

## Le concept de détriment sanitaire

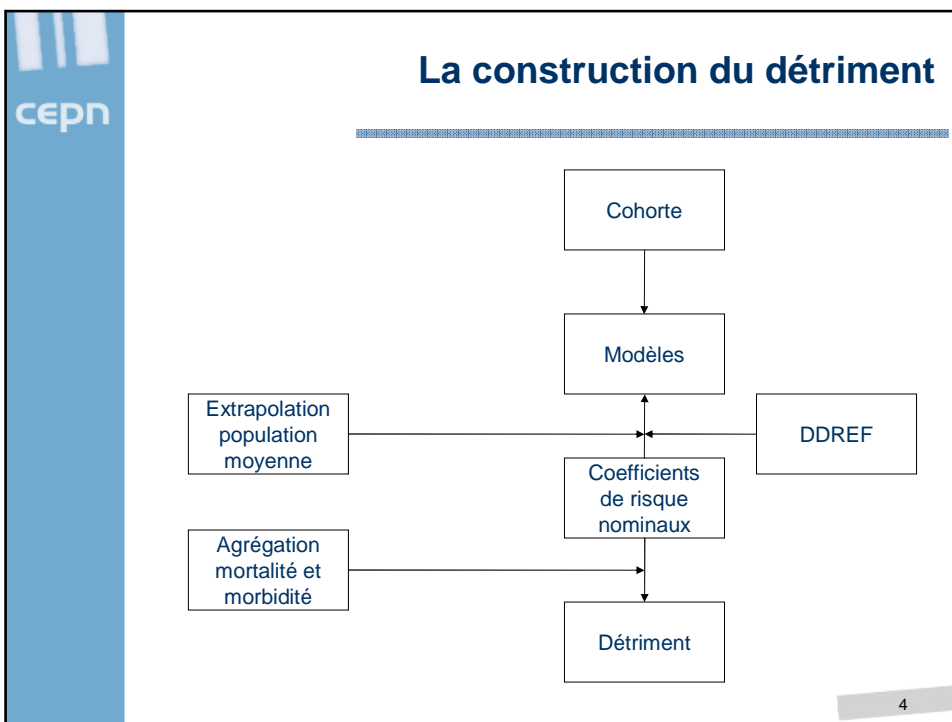
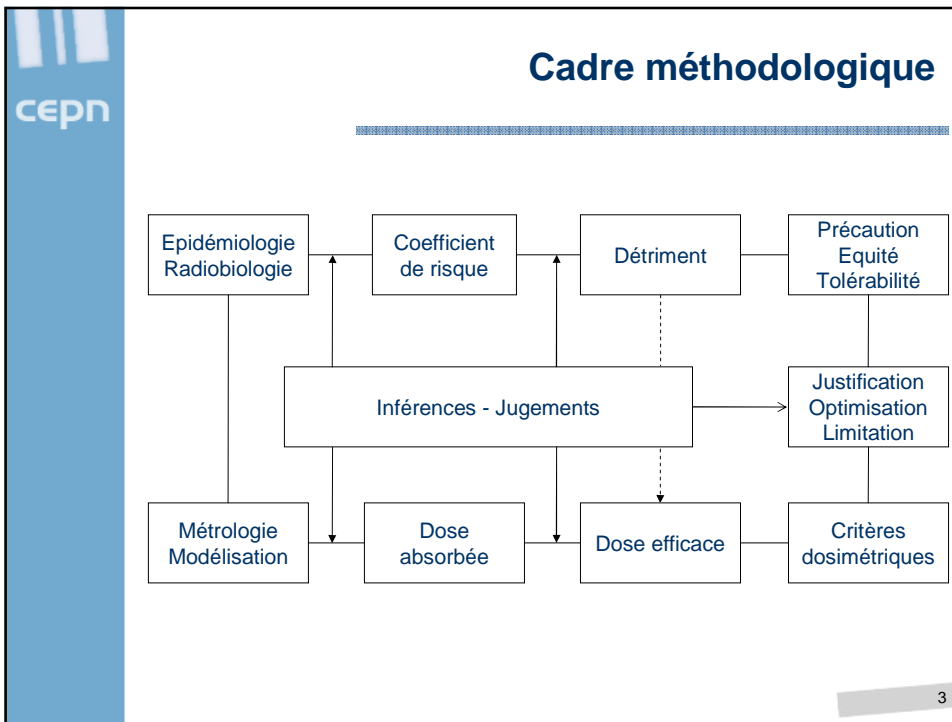
*Thierry Schneider*

