport d'activité de la Commission fédérale de la sécurité des installations nucléaires (CSA)
www.ksa.admin.ch
- Rapport annuel de la division Radioprotection de l'OFSP
www.str-rad.ch

Tableau 1a: Méthodes de mesure et volume des activités des services de dosimétrie individuelle de l'irradiation externe en 2012

Service	Corps entier H _p (10)			Peau H _p (0.07)			Extrémités H _p (0.07)		
	Rayonnement	Méthode	Nombre de personnes	Rayonnement	Méthode	Nombre de personnes	Rayonnement	Méthode	Nombre de personnes
CERN	β, γ, X	DIS	7'700	β, γ, X	DIS	7'700	β, γ, X	TLD	50
	n	PADC	7'700						
Dosilab	β, γ, X	TLD	37'000	β, γ, X	TLD	37'000	β, γ, X	TLD	650
IRA	β, γ, X	TLD	8'700	β, γ, X	TLD	8'700	β, γ, X	TLD	230
KKB	β, γ, X	DIS	1'700	β, γ, X	DIS	1'700			
KKG	β, γ, X	DIS	1'200	β, γ, X	DIS	1'200			
KKL	β, γ, X	TLD	2'500	β, γ, X	TLD	2'500			
KKM	β, γ, X	TLD	1'400	β, γ, X	TLD	1'400			
PEDOS	β, γ, X	TLD	12'500	β, γ, X	TLD	12'500	β, γ, X	TLD	270
PSI	β, γ, X	TLD, DIS	1'700	β, γ, X	TLD, DIS	1'700	β, γ, X	TLD	190
	n	PADC	1'200						
Suva	β, γ, X	TLD	13'500	β, γ, X	TLD	13'500	β, γ, X	TLD	280
X-DOS	β, γ, X	TLD	1'500	β, γ, X	TLD	1'500			

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 2012

Service	Méthode	Rayonnement	Détecteur	Nucléides	Nombre de personnes
HUG	Anthropogammamètre	γ	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	40
IRA	Thyroïde	γ	Nal	I-123, I-125, I-131	
	Urine	β	Scint	H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45	70
		β	PC	Sr-90	
	Urine, selles	α	Si	U-234, U-235, U-238, Pu-239, Am-241	
mb-microtec	Urine	β	Scint	H-3	70
PSI	Anthropogammamètre	γ	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	274
	Thyroïde	γ	Nal	I-123, I-124, I-125, I-131	16
	Urine	β	Scint	H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45, Ni-63, Sr-89, Sr-90, Y-90, Er-169	32
	Urine, selles	α	Si	Po-210, Ra-226, U-234, U-235, U-238, Np-237, Th-228, Th-232, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244	
RC TRITEC	Urine	β	Scint	H-3, C-14	12
Suva	Urine	β	Scint	H-3, C-14, P-32, P-33, S-35, Ca-45	310

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 2012 : nombre de personnes et doses collectives

Intervalle de dose [mSv]	Hôpitaux	Cabinets médicaux	Cabinets médicaux radiologiques	Cabinets dentaires	Universités, Recherche	Centrales nucléaires et ZWILAG ¹	Industrie, Commerce	Services publics	Divers	Total
= 0	23602	17874	648	16678	9020	2823	2038	528	2793	76004
0.1– 1.0	1355	391	68	433	2299	1793	92	19	127	6577
1.1 – 2.0	117	5	5	5	42	540	29		2	745
2.1 – 3.0	56	3		2	5	300	6			372
3.1 – 4.0	26	1			4	183	3	1	1	219
4.1 – 5.0	18			1	2	101	2		1	125
5.1 – 6.0	17	1	1			57	2			78
6.1 – 7.0	2	1				37	3		1	44
7.1 – 8.0	3		1			25				29
8.1 – 9.0	3	1				10				14
9.1 -10.0	1		1			6				8
10.1-11.0	1					2				3
11.1-12.0						3				3
12.1-13.0										
13.1-14.0						1				1
14.1-15.0	1									1
15.1-16.0										
16.1-17.0	3									3
17.1-18.0										
18.1-19.0										
19.1-20.0										
20.1 – 50.0										
> 50.0										
Total	25205	18277	724	17119	11372	5881	2175	548	2925	84226
Dose collective [personnes-Sv]	1.04	0.11	0.05	0.09	0.62	4.29	0.13	0.01	0.04	6.38

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.

¹ ZWILAG: Zwischenlager Würenlingen AG

Tableau 3: Doses aux mains en 2012: nombre de personnes

Intervalle de dose [mSv]	Médecine	Universités, Recherche	Centrales nucléaires et ZWILAG	Industrie	Total
= 0	486	126	16	87	715
0.1 - 25.0	629	189	75	23	916
25.1 - 50.0	54	1	2	1	58
50.1 - 75.0	16	2			18
75.1 - 100.0	9				9
100.1 - 125.0	3				3
125.1 - 150.0	2				2
150.1 - 175.0	1				1
175.1 - 200.0	1				1
200.1 - 500.0					
> 500.0	1				1
Total	1202	318	93	111	1724

Tableau 4: Doses effectives engagées en 2012 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	24	399	2	71	312	808
0.1– 1.0				25		25
1.1 – 2.0				2		2
2.1 – 3.0				2		2
3.1 – 4.0				1		1
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	24	399	2	101	312	838
Dose collective [personnes-Sv]	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.025
Nucléides avec E ₅₀ > 1 mSv				³ H		
Nombre de personnes avec mesures de tri ¹	1010	280	5900	0	500	7690

¹ Estimation

Tableau 5: Doses effectives par irradiations externe et interne en 2012: 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	23609	17874	648	16678	9078	2823	2311	527	2794	76342
0.1– 1.0	1355	391	68	433	2299	1793	117	19	127	6602
1.1 – 2.0	117	5	5	5	42	540	31		2	747
2.1 – 3.0	56	3		2	5	300	8			374
3.1 – 4.0	26	1			4	183	4	1	1	220
4.1 – 5.0	18			1	2	101	2		1	125
5.1 – 6.0	17	1	1			57	2			78
6.1 – 7.0	2	1				37	3		1	44
7.1 – 8.0	3		1			25				29
8.1 – 9.0	3	1				10				14
9.1 -10.0	1		1			6				8
10.1-11.0	1					2				3
11.1-12.0						3				3
12.1-13.0										
13.1-14.0						1				1
14.1-15.0	1									1
15.1-16.0										
16.1-17.0	3									3
17.1-18.0										
18.1-19.0										
19.1-20.0										
20.1 – 50.0										
> 50.0										
Total	25212	18277	724	17119	11430	5881	2478	547	2926	84594
Dose collective [personnes-Sv]	1.04	0.11	0.05	0.09	0.62	4.29	0.16	0.01	0.04	6.41

