Med@TICE
Université Joseph Fourier Grenoble 1
ETUDES DE SANTÉ
Première Année Commune

www.medatice-grenoble.fr

UE3-1 : Biophysique

Chapitre 6 :

Radioprotection

Professeur Jean-Philippe VUILLEZ

Année universitaire 2011/2012

Université Joseph Fourier de Grenoble - Tous droits réservés.

Doses absorbée, équivalente, efficace

- **Dose absorbée** $D = \frac{dW_a}{dm}$

  représente une *énergie par unité de masse* (++++) unité :

  ***joule par kilogramme* ou gray (1 Gy = 1 J.kg^{-1})**

- **Dose équivalente : prend en compte la nature du rayonnement (en Sv)**

- **Dose efficace (En Sv… mais ce ne sont pas les mêmes sieverts…) : grandeur de <u>radioprotection,</u> uniquement pour les faibles doses**

Radioprotection

- Travailleurs exposés
- Public
- Patients

Radioprotection : philosophie générale

- **Principe de justification**
- **Principe d'optimisation**

(« ALARA »
=
***As Low As Reasonably Achievable*)**

- **Distinguer la prévention :**
  - **Des effets déterministes (accidents)**
  - **Des effets stochastiques : limiter au maximum les doses reçues…**

Effets nocifs des rayonnements

- **Prévention = radioprotection**
  - **pour le public**
  - **pour les patients**
  - **pour les travailleurs exposés**

- **Utilisation médicale des rayonnements**
  - **radioprotection pour les patients**
  - **radiothérapie**

- **Conduite à tenir après une irradiation accidentelle**
  - **fortes doses : effets déterministes → traitement…**
  - **<u>faibles doses :</u> gestion du risque…**
    - **mesures médicales = 0**
    - **mesures de correction pour éviter un nouvel incident… et les effets stochastiques…**
  - **cas particulier des femmes enceintes**

Radioprotection
des travailleurs exposés

On distingue :

- les personnes **Directement Affectées** à des Travaux utilisant des Rayonnements ionisants (DATR) ou catégorie A (par exemple les manipulateurs d'électroradiologie ou de médecine nucléaire).

- et les personnes **Non Directement Affectées** à des Travaux utilisant des Rayonnements ionisants (NDATR) ou catégorie B (par exemple les secrétaires médicales d'un service d'électroradiologie ou de médecine nucléaire).

Pour la catégorie A : depuis 1990, la CIPR a recommandé d'abaisser la norme, jusque là de 50 mSv par an au corps entier à 20 mSv sur 12 mois

Ceci est justifié par le fait que, par rapport au risque de mortalité par cancer dans la population générale qui est de 20 % environ, une dose annuelle de 50 mSv (soit 2,4 Sv cumulés au cours de la vie) entraîne d'après les études épidémiologiques les plus récentes :

- 8,6 % de probabilité de décès en plus (risque passant à 28,6 %)
- 1,7 % de risque supplémentaire de cancer non létal
- 1,7 % de détriment héréditaire
- 12 % de détriment total (préjudice)
- 13 années de vie perdues en moyenne par décès lié à un cancer radioinduit
- 1,1 année de perte d'espérance de vie à l'âge de 18 ans.

Mesures réglementaires
Personnes professionnellement exposées

Décret n° 2003-296 du 31 mars 2003

Pour la catégorie A :

"I. – La somme des doses efficaces reçues par exposition externe et interne ne doit pas dépasser 20 mSv sur 12 mois consécutifs.

II. – les limites de doses équivalentes pour les différentes parties du corps exposées sont les suivantes :

- pour les mains, les avant-bras, les pieds et les chevilles l'exposition reçue au cours de douze mois consécutifs ne doit pas dépasser 500 mSv ;
- pour la peau, l'exposition reçue au cours de douze mois consécutifs ne doit pas dépasser 500 mSv. Cette limite s'applique à la dose moyenne sur toute surface de 1 cm², quelle que soit la surface exposée ;
- pour le cristallin l'exposition reçue au cours de douze mois consécutifs ne doit pas dépasser 150 mSv."

Mesures réglementaires
Personnes professionnellement exposées

- Les personnels sont classés en catégorie A dès lors qu'il est possible (mais pas forcément réalisé) qu'ils reçoivent 6 mSv ou plus sur 12 mois consécutifs.

- Cela signifie que pour les travailleurs exposés de catégorie B (=non en catégorie A) le seuil à ne pas dépasser sur 12 mois consécutifs est de 6 mSv.

Radioprotection des personnels
(« principe ALARA »)

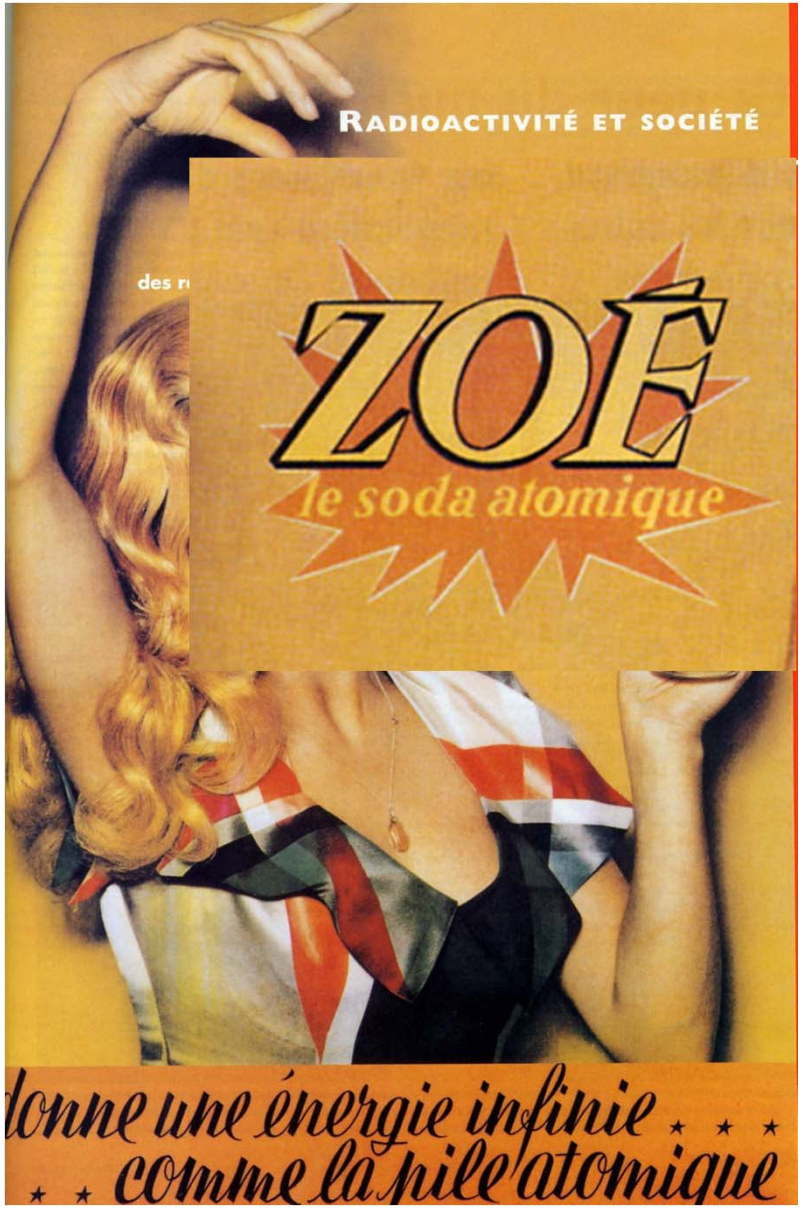
- **s'éloigner ! (~ 1/d²)**
- **facteur temps**
- **écrans *(plombés...)***

