

Faisabilité de l'imagerie pulmonaire en scanner spectral à comptage photonique chez l'homme

JFR 2021

Présentateur : Salim Si-Mohamed, MD, PhD

S. Si-Mohamed (Lyon), S. Boccalini (Lyon)(co-auteur), P.-A. Rodesch (Lyon), T. Broussaud (Lyon), D. Riham (Lyon), M. Sigovan (Lyon), C. Philippe (Paris), Y. Yagil (Haïfa, Israël), L. Boussel (Lyon), P. Douek (Lyon)
Laboratoire CREATIS, Equipe cardiovasculaire
CNRS – INSERM – Université Lyon 1

Introduction

Imagerie Haute-Résolution du parenchyme pulmonaire

- Imagerie du poumon normal
- Imagerie du poumon pathologique

Limitations actuelles du scanner conventionnel

- Résolution spatiale
- Résolution en contraste
- Dose de rayons X

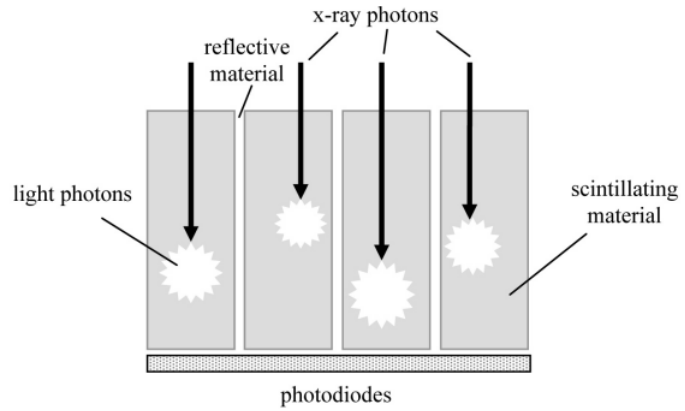


Douleur thoracique chez un patient de 61 ans



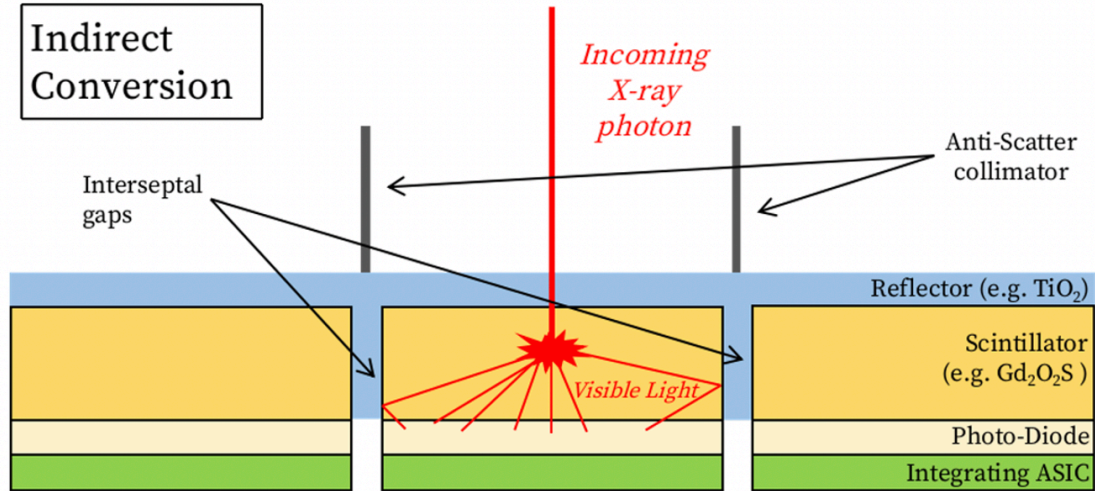
PID inclassable familiale chez un patient de 56 ans