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
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

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

* 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
2011	1112	285	75	103	1575	17	10
2012	1202	318	93	111	1724	17	3

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

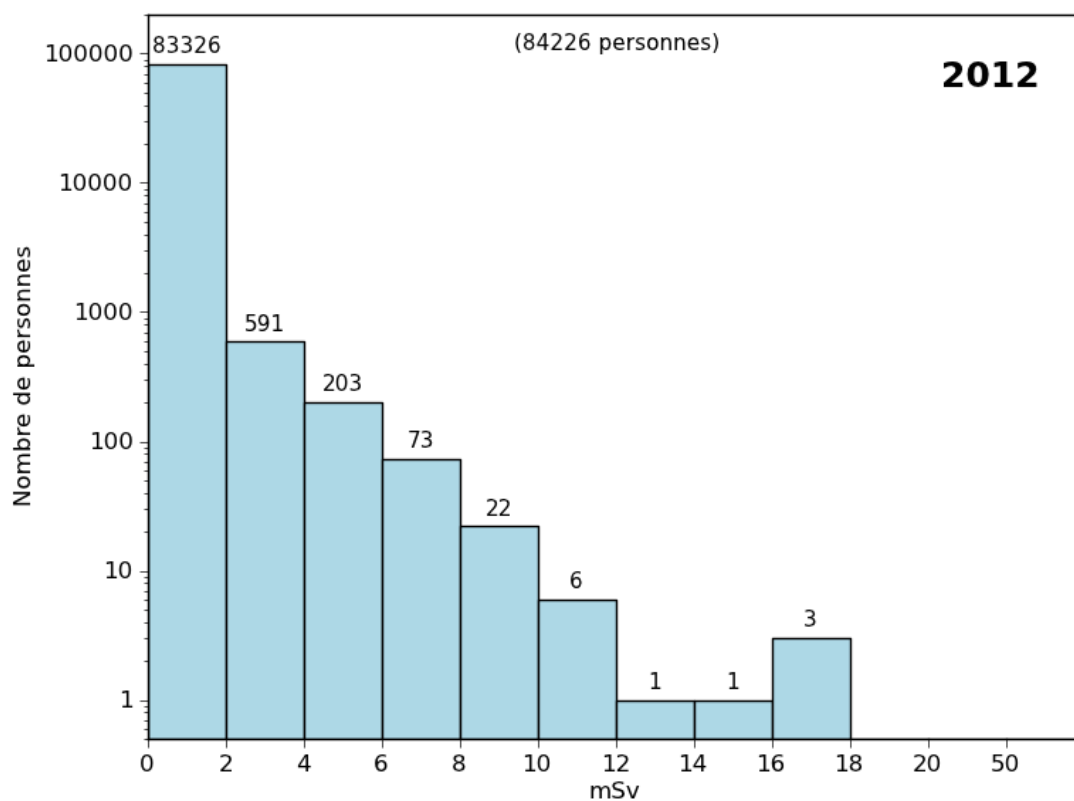


Figure 2: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe en médecine

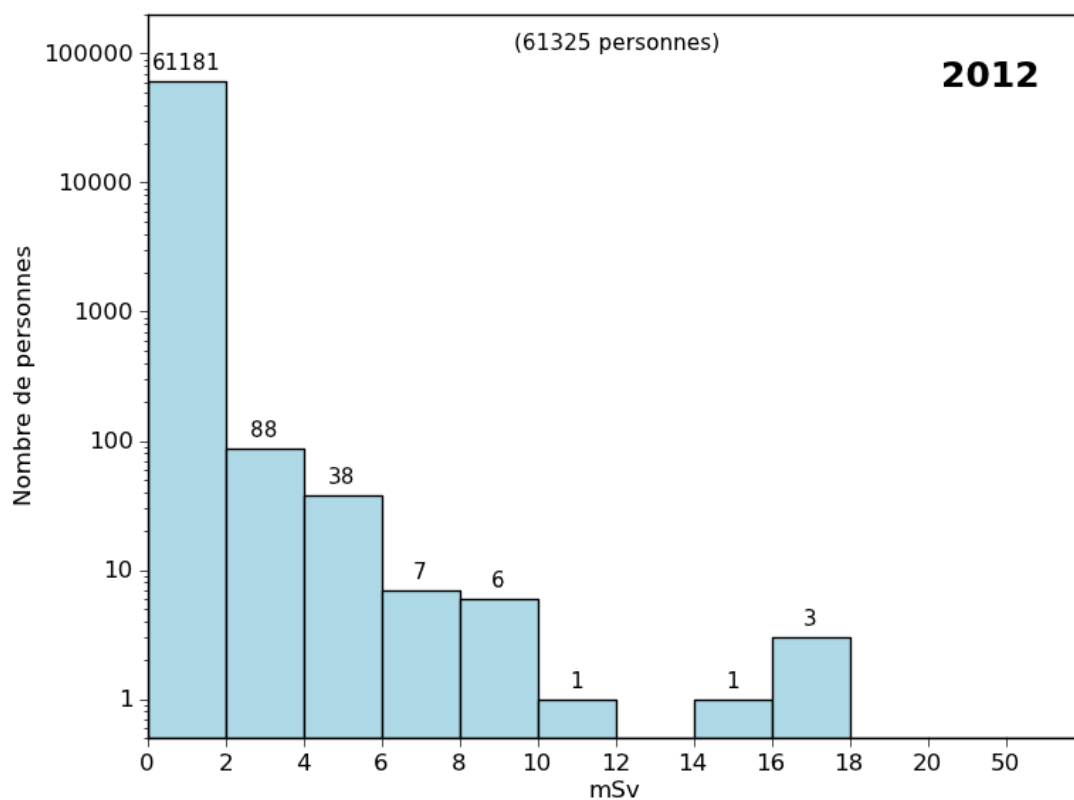


Figure 3: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans les universités et la recherche

