
Aggiornamento in radioprotezione

Parte 2: Dosimetria, descrittori di dose e distribuzioni



Formazione del 03.10.2024

Sala Aragonite di Manno

Benvenuti!

Ordinanza sui raggi X art. 22

Art. 22 Indicazione delle grandezze dosimetriche nella medicina umana

¹ I sistemi a raggi X per gli esami diagnostici in ambito di dose medio e forte devono disporre di un dispositivo in grado di definire e di indicare il PDS accumulato. L'indicazione del PDS accumulato deve essere in mGy·cm² e per gli impianti nella radiologia interventistica in Gy·cm².

² I sistemi a raggi X per gli esami nella radiologia interventistica devono inoltre disporre di un'indicazione della dose accumulata nel PRI.

³ I tomografi computerizzati devono disporre di un'indicazione del CTDI_{vol} e del DLP.

⁴ Gli impianti per le mammografie devono disporre di un'indicazione dell'AGD o della dose incidente K_E.

Grandezze dosimetriche radiologiche

- Per i sistemi a raggi X per uso diagnostico utilizzati in ambito di dose medio e forte e per la mammografia si devono registrare nella cartella clinica i parametri di esposizione rilevanti per la stima della dose per paziente. Tali parametri devono comprendere almeno:
 - per la radiografia: il tipo, la regione dell'organo, il numero di radiografie nonché il prodotto dose-superficie (PDS) o, se il PDS non è disponibile, la tensione del tubo (kV), il prodotto intensità di corrente-tempo (mAs) e la distanza fuoco-ricevitore d'immagine; Ordinanza sui raggi X, (OrX).

-  **Art. 23 Dose e intensità di dose dei sistemi a raggi X**

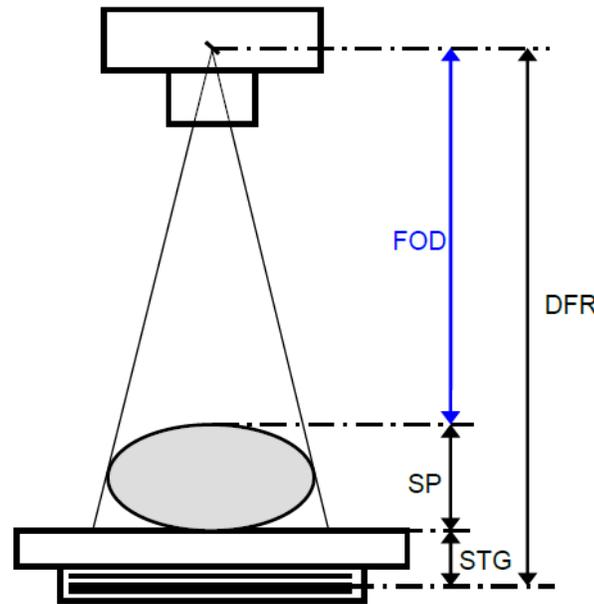
¹ I sistemi a raggi X fissi per le radiografie nella medicina umana in ambito di dose medio e forte devono disporre di un esposimetro automatico AEC.

Grandezze dosimetriche radiologiche

5. Stima della dose superficiale in ingresso al paziente

La dose superficiale in ingresso al paziente D_0 per una radiografia può essere stimata applicando la seguente formula:

$$D_0 = K \cdot \left(\frac{U}{100 \text{ kV}} \right)^2 \cdot Q \cdot \left(\frac{1}{\text{FOD}} \right)^2 \cdot \text{RSF}$$



- DFR:** Distanza fuoco-rivelatore
- FOD:** Distanza fuoco-superficie
- SP:** Spessore del paziente
- STG:** Spessore del tavolo e della griglia antidiffusione

Grandezze dosimetriche radiologiche

Prodotto Dose – Superficie (PDS)

- $[mGy \times cm^2]$ - $[Gy \times cm^2]$ - $[cGy \times cm^2]$ - $[\mu Gy \times m^2]$
- É il prodotto della dose per la superficie irradiata
- Non varia in rapporto alla distanza

Distance	50 cm	100 cm	200 cm
Dose	4 Gy	1 Gy	0,25 Gy
Surface	25 cm ²	100 cm ²	400 cm ²
PDS	100 Gy·cm ²	100 Gy·cm ²	100 Gy·cm ²

Misurato: tramite camera di ionizzazione nel collimatore alla sorgente del fascio.