Technologie

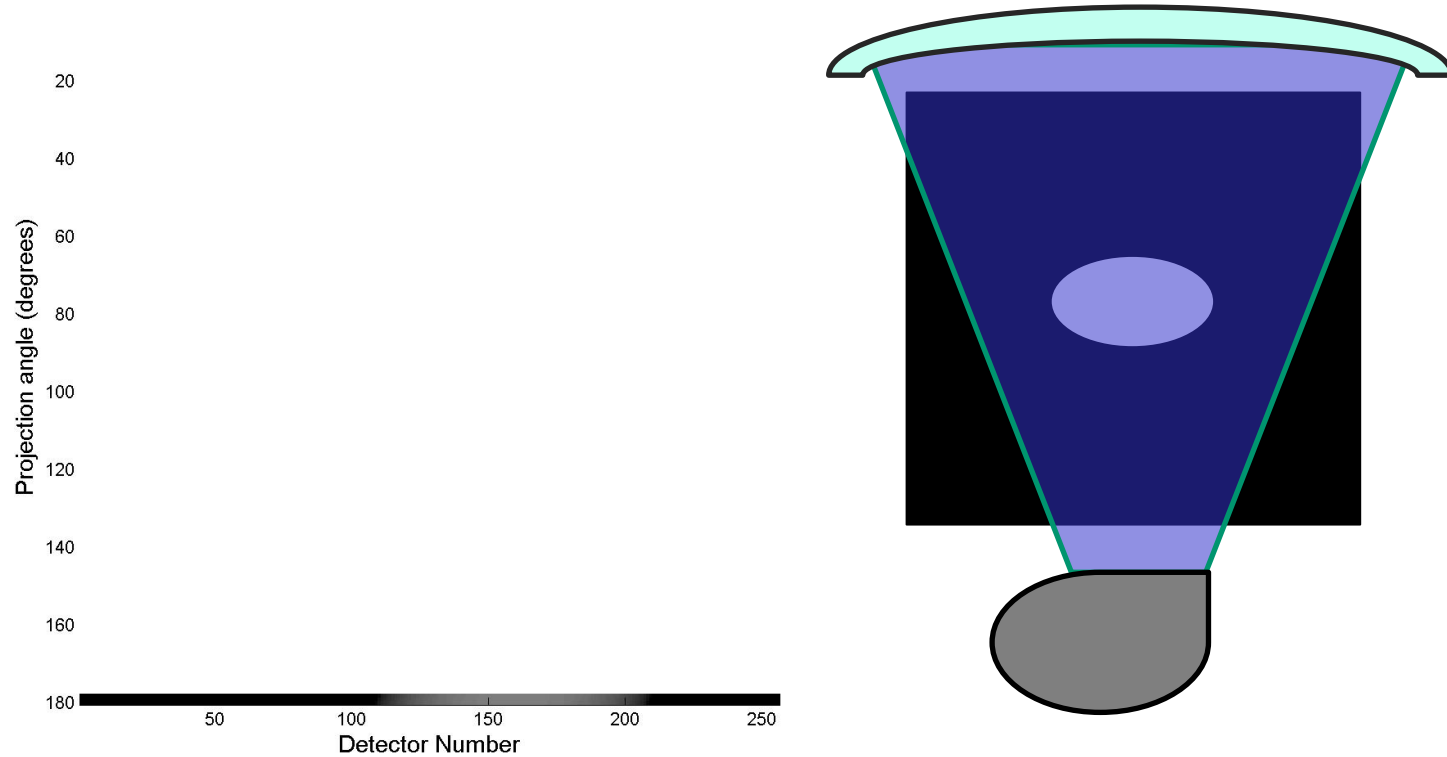


Détecteurs à intégration

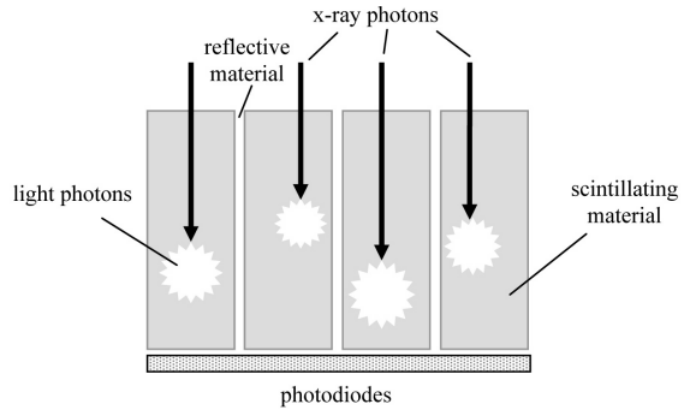
Technologie



Technologie



Technologie



Détecteurs à intégration

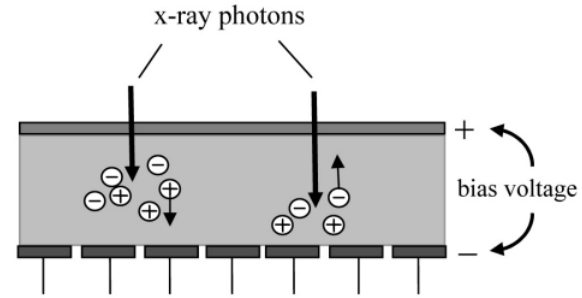


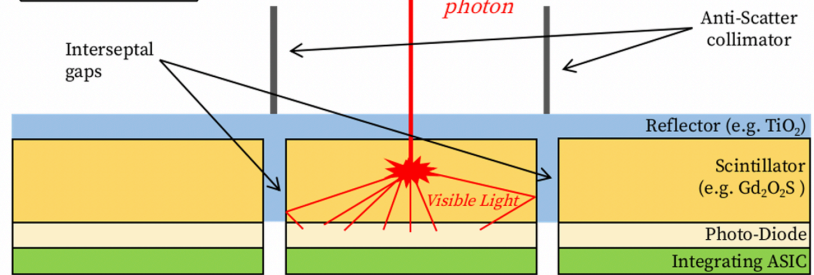
Figure 6.14 Schematic diagram of a semiconductor direct-conversion detector.