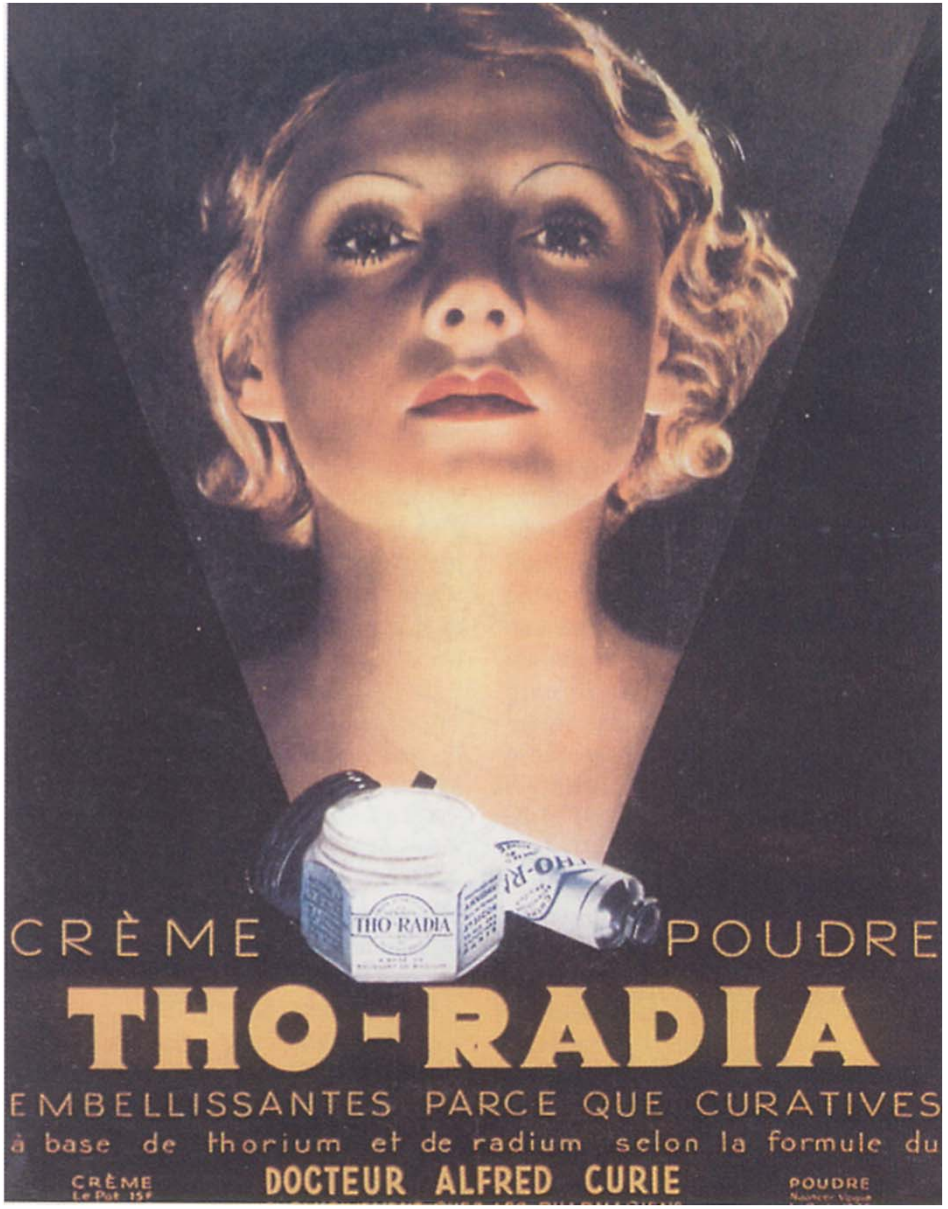
Radioprotection du public

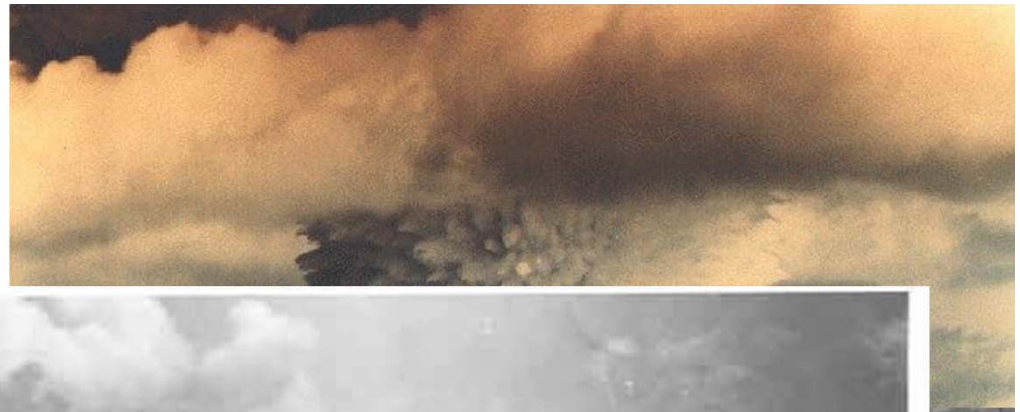
< 1 mSv / an

Rayonnements et environnement (et santé)

- Des réalités physiques
- Beaucoup de subjectivité
- Comparaison aux autres risques ?
- Prise en compte des avantages?
- Perception différente selon les époques…


ZOÉ
le soda atomique
donne une énergie infinie
comme la pile atomique


CRÈME
POUDRE
THO-RADIA
EMBELLISSANTES PARCE QUE CURATIVES
à base de thorium et de radium selon la formule du
DOCTEUR ALFRED CURIE
CRÈME
POUDRE



Paul W. Tibbets
Col. USAF
Pilot: The Enola Gay

Donc le problème…

- Comprendre (information, réflexion…)
- Identifier les risques
- Évaluer ces risques (en absolu et en relatif)
- Adopter des mesures adaptées
  - drastiques quand nécessaire…
  - … et limitées (voire nulles!) lorsque inutiles!
- Dépassionner le débat…

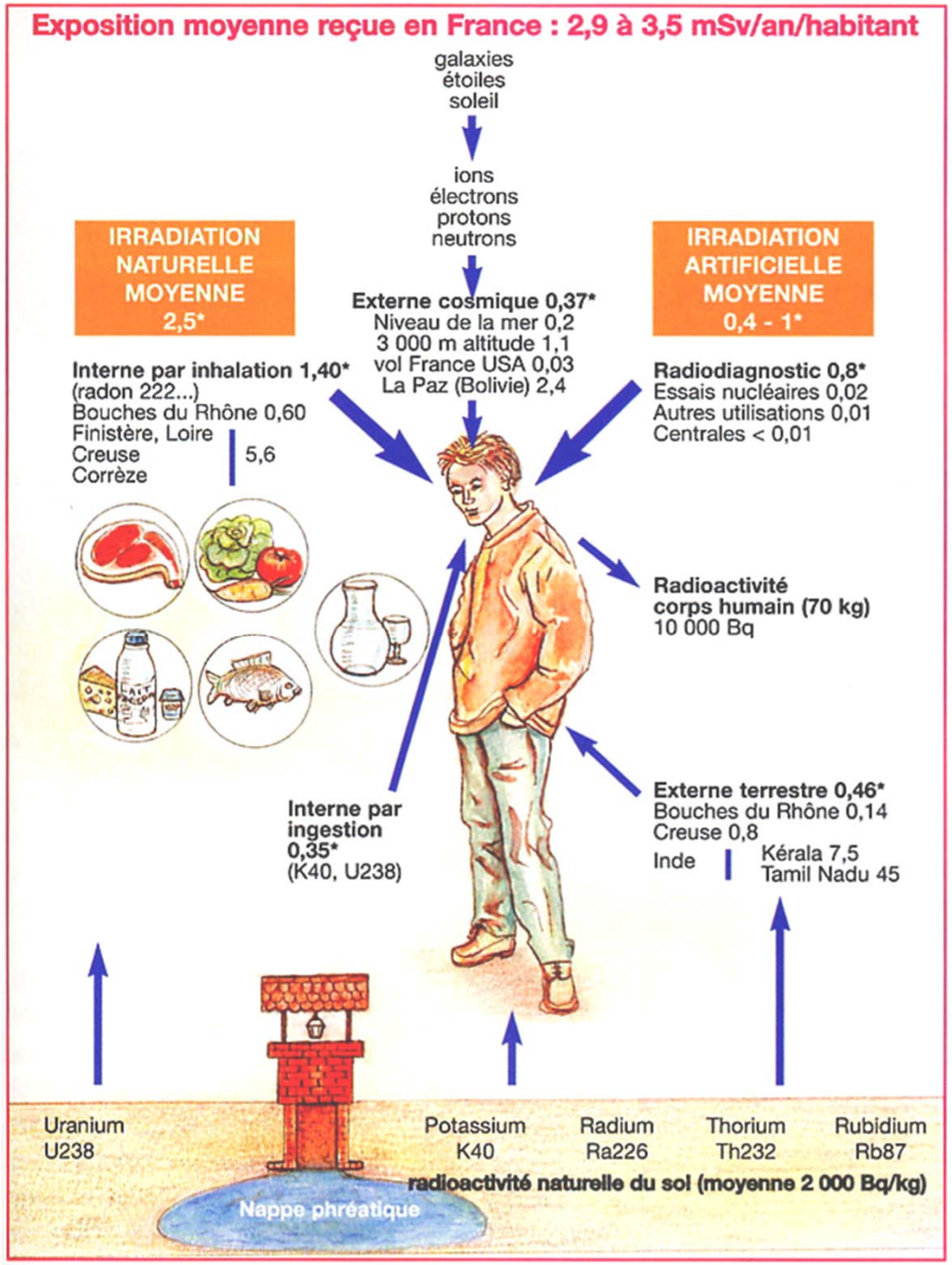
« Rien n’est poison,
tout est poison, ce qui fait le poison
c’est la dose »

Théophrastus Bombrastus von Hohenheim, dit Paracelse

Médecin suisse du 16ème siècle

Rayonnements ionisants : les sources

- **Radioactivité du sol**
- **Rayonnements cosmiques**
- **Radioactivité interne**
  - **Inhalée (radon +++)**
  - **Ingérée (chaîne alimentaire)**
- **Rayonnements d'origine humaine (utilisations médicales +++)**


Exposition moyenne reçue en France : 2,9 à 3,5 mSv/an/habitant
galaxies
étoiles
soleil
ions
électrons
protons
neutrons
IRRADIATION NATURELLE MOYENNE 2,5*
IRRADIATION ARTIFICIELLE MOYENNE 0,4 - 1*
Externe cosmique 0,37*
Niveau de la mer 0,2
3 000 m altitude 1,1
vol France USA 0,03
La Paz (Bolivie) 2,4
Interne par inhalation 1,40*
(radon 222...)
Bouches du Rhône 0,60
Finistère, Loire
Creuse
Corrèze
5,6
Radiodiagnostic 0,8*
Essais nucléaires 0,02
Autres utilisations 0,01
Centrales < 0,01
Radioactivité corps humain (70 kg)
10 000 Bq
Interne par ingestion 0,35*
(K40, U238)
Externe terrestre 0,46*
Bouches du Rhône 0,14
Creuse 0,8
Inde
Kérala 7,5
Tamil Nadu 45
Uranium U238
Potassium K40
Radium Ra226
Thorium Th232
Rubidium Rb87
radioactivité naturelle du sol (moyenne 2 000 Bq/kg)
Nappe phréatique

(Source : SFRP)

RADIOACTIVITÉ NATURELLE ET RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE

