



La radioprotection à l'international

Jean-François Lecomte
Avec des emprunts à Jacques Lochard

Réunion de la Commission Histoire
12 janvier 2023

- 1. Perspective historique: de la découverte de la radioactivité à nos jours
- 2. Point sur les principales organisations internationales impliquées dans la radioprotection

Perspective historique: de la découverte de la radioactivité à nos jours

(Utilisation des rayonnements, émergence de la radioprotection, mise en place d'organisations internationales)

Au commencement de l'histoire (1)

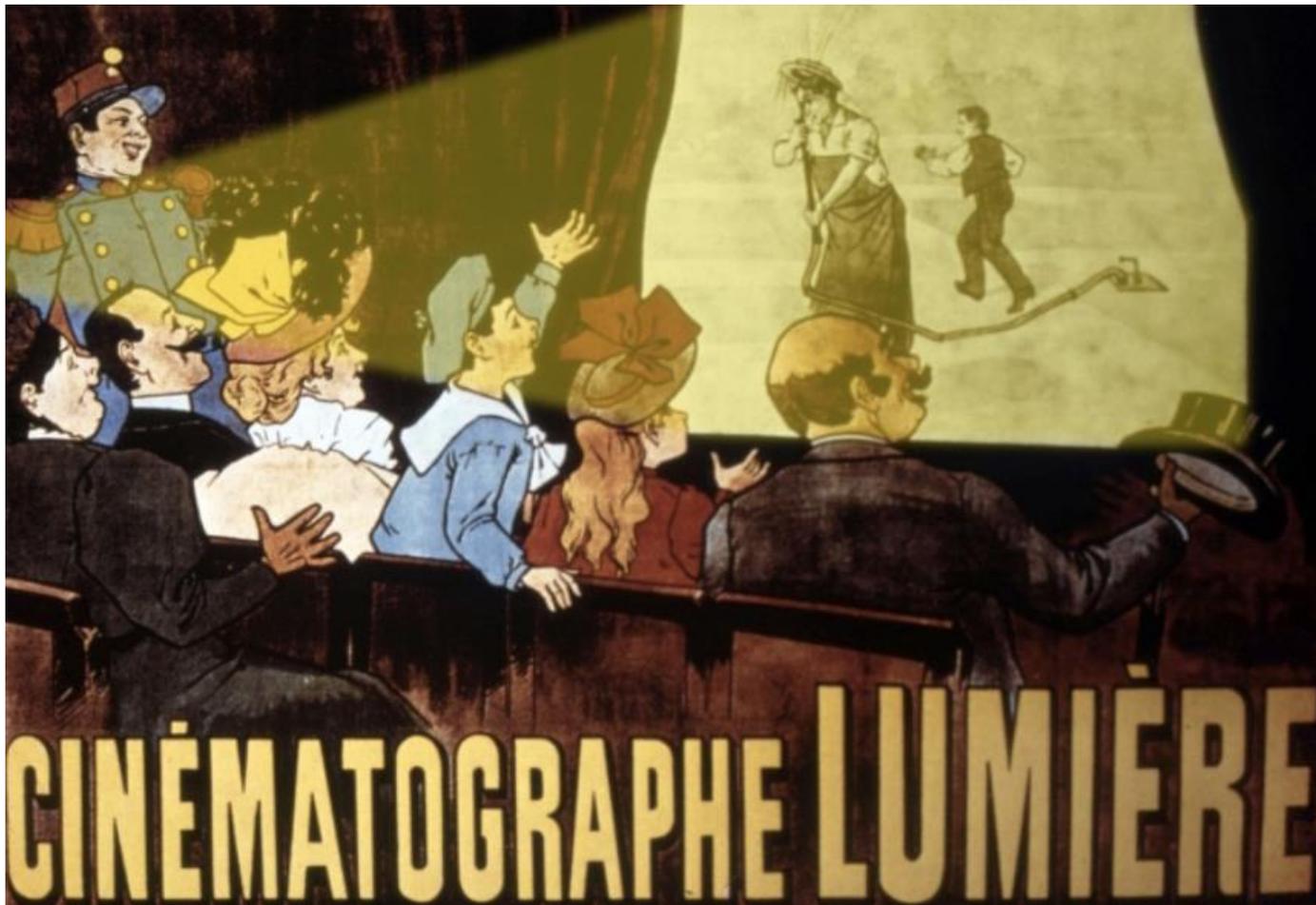
28 décembre 1895: découverte des rayons X par Wilhelm Röntgen



**La première image
radiographique:
la main de Mme Röntgen**

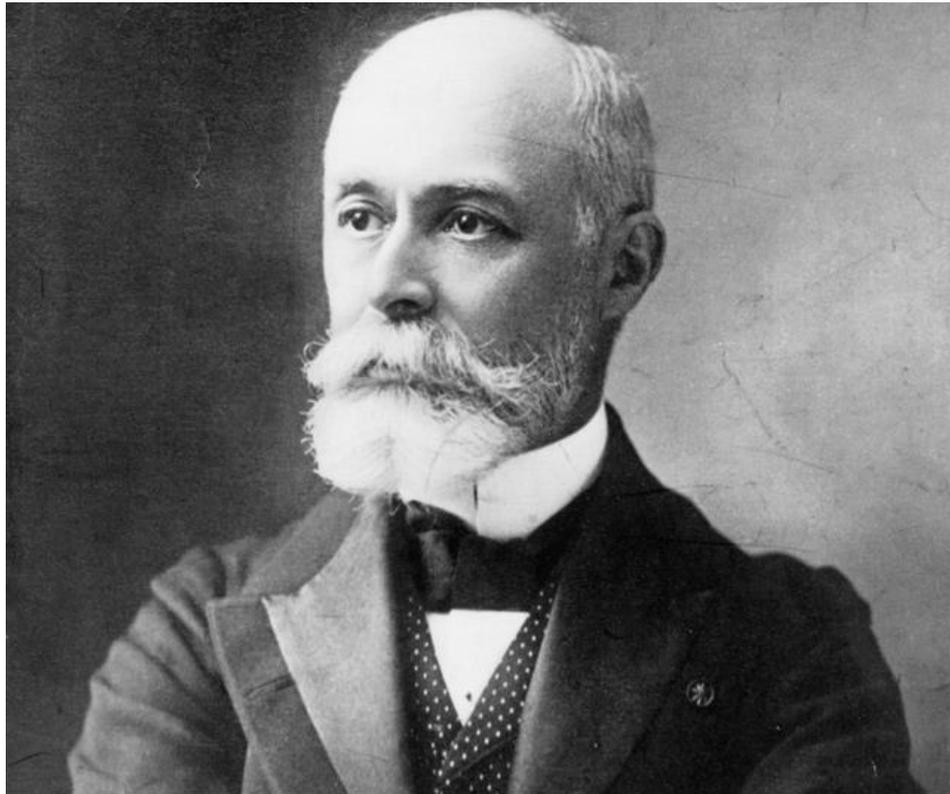


Wilhelm Röntgen (1845-1923)



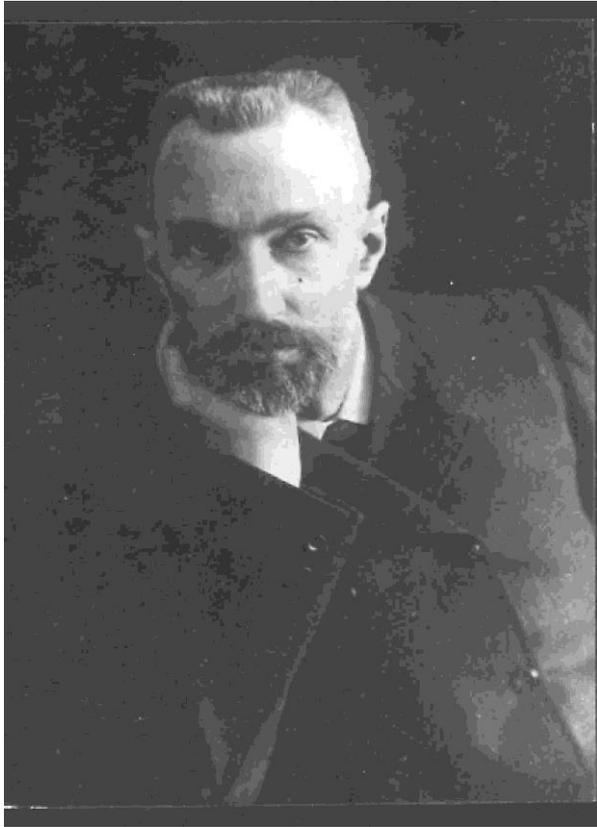
Ce même jour les frères Lumière organisent la première projection mondiale d'un film au Grand Café de Paris

Février 1896 : découverte en France de la radioactivité par Henri Becquerel

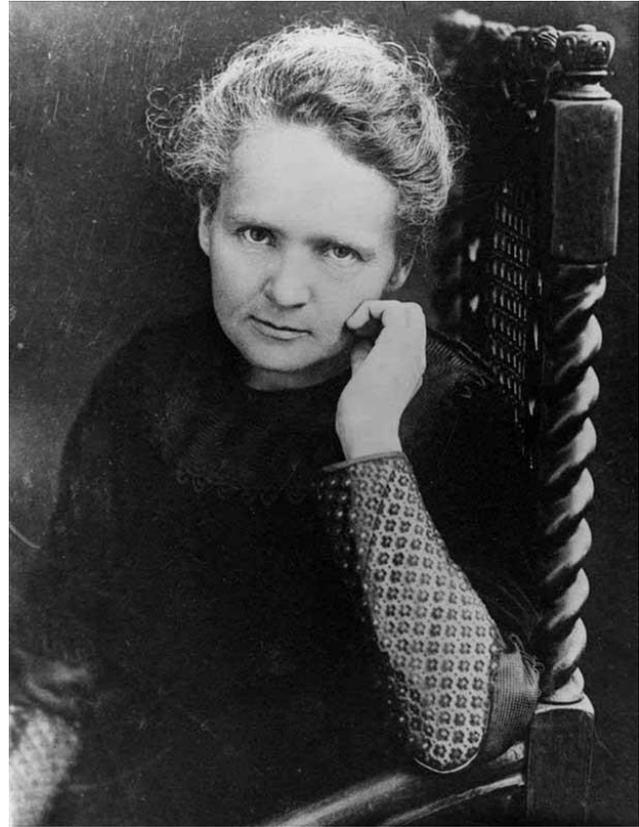


Henri Becquerel (1852 – 1908)

