



IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE


Faire avancer la sûreté nucléaire

Fondamentaux du système de RP: structuration du système

Jean-François Lecomte - IRSN/DAI

GT-CIPR – 19 novembre 2014





↳

Remarques introductives

Objectif général du système de RP

- Contribuer à un niveau de protection approprié pour les personnes et pour l'environnement contre les effets néfastes de l'exposition aux rayonnements, sans limiter de façon excessive les actions humaines souhaitables qui peuvent être associées à une telle exposition (CIPR 103 §26)

Évolution progressive du système de RP

- 1ères utilisations des RI : début du XXème siècle (**médical**)
- CIPR créée en 1928
- Jusqu'à la 2^{ème} GM : préoccupation = personnel médical
- Après la guerre : focalisation sur **l'énergie nucléaire**
- Protection des travailleurs dans les installations et du public en dehors, en situation normale (**pratiques**)
- Régime cohérent et efficace: CIPR 26 (1977), **CIPR 60** (1991)
- Aujourd'hui : préoccupations accrues vis-à-vis de la **radioactivité naturelle** ou des situations héritées du passé
- **Accidents**, menace terroriste
- Remise en question de la CIPR 60 → **CIPR 103**

CIPR 60 : un système à 2 vitesses

Pratiques

Limite

(dose **plafond** pour l'ensemble des sources)

Contraintes

(dose **plafond** pour une source donnée)

↓

Optimisation

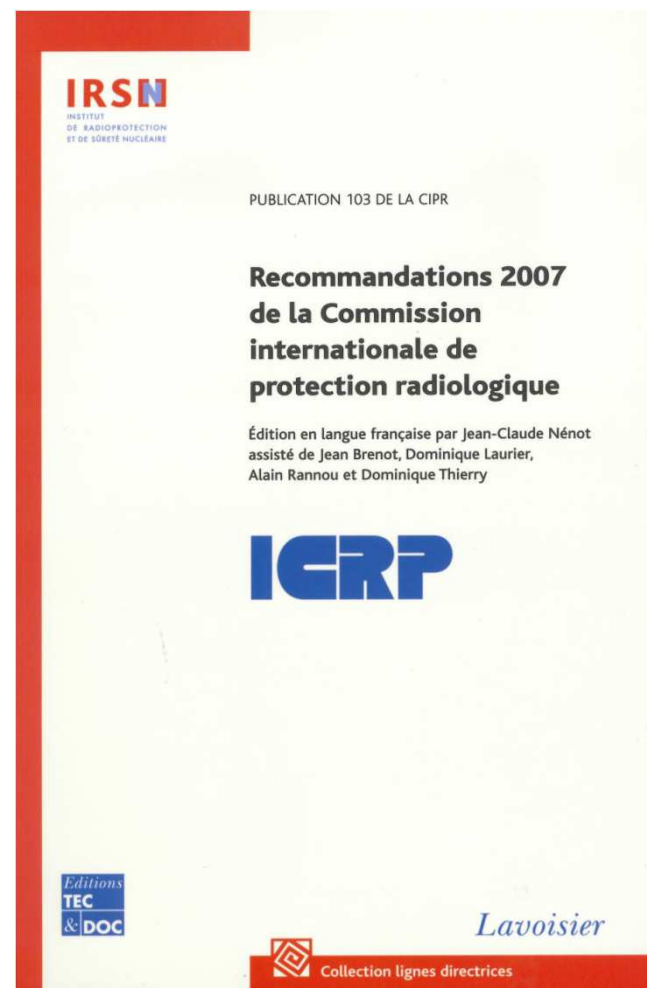
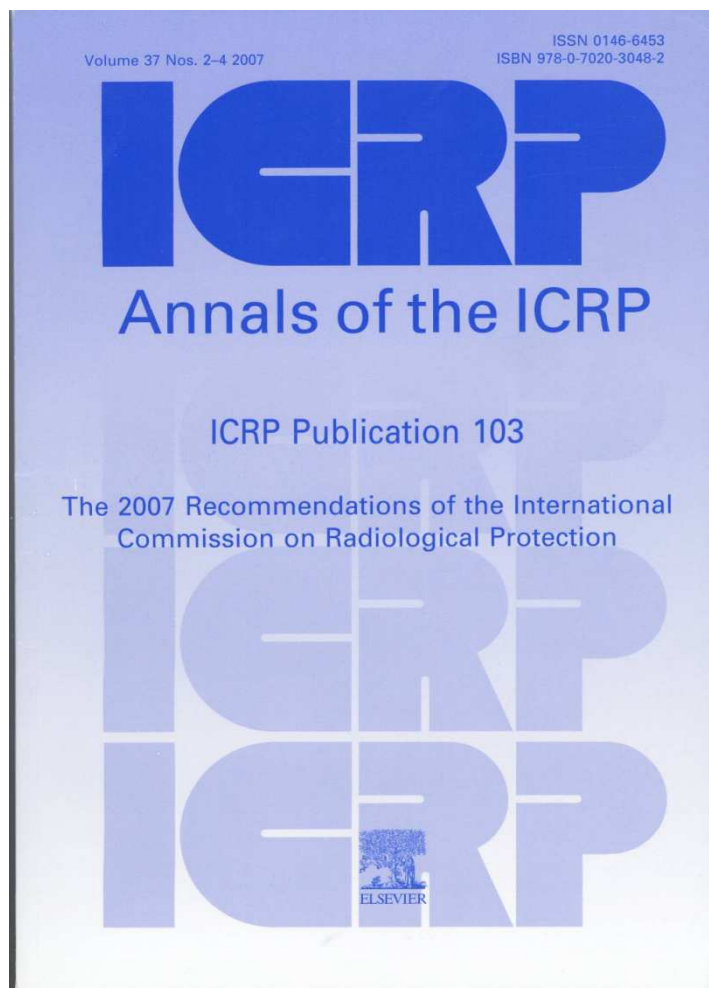
Interventions

↓ **Optimisation**

Niveau d'intervention
(dose **plancher**)

- que se passe-t-il au-dessous ?
- optimisation est-elle applicable ?

