



Andreas PITZSCHKE, PhD
Institut de radiophysique

Bases de la radioprotection

Cours RP B/C – Février 2018



Objectifs du cours

- Situer les **principes de base** de la radioprotection dans un contexte éthique.
- Illustrer **l'application des principes de base** de la radioprotection dans des situations concrètes
- Expliquer comment les **limites de dose** ont été définies au niveau international.
- Citer les diverses limites de dose individuelle fixées par la législation **suisse**.

Plan du cours

1. Principe de base de la radioprotection

- Justification
- Optimisation
- Limitation

2. Limitation des doses

- Professionnellement exposé
- Publique
- Patient

But et objectifs de la radioprotection ?

But et objectifs de la radioprotection

But

- **protéger** l'individu, sa descendance et l'environnement

Objectifs

- **prévenir** les réactions tissulaires (effets déterministes)
- **limiter** le risque d'**effets stochastiques** à un niveau acceptable

But de la radioprotection

La CIPR-103 propose de distinguer trois situations d'exposition :

- situation d'exposition planifiée; il s'agit de la situation normale de planification de l'introduction d'une source et de son exploitation;
- situation d'exposition en cas d'urgence; il s'agit d'une situation inattendue intervenant dans le courant d'une situation planifiée ou d'un acte délictueux, et dans laquelle une action urgente est requise;
- situation d'exposition pré-existante; il s'agit d'une situation qui existe déjà au moment où une décision de contrôle intervient (exposition naturelle, résidus d'activités antérieures, radon).

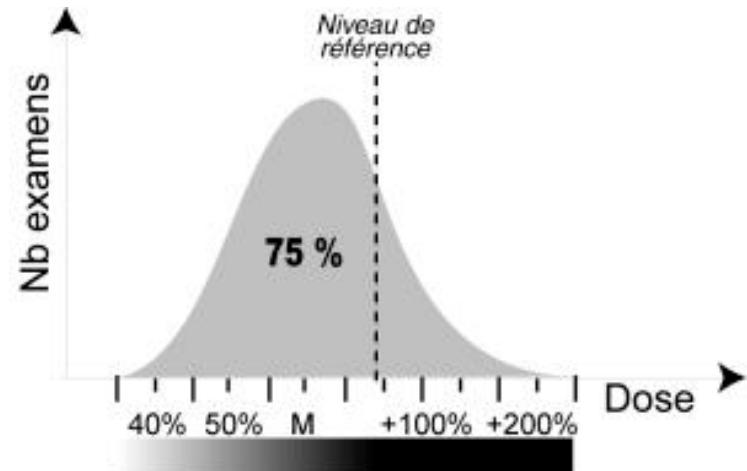
En outre, trois catégories d'exposition se distinguent :

- exposition professionnelle
- exposition du public
- exposition médicale; elle comprend l'exposition de l'individu en tant que patient, l'exposition des proches du patient en tant qu'aides dans les soins ainsi que les personnes exposées dans le cadre d'études biomédicales.

But de la radioprotection

1. Approche liée à la source :

- Définition d'une dose individuelle associée à la source qui ne devrait pas être dépassée
- « **Contrainte de dose** », ne pas une vraie limite légale
- Si cette grandeur est dépassée, une réflexion doit avoir lieu
- Dans le cas de l'application médicale : « **niveau de référence diagnostique** » (NRD).



2. Approche liée à l'individu :

- Ne s'applique qu'aux situations d'exposition planifiée
- Limite de dose égale à la somme des doses reçues associées à toutes les sources qui font l'objet d'une réglementation
- Cette grandeur est appelée « **limite de dose individuelle** ».

Principes de radioprotection

Deux principes de radioprotection sont associés à l'approche liée à la source et s'appliquent à toutes les situations d'exposition

Justification de l'utilisation des radiations ionisantes

Optimisation des mesures de protection

Un principe est associé à l'approche liée à l'individu et s'applique aux situations d'exposition planifiée, mais cependant pas à la catégorie de l'exposition médicale

Limitation des doses individuelles

Principes éthiques de radioprotection

JUSTIFICATION **FAIRE PLUS DE BIEN
QUE DE MAL**

EXEMPLES

Traiter un cancer avec des radiations

Poser un diagnostic radiologique avec un scanner

Justification

Calcul coût – bénéfice

Selon le principe de justification, toute activité faisant intervenir un risque radiologique doit être justifiée, c'est-à-dire qu'il faut que **le bénéfice net** que la société en retire soit **positif**. En particulier, les procédures alternatives doivent être analysées et retenues le cas échéant.