Détecteurs à comptage photonique

Technologie

Détecteurs à intégration

Indirect Conversion



Détecteurs à comptage photonique

Direct Conversion

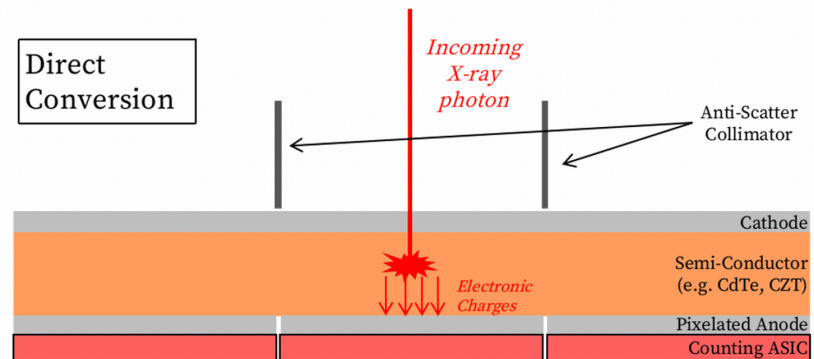
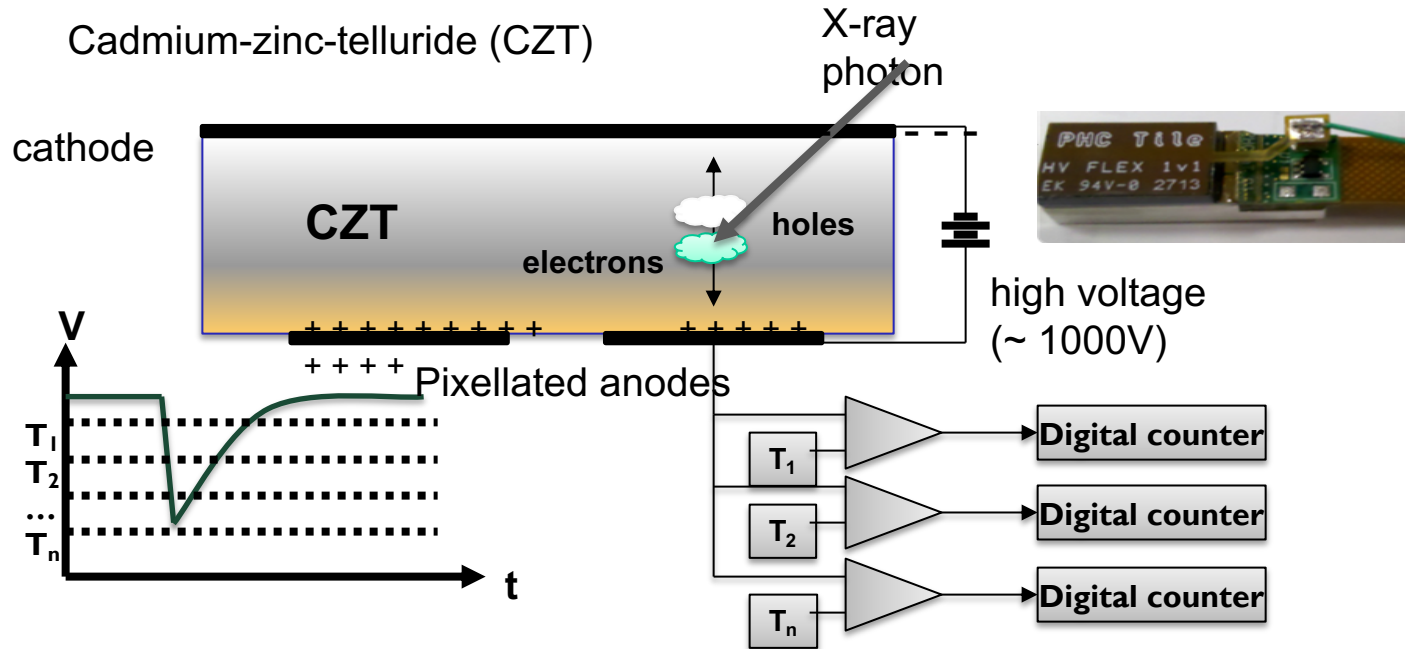
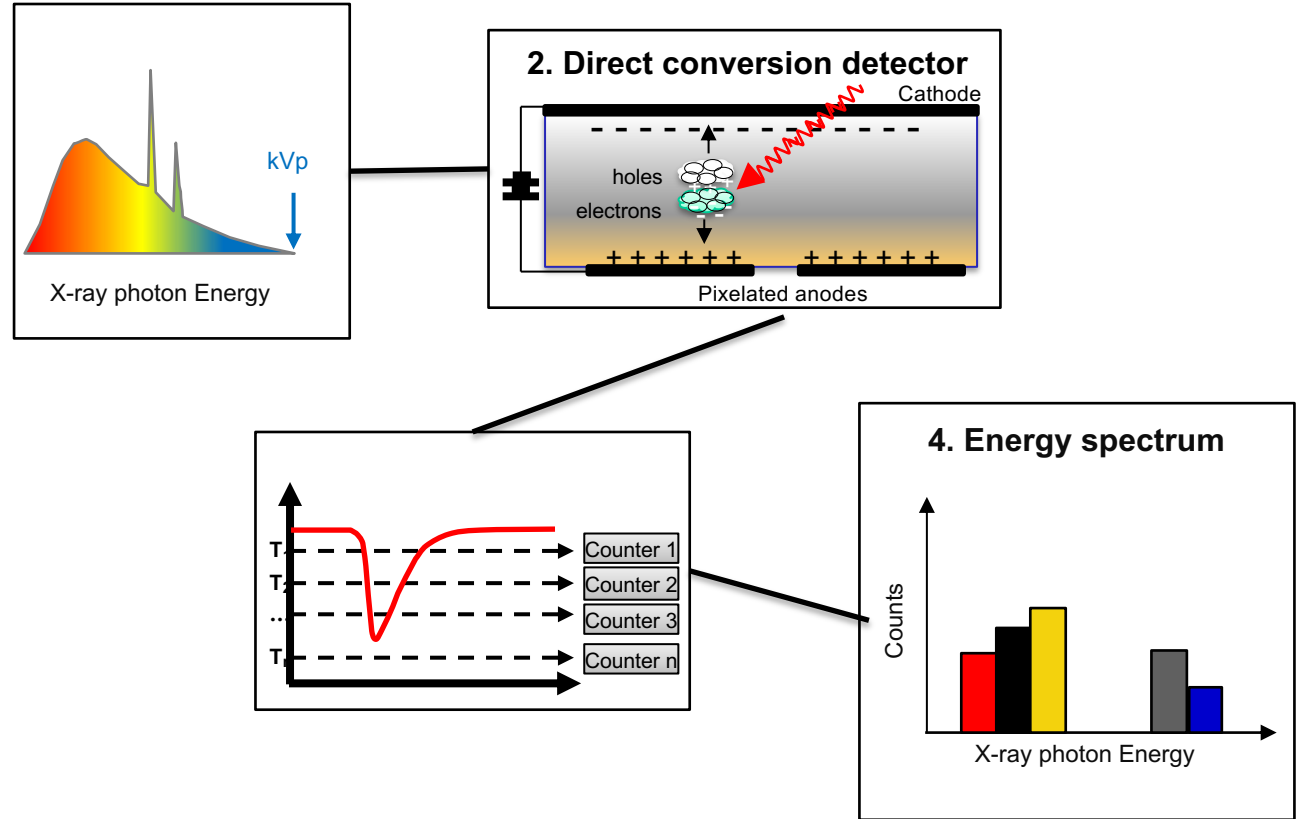


Figure 1: Schemes of each photon detection technologies: Photon-Counting (top) and Energy-Integrating (bottom).