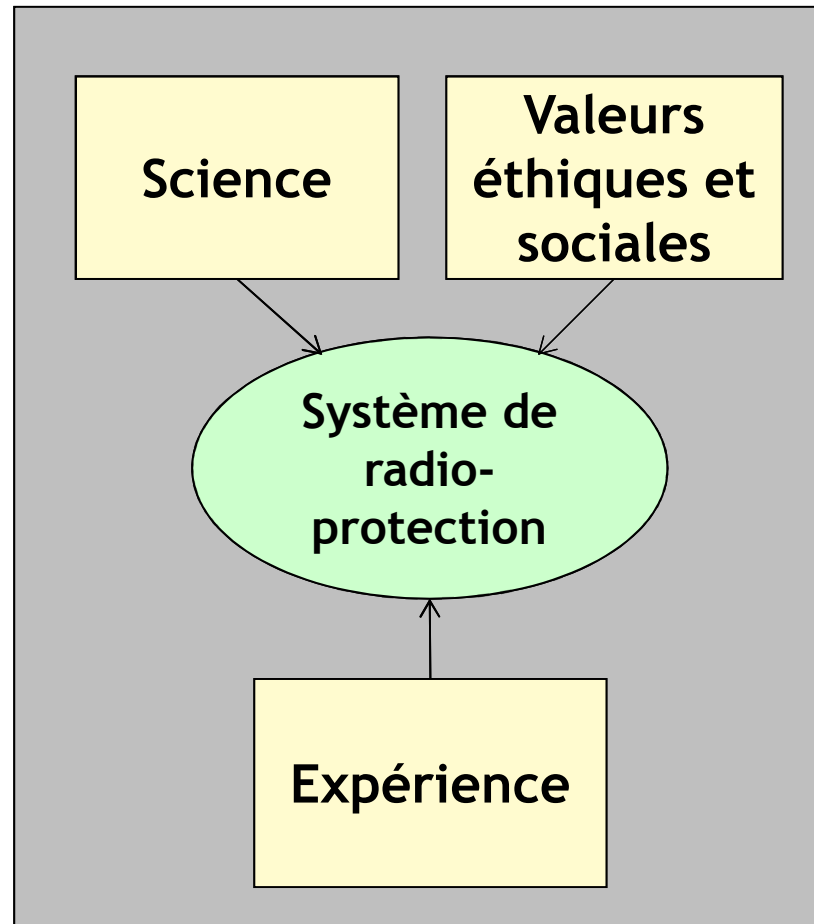
CIPR 103



CIPR 103 : fin du système à 2 vitesses

- Fin de la distinction pratiques/interventions
- 1 seule approche
 - **Optimisation** sous une **restriction** de dose (**contrainte de dose** ou **niveau de référence**), choisie en fonction des caractéristiques de la situation
 - Implication des **parties prenantes**
- Pour **toutes les situations** d'exposition maîtrisables
 - Planifiées (SEP)
 - D'urgence (SEU)
 - Existantes (SEE)

Les 3 piliers du système de RP



Les 3 piliers du système de RP

Science

- Épidémiologie
- Radiobiologie
- Anatomie
- Physiologie
- Métrologie
- ...



Valeurs éthiques et sociales

- Bienfaisance
- Prudence
- Justice
- Dignité

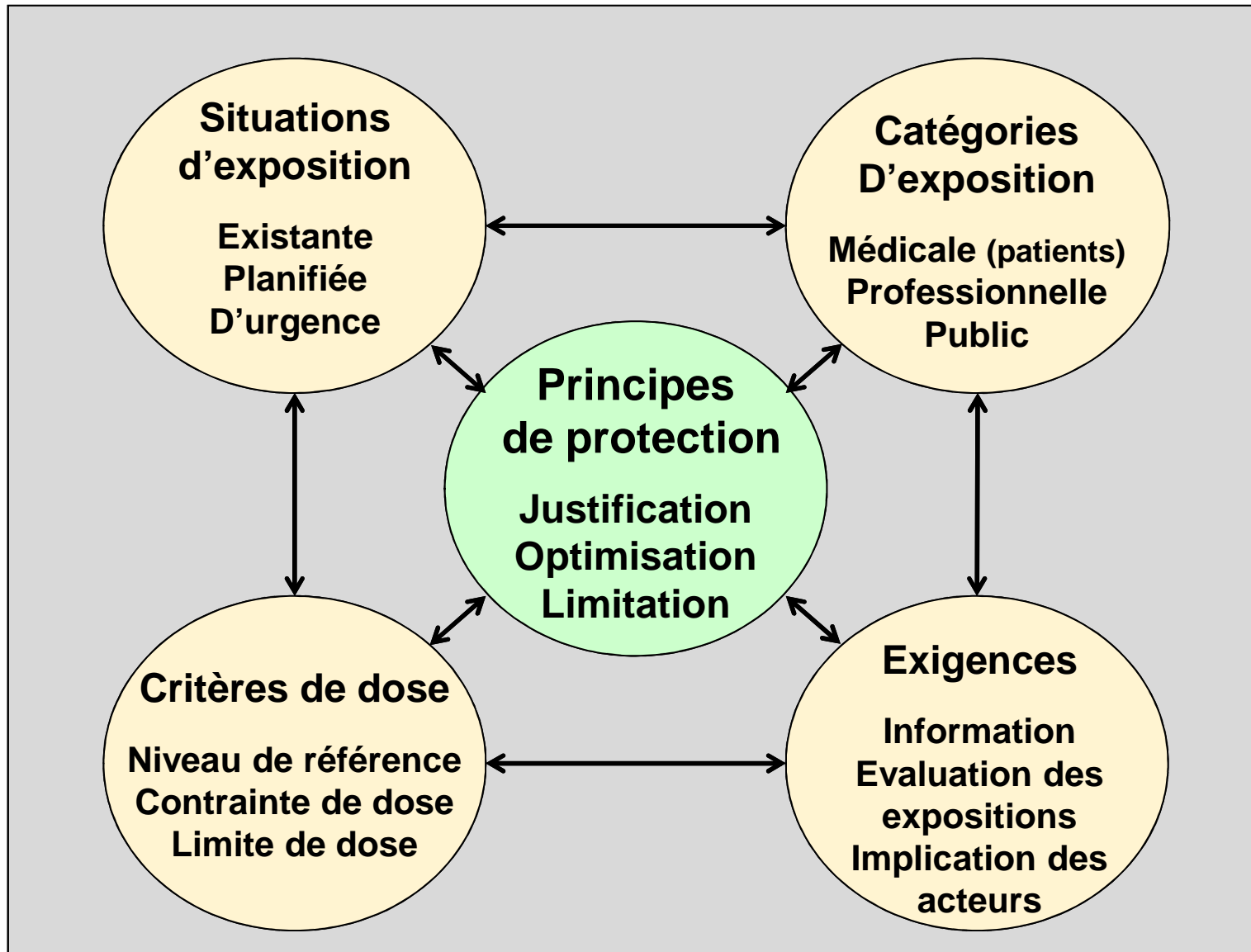
- Raison
- Tolérabilité
 - Quiétude
 - Vigilance
 - Réaction


