

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Quels indicateurs pour l'exposition médicale?

SFRP - 13 décembre 2011

Cécile ETARD

IRSN/DRPH/SER/UEM

Quels indicateurs pour l'exposition médicale ?

- Que recherchons-nous ?
- De quelles grandeurs disposons-nous ?
- Que proposer d'autre ?

Que recherchons-nous ?

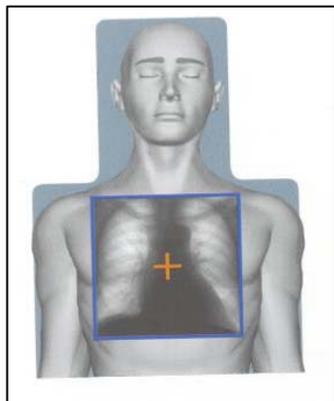
- Un indicateur du risque à long terme des faibles doses de rayonnements ionisants (RI)
 - Risque dépend, entre autres, de :
 - organe(s) exposé(s),
 - dose délivrée à cet/ces organe(s),
 - âge et sexe du patient.
 - 2 types de risque à considérer : cancers et effets génétiques
- Un outil de comparaison du niveau d'exposition :
 - Entre types d'examens,
 - Entre modalités d'imagerie (RD vs CT vs MN),
 - Entre pratiques / pays,
 - Permettant un suivi dans le temps.

De quelles grandeurs disposons-nous ?

- La dose à l'organe, ou au tissu T, D_T
 - Fondamentale pour estimer un risque pour l'organe donné,
 - Pas disponible en routine clinique (sauf pour la mammographie).
- Grandeurs physiques, mesurables, accessibles pour chaque examen :
 - Spécifiques à chaque modalité d'imagerie.

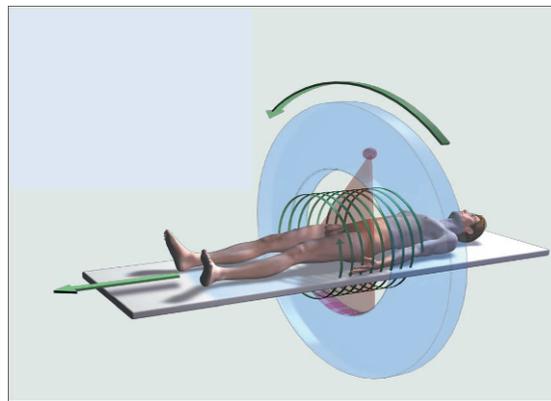
De quelles grandeurs disposons-nous ?

■ En radiologie



Siemens

■ En scanographie



Brenner, 2007

Produit dose x surface : PDS

- Dose moyenne dans le volume exploré : $CTDI_{vol}$
- Produit dose x longueur : PDL

- Non additives pour des zones anatomiques différentes ou des types d'examens différents,
- Non additives entre elles,
- Permettent l'estimation (par calcul) des D_T .

De quelles grandeurs disposons-nous ?

- Médecine nucléaire : activité et radiopharmaceutique
 - ▮ Permettent l'estimation (par calcul) des D_T

→ Grandeurs physiques ne peuvent constituer un indicateur intéressant :

- ▮ Non comparables et non additives entre elles,
- ▮ Pas représentatives d'un risque,
- ▮ Mais :
 - « Facilement » accessibles,
 - Néanmoins : permettent a posteriori l'estimation des D_T .

De quelles grandeurs disposons-nous ?

- Dose efficace ?

$$E \text{ (mSv)} = \sum_T w_T \times H_T = \sum_T w_T \times D_T$$

- Détriment global (cancers + effets génétiques) associé aux effets stochastiques des RI
- Définie dans le cadre de la protection radiologique des travailleurs et du public (CIPR, Pub.60, 1990)
- De plus en plus souvent utilisée en imagerie médicale

Intérêt de la dose efficace ?

- Indicateur du détriment global à long terme lié aux RI
- Grandeur additive
- Permet de comparer, en termes de risque :
 - ▮ Différents types d'exposition,
 - ▮ Différents types d'examens ou modalités d'imagerie,
 - ▮ Différentes pratiques / pays.