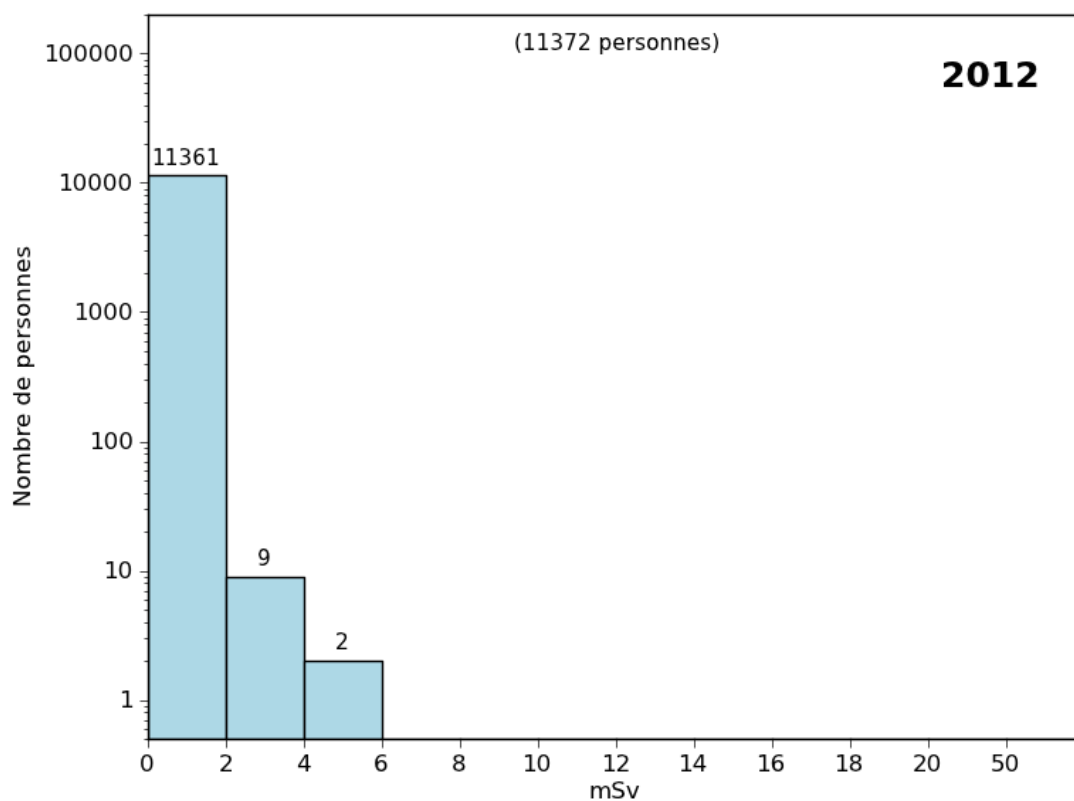


Figure 4: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans les centrales nucléaires et ZWILAG

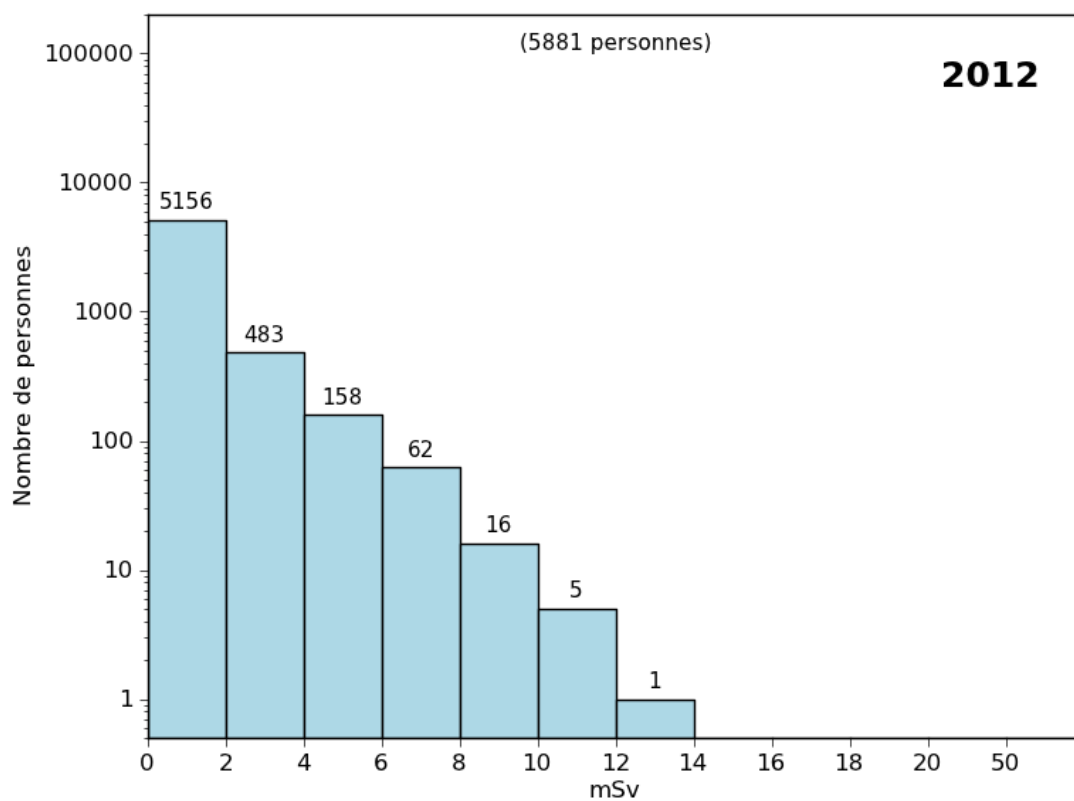


Figure 5: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans l'industrie, le commerce, les secteurs public et divers

