

Qualité image et Irradiation en Scanner:

**Quels
ingrédients
choisir**



Qualité Image et Irradiation: Un savant mélange !



- 1-2-4-6-8-10-16-32-40-64-128-256-320....Coupes
- 3 Tours à la seconde
- 50-60-72-80-100-120.....kVa



Ce n'est pas le nombre d'oeufs utilisés qui
donne sa saveur à une omelette.....



Contexte

European Council directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 is being applied in all countries

2007 – EURATOM

- Obligation de publication de la dose
- Publication des Niveaux De Référence (France)
- Contrôle qualité

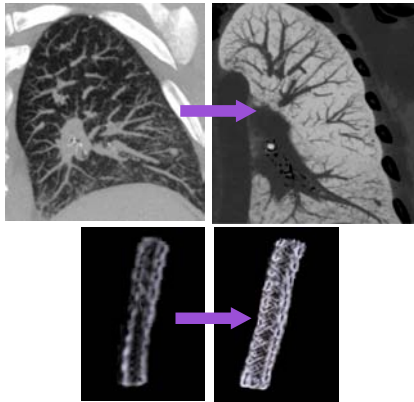
⇒ usage de la technique scanner
contesté pour la première fois !

Type d'examen	Nombre	% Nombre total	Dose efficace totale (mSv)	% dose totale
Radiologie conventionnelle	55 369 806	90,3%	14 617 426	36,2%
<i>Tête et cou</i>	2 001 663		133 494	
<i>Thorax</i>	4 908 289		245 414	
<i>Abdomen - pelvis</i>	2 201 224		2 659 442	
<i>Rachis</i>	6 909 901		7 206 932	
<i>Bassin</i>	3 777 111		2 234 733	
<i>Membres</i>	12 256 809		282 921	
<i>Sein</i>	4 888 082		1 740 834	
<i>Dentaire</i>	18 426 727		113 656	
Scanographie	4 223 266	6,9%	14 615 577	36,1%
<i>Tête</i>	1 548 894		2 811 409	
<i>Thorax</i>	512 556		2 819 060	
<i>Abdomen – pelvis</i>	768 917		4 427 482	
<i>Rachis</i>	1 103 193		4 412 773	
<i>Membres</i>	289 706		144 853	
Médecine Nucléaire	849 620	1,4%	3 402 402	8,4%
Radiologie Interventionnelle	892 385	1,5%	7 771 511	19,2%
<i>Vasculaire périphérique</i>	354 740		3 192 660	
<i>Vasculaire cardiaque</i>	352 553		3 172 977	
<i>Autres</i>	185 092		1 405 874	
Total	61 335 077		40 406 916	

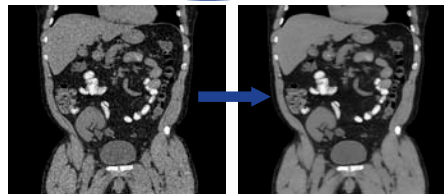
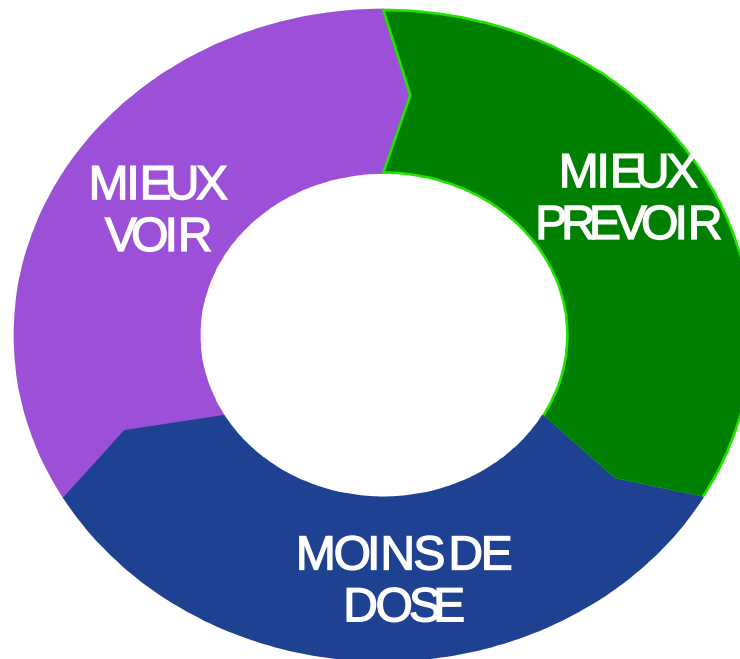
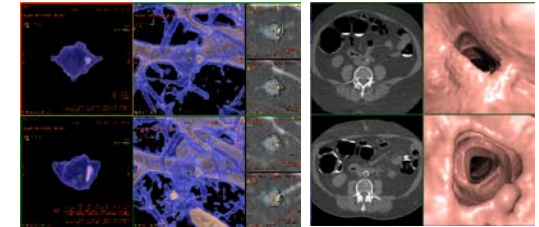


LES BESOINS SONT CLAIRS.....

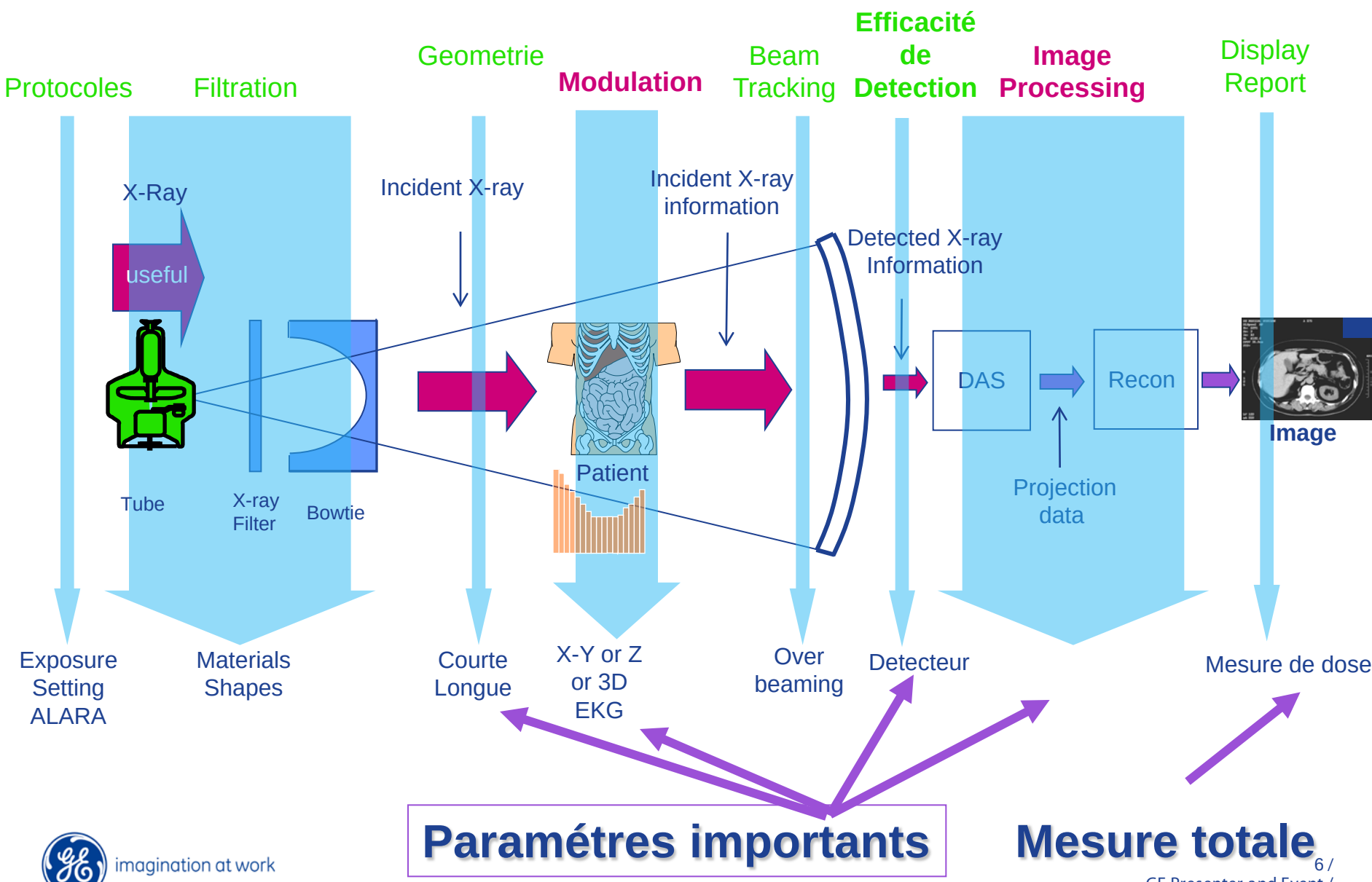
HAUTE DEFINITION



SUIVI TRANSVERSAL



La chaine image: Les composants qui affectent la dose



Qualité Image et Irradiation:

Eviter les rayons inutiles

Exemples de questions à se poser :

- Pourquoi un film quand une photo suffit ?
- Pourquoi une photo couleur quand une photo N/B suffit ?
- Pourquoi une mauvaise image si une bonne image est possible ?

Qualité Image et Irradiation:

Eviter les rayons inutiles

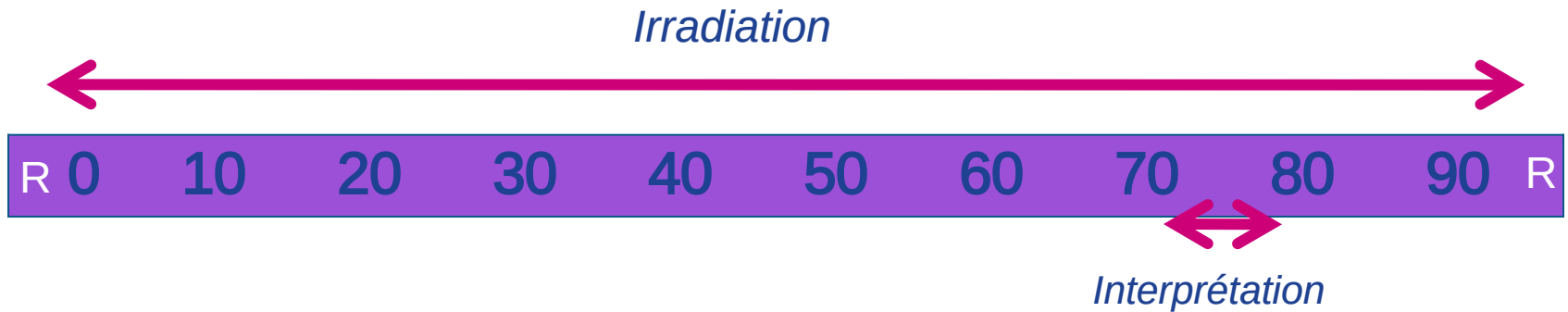
- Pourquoi un film quand une photo suffit ?