Les différentes sources

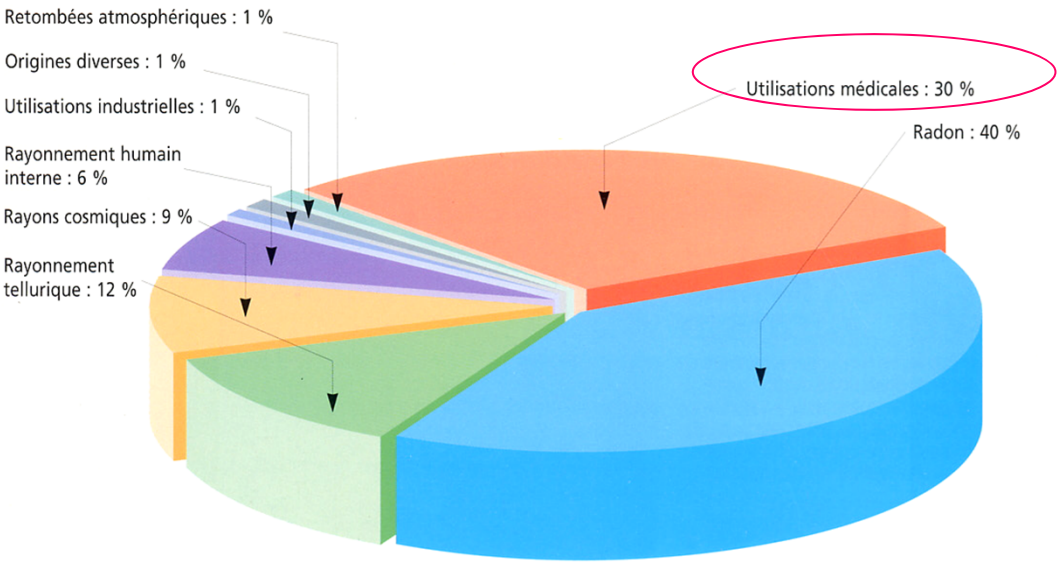


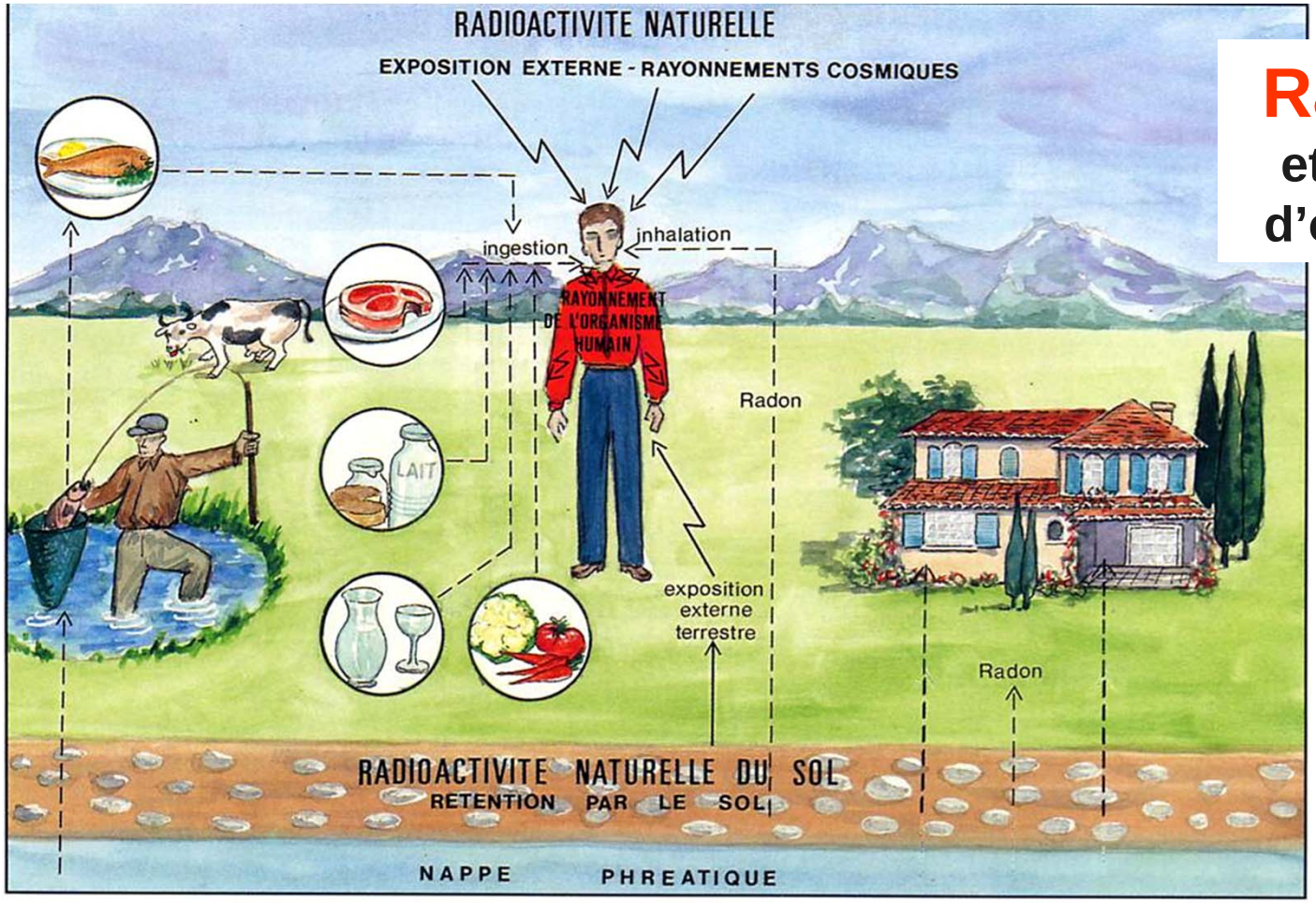
TABLEAU N°1 (cf p.3) : BILAN DE L'EXPOSITION À L'IRRADIATION NATURELLE (mSv/an) D'APRÈS L'UNSCEAR 88

Sources	Voies d'exposition	Estimations UNSCEAR	
		Moyennes mondiales	Groupes exposés
Cosmique	• Irradiation externe • Exposition interne (C14)	0,35 0,015	1,100 (à 3000 m)
Tellurique	• Irradiation externe	0,410 (1)	1 à 10 (certaines régions de l'Inde et du Brésil) 0,9 (Creuse-Loire)
	• Ingestion Potassium 40 Rubidium 85 Chaîne U 238 Plomb, Polonium Autres Chaîne Th 232	 0,180 0,006 0,120 0,020 0,010	 1,2 0,07 à 0,2 (2) 0,07 à 0,25
	• Inhalation Radon Autres	 1,260 (3) 0,012	 5,700 (Finistère, Creuse, Loire) 0,052 (fumeurs)
Total		2,4	

(1) 0,15 pour K 40 - 0,10 pour U 238 - 0,16 pour Th 232.
(2) Extrêmes individuels possibles : ex. 20 mSv pour une alimentation en eau très chargée en radon.
(3) Extrêmes individuels possibles : ex. 25 mSv pour une maison à 800 Bq/m³.

(Source : Médecins et rayonnements ionisants 1995 – n°9)

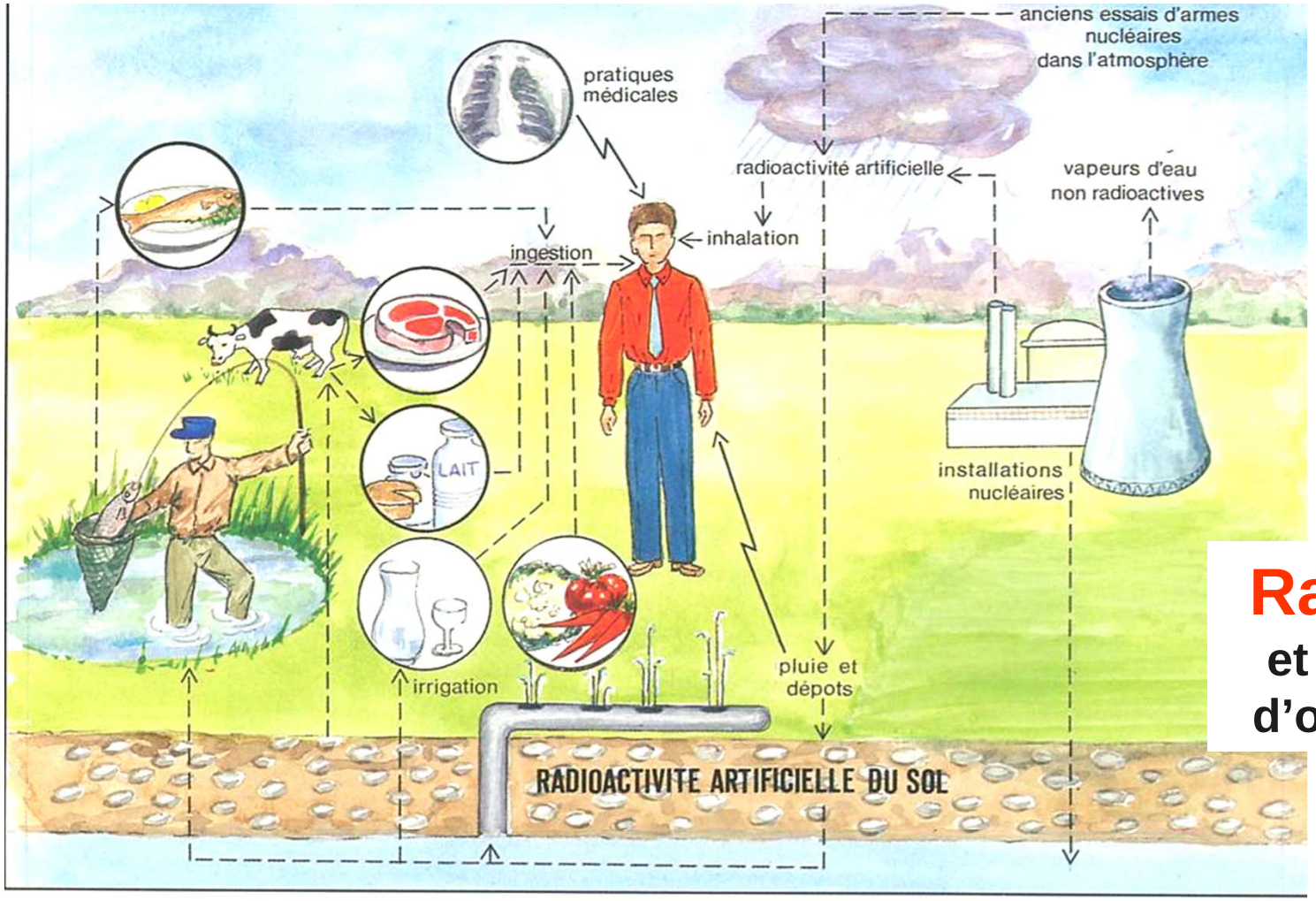
Radioactivité
et rayonnements d'origine *naturelle*



Quelques valeurs moyennes relatives à la radioactivité naturelle

Activité moyenne de la croûte terrestre	2000 Bq/kg
Activité des engrais phosphatés	5000 Bq/kg
Activité des pommes de terres	150 Bq/kg
Activité de l'eau de mer	12 Bq/l
Activité du lait	80 Bq/l
Activité du corps humain	4000 Bq

Pour mieux se rendre compte de l'importance de la radioactivité naturelle à l'échelle terrestre, on peut retenir que le sol de la France, sur un mètre de profondeur, contient 10^{16} Bq d'uranium soit environ un million de tonnes d'uranium. L'uranium est à l'origine du radon, gaz radioactif, qui se dégage en permanence du sol et se concentre dans tous les batiments et maisons.