Décembre 1898 : découverte du radium par Pierre et Marie Curie en France

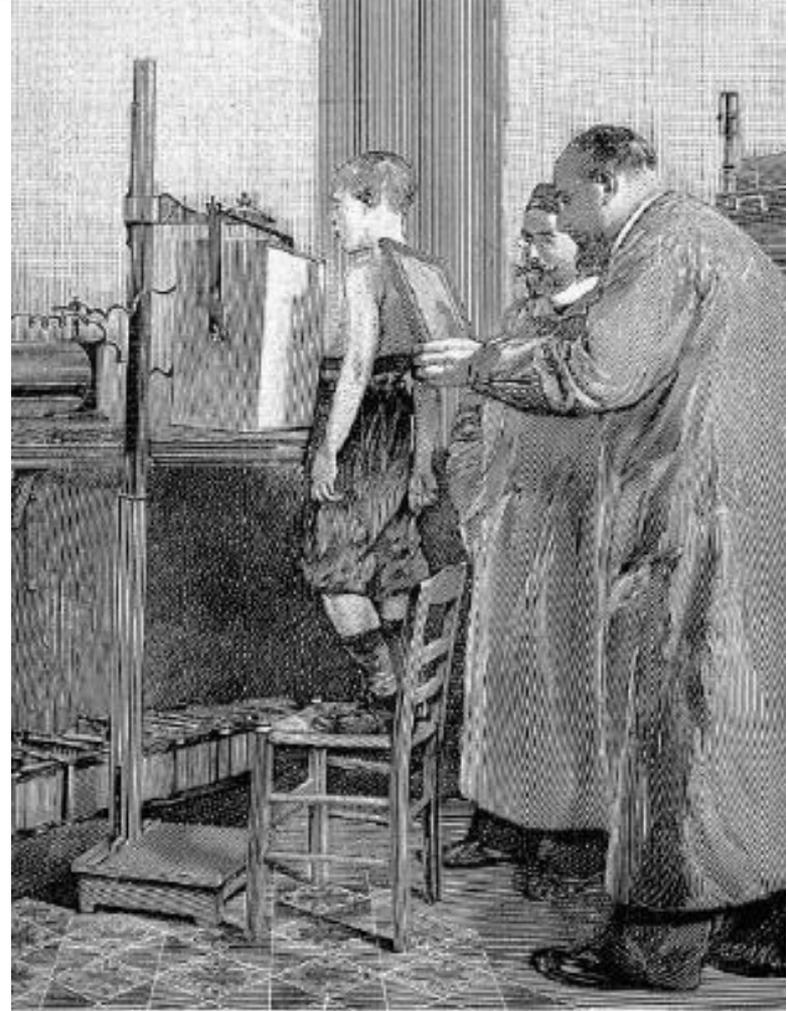


Pierre Curie (1859-1906)

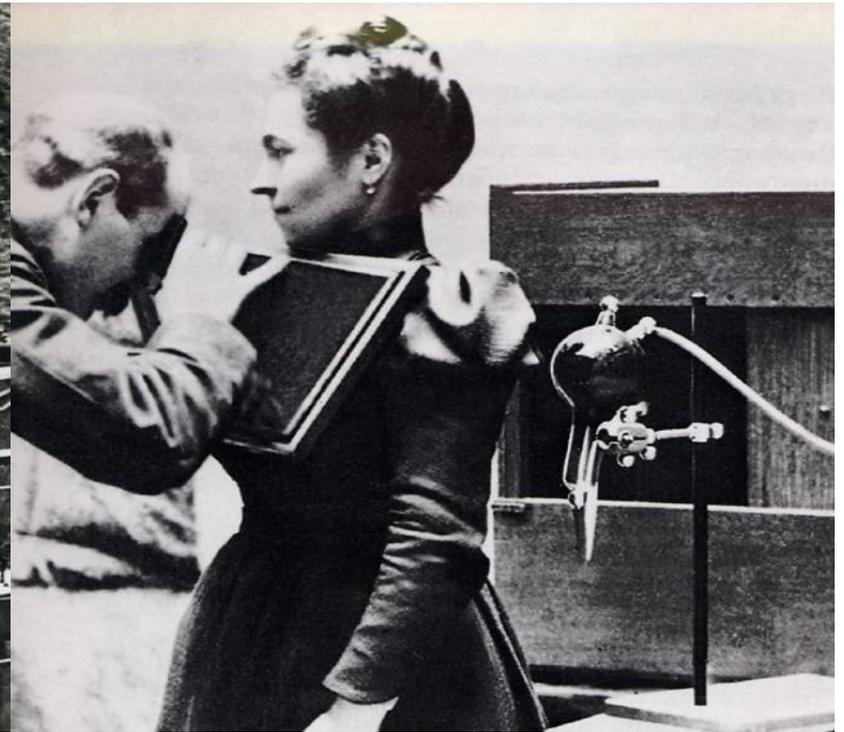
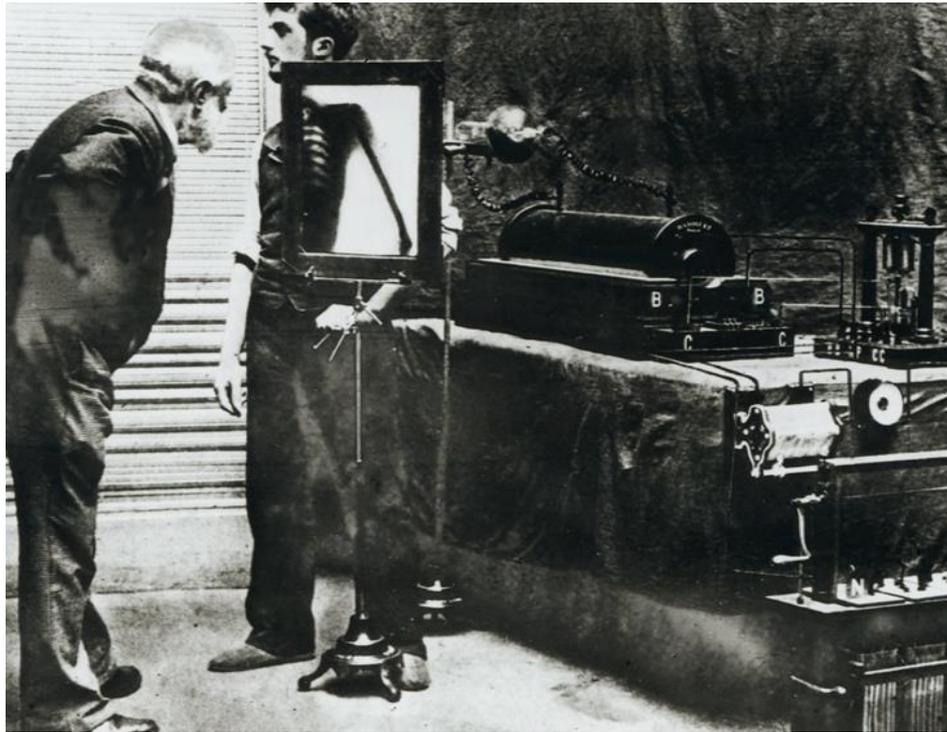


Marie Curie (1867-1934)

Les Rayons X sont immédiatement utilisés en médecine dans le monde entier



Les bénéfiques sont évidents



Les rayons X jouent aussi un rôle important pendant la Première Guerre mondiale



Premières observations de dommages causés par l'irradiation

- **Grubbe** aux États-Unis, **Drury** au Royaume-Uni et **Leppin** en Allemagne décrivent les dommages causés par les rayonnements à la peau des mains quelques mois seulement après la découverte des rayons X (1896)
- Premier décès attribué aux radiations en 1904: **Clarence Dally**, un assistant de **Thomas Edison**
- Association entre radiothérapie et **leucémie** chez les radiologues (**Von Jagie**, 1911) et identification **des effets génétiques** des rayonnements sur la **drosophile** (**Hermann Müller**, 1927)

Dommmages à la peau: érythème, dermatite, ulcération et nécrose



Monument érigé en l'honneur des victimes des rayons X à Hambourg en Allemagne en 1936



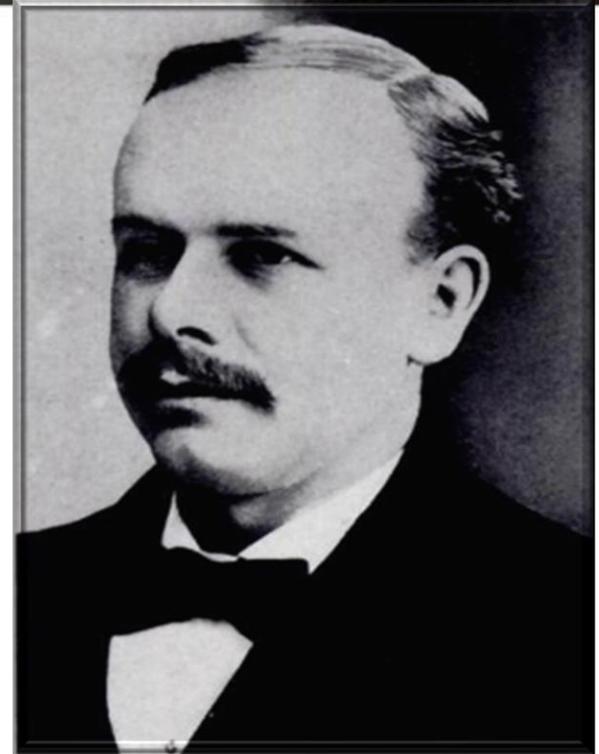
Les premiers conseils pour se protéger contre les rayonnements

