

CECR

CENTRE
D'EXPERTISE
CLINIQUE EN
RADIOPROTECTION

Ordre des technologues en imagerie
médicale, en radio-oncologie et
en électrophysiologie du Québec

42^e Congrès annuel

Au service du Réseau

3 juin 2016

*La radioprotection des patients,
de ALARA à ALADA*

Manon Rouleau, directrice par intérim, CECR

Moulay Ali Nassiri, physicien médical, CECR

Karine Bellavance, coordonnatrice technique, CECR

La radioprotection

L'ensemble des mesures destinées à
assurer la protection de l'humain et de l'environnement
face aux risques associés
à l'exposition aux rayonnements.

Radioprotection

Le système de protection radiologique a pour but de
protéger la santé des humains

Gérer et contrôler les expositions pour :

- ✱ **Empêcher** l'apparition d'**effets déterministes**
- ✱ **Réduire** les risques d'**effets stochastiques**

Risques associés à l'exposition aux rayonnements ionisants

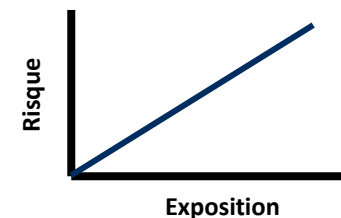
Effets déterministes

- ❖ Réactions tissulaires nuisibles, apparaissant à fortes doses
- ❖ Les effets se produisent au-delà d'une valeur seuil
- ❖ Exemples :
 - Érythèmes
 - Brulûres de la peau
 - Perte de cheveux
 - Stérilité
 - Cataracte
 - Pneumonie

Effets stochastiques

- ❖ Cancer, effets héréditaires et autres maladies
- ❖ Aucune valeur seuil
- ❖ Modèle d'évaluation du risque :
 - LINÉAIRE SANS SEUIL

Le risque de cancer augmente avec l'exposition au rayonnement



Sources de rayonnements ionisants

Sources naturelles de rayonnement



Source: <http://nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/fact-sheets/natural-background-radiation.cfm>

Sources artificielles de rayonnement



➤ Exposition médicale



➤ Exposition occupationnelle



➤ Autres sources d'exposition

Exposition d'origine médicale

La **plus grande source artificielle d'exposition...**

...En **croissance continue** partout dans le monde

Entre 1988 et 2008, la **dose collective mondiale** provenant de :

- ▶ Radiologie diagnostique → **Doublee**
- ▶ Médecine nucléaire → **Triplée**

1/4 de la population mondiale reçoit:

- ☀ 67% des procédures de radiologie
- ☀ **90% des procédures de médecine nucléaire**
- ☀ 70% des traitements de radio-oncologie

L'exposition médicale diagnostique de la population, à travers le monde

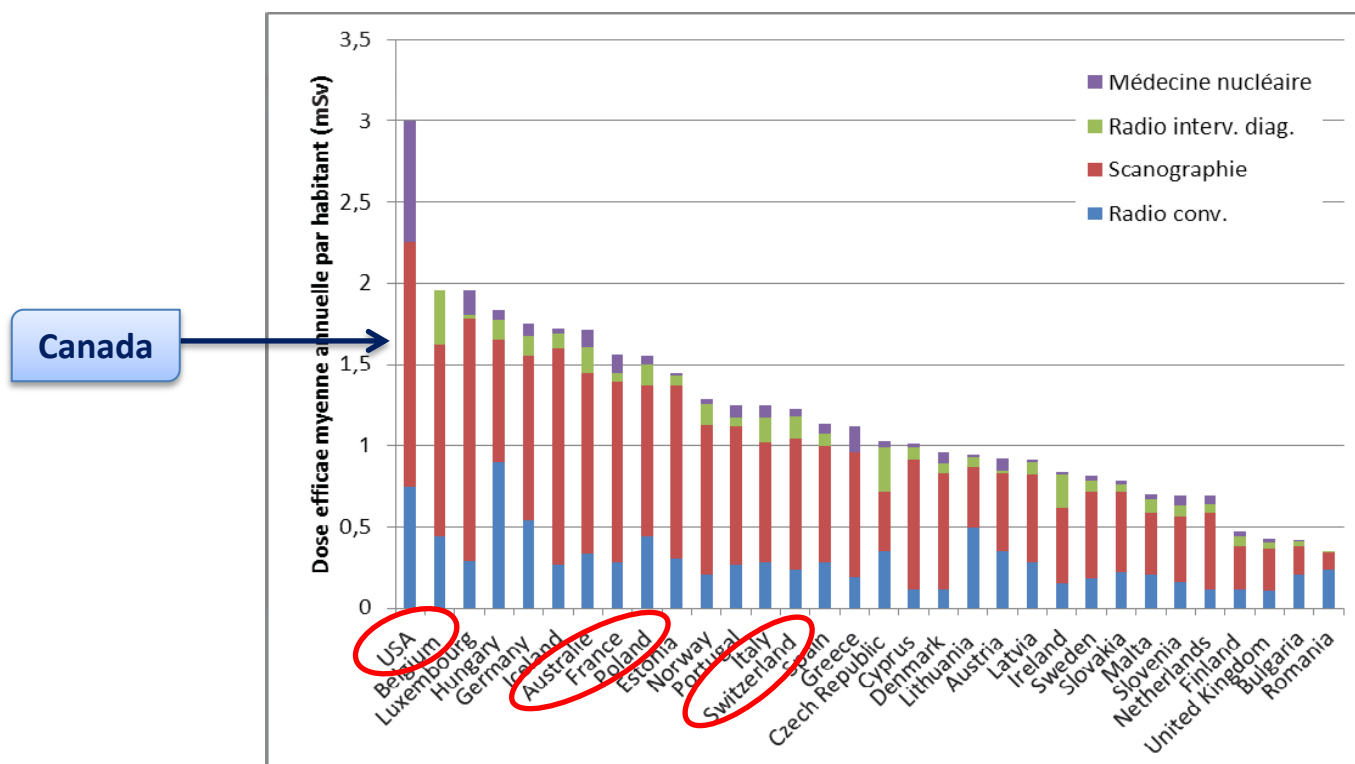
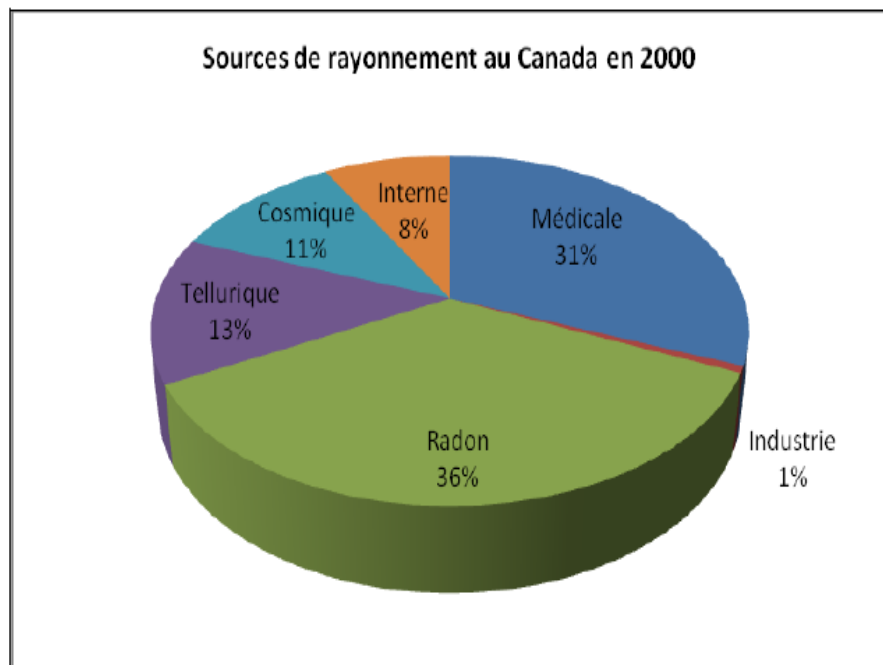
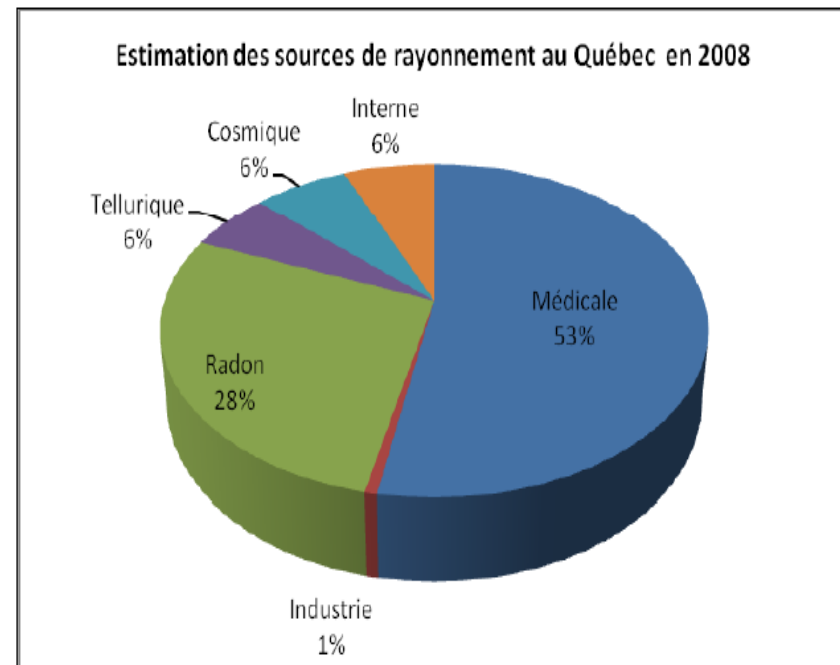