Radioactivité

et rayonnements d'origine *humaine*

(Source : Société Française de RadioProtection)

Quelques valeurs relatives à la protection des populations

Limite d'équivalent de dose annuel (décret du 18 Avril 1988)	5 mSv
Activité incorporée délivrant un équivalent de dose de 5 mSv	
césium 137	370 000 Bq
iode 131	350 000 Bq
tritium	300 000 000 Bq
Niveau d'activité des aliments fixé par l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S) pour la libre circulation des aliments :	1 250 Bq/kg

Rayonnement d'origine cosmique

- **Exposition augmente avec l'altitude (vols en avion ++)**

- **Rayonnements cosmiques = noyaux d'hydrogène (protons), d'hélium (particules α) et de noyaux d'atomes plus lourds (fer, nickel) ainsi que des électrons**

- **Ce rayonnement interagit avec l'atmosphère et crée des particules secondaires (neutrons, ions, électrons) qui peuvent atteindre la surface de la terre.**

Contamination radioactive

- **Période :**
  - **Radioactive ou physique T_p**
  - **Biologique**
  - **Effective : $T_e = T_p.T_b/(T_p+T_b)$**

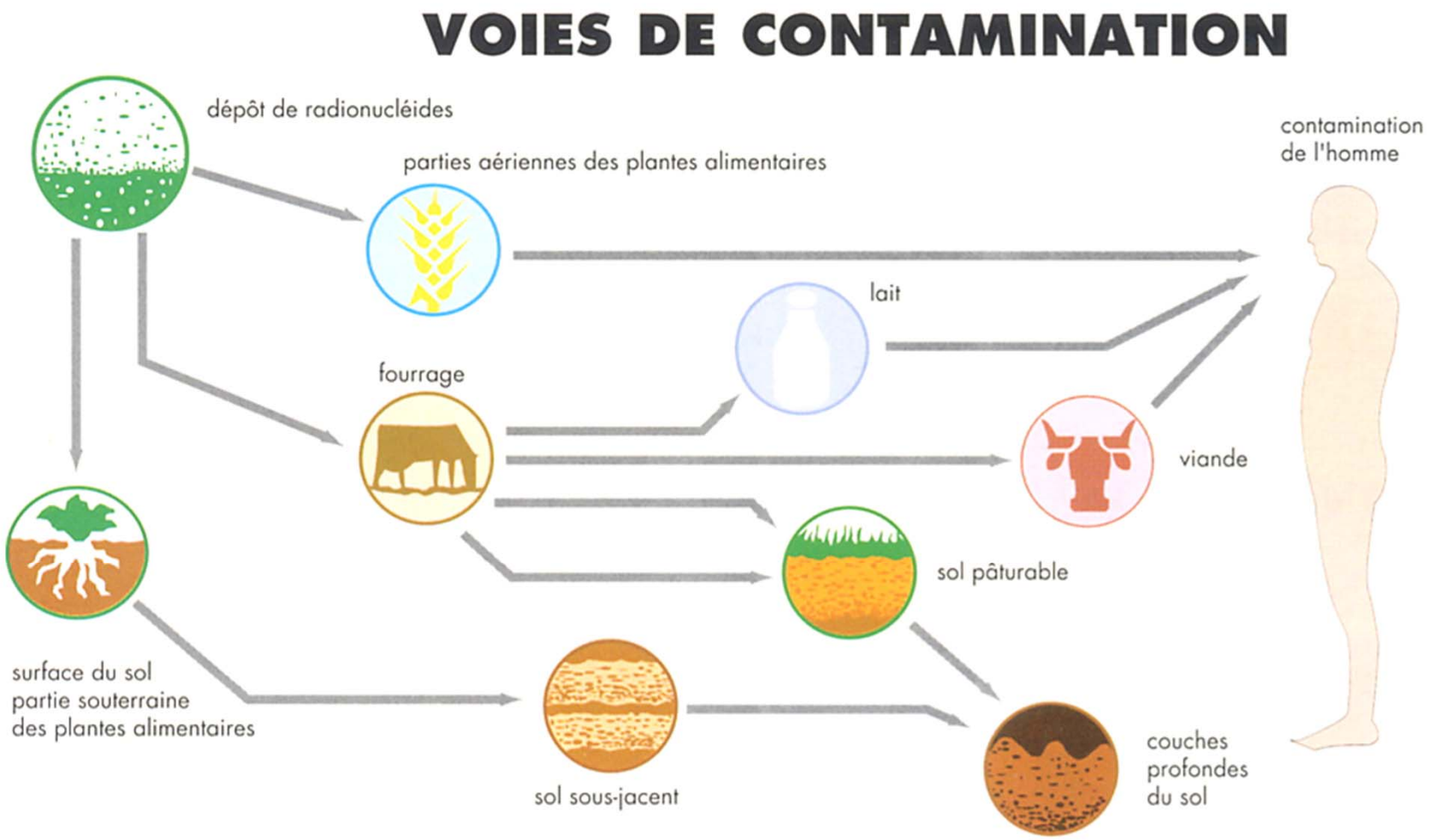
- **Facteurs de nocivité de l'exposition interne par contamination :**
  - **Voie d'absorption**
  - **Activité incorporée**
  - **Nature du radioisotope (W_R)**
  - **Caractéristiques physiques : période,**

Protection contre le risque de CONTAMINATION

- Gants (2 paires)
- Blouses, vêtements spécifiques
- Lunettes, masques, charlottes…
- Protections +++ des sites d'injection, du matériel

- Poubelles dédiées

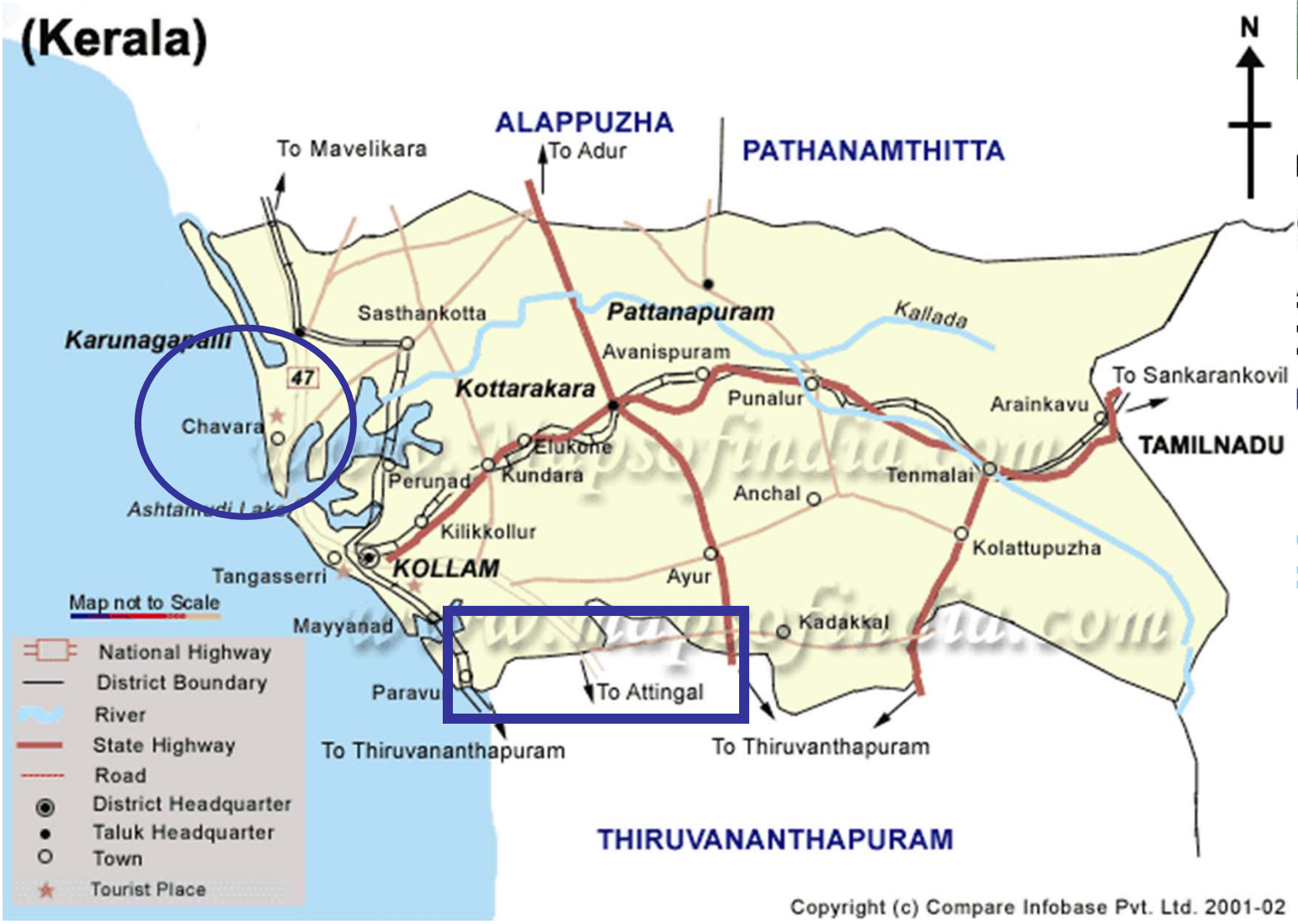
Les transferts de radioactivité
De l'environnement à l'homme



Contamination radioactive

	Période physique	Nature du ray^t	Absorption digestion	Absorption inhalation	Organe cible	Période biologique
Césium ^{137}Cs	33 ans	β, γ	●		muscle	> 15 jours
Iode ^{131}I	8 jours	β, γ	●		thyroïde	> 30 jours
Plutonium ^{239}Pu	244 siècles	α	○	●	os, tube digestif, poumon	> 100 ans
Ruthénium ^{106}Ru	1 an	β^-	○		rein	> 20 jours
Strontium ^{90}Sr	28 ans	β^-	●	○	os, rein, foie, vessie	> 200 jours
Uranium ^{238}U	45.10^6 siècles	α	○	○	poumon, os	> 100 jours

relle



cun des
gère,
dium 228
papaye et
péen.

ont pas

Radioactivité naturelle
es denrées alimentaires

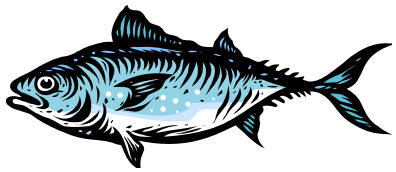
- **Etat de KERALA, au sud-ouest de l'Inde : chacun des 70 000 habitants de la région de CHAVARA ingère, chaque jour, <u>1 Bq de radium 226 et 6 Bq de radium 228</u> sous forme de manioc, de piment, d'œuf, de papaye et de noix de coco, soit 60 fois plus qu'un européen.**

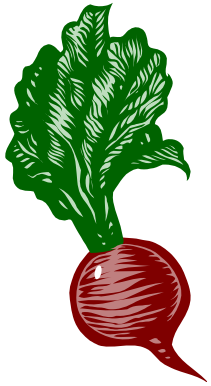
- ***Les enquêtes les plus récentes <u>n'ont pas permis de mettre en évidence une augmentation de la fréquence des cancers</u> parmi cette population***