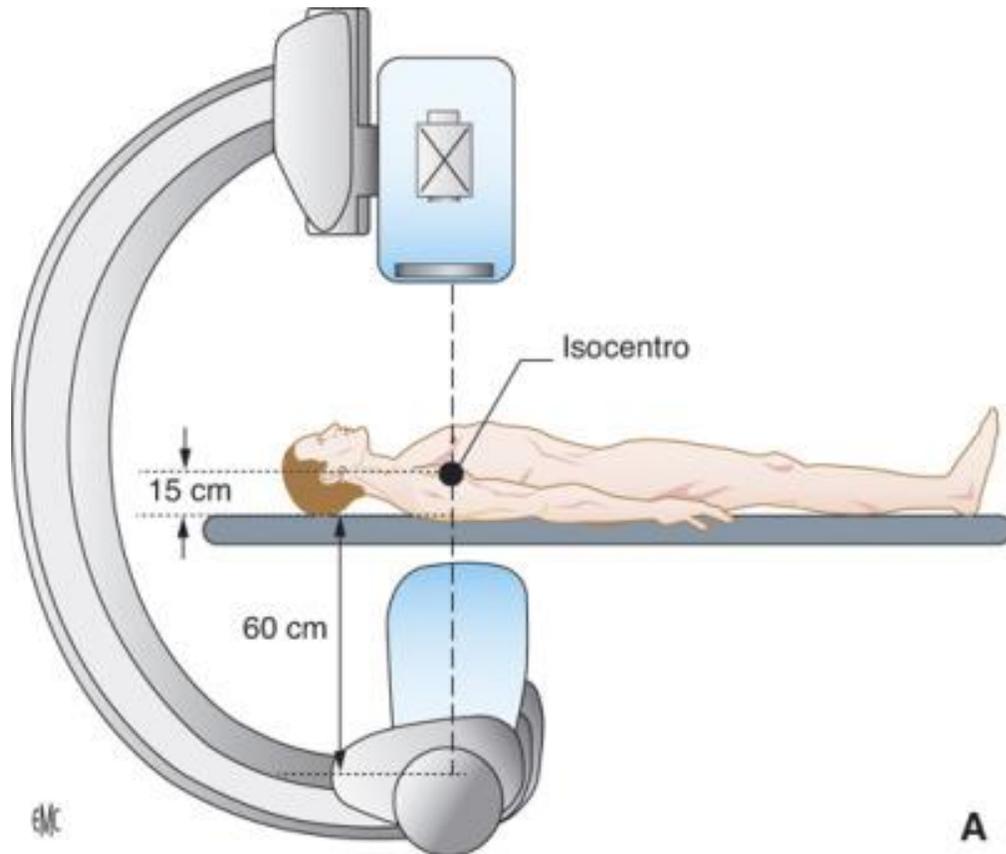
Grandezze dosimetriche radiologiche

- per la fluoroscopia: il tipo, la regione dell'organo, il tempo di radioscopia, il numero di radiografie, la dose accumulata nel punto di riferimento interventistico (PRI) nonché il PDS o, se il PDS non è disponibile, la tensione del tubo (kV), la corrente del tubo (mA) e la distanza fuoco-ricevitore d'immagine.



Grandezze dosimetriche radiologiche

Dose accumulata nel punto di riferimento interventistico (PRI) [mGy] utile per stimare la dose alla cute.



Raggi X in sala operatoria

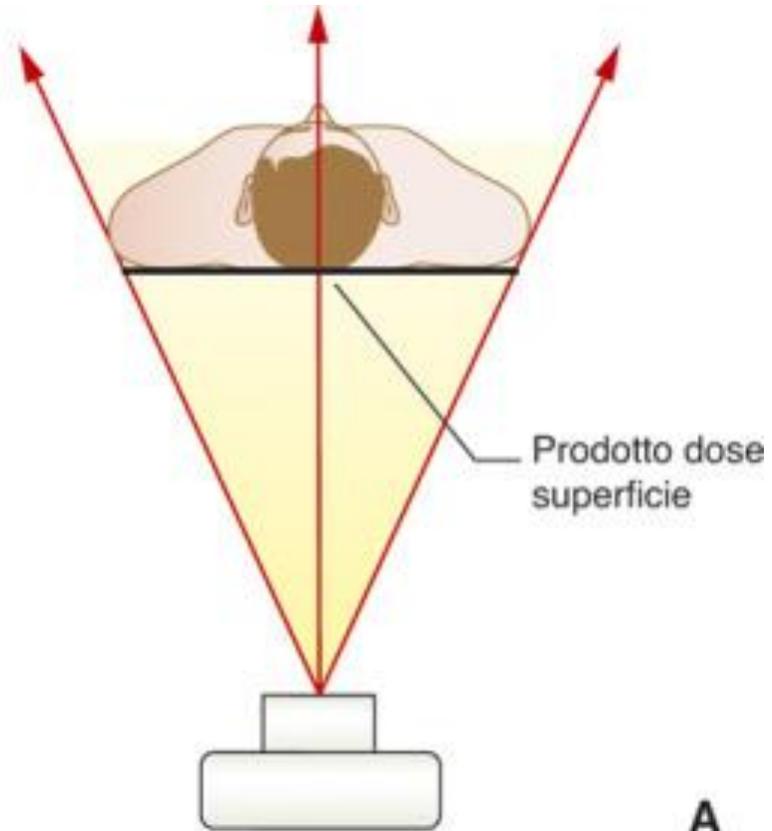
Informazioni concernenti la protezione del personale e dei pazienti da raggi x in sala operatoria