Intérêt de la dose efficace ?

- Permet de suivre dans le temps le niveau d'exposition d'une population
- Grandeur retenue au niveau européen pour décrire l'exposition médicale d'une population liée aux procédures diagnostiques (EC RP Report n° 154, 2008).

Limites de la dose efficace ?

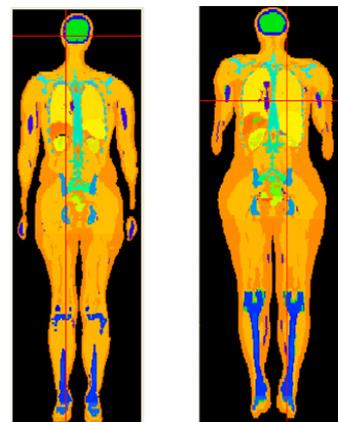
- Grandeur de radioprotection, définie pour les travailleurs et la population générale :
 - Facteurs w_T de la CIPR sont moyennés pour les 2 sexes, tous âges confondus ;
 - Facteurs w_T de la CIPR évoluent dans le temps (CIPR, Pub. 103, 2007).

Limites de la dose efficace ?

- Grandeur non mesurable :

- Calculée à l'aide de fantômes numériques :
« Homme de référence » et « Femme de référence »

$$E = \sum_T w_T \times \left[\frac{D_T^M + D_T^F}{2} \right]$$



ICRP, Publication 110 (2009)

➔ E ne doit pas être utilisée pour l'évaluation d'un risque individuel (cf. CIPR 103, §132).

Limites de la dose efficace ?

- Dans le cas des expositions médicales :
 - Population des patients \neq population générale pour laquelle E est définie,
 - Population des patients diffère selon le type d'examens
- ➔ E ne doit pas être utilisée pour l'évaluation du risque lié aux RI dans le cas de l'exposition médicale mais uniquement à fins de comparaison (cf. CIPR 103 §151 et §340).

Limites de la dose efficace ?

Examen	Dose moyenne aux organes situés dans la zone explorée	E <i>CIPR 60</i>
 Crâne 1400 mGy.cm	70 mGy	3 mSv
 Thorax 475 mGy.cm	20 mGy	7 mSv
 Abdomen- pelvis 1150 mGy.cm	35 mGy	17 mSv

Rapport IRSN/DRPH/SER 2010-12

→ E masque des doses aux organes parfois élevées.

Que proposer d'autre ?

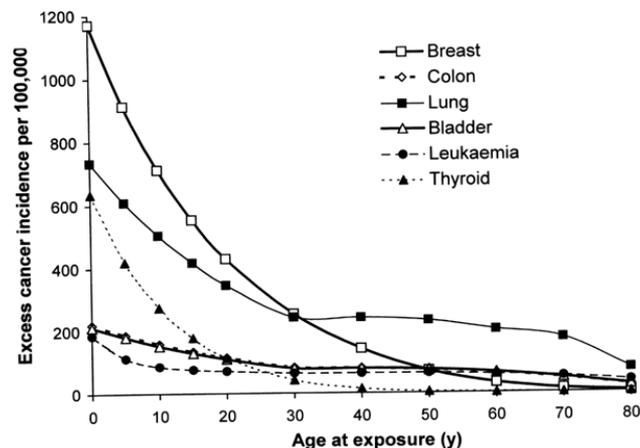
→ « Effective Risk » (Brenner, 2008)

