



Qui est exposé et à quels niveaux en médecine nucléaire ?

M. Wissmeyer

Service de médecine nucléaire et d'imagerie moléculaire
Département d'imagerie et des sciences d'information médicale

HUG Hôpitaux
Universitaires
Genève

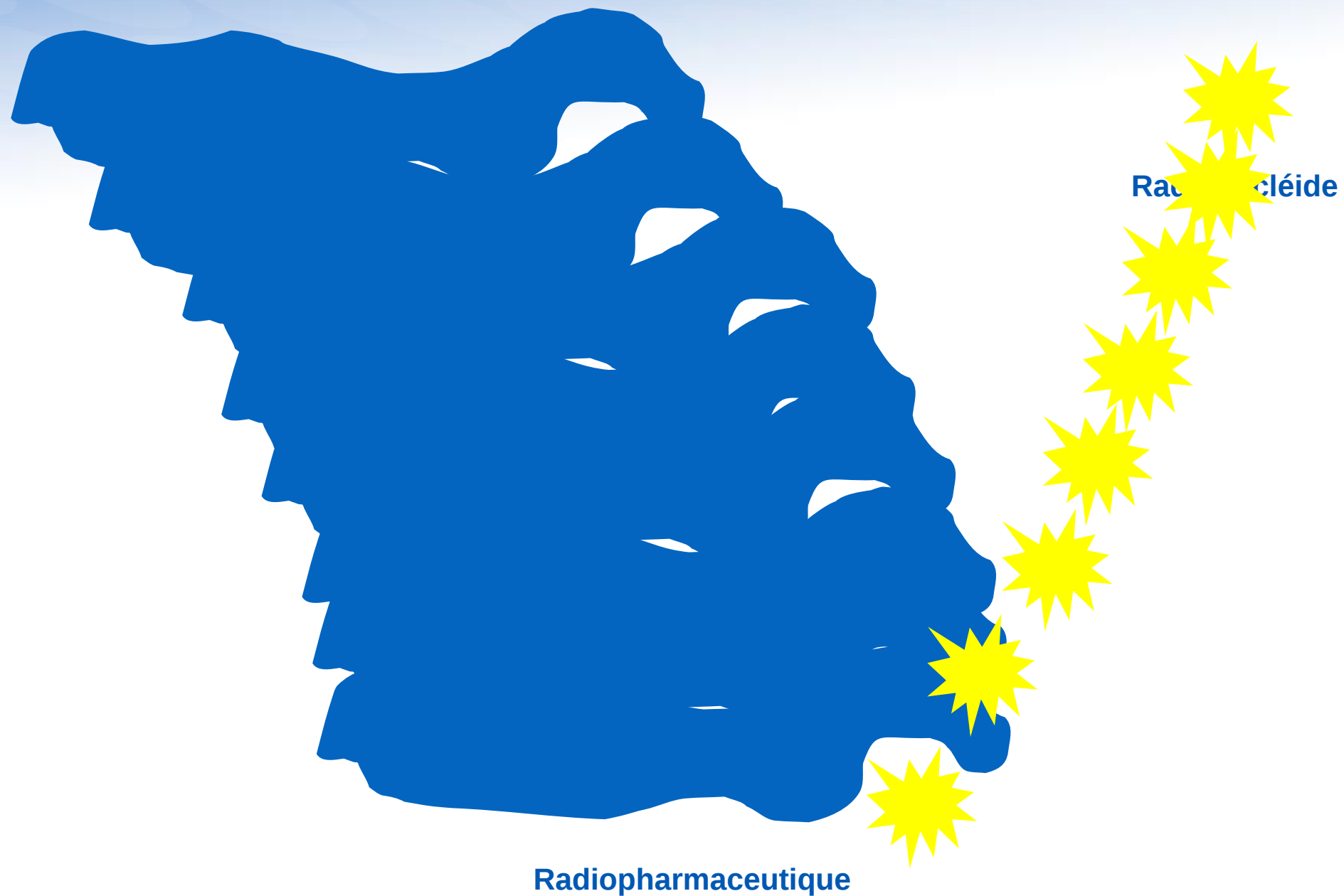


Plan

- Définitions et bases de la médecine nucléaire
- Exposition et mesures de radioprotection
- Futurs développements et conclusions



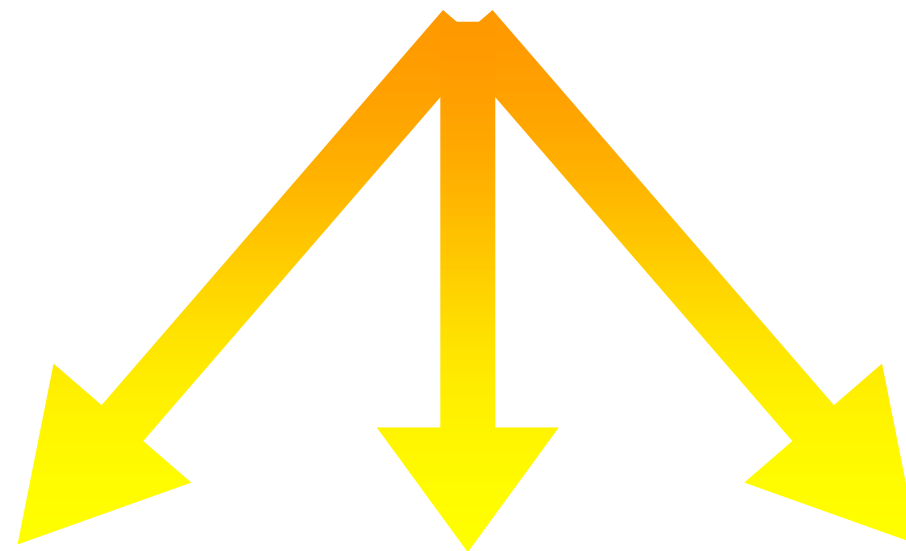
Le principe de base de la médecine nucléaire





Médecine nucléaire

Applications de radiopharmaceutiques chez l'être humain



Médecine nucléaire
« conventionnelle »

Tomographie par
Emission de
Positons (PET)

Thérapie



Types de rayonnement en MN

Rayonnement	Parcours	Utilisation
α	$< 100 \mu\text{m}$	Thérapie
β^-	$\sim 3\text{mm}$	Thérapie
β^+	3-6mm	Imagerie
γ	∞	Imagerie



Le radiopharmaceutique

- Radio-isotopes diagnostiques :
 - Emetteurs de photons : ^{99m}Tc , ^{123}I , ^{111}In ...
 - Emetteurs de positons : ^{18}F , ^{11}C , ^{13}N , ^{68}Ga ...
- Radio-isotopes thérapeutiques :
 - ^{131}I , ^{90}Y , ^{177}Lu , ^{186}Re , ^{169}Er , ^{223}Ra ...
- Pharmaceutique :
 - Cible spécifiquement le métabolisme cellulaire ou des récepteurs
 - Capacité parfaite de fournir une imagerie fonctionnelle / moléculaire
 - Exemples:
 - Bisphosphonates: métabolisme osseux
 - Glucose: métabolisme tumoral, cérébral, cardiaque
 - Peptides: Récepteurs de la somatostatine



Nucléides fréquemment utilisés en MN

Nucléide	Type	Energie	Période physique
^{99m}Tc	γ	141	6h
^{123}I	γ	159	13h
^{125}I	γ	35	60d
^{131}I	$\gamma + \beta^-$	364, 607	8,1d
^{201}Tl	γ	80, 135, 167	73h
^{111}In	γ	173, 247	2,8d
^{18}F	β^+	511	110min

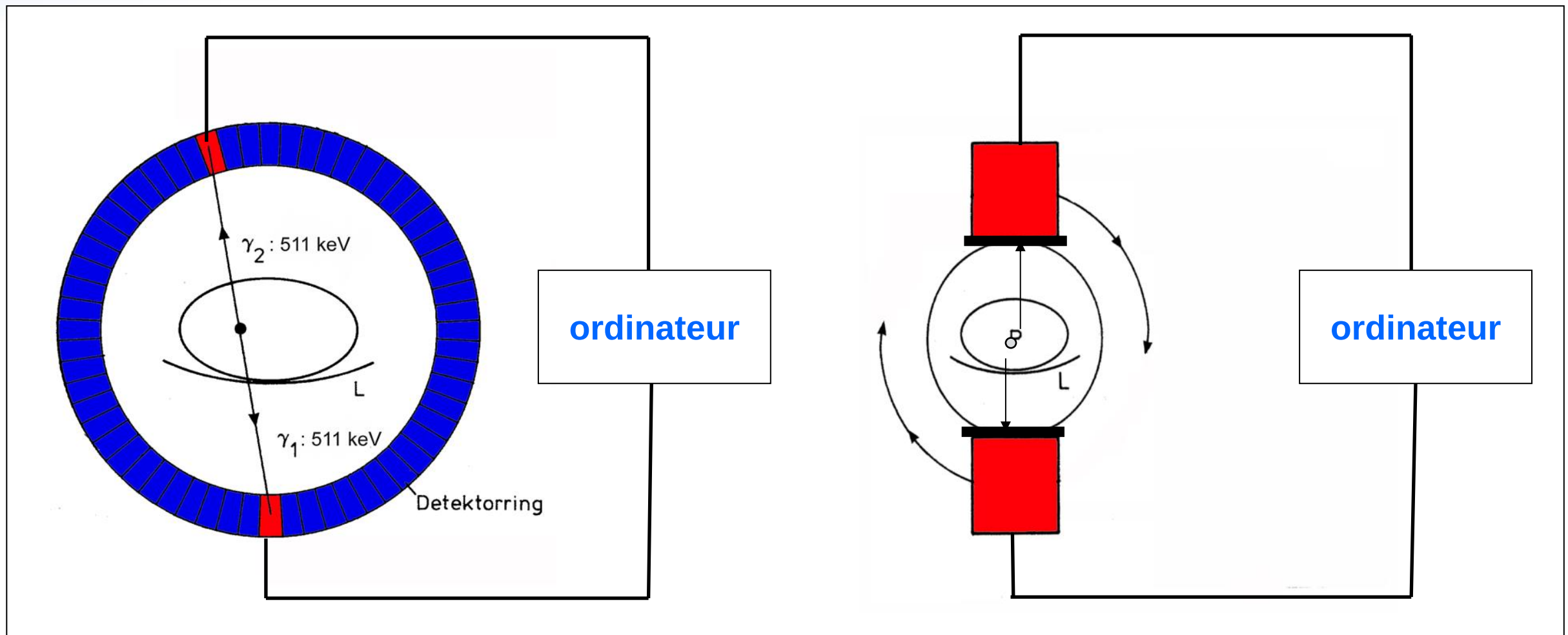


Exposition à l'irradiation (patient)