Expérience

- Hiroshima/Nagasaki
- INB
- Médical
- Tchernobyl
- Fukushima

- Conservation des espèces
- Biodiversité
- Développement durable

Les éléments structurants du système

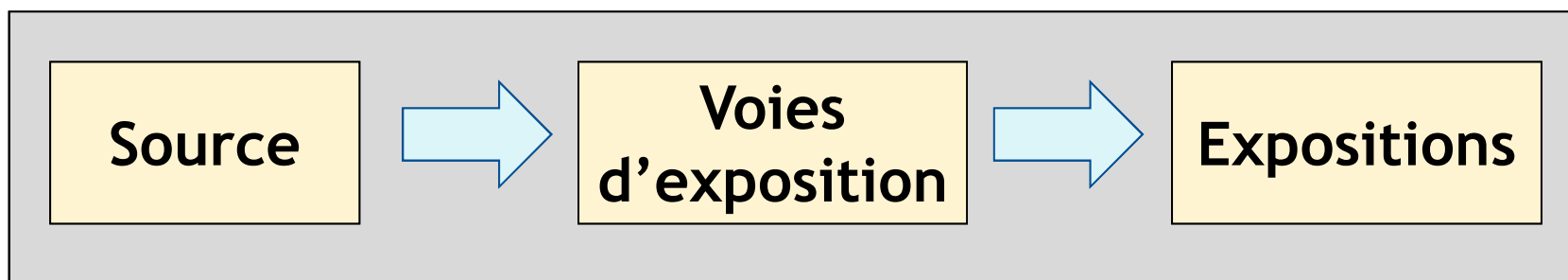




Situations d'exposition

Qu'est-ce qu'une situation d'exposition ?

Le processus provoquant des expositions humaines à partir de sources **naturelles** et **artificielles** doit être vu comme un **réseau** d'évènements et de situations (CIPR 103 §169)



Une protection peut être assurée en agissant sur la **source**, ou en certains points des **voies d'exposition**, et parfois en modifiant la localisation ou les caractéristiques des **individus exposés** (CIPR 103 §169)

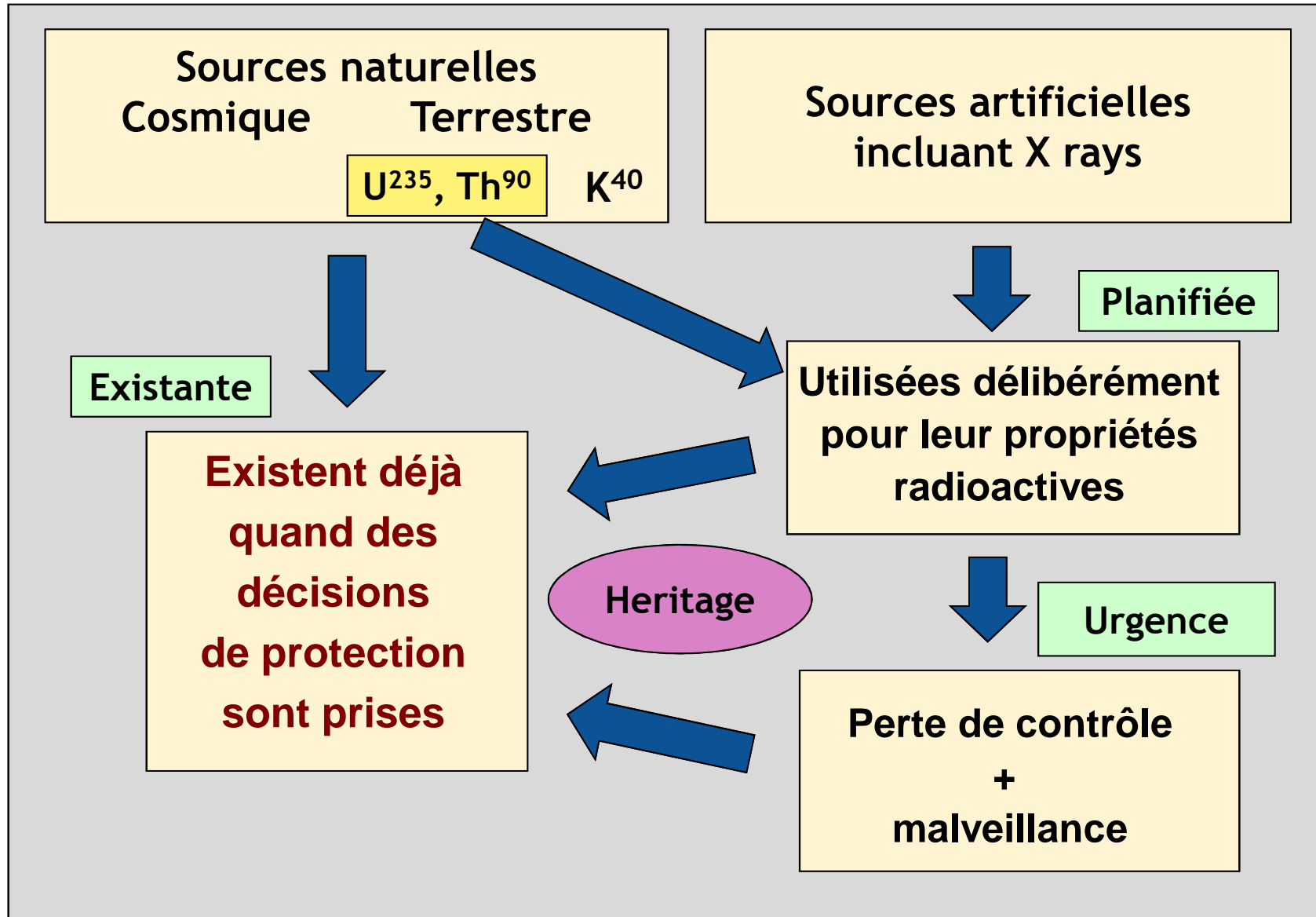
3 types de situations d'exposition

- **Situation d'exposition existante**
 - Expositions résultant de sources qui **existent déjà** quand une décision de protection doit être prise. La caractérisation des expositions est une condition préalable à leur maîtrise
- **Situation d'exposition planifiée**
 - Situation impliquant l'introduction et l'exploitation **délibérées** de sources utilisées pour leur propriétés radioactives ; expositions **normales** (anticipées) ou **potentielles** (non anticipées)
- **Situation d'exposition d'urgence**
 - Situations **fortuites** (accident, malveillance) résultant de la **perte de contrôle** de la source et nécessitant une **réaction urgente** et au bon moment