Principes éthiques de radioprotection

OPTIMISATION

**MAXIMISER LE BIEN
PAR RAPPORT
AU MAL**

EXEMPLES

Réduire les doses autant que raisonnablement possible

Réduire l'irradiation au minimum nécessaire pour un bon diagnostic

Optimisation

Principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable *) Réduction des doses individuelles et collectives

L'évaluation des divers facteurs de l'analyse en un terme commun a conduit à évaluer le coût monétaire du pers.Sv, somme d'argent que la société est prête à engager pour éviter une telle dose collective. Ce facteur, appelé facteur α , a fait l'objet de controverses aussi bien quant à son principe que quant à sa valeur que l'on situe aux environs de 200'000 francs par pers.Sv. Mais il faut souligner la nature statistique de cette approche. En effet, le choix du paramètre α implique le choix d'un montant d'argent à payer pour sauver, *dans un sens strictement statistique*, la vie d'un être humain *non identifié*.

Nous avons tendance à dire que nous préférons que les risques soient équitablement répartis.
Dans la pratique, **notre perception est définie par notre propre risque.**



Principes éthiques de radioprotection

LIMITATION

**AUCUN INDIVIDU
NE DOIT ÊTRE
SACRIFIÉ**

EXEMPLES

Limite de dose pour le public

Limite de dose pour les travailleurs, les femmes enceintes
(limites fixées dans la loi)