Figure 24 - Répartition de la dose efficace annuelle individuelle par type d'exploration diagnostique dans les 27 pays de l'UE, la Suisse, la Norvège, l'Islande, les Etats-Unis et l'Australie [38 - 40]. La contribution de la radiologie dentaire n'est pas disponible pour les Etats-Unis, ainsi que celle de médecine nucléaire pour la Belgique.

Au Canada et au Québec L'exposition médicale en 2000 et 2008

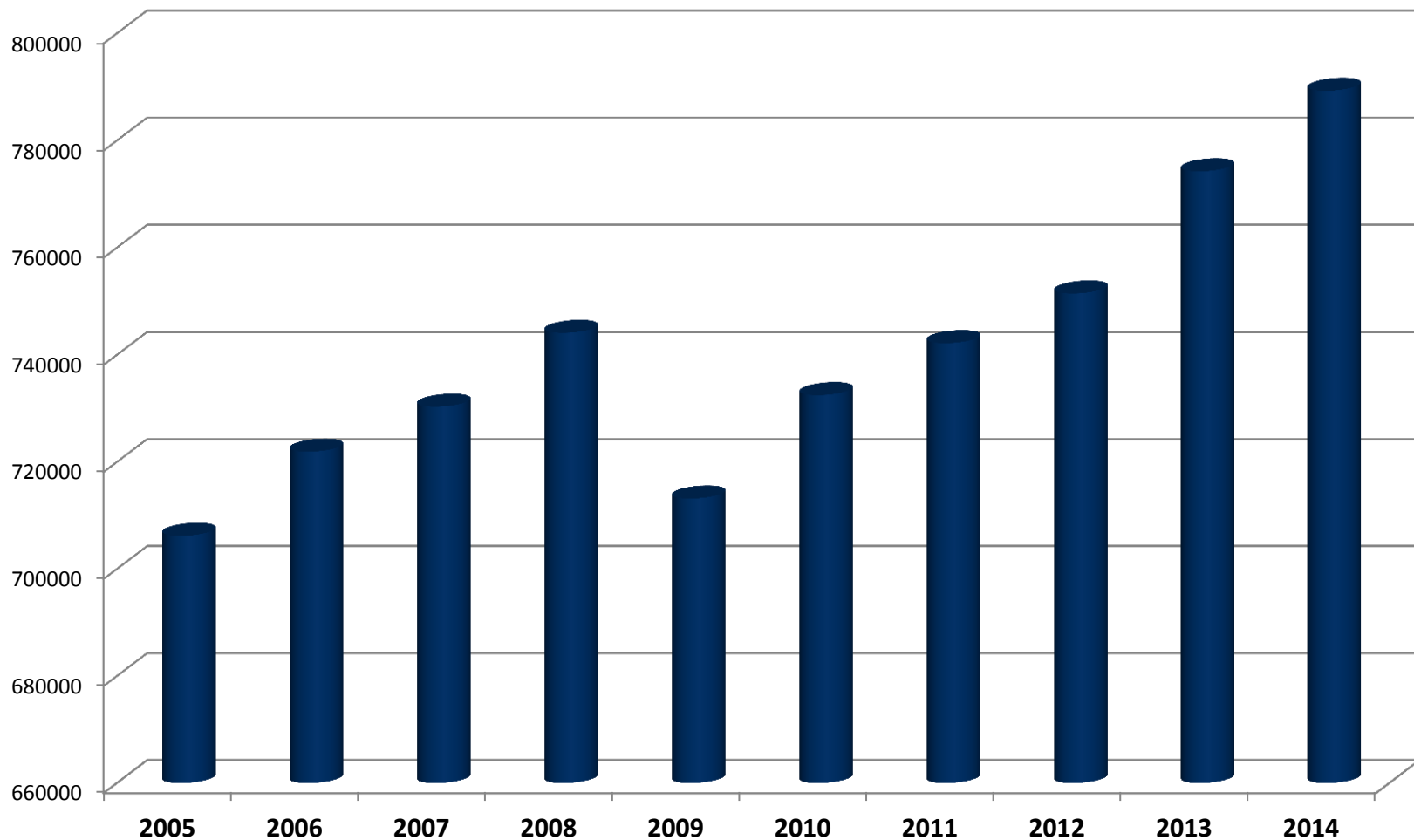


Source : UNSCEAR, 2000.



