



# L'Autorité de Sûreté Nucléaire : constats et perspectives en radiologie

André-Claude LACOSTE  
Président

Conférence Antoine Béclère  
Journées françaises de radiologie - 24 Octobre 2010



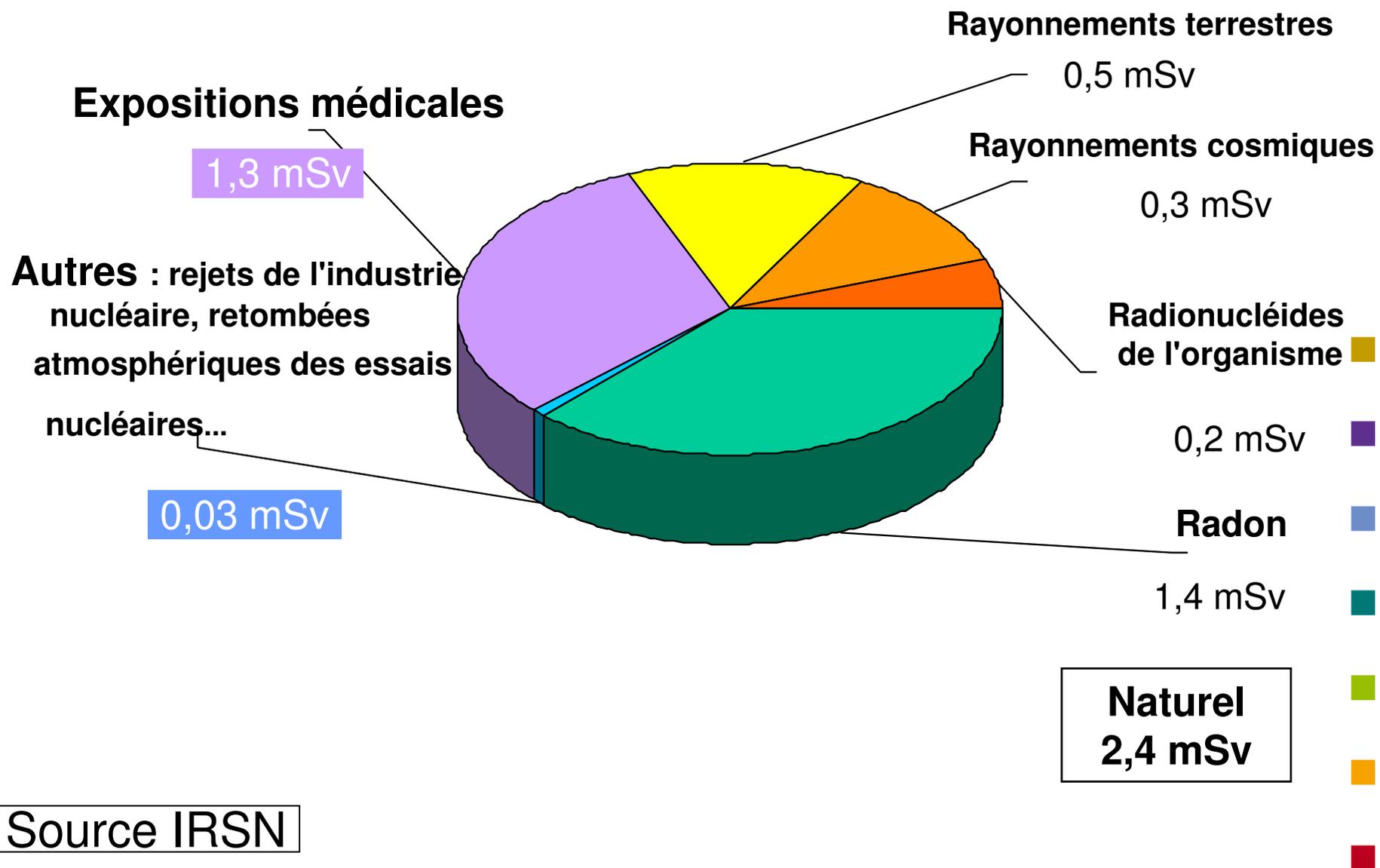


L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) assure, au nom de l'Etat, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les travailleurs, les patients, le public et l'environnement des risques liés à l'utilisation d'installations et de sources nucléaires et radiologiques. Elle contribue à l'information du citoyen.