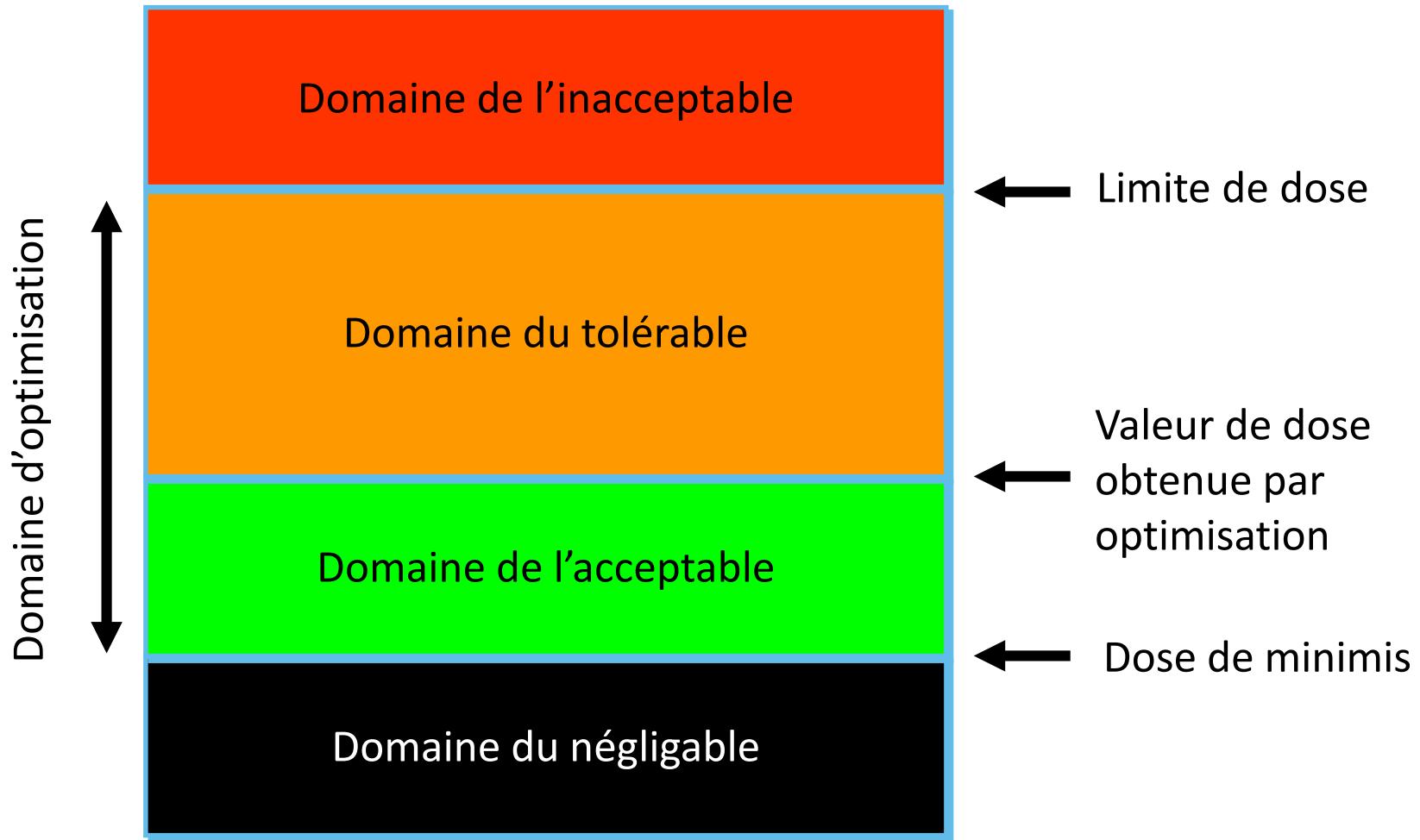
Limitation des doses individuelles

- J & O de JOLi pourrait conduire à autoriser une dose individuelle trop élevée
- Limitation du risque stochastique
- Distinction :
 - Professionnels
 - Public
 - Patient

Les limites de dose doivent assurer que **le risque stochastique est maintenu à un niveau acceptable pour l'individu**. En outre, des contraintes complémentaires sont à envisager pour le cas où les limites fixées par le risque stochastique n'assurent pas que les seuils des effets déterministes sont respectés.

Dans le cadre de la limitation des doses, on distingue les personnes exposées aux radiations **dans l'exercice de leur profession et les individus du public**. En outre, l'irradiation des personnes à des fins médicales constitue une situation particulière et sera traitée séparément

Limitation des doses individuelles



Limites de dose



Professionnels



Public



Patient

Comment sont définies les limites de dose?