Sources : UNSCEAR, 2000 ; Grasty et LaMarre, 2004 ; Dessau et autres, 2005 ; données de la présente étude.

Augmentation du nombre annuel d'examens de médecine nucléaire, au Québec, entre 2005 et 2014



Source : RAMQ

En 2015, au Québec*

- ✿ **77 TEMP-TDM** → 39% des équipements au Canada (1^{er} rang)
- ✿ **20 TEP-TDM** → 43% des équipements au Canada (1^{er} rang)
- ✿ **79 TEMP** → 30% des équipements au Canada (2^{ième} rang)

Le Québec effectue 63% des examens, au Canada :

- ✿ 72% en TEMP-TDM
- ✿ 55% en TEP-TDM
- ✿ 55% en TEMP

982 000 procédures

Les procédures contribuant le plus à la dose collective

Table 5.34. 7 procedures (Top 7) identified as being amongst the highest contributors to the total collective effective dose of NM procedures in all DDM2 countries.

Top 7 group		NM procedure	Radiopharmaceutical	Median (min-max) contribution to total per caput effective dose %
1	Bone	Bone imaging	Tc-99m phosphates/phosphonates	38,7 (6,4-85,6)
2	Heart (Tl-201)	Myocardial perfusion	Tl-201 Chloride	3,8 (0,3-55,1)
3	Heart (Tc-99m)	Myocardial perfusion, exercise & rest	Tc-99m MIBI	14,2 (1,6-50,2)
		Myocardial perfusion, exercise & rest	Tc-99m Tetrofosmin	10,2 (2,0-37,8)
4	Tumor imaging PET & PET/CT	Tumor imaging PET	F-18 FDG	8,1 (0,2-24,6)
		Tumor imaging PET & diagnostic CT	F-18 FDG	8,1 (0,4-33,9)
5	Thyroid (Tc-99m)	Thyroid imaging (no blocking)	Tc-99m pertechnetate	3,9 (0,1-51,5)
6	Thyroid (I-131)	Thyroid metastases(after ablation, uptake 0 %)	I-131	2,7 (0,1-75,2)
7	Lung	Lung perfusion	Tc-99m	1,6 (0,2-24,9)
Total median				91,3

Distribution des doses en médecine nucléaire

Selon l'étude Française de 2012

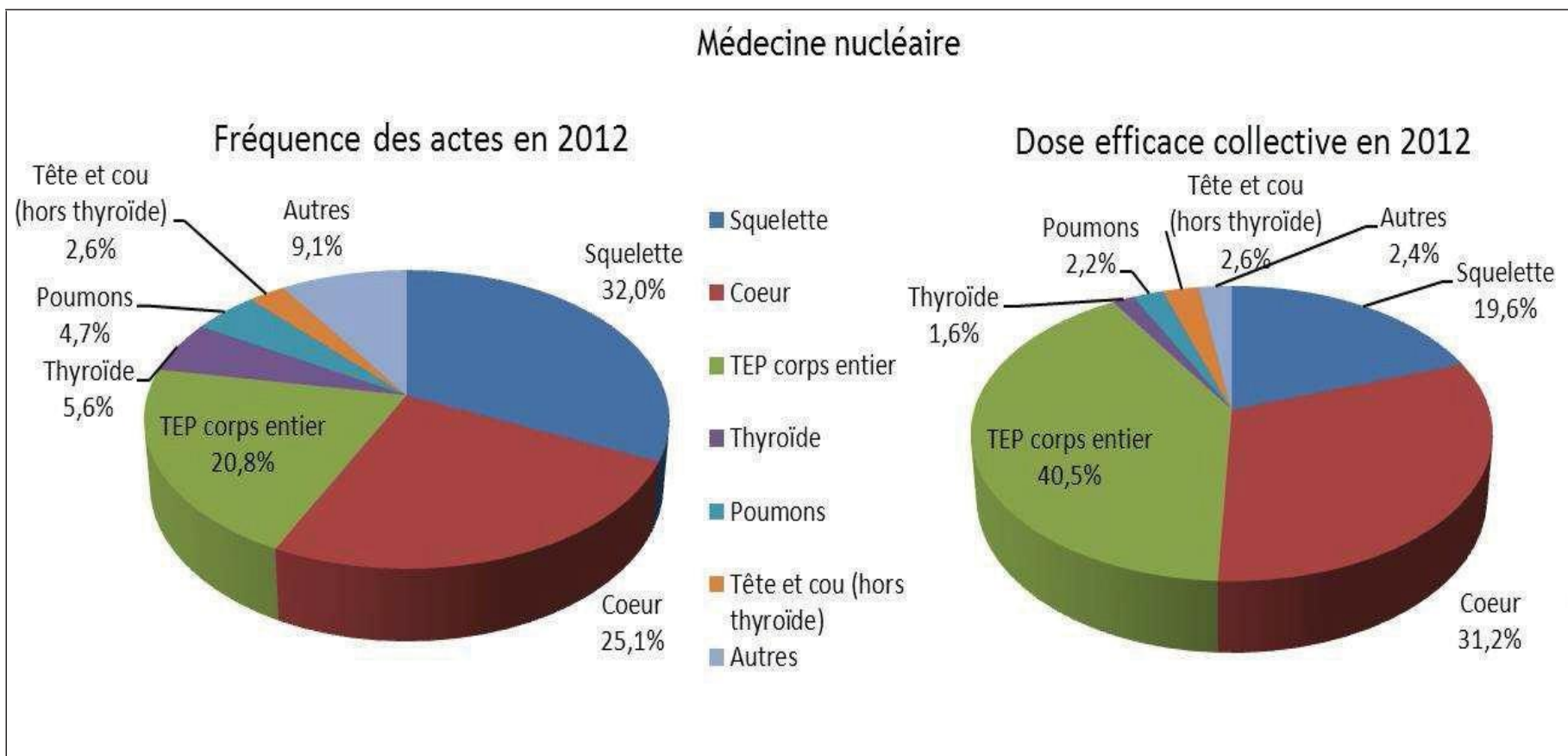


Figure 6, p.20 - Répartition de la fréquence des actes et de la dose efficace collective par anatomie explorée, en médecine nucléaire, France entière, 2012.