$$R = \sum_T r_T \times H_T = \sum_T r_T \times D_T$$

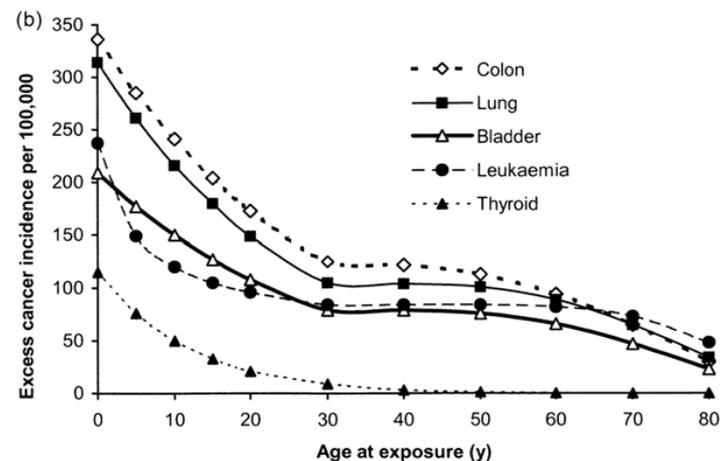
- r_T : risque d'incidence de cancer lié aux RI, sur la vie entière, pour le tissu T, par unité de dose équivalente
 - Basés sur le rapport BEIR-VII (2006)
 - Définis par sexe et par tranche d'âge (au moment de l'exposition)
 - Établis pour des doses de 100 mGy, et RLSS pour des doses inférieures
- R : risque global d'incidence de cancer lié aux RI, sur la vie entière

« Effective risk R »

Variation avec le sexe et l'âge lors de l'exposition de r_T (BEIR VII, pour 100 mGy et 100 000 individus)



Femmes

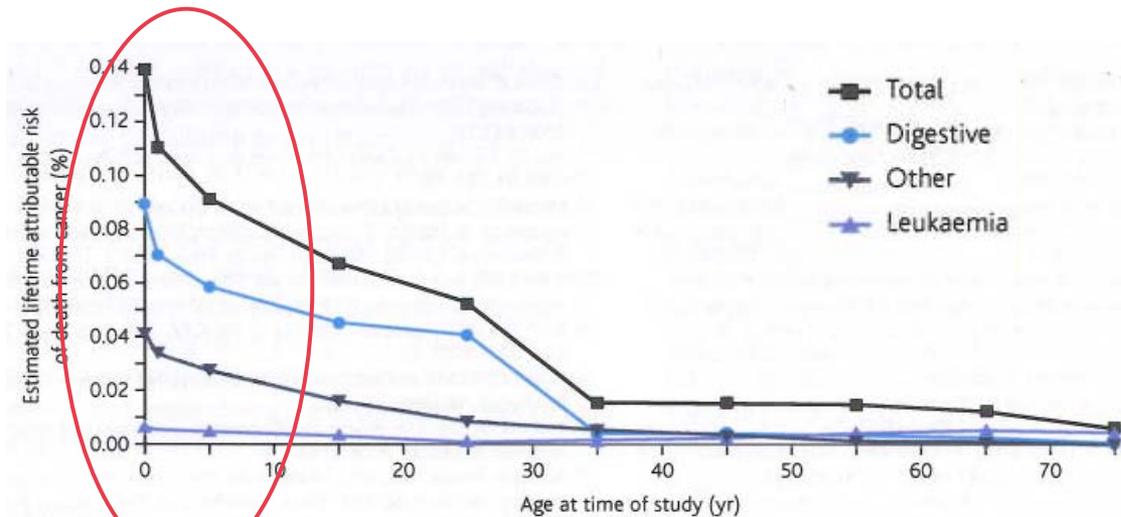


Hommes

➔ R est un indicateur de risque d'incidence de cancer dépendant du sexe, de l'âge lors de l'exposition. C'est une grandeur additive.

« R » appliqué au domaine médical

- Risque de cancer mortel lié aux rayonnements, sur la vie entière, suite à un scanner abdominal (Brenner, 2007)