Limites de dose

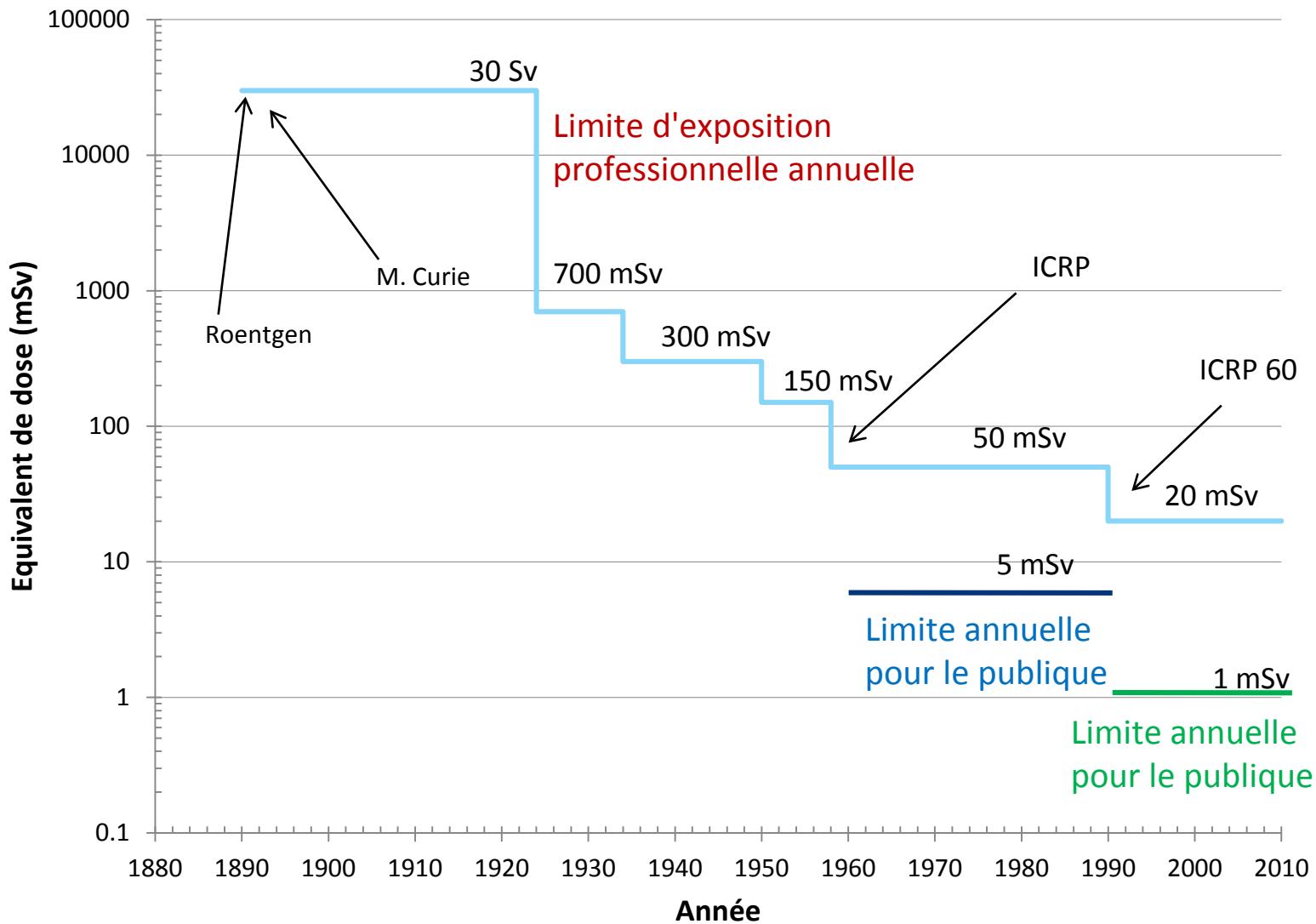


Selon la philosophie de la CIPR...

La limite de dose est définie comme la valeur de dose **au-dessus de laquelle le risque encouru est inacceptable**. En dessous de cette limite, le risque est tolérable.

L'application des principes de **justification et d'optimisation permet d'atteindre un risque acceptable**.

En outre une limite est fixée, dans les très faibles doses, au-dessous de laquelle les démarches de justification et d'optimisation ne sont plus à appliquer (**dose de minimis**).



Limite de dose – professionnels

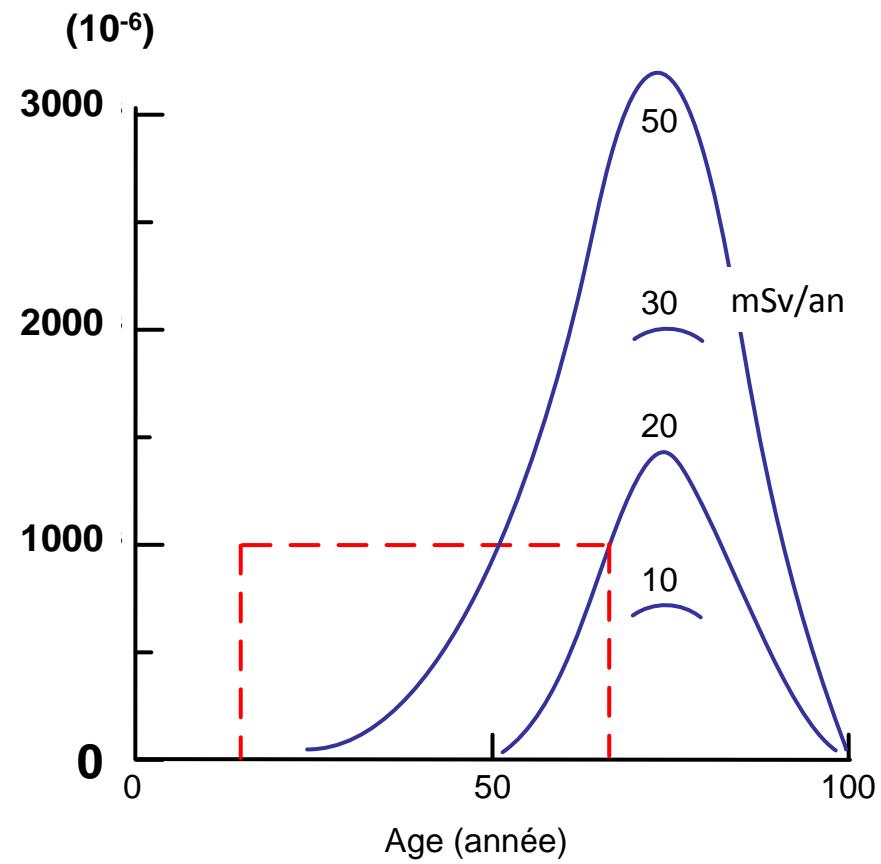
Période : 18 – 65 ans

Risque de mort par année
(10^{-6}) :