En décembre 1896, l'américain **Wolfram Fuchs** proposa les premiers conseils de protection:

- *'Rendre l'exposition aussi courte que possible.'*
- *'Se tenir à plus de 12 pouces (30 cm) du tube à rayons X.'*
- *'Enduire la peau de vaseline et laisser une couche supplémentaire sur la zone la plus exposée.'*

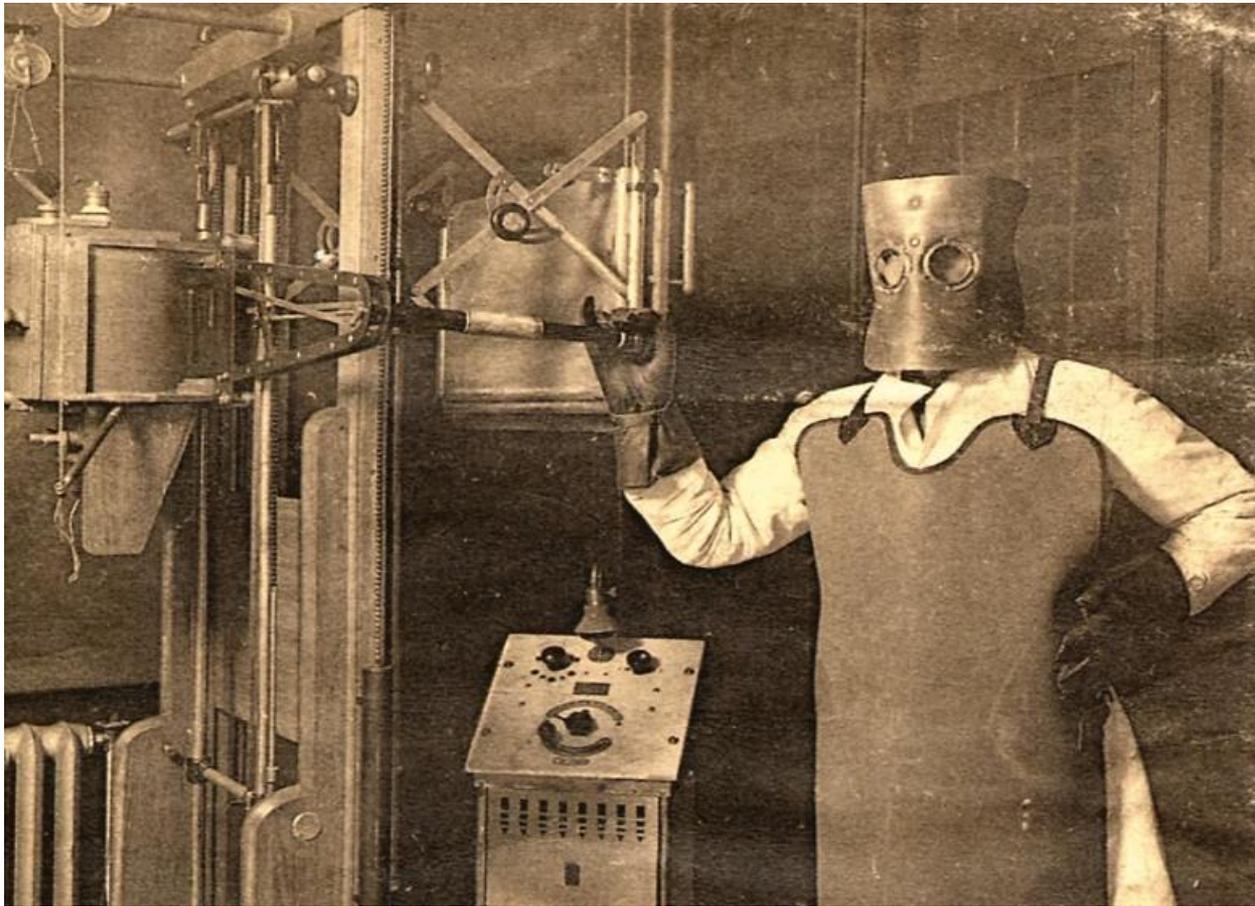
TEMPS – DISTANCE – ECRAN

**Les 3 règles d'or de la protection
contre les rayonnements ionisants qui
n'ont jamais été changées**



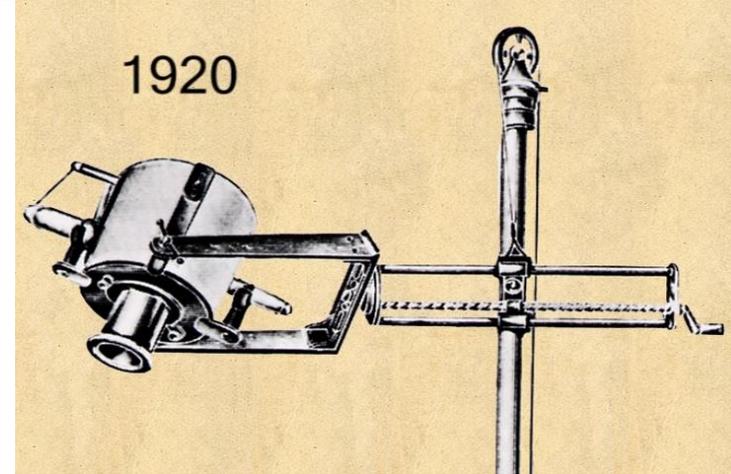
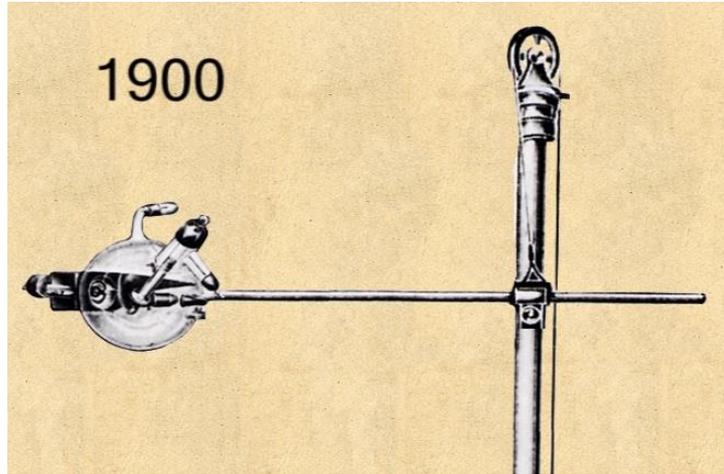
**Wolfram Fuchs (1865-
1908)**

Le développement de la protection (1)



Protections individuelles: gants, tablier, lunettes

Le développement de la protection (2)



Evolution des écrans/blindages

Le développement de la protection (3)



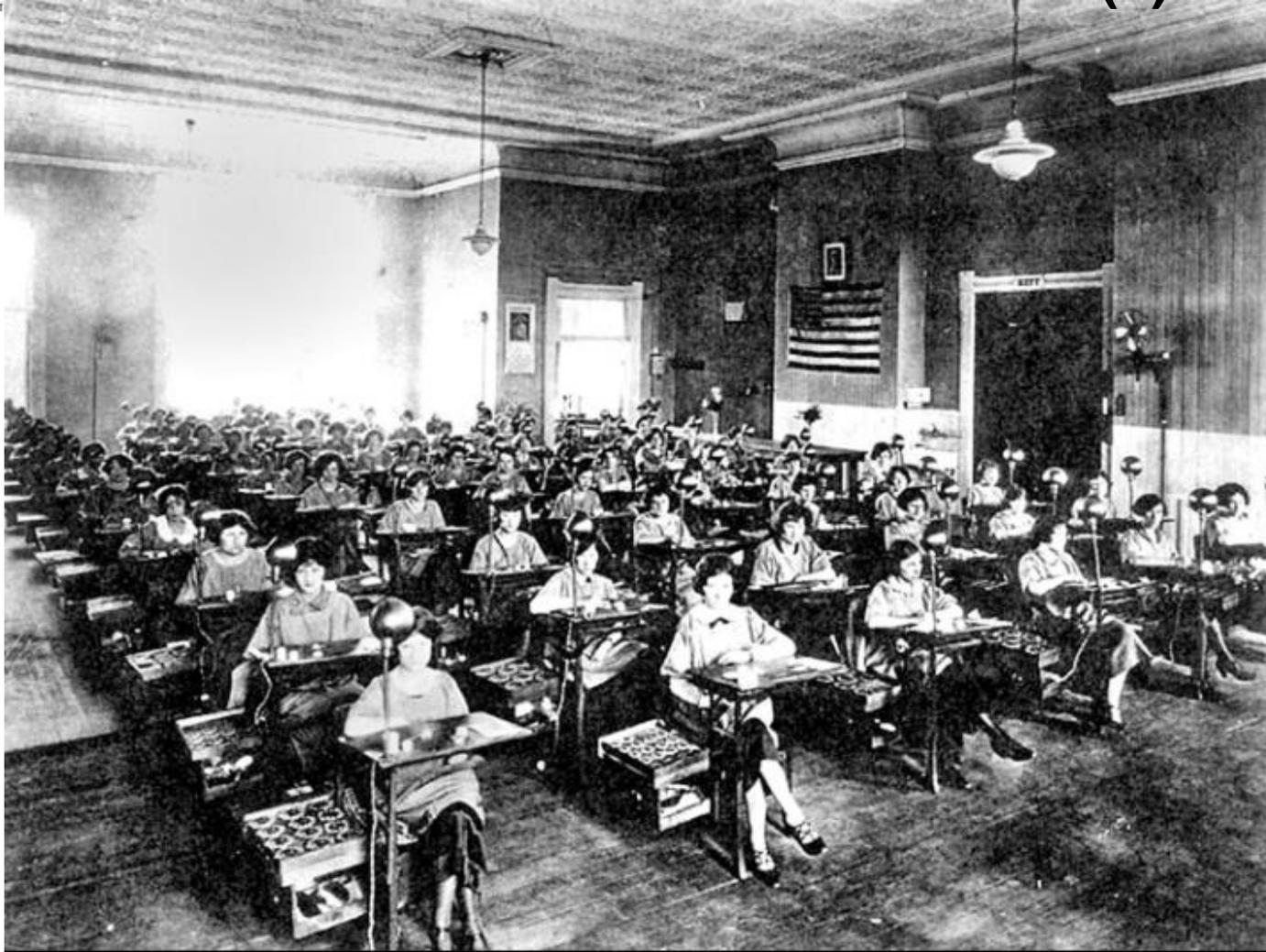
- **1925:** Premier congrès international de radiologie à Londres. Création du **‘Comité international des unités pour les rayons X’**, prédécesseur de la **‘Commission internationale des unités et mesures des rayonnements’** (ICRU)
- **1928:** Deuxième Congrès International de Radiologie, Stockholm. Création du **‘Comité international de protection contre les rayons X et le radium’** (IXRP) (renommé CIPR en 1950)