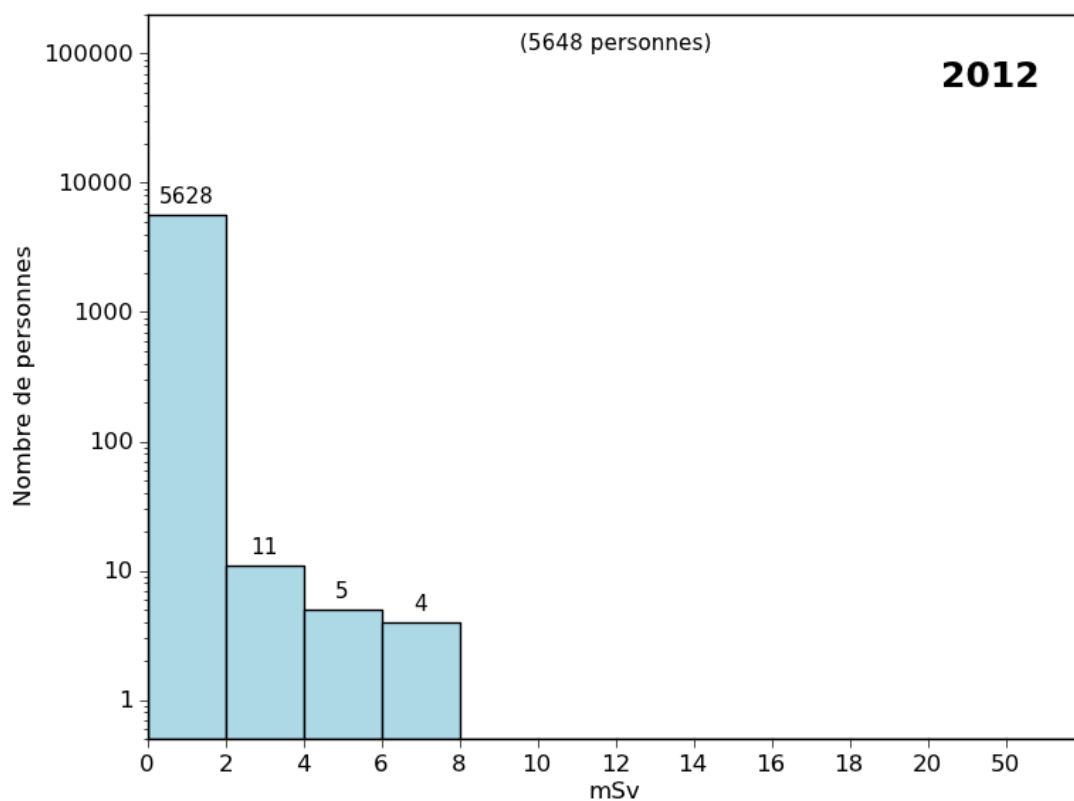


Figure 6: Doses aux mains dans tous les secteurs d'activité

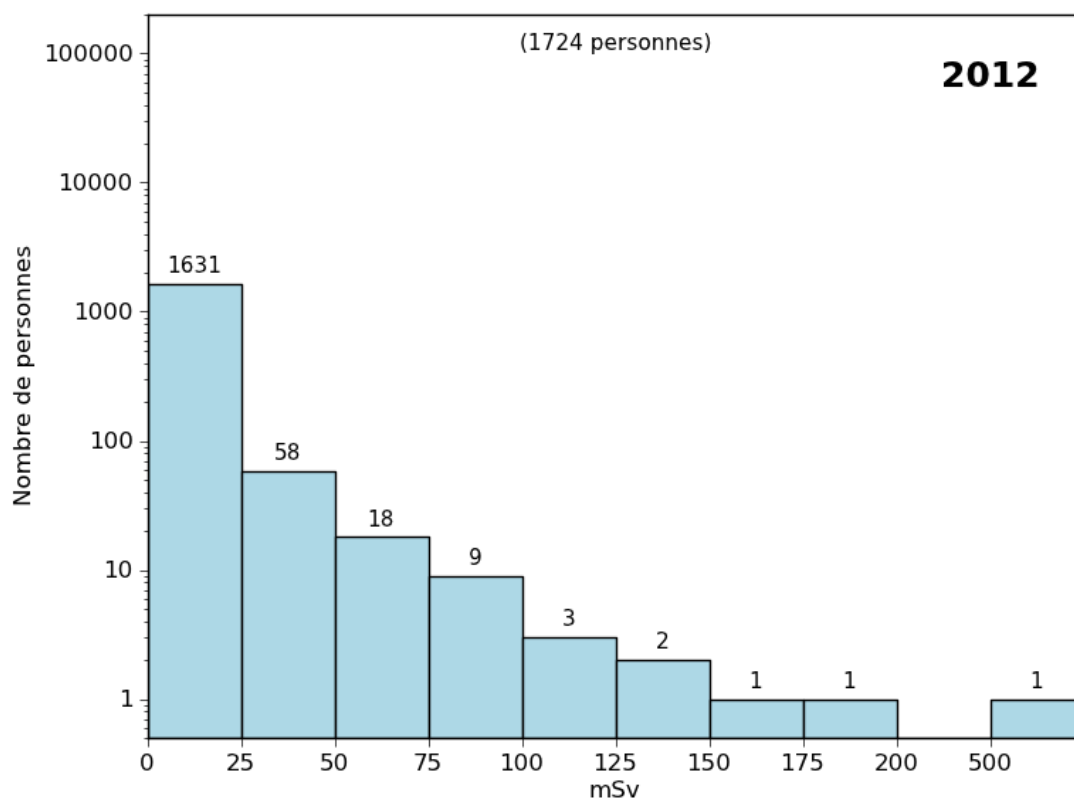


Figure 7: Doses efficaces engagées par irradiation interne

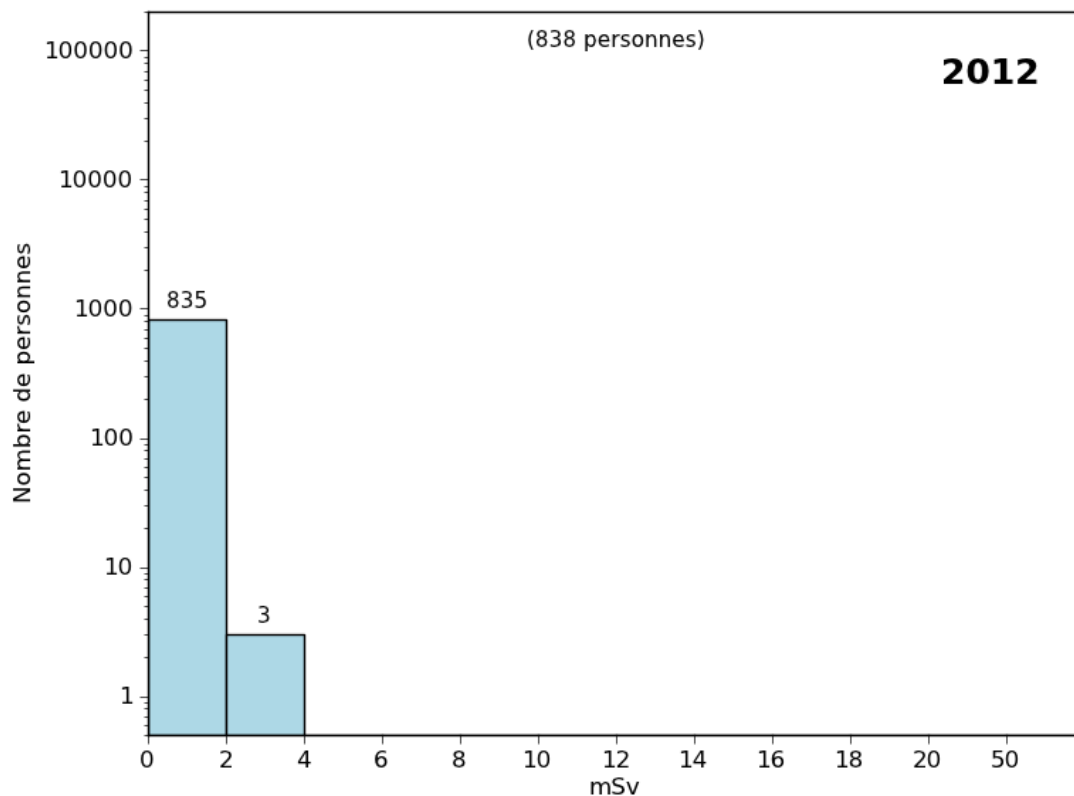


Figure 8: Doses efficaces par irradiation externe et interne dans tous les secteurs d'activité