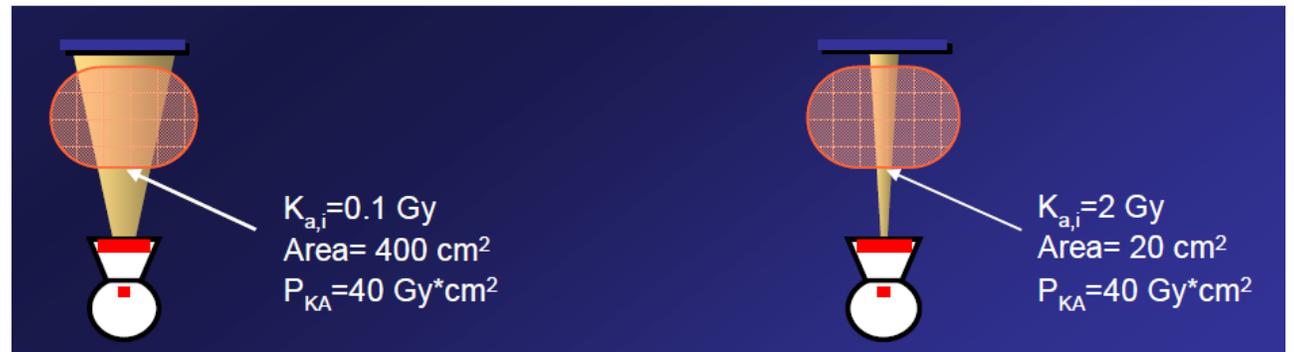
[Filmati didattici alla radioprotezione per aziende mediche \(admin.ch\)](http://admin.ch)

Grandezze dosimetriche radiologiche

Il prodotto dose-area o DAP
[Gy x cm²]



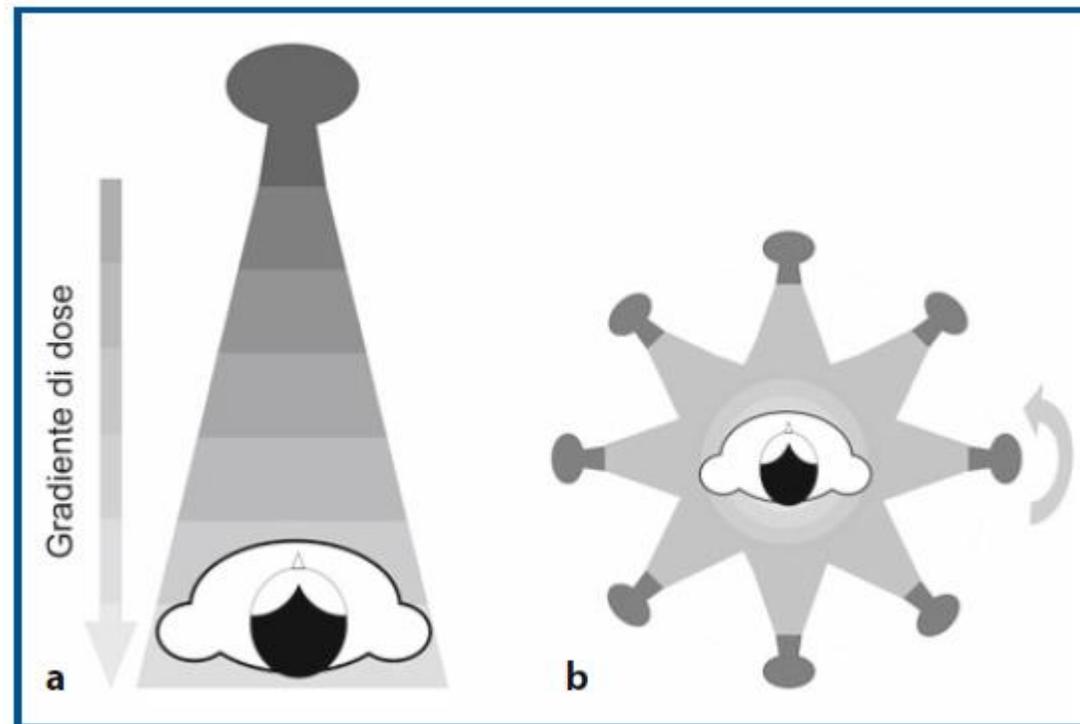
Rischio effetti stocastici



Rischio effetti deterministici

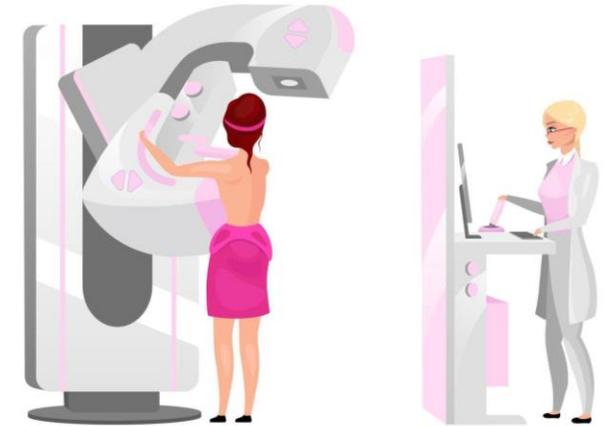
Grandezze dosimetriche radiologiche

- per la tomografia computerizzata: il tipo, la regione dell'organo, il Volume Computed Tomography Dose Index CTDI_{vol} e il prodotto dose-lunghezza (DLP).