- Doses effectives:
 - Radiopharmaceutiques- ^{99m}Tc : 0.2-8.8 mSv
 - ^{201}Tl : 14 mSv
 - ^{18}F -FDG-PET : 4.8 mSv
 - Exposition naturelle: 3-4 mSv/an
 - Dose létale (LD 50) : ca. 4000 mSv

Imagerie en coupes: PET/CT vs SPECT/CT

Systeme PET





Plan

- Définitions et bases de la médecine nucléaire
- Exposition et mesures de radioprotection
- Futurs développements et conclusions



Qui est exposé à quel niveau ?

- Production des radiopharmaceutiques :
 - Personnel des réacteurs
 - Personnel du cyclotron
 - Personnel du laboratoire en médecine nucléaire
- Transport des radiopharmaceutiques :
 - Personnel concerné par le transport
 - Personnel concerné à la réception
 - Personnel concerné par la gestion des déchets



Qui est exposé à quel niveau ?

- Administration des radiopharmaceutiques:
 - Médecins
 - TRM
 - Personnel du laboratoire en médecine nucléaire
- Patient



Mesures de base de radioprotection

- Limiter le temps d'exposition
- Augmenter la distance par rapport à la source
- Utiliser des outils de radioprotection (tabliers etc.)

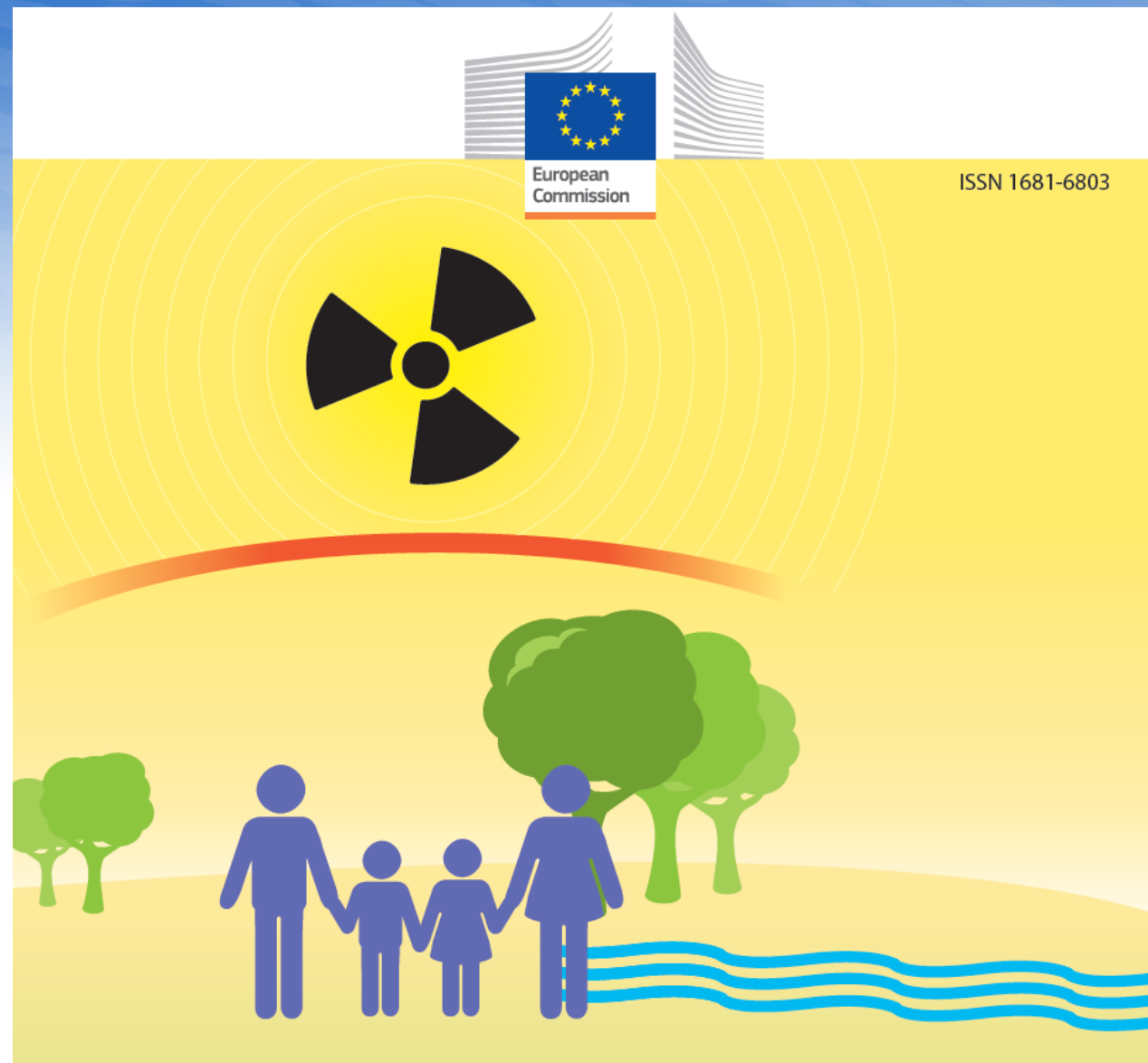


Examen indiqué ?

- Evidence scientifique
- Examen moins irradiant disponible ?
- Directives nationales / internationales ?



Examen indiqué ?



Radiation Protection

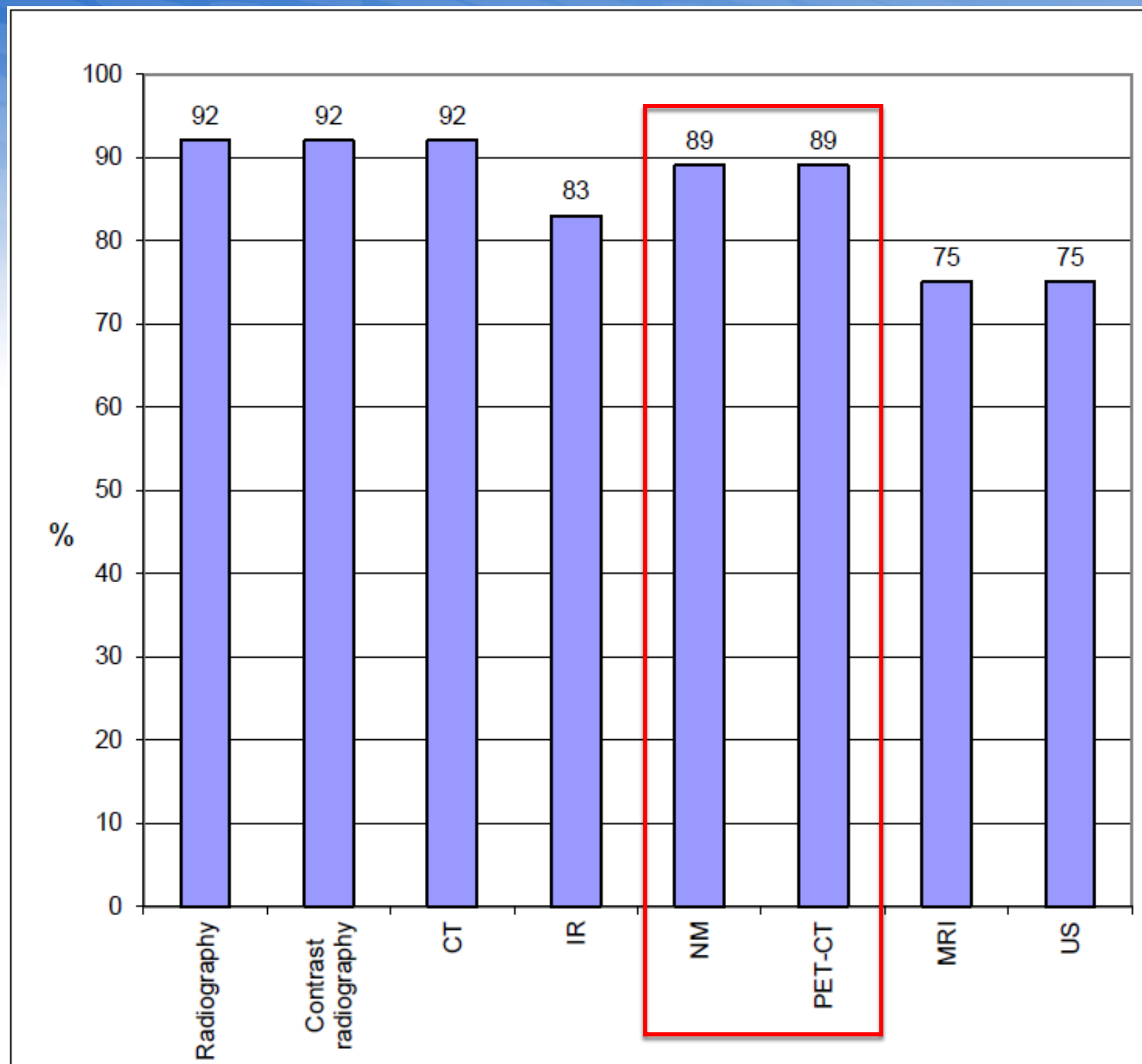
N° 178

*Referral Guidelines for Medical Imaging
Availability and Use in the European Union*