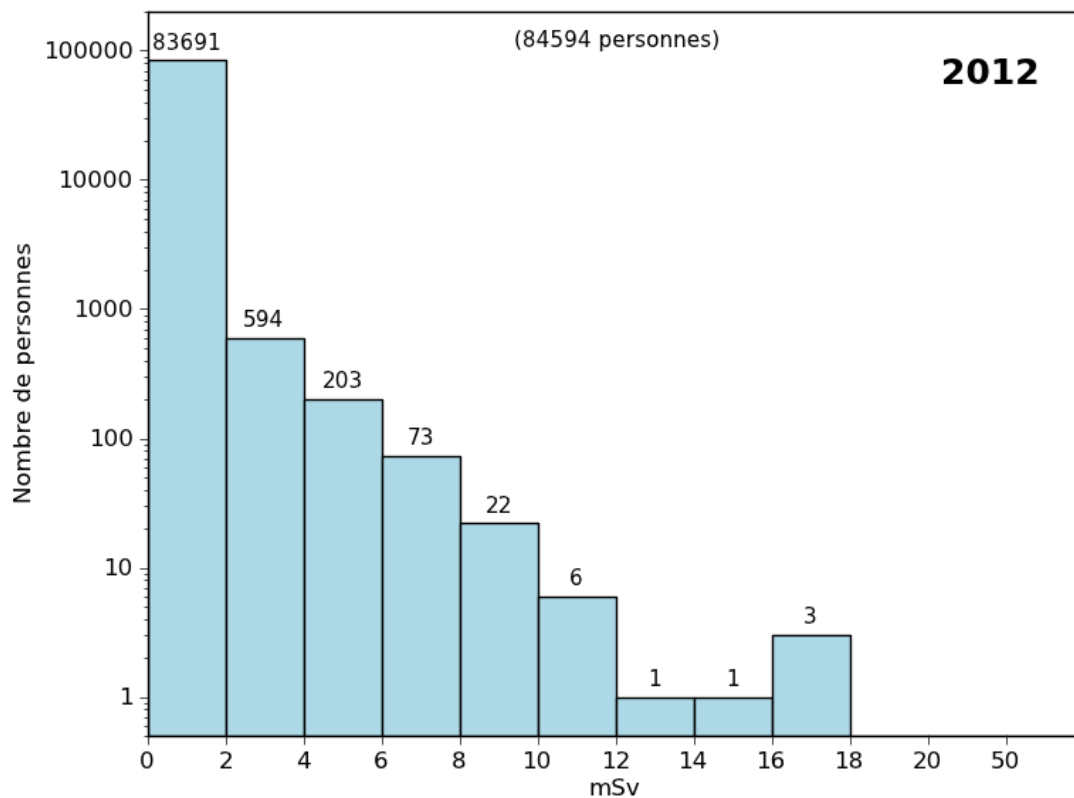


Figure 9: Nombre de personnes et doses collectives, irradiation externe et interne