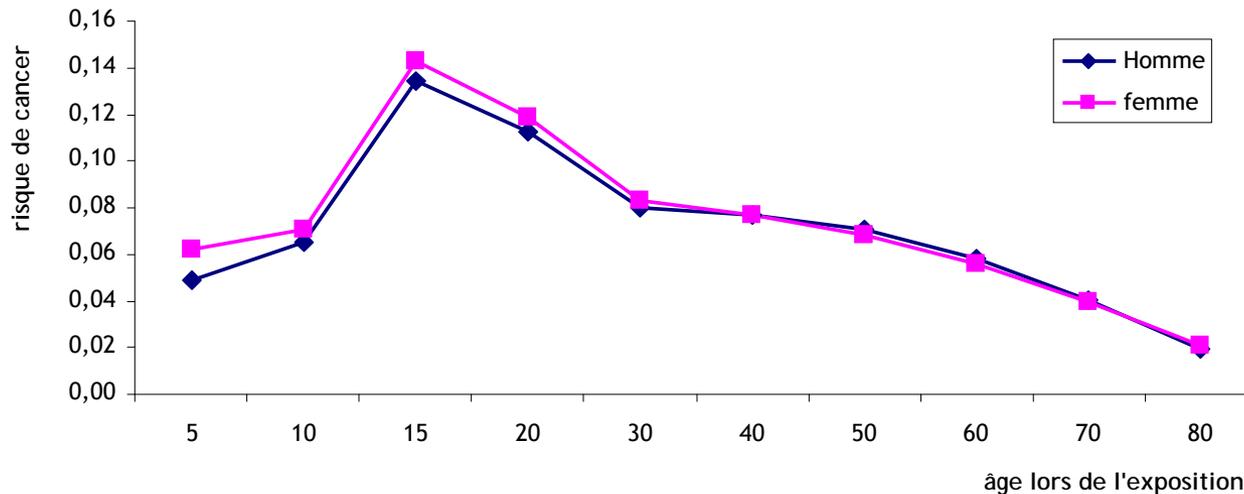


Données H/F moyennées

Attention : calculs faits avec des paramètres d'acquisition constants quel que soit l'âge !!!

« R » appliqué au domaine médical

- Risque d'incidence de cancer lié aux rayonnements, sur la vie entière, suite à un scanner abdomino-pelvien



Paramètres « enfants* »

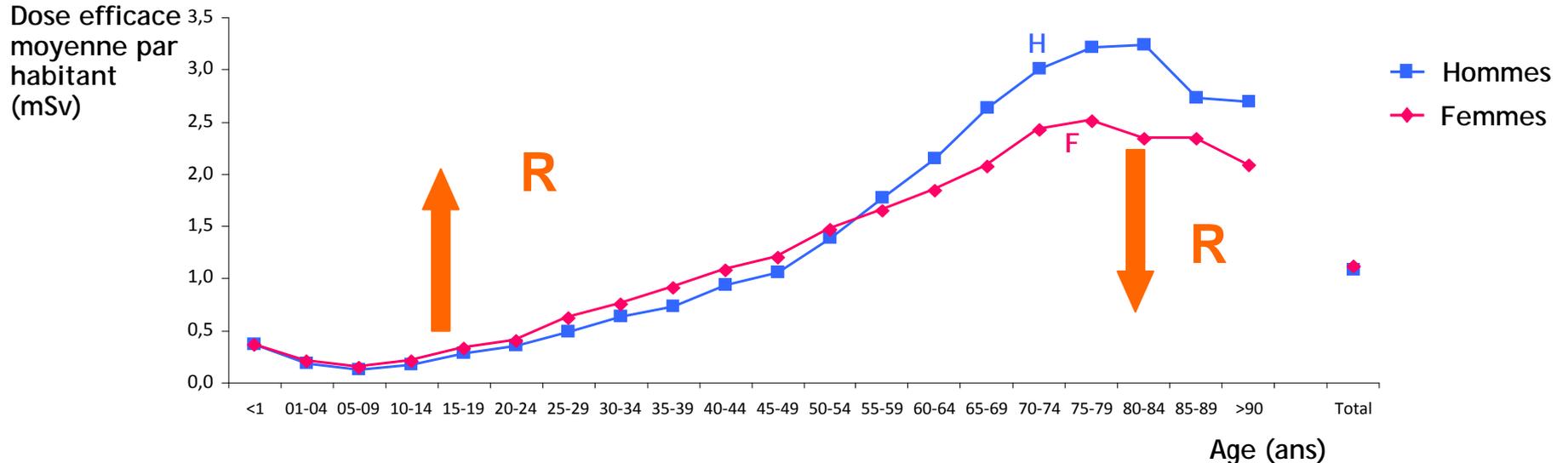
Paramètres « adultes »

* Brisse et Aubert, 2009

Calculs de doses aux organes : CTExpo V2.0.1, données BEIR VII, 2006.