L'ASN est une Autorité administrative indépendante  
(Loi TSN du 13 juin 2006)



# Les sources d'expositions





## Les doses médicales

- Expositions médicales : intentionnelles
- Toute la population est concernée (environ 25% par an)
- Tendence à l'augmentation des expositions médicales
- Expositions médicales = 1<sup>ère</sup> cause d'exposition aux RI artificiels & 1<sup>ère</sup> cause d'exposition dans certains pays développés > bruit de fond naturel





## Expositions aux RI aux USA (valeurs moyennes)

### En 1983

- Radiations naturelles : 2,4 mSv
- Expositions médicales : 0,53 mSv
- Autres sources : 0,05 mSv

### En 2006

- Radiations naturelles : 2,4 mSv
- Expositions médicales : 3 mSv
  - Scanner : 1,5
  - Médecine nucléaire : 0,8
  - Radiologie : 0,3
  - Radiologie interventionnelle : 0,4
- Autres sources : 0,05 mSv



# Expositions des patients UNSCEAR 2008

Population mondiale: 6.671 milliards

- Nombre d'examens de radiodiagnostic :
  - 1993 : 1,6 milliards
  - 2008 : 4 milliards → + 250 %
- Fréquence annuelle des examens de radiologie diagnostique dans le monde
  - 1970-1979 : 0,82 / patient.an
  - 1997-2007 : 1,31 / patient.an → + 60 %





# Les scanners dans le monde

## UNSCEAR 2008

- Japan :
  - 92 / million habitants
  - dose efficace moyenne / habitant = 2,3 mSv
- USA :
  - 32 / million habitants
  - dose efficace moyenne / habitant = 1,5 mSv
- Allemagne :
  - 31 / million habitants
  - dose efficace moyenne / habitant = 1 mSv
- France :
  - 18 / million habitants
  - dose efficace moyenne / habitant = 0,7 mSv



## Scanner



- Part du scanner dans les examens diagnostiques et doses correspondantes
  - Pays de niveau I : 8 % .....47 %
  - Pays de niveau II : 2,5 % .....15 %
  - Pays de niveau III & IV : 14 % .....65 %
  
- 42% de la dose efficace collective en radiologie diagnostique dans le monde (34 % in 2000)

Source UNSCEAR 2008



## Tendance à l'augmentation des doses en radiologie

- Les équipements les plus performants (donc les plus utilisés) sont aussi les plus dosants : scanner, TEP et radiologie interventionnelle
- Augmentation des examens les plus dosants
  - Scanner du corps entier, coloscopie virtuelle, coroscan...
  - Radiologie interventionnelle (cœur, cerveau, rein, chirurgie...)
- Augmentation pour des raisons médicales :
  - Examens non invasifs
  - Examens incontournables pour le diagnostic et/ou le traitement (Radiologie interventionnelle)
  - Utiles pour la conduite de la stratégie thérapeutique et le suivi de l'efficacité du traitement





# Etude IRSN-InVS (1)

- Augmentation de la dose efficace moyenne par habitant de 57 % entre 2002 et 2007

<b>Année</b>	<b>Nombre moyen d'actes total</b>	<b>par habitant</b>	<b>Dose efficace moyenne par habitant et par an</b>
<b>2002<sup>1</sup></b>	<b>73,3 millions</b>	<b>1,2</b>	<b>0,83 mSv</b>
<b>2007<sup>2</sup></b>	<b>74,6 millions</b>	<b>1,2</b>	<b>1,3 mSv</b>