IRRADIATION : le bon Timing

IRRADIATION : le bon Timing

Examen Cardio : Tout ça pour ça ?

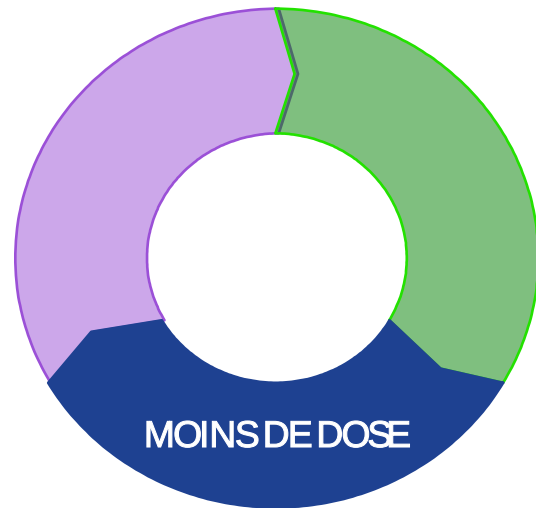


Snap Shot Pulse:

limiter l'irradiation aux phases utiles

SnapShot Pulse

Gating prospectif sur ECG, technique axiale de step & shoot



Step-and-shoot data acquisition and reconstruction for cardiac x-ray computed tomography

Jiang Hsieh,^{a)} John Londt, Melissa Vass, Jay Li, Xiangyang Tang, and Darin Okerlund
GE Healthcare Technologies, Waukesha, Wisconsin 53188

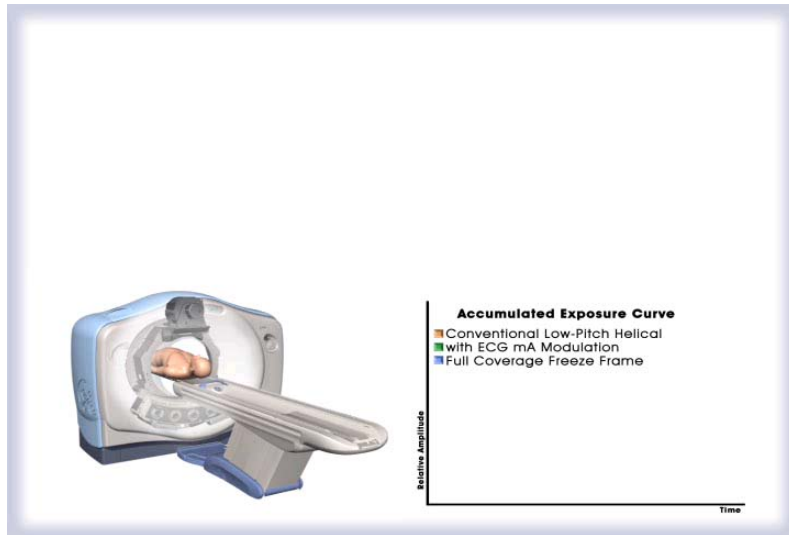
(Received 27 April 2006; revised 2 September 2006; accepted for publication 14 September 2006; published 19 October 2006)

Coronary artery imaging with x-ray computed tomography (CT) is one of the most recent advancements in CT clinical applications. Although existing “state-of-the-art” clinical protocols today utilize helical data acquisition, it suffers from the lack of ability to handle irregular heart rate and relatively high x-ray dose to patients. In this paper, we propose a step-and-shoot data acquisition protocol that significantly overcomes these shortcomings. The key to the proposed protocol is the large volume coverage (40 mm) enabled by the cone beam CT scanner, which allows the coverage of the entire heart in 3 to 4 steps. In addition, we propose a gated complementary reconstruction algorithm that overcomes the longitudinal truncation problem resulting from the cone beam geometry. Computer simulations, phantom experiments, and clinical studies were conducted to validate our approach. © 2006 American Association of Physicists in Medicine. [DOI: 10.1118/1.2361078]

XT:le cœur en 1 sec

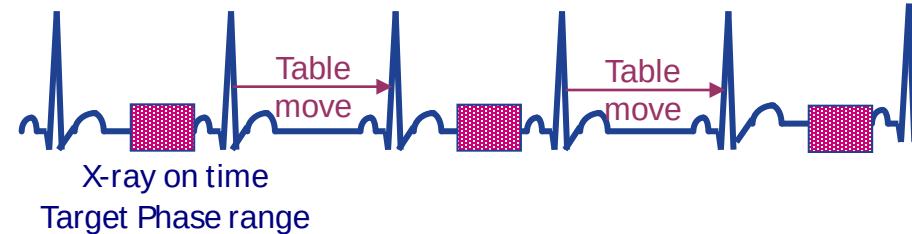
➔ plus de 70% de réduction de dose sans compromis sur la qualité image

SnapShot Pulse: comment ça marche?

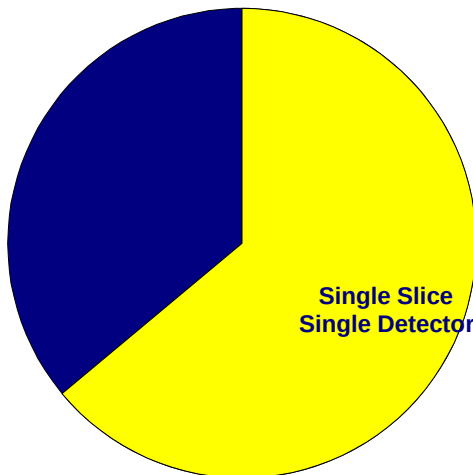
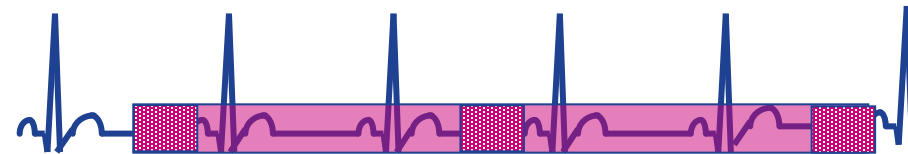


Prospective ECG gating Axial and Step & Shoot
Real-time heart rate monitoring and gating
Not a *single* phase; it is a phase *range*
Dose and exposure time are heart rate independent

Prospectively gated acquisition – SnapShot Pulse



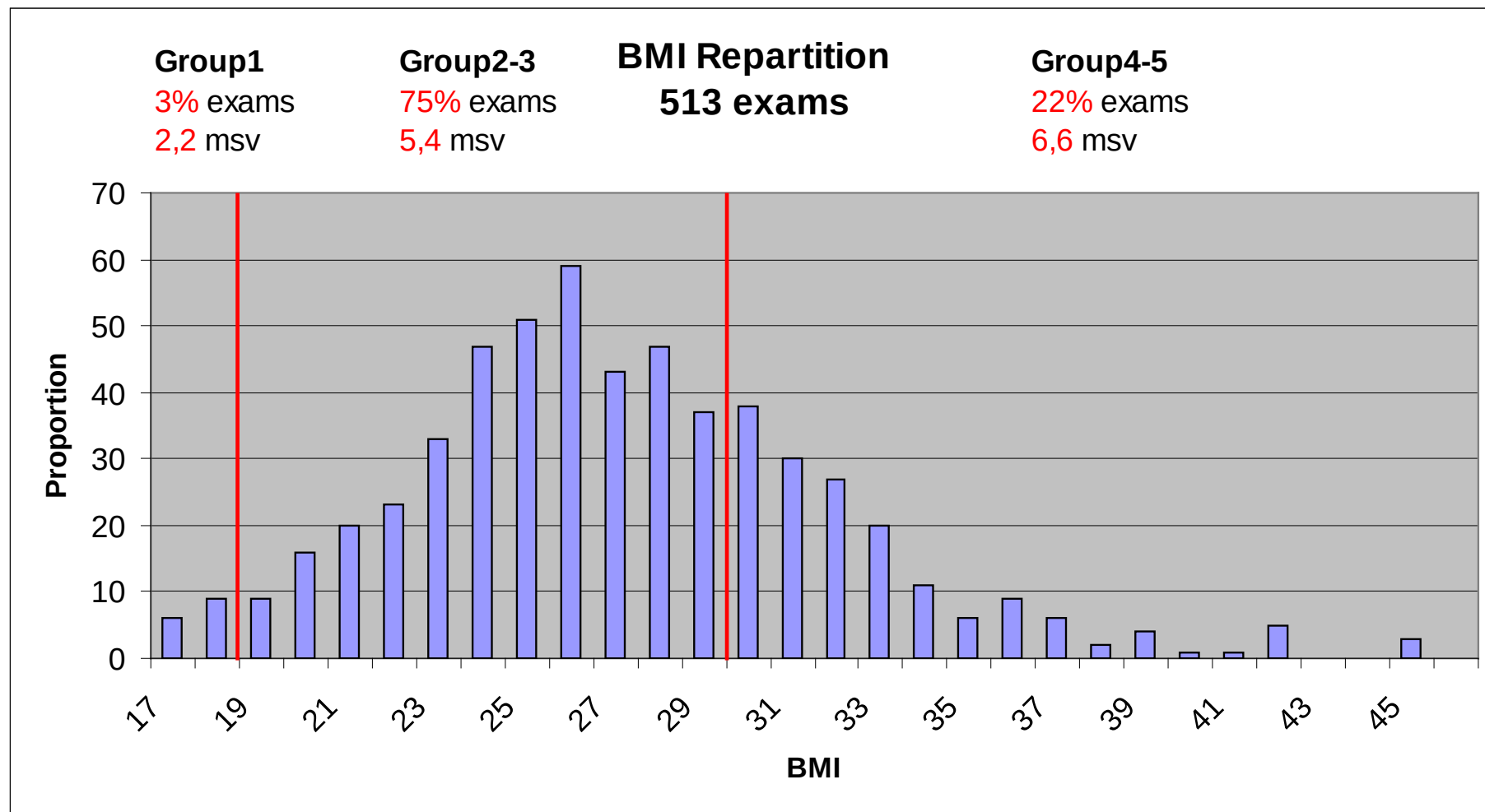
Retrospective gating helical acquisition



SnapShot Pulse Coronary CTA Dose vs BMI Distribution

CCN, France

Dose vs. BMI Distribution



SnapShot Pulse: Dose Comparison

Protocols with uncompromised Image Quality	Dose	Relative Exposure Time
Cardiac Helical	20-25 mSv*	100%
Cardiac Helical with ECG modulation	6-20 mSv*	50 - 81%
Cardiac SnapShot Pulse - prospective ECG gating	2-6 mSv*	<u>25 - 30%</u>
Diagnostic Cath	1-10 mSv	

Dose References		Dose
Chest radiographs – 2 views		0.08 mSv ⁽⁵⁾
Mammogram		0.13 mSv ⁽⁵⁾
Natural Background (Annual)		3 mSv ^(1,4)
Nuclear	Tc-99m (rest only)	4 – 5 mSv ^(1,2)
	Tc-99m (rest+stress)	9 – 13 mSv ^(1,2)
	Tl-201 (rest+stress)	~34 mSv ^(1,2)
CT	VCT Coronary Angio w/ ECG mod	15-20 mSv
	VCT Calcium Scoring	~0.6 mSv

**SnapShot Pulse:
Average Dose
Comparable to that
of Diagnostic Cath**

Qualité Image et Irradiation:

Eviter les rayons inutiles

- Pourquoi une photo couleur quand une photo N/B suffit ?



