



Centre Jean Perrin

Centre de Lutte contre le Cancer d'Auvergne
Clermont-Ferrand - France -



Cancer Resistance Exploring and Targeting
EA7283

Enjeux professionnels en imagerie.

Véronique Dedieu, HDR

Physicienne médicale.

Coordinatrice du conseil scientifique de la SFPM

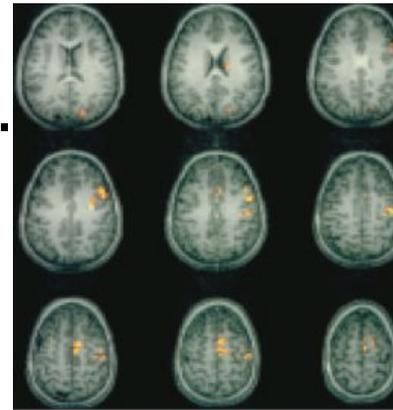
Veronique.Dedieu@cjp.fr

Enjeux professionnels en imagerie.

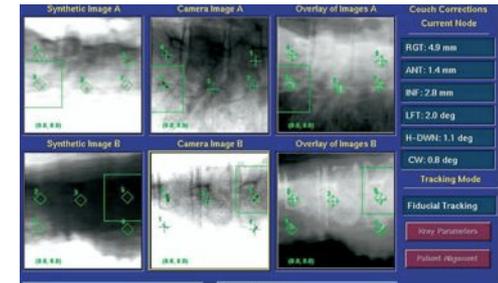
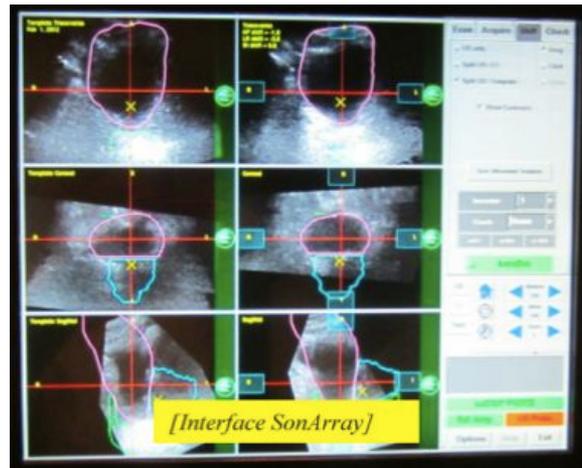
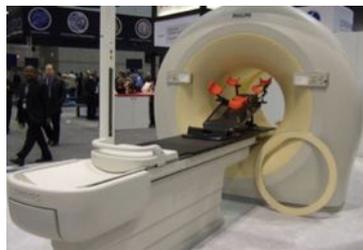


■ Imagerie diagnostique.

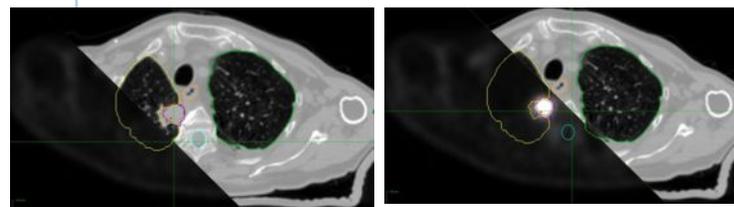
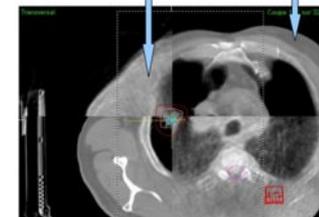
- Imagerie utilisant des rayonnements ionisants.
- Imagerie n'utilisant pas les rayonnements ionisants.