Rapport UE sur directives en imagerie (2014)



Directives disponibles



Rapport UE sur directives en imagerie (2014)



Exemple : Directive jointe de la SFR et la SFNMB

GUIDE DU BON USAGE x

gbu.radiologie.fr

SFR
sfr.radiologie.fr

Accueil Présentation Utiliser le Guide

Hémopathies Lymphomes Lymphome - b) évaluation de la réponse thérapeutique

Situations Cliniques

Hémopathies Lymphomes

Fièvre d'origine inconnue
Lymphome - a) diagnostic, bilan d'extension
Lymphome - b) évaluation de la réponse thérapeutique
Lymphome - c) surveillance
Myélome/Plasmocytome - a) diagnostic
Myélome/Plasmocytome - b) bilan d'extension
Myélome/Plasmocytome - c) suivi thérapeutique

Lymphome - b) évaluation de la réponse thérapeutique (6 examens)

Date de validation médicale : 01 01 2013

Scanner thoracoabdominopelvien (Indiqué)

Recommandation: Indiqué

Grade: ☒ A ☐ B ☐ C ☐ AE

Dose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☒ IV

TEP (Indiqué)

Recommandation: Indiqué

Grade: ☒ A ☐ B ☐ C ☐ AE

Dose: ☐ 0 ☐ I ☐ II ☐ III ☒ IV

La TEP/TDM au FDG est indiquée en fin de traitement. L'évaluation précoce de la réponse a une forte valeur pronostique mais doit être réalisée dans le cadre d'essais cliniques.

Scanner cervical (Non indiqué initialement)

Echographie (Non indiqué)

IRM (Indiqué seulement dans des cas particuliers)

Biopsie guidée par l'imagerie (Non indiqué initialement)

GRADE DES RECOMMANDATIONS

Le grade de la recommandation est indiqué par la lettre A, B, C ou AE. Ce classement s'appuie sur l'analyse des publications internationales selon une gradation scientifique*.

GRADE A : PREUVE SCIENTIFIQUE ÉTABLIE

Fondée sur des études de fort niveau de preuve (niveau de preuve 1) : essais comparatifs randomisés de forte puissance et sans biais majeur ou méta-analyse d'essais comparatifs randomisés, analyse de décision basée sur des études bien menées.

GRADE B : PRÉSUMPTION SCIENTIFIQUE

Fondée sur une présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve (niveau de preuve 2), comme des essais comparatifs randomisés de faible puissance, des études comparatives non randomisées bien menées, des études de cohorte.

GRADE C : FAIBLE NIVEAU DE PREUVE

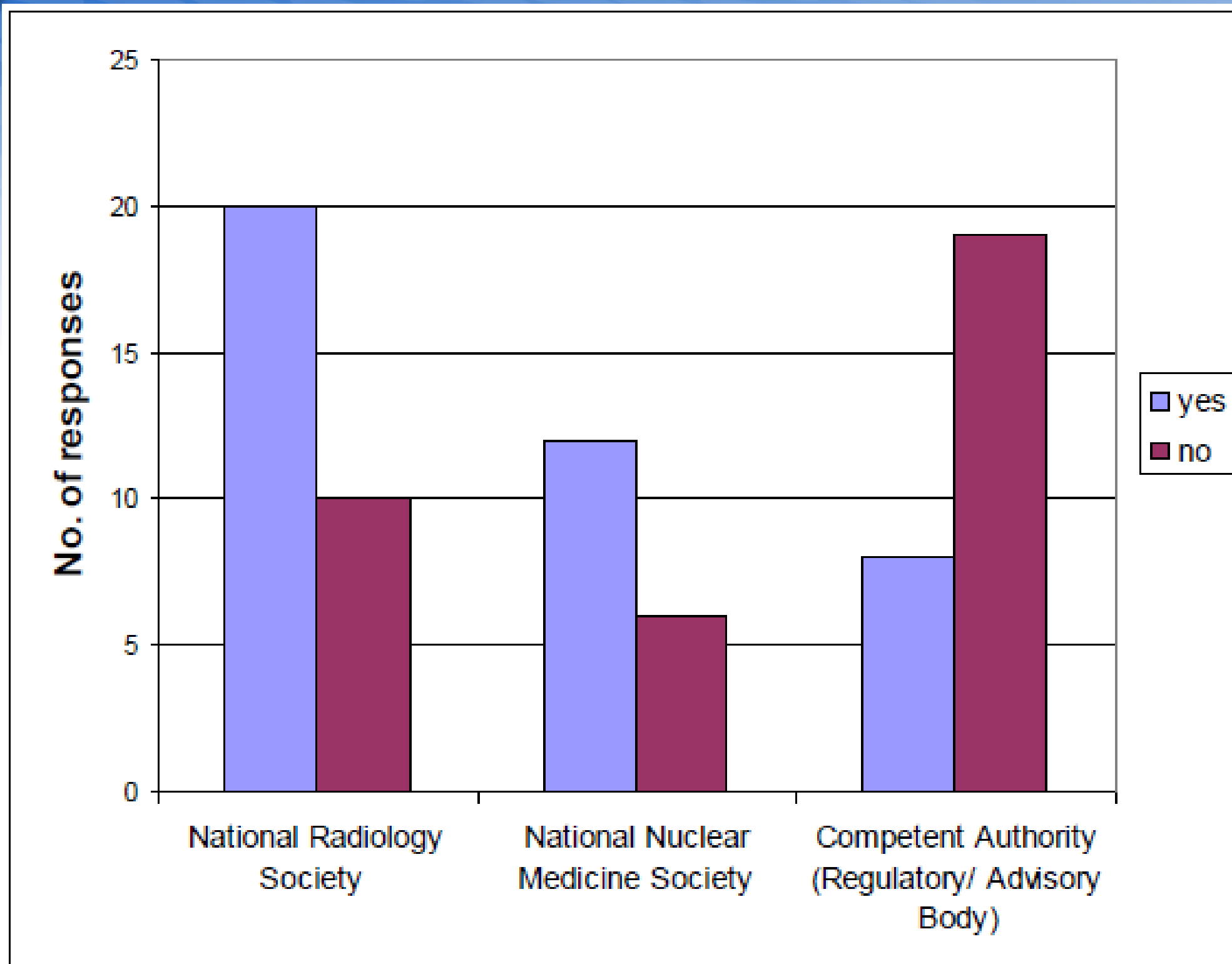
Fondée sur des études de moindre niveau de preuve, comme des études cas-témoins (niveau de preuve 3), des études rétrospectives, des séries de cas, des études comparatives comportant des biais importants (niveau de preuve 4).

AE : ACCORD D'EXPERTS

Fermer

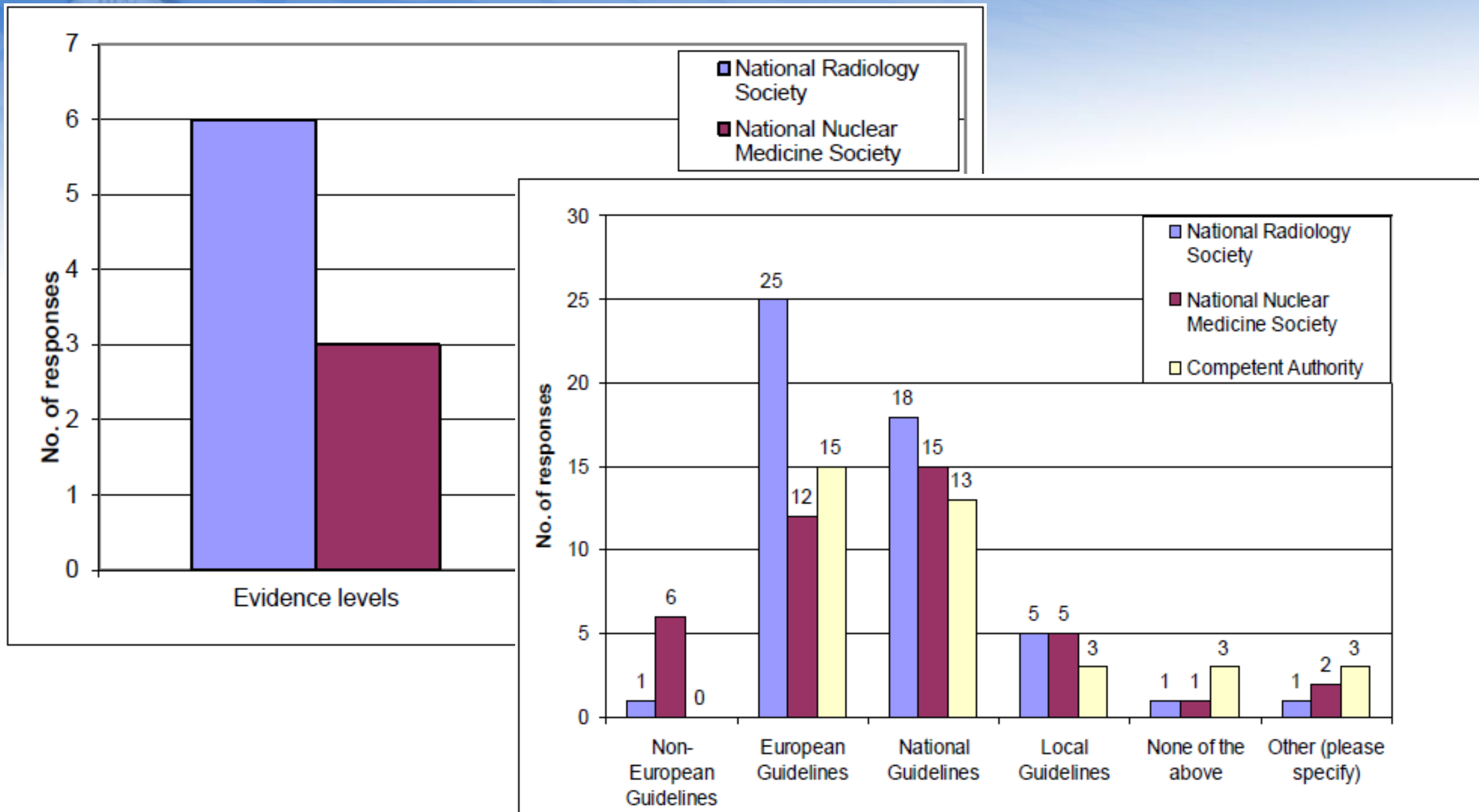
www.gbu.radiologie.fr

Directives connues ?