GT-CIPR

1<sup>er</sup> juin 2010

## Introduction

- L'évaluation du risque associé à l'exposition aux rayonnements ionisants s'appuie sur :
  - Des connaissances sur les effets aux fortes doses (supérieures à 100 mSv)
  - Une hypothèse de relation linéaire sans seuil pour évaluer les risques aux faibles niveaux d'exposition
- Le détriment sanitaire :
  - Introduit en 1977 par la CIPR
  - Un indicateur de risque correspondant au "détriment sanitaire" susceptible de survenir dans une population donnée et ses descendances suite à l'exposition de cette population, en retenant l'hypothèse d'une relation exposition-risque linéaire sans seuil



## Une construction complexe

- Une construction complexe qui fait débat :
  - L'évolution de cet indicateur au cours des trois dernières décennies en fonction des connaissances et des jugements de valeurs
  - Les conditions d'utilisation de cet indicateur et ses domaines d'application :
    - s'agit-il d'un indicateur de risque "agrégé" ?
    - s'agit-il d'un indicateur du nombre d'effets sanitaires radio-induits pour une population ?
    - s'agit-il d'une évaluation de la probabilité d'apparition d'un effet radio-induit pour un individu ?

## Construction du risque radiologique (1)

- CIPR 9 (1965) :
  - Absence de connaissance (seuils ?) sur les effets stochastiques des rayonnements ionisants au dessous de 1 Gy
  - Hypothèse prudente que tout incrément de dose conduit à un incrément du risque (attitude de précaution)
  - Souhait de la Commission de développer une relation quantifiée entre l'exposition et le risque pour la justification des pratiques et la limitation des doses
  - Recherche d'une base quantitative et d'une rationalité

## Construction du risque radiologique (2)

---

- CIPR 26 (1977) :
  - Première quantification du détriment basée sur cancers létaux (mortalité) et effets héréditaires graves (morbidité)
  - Introduction du DDREF
  - Définition quantitative des facteurs de pondération des tissus ( $w_T$ ) sur la base de leurs contributions au détriment total
  - Possibilité de mettre en œuvre la justification, l'optimisation et la limitation sur des bases quantitatives

## CIPR 26 : Limite travailleur (1)

---

- Volonté de juger de l'acceptabilité d'un niveau de risque pour les pratiques conduisant à une exposition aux RI :
  - Comparaison entre le risque associé aux expositions avec le niveau de risque constaté pour d'autres types d'activité
  - Référence retenue : les activités reconnues pour leur niveau élevé de sécurité, c'est-à-dire avec un taux de décès inférieur à  $10^{-4}$  par an.

## CIPR 26 : Limite travailleur (2)

---

- Dans la plupart des situations où le système de limitation des expositions a été appliqué, l'équivalent de dose moyen n'est pas supérieur au dixième de la limite annuelle.
- Le système confère donc un niveau de protection pour le travailleur moyen bien supérieur à celui correspondant à la limite.
- La limite d'équivalent de dose corps entier est fixée à 50 mSv par an, soit une exposition moyenne de 5 mSv par an
- Le détriment (mortalité cancer) correspondant est d'environ  $5 \cdot 10^{-5}$  par an

## CIPR 26 : Limite public

---

- Un risque de l'ordre de  $10^{-6}$  à  $10^{-5}$  par an apparaît acceptable pour un individu du public.
- L'hypothèse d'un détriment de l'ordre de  $10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$  impliquerait de limiter à 1 mSv par an l'exposition corps entier d'un membre du public.
- La Commission recommande une limite d'équivalent de dose de 5 mSv par an car l'application d'une limite annuelle d'équivalent de dose de 5 mSv est susceptible de résulter en un équivalent de dose moyen de 0,5 mSv par an.