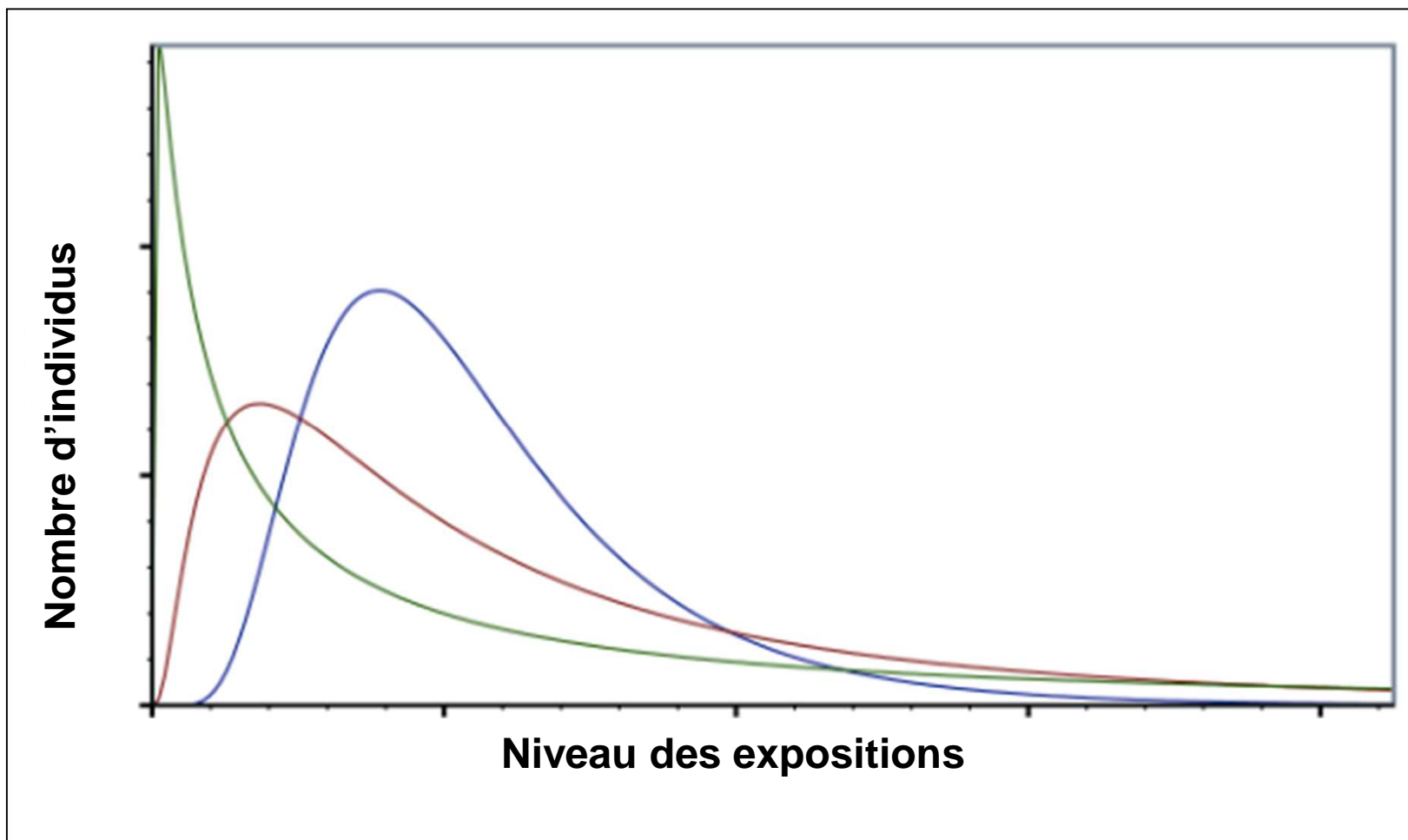
Sources et situations d'exposition

- **Situations d'exposition existantes**
 - Sources naturelles: rayonnement cosmique en avion, NORM, radon
 - Sources artificielles: sources orphelines, sites contaminés, territoires contaminés après un accident
- **Situations d'exposition planifiées**
 - Installations médicales
 - Industrie nucléaire
 - « Petit nucléaire »
 - Recherche
- **Situations d'exposition d'urgences**
 - Perte de contrôle de la source
 - Acte de malveillance