Rapport UE sur directives en imagerie (2014)

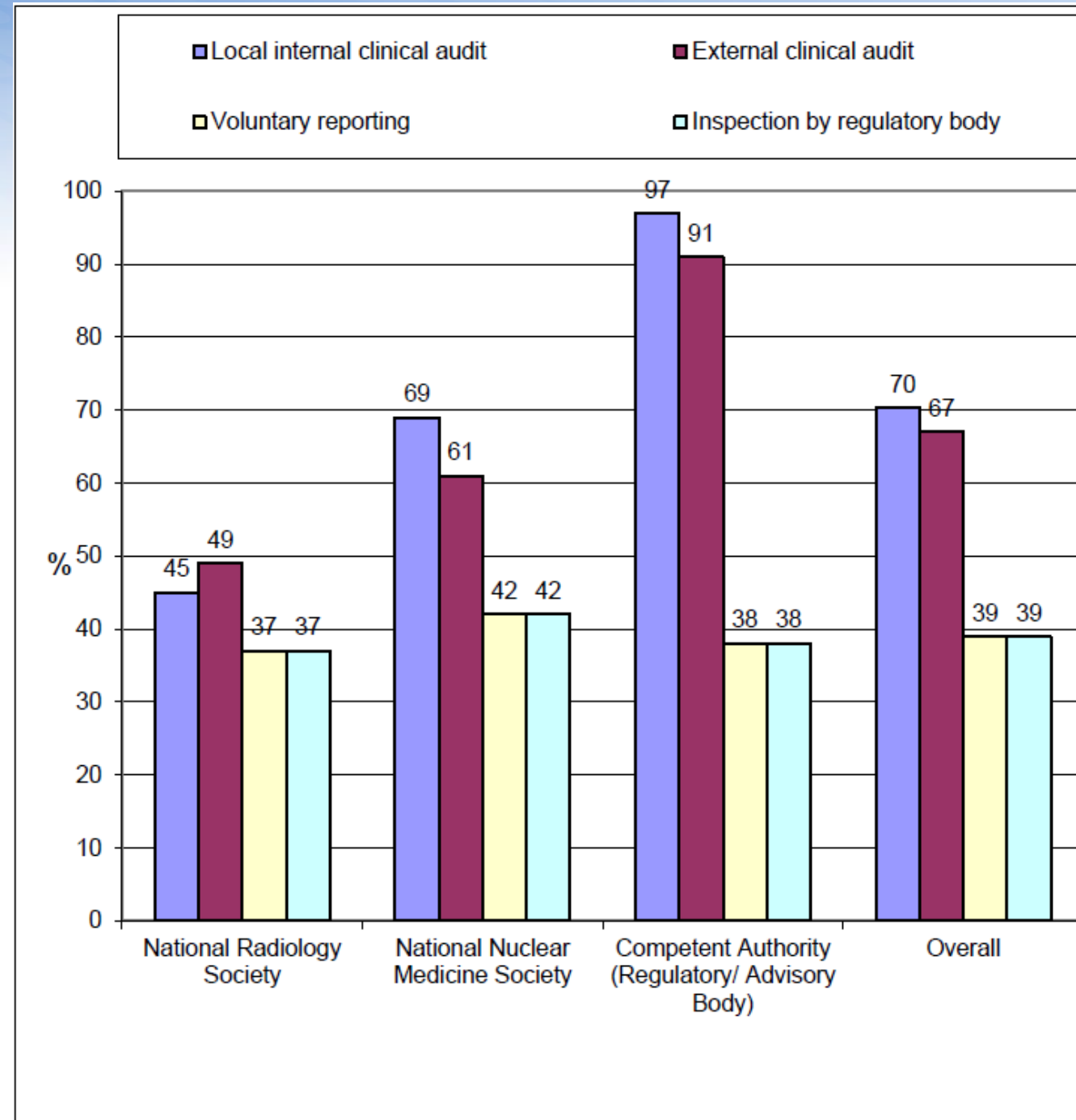
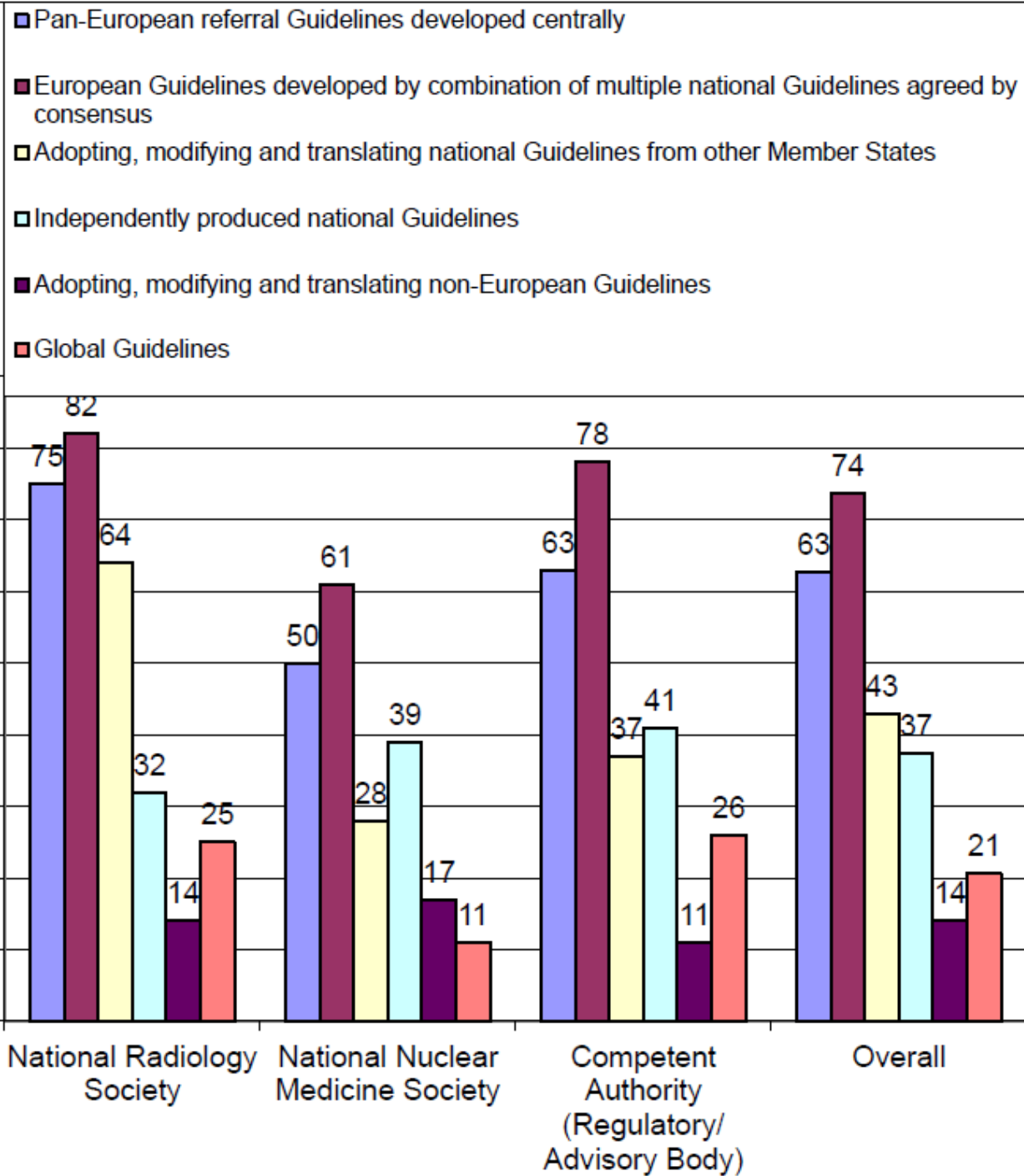
Préférences : Qualité et origine des directives



Rapport UE sur directives en imagerie (2014)