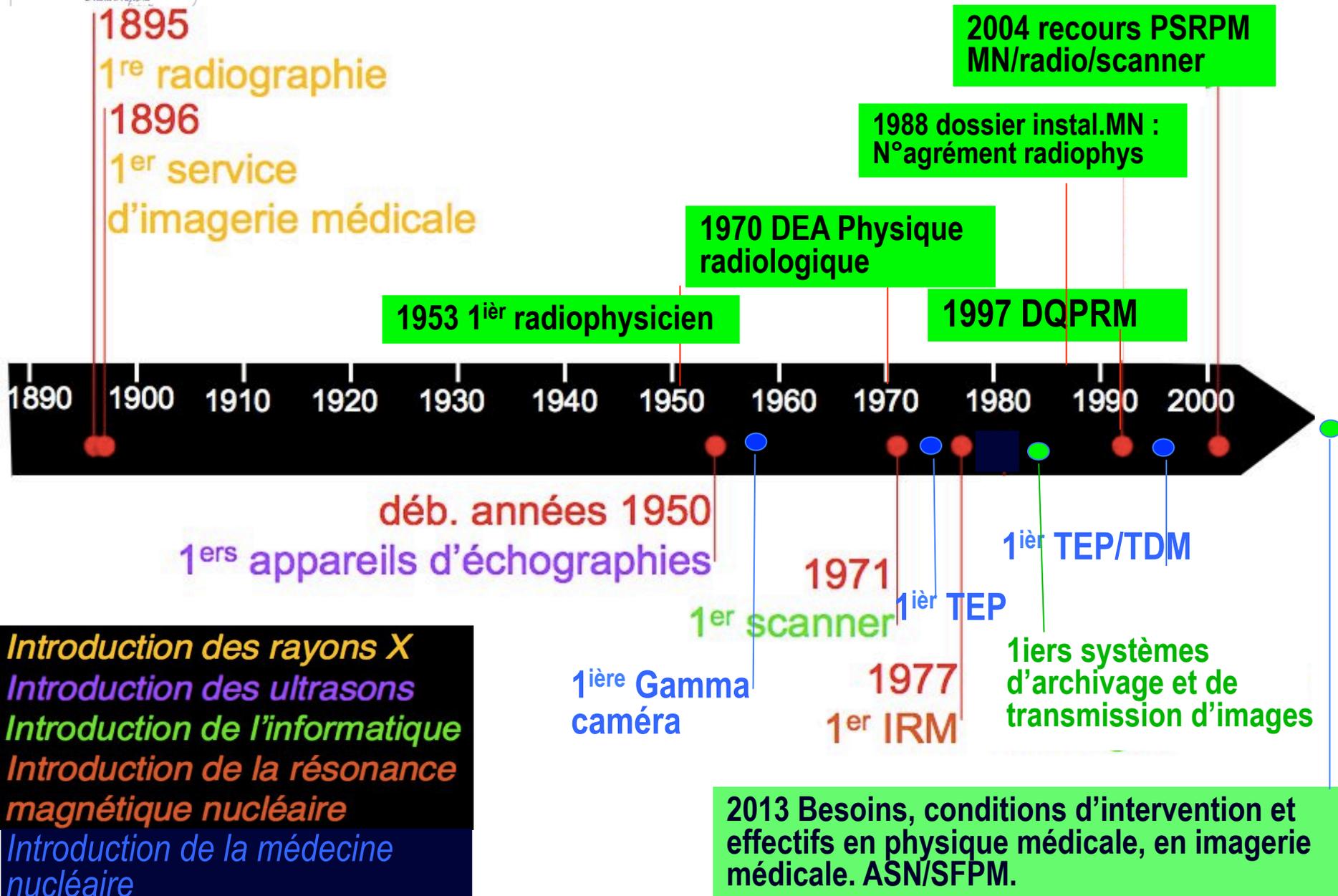
■ Imagerie en cancérologie.