Technologie



Technologie



Technologie

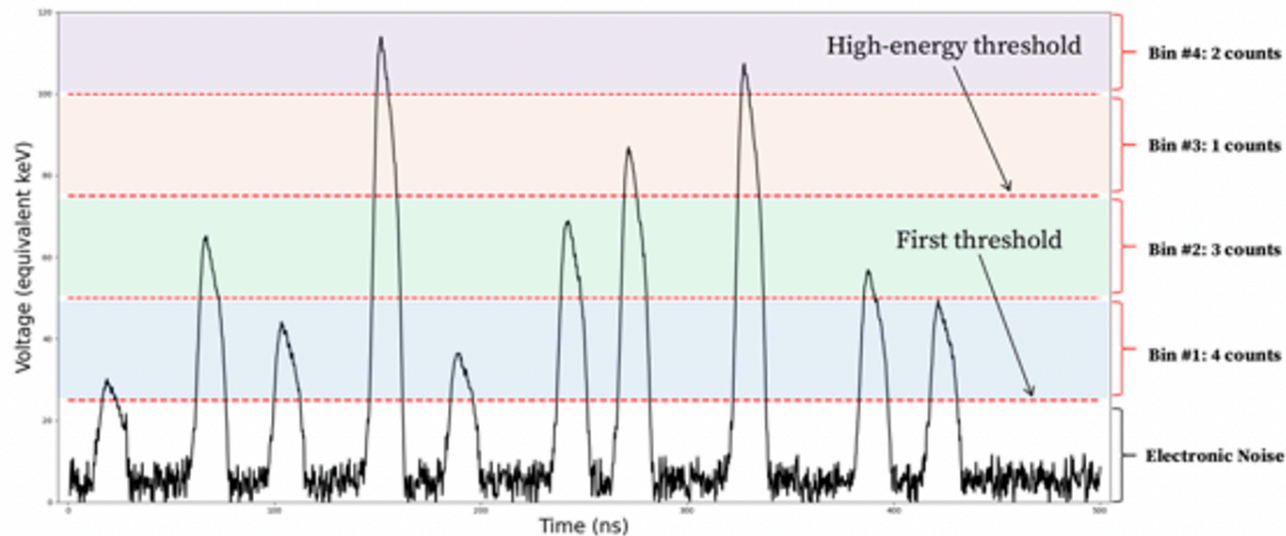
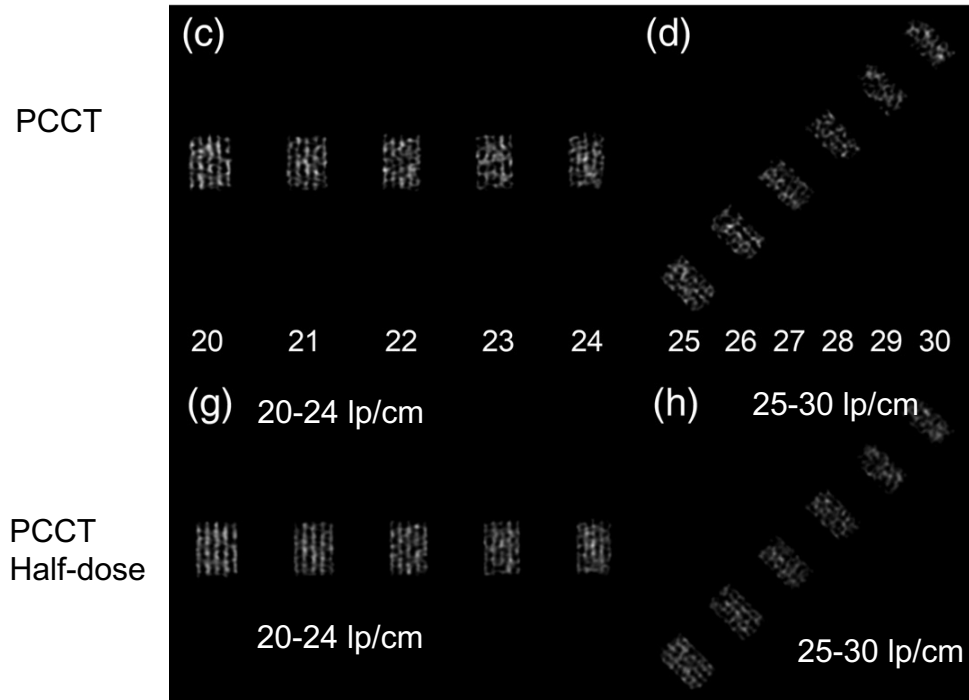
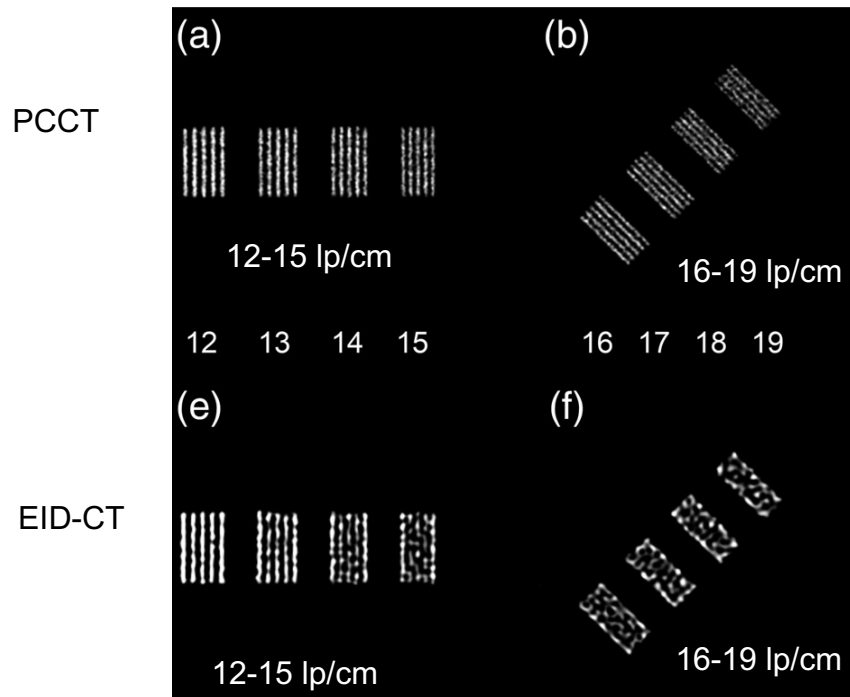