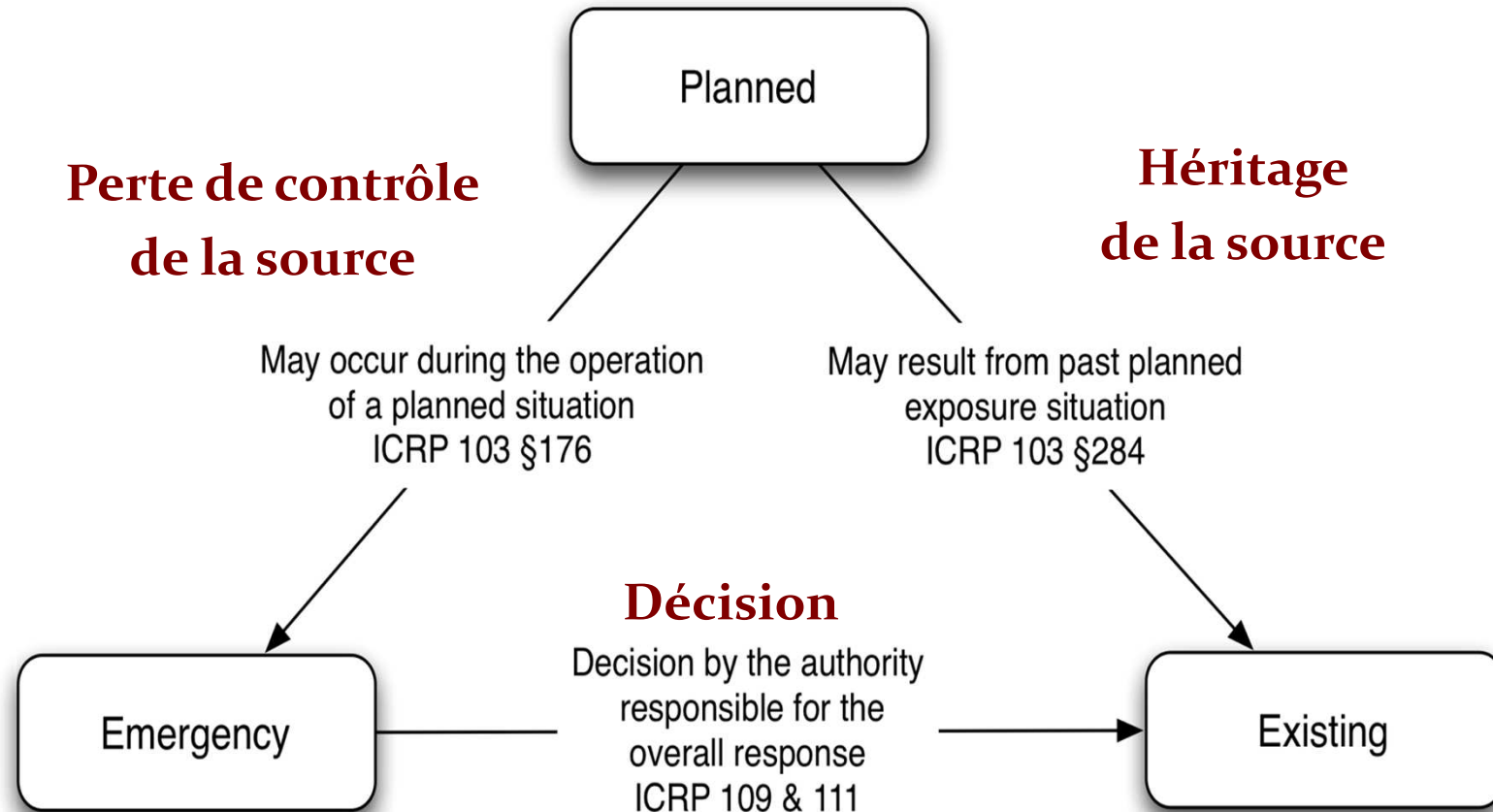
Sources et situations d'exposition



Toutes les situations d'exposition sont caractérisées par une distribution des doses individuelles particulière




Liens entre les situations d'exposition



Situation d'exposition et facteur temps

- Situations d'exposition **existantes**
 - Caractérisation de la situation est un préalable → **transition** entre urgence et post-accidentel
 - Long processus pour revenir < NR
- Situations d'exposition **planifiées**
 - Mise en œuvre des actions à tout moment
 - Efficacité immédiate (doses < CD ou LD)
- Situations d'exposition **d'urgences**
 - Action d'urgence et au bon moment
 - Préparation cruciale
- **Dans tous les cas, la protection peut être planifiée à l'avance**



↳

Catégories d'exposition

3 catégories d'exposition

- **Médicales** (patients + accompagnateurs + volontaires rech.)
 - Expositions résultant de procédures diagnostiques, interventionnelles et thérapeutiques
 - Risque et bénéfice pour le patient → approche différente (3 niveaux de just., opt. avec relation médecin/patient + NRD, pas de limite de dose)
- **Professionnelles** (travailleurs)
 - Expositions reçues au travail
 - Résultant de situations d'exposition qui peuvent être raisonnablement considérées comme étant de la responsabilité de la direction opérationnelle
 - Ambigüité pour les SEE et SEU
- **Du public** (autres individus)
 - Expositions autres que médicales et professionnelles
 - Sources naturelles et artificielles
 - Concept d'individu représentatif (ex groupe critique)

Lien entre les catégories d'exposition

- Même si un individu donné peut être exposé en tant que patient et/ou en tant que travailleur et/ou en tant que personne du public, il est nécessaire de **traiter séparément** les 3 catégories d'exposition



↳

Principes de protection

3 principes généraux

- Relatifs à une source
 - **Justification** : toute décision modifiant la situation d'exposition doit faire plus de bien que de mal (bénéfice suffisant pour l'individu ou la société afin de compenser le détriment produit)
 - **Optimisation** de la protection : la probabilité d'occurrence des expositions, le nombre de personnes exposés et l'ampleur des doses individuelles doivent être maintenus à un niveau aussi bas que raisonnablement possible (ALARA) compte tenu des facteurs économiques et sociétaux
- Relatif à un individu
 - **Limite de dose** : la dose totale reçue par un individu, due à des sources réglementées dans les situations planifiées (hors expo des patients) ne doit pas dépasser les limites appropriées

Source versus Individu

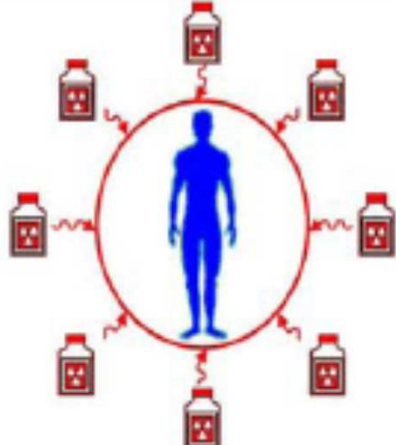
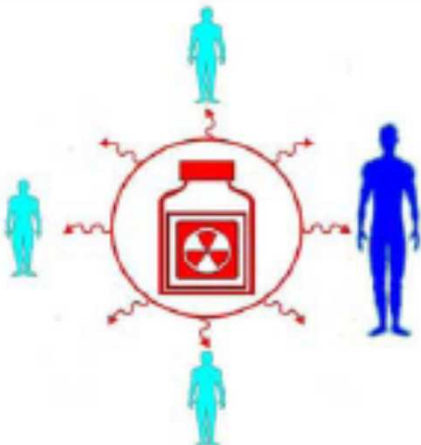
Dose Limits	Constraints and Reference Levels
Protect individual workers from occupational exposure and the Representative Person from public exposure	
 A central blue silhouette of a person is enclosed in a red circle. Eight red radiation source icons, each with a radiation symbol, are arranged around the circle. Red wavy arrows point from each source towards the person, representing exposure from multiple sources.	 A central red radiation source icon with a radiation symbol is enclosed in a red circle. Three blue silhouettes of people are positioned around the circle. Red wavy arrows point from the source towards each person, representing exposure from a single source to multiple individuals.
From all regulated sources in planned exposure situations	From a source in all exposure situations

Fig. 3. Dose limits contrasted with dose constraints and reference levels to protect workers and members of the public.