<sup>1</sup> 61,4 millions d'habitants

Scanff et al., BJR, 2008

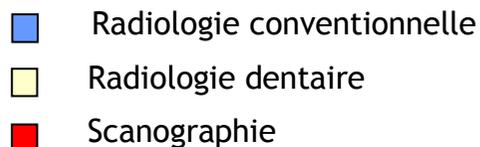
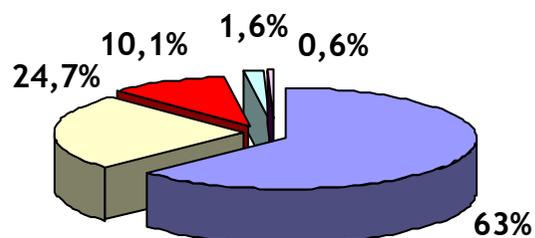
<sup>2</sup> 63,7 millions d'habitants



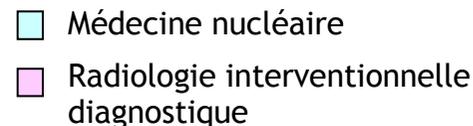
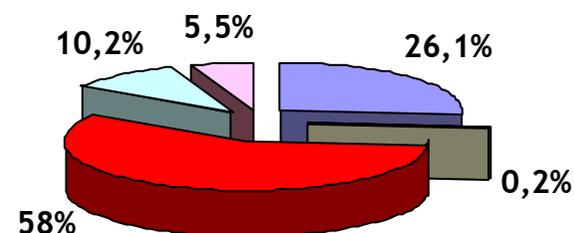
# Etude IRSN-InVS (2)

- Plus de 50% de la dose efficace annuelle moyenne est attribuable aux actes de scanographie

Nombre d'actes en 2007  
(74,6 millions)