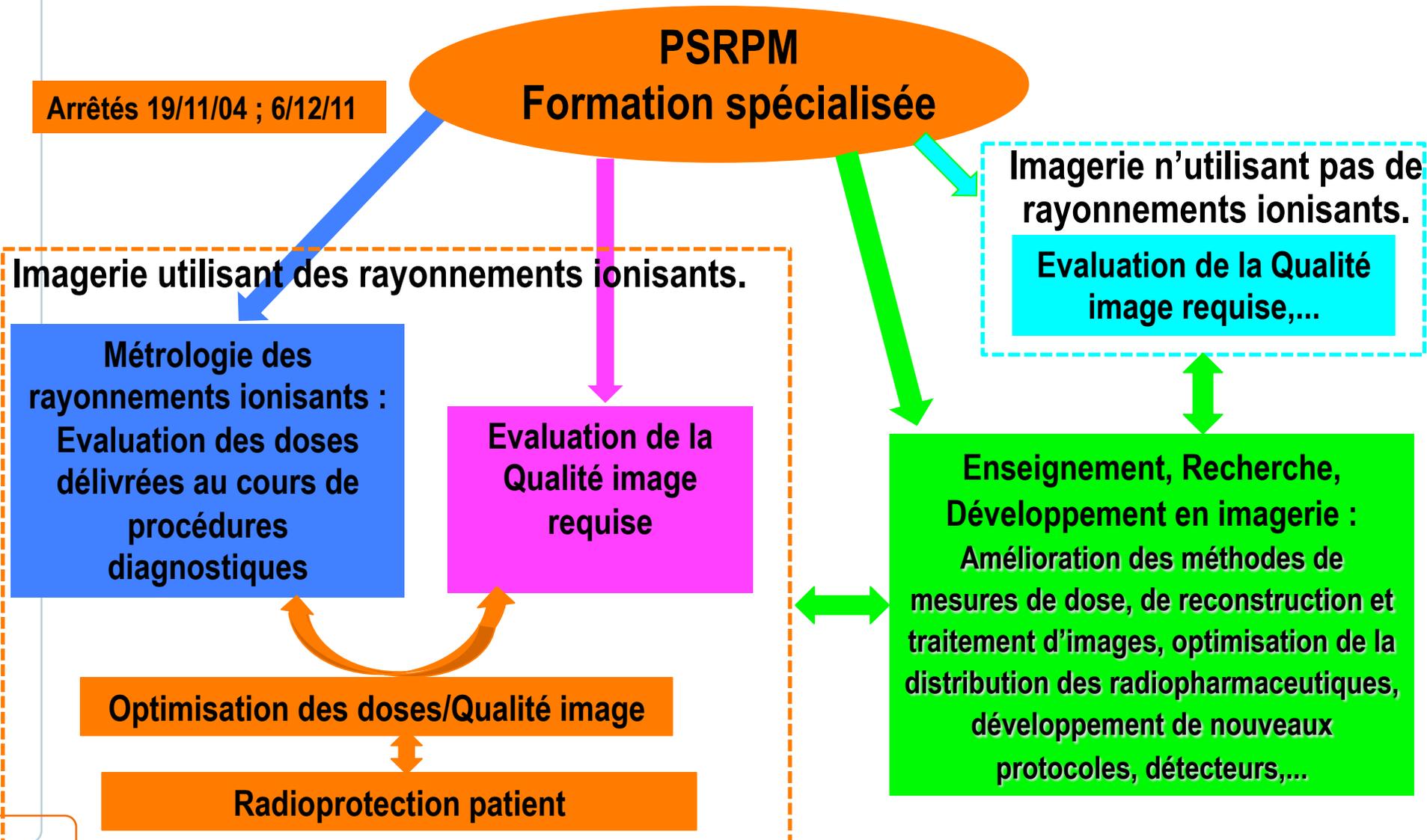
Cone Beam Scanner dosimétrie



Enjeux professionnels en imagerie.