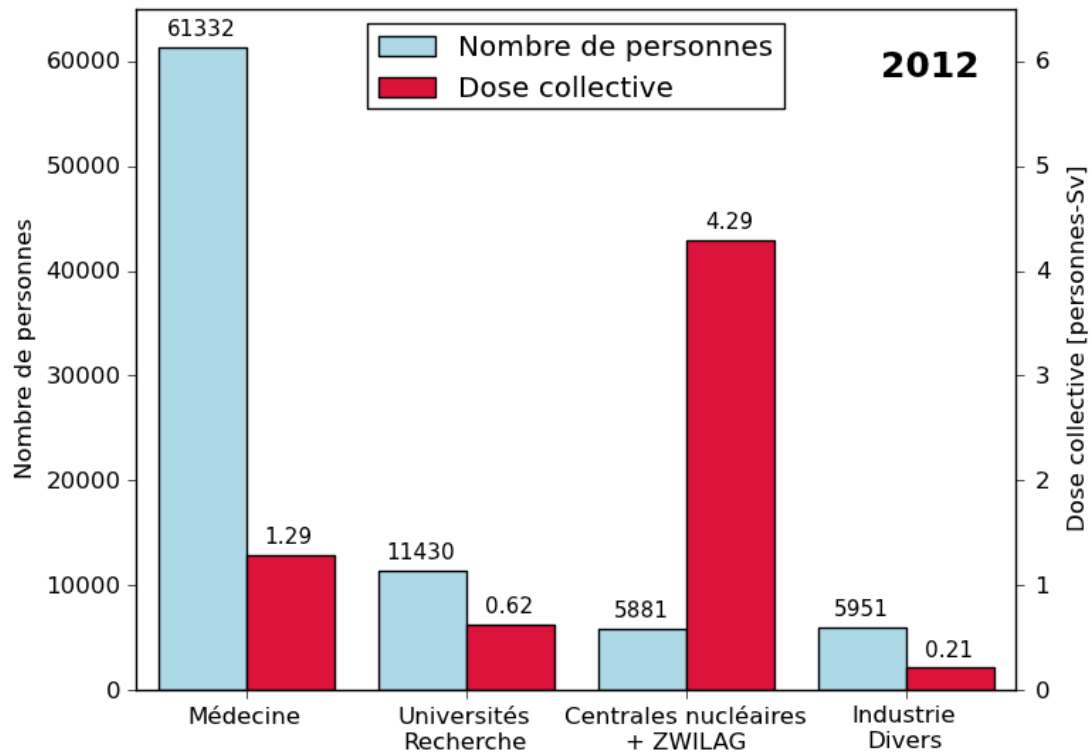


Figure 10: Irradiation externe depuis 1976 en médecine

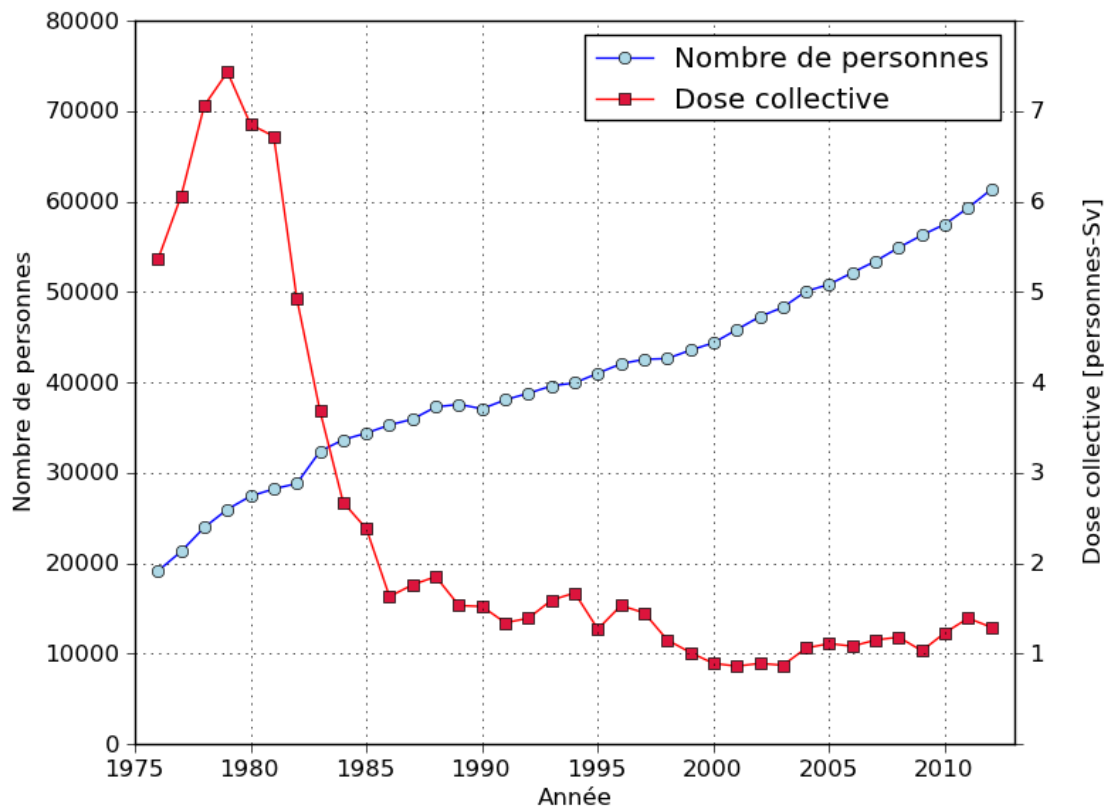


Figure 11: Irradiation externe depuis 1976 dans les universités et la recherche