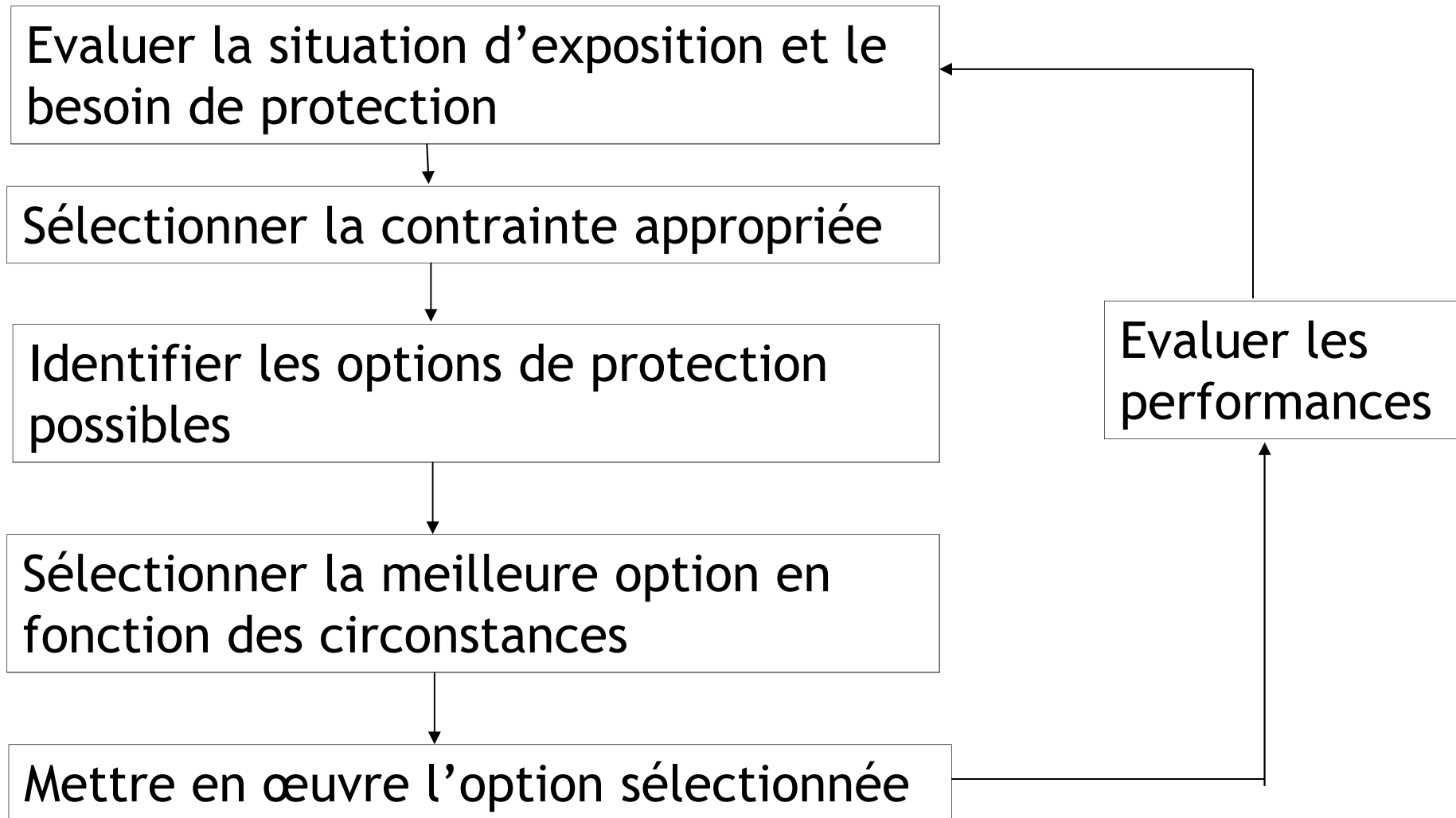
Le processus d'optimisation

- Conséquence de la **linéarité sans seuil**
- Principe **le plus important**
- **CIPR 101** (Partie 2) : élargir le processus (équité, dialogue, culture de RP)

Le processus d'optimisation

- Préventif, continu, itératif, systématique, structuré, cyclique
- **Engagement** des professionnels, définition des **responsabilités**
- **Équité**: où, quand et par qui les doses sont-elles reçues ?
- Méthodes quantitatives et qualitatives
- Prévention + atténuation (mitigation)
- Approche **graduée**
- Implication des **parties prenantes**
- État d'esprit, **questionnement** permanent

Le processus d'optimisation



Implication des parties prenantes

- **Qui ?**

- Décideur, employeur/exploitant, autorités, personnes exposées et leurs représentants, supports techniques institutionnels et non-institutionnels, représentants de la société (élus et associations)

- **Comment ?**

- Cas par cas : simple consultation → construction du consensus
- Chacun son rôle : **la décision appartient au décideur**

- **Spécificités des SEE**

- Nombreux acteurs
- Autoprotection (self-help)
- Co-expertise

- **Pas le temps en SEU** (en phase d'urgence)

L'aboutissement du processus d'optimisation

- Dose résiduelle **spécifique** à la situation d'exposition (pas fixée a priori)
- Proche ou très < contrainte appropriée
- Situations d'urgence et existantes : tendre vers des niveaux comparables à ceux des situations normales

Exemple pratique de culture de RP

Three principles

1. Be prudent.

Even though the absolute amount of the risk is small, but its existence should be assumed.

2. Tolerability should be determined by the risk taker.

The tolerability of the risk should be judged by the people who take the risk together with experts (co-expertise), based on the actual measurement.

3. Be reasonable.

Avoid extreme and carefully adjust conflicting interests.

These three human judgments cannot be described by numbers.