Radioactivité naturelle des denrées alimentaires

- **En 1994, la radioactivité des aliments, moyennée pour l'ensemble du territoire français est due essentiellement à la radioactivité naturelle supplémentée des quelques becquerels relatifs au reliquat de carbone 14 généré par les essais nucléaires atmosphériques** ***(d'après R Paulin).***

- **Dans notre assiette : ≈ 165 Bq par jour**





Radioéléments naturels dans l'alimentation

(Régions à radioactivité normale)

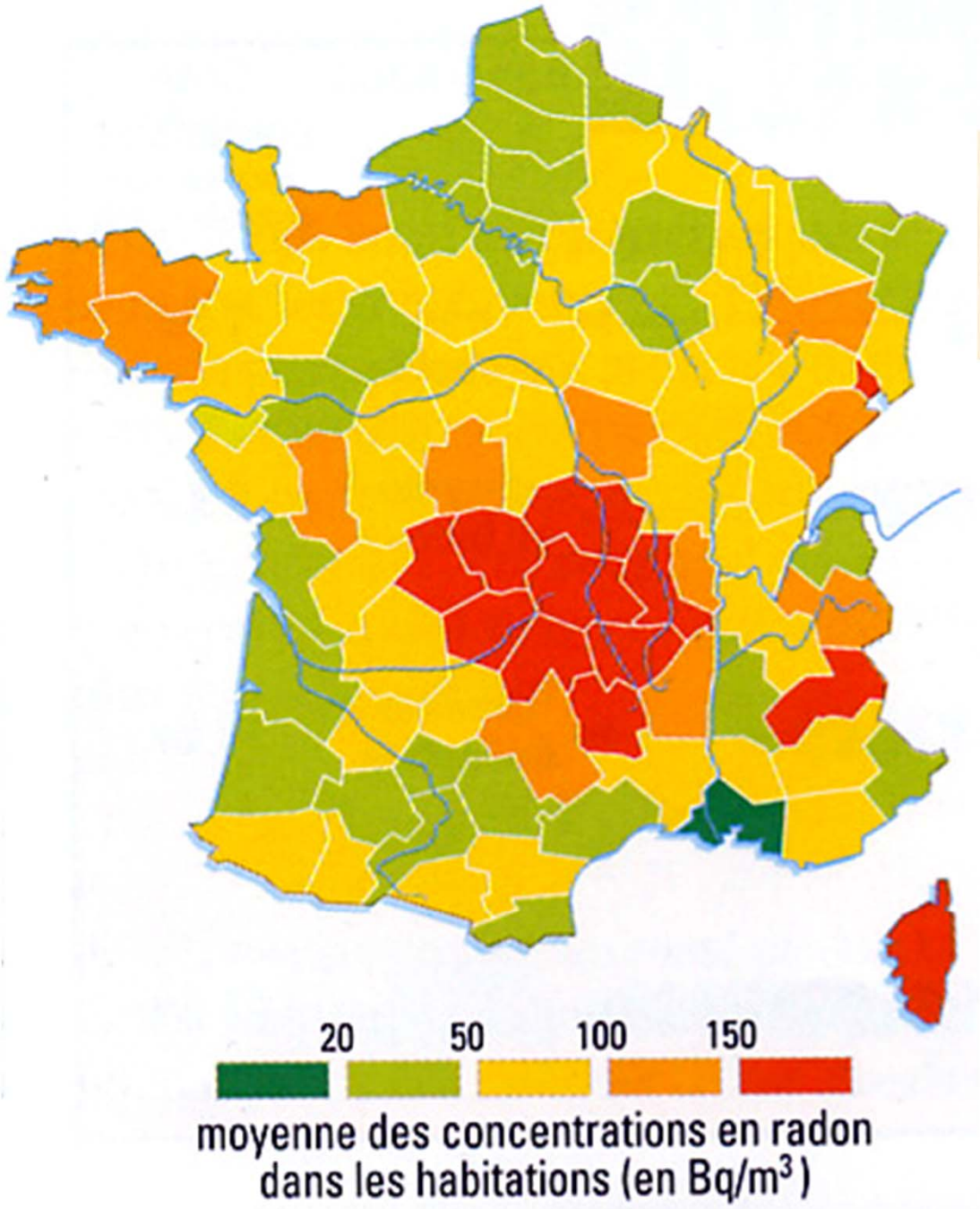
Radioélément	Période physique	Apport alimentaire
d'origine cosmique		
3H Tritium	12,3 ans	500 Bq/an
14C Carbone 14	5730 ans	22 000 Bq/an
d'origine terrestre		
40K Potassium 40	1,3 milliards d'années	37 000 Bq/an
87Rb Rubidium 87	48 milliards d'années	800 Bq/an
238U Uranium 238	4,5 milliards d'années	10 Bq/an
226 Ra Radium 226	1620 ans	30 Bq/an
210 Pb Plomb 210	22,2 ans	40 Bq/an
210 Po Polonium 210	138 j	40 Bq/an
232 Th Thorium 232	14 milliards d'années	10 Bq/an
228 Ra Radium 228	5,7 ans	45 Bq/an
(et ses produits de filiation)		

Radioactivité naturelle des denrées alimentaires

- **En conclusion : 99 % de la radioactivité contenue dans les aliments sont d'origine naturelle.**
- **Il n'y donc pas à paniquer…**
- **… ni à faire n'importe quoi!**
- **Précaution ≠ risque présent : le risque en la matière est très éloigné, donc les mesures efficaces, et le dépassement des normes non dramatique**

Le problème du radon (radon 222)

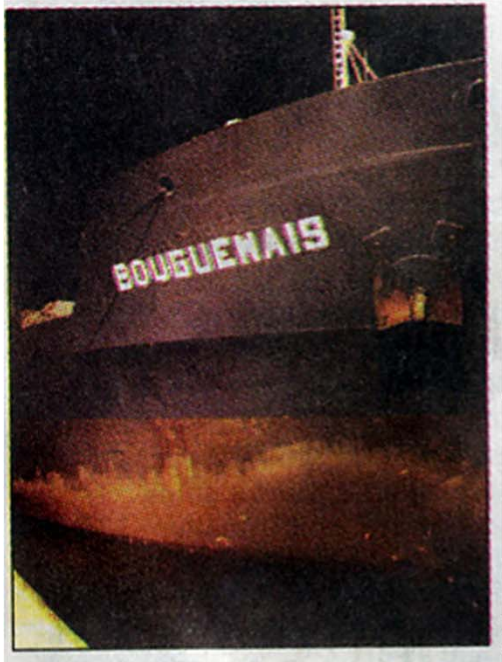
- **Radon : produit de désintégration de l'uranium**
  - **Le sol de la France, sur 1 m de profondeur, contient 10^{16} Bq d'uranium soit environ un million de tonnes**
- **C'est un gaz…inodore, inerte et sans saveur**
- **Se dilue dans l'air… sauf si confinement : habitations mal ventilées…**
- **Études de références : mineurs**



Le problème du radon (radon 222) : exposition domestique

Estimation :
exposition moyenne annuelle
à 200 Bq.m^{-3}
$\cong$
3,5 mSv/an

La question des déchets nucléaires



NUCLÉAIRE

Déchets interdits

A la demande de Greenpeace, le tribunal de Cherbourg, statuant en référé, a interdit, jeudi 15 mars, le déchargement de déchets nucléaires australiens transportés par le *Bouguenais*. Le tribunal souligne que la Cogema n'a pas demandé l'autorisation de retraiter ces matières hautement radioactives. Pour les juges, l'usine de la Cogema de la Hague s'apprêtait donc à stocker des déchets étrangers, ce qui est interdit

tinés à l'usine de retraitement de La Hague (Manche). ● LE TRIBUNAL constate que la Cogema n'a pas demandé l'autorisation de retraiter ces combustibles hautement radioactifs. Elle en conclut donc que la Cogema souhaite stocker des déchets étrangers, ce qui est interdit par la loi de 1991. ● LA COGEMA rétorque dans un communiqué que *« tous les combustibles entrant sur le site de La Hague sont destinés à y être traités et en aucun cas stockés »*. Elle a annoncé son intention de faire appel ● LA MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT, Dominique Voynet, affirme au *Monde* que la Cogema n'aura pas l'autorisation de retraiter ces matières, car cela *« violerait l'accord Verts-PS de gouvernement »*.

ɛrdit le déchargement de combustibles irradiés à La Hague

nal de Cherbourg constate que la Cogema n'a pas l'autorisation de retraiter ces matières nucléaires hautement radioactives ur les juges, l'usine de la Cogema s'apprête donc à stocker des déchets étrangers, ce qui est interdit par la loi de 1991

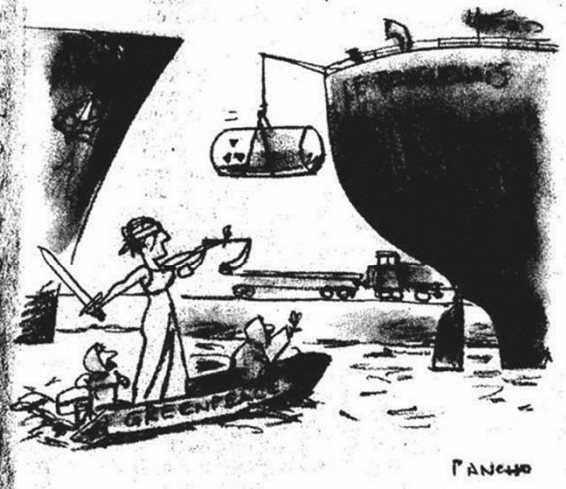
r même. En 1999, la Cogema passé un contrat par lequel engageait à stocker et retrai- combustible usé des réac- de recherche d'un institut de rche australien, l'Ansto. combustible est différent des ustibles usuels des réacteurs aires exploités par EDF et és habituellement dans l'usi- La Hague. Il présente une r élevée en uranium 235 et traitement présente des ris- particuliers. Un premier lot combustible est arrivé en La Hague et un deuxième rti le 23 janvier d'Australie, ivé le 15 mars à Cherbourg. tion de la Cogema était de harger sitôt arrivé et de l'en- er dans son usine dans l'at- l'un retraitement.

LENCE DE LA LOI »

de l'audience, Greenpeace, entée par Me Alexandre Faro, mé que ce débarquement uait un *« trouble manifeste- licite »*. En effet, la Cogema ose pas d'autorisation pour r ce matériau hautement tif. De plus, affirme-

raient effectuer ce traitement, soit n'en ont pas la possibilité juridique, soit sont obsolètes et doivent fermer prochainement. En l'absence de retraitement prévisible, les matières radioactives constituent, selon l'avocat de Greenpeace, des déchets. Leur entreposage enfeindrait donc la loi de 1991, qui dispose, dans son article 3, que le stockage en France de déchets radioactifs importés est interdit sur le territoire national.