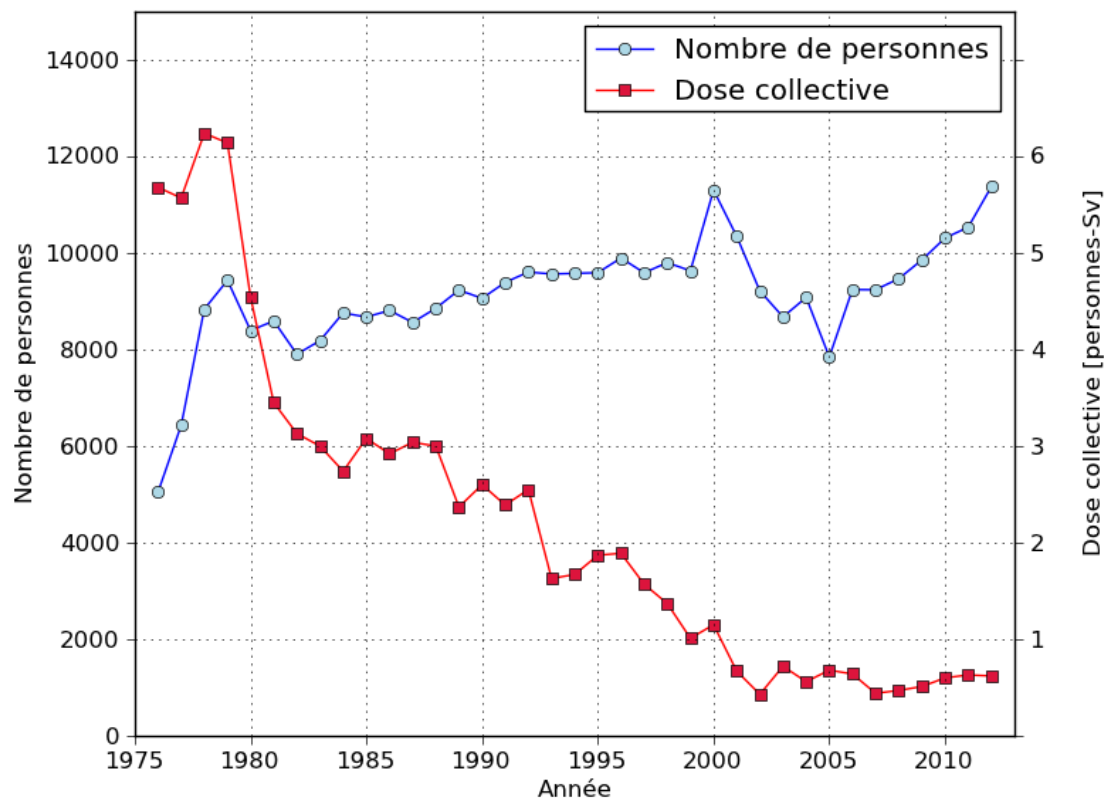


Figure 12: Irradiation externe depuis 1976 dans les centrales nucléaires

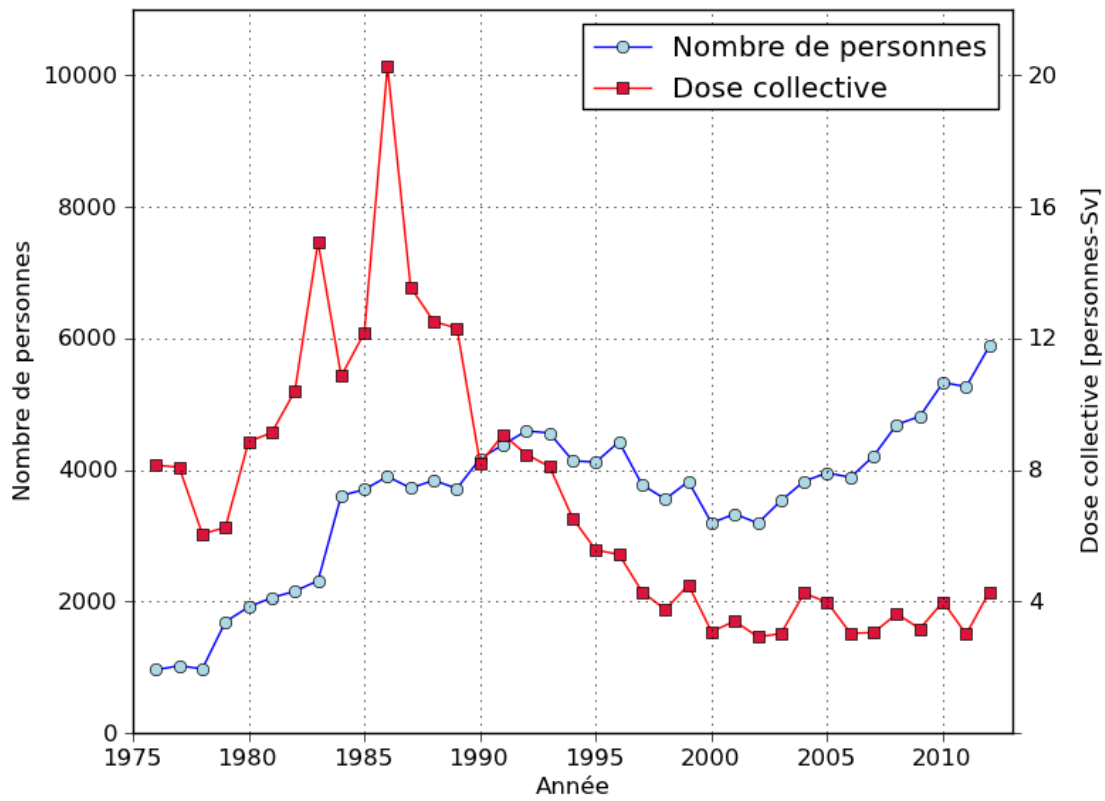


Figure 13: Irradiation externe depuis 1976 dans l'industrie, le commerce, les secteurs public et divers