L'Activité moyenne injectée pour diverses procédures

	Scintigraphie osseuse (^{99m} Tc-MDP) (MBq)	Scintigraphie thyroïdienne (^{99m} Tc-Per technetate) (MBq)	Perfusion myocardique (²⁰¹ Tl) (MBq)	Poumon - perfusion (^{99m} Tc-MAA) (MBq)
^b Europe	662	158	99	157
^a Québec	1000	426	125	246
^d Brésil	1036	410	119	246
^c Japon	932	261	180	260

Source :

^aCharest M., Asselin C. et Blais G., Dosimétrie en médecine nucléaire, résumé du sondage réalisé en 2010 et aperçu des données de 2014, Echo X, Vol. 34 No2, Septembre 2014.

^b European Commission. (2014). RADIATION PROTECTION N ° 180 Medical Radiation Exposure of the. *European Union*.

^cWatanabe, H., Ishii, K., Hosono, M., Imabayashi, E., Abe, K., Inubushi, M., ... Takahashi, Y. (2016). Report of a nationwide survey on actual administered radioactivities of radiopharmaceuticals for diagnostic reference levels in Japan. *Annals of Nuclear Medicine*, 1–3. <http://doi.org/10.1007/s12149-016-1079-6>

^dWillegaignon, J., Braga, L. F. E. F., Sapienza, M. T., Coura-Filho, G. B., Cardona, M. A. R., Alves, C. E. R., ... Buchpiguel, C. A. (2016). Diagnostic reference level. *Nuclear Medicine Communications*, 37(5), 525–533. <http://doi.org/10.1097/MNM.0000000000000462>

Radioprotection

Patient

Travailleur

S'en remet à l'équipe médicale

Peut se fier à lui-même

☀ Dépend des actions de l'équipe médicale et de l'établissement

☀ Responsable de ses propres actions, pour sa protection et celle des autres

Essentiellement **éthique** ← *Cadre normatif* → **Règlementaire**

Aucune (**balise**) ← *Limites de doses* → Règlementaires **fixes**

Spécifique à chaque patient ← *Analyse risque-bénéfice* → **Standard** pour l'ensemble

Aucune ← *Formation* → **Reçue** et maintenue

Dépend de l'**équipe médicale** ← *Moyens de protection* → Pris par le **travailleur**

Dépend de **plusieurs facteurs** ← *Niveau d'exposition* → Dépend du **travailleur**

(modalité, utilisateurs, état de santé)

De bonnes questions à poser :

Comment monitorer la **radioprotection des patients**?

Quelles sont les **mesures de radioprotections en place** pour assurer la sécurité des patients?

Quelles sont les mesures de protection et de **contrôles de qualité** ?

... Et comment s'assure-t'on de leur **application**?

Est-ce que le nombre plus élevé de procédures dans certains établissement peut être lié à une **surutilisation** ?

Quel est l'influence de la **règlementation** sur l'accès et l'utilisation de ces technologie?

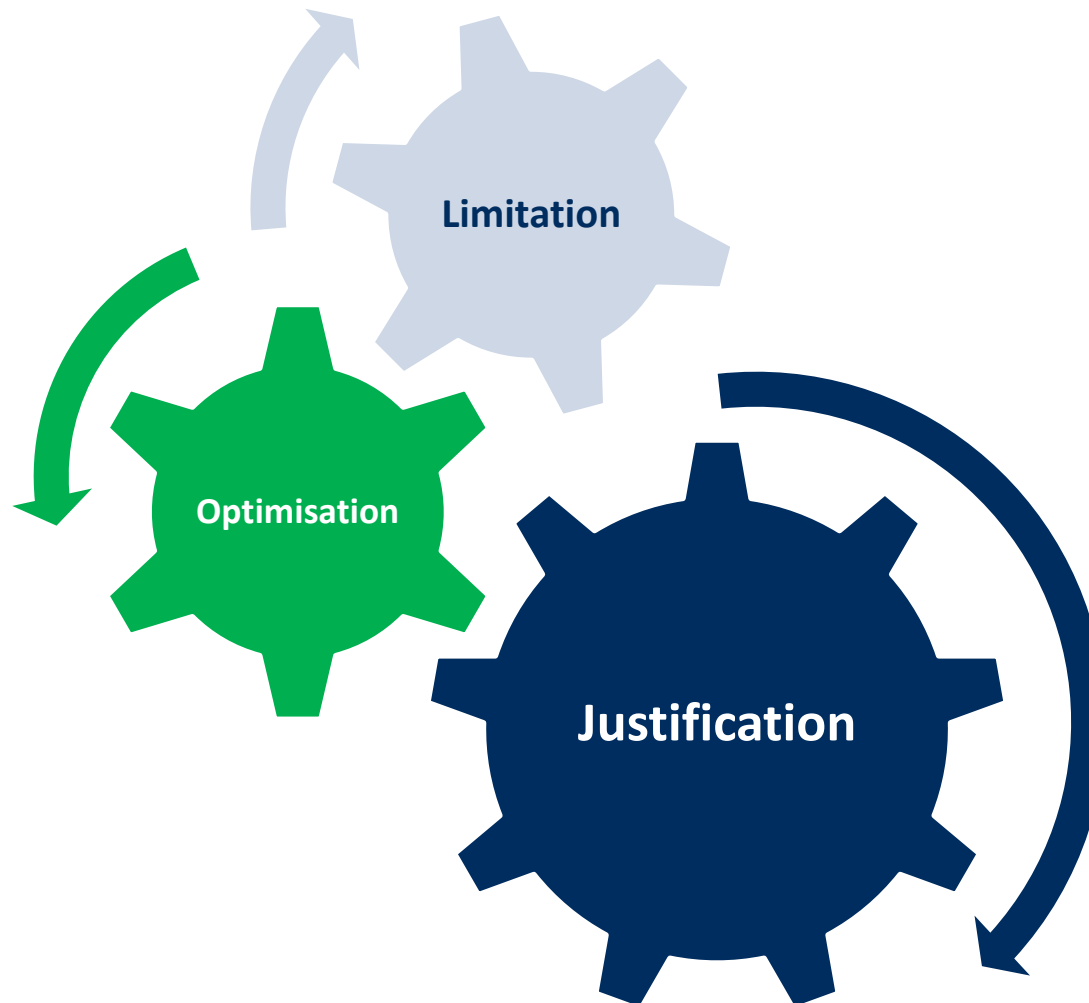
La radioprotection des patients :