Dr. ROLF SIEVERT, Stockholm, Chairman,
 Dr. G. W. C. KAYE, London, } Hon. Secr.
 Dr. STANLEY MELVILLE, London, }
 Prof. GIULIO CERESOLE, Venezia,
 Dr. G. GROSSMANN, Berlin,
 Dr. I. SOLOMON, Paris,
 Dr. L. S. TAYLOR, Washington.

- **Les effets connus:**
 - *"Blessures aux tissus superficiels, dérangements des organes internes, et changements au niveau du sang"*
 - On pensait que les effets ne se produisaient qu'à des doses élevées au-dessus d'un **seuil**
- **Protection des médecins uniquement:**
 - Éviter toute exposition inutile et rester **aussi loin et le moins longtemps possible** du tube à rayons X

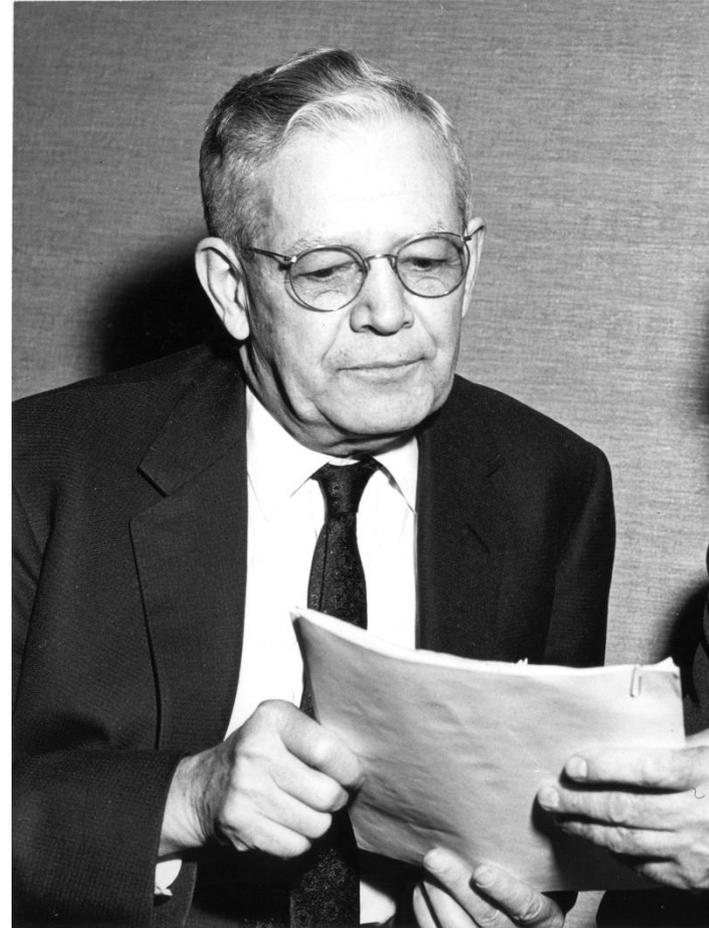
Les années 1930: controverse sur les effets des rayonnements concernant les peintres de cadrans au radium (1)



Les années 1930: controverse sur les effets des rayonnements concernant les peintres de cadrans au radium (2)

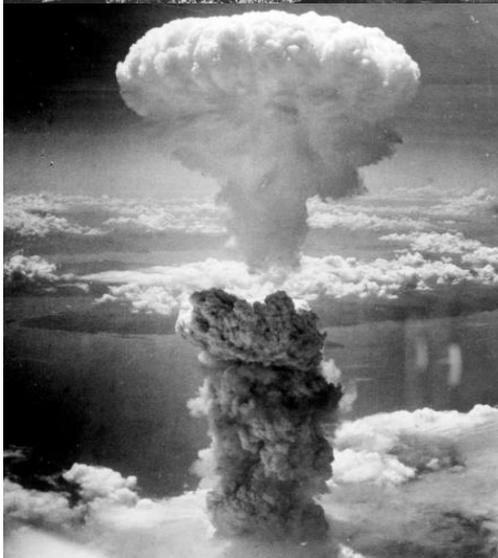
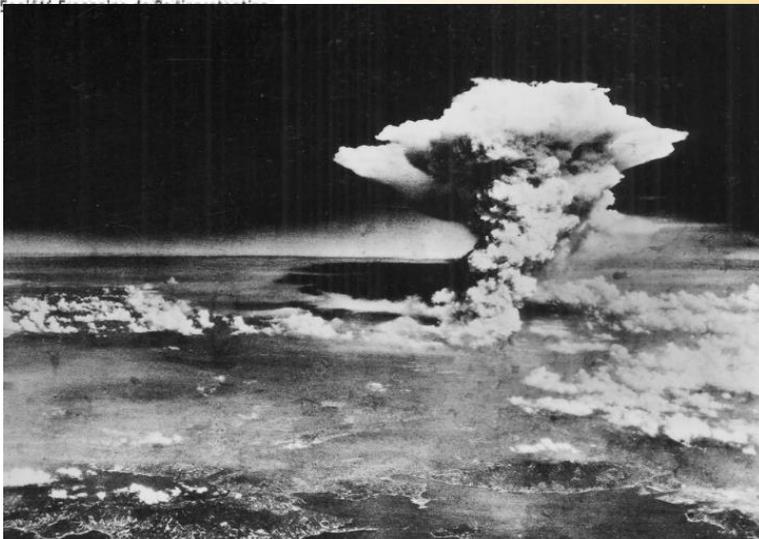


- Le projet de Manhattan était chargé de produire des **armes nucléaires** aux États-Unis pendant la Seconde Guerre mondiale
- **Robert Stone** était en charge de la protection radiologique du personnel
- Il a initié le développement de la recherche en **radiobiologie** et également introduit par prudence le principe de réduire les expositions **‘aussi bas que possible’**



Robert Stone (1895- 1966)

Les années 1940 : Hiroshima et Nagasaki, 6 et 9 août 1945



Les années 1950 : la CIPR

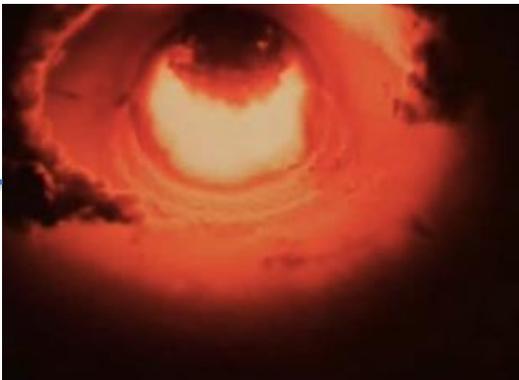
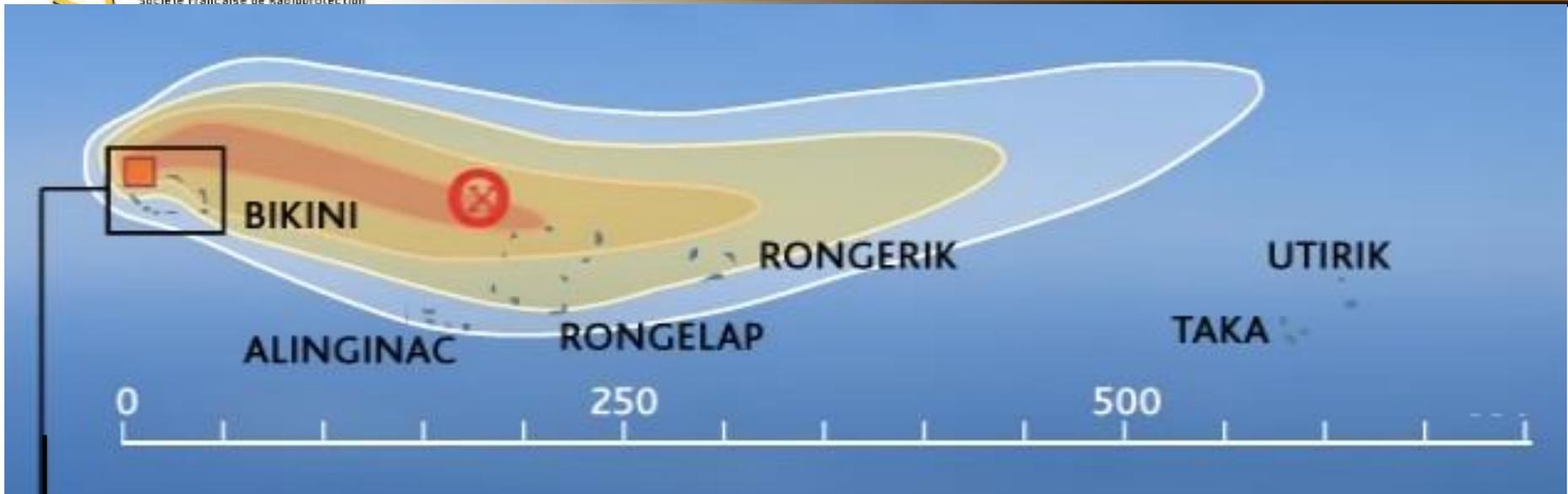
- En **1950**, le Comité international de protection contre les rayons X et le radium est rebaptisé **Commission internationale de protection radiologique** pour y inclure les utilisations des rayonnements autres que médicales.
- **Mission de la Commission** : «Développer pour le **bien public** la science de la radioprotection, en particulier en formulant des **recommandations** sur tous les aspects de la protection contre les rayonnements ionisants.
- **But des recommandations**: «Contribuer à **un niveau approprié de protection des personnes** contre les effets néfastes de l'exposition aux rayonnements **sans limiter indûment les actions humaines souhaitables** qui peuvent être associées à une telle exposition.