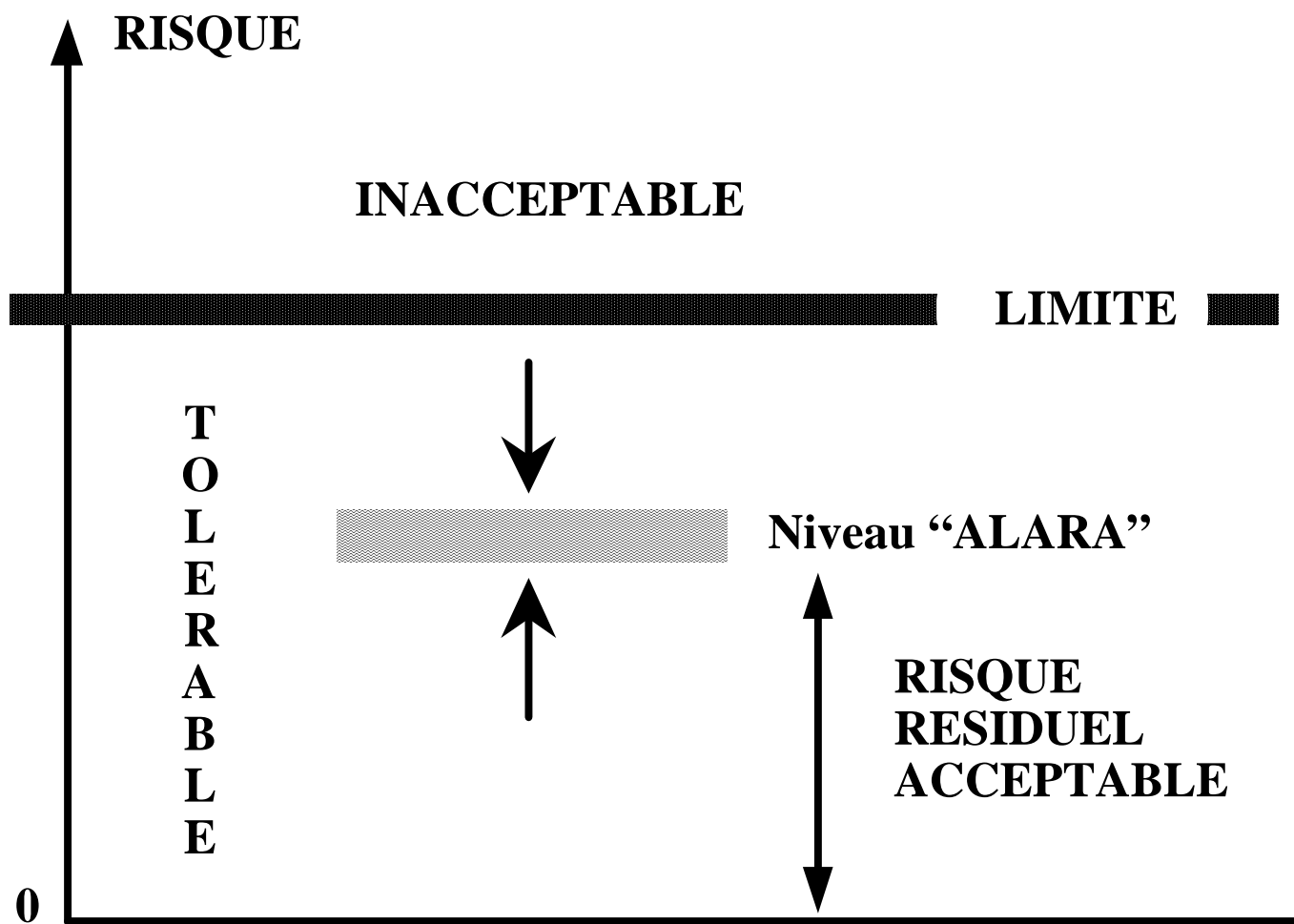
Emprunté à ETHOS à FUKUSHIMA



↳

Critères de dose

Limite de dose et acceptabilité du risque



Limites de dose

- Valeurs numériques recommandées par la CIPR
- Pour les expositions professionnelles et celles du public
 - T: **20 mSv/an** moyennée sur des périodes définies de 5 ans (100 mSv/5ans) ; 50 mSv maxi sur 1 année donnée
 - **1 mSv/an**, éventuellement moyenné sur 5 ans
- Reprises par les organisations internationales et les autorités nationales
- Parfois sur une base annuelle stricte, ou sur 12 mois glissants
- **Statut légal fort** : dépassement = infraction

Restriction de dose et optimisation

- **Contrainte de dose** (SEP) ou **niveau de référence** (SEU + SEE) : l'intention est de ne pas dépasser ou rester à ces niveaux; l'ambition est de réduire toutes les doses ALARA au-dessous
- **Niveaux de référence diagnostic** (SEP) dans le médical
- Fixés pour **une source** donnée
- Outils pour la **mise en œuvre de l'optimisation**
 - Pour fixer les priorités (individus les plus exposés)
 - Stimuler l'amélioration de la situation générale
- En SEP, les doses peuvent être prévues de manière à s'assurer que la DC ne sera pas dépassée
- En SEU ou SEE, le NR servira de repère pour évaluer l'efficacité des actions de protection

Cadre pour le choix des CD et des NR

Dose aigüe ou annuelle (mSv)	Caractéristiques de la situation	Exigences à respecter
20 à 100	<ul style="list-style-type: none"> - Sources non maîtrisées, - Actions perturbantes, - Actions sur les voies d'expo. (pas la source) 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des doses, - Information individuelle sur les risques et comment les réduire, - Évaluation dosimétrique individuelle
1 à 20	<ul style="list-style-type: none"> - Bénéfice individuel direct lié à la situation mais pas forcément à l'exposition, - Action sur la source ou sur les voies d'exposition 	<ul style="list-style-type: none"> - Information générale ou individuelle pour réduire l'exposition, - Formation, surveillance individuelle (situations planifiées)
< 1	<ul style="list-style-type: none"> - Bénéfice indirect ou sociétal, - Action sur la source pouvant être planifiée 	<ul style="list-style-type: none"> - Information générale sur niveau d'exposition, - Vérification périodique des voies et niveaux d'exposition