La Cogema, représentée par Me Patrick-André Martin, a reconnu qu'elle ne disposait pas d'autorisation de retraitement pour ces combustibles australiens. L'entreprise a cependant souligné que le contrat avec l'Ansto était encadré par un échange de lettres entre les gouvernements français et australien et que la Cogema disposait d'une autorisation de déchargement et d'entreposage déléguée par la Direction de la sûreté des installations nucléaires (DSIN). Pour l'avocat, ces combustibles sont destinés à être retraités un jour. Ils ne constituent donc pas des déchets. Aux yeux de la Cogema, le tribunal



Dans son jugement, le tribunal donne droit à l'argumentation de Greenpeace. Il estime que la Cogema *« se réfugie derrière le silence de la loi »*, c'est-à-dire son imprécision *quant au choix fait de ne pas solliciter »* une autorisation de retraitement. En raison de l'incertitude « sur *le devenir des combustibles usés à bord du Bouguenais* », le tribunal

déchets » – de surcroît *« hautement radioactifs »*. Considérant que *« dans un tel contexte »*, le déchargement de ces déchets constituerait un *« dommage »*, le tribunal des référés l'interdit jusqu'à ce que la Cogema produise des autorisations de retraitement.

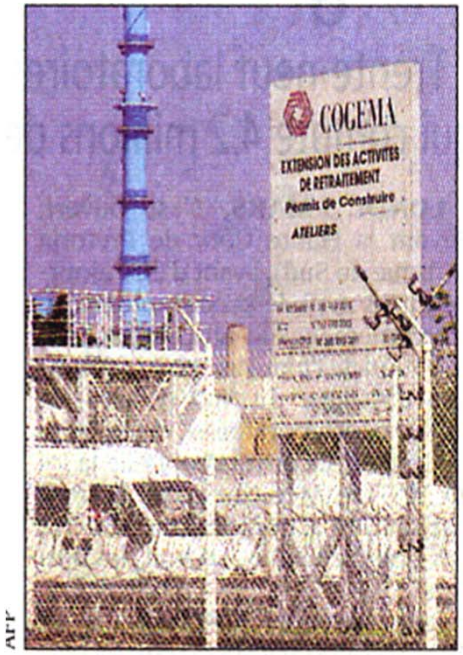
La Cogema a annoncé qu'elle ferait appel de cette décision. Dans un communiqué, elle affirme qu'elle *« dispose de toutes les autorisations nécessaires au transport, au déchargement, à la réception et à l'entreposage de ces matières »* et que ces autorisations *« lui ont été délivrées par la Direction de la sûreté des installations nucléaires, dans le cadre de l'accord intergouvernemental franco-australien du 27 août 1999 couvrant cette opération et publié au* Journal Officiel *du 7 janvier 2000 »*.

La Cogema précise aussi que *« tous les combustibles entrant sur le site de La Hague sont destinés à y être traités et en aucun cas stockés, ce qui serait contraire aux règles régissant le fonctionnement de l'établissement et la loi du 30 décembre 1991 »*.

Déchets radioactifs : définition

- **Selon l'OCDE :** « toute matière (gazeuse, liquide ou solide) contenant des radionucléides en concentration supérieure aux valeurs que les autorités compétentes considèrent comme admissibles dans les matériaux propres à une utilisation sans contrôle et pour laquelle aucun usage n'est prévu »…

Déchets radioactifs : quid ?



AFP

DÉCHETS NUCLÉAIRES

Le Mox caché de la Hague

Alors que la loi de 1991 interdit le stockage en France de déchets étrangers, près de 50 tonnes de combustible Mox irradié allemand sont conservées à la Hague (Manche), sans autorisation de retraitement. Le Mox, ce mélange d'uranium et de plutonium, est beaucoup plus chaud et beaucoup plus radioactif que le combustible standard à l'uranium, déjà considéré comme très dangereux. p.10

Et Tchernobyl ?

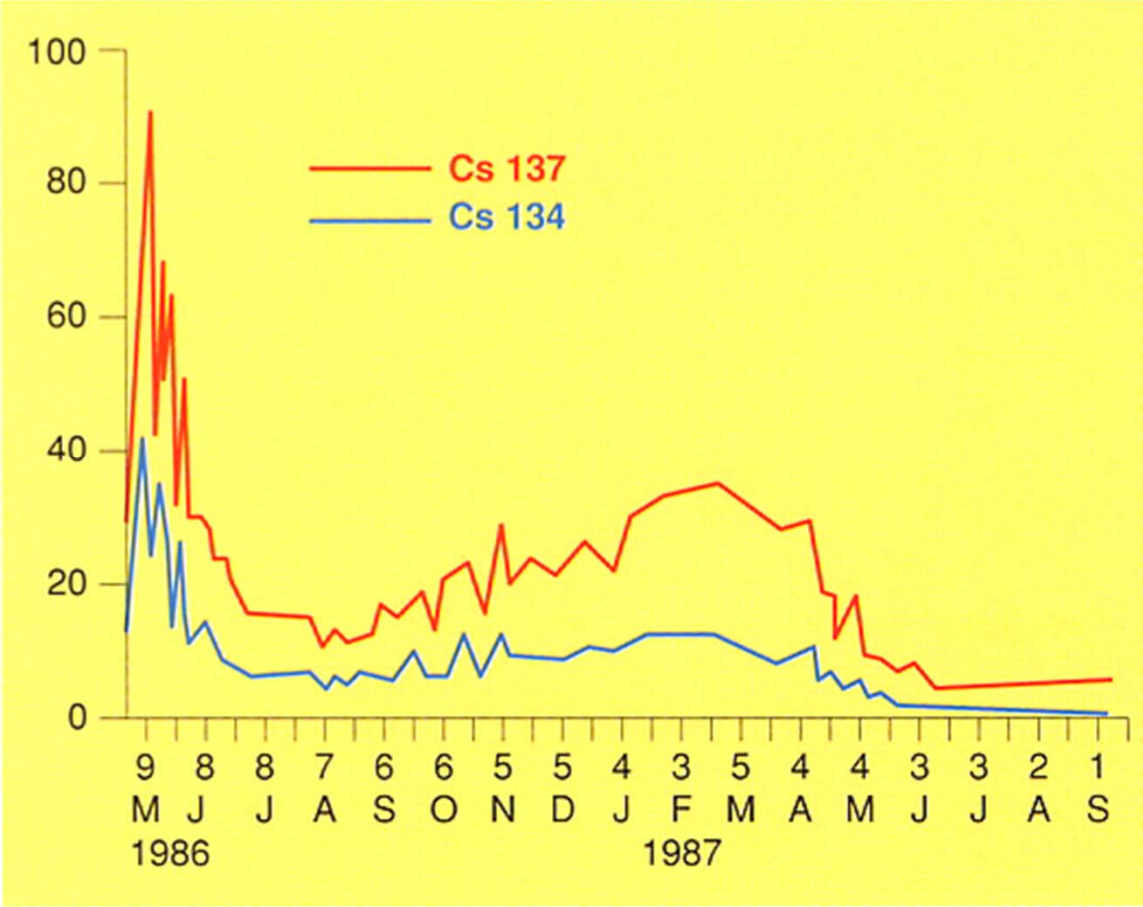


Figure 1 : variations des concentrations en Bq/l du césium 134 et du césium 137 dans le lait de vache en Italie, après l'accident de Tchernobyl.
1er pic : début mai 1986 (135 Bq/l de césium)
2e pic : début mai 1987 (42 Bq/l de césium)

⇨165 Bq par jour dans notre assiette
⇨Kérala…

Source : médecins et rayonnements ionisants 1995 n°10

Radioprotection des patients

Directive EURATOM 97/43
(conseil 30/06/97)

- **Justification**
- **Optimisation**
- **Responsabilité**

A pris effet le 23 mars 2000…

Radioprotection des patients
(« principe ALARA »)

- **1er principe : JUSTIFICATION**
- **2ème principe : OPTIMISATION**

Justification

- « les **expositions à des fins médicales**… doivent, si l'on compare les avantages globaux qu'elles procurent, y compris les avantages médicaux directs pour la personne concernée et les avantages pour la société, présenter un **avantage net suffisant** par rapport au préjudice individuel qu'une exposition pourrait provoquer, en tenant compte de l'efficacité ainsi que des avantages et des risques **d'autres techniques disponibles ayant le même objectif mais n'impliquant aucune exposition ou une exposition moindre** à des rayonnements ionisants. »

Justification
(premier principe de la CIPR)

- **« aucune pratique ne doit être adoptée à moins que son introduction ne produise un bénéfice net »**
- **Pour la radiologie : justifier l'utilisation des rayons X**
- **Pour la médecine nucléaire : il s'agit de *justifier l'administration de <u>médicaments radioactifs</u> à des <u>patients</u>***

Justification

- **En particulier :**
  - a)
    - Tout nouveau type de pratique impliquant des expositions à des fins médicales est justifié avant d'être généralement adopté
    - Les types de pratique impliquant des expositions à des fins médicales peuvent être revus à la lumière de connaissances nouvelles et importantes concernant leur efficacité ou leurs conséquences
  - b) toutes les expositions individuelles à des fins médicales sont justifiées préalablement en tenant compte des objectifs spécifiques de

Justification

– **« Si un type de pratique impliquant une exposition à des fins médicales n’est pas justifié d’une manière générale, une exposition individuelle déterminée de ce type peut être justifiée dans des *conditions particulières* qu’il convient d’évaluer cas par cas … »**

Optimisation
(second principe de la CIPR)