Les années 1950: 'L'atome pour la paix' aux Nations Unies



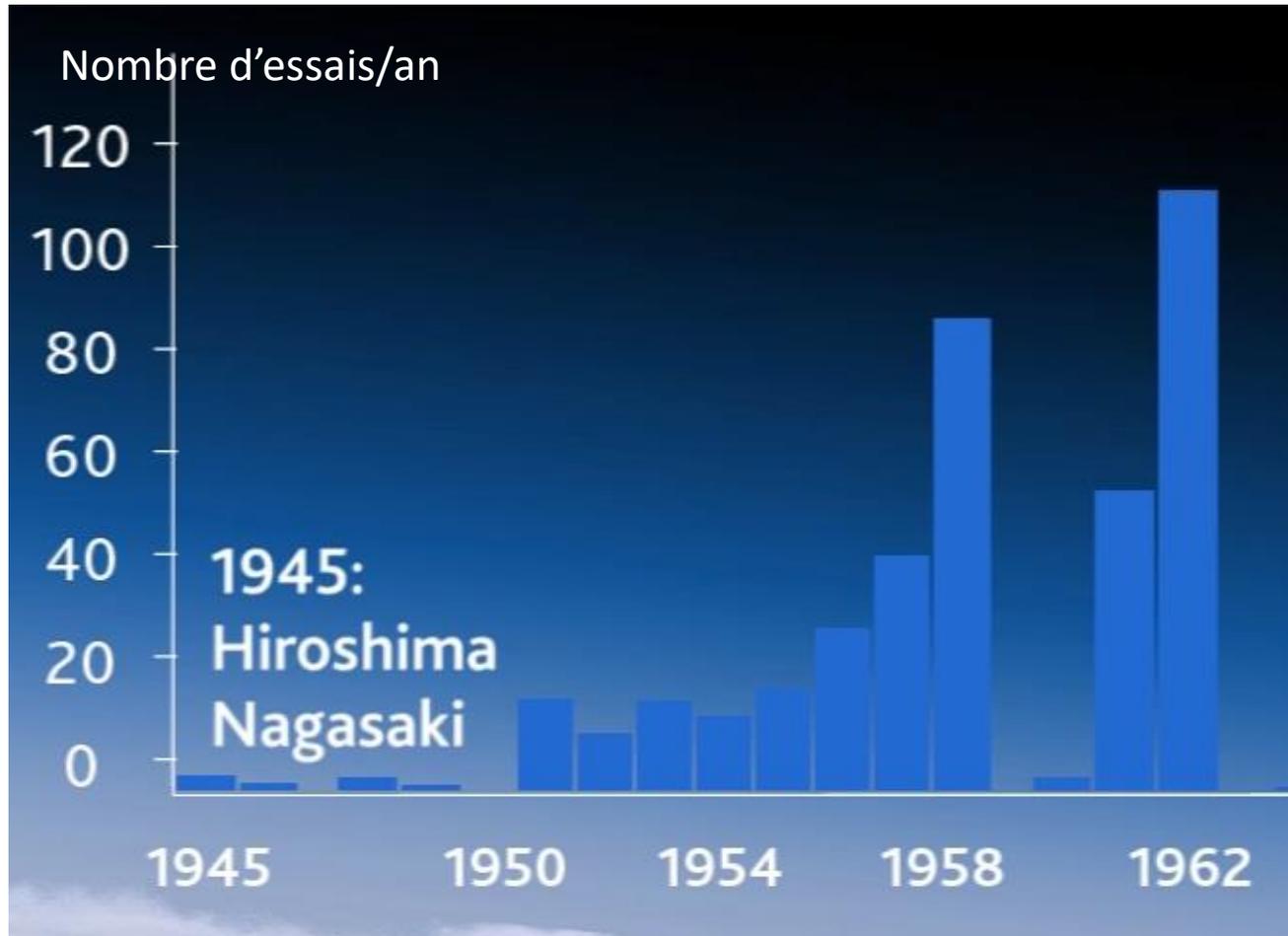
Discours 'L'atome pour la paix' prononcé par le Président Eisenhower à l'Assemblée générale des Nations Unies en décembre 1953

Les années 50 : le test 'Bravo' sur Bikini



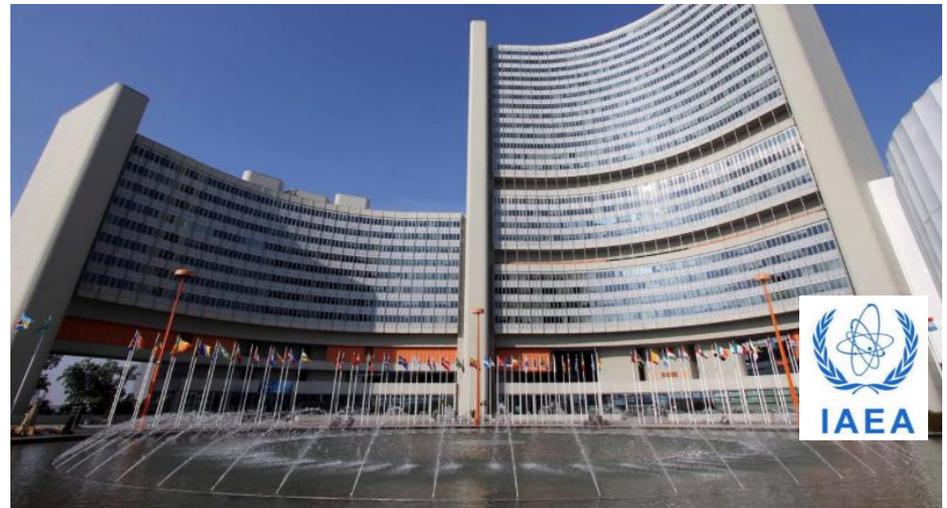
Le test 'Bravo' en 1954 sur l'Atoll de Bikini dans les îles Marshall et l'affaire du Lucky Dragon

Les années 1950: retombées radioactives



Inquiétude croissante quant aux effets génétiques potentiels des retombées radioactives dans l'hémisphère nord

- **1955:** Création du **Comité scientifique des Nations Unies sur les effets des rayonnements atomiques** (UNSCEAR) pour évaluer et rapporter les niveaux et les effets de l'exposition aux rayonnements ionisants
- **1956:** Création de **l'Agence internationale de l'énergie atomique** (AIEA) pour promouvoir l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire et empêcher son utilisation militaire



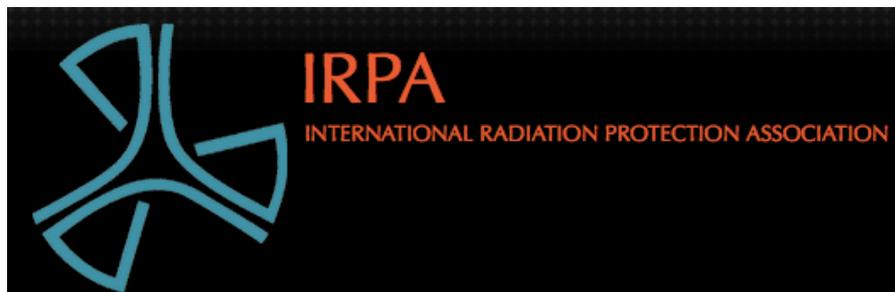
- **1957:** Signature à Rome du traité instituant la **Communauté européenne de l'énergie atomique (CEEA) = Traité EURATOM**
- **1959:** Première édition de la **Directive EURATOM** sur les **normes de base**



Les années 1960: l'estimation du risque des rayonnements et la montée en puissance des professionnels



- Sur la base du suivi épidémiologique des survivants des bombardements d'Hiroshima et Nagasaki, adoption par la CIPR du modèle prudent dit **Linéaire Sans Seuil** (LNT) pour les faibles niveaux de rayonnement
- *(Traité d'interdiction partielle des essais nucléaires interdisant les essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère, dans l'espace extra-atmosphérique et sous l'eau en **1963**)*
- Création de l'**Association internationale de radioprotection** (IRPA) en 1965 pour favoriser les bonnes pratiques et le travail en réseau entre les professionnels de la radioprotection dans le monde entier





La fondation pour la recherche sur les effets des rayonnements (RERF)

City	Estimated city population at the time of the bombings	Estimated number of acute deaths
Hiroshima	340,000-350,000 persons	90,000- 166,000 persons
Nagasaki	250,000-270,000 persons	60,000- 80,000 persons

Weighted dose* (Gy)	Leukemia deaths				Solid cancer occurrences			
	No. subjects	No. leukemia	Estimated excess	Attributable fraction (%)	No. subjects	No. cancers	Estimated excess	Attributable fraction (%)
<0.005 Control	37,407	92	0	0%	60,792**	9,597	3	0%
0.005-0.1	30,387	69	4	6%	27,789	4,406	81	2%
0.1-1	16,108	71	34	48%	14,635	2,800	460	16%
≥1	2,709	64	56	88%	2,211	645	307	48%
Exposed total	49,204	204	94	46%	44,635	7,851	848	11%