Grandezze dosimetriche radiologiche

- per la mammografia: il tipo, il numero di radiografie nonché la dose ghiandolare media (AGD) o la dose incidente K_E oppure, se l'AGD o la K_E se non sono disponibili, la corrente del tubo (kV), il prodotto intensità di corrente-tempo (mAs) e la distanza fuoco-ricevitore d'immagine.



$$DES = C \cdot \left(\frac{U}{100} \right)^n \cdot \frac{Q}{d^2}$$

DES : dose à l'entrée du sein [mGy]

C : constante spécifique au tube à rayons X et au couple anode/filtre [mGy.m²/mAs]

Q : charge [mAs]

d : distance entre le foyer et la surface du sein [m]

n : facteur dépendant du couple anode/filtre

Fonte IRA Losanna

Grandezze dosimetriche radiologiche

- DMG: dose alla ghiandola in un seno con il 50% di tessuto ghiandolare (mGy)
 - Fattore g: tiene conto della trasmissione dei raggi x nel seno seconda la sua composizione
 - Fattore c: considera la diversa composizione del seno in funzione dello spessore
 - Fattore s: tiene conto della qualità del fascio in funzione della coppia anodo/filtro

$$DGM = g \cdot c \cdot s \cdot DES$$

DGM : dose glandulaire moyenne [mGy]

DES : dose dans l'air à l'entrée du sein [mGy]

g : facteur tenant compte de l'énergie du faisceau (50 % glandulaire)

c : facteur tenant compte de la composition du sein avec l'épaisseur

s : facteur de qualité du rayonnement (anode/filtre)

Valori diagnostici di riferimento

- Nella diagnostica radiologica non esistono limiti di dose per il paziente.
- Nonostante gli LDR valgano come grandezze di apprezzamento, non costituiscono un criterio per definire il limite tra una buona e una cattiva prassi, ma servono piuttosto a riconoscere le situazioni in cui la dose del paziente in situazioni standard è insolitamente elevata.
- Paziente Normotipo.

VDR radiologia proiettiva

Guida R-06-04

Livelli diagnostici di riferimento nella radiologia proiettiva

Tabella 1: LDR per adulti

Radiografia	Dose superficiale in ingresso al paziente per singola radiografia [mGy]	PDS [mGy · cm²]
Torace (pa)	0.15	150
Torace (laterale)	0.75	600
Colonna vertebrale lombare (ap o pa)	7	2350*
Colonna vertebrale lombare (laterale)	10	4150
Bacino (ap)	3.5	2500
Cranio (ap o pa)	2.5	650
Cranio (laterale)	1.5	500

ap: antero-posteriore; pa: posteriore-anteriore

Programma Excel per il calcolo della dose alla superficie dell'entrata al paziente

Il Consiglio federale > DFI > UFSP

Contatto Media Impiego Lingua facile Lingua dei segni DE FR IT EN

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale della sanità pubblica
UFSP

Termini dall'A alla Z

L'UFSP Vivere in salute Malattie Medicina & ricerca Assicurazioni Strategia & politica Professioni sanitarie **Leggi & autorizzazioni** Dati & statistiche

Ufficio federale della sanità pubblica UFSP > Leggi & autorizzazioni > Domande & autorizzazioni > Radioprotezione: Licenze, condizioni e supervisione > Informazioni per gli stabilimenti medici > Livelli diagnostici di riferimento

Livelli diagnostici di riferimento

I livelli diagnostici di riferimento (LDR) sono strumenti di ottimizzazione della radioprotezione per pazienti sottoposti ad esami con radiazioni ionizzanti. Gli nuovi studi mostrano che l'esposizione alle radiazioni per esami di tomografia computerizzata si è abbassata in media del 30% da 2010. Ciò nonostante l'esposizione alle radiazioni della popolazione svizzera tramite applicazioni mediche è in crescita a causa di un'utilizzazione più frequente dei tomografi computerizzati (**maggiori informazioni**).

In 2017 i VDR nel campo della tomografia computerizzata sono stati rivalutati in funzione di un vasto studio su più di 220'000 esami realizzati in 14 istituzioni radiologici. Ciò ha mostrato che le VDR attuali sono in media del 30% inferiori a quelli validi dal 2010. Questa

Contatto

Ufficio federale della sanità pubblica UFSP
Divisione radioprotezione
Schwarzenburgstrasse 157
3003 Berna Svizzera
Tel. +41 58 462 96 14
E-mail
Stampare contatto

Ufficio federale della sanità pubblica, Divisione radioprotezione

Livelli diagnostici di riferimento (LDR) nella radiologia proiettiva

Guida UFSP R-06-04

Calcolo della dose alla superficie dell'entrata al paziente

Licenza UFSP:

A -

Radiografia:

Torace pa

Tipo del generatore:

2 impulsi Multi Valore K conosciuto

0.1

Tensione del tube: [kV]