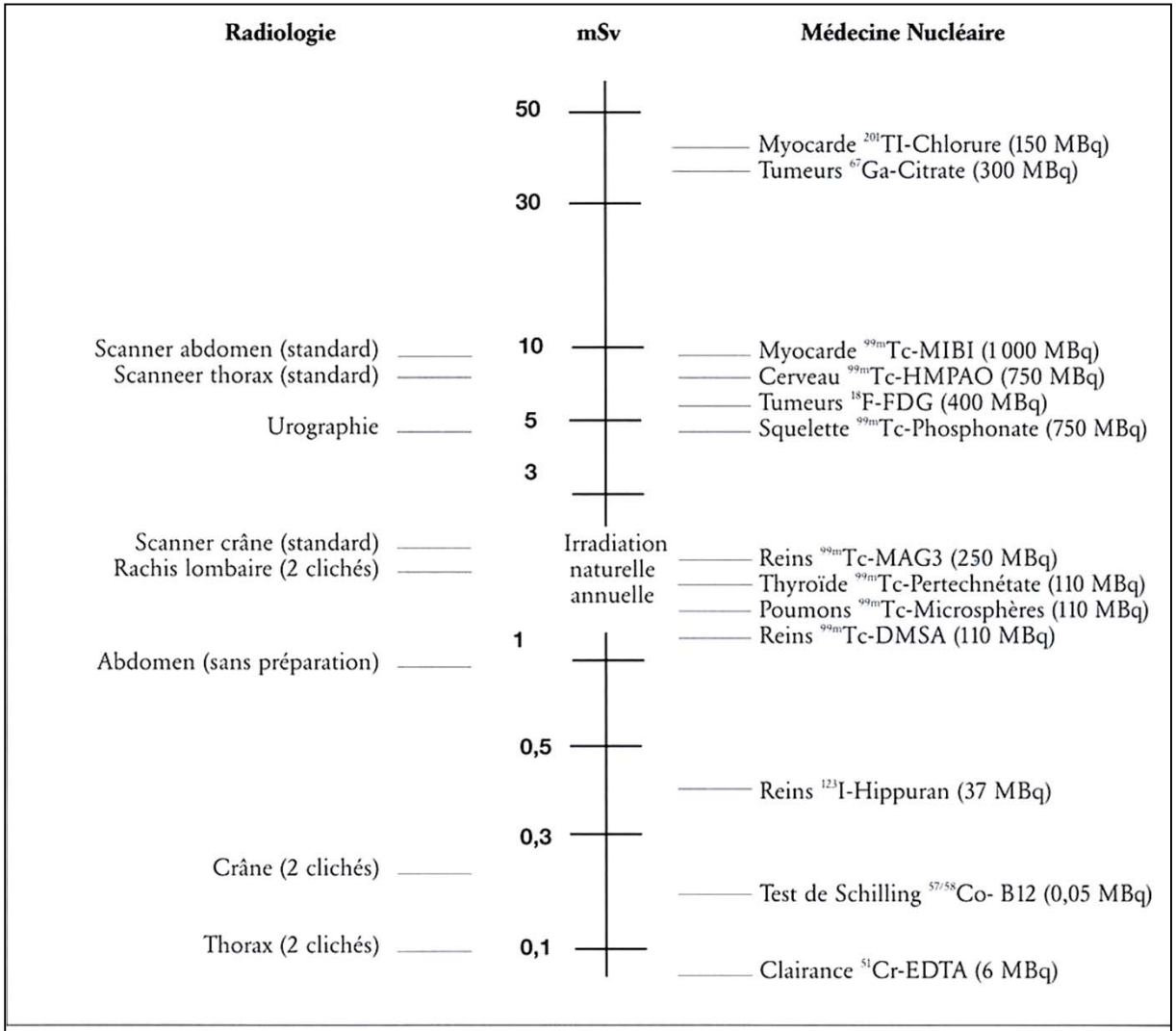
- … « toutes les expositions doivent être maintenues au niveau le plus bas que l’on pourra raisonnablement atteindre… »

Optimisation :

↳ il s'agit de produire une information de bonne qualité

- Qualité de l'appareillage… maintenance et contrôle de qualité
- Indications cliniques ++++ ; existe-t-il une alternative ?
- Contraintes techniques

Dose délivrée par quelques examens courants



Pour les examens radiologiques, les données sont tirées de :
- Radiation Exposure in Computed Tomography, Editeur H.D. NAGEL, COCIR, 2000 [17].
- Radiation Protection 118, Referral Guidelines for Imaging, European Commission, 2001 [18].
Pour les examens scintigraphiques, les activités administrées sont données à titre indicatif.

Directive EURATOM 97/43

- **Moyens**
- **Outils**
- **Finalités**

Directive EURATOM 97/43

- **Moyens**
  - **Assurance qualité et procédures écrites**
  - **Expert en physique médicale**
  - **Contrôle de qualité des équipements**
  - **Évaluation de la dose patient ; dose engagée**
  - **Traçabilité**
  - **Formation initiales et formations continues à la radioprotection**

- ***Outils***
- ***Finalités***

Directive EURATOM 97/43

- *Moyens*

- **Outils**
  - **Dose efficace : cette notion a des limites mais elle est indispensable (notion de cumul)**
  - **Permet un suivi tout au long de la vie**
  - **Instructions écrites et conseils pour les patients injectés…**

- *Finalités*

Dose efficace (E)

- **Prend en compte le *risque tardif total* résultant de l 'exposition de plusieurs organes ou tissus de radiosensibilité différente**
- ***(Directive Euratom 13 mai 1996)***
- **N'a de sens que pour les risques *stochastiques***
- $E = \Sigma (W_T.H_T)$
- **S 'exprime en Sievert (Sv) si la dose absorbée s 'exprime en Gy**
- **W_T tient compte des effets à long terme cancérigènes et génétiques**
- **Grandeur de radioprotection (et non de radiobiologie…)**

Facteur de pondération W_T
lié à la *radiosensibilité des tissus*

Moelle osseuse rouge	0,12
Colon	0,12
Poumon	0,12
Estomac	0,12
Seins	0,08
Gonades	0,08
Vessie	0,04
Foie	0,04
Œsophage	0,04
Thyroïde	0,04
Peau	0,01
Surface osseuse	0,01
Glandes salivaires	0,01
Cerveau	0,01
Reste de l 'organisme*	0.12

*surrénales, reins, vésicule biliaire, pancréas, intestin grêle, rate, cœur, région extra-thoracique, nœuds lymphatiques, muscles, muqueuse buccale, thymus, utérus/prostate

Directive EURATOM 97/43

- *Moyens*
- *Outils*
- **Finalités**
  - **Prévenir les effets déterministes !**
  - **Gérer sereinement le risque des effets tardifs**
    - **Prévention +++**
      - **Ne pas attendre que les problèmes se posent**
      - **Les aborder en amont (formation)**
      - **Abord cindynique**
  - **Attention au « principe de précaution »…!**

Directive EURATOM 97/43

- **Champ d'application : expositions à des fins médicales**
  - **Exposition de patients au titre d'un diagnostic ou d'un traitement médical personnel**
  - **Exposition de personnes dans le cadre de la surveillance médicale professionnelle**
  - **Exposition de personnes dans le cadre de programmes de dépistage médical**
  - **Exposition de personnes en bonne santé ou de patients participant volontairement à des programmes de recherche médicale et biomédicale, diagnostique ou thérapeutique**

Directive EURATOM 97/43

- **Champ d'application : expositions à des fins médicales**
  - **La directive s'applique aussi aux personnes qui, en connaissance de cause et de leur plein gré (en dehors de leur profession), participent au soutien et au réconfort de personnes soumises à des expositions à des fins médicales…**

Grossesse et irradiation médicale

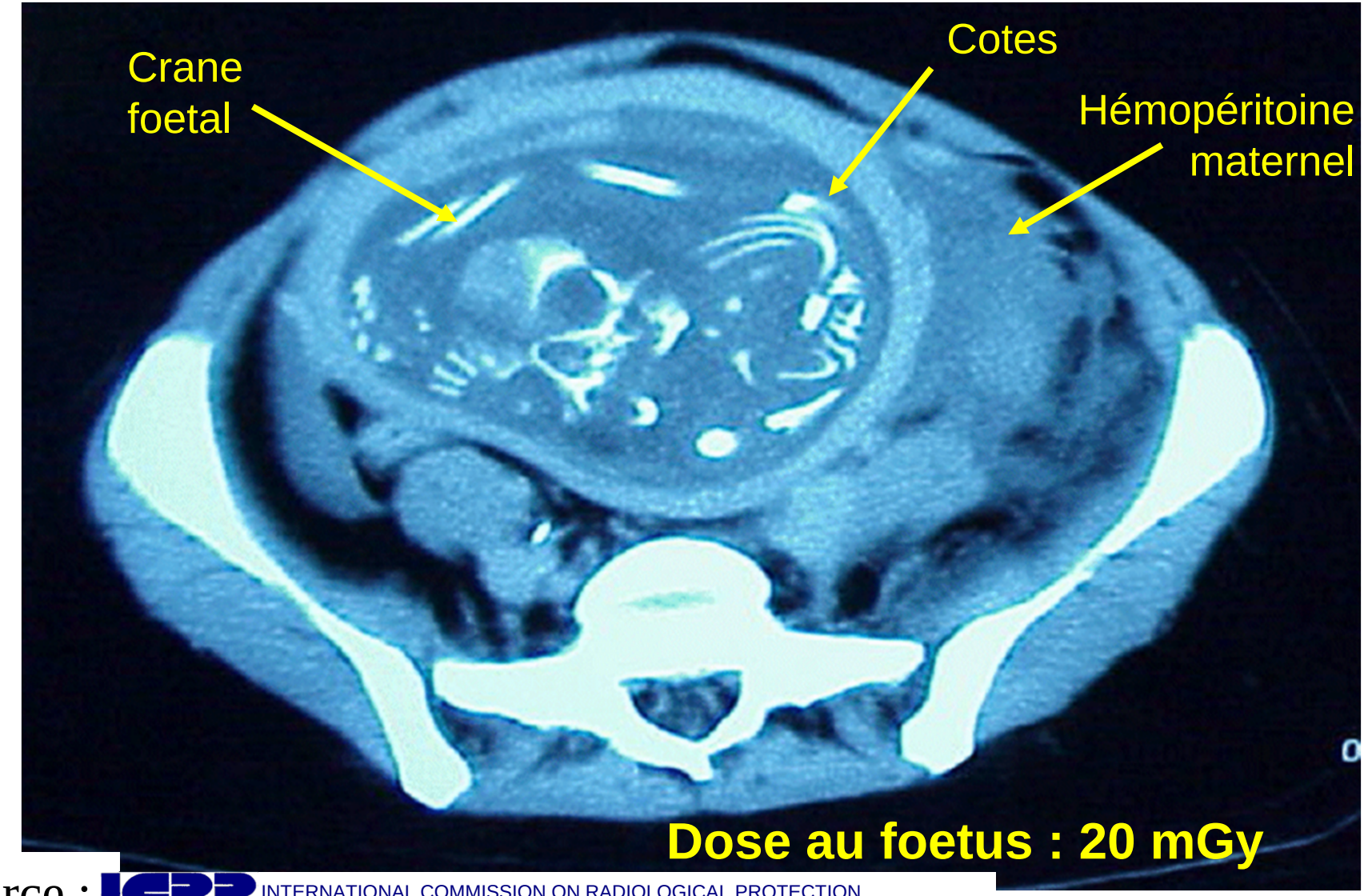
http//:bio.m2osw.com/gcartable/reproduction