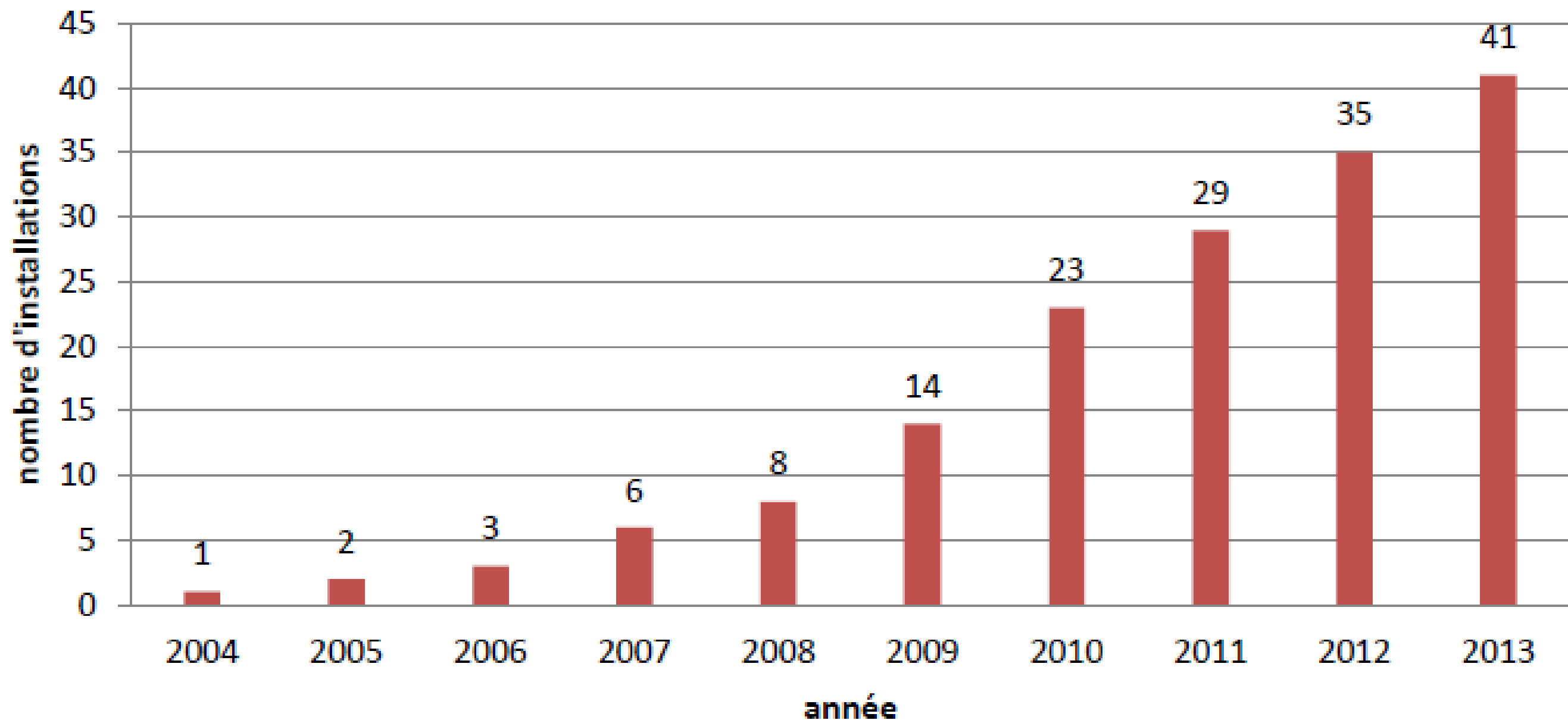
Développement futur et audits cliniques



Rapport UE sur directives en imagerie (2014)



Médecine nucléaire conventionnelle : SPECT / CT



Audit OFSP 2014



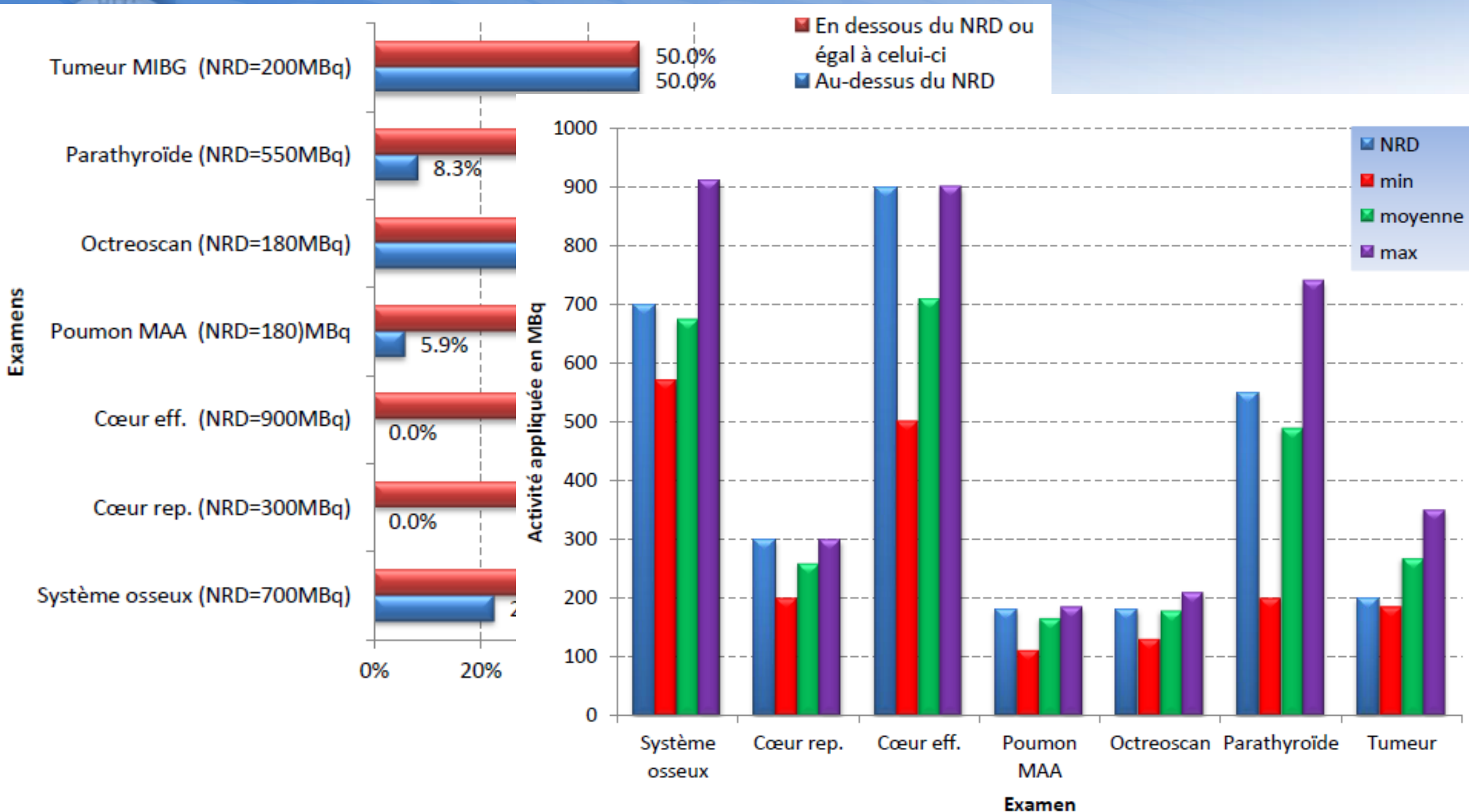
Médecine nucléaire conventionnelle : SPECT / CT

Notice L-08-01

Niveaux de référence diagnostiques (NRD) fixés pour les examens de médecine nucléaire

Examen	Nucléide	Produit radiopharmaceutique		NRD (activité)		Lowdose CT NRD (75 ^e percentile)		Dose effective E ₅₀ due au produit radiopharmaceutique
				pour 70 kg [MBq]	par poids [MBq/kg]	CTDI _{vol} [mGy]	DLP [mGy·cm]	[mSv]
Système osseux	Tc-99m	DPD (Teceos), MDP (Lenoscint), HDP		700	10,0			4,0
Thyroïde	I-123	Iodure		10				2,2 ⁽³⁾
	I-131	Iodure		3				72,0 ⁽³⁾
	Tc-99m	Pertechnétate		75				0,98
	Tc-99m	MIBI (Cardiolite)		170				1,5
Parathyroïde	I-123	Iodure		20				4,4
	Tc-99m	MIBI (Cardiolite)		550				5,0
Perfusion pulmonaire	Tc-99m	MAA		180		4	130	2,0
Ventilation pulmonaire	Xe-133	Gaz		400				0,072
	Tc-99m	Aérosol (DTPA) ⁽¹⁾		1000				0,31 ⁽⁴⁾
	Tc-99m	Technegas ⁽²⁾		500				0,38 ⁽⁴⁾
Myocarde	Tl-201	Chlorure		100	1,4			14,0
	Tc-99m	MIBI (Cardiolite)	Protocole en 1 jour	300		4	60	2,5
				900				7,6
			Protocole sur 2 jour	600				5,1
				600			5,1	
	Tc-99m	Tétrofosmine (Myoview)	Protocole en 1 jour	300		4	60	2,2
				900				6,7
Protocole sur 2 jour			600	4,5				
			600			4,5		