une culture à développer,

pour aller au-delà des idées préconçues,

tout en offrant les soins les plus appropriés

Principes de base de la radioprotection



La radioprotection des travailleurs

**Éviter
les expositions injustifiées**

**Appliquer
le principe ALARA**

**Respecter
les limites d'expositions**

La radioprotection des patients

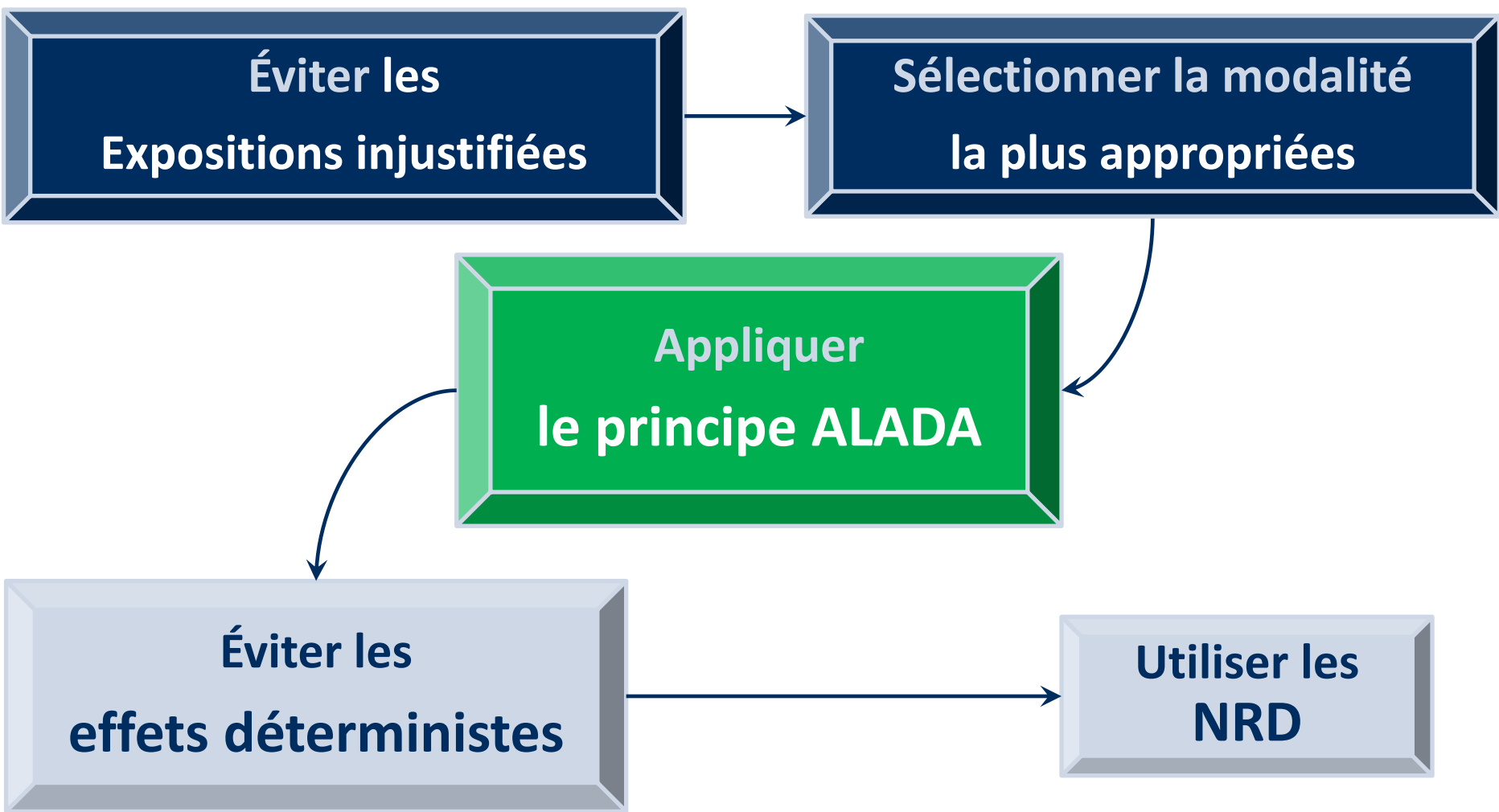
Éviter les
Expositions injustifiées

Sélectionner la modalité
la plus appropriées

Appliquer
le principe ALADA

Éviter les
effets déterministes

Utiliser les
NRD



La radioprotection des patients

Appliquer:



ALADA

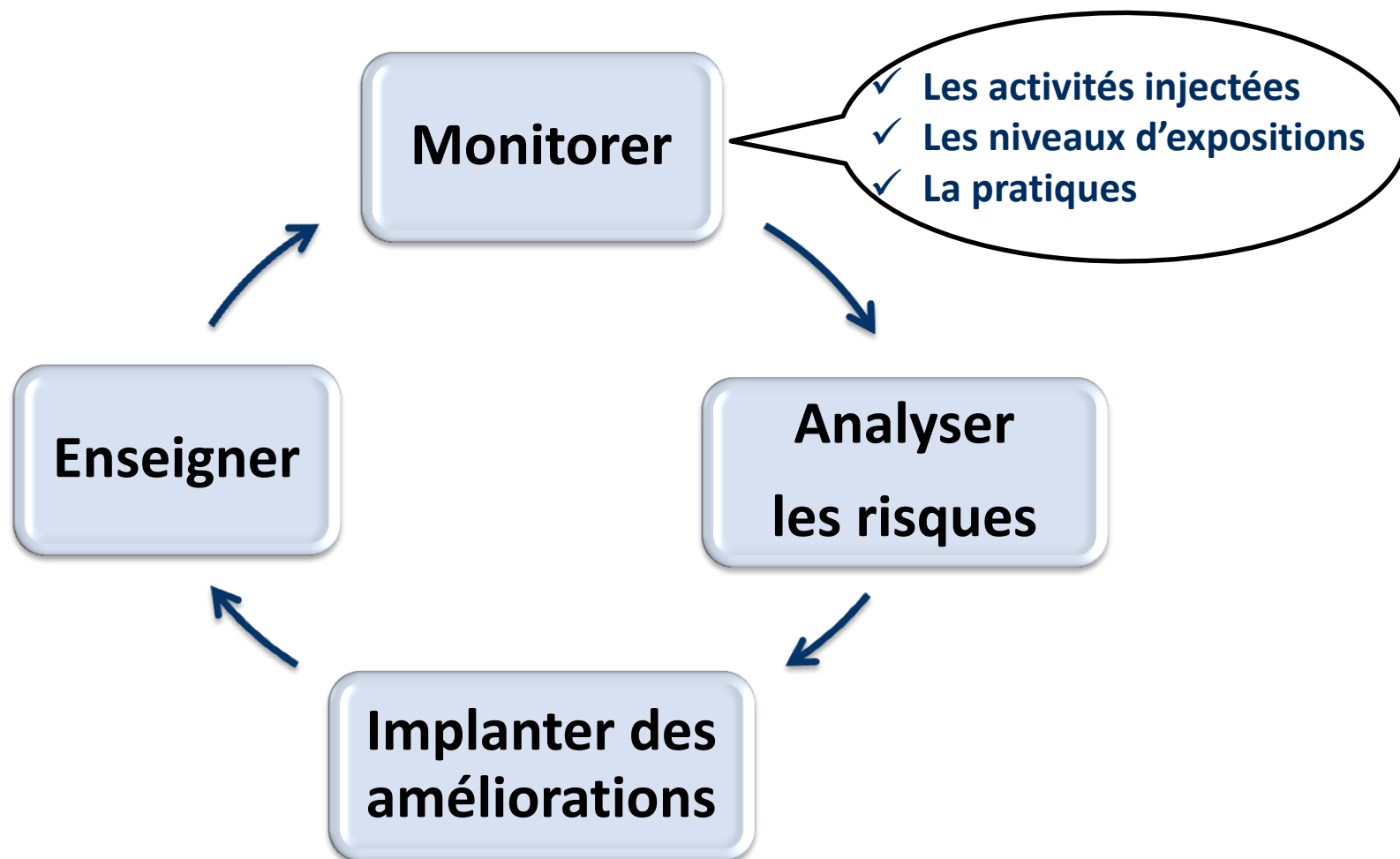
As Low As Diagnostically Acceptable



**Minimiser l'exposition sans nuire
à la qualité diagnostique de l'image**



La mécanique d'implantation de moyens de radioprotection efficaces



L'éthique en radioprotection des patients

Éthique

- **Règles et croyances morales**
concernant ce qui est juste et mal
- Règles comportementales basées sur l'idée
de ce qui est **moralement bien ou mauvais**

Éthique médicale

Non-Malfaisance

→ Ne pas faire de mal

Bienfaisance

→ Agir dans le meilleur
intérêt du patient

Justice

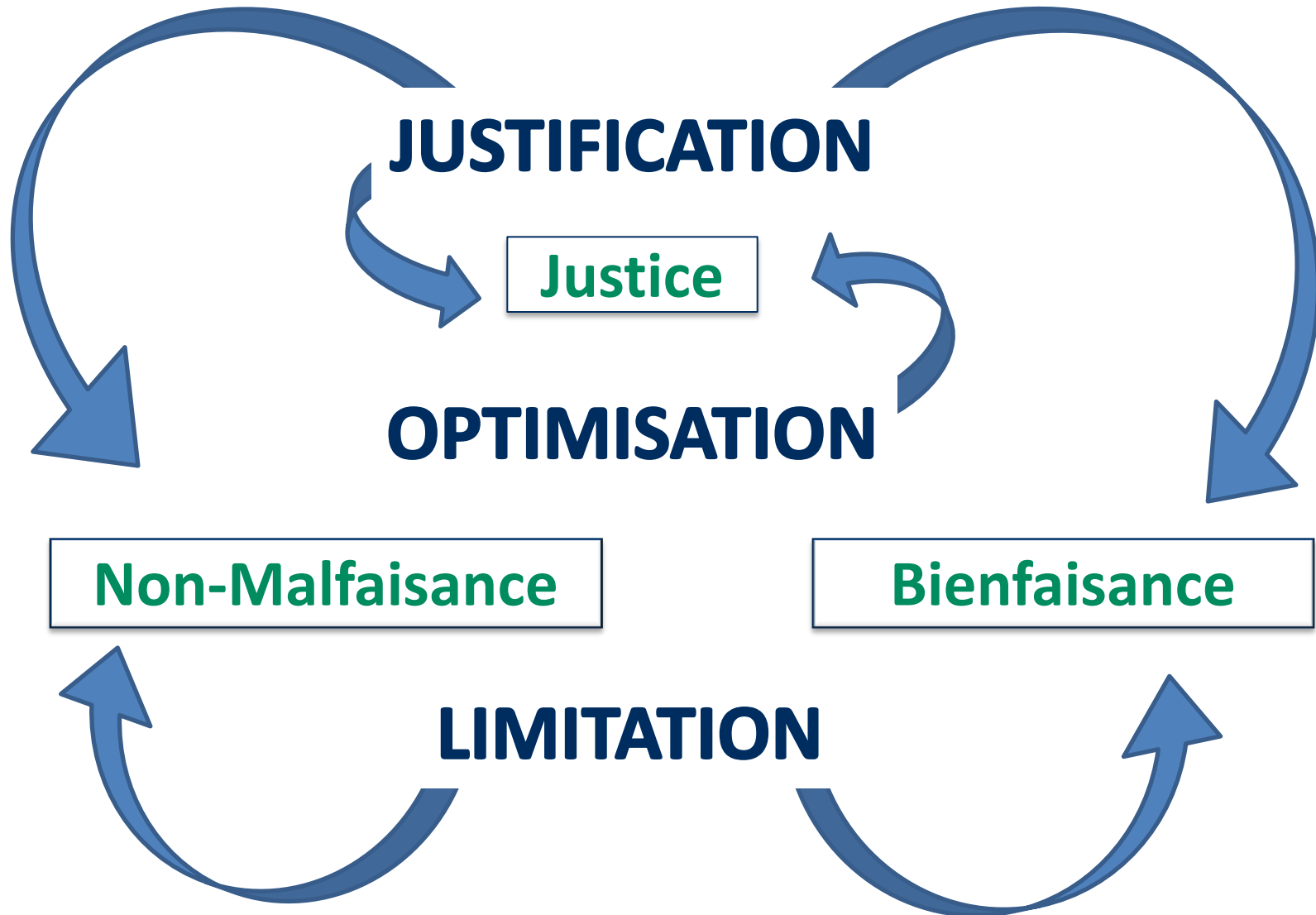
→ Fournir les examens ou les soins
appropriés à la situation

Honnêteté

→ Donner l'heure juste au patient

Autonomie

→ Respecter les choix du patient



L'éducation en radioprotection & l'éthique médicale

Honnêteté

 **Informer le patient** de sa condition et des **risques et bénéfices** de la procédure médicale

**Communication
du risque**

**Connaissances en
radioprotection**

Autonomie

 Obtenir le **consentement éclairé du patient**

Pour améliorer la radioprotection des patients, impliquez toutes les parties prenantes