125 kV

Carica: [mAs]

2.0 mAs

Distanza fuoco-epidermide: [m]

1.75 m

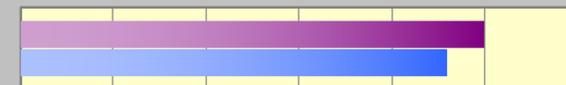
Dose alla superficie dell'entrata al paziente:

0.14 mGy

Confronto all valore di riferimento: [100%]

0.15 mGy → 91.8 %

Salvare dati



Riferimento
Dose

V5.1 © 07.2022 UFSP

Destinazione d'uso:

VDR interventistica

Guida R-06-05

Livelli diagnostici di riferimento (LDR) per applicazioni di radiologia interventistica

Tabella 2: LDR per applicazioni cardiologiche

Esame	PDS [Gy·cm ²]	Durata della radioscopia t [min]	Numero di immagini acquisite N [-]	DC [mGy]
Angiografia coronarica	50	8	860	575
PTCA ¹	130	26	940	1400
Angiografia coronarica + PTCA ¹	100	20	1470	1320
TAVI ²	100	30	940	980
Chiusura di shunt	30	9	360	280
Biopsia del miocardio	10	6	-	105
SEF ³	20	10	-	300
SEF ³ con MEA ⁴	5	-	-	53
Ablazione con radiofrequenza	150	25	-	2250

1 Angioplastica coronarica

percutanea transluminale

2 Impianto valvolare aortico

transcatetere

3 Studio elettrofisiologico

4 Mappaggio elettroanatomico

VDR CT

Guida R-06-06

Livelli diagnostici di riferimento nella tomografia computerizzata

Tabella 1: LDR e obiettivi per adulti

Protocollo TC *		LDR (75° percentile)		Obiettivo (mediano)	
		CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGy·cm]	CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGy·cm]
1	Cranio	51	890	42	750
2	Massiccio facciale / seni paranasali	25	420	15	240
3	Dose debole, seni paranasali (sinusite)	6	90	5	70
4	Collo	16	410	12	290
5	Angiografia TC (carotide)	11	360	8	260

Tabella 2: LDR e obiettivi per bambini e adolescenti

Protocollo TC *				LDR (75° percentile)		Obiettivo (valore mediano)	
				CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGy·cm]	CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGy·cm]
1	Cranio	età [anni]	< 1,5	25	350	20	300
			1,5 – 5,5	30	420	24	390
			5,5 – 10,5	35	540	30	490
			> 10,5	40	670	36	610

VDR mammografia

Tabella 1: Livelli diagnostici di riferimento per le MGD per immagine per una proiezione cranio-caudale (CC) in base a spessori del seno compresso (CBT) e metodi di diagnostica per immagini diversi (2D o 3D)

Proiezione CC	CBT [mm]	MGD per 2D [mGy]	MGD per 3D [mGy]
	20-30	0.81	1.22
	30-40	0.90	1.22
	40-50	1.03	1.47
	50-60	1.31	1.85
	60-70	1.54	2.35
	70-80	1.86	3.03
	80-90	2.21	3.51
	90-100	2.55	3.66

Tabella 2: Livelli diagnostici di riferimento per le MGD per immagine per una proiezione obliqua medio-laterale (MLO) in base a spessori del seno compresso (CBT) e metodi di diagnostica per immagini diversi (2D o 3D)

Proiezione MLO	CBT [mm]	MGD per 2D [mGy]	MGD per 3D [mGy]
	20-30	0.83	1.33
	30-40	0.90	1.42
	40-50	1.03	1.52
	50-60	1.28	1.89
	60-70	1.64	2.34
	70-80	2.12	3.04
	80-90	2.23	3.57
	90-100	2.96	4.06

Dosi a scopo medico

Art. 26 (ORaP)

Le esposizioni mediche si situano:

- nell'*ambito di dose debole* se portano a una dose efficace per il paziente inferiore a 1 mSv;
- nell'*ambito di dose medio* se portano a una dose efficace per il paziente compresa tra 1 mSv e 5 mSv;
- nell'*ambito di dose forte* se portano a una dose efficace per il paziente superiore a 5 mSv.

Ufficio federale della sanità pubblica

Esposizione alle radiazioni	Esempi di esami radiodiagnostici	Dose efficace
Molto bassa	Singoli denti, mano, gomito, piede, ginocchio	ca. 0,01 mSv (0,003–0,03)
Bassa	Scatola cranica, polmoni, anche	ca. 0,1 mSv (0,03–0,3)
Media	Bacino, ventre, colonna vertebrale, seno, tomografia computerizzata della testa e del collo	ca. 1 mSv []
Alta	Tomografia computerizzata della colonna vertebrale, del ventre o del bacino; angiografie; esami radiodiagnostici con mezzi di contrasto di reni, vie urinarie efferenti e apparato gastrointestinale	ca. 10 mSv []