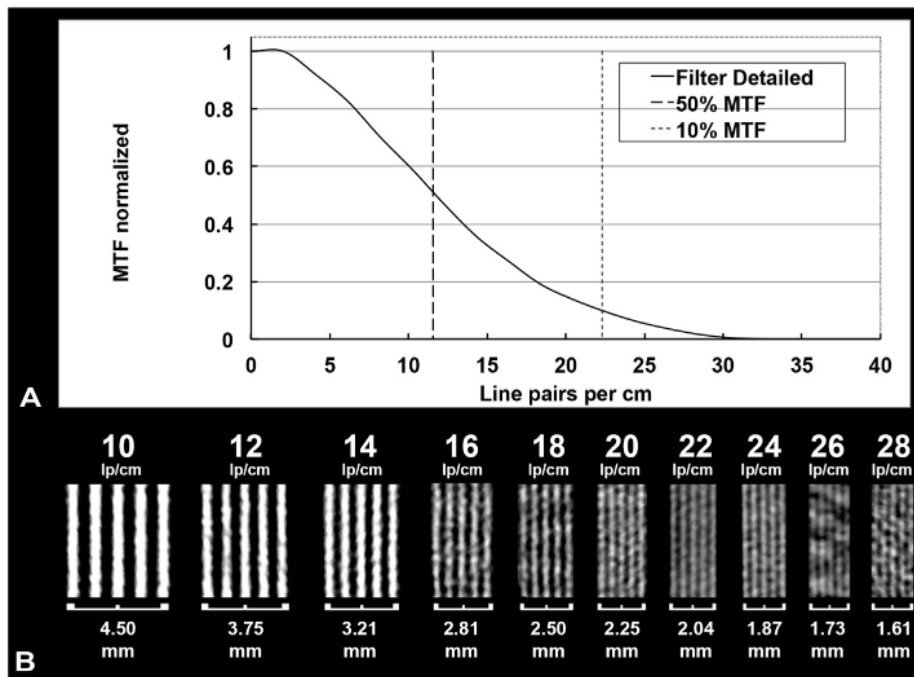
Figure 2. Example of a 500ns signal output of a PCD pixel.