## Construction du risque radiologique (3)

---

- CIPR 60 (1990) :
  - Réévaluation du risque en fonction de l'évolution des connaissances sur les cohortes Hiroshima et Nagasaki
  - Intégration dans le détriment de la morbidité (cancers non létaux)
  - Révision des limites basée sur le modèle de la tolérabilité du risque

## Construction du risque radiologique (4)

---

- CIPR 103 (2007) :
  - Compte tenu de l'évolution des connaissances sur l'incidence, les calculs du détriment reposent désormais sur l'incidence des cancers (mortalité et morbidité)
  - Réévaluation à la baisse des effets héréditaires

## Une évolution dépendant de l'avancement des connaissances

- Des connaissances sur le risque provenant essentiellement des données d'Hiroshima et de Nagasaki
- Une première évaluation du risque en 1977 pour les cancers mortels (*prépondérance des leucémies*)
- Une prise en compte des autres cancers dans les années 80
- Un calcul reposant sur l'incidence plutôt que sur la mortalité en 2007
- Des facteurs de pondération tissulaires qui évoluent en fonction des connaissances en épidémiologie et en radiobiologie
- Evolution de la composante concernant les effets héréditaires (*significativement réduite dans la CIPR 103 en 2007*)

## Une évolution dépendant de la prise en compte des dimensions sanitaires et sociales

- En 1990, introduction de la morbidité et de la perte de qualité de vie associée aux cancers, dans le calcul du détriment
- Une pondération permet de définir un "équivalent" de mortalité à partir des évaluations sur l'incidence des cancers et sur la gravité associée à chaque type de cancer : *permet d'obtenir un indicateur "agrégé"*
- Reflète une préoccupation sociale dans le domaine de l'évaluation de la santé

## La quantification du détriment radiologique

*Probabilité d'occurrence d'un cancer létal pour  $10^{-2}$  Sv  
(indicateur de détriment : équivalent mortel)*

	1977	1990	2007
Population de travailleurs	1,25	5,6	4,2
Ensemble de la population		7,3	5,7

## Calcul du détriment - CIPR 103

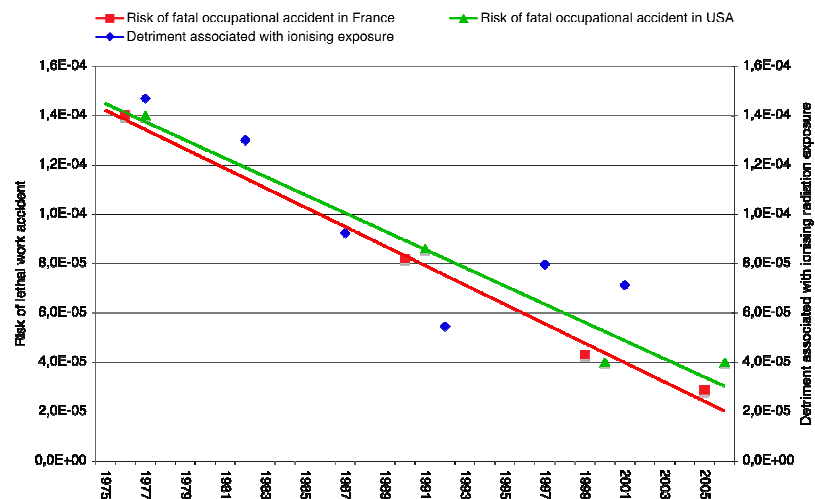
Tissu	Détriment 60	Détriment 103
Bladder	29,4	16,7
Bone Marrow	104,0	61,8
Bone	6,5	5,1
Breast	36,4	78,9
Colon	102,7	47,7
Liver	15,8	26,3
Lung	80,3	90,2
Oesophagus	24,2	13,0
Ovary	14,6	10,3
Skin	4,0	4,0
Stomach	100,0	67,7
Thyroid	15,2	9,4
Other Solid	58,9	113,6
<b>Gonads (heritable)</b>	<b>133,3</b>	<b>25,4</b>
Total (pour $10^4$ h.Sv)	725,3	570,2



## Les objectifs du concept de détriment

- Les principaux objectifs du concept de détriment radiologique sont de permettre :
  - Une comparaison entre les risques induits par des expositions aux rayonnements ionisants de nature différentes
  - Une mise en perspective du risque radiologique avec d'autres risques sanitaires
  - Une évaluation des actions de protection s'inspirant de l'approche "coût-bénéfice"