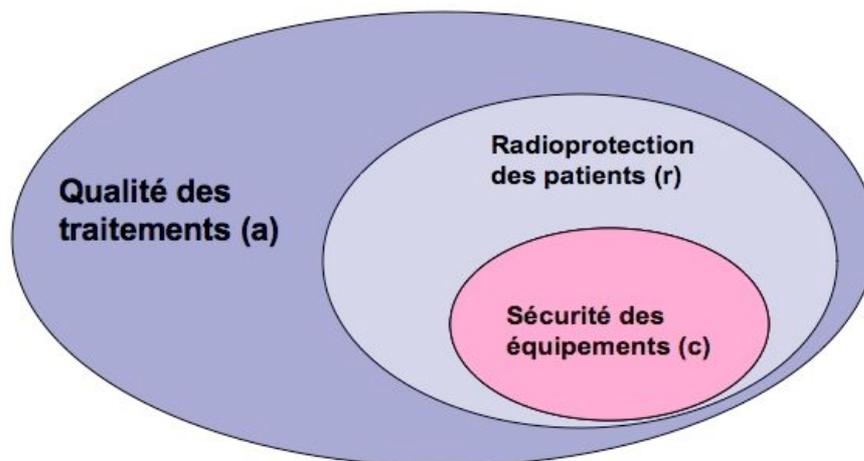


■ Missions du physicien médical en imagerie.



Enjeux professionnels en imagerie.

- **Rôle du physicien en imagerie utilisant des rayonnements ionisants.**
 - **Contexte réglementaire : Les objectifs de la réglementation sont centrés sur 3 exigences ayant des interactions entre elles :**



- La **qualité des traitements** couvre l'ensemble du processus de prise en charge du patient.
- La **radioprotection** vise à « réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants ». La radioprotection des patients est une des composantes de la qualité du traitement.
- La **sécurité des équipements** implique le maintien des performances, la traçabilité, la prévention des accidents. C'est une des composantes de la radioprotection.

Le respect de ces trois exigences passe par le respect de toutes les réglementations associées, ce qui introduit des difficultés dans la mise en place des procédures et des calendriers.

Enjeux professionnels en imagerie.

Rôle du physicien en imagerie utilisant des rayonnements ionisants.

■ Contexte réglementaire :

**Références réglementaires de base :
Arrêtés du 19 novembre 2004 et du 6 décembre 2011**

Formation, missions et conditions d'intervention de la personne spécialisée en radiophysique médicale (PSRPM),

L'utilisation d'installations radiologiques nécessite de faire appel à une PSRPM à des fins notamment de dosimétrie, d'optimisation, d'assurance de qualité (y compris le contrôle de qualité) et de radioprotection des patients.

« Dans les services de médecine nucléaire, dans les structures de santé pratiquant la radiologie interventionnelle et dans les services de radiologie, il doit être fait appel, chaque fois que nécessaire et conformément aux exigences des articles R. 1333-64 et R. 1333-68 du code de la santé publique, à une personne spécialisée en radiophysique médicale ».

Domaines d'activités concernés :

- Médecine nucléaire : utilisation des sources non scellées dans un but diagnostic.
- Radiologie : radiodiagnostic conventionnel, radiologie interventionnelle, radiologie dentaire, mammographie.
- Scanographie.

Plan d'organisation de la physique médicale

- Décrit l'organisation et les moyens à mettre en œuvre.
- Précise les conditions dans lesquelles il est fait appel au physicien pour la médecine nucléaire, la radiologie interventionnelle et la scanographie.

Enjeux professionnels en imagerie.

■ Rôle du physicien en imagerie utilisant des rayonnements ionisants.

- **Décret du 23 mars 2003 : Rappel des principes de radioprotection du patient :**

Objectif général : Maitriser les doses délivrées aux patients

■ **Justification :**

Une pratique exposant aux RI ne peut être adoptée que si les avantages qu'elle procure sont supérieurs aux risques causés par l'exposition qu'elle engendre.

■ **Optimisation :**

Toutes les expositions doivent être maintenues au niveau le plus bas que l'on peut raisonnablement atteindre compte tenu de l'état des techniques et des facteurs économiques et sociaux.

- Principe ALARA : « As Low As Reasonably Achievable »: aussi bas que raisonnablement possible.
- **En diagnostic : compatible avec l'obtention de l'information diagnostique recherchée.**

- **Rôle du physicien en imagerie utilisant des rayonnements ionisants.**
 - Maitrise de la dose reçue par le patient et de la qualité image.
 - Optimisation de la dose : Délivrer la dose nécessaire pour des images de qualité suffisante :



Démarche d'optimisation :

- 1. Evaluer le niveau de qualité image requis pour la procédure de radiologie.**
- 2. Définir les paramètres d'acquisition qui permettent d'obtenir le niveau de qualité image requis pour une dose la plus faible possible au patient.**

Enjeux professionnels en imagerie.