Le RERF a été créé en 1975 pour succéder à l' **Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC)** créée en 1946 par les États-Unis pour étudier la santé des survivants des bombes atomiques d'Hiroshima et de Nagasaki

Dans sa **Publication 26 (1977)** la Commission énonce les trois principes de base qui structurent le **système de protection radiologique** actuel:

- **Le principe de justification** - Faire plus de bien que de mal
- **Le principe d'optimisation** - Maintenir les expositions aussi bas que raisonnablement possible (ALARA)
- **Le principe de limitation** - Assurer que les personnes ne reçoivent pas des niveaux d'exposition inacceptables

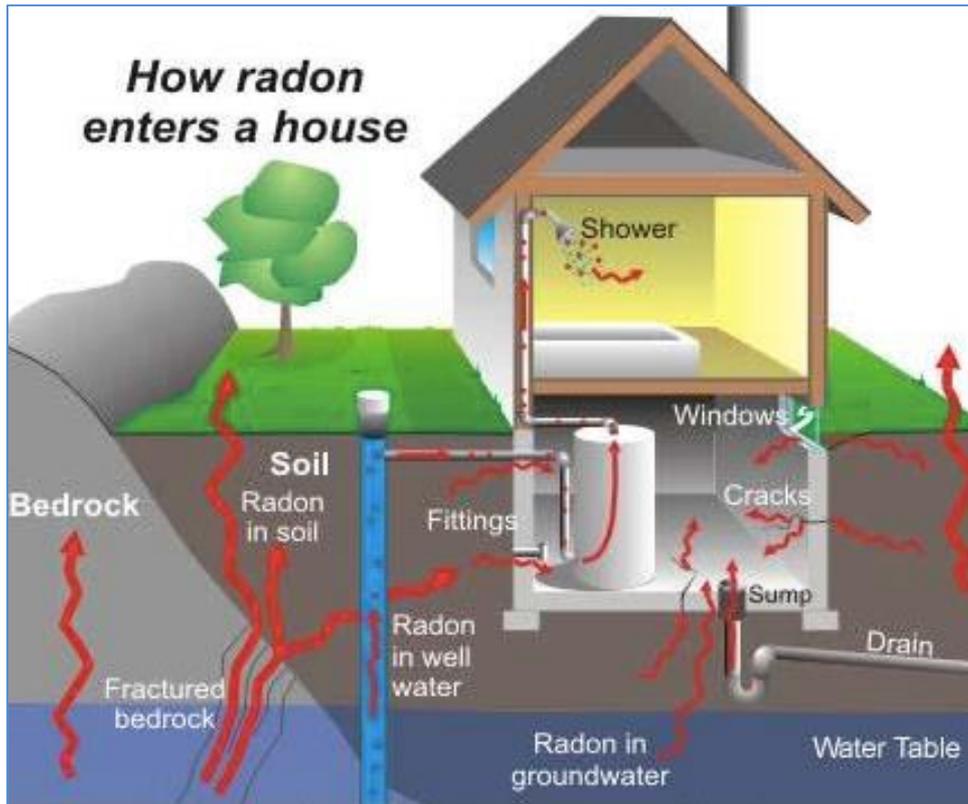
Les années 1970 et 1980: des accidents nucléaires



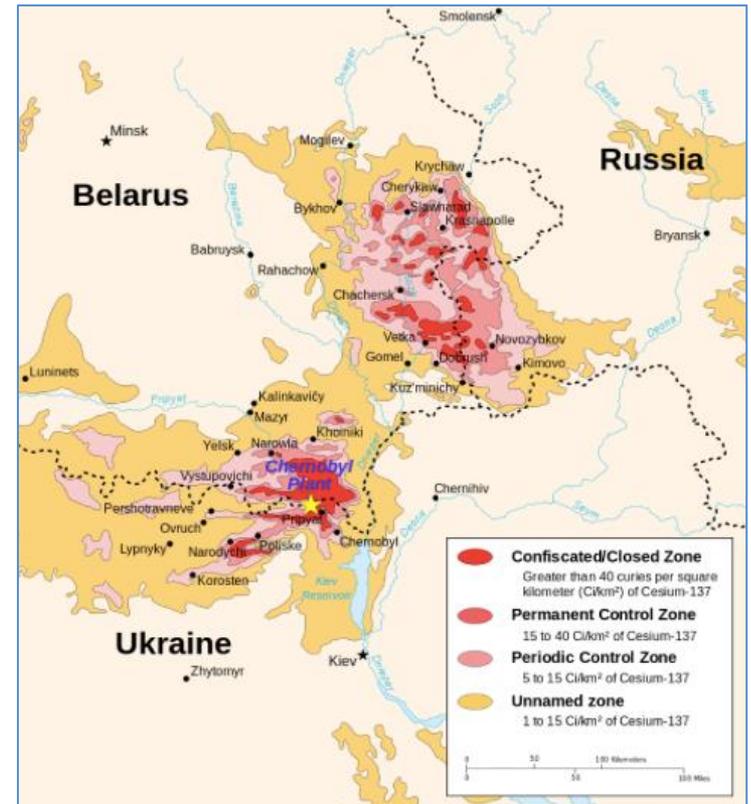
Three Miles Island (Mars 1979, USA) et Tchernobyl (Avril 1986, Union Soviétique)

Les années 1990: le champ de la RP s'élargit

De nouvelles situations d'exposition sont intégrées dans le système de protection radiologique



L'exposition au radon



Les accidents radiologiques



**L'attaque du World Trade Center
USA, Septembre 2001**



**L'accident de Fukushima
Japon, Mars 2011**

Résumé (1)

- Le système de radioprotection s'est progressivement développé au cours du XXe siècle en intégrant les avancées dans la **connaissance scientifique** des effets des rayonnements, l'évolution des **valeurs éthiques et sociales**, ainsi que le **retour d'expérience** de sa mise en œuvre pratique.
- Jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, la protection radiologique ne concernait que la **protection du personnel médical**
- Après la guerre, l'accent a été mis sur **la protection des travailleurs** à l'intérieur des installations **et celle du public** à l'extérieur pour accompagner le développement de **l'énergie nucléaire**

Résumé (2)

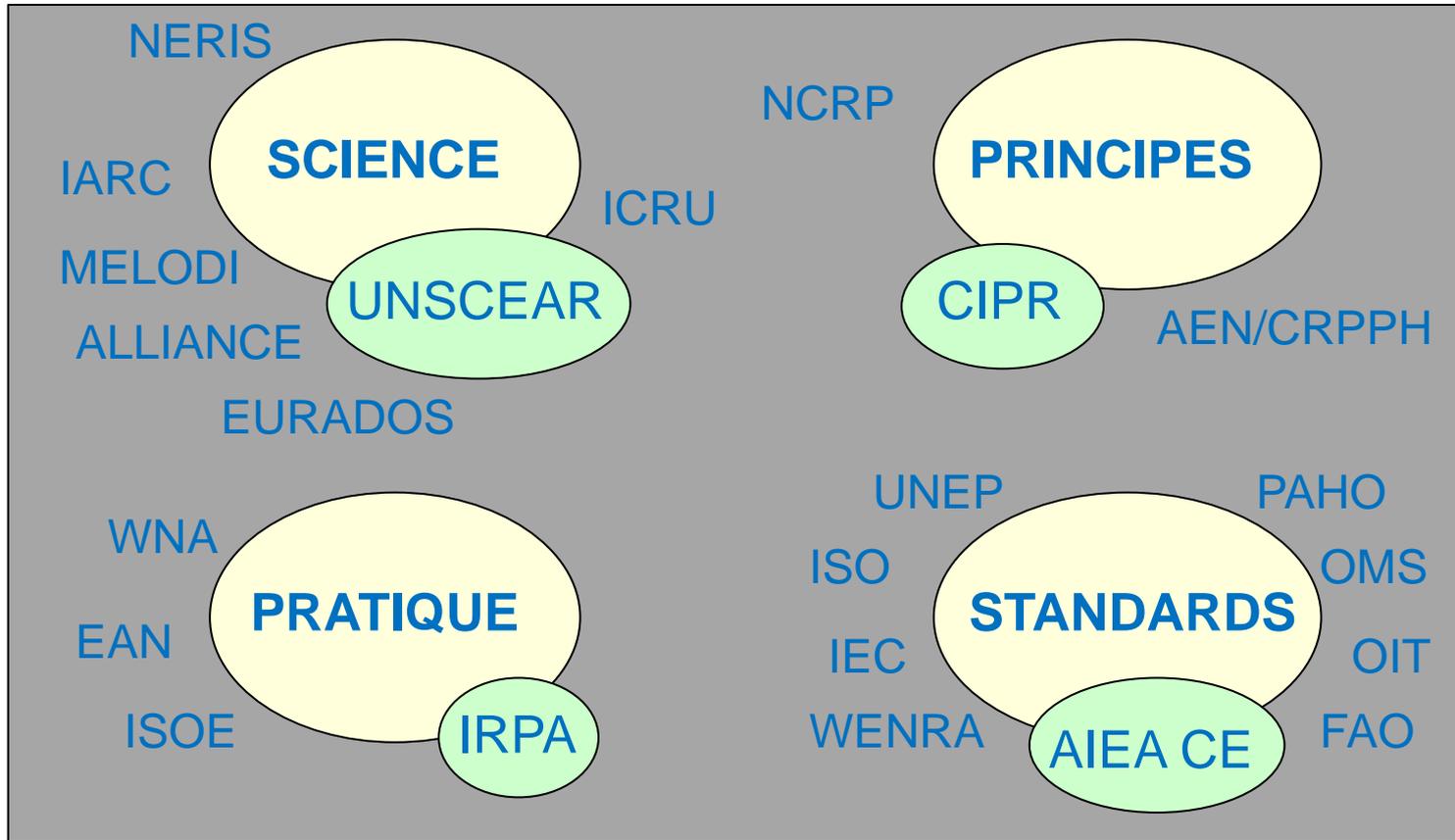
- L'accident de **Tchernobyl** suivi de l'inquiétude suscitée par les situations d'exposition héritées du passé dans les années 1990, puis la menace d "'événements malveillants" suite aux attentats du **11 septembre 2001**, ont remis en question le système de radioprotection
- Les dernières **recommandations de la CIPR en 2007** ont reconnu le rôle croissant de la **participation des parties prenantes** dans la prise de décision concernant la protection contre les rayonnements et également la nécessité de **protéger l'environnement**