IRRADIATION : le bon protocole

IRRADIATION : le bon protocole

Utiliser les logiciels d'optimisation

Diminuer la tension et la charge

100 kV voire 80 kV

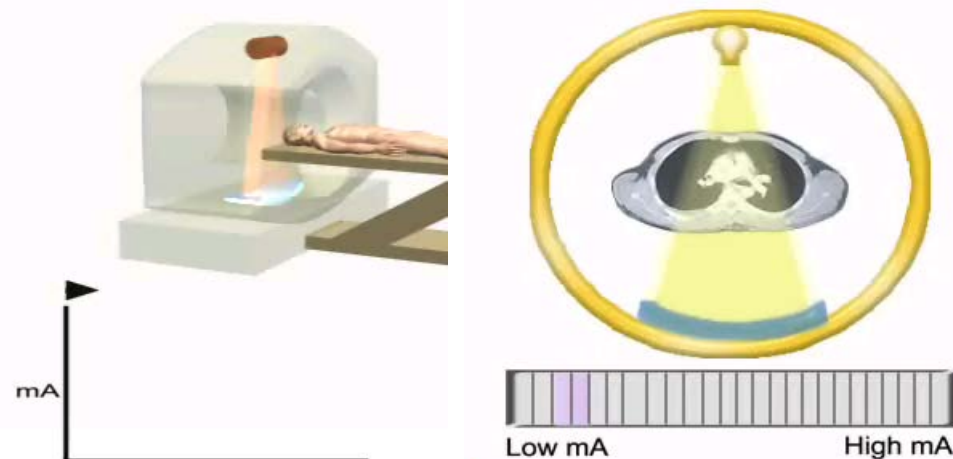
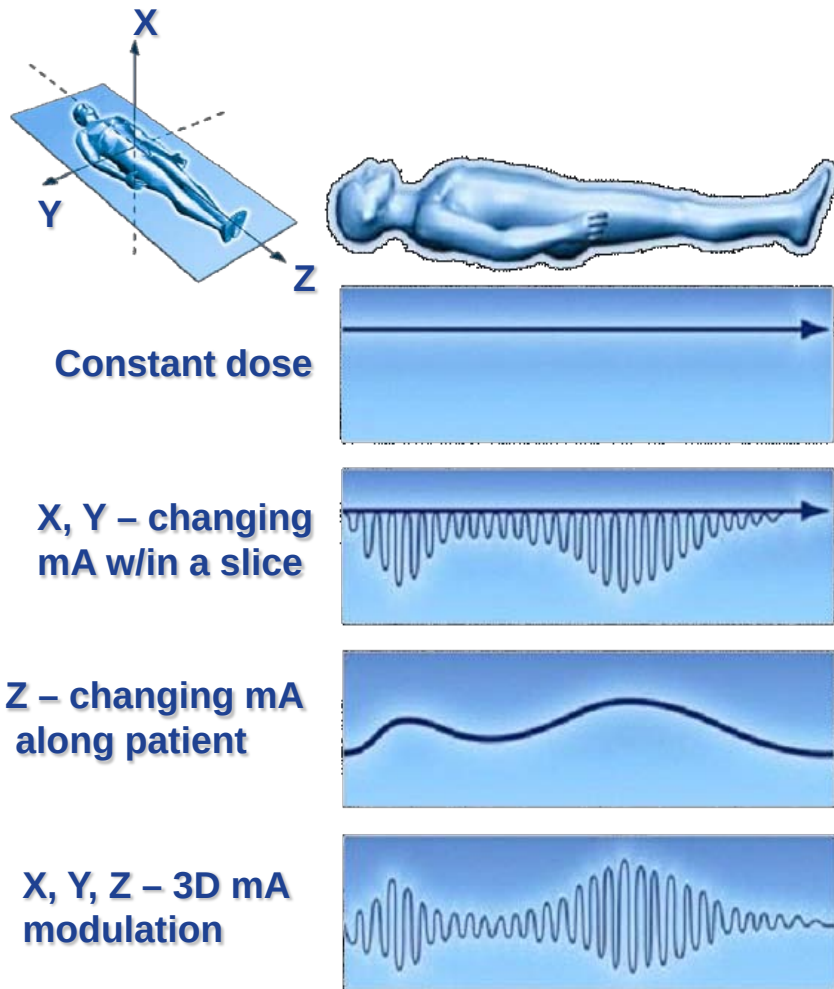
350 mA, 300 mA, 250 mA, ...

Fonction du BMI ?

Fonction du morphotype?



Modulation de la Dose en 3D



“Scout view “ basse dose a 10 mA

Variation Automatique des mA

pour chaque coupe
sur tout le patient

Modulation de la Dose en 3D

Affichage prospectif

Dose Information			
Images	CTDIvol mGy	DLP mGy · cm	Dose Efficiency %
1-73	5.03	198.60	97.40
SmartPrep	43.95	43.95	
Projected series DLP:		242.55	mGy · cm
Accumulated exam DLP:		1934.43	mGy · cm

mA Control

Auto
mA

Reference Noise Index
2.80

Reset

Dose Steps
+5.71

Noise Index
2.00

mA Range

Min 10

Max 560

Smart
mA

Manual
mA

180

Garder le contrôle
prospectivement,
de la
qualité image
et de la
dose délivrée

Qualité Image et Irradiation:

Eviter les rayons inutiles

- Pourquoi une mauvaise image si une bonne image est possible ?



IRRADIATION : le bon « dosage »

Qu'est ce qu'ASiR?

$$f(x, y, z) = \int_{\beta_{\min}}^{\beta_{\max}} \frac{R^2}{L^2(x, y, \beta)} w(\gamma, \beta, \alpha) \int_{-\infty}^{\infty} h(\gamma' - \gamma) p(\gamma, \beta, \alpha) d\gamma d\beta$$

$$\gamma(x, \lambda, \Sigma) = \int_{\beta_{\min}}^{\beta_{\max}} \frac{\Gamma_{\Sigma}(x, \lambda, \beta)}{V_{\Sigma}} w(\lambda, \beta, \alpha) \int_{-\infty}^{\infty} p(\lambda' - \lambda) b(\lambda, \beta, \alpha) q(\lambda, \beta)$$

Adaptive Statistical Iterative Reconstruction

Un algorithme de reconstruction révolutionnaire

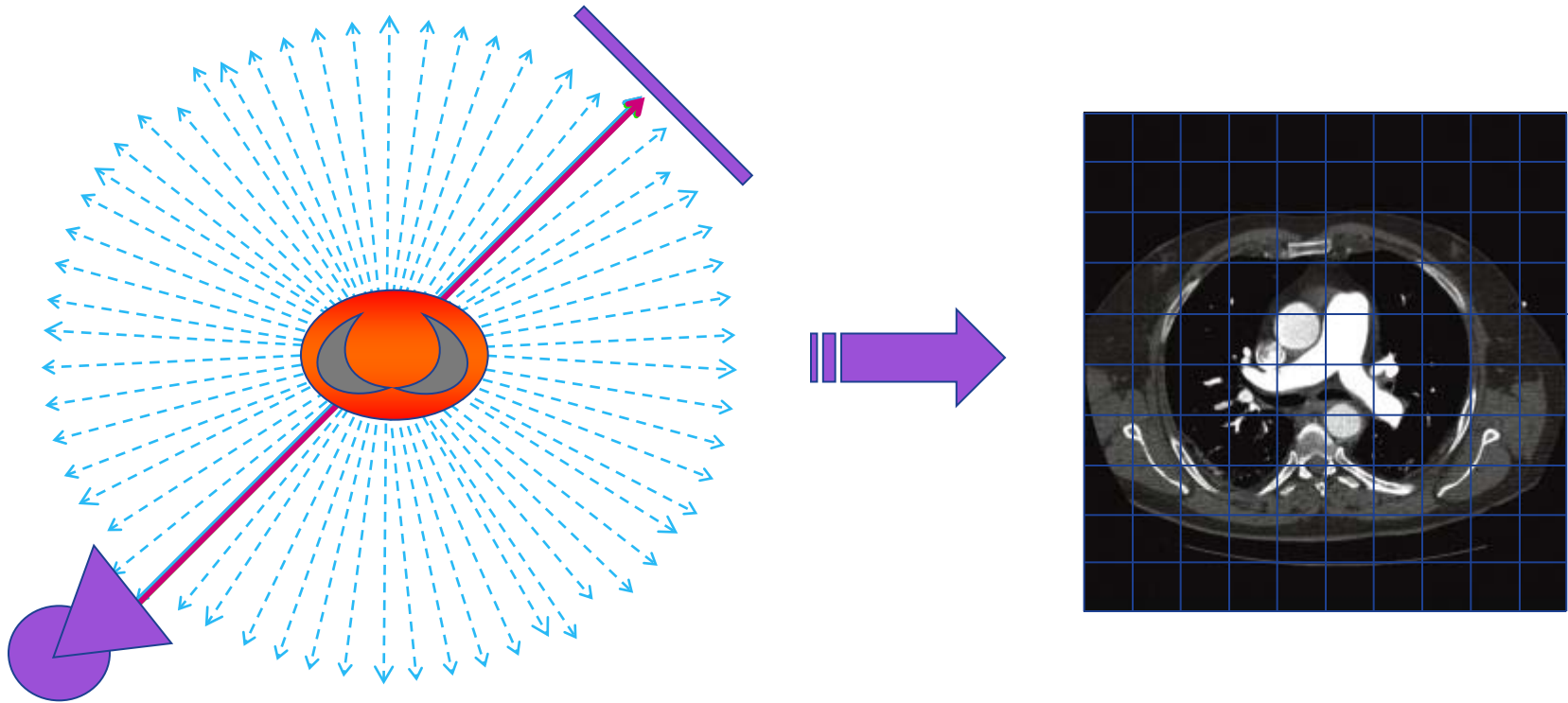
IRRADIATION : le bon « dosage »

ASiR™

- ❖ Amélioration de la résolution à bas contraste (LCD) +30%
- ❖ Jusqu'à 50% de réduction de dose pour les examens corps entier
- ❖ Jusqu'à 83% de réduction de dose pour les examens cardiaques