- Travailleurs du bois: 6000
- L'équipage de la compagnie aérienne: 540
- **Radiation: 1000**

Risque stochastique:

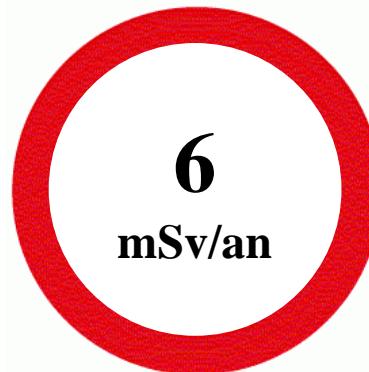
- 20 mSv / an



Limites de dose



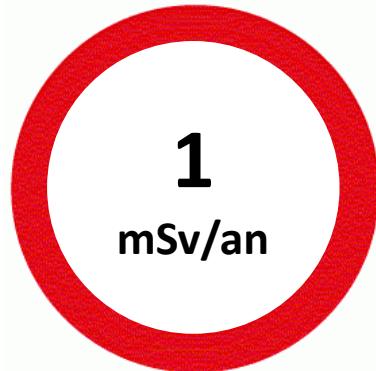
Professionnels
Cat. A



Professionnels
Cat. B

Pour assurer une certaine flexibilité à l'application des limites, il a été admis que durant une année, et **avec l'accord de l'autorité de surveillance**, la dose d'un travailleur puisse aller **jusqu'à 50 mSv**, pour autant que la valeur moyenne sur 5 ans ne dépasse pas 20 mSv/an.

Limites de dose



Femmes enceintes

Dans le cas des femmes enceintes, **la protection du fœtus**, considéré comme un individu du public, n'est pas garantie par la protection de la mère professionnellement exposée aux radiations.

Pour la période avant la déclaration de la grossesse, on considère que la protection de la mère garantit celle du fœtus. Pour assurer la protection du fœtus à partir du moment où la grossesse est déclarée, **la dose efficace reçue par l'enfant à naître ne doit pas dépasser 1 mSv**.

Limites de dose



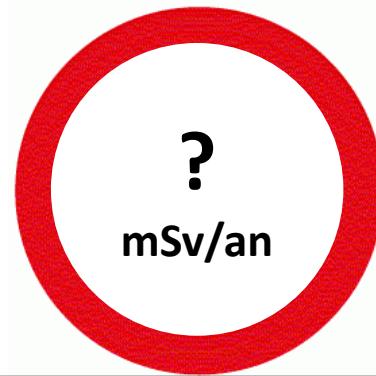
Jeunes travailleurs
16 – 18 ans

Pour les personnes âgées de 16 à 18 ans et professionnellement exposées aux radiations, **la limite de dose est fixée à 6 mSv/an.**

Limites de dose



Question subsidiaire :