Résumé (3)

- Le système de protection radiologique reste structuré par les **trois principes de justification, optimisation et limitation** qui conduisent les professionnels de la radioprotection à agir avec l'objectif de:
 - Faire plus de bien que de mal – **Bienfaisance/ Non malfaisance**
 - Eviter les risques inutiles – **Prudence**
 - Rechercher une répartition équitable des expositions – **Justice**
 - Traiter les gens avec respect - **Dignité**
- L'accident de **Fukushima** force encore une fois les professionnels de la protection radiologique à tirer les leçons de cet accident du point de vue **scientifique, éthique et pratique**

Point sur les principales organisations internationales impliquées dans la radioprotection

De nombreuses organisations, dédiées ou non



MISSIONS

Produit des rapports scientifiques

Évaluer les niveaux de rayonnement auxquels la population mondiale est exposée ou pourrait être exposée à l'avenir par les sources de rayonnement naturelles ou artificielles et évaluer les conséquences des expositions sur la santé humaine

ORGANISATION

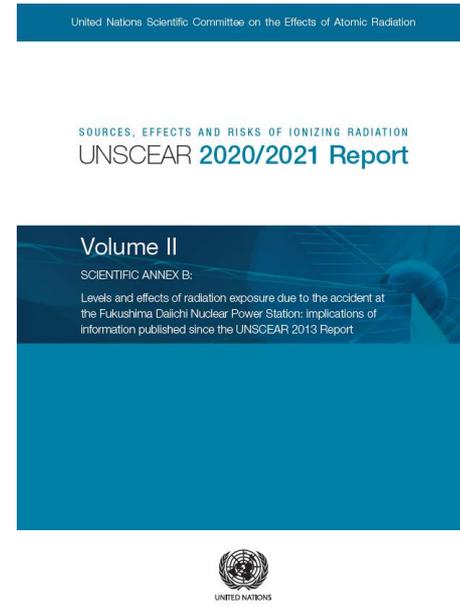
Créé en 1955 (Vienne)
Organisation gouvernementale (ONU)
27 délégations nationales scientifiques

Secrétariat
Consultants

https://www.unscear.org/unscear/fr/about_us.html

Rapports thématiques (Tchernobyl, Fukushima, radon...)

RAPPORT RÉCENT



MISSIONS

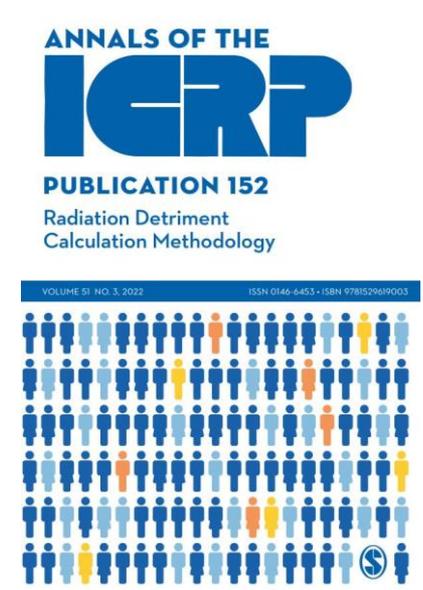
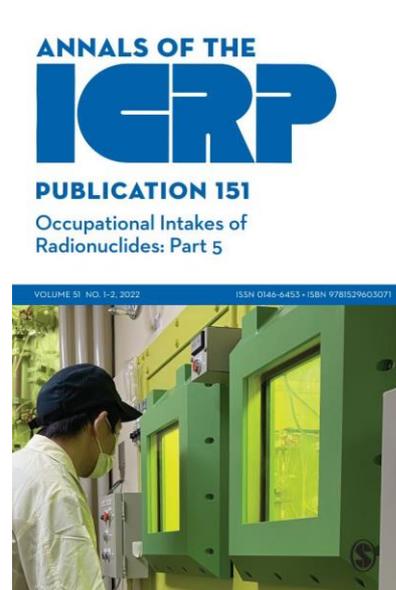
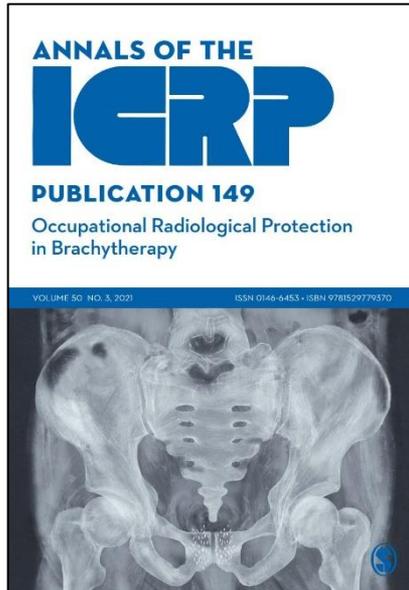
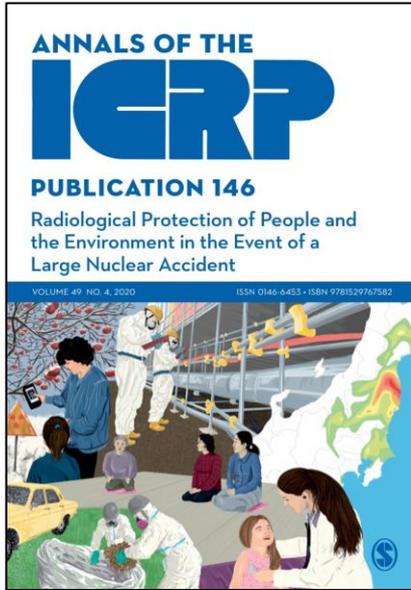
Émet des recommandations
Sur la protection des personnes (expos médicales, professionnelles et du public) et de l'environnement
Recommandations générales (CIPR 26-1977, CIPR 60-1990, CIPR 103-2007, révision en cours)
Recommandations thématiques

ORGANISATION

Créée en 1928 (Ottawa)
ONG (société savante)
1 Commission principale
Secrétariat scientifique
4 Comités thématiques (effets des rayonnements, dosimétrie, médecine, application)
S'appuie sur des groupes de travail
<https://www.icrp.org/>

AUTRES ACTIONS

Gratuité des publications "Free the Annals" (>2 ans)
ICRPaedia: http://icrpaedia.org/Main_Page
Symposium international tous les 2 ans
Mentorat
Prix Cousins (jeunes scientifiques et professionnels)
Révision des recommandations générales



MISSIONS

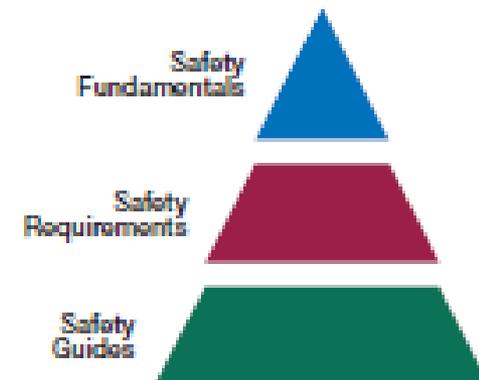
3 S: Safety, Security, Safeguards
 Coopération technique
 Recherche coordonnée
 Non-prolifération
 Missions d'examens et services de conseils
 Services de laboratoire
 Réseaux
 Formation, Conférences
 Assistance technique
 Production de normes
 Conventions(sûreté, déchets)

ORGANISATION

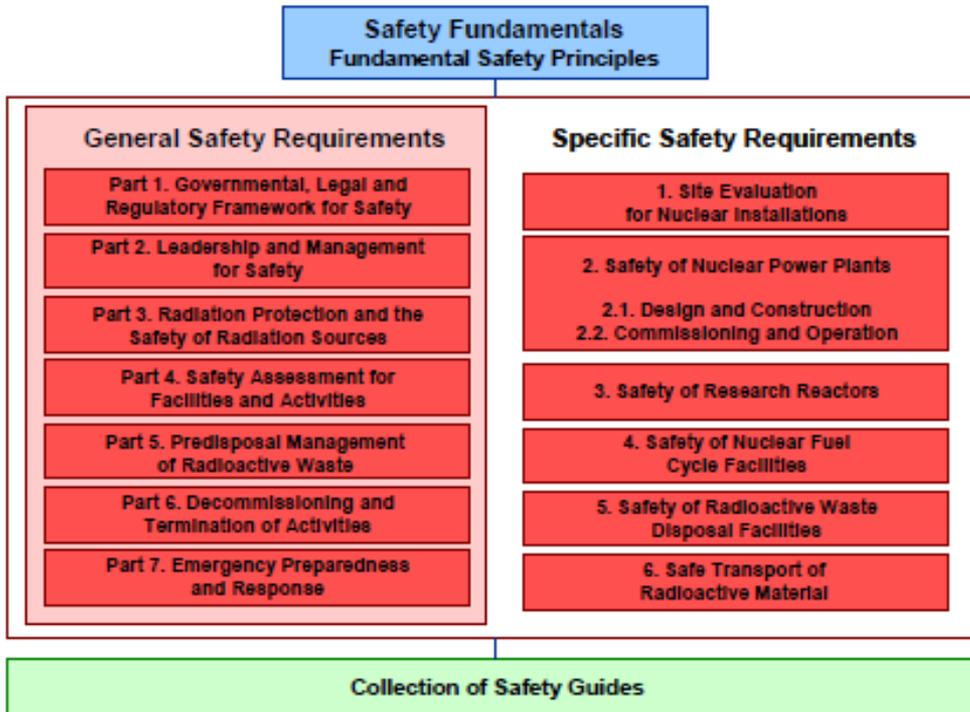
Créée en 1957 (Vienne)
 Organisation gouvernementale (ONU)
 173 Etats membres
 Comités pour l'élaboration des normes:
 - RASSC: radioprotection
 - WASSC: déchets
 - TRANSC: transport
 - NUSSC: sûreté
 - EPreSC: crise
<https://www.iaea.org/fr>