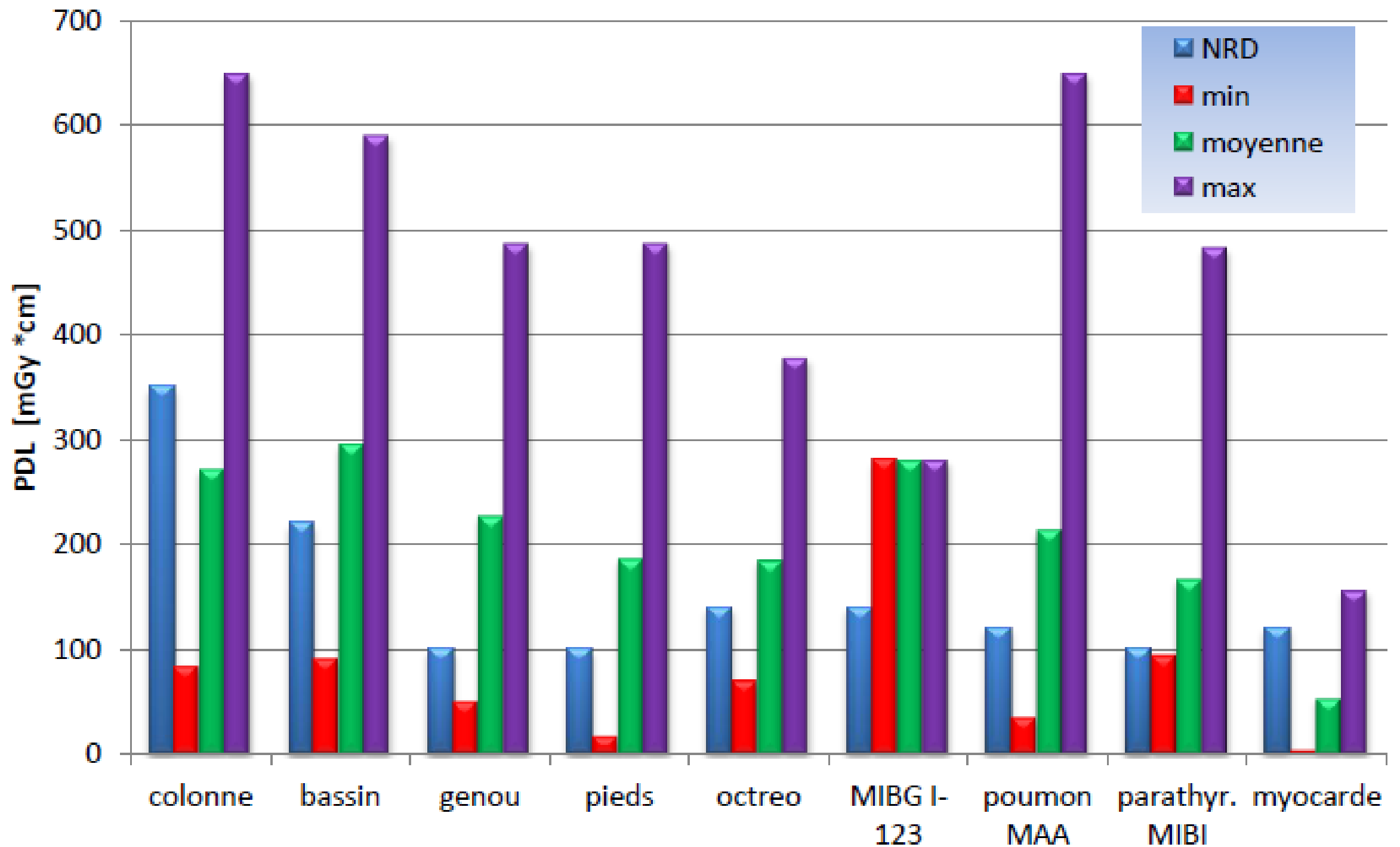
Médecine nucléaire conventionnelle : activité / type d'examen



Audit OFSP 2014



Médecine nucléaire conventionnelle : PDL (CT) / type d'examen



Audit OFSP 2014

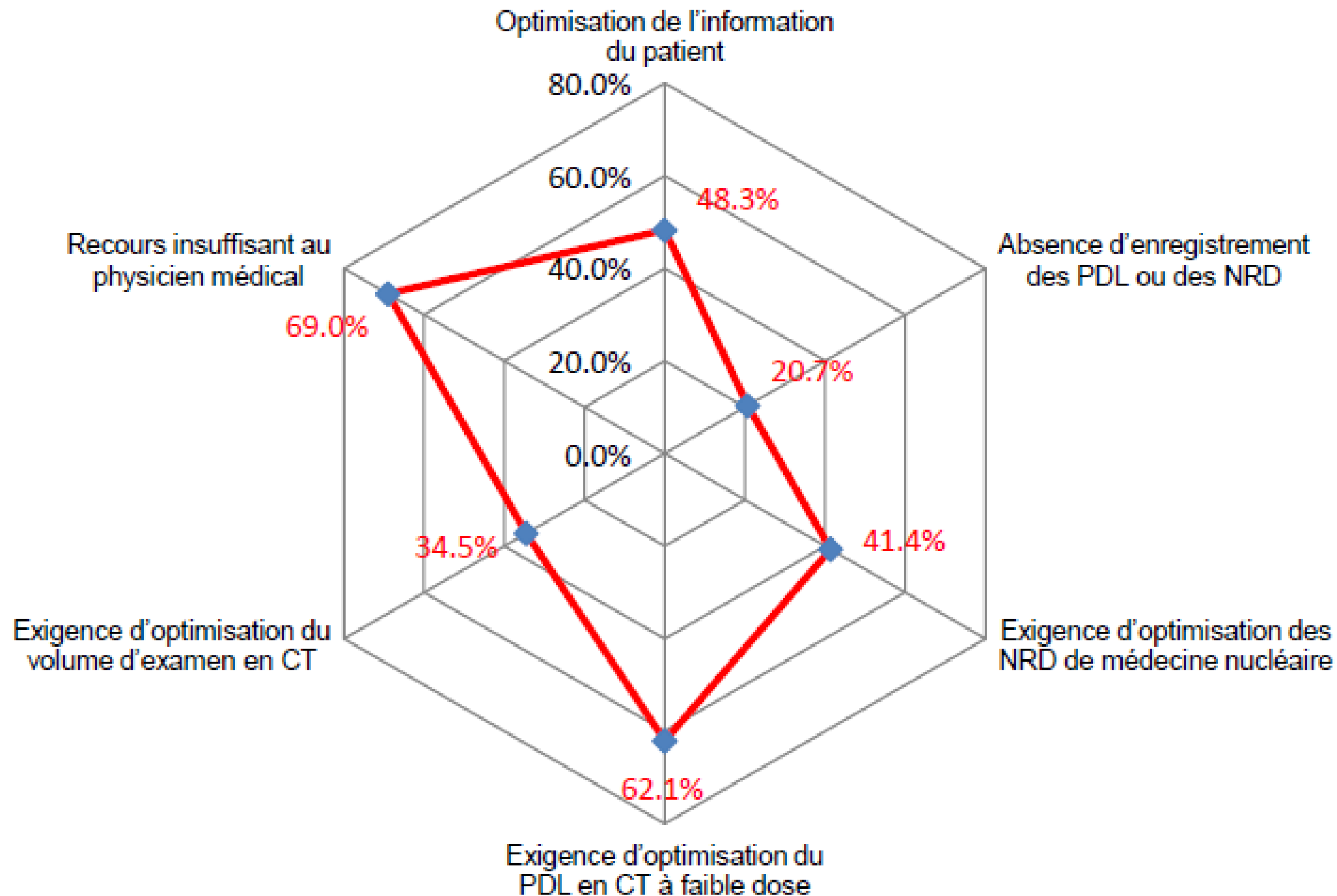


Médecine nucléaire conventionnelle : SPECT / CT

Fournisseur	Type de l'appareil	CT	
		Spécification	Paramètres maximaux d'exploitation
GE	Infinia Hawkeye	CT à faible dose, 4 barrettes	140kV, 2,5mA
	Discovery NM/CT 670		150kV, 415mA
Philips	Bright View XCT	Détecteur plan: 30x40cm, champ de vision axiale : 14cm	120 kV, 80mA
	PRECEDENCE	CT de diagnostic, 16 barrettes	140kV, 500mA
Siemens	SYMBIA	CT de diagnostic, 2-16 barrettes	130kV, 345mA