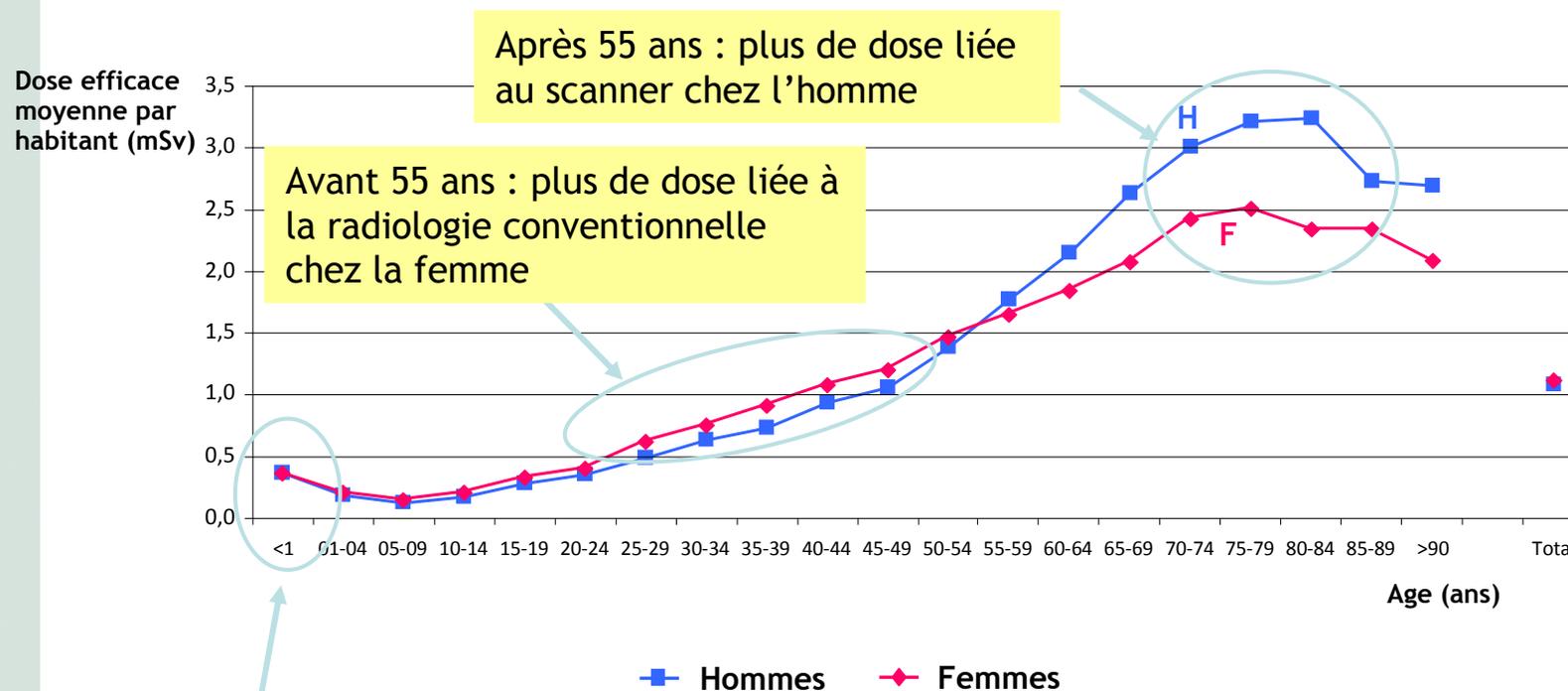


Dose efficace moyenne par habitant en 2007  
(1,3 mSv/an/habitant)



## ■ Analyse selon l'âge et le sexe du patient

### Dose efficace moyenne par habitant en 2007 liée aux actes radiologiques



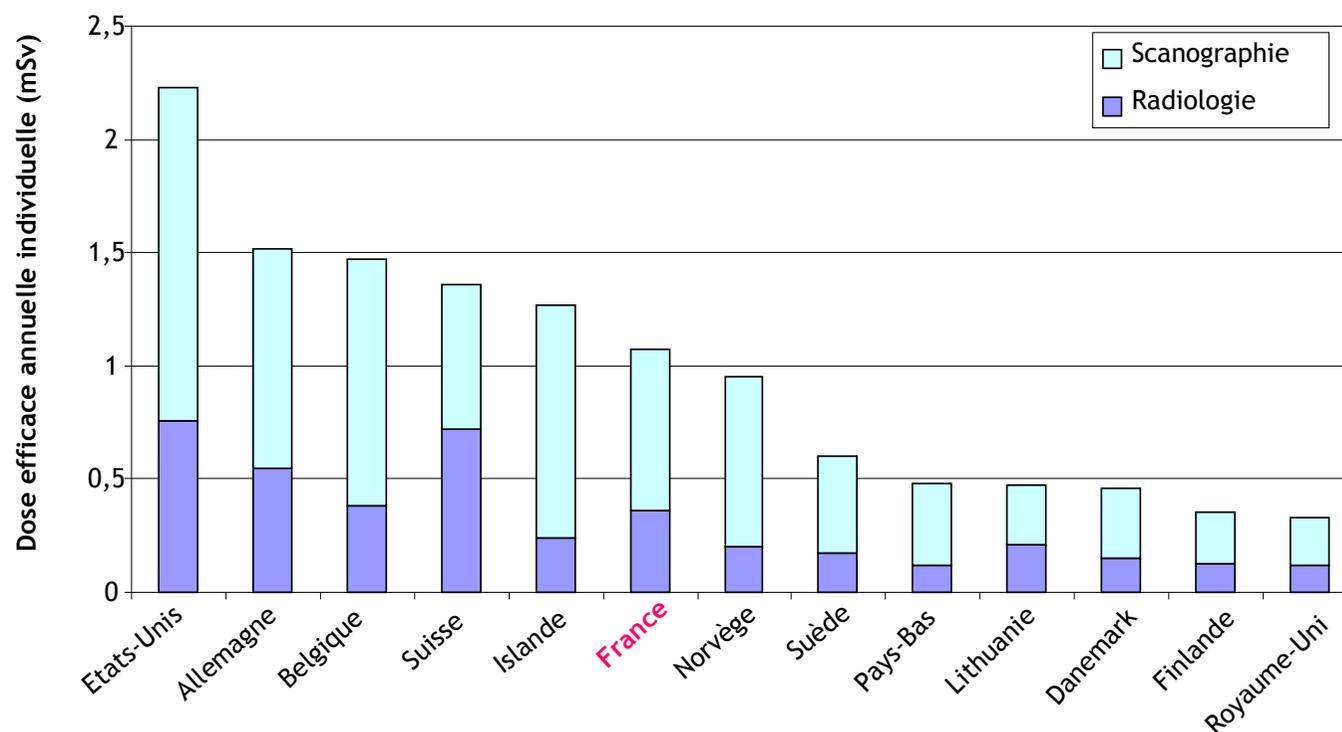
Avant 1 an : 2/3 dose liée aux radios du bassin