Réduction du bruit électronique

Technologie



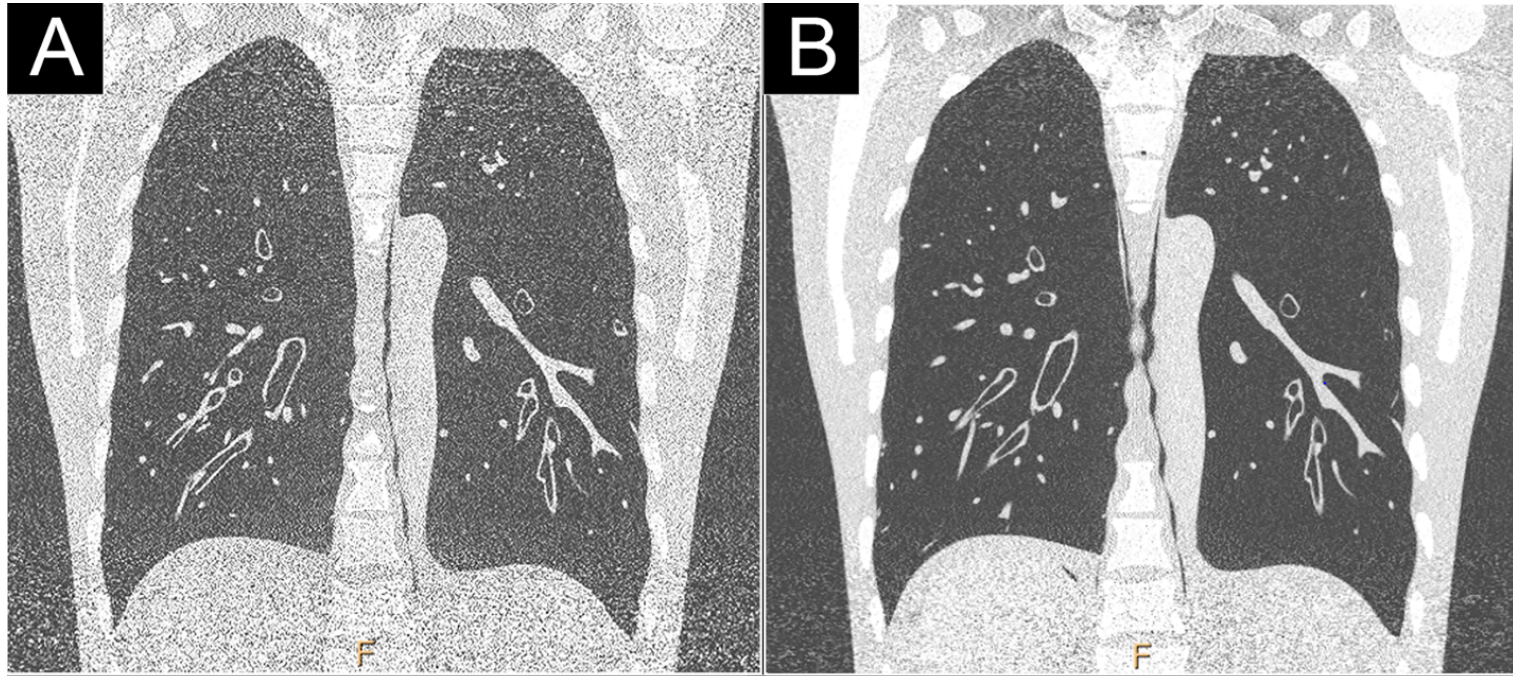
Technologie



Détection de ligne de 178 μm

EID-CT

PCCT



Technologie

Avantages potentiels du scanner à comptage photonique pour l'imagerie thoracique

- Amélioration de la résolution spatiale
- Amélioration de la résolution en contraste
- Diminution du bruit électronique
- Réduction des doses de rayons X