« R » appliqué au domaine médical

- Exposition de la population française, selon l'âge et le sexe du patient (IRSN, InVS 2010)



Intérêts de « R »

- Indicateur du risque de cancer, vie entière, lié aux RI
 - Dépend de l'âge et du sexe
 - Permet de comparer, en termes de risque :
 - ▮ Différents types d'exposition, types d'examen
 - ▮ Différentes pratiques / pays
 - Permet de suivre dans le temps le niveau d'exposition d'une population
- ➔ « scientifiquement satisfaisant » ... et plus « clair » qu'une valeur exprimée en mSv

Mais...

- Garder à l'esprit que son application est directement liée à la RLSS (r_T donnés pour 100 mGy et extrapolés...),
- R n'est pas défini pour un individu,
- R ne prend pas en compte le risque génétique,
- Challenge en termes de communication :

Madame (Monsieur)
Votre scanner correspond à une
dose efficace de 12 mSv. A titre
de comparaison l'exposition
naturelle annuelle est estimée à
environ 2,5 mSv.

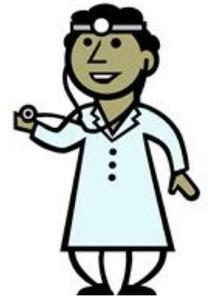


Mais...

- Challenge en termes de communication :



Monsieur, votre scanner correspond à un risque de cancer de 0,02%.
L'incidence « naturelle » de cancer est estimée en France à environ 30% .



Mademoiselle, votre scanner (le même...) correspond à un risque de cancer de 0,12%.

Que conclure?

- Les grandeurs physiques, facilement accessibles, ne peuvent pas être utilisées comme indicateur pour l'exposition médicale.
- Malgré ses défauts, la dose efficace E permet :
 - une comparaison entre types d'examens et entre pays,
 - un suivi dans le temps,
 - Et RIEN D'AUTRE... surtout pas pour calculer le nombre de cancers à partir de la dose collective liée aux expositions médicales...
- « Effective Risk, R »
 - Concept nouveau,
 - Scientifiquement plus satisfaisant que E (intègre dépendance en âge et sexe) mais limité au risque de cancer,
 - Mais implique de parler en termes de « risque de cancer » ...

Bibliographie

- Commission Internationale de protection Radiologique. Publication 60 de la CIPR (1990) - Edition en langue française - Pergamon Press, Oxford.
- Commission Internationale de protection Radiologique. Publication 103 de la CIPR (2007) - Edition en langue française - Editions Tec&Doc - Paris.
- International commission for radiological protection, 2009. Adult Reference Computational Phantoms. Publication 110. Ann. ICRP 39 (2).
- European Guidance on Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures, RADIATION PROTECTION N° 154, European Commission, DG Energy-Transport (2008).
- Brenner DJ et Hall EJ. Computed Tomography: An Increasing Source of Radiation Exposure. N Engl J Med 2007; 357: 2277-84.
- Brenner DJ. Effective dose: a flawed concept that could and should be replaced. Br J Radiol 2008; 81: 521-523.
- National Research Council. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, BEIR VII Phase II. Washington: The National Academies Press; 2006.
- Brisse H, Aubert B. Niveaux d'exposition en tomodensitométrie multicoupes pédiatrique : résultats de l'enquête dosimétrique SFIPP/IRSN 2007-2008; J Radiol 2009;90:207-15.
- Stamm G. et Nagel HD. Logiciel CTE expo V2.0.1, 2011.
- Etard C, Sinno-Tellier S, Aubert B. Exposition de la population française aux rayonnements ionisants liée aux actes de diagnostic médical en 2007. Rapport IRSN / InVS. 2010. www.irsn.fr
- Rapport IRSN DRPH/SER 2010-12. Doses délivrées aux patients en scanographie et en radiologie conventionnelle. www.irsn.fr