# Etude IRSN-InVS (4)

## ■ Comparaison aux données internationales 2006/2008

Contribution à la dose efficace moyenne annuelle par habitant de la **radiologie** et de la **scanographie** (actes du TOP20 uniquement)



Olerud H. et al., IRPA 2010





## Quelles doses ?

- Dose individuelle à prendre en compte et non pas la dose moyenne de la population
- Dose absorbée dans les tissus peut atteindre 20 mGy pour certains scanners
- Dose efficace pour un scanner corps entier peut atteindre 20 mSv = limite annuelle de dose du travailleur
- Prendre en compte la répétition des examens chez un patient



- Risque épidémiologique réel de cancer fatal en excès du fait des  $RI = 5\% / Sv$  pour les fortes doses [ $> 100$  mSv chez l'adulte &  $> 50$  mSv chez l'enfant] et forts débits de doses avec une relation linéaire

CIPR 99 = Low dose extrapolation of radiation related cancer risk

- Aux « faibles doses »
  - pas de démonstration d'un excès de cancers
  - calculs de risques basés sur des modèles  $\approx$  application de la relation linéaire sans seuil et du facteur de risque de  $5\% / Sv$  appliqué à la dose collective (non acceptable pour la CIPR 103 de 2007) : publications anglo-saxonnes récurrentes à ce sujet faisant état de plusieurs dizaines de milliers de cancers aux USA (plusieurs milliers en UK) du fait des expositions médicales

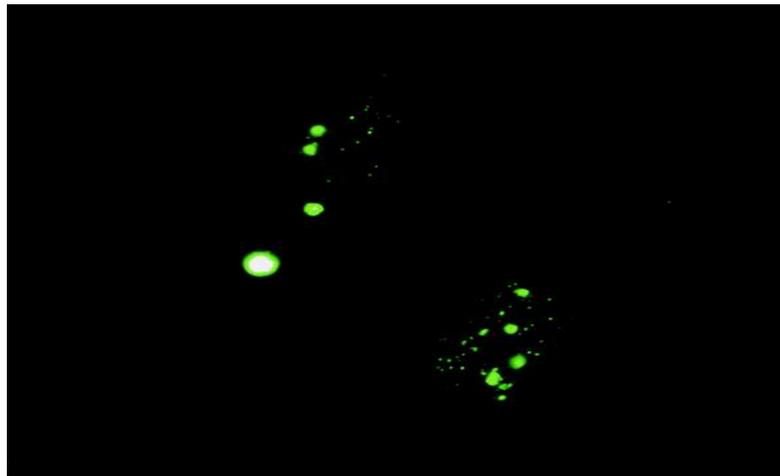
## Quels risques ?(2)

- Radiosensibilité plus grande des embryons et des enfants
- Radiosensibilité plus grande de la femme ?  
Attention particulière pour les seins ( 1<sup>ère</sup> cause de cancer de la femme)
- Radiosensibilité individuelle
  - Connue en radiothérapie pour les fortes doses
  - Liée à des défauts de signalisation cellulaire et de réparation de l'ADN
  - Pas (encore) démontrée aux faibles doses mais probable du fait des mécanismes
  - $\approx 5\%$  de la population
  - Effet significatif (probablement de 1 à 3)



## Quels risques ? (3)

- Mise en évidence de cassures double brins de l'ADN à la dose de 1 mGy par la technique des anticorps fluorescents anti-histones  $\gamma$ H2-AX (Rothkamm & Löbrich 2003) :
  - gain de sensibilité d'un facteur 100
  - les effets d'un seul scanner se voient !