■ Optimisation en imagerie utilisant des rayonnements ionisants :

Pré-requis

Personnel
Compétences.
Formations.

**Qualité, sécurité,
gestion des risques**

NRD, analyse des
Informations dosimétriques,
gestion des évènements
indésirables management de
la qualité (CREX imagerie),...

Dispositifs d'imagerie.

Déclaration, demande d'autorisation ASN/ARS.
Contrôles de qualité (CQI / CQE) (AFSSAPS/ANSM).
Métrologie des rayonnements ionisants
Elaboration des protocoles d'acquisition, de reconstruction et/ou de
traitement d'images, en application du principe d'optimisation,...

Rôle du physicien médical.

**Achat, installation et après mise en service.
Prise en charge des patients.**

Enjeux professionnels en imagerie.

Rôle du physicien en imagerie utilisant des rayonnements ionisants : Optimisation du rapport qualité/dose :

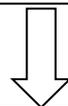
- Réalisation ou délégation de la réalisation des contrôles de qualité internes

Exemple : CQI en médecine nucléaire : Contrôle de qualité en mode tomographique



Performances globales : uniformité de la coupe reconstruite, contraste, résolution spatiale.

Tomographie d'un objet test complet permettant de disposer d'informations relatives à plusieurs paramètres en une seule acquisition.



Permet :

- de contrôler toute la chaîne d'acquisition et de reconstruction.
- d'optimiser les paramètres d'acquisition et de reconstruction



Fantôme pour la qualité image en mode tomographique.

Enjeux professionnels en imagerie.

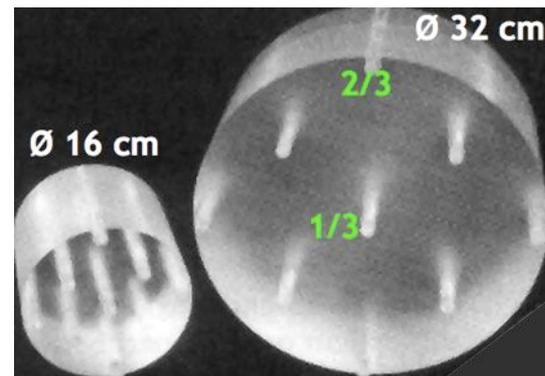
Rôle du physicien en imagerie utilisant des rayonnements ionisants : Optimisation du rapport qualité/dose :

- Métrologie des rayonnements ionisants.

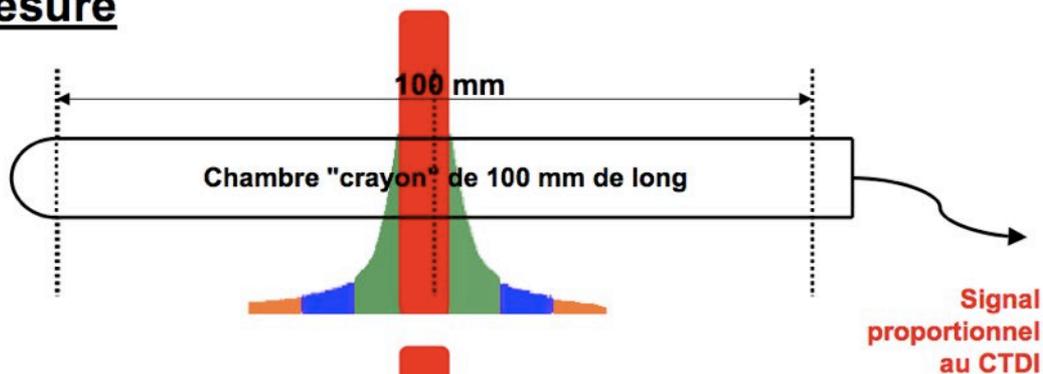
Exemple : Mesure de l'indice de dose pondéré en scanographie ($CTDI_w$) :

$$CTDI_w = \frac{1}{3}CTDI_{100,centre} + \frac{2}{3}CTDI_{100,périphérie}$$

Mesuré au moyen d'un dosimètre étalonné et d'une chambre crayon au centre et à la périphérie d'un fantôme CTDI tête et corps.