Optimisation et Restriction / 1 source

Situations d'exposition
planifiées

Limite de dose

Contrainte de dose

Optimisation

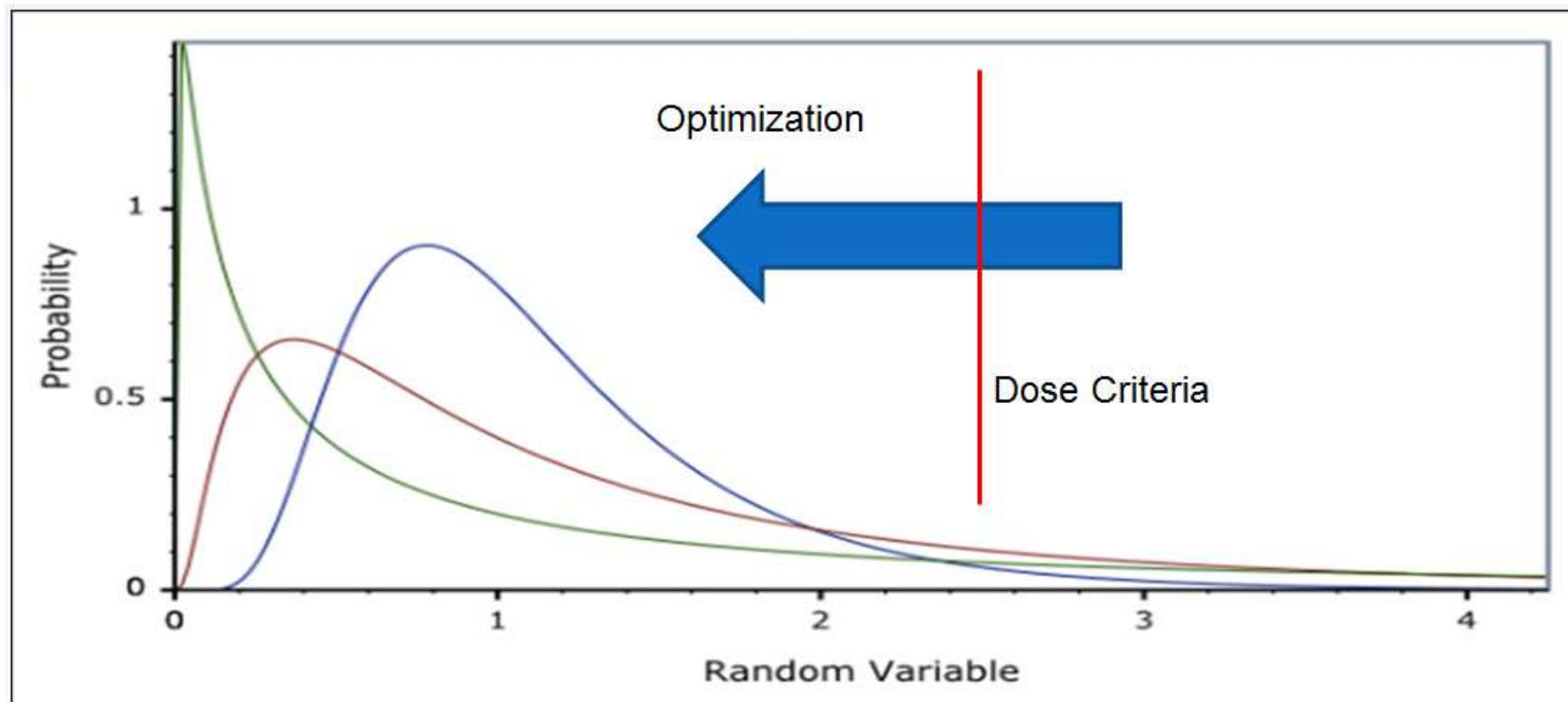
Situations d'exposition
d'urgence ou existantes

Niveau de référence

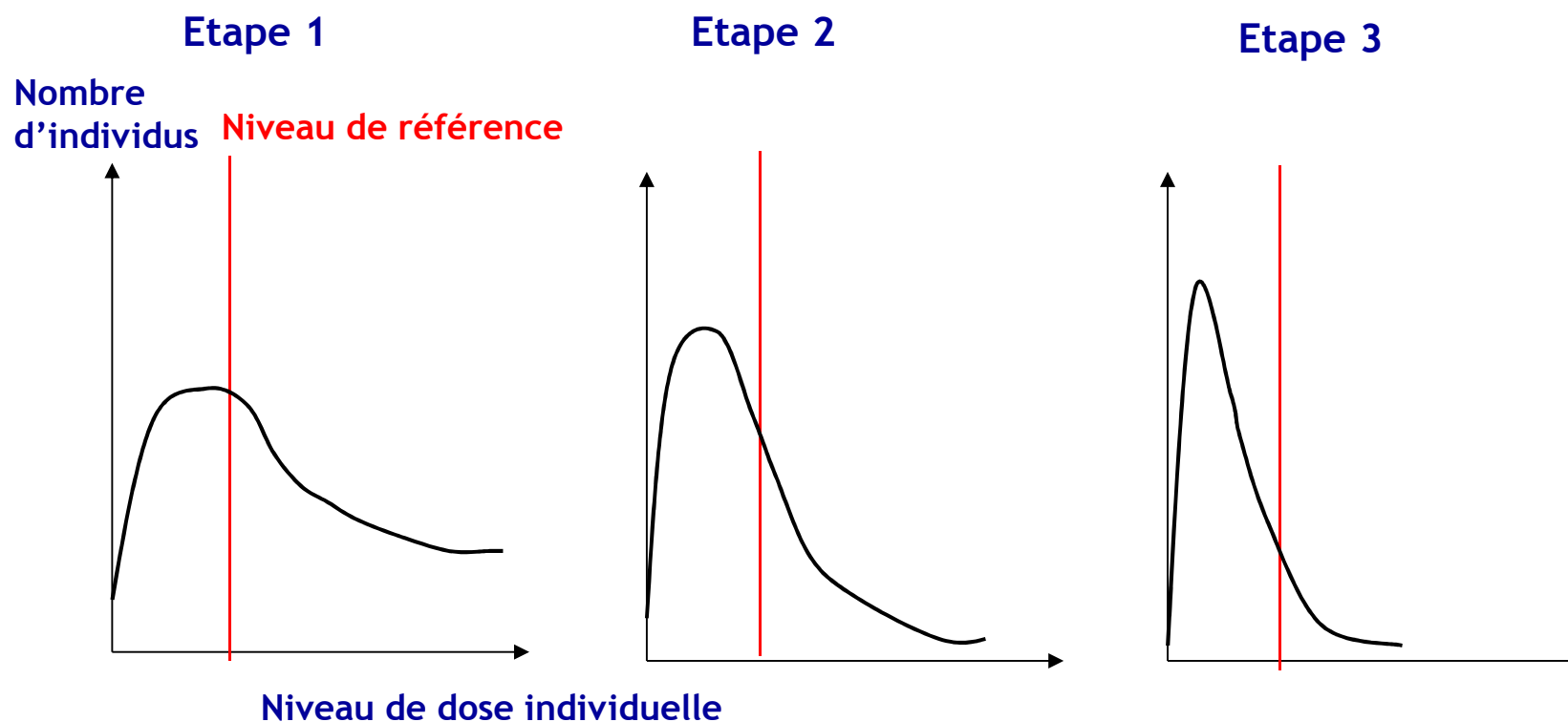
Optimisation


Optimisation et distribution des doses

- ALARA: le processus influence la distribution des doses individuelles dans son ensemble
- Critère dosimétrique : réduire l'iniquité + identifier les expositions qui méritent une attention particulière



Situations d'urgence et existantes: Distribution des doses individuelles avec le temps





↳

Exigences (*Requisites*)

Exigences

- **En fonction des situations et catégories d'exposition**
 - Maintien du contrôle sur les sources
 - Information
 - Consentement éclairé
 - Classification des zones
 - Identification des travailleurs
 - Éducation, formation
 - Évaluation des expositions
 - Enregistrement des expositions
 - Surveillance sanitaire

Merci de votre attention