Travailler ensemble

... pour fournir des services d'imagerie médicale de qualité, hautement sécuritaire et assurer la meilleure protection pour les patients

Les parties prenantes en radioprotection des patients

☼ Patient

☼ Médecin
prescripteur

☼ Responsable de la
radioprotection



☼ L'administration

☼ Technologue

☼ Médecin spécialiste

☼ L'équipe de physique médicale et de génie biomédicale

Responsabilités du technologue :

- Faire le bon examen au bon patient
- Communiquer avec le nucléiste, en cas de doute
- Appliquer les meilleures pratiques de radioprotection
- Optimiser le fonctionnement des installations
- S'impliquer activement dans le processus d'optimisation, avec toute l'équipe

ALADA ... l'objectif



ALADA ...au quotidien

Vérifier le dossier d'imagerie

Communiquer en langage clair

Utiliser un cartable technique

Utiliser un protocole adapté

Positionner adéquatement

Retirer tous les objets mobiles
du champs

ALADA concrètement ➔ Dossier patient

Associer le bon examen au bon patient

S'assurer que l'examen TDM est :

- ✓ Toujours pertinent
- ✓ Adapté à la condition clinique actuelle du patient

En cas de doute, communiquer avec le nucléiste

ALADA concrètement ➔ Communication

Poser les questions pertinentes :

- ✓ Confirmer l'identité
- ✓ Évaluer les possibilités de grossesse, d'allaitement, etc.
- ✓ Dépister les dédoublements d'examen

Expliquer clairement les attentes pour :

- ✓ Faciliter le positionnement
- ✓ Limiter les risques de mouvements et reprises

En cas de doute, communiquer avec le nucléiste

ALADA concrètement → Cartable technique

S'assurer qu'il est complet et à jour :

- ✓ **Charte technique** pour l'injection de radioisotopes
- ✓ Liste des **protocoles ADULTE et ENFANT** avec les renseignements cliniques associés
- ✓ Conduite à suivre pour des **examens plus particuliers**
- ✓ **Balises locales** de CTDIvol et PDL pour les protocoles hybrides

*En cas de doute, communiquer
avec le nucléiste et/ou le responsable du cartable*

ALADA concrètement ➔ Objets mobiles

Enlever tout objet mobile du champs d'acquisition

- ✓ Risque d'augmenter la dose en modulation (hybride) et de créer des artéfacts



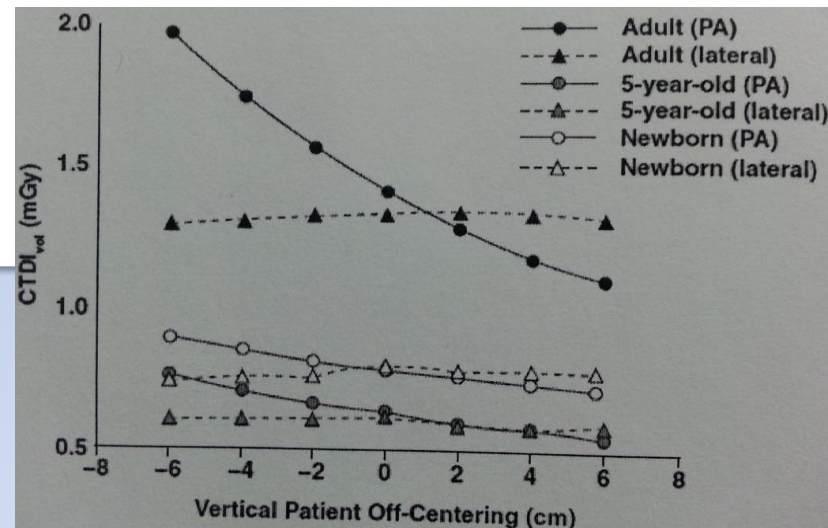
Si un objet mobile est observé sur l'image de localisation
Retirez-le et refaites une image de localisation

ALADA concrètement ➡ Positionnement

Bien centrer le patient est essentiel

Un décentrage augmente:

- ✓ La dose en modulation
- ✓ Le bruit



Source : Kaasalainen T, Palmu K, Reijonen V, Korttinen M. Effect of patient centering on patient dose and image noise in chest CT. Am J Roentgenol. 2014;203(1):123-30.

Si un décentrage est observé sur l'image de localisation



Repositionner le patient et refaire une image de localisation

ALADA concrètement ➔ Âge et Morphologie

Patients enfants



Protocoles enfants

Tenez compte de l'âge et de la morphologie

Patients adultes



Petit, moyen, gros?



*En cas de doute, communiquer
avec le nucléiste et/ou le responsable du cartable*

ALADA concrètement → Qualité d'image

Sélectionner un protocole dont la qualité d'image est pertinente aux besoins cliniques

- ✓ Faible résolution → dose plus faible
- ✓ Standard
- ✓ Haute résolution → dose plus élevée

En cas de doute, communiquer avec le nucléiste

Réalisations en radioprotection du patient

Réalisation québécoise

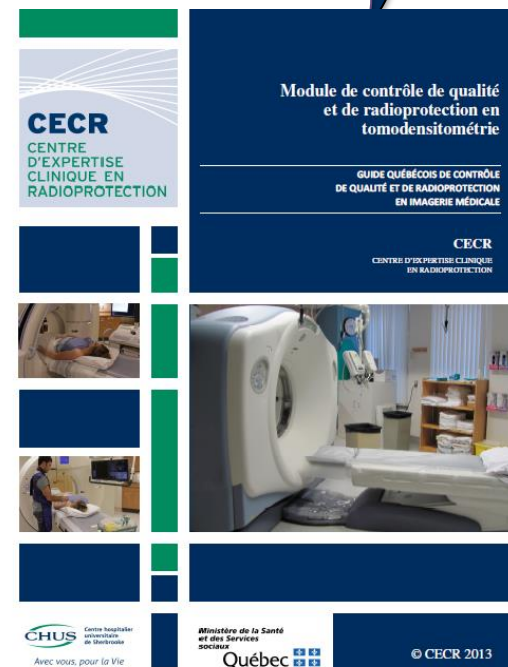
Développement et publication en 2013

Guide québécois de contrôle de qualité et de radioprotection en imagerie médicale – Module TDM

avec formations et outils à l'appui

pour :