Mesure



Enjeux professionnels en imagerie.

Rôle du physicien en imagerie utilisant des rayonnements ionisants : Optimisation du rapport qualité/dose :

- Participation à la formation des personnels pour l'utilisation optimale des équipements radiologiques, notamment à la mise en œuvre de nouveaux protocoles ou lors d'interventions majeures (hardware, software), et sur les procédures liées au dépassement de seuils d'alerte dosimétrique.

Exemple : Rappels de règles d'optimisation en scanographie.

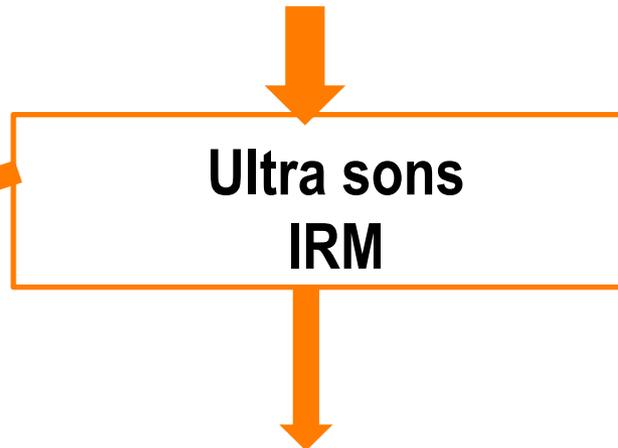


Enjeux professionnels en imagerie.



Rôle du physicien en imagerie non ionisante :

- Le champ d'action des physiciens médicaux s'étend progressivement à l'ensemble des agents physiques utilisées à des fins diagnostic.



Contrôle de qualité

Résolution en échographie.



Quantification en imagerie

Optimisation de la qualité image

Cas d'un astrocytome : $T_1/T_2 = 984/93$ ms. (Substance grise : $T_1/T_2 = 950/60$ ms)

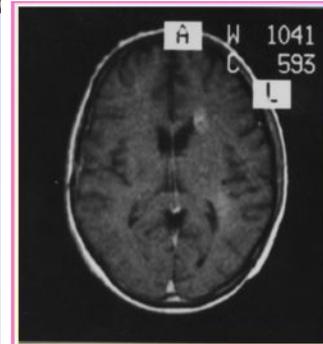
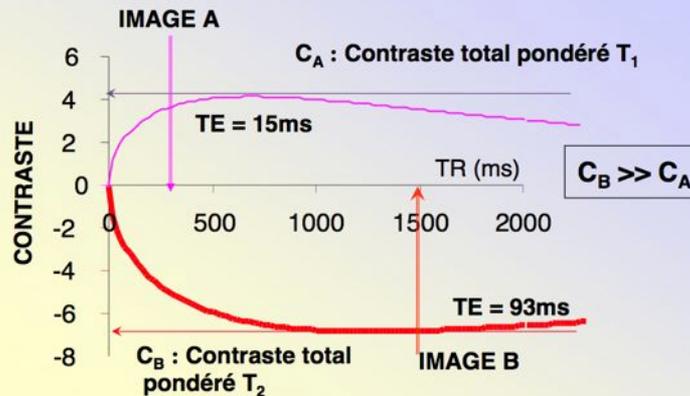