Audit OFSP 2014

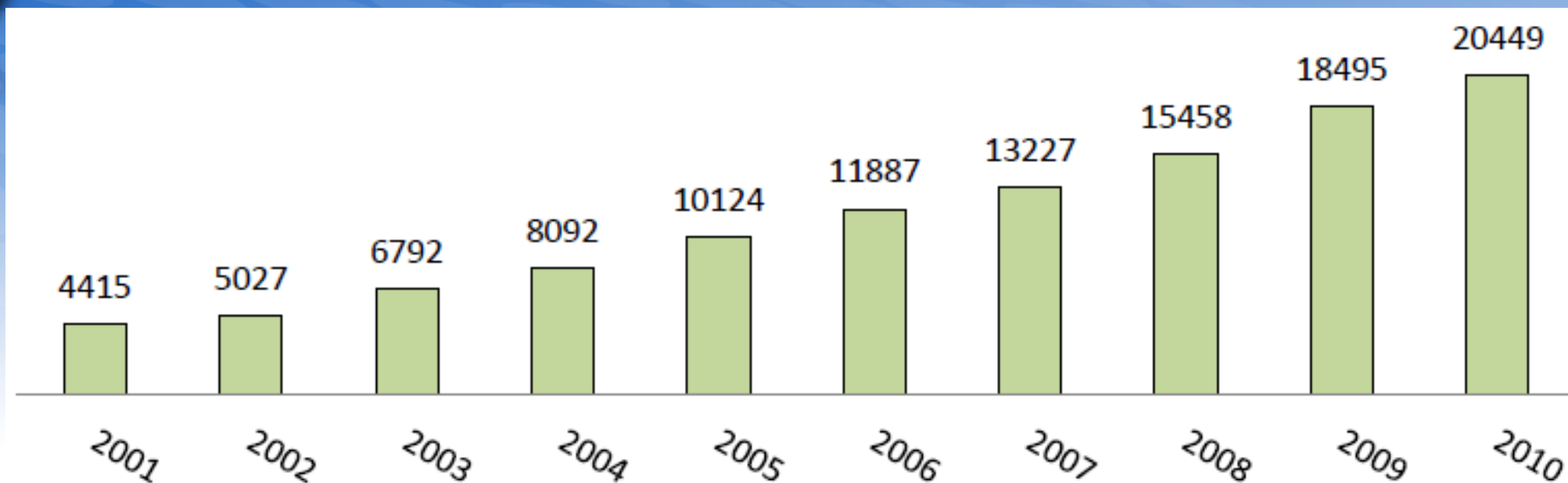
SPECT / CT : Conséquences de l'audit



Audit OFSP 2014

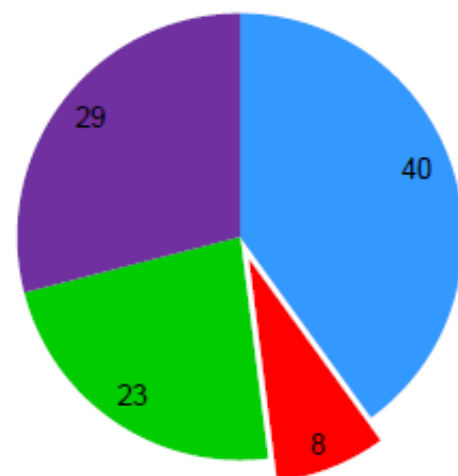


PET / CT : Evolution nombre d'examens

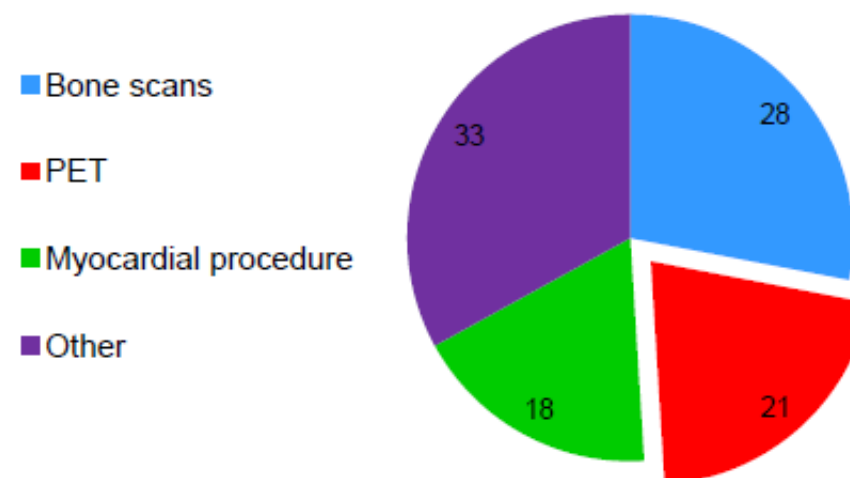


2015 : 33674 examens PET/CT

Examination frequency
2004



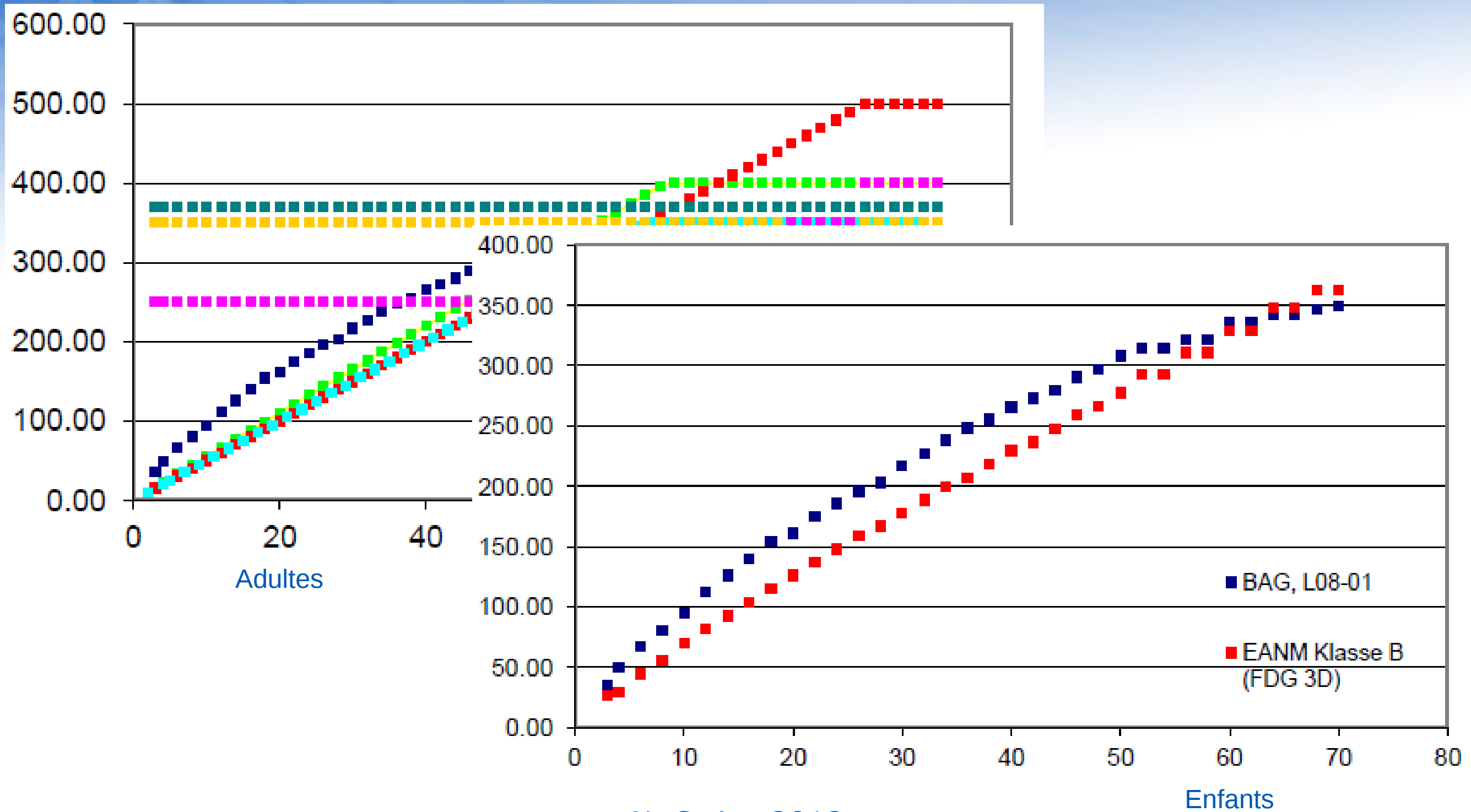
Examination frequency
2010



Audit OFSP 2011 / N. Stritt



PET / CT : activité / kg



N. Stritt, 2012



Thérapies

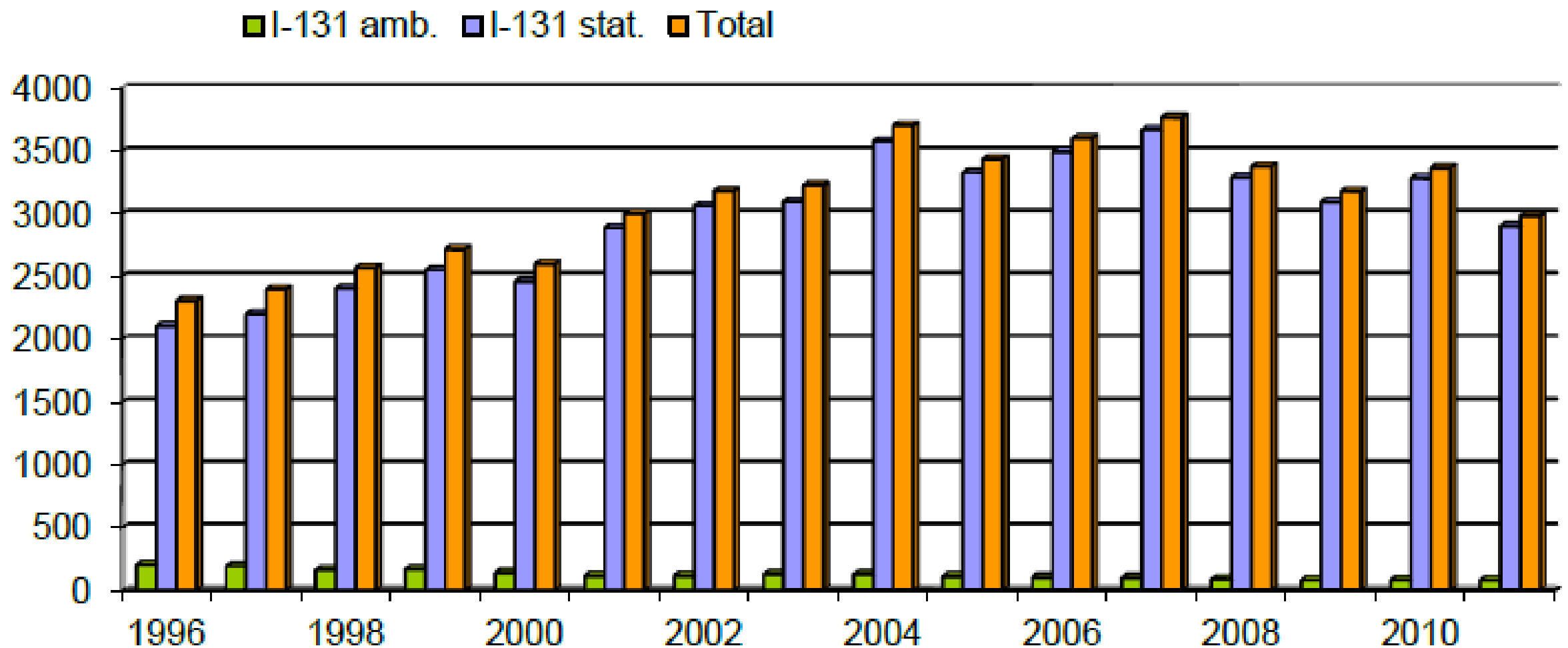
- Atteintes bénignes et malignes de la thyroïde
 - ^{131}I (période : 8.02d)
- Lymphomes
 - ^{90}Y -Zevalin (période : 64.1h)
- Tumeurs neuro-endocrines
 - ^{90}Y -/ ^{177}Lu -Peptides (période ^{177}Lu : 6.7d)
- Métastases osseuses douloureuses
 - ^{153}Sm (période : 1.9d)
 - ^{223}Ra (période : 11.4d)
- Inflammations articulaires:
 - ^{90}Y , ^{186}Re , ^{169}Er



Thérapies : Cave !