Petit rappel sur la création de l' image en Scanner

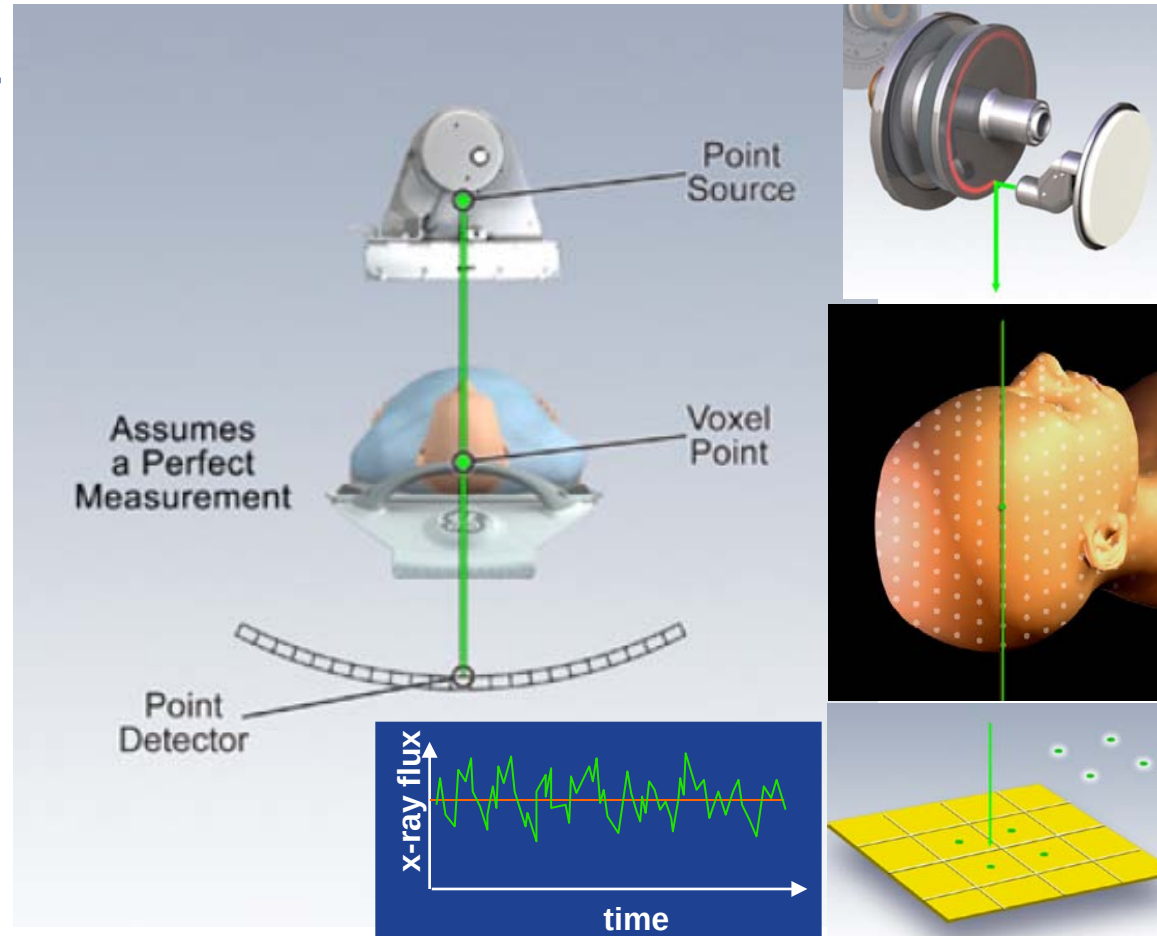


A partir d'un ensemble de projections, on détermine la valeur de chaque pixel de l'image .
Il s'agit de la rétro-projection. c'est une itération !

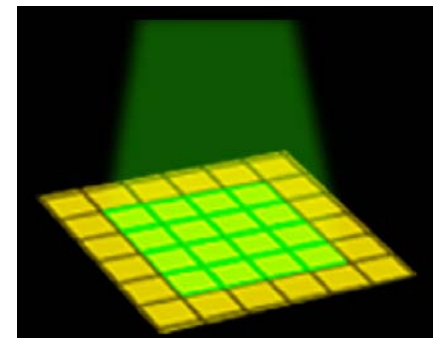
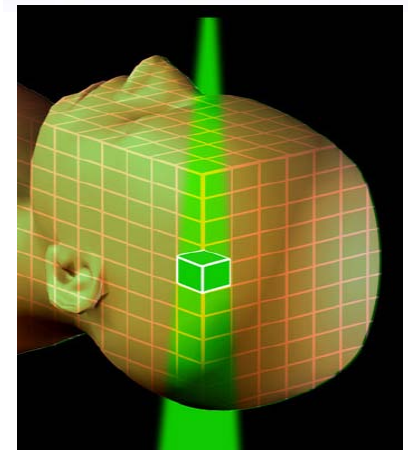
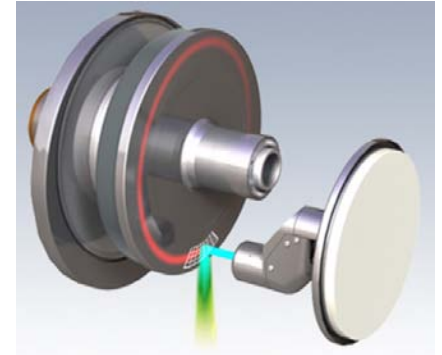
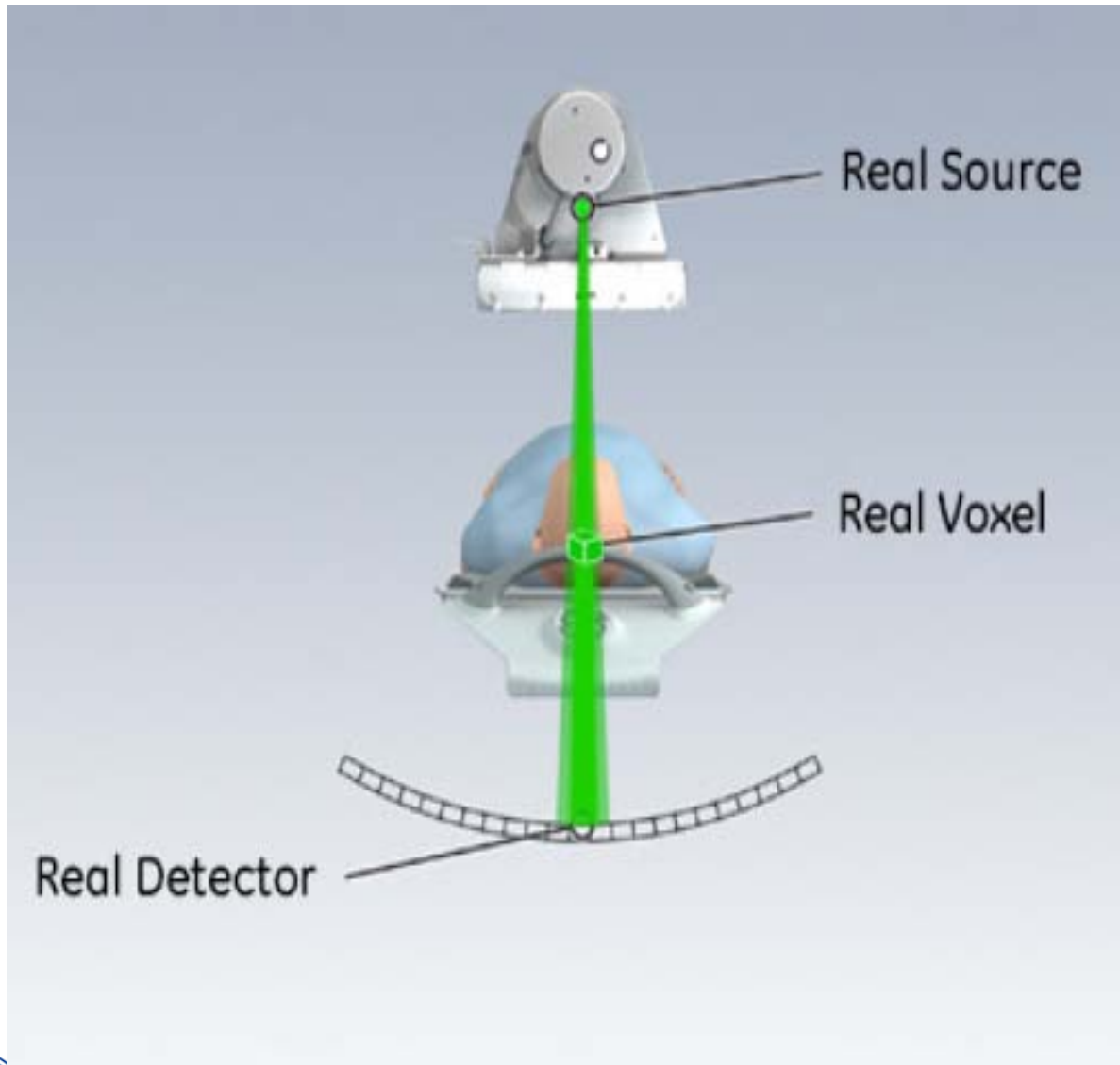
FBP

La rétroprojection filtrée

- Reconstruction conventionnelle au CT
- Limitations:
 - bruit
 - artéfacts
- Compromis entre dose et qualité d'image