## Exemple d'évolution des expositions professionnelles



## Risque individuel moyen de décès annuel

- $10^{-2}$ 
  - Décès toutes causes ( $9 \cdot 10^{-3}$ )
  - Maladies de l'appareil circulatoire ( $3 \cdot 10^{-3}$ )
  - Cancers ( $2,5 \cdot 10^{-3}$ )
- $10^{-3}$ 
  - Accidents de la vie courante ( $3 \cdot 10^{-4}$ )
  - Accidents de la route ( $1,5 \cdot 10^{-4}$ )
  - *Cancers dus au radon* ( $1,3 \cdot 10^{-4}$ )
- $10^{-4}$ 
  - Accidents du travail ( $4,5 \cdot 10^{-5}$ )
  - *Exposition à 2 mSv/an de 20 à 60 ans* ( $4 \cdot 10^{-5}$ )
  - Amiante dans l'environnement ( $3,3 \cdot 10^{-5}$ )
  - Pollution atmosphérique ( $2,6 \cdot 10^{-5}$ )
- $10^{-5}$ 
  - *Exposition vie entière à 0,01 mSv/an* ( $0,6 \cdot 10^{-6}$ )

## Les enjeux associés à l'utilisation du détriment (1)

- Indicateur structurant le système de protection radiologique :
  - Une incidence directe sur le calcul de la dose efficace, qui est utilisée pour évaluer les actions de protection
  - Permet de juger la robustesse des options de protection et de mettre en perspective les risques induits par les expositions aux rayonnements ionisants

## Les enjeux associés à l'utilisation du détriment (2)

- Ceci justifie les simplifications et les jugements de valeurs dans la construction du détriment
  - Une grandeur « moyenne » : sexe, âge, pays, modèles, etc.
  - Intéressant pour estimer des niveaux de risques, mais pas applicable de manière rétrospective :
    - Pour le risque attribuable dans le domaine professionnel, utilisation d'un calcul direct avec les relations exposition-risque.

## Les principes de l'utilisation du détriment radiologique (1)

- Une structuration du système de protection radiologique autour des valeurs sociétales caractérisées par :
  - la précaution qui renvoie à la question de l'attitude à adopter dans un contexte d'incertitude quant aux effets associés aux faibles niveaux d'exposition
  - la tolérabilité du risque qui traduit à un moment donné les niveaux de risque individuels maximum considérés comme tolérables par la société pour différents types de situations
  - l'équité qui pose la question de la distribution des risques individuels au sein d'une population exposée

## Les principes de l'utilisation du détriment radiologique (2)

- Evaluation des actions de protection en mettant en perspective le détriment induit par les expositions avec les coûts des actions de protection, en tenant compte du contexte économique et social
- Une demande croissante pour l'évaluation du risque liée à l'exposition aux RI : le détriment apporte une approche structurée pour aborder ce calcul du risque

## Quelques utilisations du détriment radiologique

- Dans le domaine des expositions professionnelles :
  - Un indicateur permettant d'apprécier le niveau de protection
  - Permettant de discuter de l'allocation des ressources de protection
- Effets des rejets des installations nucléaires :
  - Le concept de dose efficace n'est pas simple pour le public
  - L'utilisation d'un indicateur de risque à partir du détriment sanitaire contribue au débat avec le public sur les enjeux associés aux rejets des installations
  - Des difficultés liées à l'utilisation de la dose collective :
    - des très faibles doses et des échelles de temps et d'espace très larges

- Le détriment radiologique constitue un outil utile pour la mise en œuvre pratique de la radioprotection
  - Introduction d'équivalences entre les différents types d'exposition aux rayonnements ionisants
  - Fixation des valeurs limites en fonction de la tolérabilité du risque pour les différentes situations d'exposition
  - Contribution à la sélection des options de protection
  - Evaluation prédictive du risque statistique pour les individus et les populations exposés
- Ne pas perdre de vue la nature de cet indicateur qui traduit l'état des connaissances et les jugements de valeurs du moment et qui peut donc évoluer au cours du temps