- ✓ Technologues
- ✓ Physiciens et ingénieurs



Réalisation québécoise en TEP-TDM

Optimisation du ^{18}F -FDG

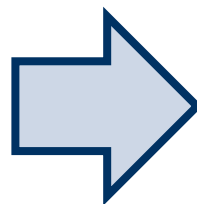
AVANT l'optimisation

3D

3.45 à 7.5 MBq/kg
(injection moyenne 5MBq/kg)

2D

Dose fixe
370 à 740 MBq/patient



Recommandations CECR

3D

Philips: 3.45 MBq/kg
GE, Siemens: 4 t à 4.5 MBq/kg

*maximum: 555 MBq

2D

6.9 à 7.5 MBq/kg
*maximum: 610 to 740 MBq

*Moyenne: 26 % reduction*⁴⁰

Réalisation québécoise en TEP-TDM

Optimisation TDM– Correction d'atténuation et registration pour les CORPS ENTIER STANDARD

* Patients standard 60 à 90 kg*

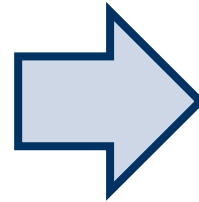
Avant la visit

$CTDI_{vol}$

1.9 à 10.4 mGy

Moyenne: 4.9 mGy

*Sans modulation



Recommandations CECR

$CTDI_{vol}$

1.4 à 6.2 mGy

Moyenne: 3.5 mGy

*Avec modulation

* Optimisation de la longueur de scan

* Qualité d'image adaptée aux besoins diagnostics

27% réduction de dose

Réalisations internationales

- ✿ North American Consensus Guidelines for Administered Radiopharmaceutical Activities in Children and Adolescents, publiées par SNMMI
- ✿ Image Gently pour la radioprotection en pédiatrie
- ✿ Image Wisely, pour la radioprotection des patients adultes

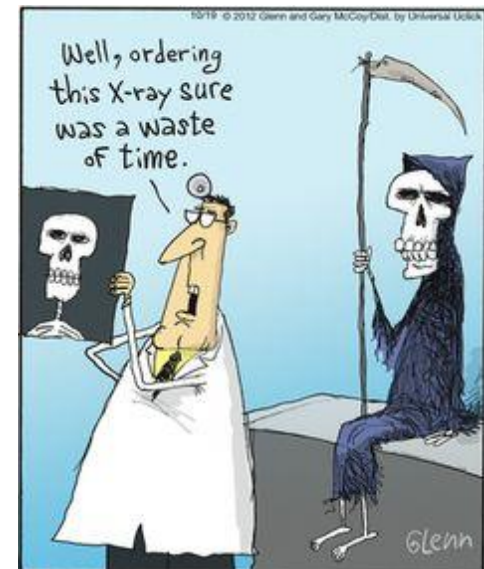
Le défi

Promouvoir une utilisation plus large de ces recommandations

Une réduction significative des doses au patient peut être réalisée par l'**OPTIMISATION**

Nous pouvons faire plus encore en appliquant le principe de

JUSTIFICATION



Les clés du succès :

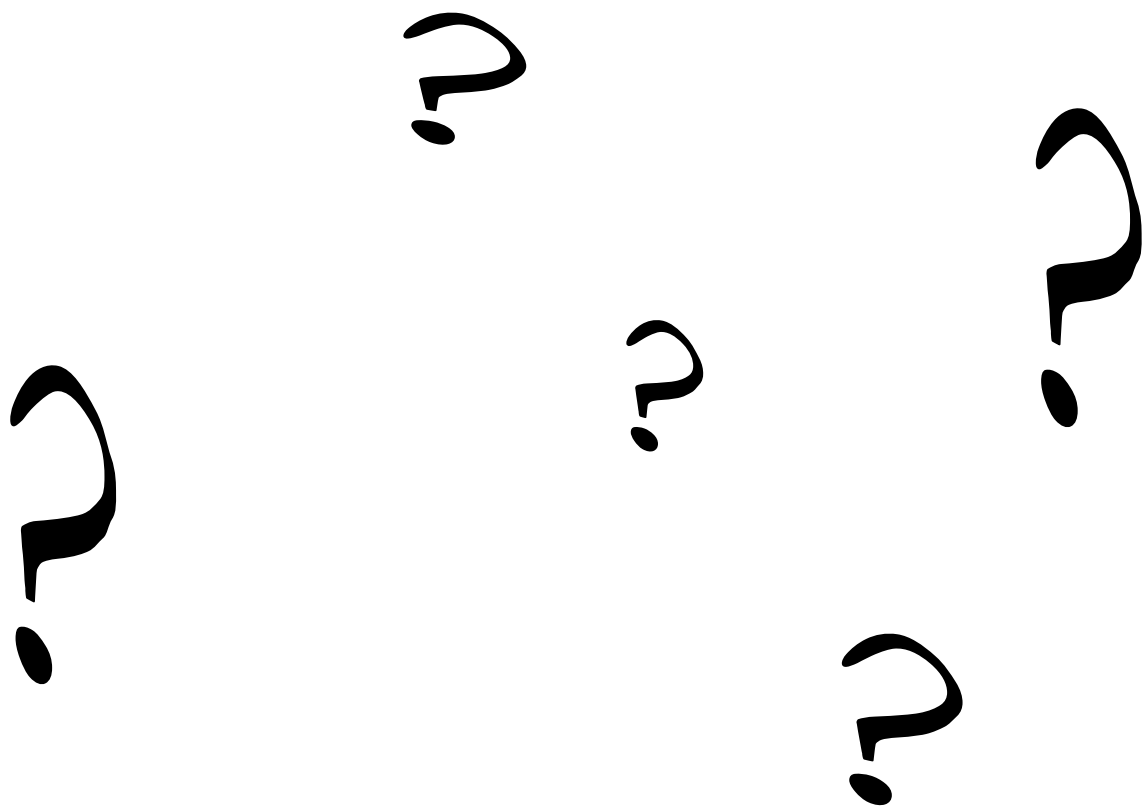
- Développer une **équipe multidisciplinaire** d'optimisation
 - Maintenir le programme de **contrôle de qualité**
 - Développer les **connaissances** en radioprotection
 - **Responsabiliser** toutes les parties prenantes
 - **Optimiser** les processus d'imagerie
- Implanter un programme d'**amélioration continue**

Travailler ensemble
dans un but commun,
pour créer un changement durable
dans un processus d'amélioration continue



Le CECR est là pour vous soutenir, n'hésitez pas

Questions




Pour nous rejoindre

 Par téléphone : 1 877 839-1217

 Par télécopieur : 819 822-6700

 Par courriel : cecr.chus@ssss.gouv.qc.ca

 Par courrier :
CECR
500, rue Murray, case postale 1
Sherbrooke (Québec) J1G 2K6

Page Internet : www.chus.qc.ca/cecr