Confronti dosimetrici

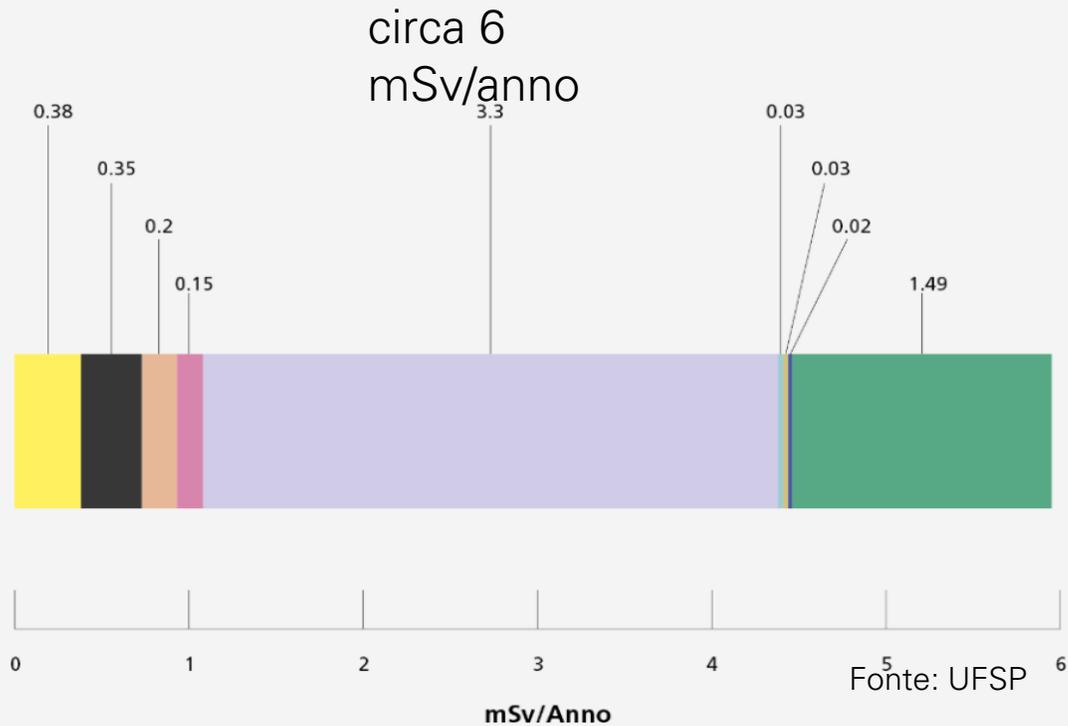
- ...millisievert, Gray, DMG, DSE, CTDI, DLP, dose efficace, PRI, megabequerel, millicurie, millirem, ecc... genera un vero e proprio labirinto da cui medici prescrittori, clinici e pazienti quando non addirittura gli stessi radiologi e operatori del settore non riescono più ad uscire...
- **Royal College of Radiologists** (0,02 mSv una proiezione del torace) che le linee guida della Commissione Europea hanno fortemente suggerito di esprimere il rischio radiologico in termini di equivalenti di radiografie del ne PA per farne meglio comprendere il rischio.
- In alternativa, le diverse procedure radiologiche possono essere paragonate alla radiazione ambientale cui ogni individuo è naturalmente esposto, esprimendo il valore della singola procedura in numero di giorni di radiazione ambientale in grado di produrre la radiazione prodotta dal singolo esame (*Background Equivalent Radiation Time, BERT*).

Dosi di radiazione di alcuni esami radiologici ed esami diagnostici in medicina nucleare

Esame		Dose [mSv]	Corrisponde a x volte la dose di radiazioni di una radiografia dei polmoni				
R = Radiografie/ esami radiologici ai raggi X N = Esami di medicina nucleare							
Radiografia degli arti	R	0.005	0.25	Esame del cranio, ricerca di tumori	N	4.8	240
Radiografia di un dente	R	0.02	1	Tomografia computerizzata della colonna vertebrale lombare	R	6.0	300
Radiografia dell'intero volume mascellare	R	0.2	10	Esame dell'intero corpo, ricerca di tumori	N	6.7	335
Esame della ventilazione polmonare (Tc-99m)	N	0.3	15	Tomografia computerizzata dei polmoni	R	7.0	350
Radiografia del seno femminile	R	0.4	20	Tomografia computerizzata del tronco	R	8.0	400
Radiografia del tronco	R	0.7	35	Esame dell'intero corpo, ricerca di tumori	N	10.0	500
Esame della tiroide (Tc-99m)	N	1.0	50	Radiografia dei vasi coronarici	R	7.0 - 14.0	350 - 700
Esame dei reni	N	1.1	55	Radiografia intervento per dilatare/riaprire vasi coronarici ristretti/chiusi	R	15.0 - 20.0	750 - 1000
Radiografia della colonna vertebrale lombare	R	1.5	75	Esame combinato dell'intero corpo (ibrido, PET-TC, F-18), ricerca di tumori e tomografia computerizzata	N	25.0	1250
Tomografia computerizzata del cranio	R	2.0	100				

Fonte: UFSP

- Radiazione cosmica
- Radiazione terrestre
- K-40 negli alimenti
- U e Th negli alimenti
- Radon in spazi abitativi
- Viaggi aerei
- Tabacco
- Industria, ricerca, siti contaminati
- Immagini mediche



Esposizione alle radiazioni in Svizzera

La mappa del radon mostra la probabilità [%] di superare il valore di riferimento di 300 Bq/m³ della concentrazione del radon negli edifici.