NORMES DE SÛRETÉ

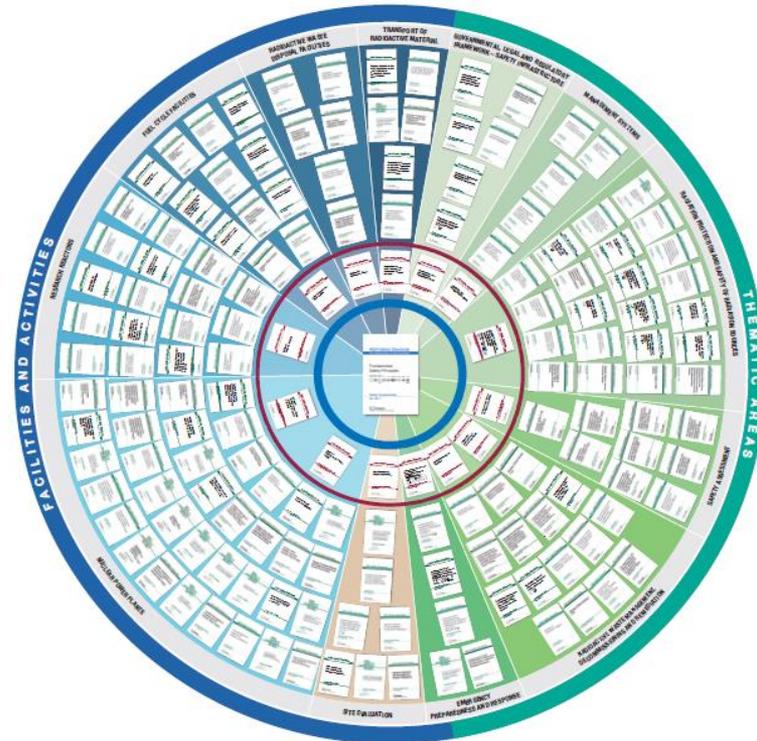
Safety Standards (recommandations)
 - Fondamentaux
 - Exigences
 - Guides



AIEA – Normes de sûreté (Safety Standards Series)



IAEA Safety Standards protecting people and the environment



Online User Interface (OUI) : <https://nucleus-apps.iaea.org/nss-oui/>

MISSIONS

Marché commun nucléaire
10 chapitres, dont:

- I. Recherche
- III. Protection sanitaire
- VII. Contrôles de sécurité

Droit dérivé:

- Règlements (directement applicables)
- Directives (à transposer)

https://ec.europa.eu/info/index_fr

ORGANISATION

Signé en 1957
(Bruxelles, Luxembourg)
Communauté européenne
de l'énergie atomique
(CEEa)

27 Etats membres

Mêmes institutions que
l'UE:

- Commission
- Conseil
- Parlement
- Cour de Justice

PRINCIPAUX TEXTES

Directive 2013/59/Euratom
fixant les normes de base

Directive 2014/87/Euratom
établissant un cadre
communautaire pour la sûreté
nucléaire des IN

Règlement 'Post-Tchernobyl'

Règlement 'Post-Fukushima'

Règlement 'Accident futur'

Journal officiel de l'Union européenne

L 13



Édition
de langue française

Législation

57^e année
17 janvier 2014

Sommaire

II Actes non législatifs

DIRECTIVES

- ★ Directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant les directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et 2003/122/Euratom 1

MISSIONS

Maintenir et approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques pour l'utilisation sûre de l'énergie nucléaire

Pôles d'activités

- Recherche
- Réglementation
- Aspects humains
- Radioprotection déchets
- Démantèlement
- Science, technologie
- Économie

ORGANISATION

Créée en 1958 (Paris)

Organisation gouvernementale (OCDE)

34 Etats membres

Comités thématiques dont le CRPPH (radioprotection et santé publique)

Nombreux groupes d'experts

- Forum d'échanges
- Projets communs
- Conférences, séminaires
- Publications
- <https://www.oecd-nea.org/>

THÈMES RP

- Urgence radiologique (WPNEM)
- Exercices de crise (INEX)
- Post-accidentel (EGRM)
- Faibles doses (HLG-LDR)
- Doctrine RP (EGIR)
- Démantèlement (CDLM)
- Cristallin (EGDLE)
- Non-radiologique (EGNR)
- Exposition professionnelle (ISOE)
- Formation (IRPS)

MISSIONS

Secteurs : médical,
nucléaire, industrie,
recherche, autorités,
expertise

Promouvoir l'excellence
Voix des professionnels
Coopération avec les OI
Développement des
bonnes pratiques (guides)
Organisation de congrès,
séminaires, ateliers...

Prix Sievert

ORGANISATION

Association
Fédération de 53 sociétés
professionnelles

- Conseil exécutif
- Assemblée générale
- Commissions, comités,
GT

[https://www.irpa.net/index.
asp](https://www.irpa.net/index.asp)

GROUPES DE TRAVAIL

- Réseau Jeunes
générations
- Éducation/formation
- Revue du système de
RP
- Cristallin
- NORM
- Compréhension du
public
- Femmes dans les
rayonnements

IRPA – Quelques rapports



 **IRPA**
INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION

IRPA GUIDING PRINCIPLES FOR ESTABLISHING A RADIATION PROTECTION CULTURE




 **IRPA**
INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION

IRPA GUIDANCE ON CERTIFICATION OF A RADIATION PROTECTION EXPERT




 **IRPA**
INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION

IRPA GUIDANCE ON IMPLEMENTATION OF EYE DOSE MONITORING AND EYE PROTECTION OF WORKERS




 **IRPA**
INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION

PRACTICAL GUIDANCE FOR ENGAGEMENT WITH THE PUBLIC ON RADIATION AND RISK

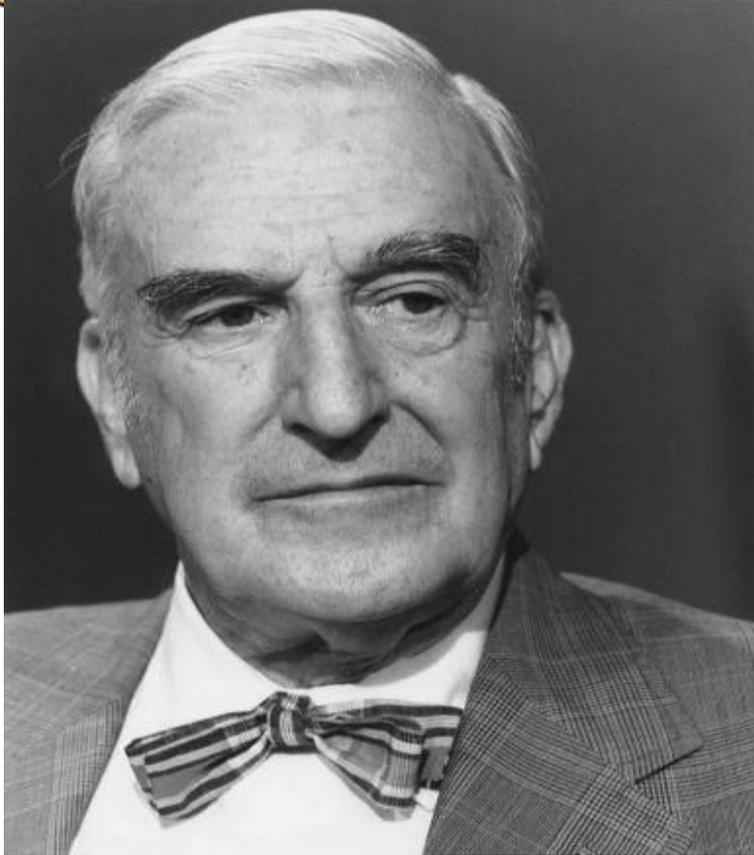



- Organisation mondiale de la santé (**OMS**) : eau, radon
- Bureau international du travail (**BIT**) : Convention 115 sur la protection des travailleurs
- Agence pour l'alimentation et l'agriculture (**FAO**) : Codex Alimentarius
- Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities (**HERCA**)
- **IACRS**: Interagencies Committee on Radiation Safety (AIEA, UNSCEAR, AEN, BIT, EC, FAO, OMS, PAHO + observateurs : CIPR, ICRU, IEC, IRPA, ISO)

- Rapports scientifiques de **l'UNSCEAR**
- Recommandations de la **CIPR**
- Normes de base internationales de **l'AIEA**
- Normes de base européennes **d'EURATOM** (directive)
- Transposition de la directive européenne dans le **droit national** des Etats membres de la CEEA (les mêmes que l'UE)

Le consensus international

- Grandeurs et unités
- Concepts de base (source, dose, effets...)
- Facteurs de pondération pour rayonnements et tissus
- Relation dose-effet ; coefficient de risque nominal
- Principes généraux (justification, optimisation, limitation)
- Catégories d'expositions (travailleurs, public, médical)
- Situations d'exposition (existantes, planifiées, d'urgence)



“ La radioprotection n'est pas seulement une affaire de **science**. C'est une affaire de **philosophie**, de **moralité**, et de la plus haute **sagesse**.”

Lauriston S. Taylor
(1902 – 2004)

The Philosophy Underlying Radiation Protection. Am. J. Roent. Vol. 77, N° 5, 914-919, 1957

Merci pour votre attention