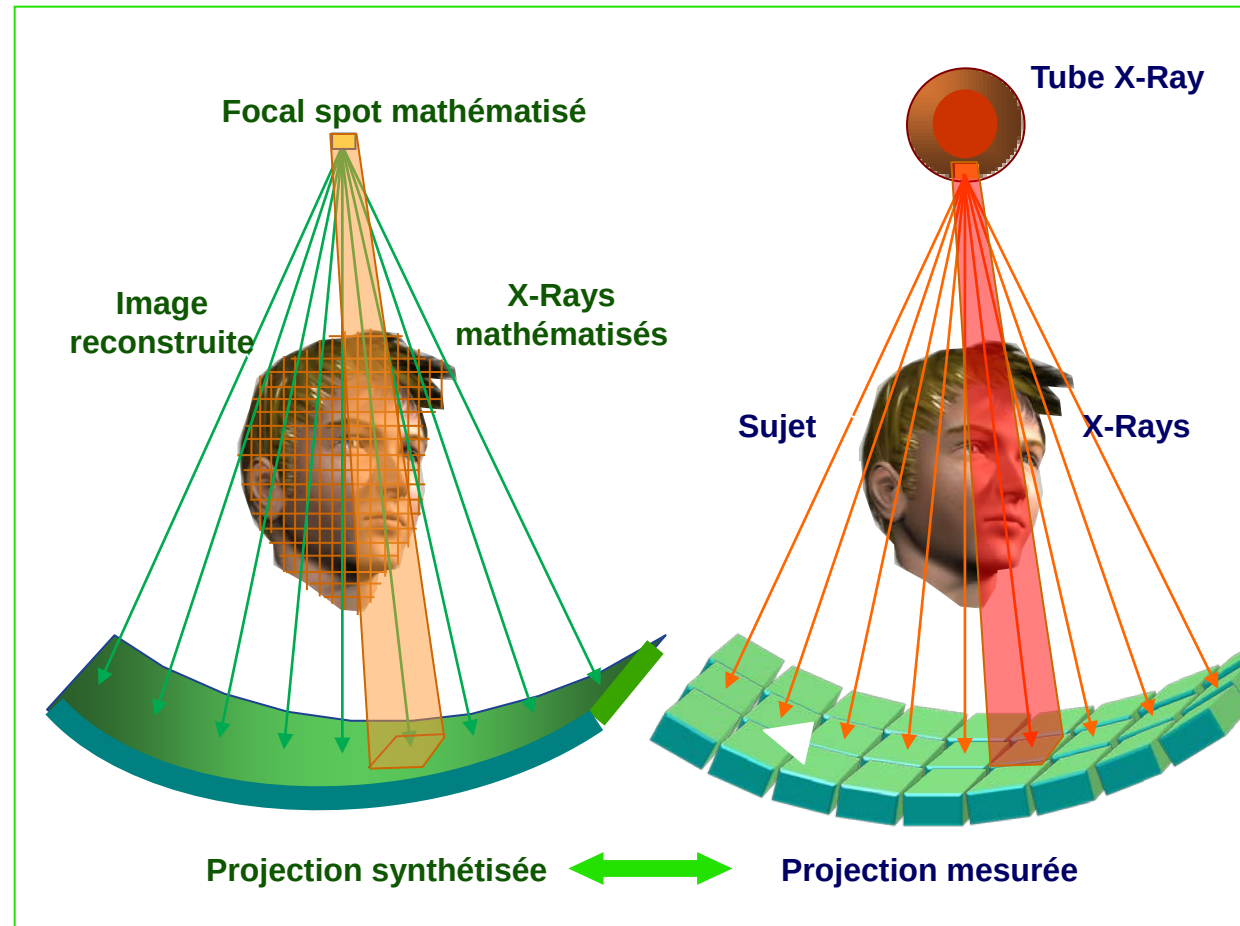
Projection mesurée



ASIR

Adaptive Statistical Iterative Reconstruction

- Calcul d'une projection synthétisée
- Comparaison entre la projection synthétisée et la projection mesurée
- Ajustement répété pour améliorer l'estimation initiale

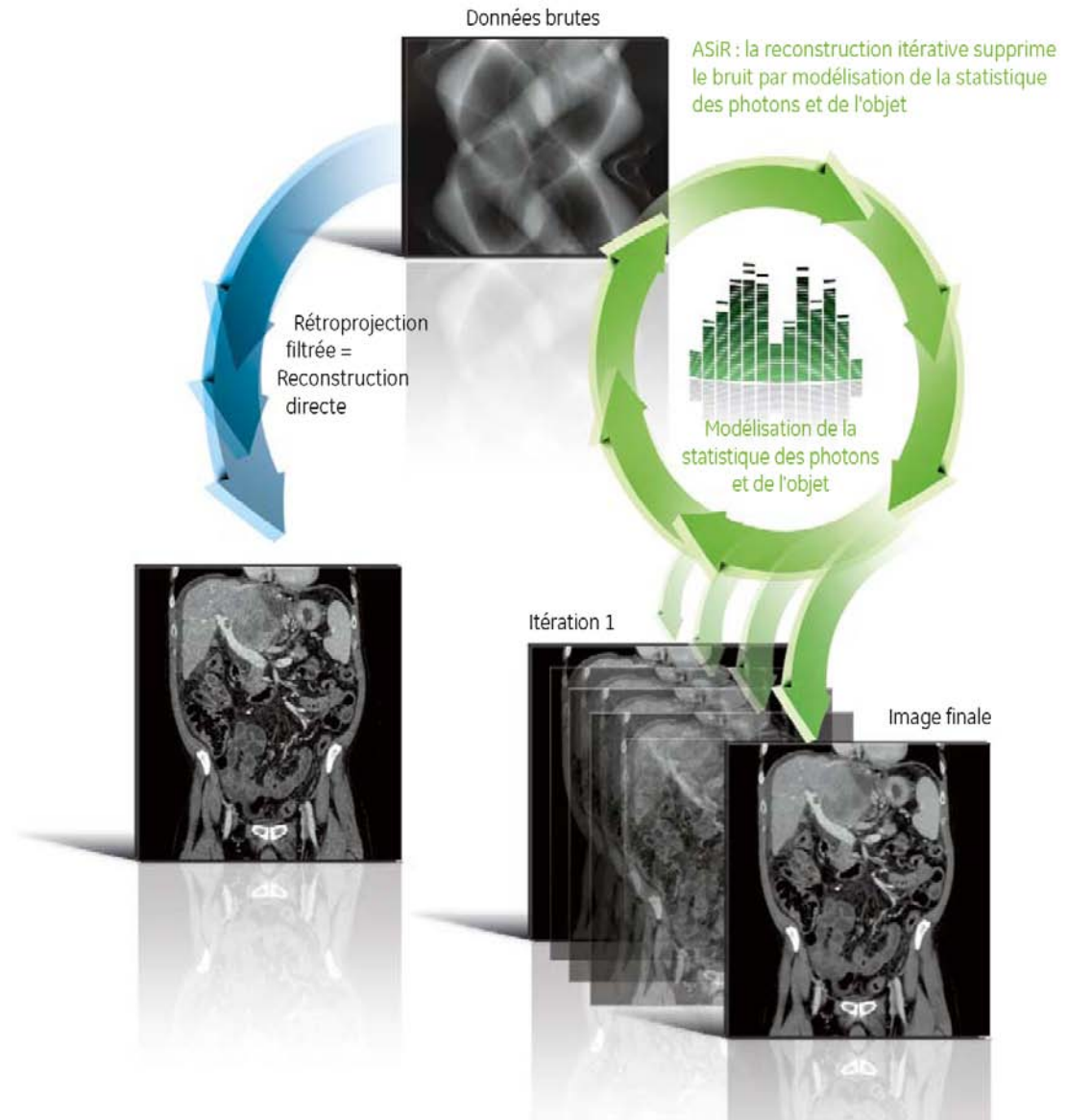


ASIR

Adaptive Statistical Iterative Reconstruction

ASIR conduit à une réduction significative du bruit généré par:

- les fluctuations de la mesure de projection liées à une **statistique des photons** limitée
- la **forme de l'objet** scanné (patient)



ASiR

Dose réduite ET qualité d'image SANS compromis



FBP



-50%

ASiR Diminution de la dose
par 2 et meilleure QI

Pour le même temps de reconstruction!

Les NRD du code de la santé publique

Niveaux de Référence Diagnostiques

Examen	PDL* (mGy.cm)
Encéphale	1 050
Thorax	500
Abdomen	650
Pelvis	450

* PDL (Produit Dose Longueur = DLP)

Vers de nouveaux standards avec ASIR...

Examen	PDL (mGy.cm)
Abdomen	136
Tête en pédiatrie	550
Rachis lombaire	250
Thorax	96
Coeur	46
Colon	67

Distingue-t-on les petites lésions ?

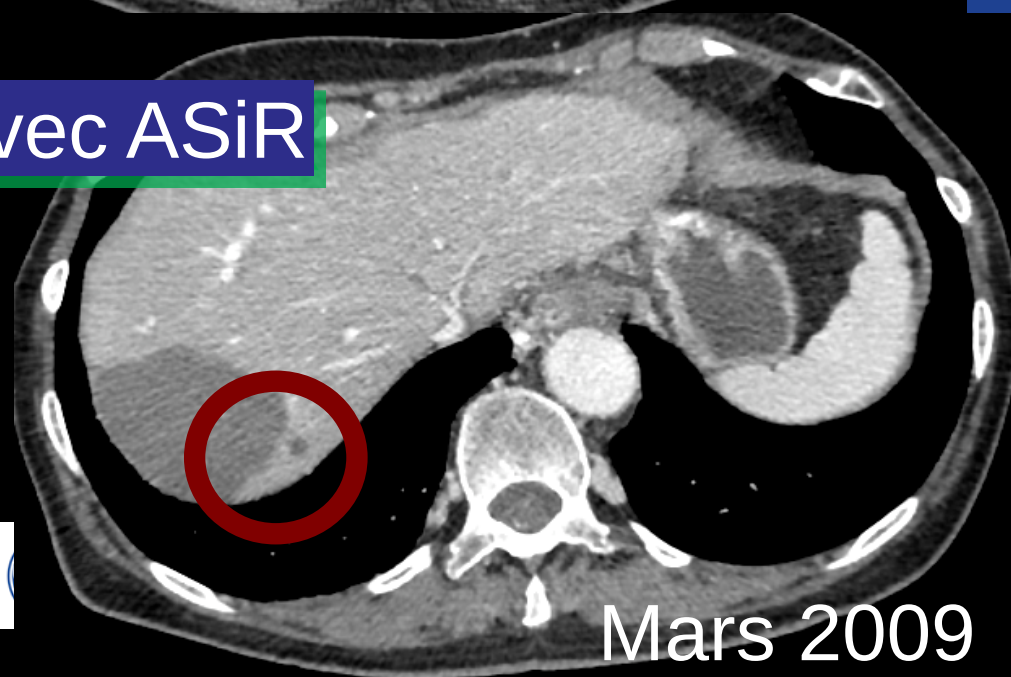
Sans
ASiR



Rapport de dose				
Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)
1	Scout	-	-	-
2	Helical	120.750-1455.750	9.90	476.32
Total Exam DLP				476.32

Réduction de dose
de 40%

Avec ASiR



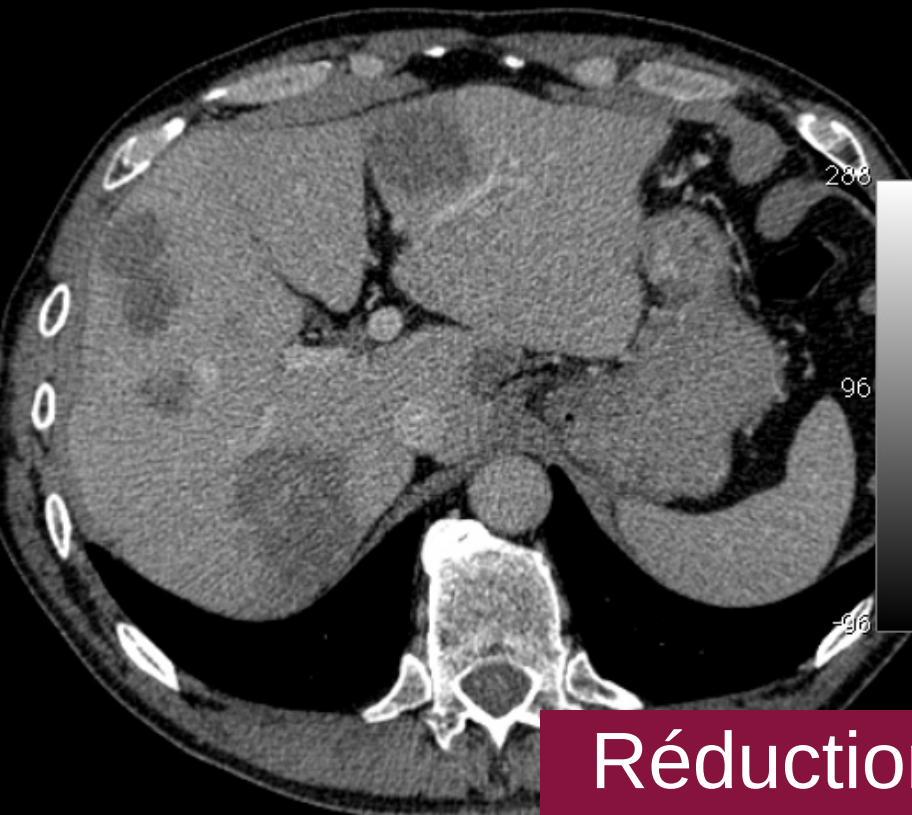
Rapport de dose			
Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)
Scout	-	-	-
Helical	569.500-1563.000	5.48	381.78
Total Exam DLP			381.78