Marquage  $\gamma$ H2AX (vert) de fibroblastes humains non transformés (N. Foray)





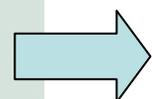
## Quels risques ? (4)

- Prise en compte simultanée de l'effet génotoxique des RI et de l'espérance de vie = protection vis à vis de tous les génotoxiques
    - Protéger les jeunes 
    - Attention aux personnes plus âgées 
      - dont l'espérance de vie est encore grande 
      - dont le risque de cancer augmente exponentiellement avec l'âge 
      - à ne pas favoriser des mutations de l'ADN supplémentaires, favorables à la cancérisation   

- 

## Quels risques ? (5)

- Du fait de :
  - la progression globale des doses des expositions médicales,
  - la répétition des examens chez un même patient,



La limite supérieure des « faibles doses »  
[100 mSv chez l'adulte & 50 mSv chez l'enfant]  
pourrait être atteinte avec un risque  
épidémiologique réel de cancer

- Dans 20 ou 30 ans,
  - ce ne serait plus un calcul de risque
  - mais une démonstration épidémiologique

CIPR 99 = Low dose extrapolation of radiation related cancer risk





# La maîtrise de la progression des doses médicales : une priorité





# Maîtrise de la progression des doses (1)

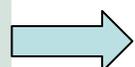
- Renforcement de la place des principes de la radioprotection :
  - Justification : guide du bon usage des examens d'imagerie médicale (en cours avec le soutien financier de l'ASN)
  - optimisation : guides des procédures (processus dynamique pour les nouvelles techniques)
- Développement des techniques non irradiantes (IRM & Echographie) et identification de leur utilisation préférentielle / Radiologie X (mise à jour des guides)
- Mise à disposition du guide de justification pour les demandeurs d'examens : mise en ligne en freeware sur internet +++





## Maîtrise de la progression des doses (2)

- Optimisation du scanner et de la radiologie numérique par l'innovation technologique:
  - doses délivrées plus basses,
  - paramètres dosimétriques en ligne,
  - assurance de qualité ...



Action de l'ASN auprès des industriels via HERCA

- Renforcement de la formation continue spécifique en radioprotection des professionnels, spécialement pour les technologies nouvelles
- Attention particulière à la radiologie pédiatrique et à celle des adultes jeunes
- Donner une place aux personnes spécialisées en physique médicale dans le domaine de la radiologie





## Maîtrise de la progression des doses (3)

- Développement d'actions concertées d'audits des pratiques radiologiques, en particulier celles délivrant de fortes doses (scanner, TEP et radiologie interventionnelle) : accord de principe de l'ASN avec la HAS et les professionnels du G4 et de la SFMN (à développer)
- Retour d'expérience avec les professionnels sur les doses médicales : organisation de réunions scientifiques périodiques (soutien de l'ASN)
- Information et éducation des patients sur les risques des radiations ionisantes : action ASN-INPES (projet)

« La radiologie, ça se justifie »





# Conclusion

- Deux constats incontournables :
  - La place majeure et bénéfique de la radiologie dans la médecine moderne (diagnostic et traitement)
  - L'augmentation des doses reçues par les patients du fait des expositions médicales
- Une conséquence :
  - La maîtrise de la progression des doses est une nécessité
- Des perspectives :
  - Rôle premier des professionnels demandeurs d'examens et des radiologues
  - Rôle de l'ASN par son action de contrôle et son soutien pour un plan national pour l'imagerie médicale
  - Rôle des industriels par leur innovation technologique
  - Rôle des patients dans l'autolimitation des demandes
  - Rôle des autorités de santé dans le développement du parc d'IRM et des pratiques d'évaluation