Irradiation médicale et grossesse

- Des milliers de femmes enceintes sont exposées chaque année à des rayonnements ionisants.
- Un manque de connaissances et d'informations est la cause d'une <u>anxiété importante</u> et probablement de nombreux cas <u>d'interruption thérapeutique de grossesse non justifiées</u>.
- Dans la plupart des cas en effet, [illegible] justifiée et le

Source : ICRP INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

Examen tomodensitométrique justifié chez une femme enceinte après un accident de voiture

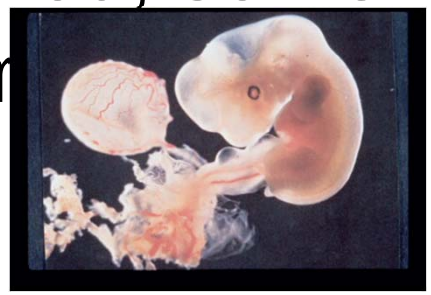


Source : ICRP INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

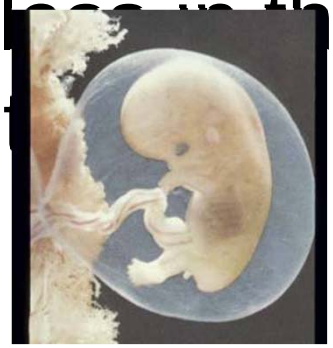
Fetal radiation risk

- There are radiation-related **risks** throughout pregnancy that are **related to the stage of pregnancy and absorbed dose**
- Radiation risks are most significant during organogenesis and in the early fetal period, somewhat less in the 2nd trimester, least in the 3rd trimester

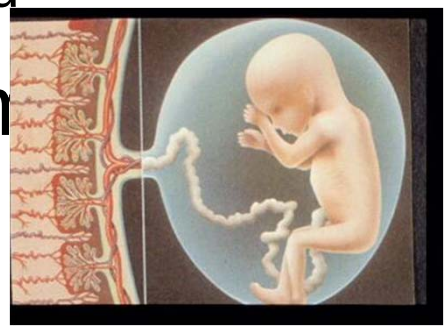
Most risk



Less



Least



Source : ICRP INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

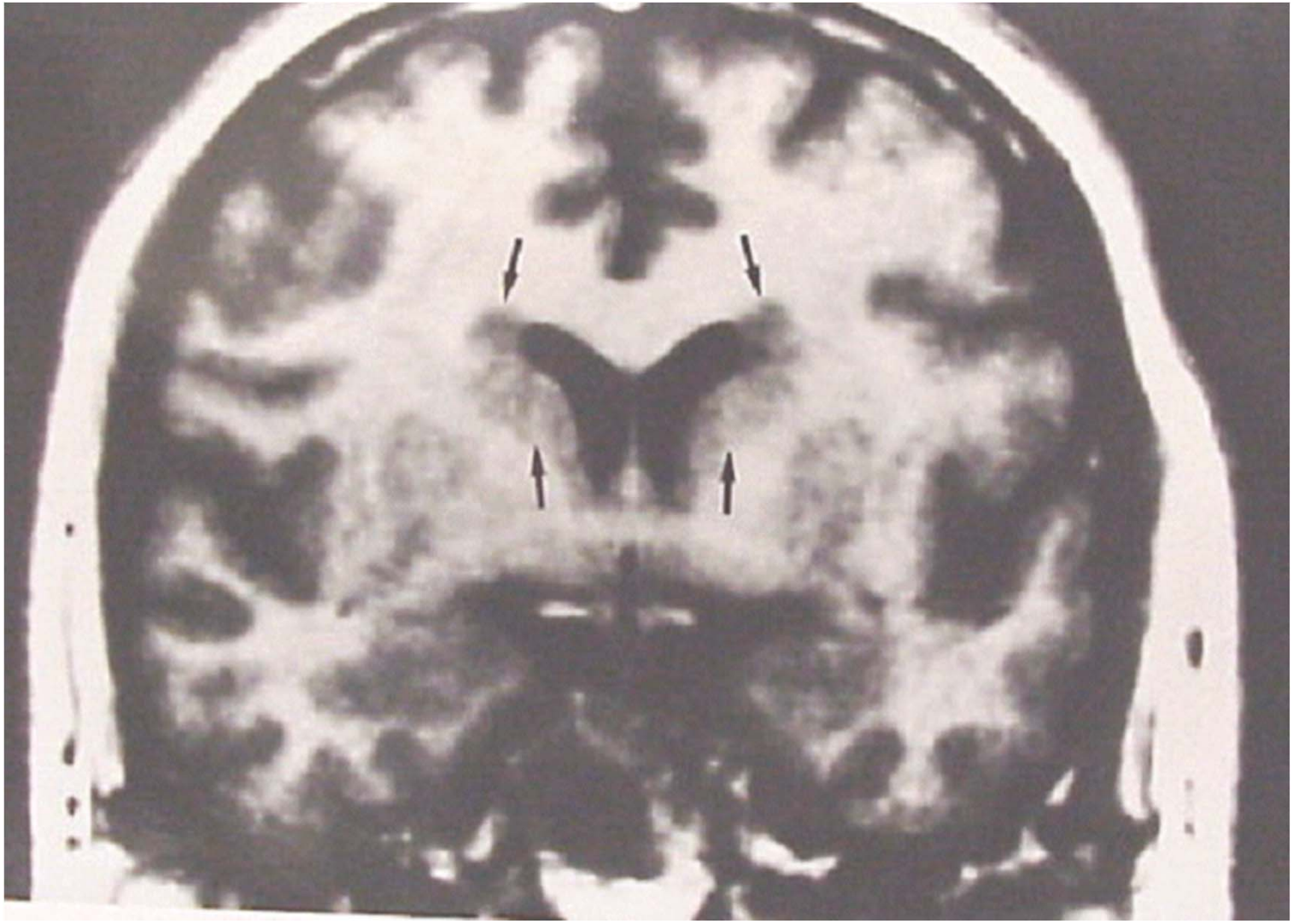
Radioprotection :
cas particulier des femmes enceintes

Risques au cours de la grossesse

- ***effets déterministes*** ***: risques pour l'embryon et le fœtus :*** **pour des doses élevées (>>200 mSv)**
- **pré-implantation (0-8 jours) "tout ou rien"**
- **organogenèse (9-60 jours) mort in utero ; malformations ; mort néonatale ou postnatale**
- **période fœtale (60-270 jours) : défauts de croissance, fragilité postnatale, malformations du système nerveux…**

- ***effets stochastiques*** ***:*****augmentation de la fréquence des cancers (période fœtale++)**

Heterotopic gray matter (*arrows*) near the ventricles in a mentally retarded individual occurring as a result of high dose in-utero radiation exposure



Approximate fetal doses from conventional x-ray examinations

Data from the UK, 1998

Examination / Dose	Mean (mGy)	Maximum (mGy)
Abdomen	**1.4**	**4.2**
Chest	**<0.01**	**<0.01**
Intravenous urogram; lumbar spine	**1.7**	**10**
Pelvis	**1.1**	**4**
Skull; thoracic spine	**<0.01**	**<0.01**

Source : ICRP INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION

Approximate fetal doses from fluoroscopic and computed tomography procedures

Data from the UK, 1998		
Examination / Dose	Mean (mGy)	Maximum (mGy)
Barium meal (UGI)	**1.1**	**5.8**
Barium enema	**6.8**	**24**
Head CT	**<0.005**	**<0.005**
Chest CT	**0.06**	**1.0**
Abdomen CT	**8.0**	**49**
Pelvis CT	**25**	**80**

Interruption thérapeutique de grossesse

- Une interruption thérapeutique de grossesse pour une dose délivrée au foetus de moins de 100 mSv n'est PAS JUSTIFIEE sur la base des risques liés à l'irradiation
- Pour des doses au foetus dépassant 500 mSv, il peut être observé des anomalies foetales graves, dont la gravité dépend de la dose et de l'âge de la grossesse.
- Pour des doses au foetus entre 100 and 500 mSv, la décision doit être prise en fonction de facteurs individuels.

Radioprotection : cas particulier des femmes enceintes

Conduite à tenir

- éviter au maximum!
- < 100 mSv : aucune mesure (*c'est le plus souvent le cas*)
- entre 100 et 500 mSv : ? (contexte +++)
- > 500 mSv : conseiller une interruption thérapeutique de grossesse (ITG).

En résumé….

Bilan !

Radioactivité, interactions des rayonnements avec la matière, dosimétrie, radiobiologie, radioprotection
OBJECTIFS

1 – connaître l'origine et la nature des rayonnements auxquels sont exposés les individus

2 – connaître les effets physiques et biologiques de ces rayonnements sur l'organisme

3 – connaître et interpréter les grandeurs dosimétriques

4 – comprendre les notions de dose et de débit de dose

5 – comprendre le calcul d'une dose reçue et savoir en estimer l'ordre de grandeur

6 – distinguer exposition et contamination

Radioactivité, interactions des rayonnements avec la matière, dosimétrie, radiobiologie, radioprotection
OBJECTIFS

7 – être capable d'évaluer le risque lié aux radiations en tenant compte de la dose reçue (risques déterministes et stochastiques)

8 – connaître les pathologies liées aux irradiations aiguës et chroniques

9 – connaître les principes de l'utilisation thérapeutique des rayonnements

10 – savoir expliquer les notions de justification et d'optimisation en matière de prescription d'un examen irradiant

11 – connaître les grandes règles de radioprotection pour le public, pour les personnels travaillant en zone contrôlée, et pour les patients

12 – connaître les principes de détection et de mesure des rayonnements, et du fonctionnement des principaux détecteurs ; comprendre comment est obtenue une image scintigraphique

Mentions légales

L'ensemble de cette œuvre relève des législations française et internationale sur le droit d'auteur et la propriété intellectuelle, littéraire et artistique ou toute autre loi applicable.

Tous les droits de reproduction, adaptation, transformation, transcription ou traduction de tout ou partie sont réservés pour les textes ainsi que pour l'ensemble des documents iconographiques, photographiques, vidéos et sonores.

Cette œuvre est interdite à la vente ou à la location. Sa diffusion, duplication, mise à disposition du public (sous quelque forme ou support que ce soit), mise en réseau, partielles ou totales, sont strictement réservées à l'université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1 et ses affiliés.

L'utilisation de ce document est strictement réservée à l'usage privé des étudiants inscrits à l'Université Joseph Fourier (UJF) Grenoble 1, et non destinée à une utilisation collective, gratuite ou payante.

Ce document a été réalisé par la Cellule TICE de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Grenoble
(Université Joseph Fourier – Grenoble 1)