Professionnels



Limite de dose – publique

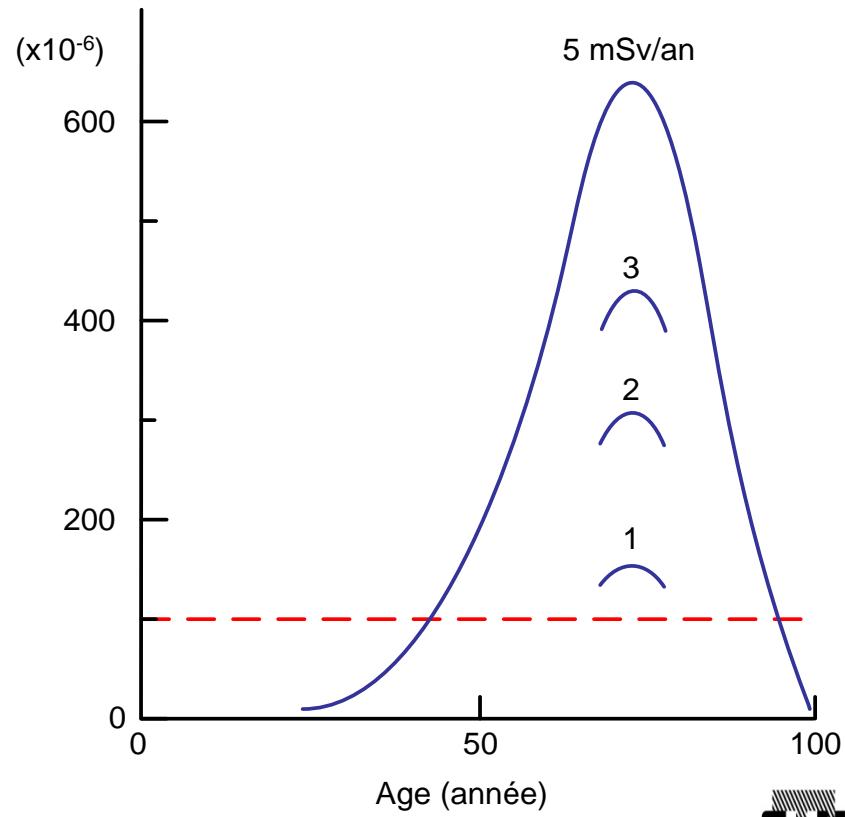
Période: toute la vie

Risque de mort par année
(10^{-6}) :

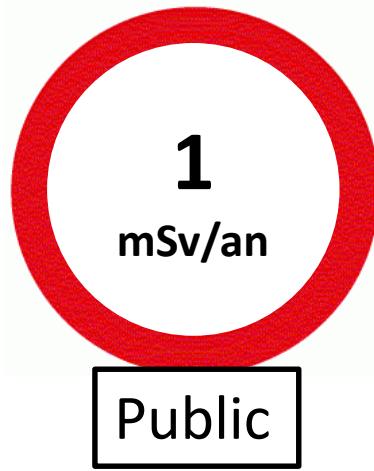
- Tomber: 230
- Marcher: 29
- Radiation: 100

Risque stochastique :

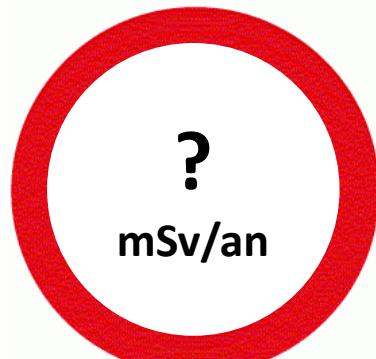
- 1 mSv / an



Limites de dose



Limites de dose



Patient



Limites fixées en Suisse

- Professionnels pour la catégorie A
 - dose efficace
 - en situation normale : 20 mSv/an
 - en situation exceptionnelle : 50 mSv/an
(avec l'accord de l'autorité de surveillance)
 - dose équivalente au cristallin : 20 mSv/an
 - dose équivalente à la peau : 500 mSv/an
 - dose équivalente aux extrémités : 500 mSv/an
- Professionnels pour la catégorie B
 - dose efficace
 - en situation normale : 6 mSv/an
 - dose équivalente au cristallin : 15 mSv/an
 - dose équivalente à la peau : 150 mSv/an
 - dose équivalente aux extrémités : 150 mSv/an
- Cas particuliers
 - entre 16 et 18 ans : 5 mSv/an
 - femmes enceintes : 1 mSv/an
- Public
 - dose efficace : 1 mSv/an
- Irradiation médicale : pas de limite

Objectifs du cours

- Situer les **principes de base** de la radioprotection dans un contexte éthique.
- Illustrer **l'application des principes de base** de la radioprotection dans des situations concrètes
- Expliquer comment les **limites de dose** ont été définies au niveau international.
- Citer les diverses limites de dose individuelle fixées par la législation **suisse**.

Exercices

1. Citer et expliquer les principes de la radioprotection.
2. Expliquer la démarche suivie dans la limitation des doses individuelles pour les professionnels.
3. Estimer la différence de probabilité de décès entre un individu du public (sans irradiation professionnelle) et un travailleur recevant dès 18 ans une dose annuelle de 10 mSv.
4. Démontrer que l'irradiation de la thyroïde (à l'exception de tout autre organe) jusqu'à la limite de la dose effective n'induit pas d'effet déterministe.