Foie

Méta. hépatiques

Sans ASiR

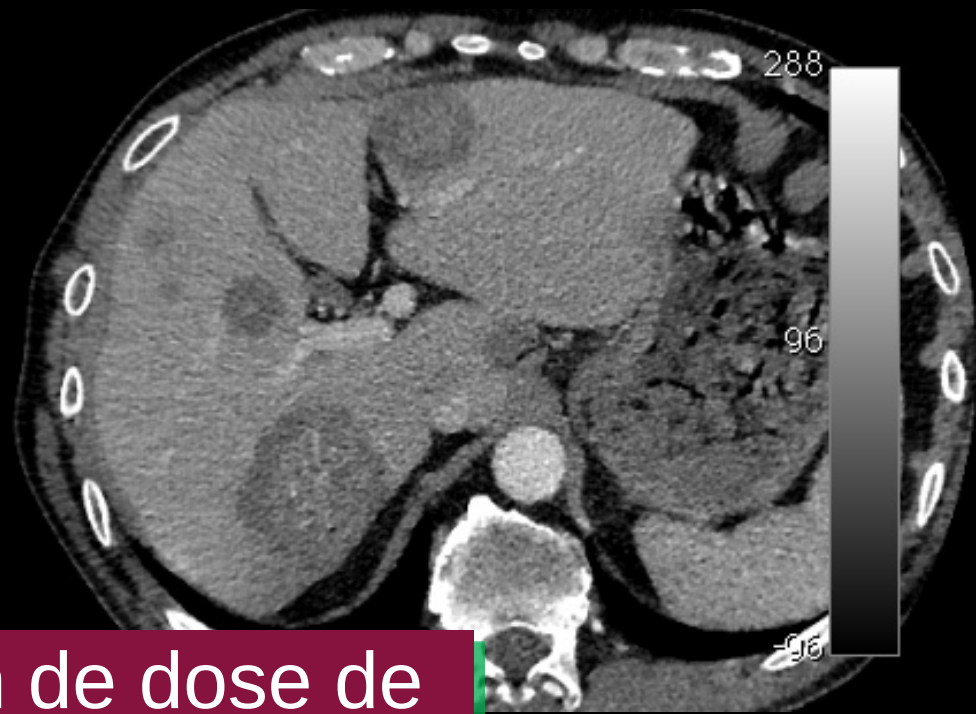
CTDI = 14.7 mGy



Nov 2008

Avec ASiR

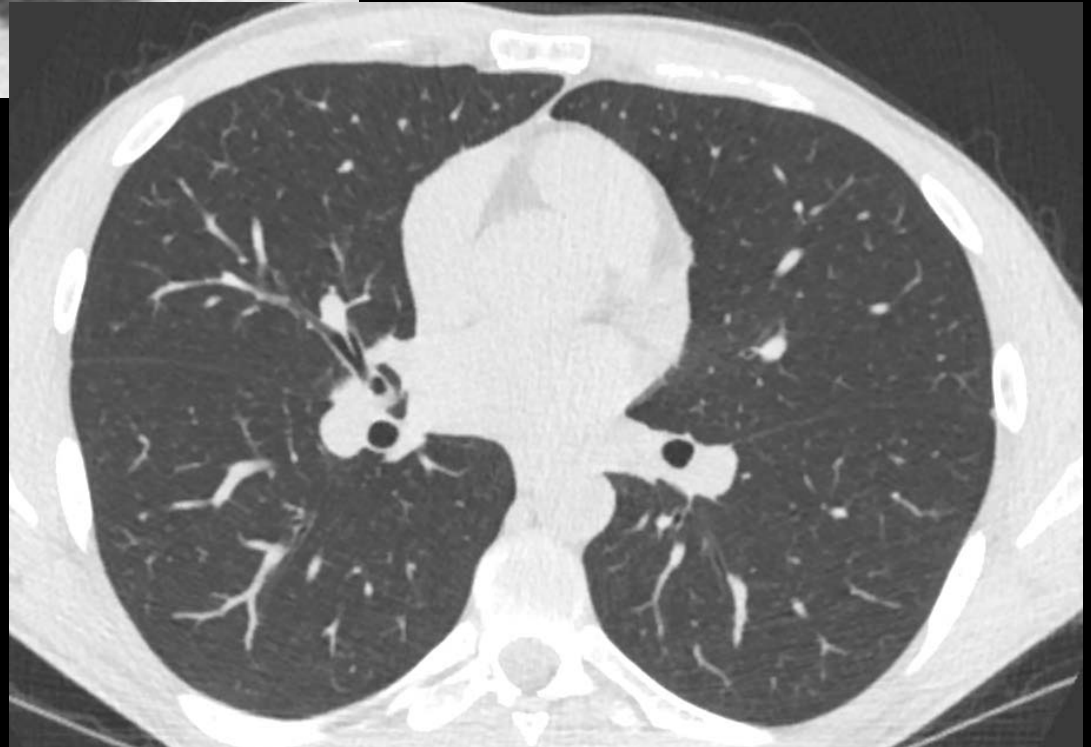
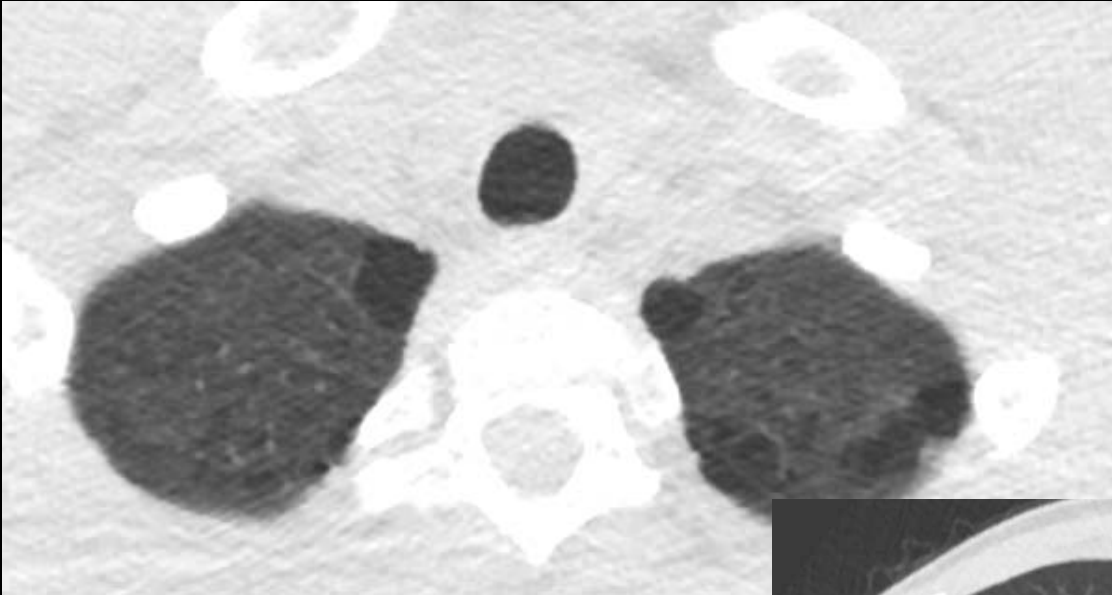
CTDI = 8.6 mGy

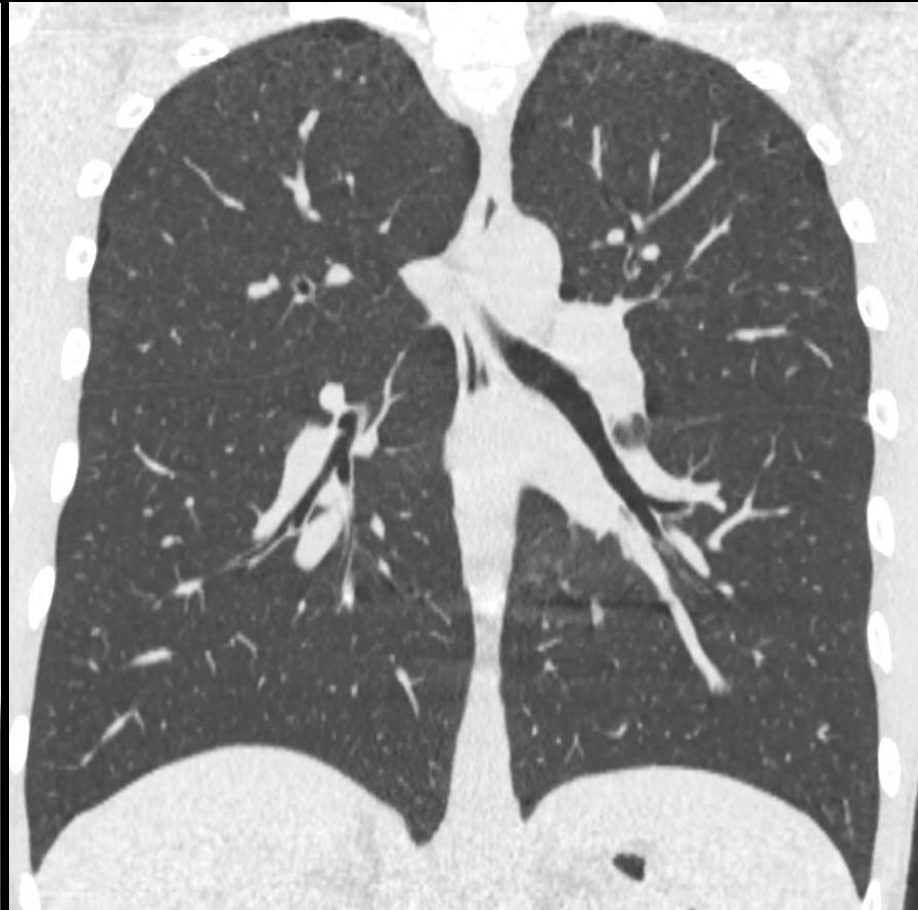
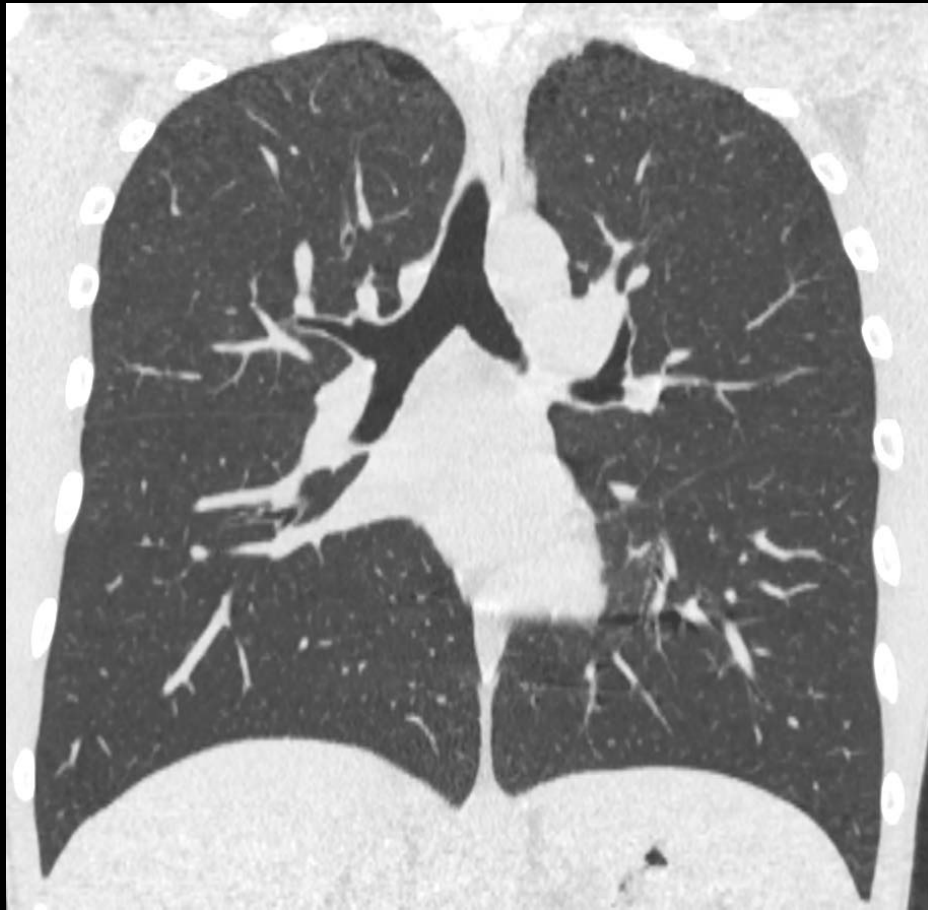