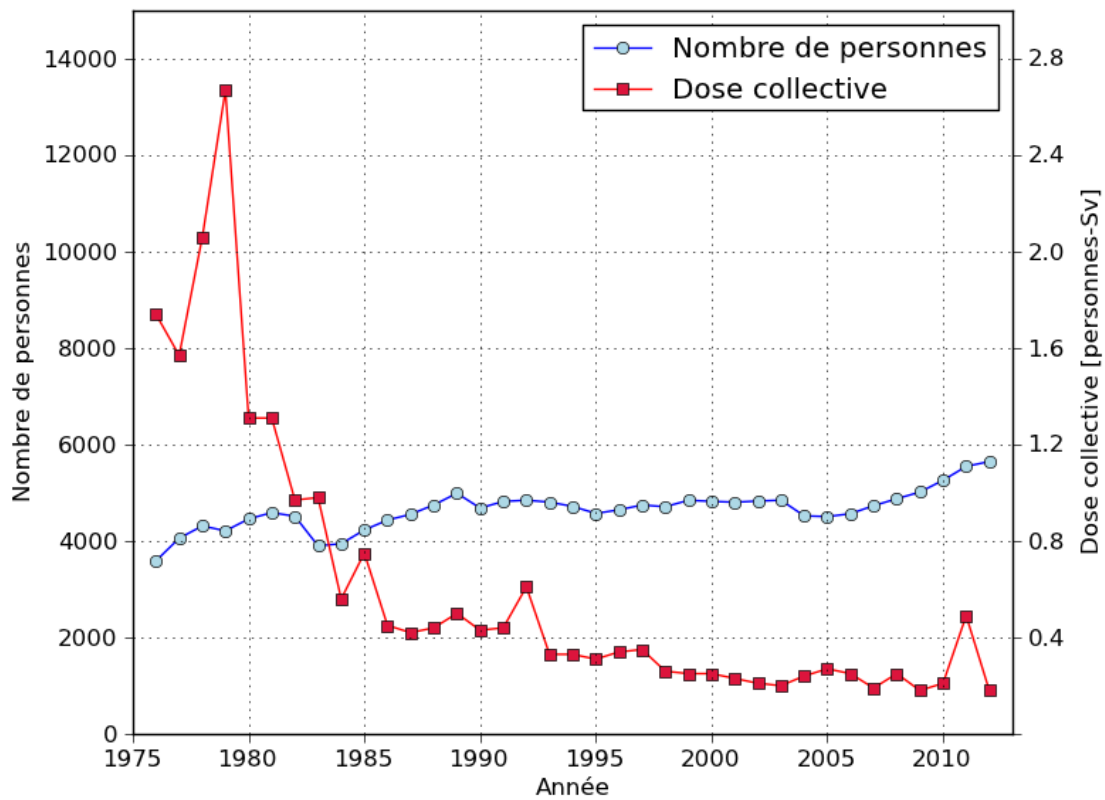


Figure 14: Irradiation externe depuis 1976

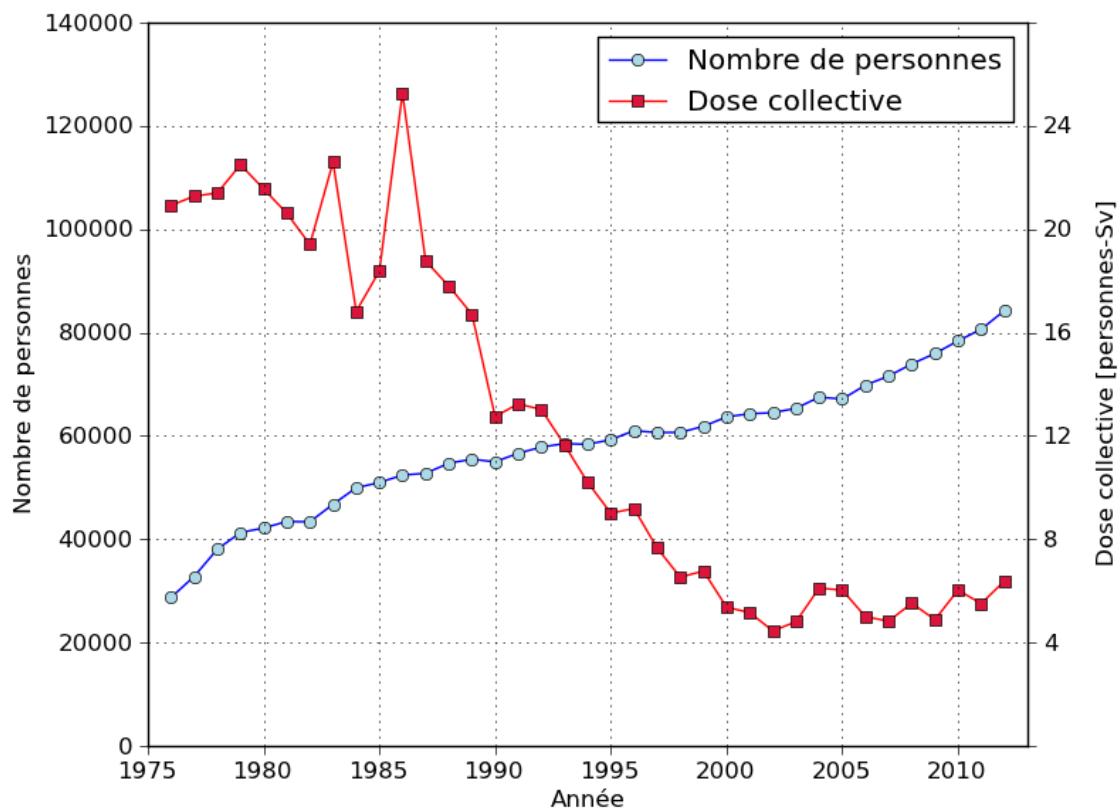


Figure 15: Irradiation interne depuis 1995

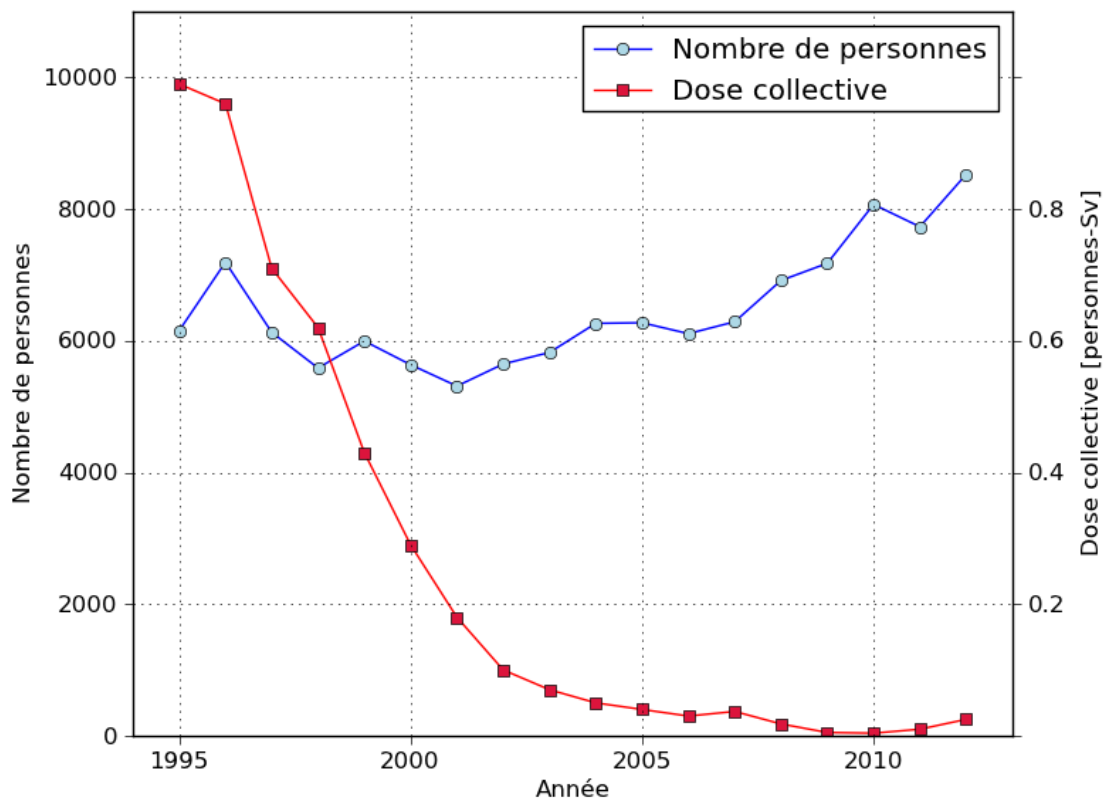


Figure 16: Doses aux mains : nombre de personnes depuis 1977

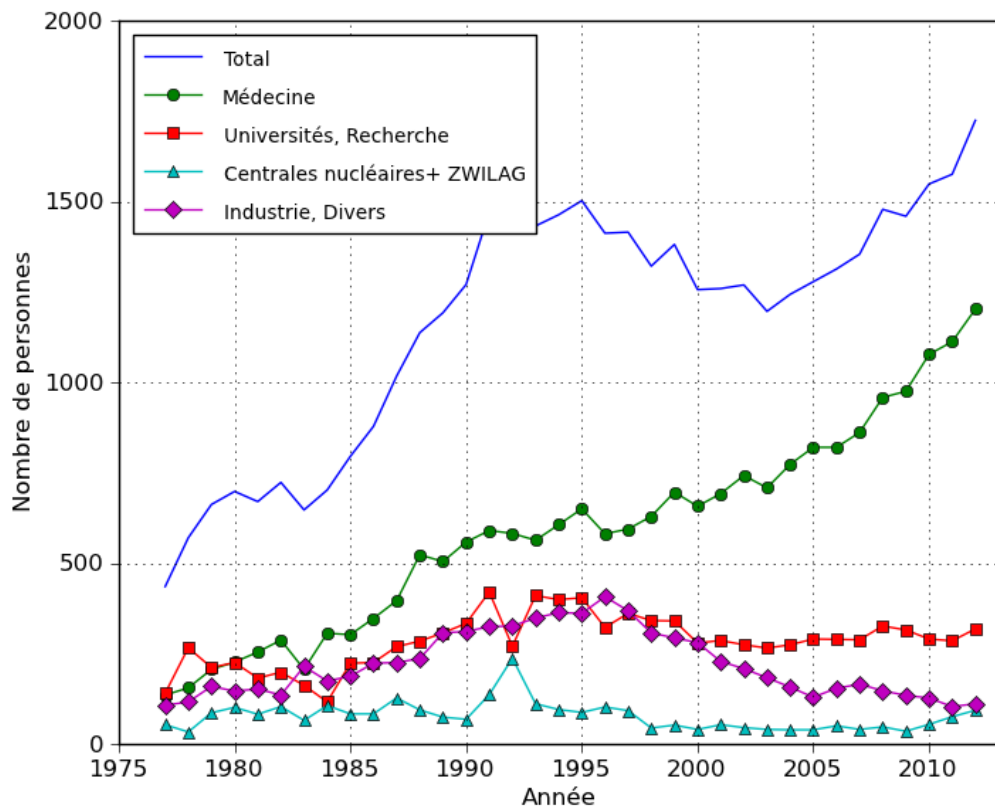


Figure 17: Doses aux mains élevées dans tous les secteurs d'activité depuis 1977