Office fédéral de la santé publique (OFSP)

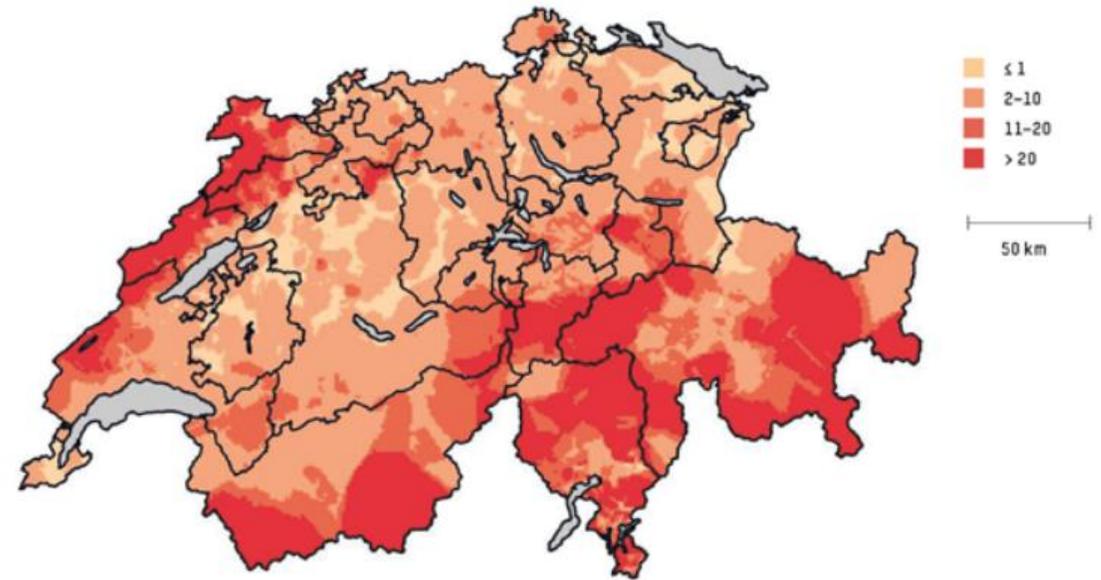
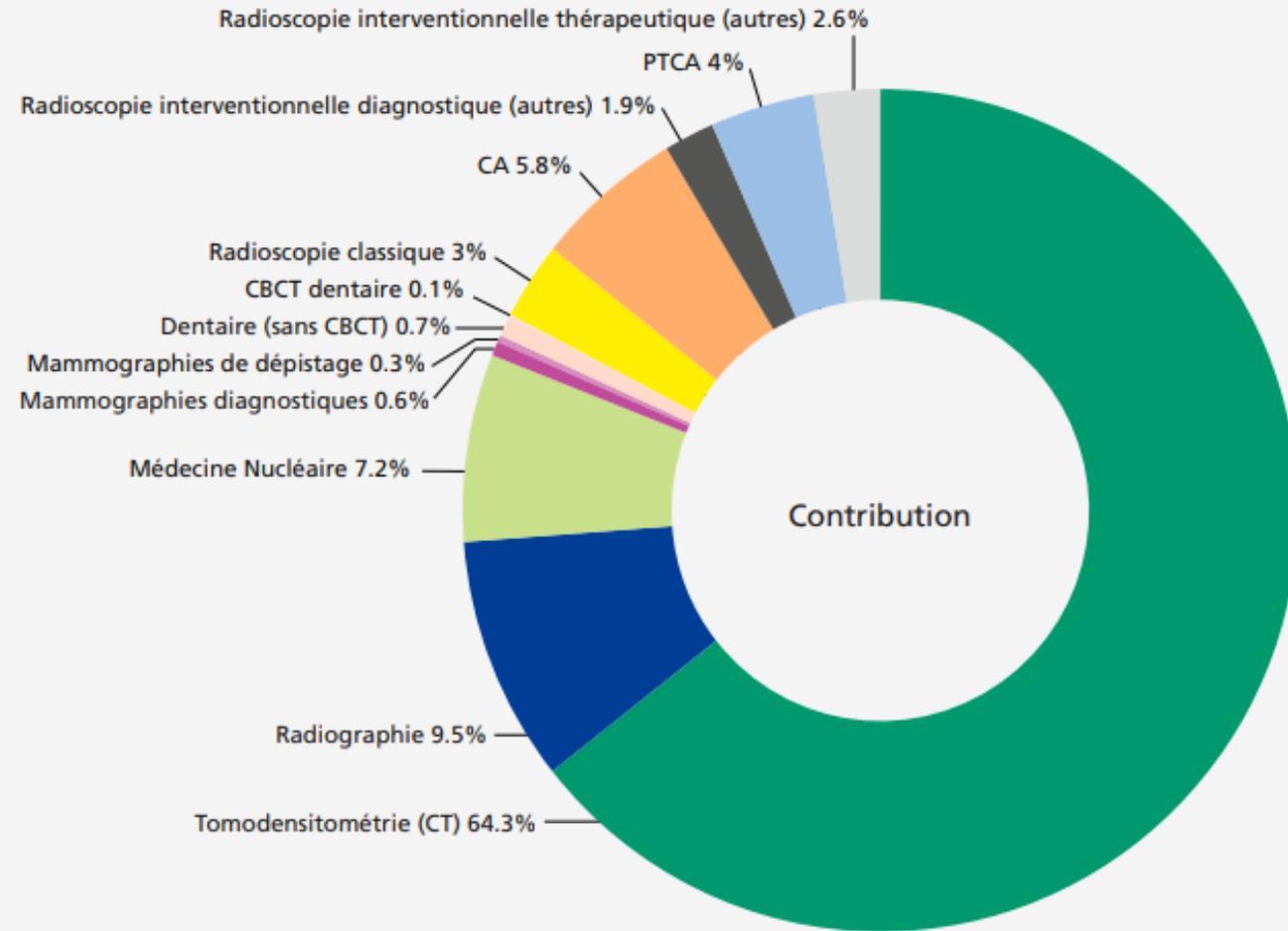
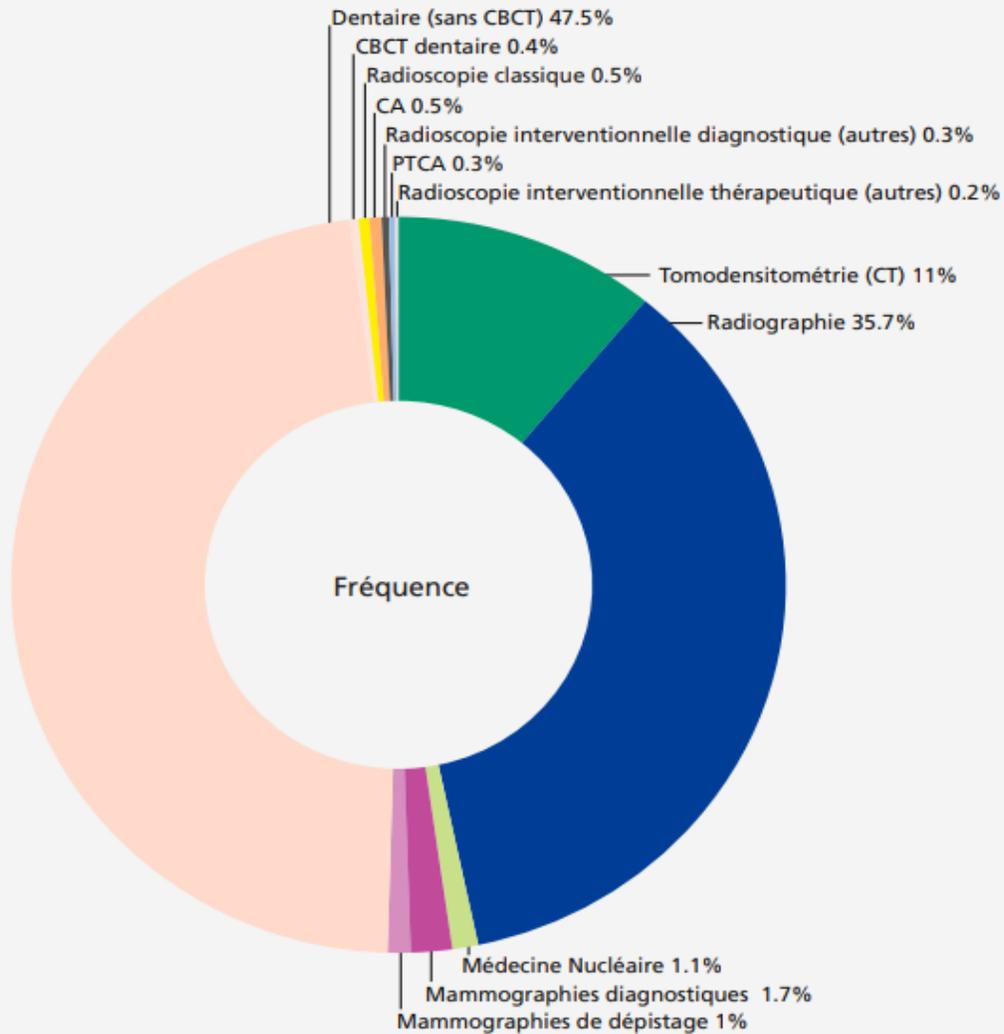


Figure 26
Carte indiquant la probabilité (en %) de dépasser le niveau de référence du radon de 300 Bq/m³ (OFSP, état 2018)

Esposizione medica artificiale



Esposizione medica e contributo della CT



Source: Institut de Radiophysique – exposition de la population suisse aux rayonnements ionisants d'origine médicale, 1998–2018 / exploitation OFSP ©OFSP

**Grazie per
l'attenzione**