Jan 2009

Réduction de dose de
40% et meilleure qualité
d'image

Homme de 20 ans - Pneumothorax il y a 2 mois





Exam Description: TH

Rapport de dose

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantor cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	S20.750-I288.000	1.56	53.21	Body 3:
Total Exam DLP:				53.21	

1/1

Thorax Ultra Basse dose : 0.9 mSv

Examen de dépistage !

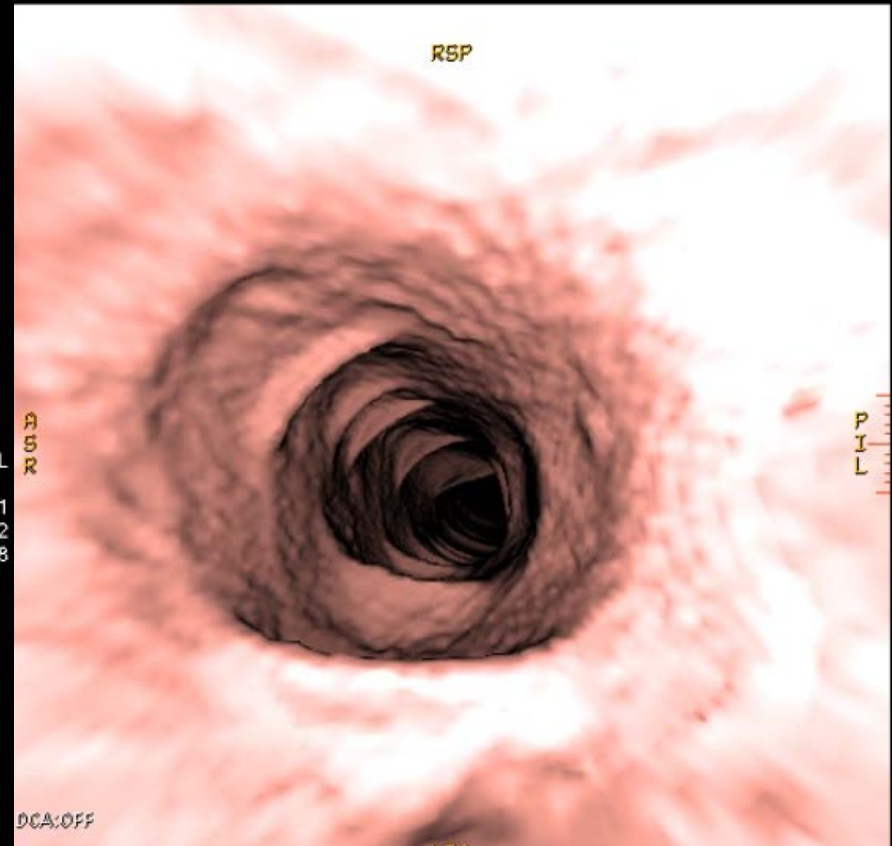
DFOV 29.5cm
STND/+

R
1
6
7



DCA:OFF

No VOI
kv 100
mA Mod.
Rot 0.50s/HF+ 55.0mm/rot



DCA:OFF

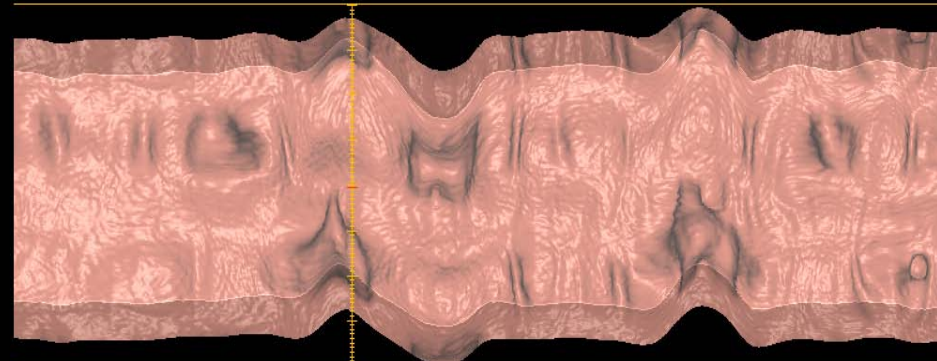
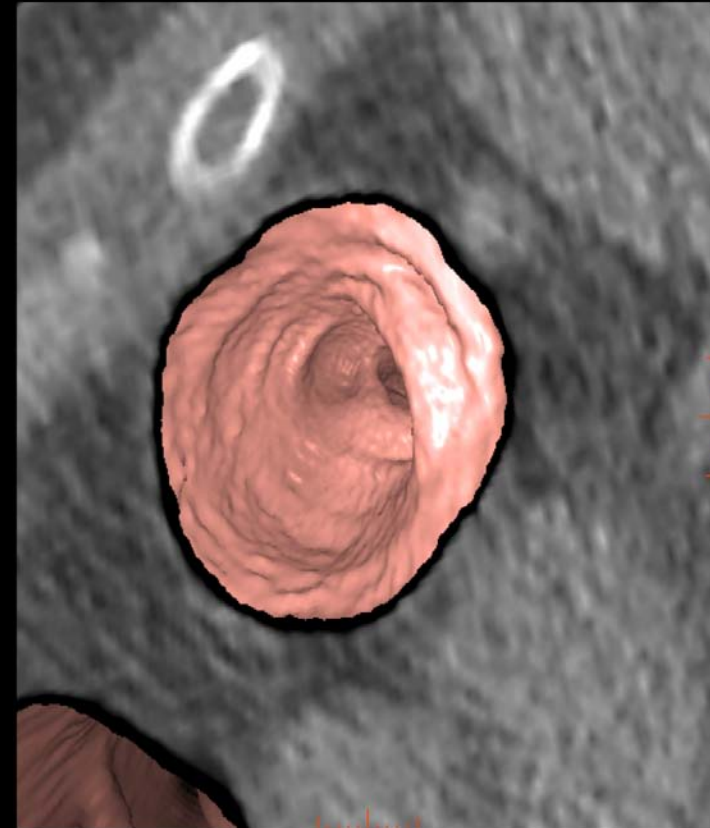
DCA:OFF

Colonoscopie virtuelle à 2 mSv

ASIR 50%

CTDI: 3 mGy

DLP: 148 mGy.cm





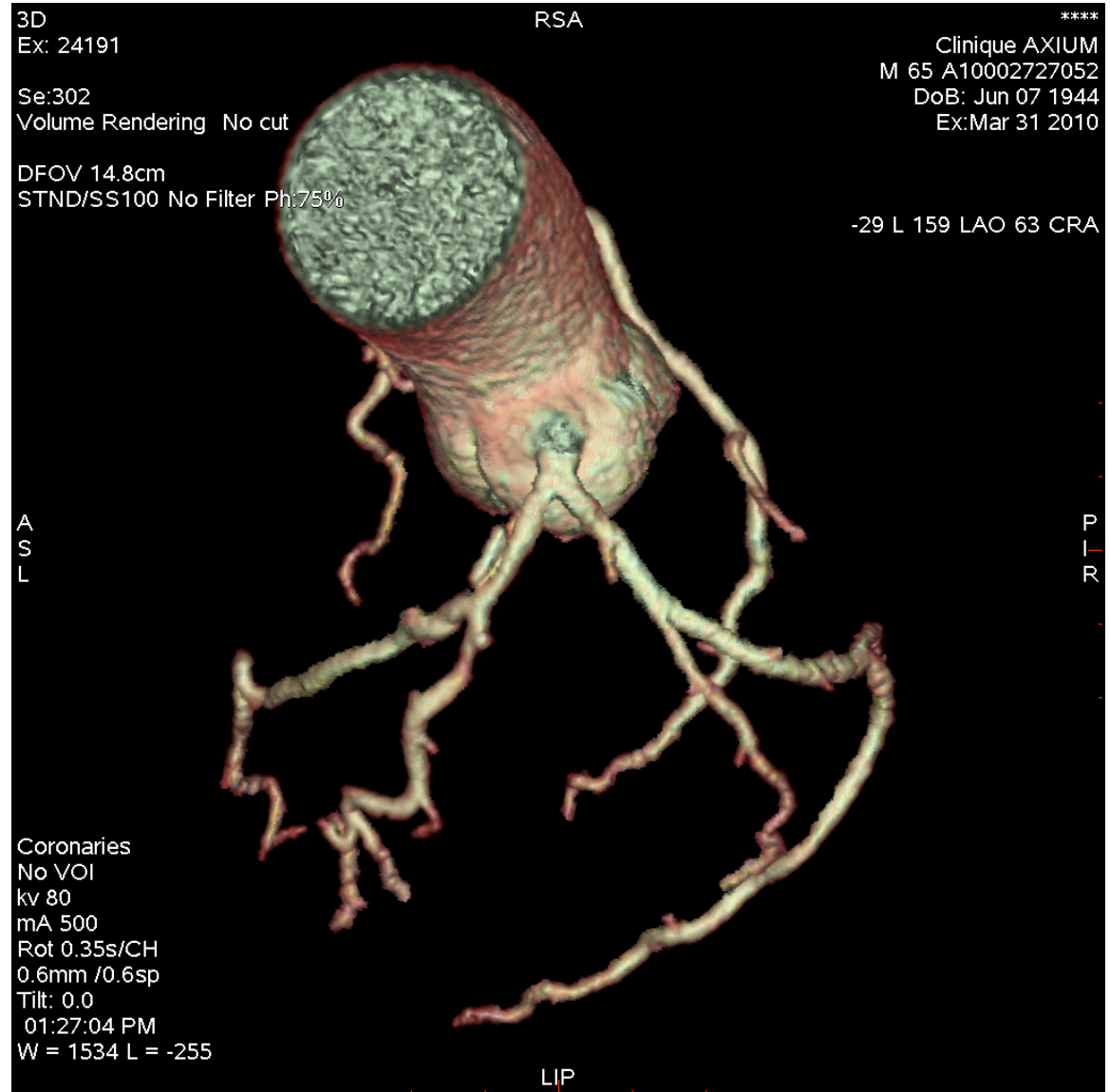
Series	Type	Scan Range (mm)	CT DIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
2	Helical	S17.000-I427.000	1.21	61.47	Body 32
3	Scout	-	-	-	-
4	Helical	S13.750-I417.250	1.38	68.51	Body 32