IMAGE A : TR/TE = 447/15ms

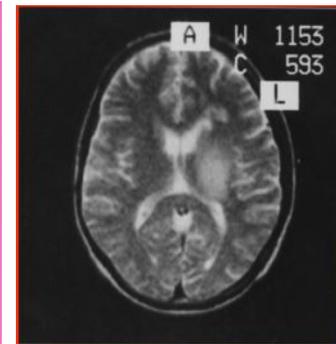
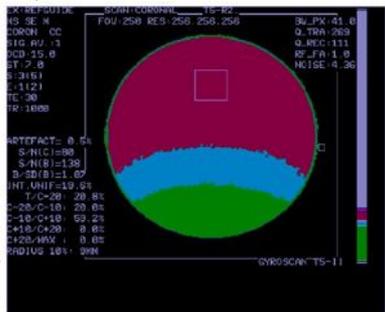


IMAGE B : TR/TE = 1250/93ms

CQ antenne en IRM



Rôle du physicien en imagerie non ionisante :

- Quantification en imagerie : exemple en IRM :

La possibilité de déterminer précisément et rapidement les temps de relaxation au cours d'un examen IRM trouve de nombreuses applications : IRM Quantitative

Optimisation de la qualité image

Dosimétrie chimique 3D par IRM

IRM quantitative au cours de la prise de contraste

Amélioration de la traçabilité des doses à la tumeur pour la radiothérapie externe (IMRT, VMAT, stéréotaxie) et la curiethérapie.

Quantification fiable et reproductible des paramètres biologiques au cours d'un examen IRM clinique.

- Amélioration de la spécificité de la caractérisation tumorale par IRM.
- Amélioration de la prévision de la réponse tumorale et de l'évaluation de l'efficacité des traitements cytotoxiques.

- European Metrology Research Program (EMRP) of the European Association of National Metrology Institutes " (EURAMETT) "Metrology for Radiotherapy using Complex Radiation Fields".
- "Design and test of a verification method of the 3D dose distribution delivered by radiotherapy beams using a new 3D chemical dosimeter, AAP physique et cancer (plan cancer 2009-2013)

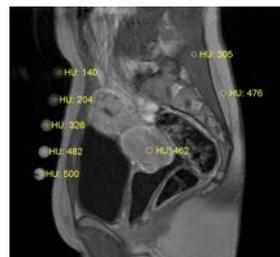
Enjeux professionnels en imagerie.

■ Imagerie en cancérologie.

Ciblage biologique :
Quantification en imagerie.
IRM, TDM et médecine nucléaire

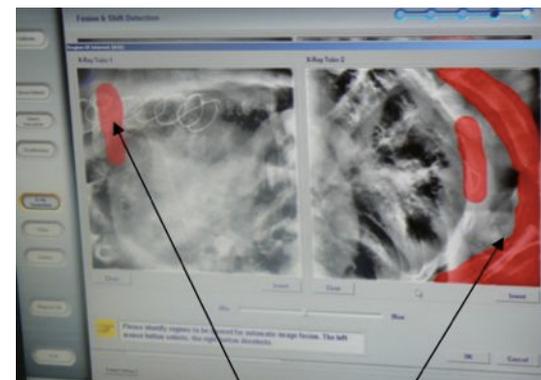
Quantification fiable et reproductible de paramètres biologiques.

- Suivi thérapeutique.
- Amélioration de la prévision de la réponse tumorale au traitement radio-chimiothérapique dans les cancers du col utérin



Ciblage spatial :
Imagerie multimodale
IGRT, Gating
Radiothérapie adaptative
Dosimétrie chimique 3D par IRM

Amélioration de la qualité et de la sécurité des traitements en radiothérapie externe et curiethérapie.



Enjeux professionnels en imagerie.

- **Maîtrise de la dose et de la qualité image (optimisation).**
- **Quantification en imagerie : mesure de nouveaux indicateurs biologiques (radiobiologie).**
- **Enseignement.**
- **Recherche et développement.**

Recommandations ASN/SFPM 2013, Rapports AAPM, EFOMP,...

Médecine nucléaire :

- **Effectifs actuels conformes**
- **Recrutement à poursuivre**

Radiologie RX :

- **Effectifs insuffisants.**
- **Optimisation très insuffisante :
radio interventionnelle (accidents)
et scanographie.**

IRM, US :

- **Effectifs très insuffisants.**
- **Expertise des médecins
nécessaires.**