- Préparation (doses extrémités) :
 - Personnel
- Contamination :
 - Personnel
 - Patient
 - Locaux
- Environnement
 - Selles
 - Urines

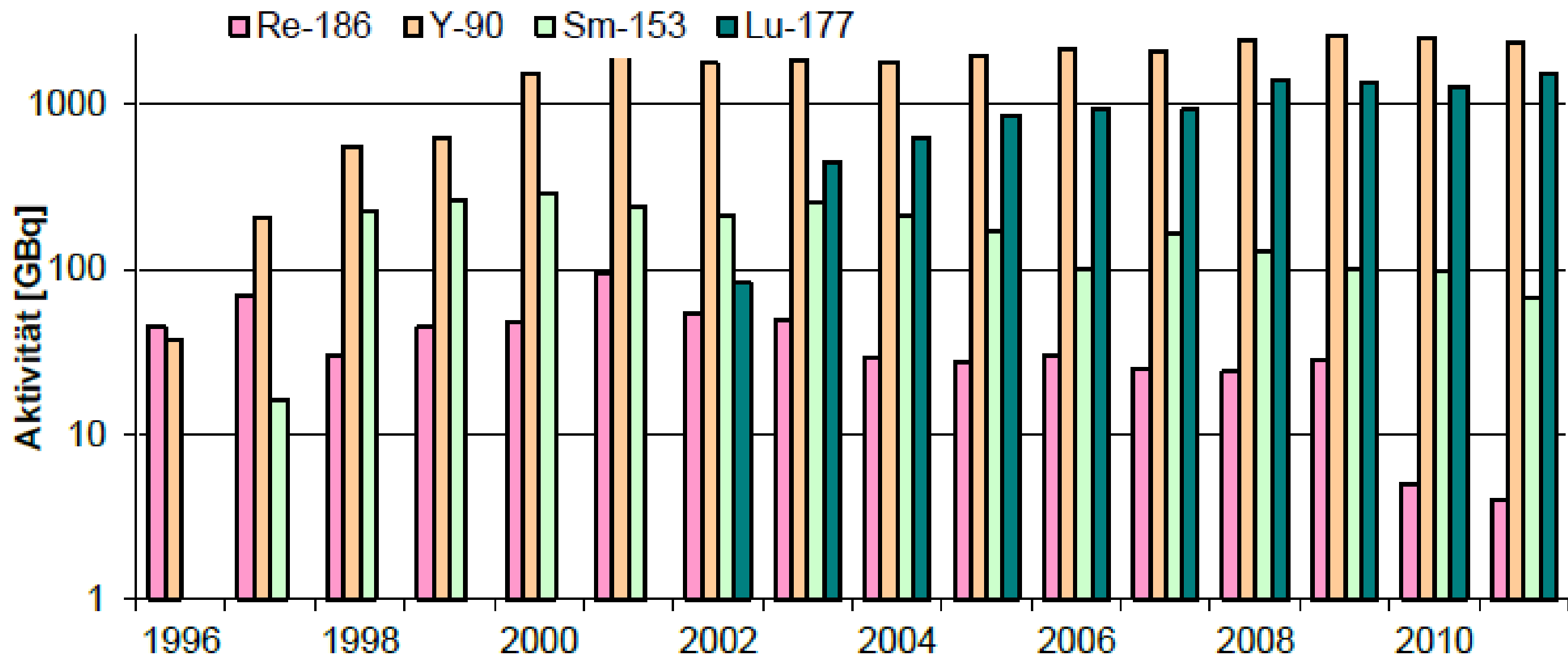
Thérapies : Thyroïde



- Activités d'iode-131 administrées lors de traitements d'atteintes bénignes et malignes de la thyroïde

Rapport OFSP 2011

Thérapies : Autres



- Activités administrées d'autres radionucléides à visée thérapeutique

Rapport OFSP 2011



Plan

- Définitions et bases de la médecine nucléaire
- Exposition et mesures de radioprotection
- Futurs développements et conclusions



Nouvelles technologies

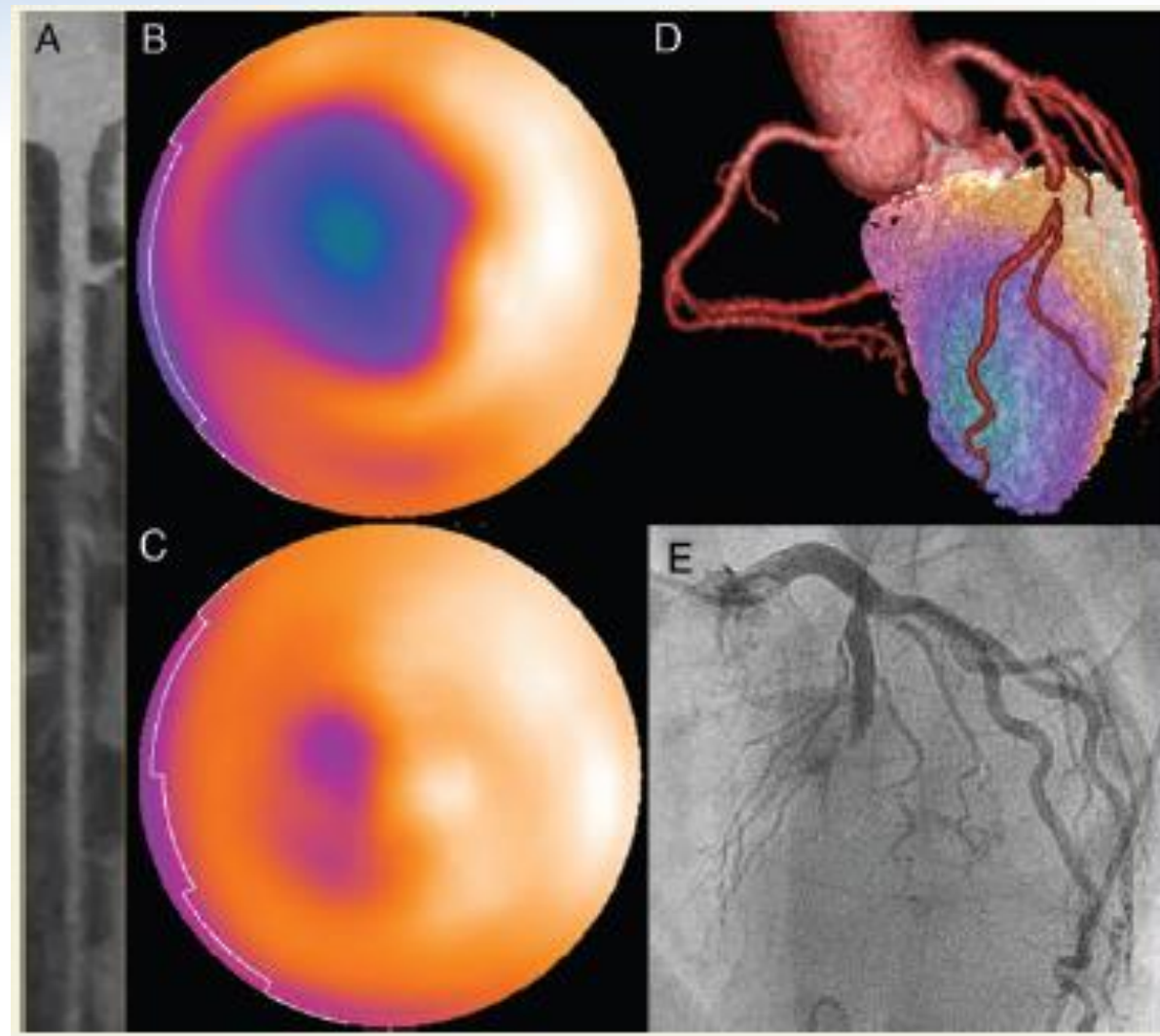
- Injecteurs automatiques
- Nouveaux matériaux PET
 - Détecteurs semi-conducteurs
- Protocoles CT faible dose
 - Sans PDC
 - Avec PDC
- PET/IRM

=> Sensible réduction des doses administrées au personnel et aux patients

Exemple : Scintigraphie myocardique

Ultra-low-dose hybrid single photon emission computed tomography and coronary computed tomography angiography: a comprehensive and non-invasive diagnostic workup of suspected coronary artery disease

Dominik C. Benz¹, Christian Templin², Philipp A. Kaufmann¹, and Ronny R. Buechel^{1*}



Cumulative effective radiation dose for cardiac hybrid imaging (CACS 0.66 mSv, CCTA 0.47 mSv, SPECT 2.8 mSv) resulted in 3.93 mSv and total amount of contrast agent used for CCTA was 30 mL.

Eur **Heart J.** 2015 Dec 14;36(47):3345



Autres développements

- Adaptation continue des NRD
- NRD pour les CT des SPECT/CT
- Audits cliniques
- Thérapies : Dosimétrie individuelle ?



Conclusions

- Respecter les mesures de base
- Respecter les GBU
- Respecter les NRD
- Progrès technologique



MERCI !