Total Exam DLP:

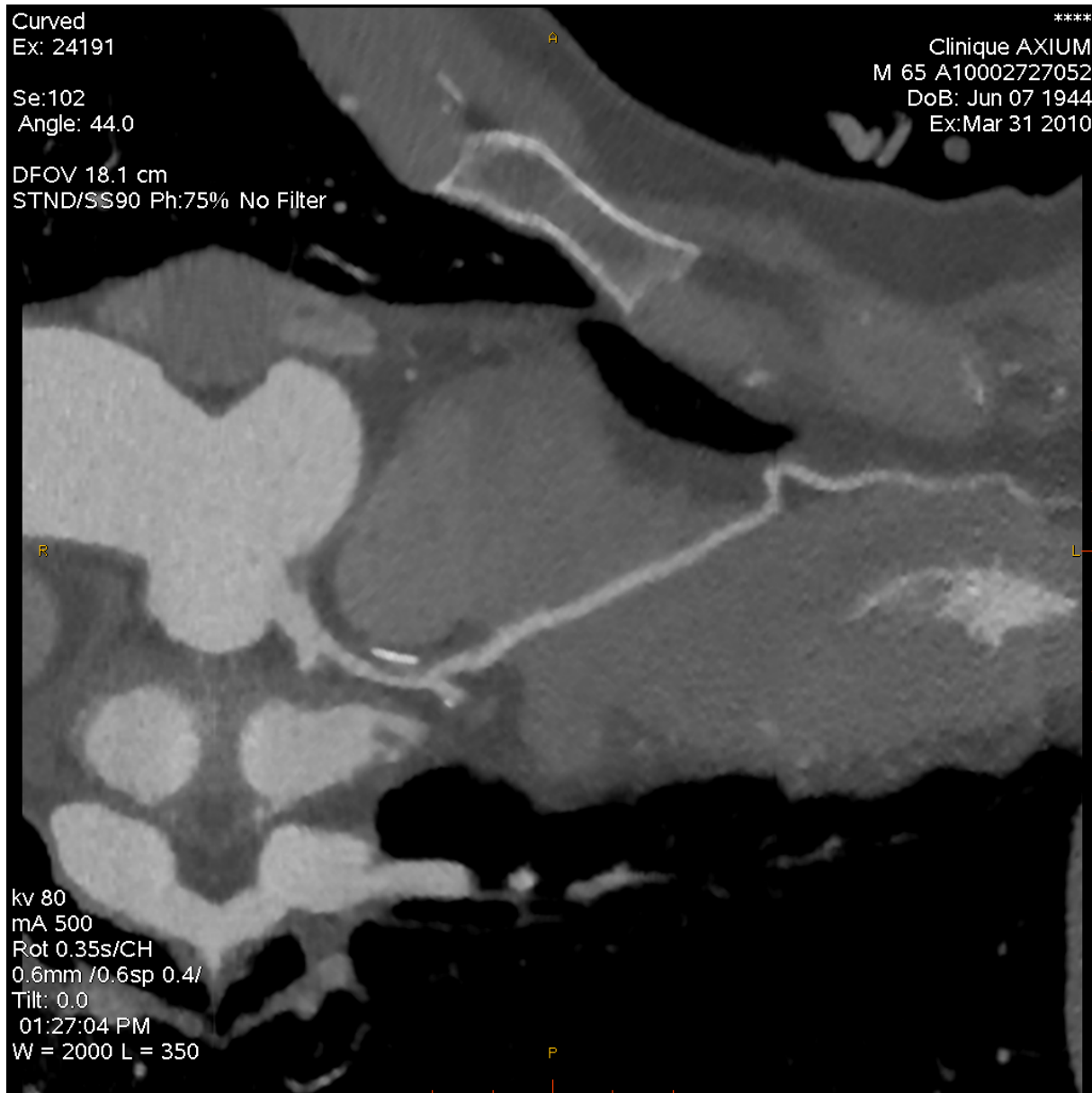
129.98

2 mSv

EXAMPLES % ASiR



EXAMPLES



EXEMPLES hélice 2006

Dose Report

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
200	Axial	I10.250-I10.250	3.47	1.72	Body 32
2	Cardiac Helical	I16.500-I129.625	75.41	1117.07	Body 32

Total Exam DLP: 1118.79

1/1

EXEMPLES VCT Xte Mars 2010

Accession Number: A10003807258

02 mar 2010

Patient ID: A10003807256

LightSpeed VCT

Exam Description: CORONAIRES

Rapport de dose

Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
200	Axial	192.000-192.000	0.48	0.24	Body 32
2	Cine	185.000-1224.375	1.40	19.66	Body 32
Total Exam DLP:				19.90	

UNE INFORMATION, DEUX DOSES

Dose Report					
Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
200	Axial	110.250-110.250	3.47	1.72	Body 32
2	Cardiac Helical	116.500-1129.625	75.41	1117.07	Body 32
Total Exam DLP:				1118.79	
1/1					

Accession Number: A10003807258				02 mar 2010	
Patient ID: A10003807256				LightSpeed VCT	
Exam Description: CORONAIRES					
Rapport de dose					
Series	Type	Scan Range (mm)	CTDIvol (mGy)	DLP (mGy-cm)	Phantom cm
1	Scout	-	-	-	-
200	Axial	192.000-192.000	0.48	0.24	Body 32
2	Cine	185.000-1224.375	1.40	19.66	Body 32
Total Exam DLP:				19.90	

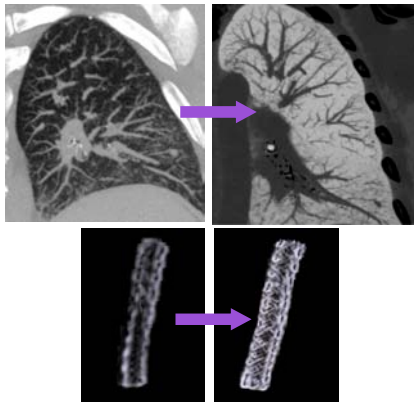
$$\frac{1118,79}{19,90} = 56,22$$

A.S.I.R : les Bénéfices

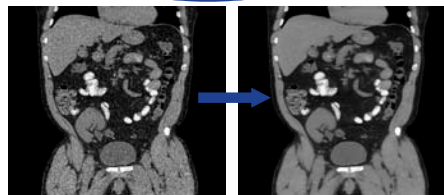
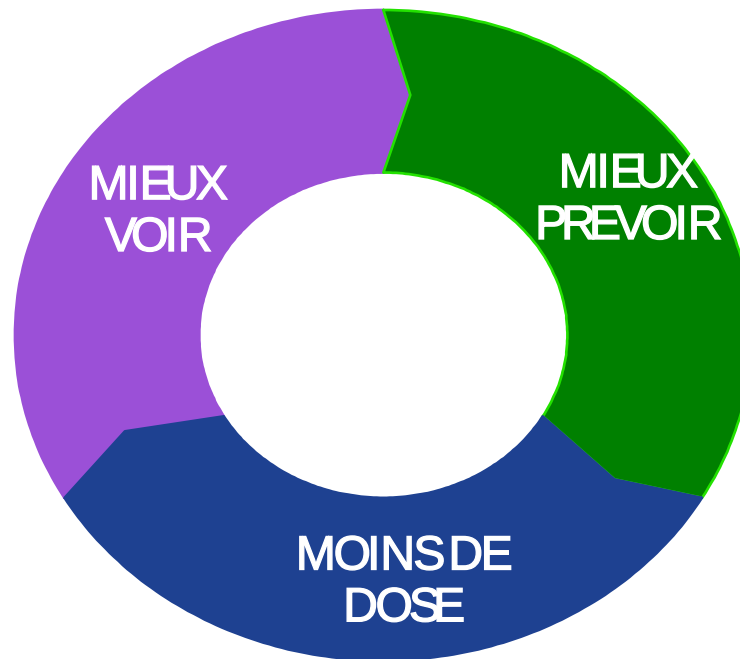
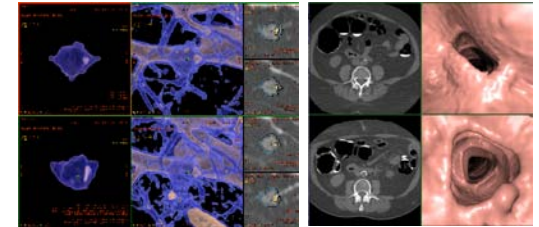
- *Augmentation des possibilités Diagnostiques*
- *Diminution de l'Irradiation patient*
- *Amélioration de la résolution à haut contraste*
- *meilleure détectabilité à bas contraste*
- *Imagerie pédiatrique*
- *Imagerie pour obèse*
- *Dépistage précoce (oncologie, vasculaire..)*
- *Suivi transversal des pathologies / traitements
(oncologie, coroscan, ..)*

Les besoins sont clairset les actions concrètes !

HAUTE DEFINITION



SUIVI TRANSVERSAL



RECONSTRUCTIONS ITERATIVES

Mieux Voir.....



Mieux Voir.....



Mieux Prévoir.....



Mieux Prévoir.....

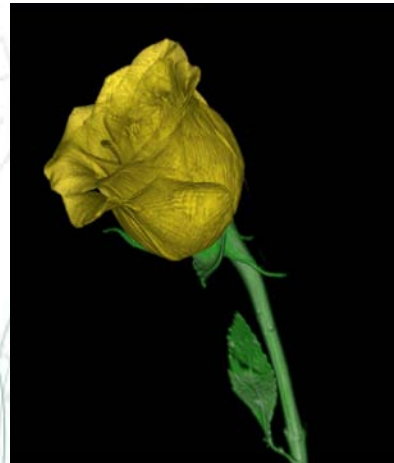


Avec Moins de dose.....



MERCI

De votre attention



imagination at work