Objectifs

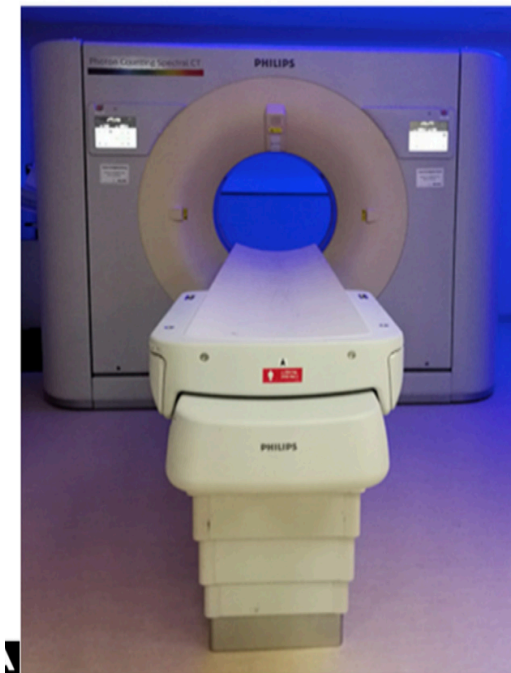
1. Caractériser un prototype clinique de scanner spectral à comptage photonique
2. Evaluer la faisabilité sur fantôme pour l'imagerie du nodule pulmonaire à dose standard, basse dose et ultra-basse dose
3. Evaluer la faisabilité chez un volontaire sain à dose normale et basse dose

Matériel

Table 1

System parameters of the clinical prototype spectral photon counting computed tomography (SPCCT) system.

Parameter	SPCCT
Platform	Philips iCT
Supported scan modes	Axial, Axial multicycles, Helical
Tube voltages [kVp]	80, 100, 120, 140
Tube currents [mA]	10–500
X-ray filter	Half value layer HVL = 7.1 ± 0.7 mm at 120 kVp
Focal spot [mm × mm]	0.6 × 0.7 (dual focal spots)
Gantry rotation [s]	0.33, 0.4, 0.5, 0.75, 1.0
Projections per rotation	2400
Number of focal spots	2
Z-coverage in isocenter [mm]	17.5
Number of detectors per row/column	64/1848
Field-of-view [mm]	500
Pixel pitch [$\mu\text{m} \times \mu\text{m}$]	274 × 274 mm ² at isocenter
Readout electronic	Philips ChromAIX2
Number of energy thresholds	5
Sensor material	Cadmium Zinc Telluride, 2 mm thickness



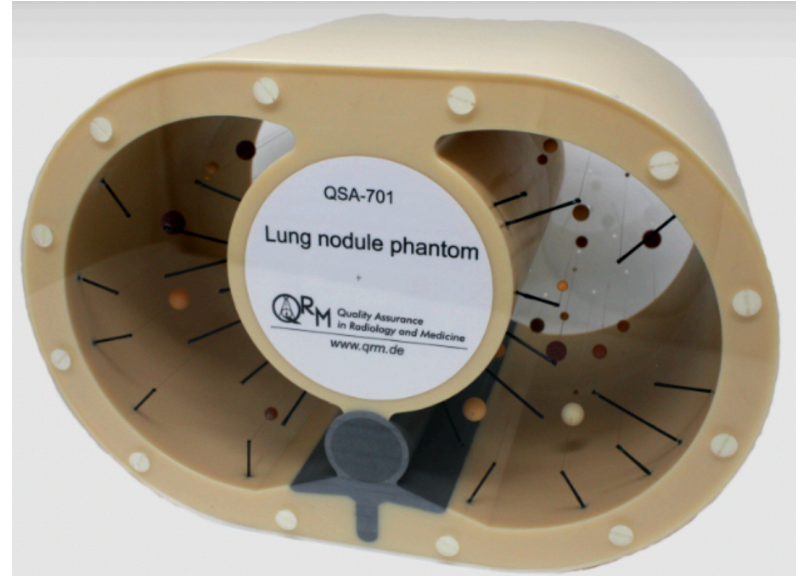
Matériel – Imagerie du nodule

Fantôme QRM anthropomorphique (WED=21.3 cm)

- 1 nodule solide (20 HU à 120 kVp)
- 1 nodule mixte (périphérie: -795 HU, centre: 50 HU à 120 kVp)

Acquisition

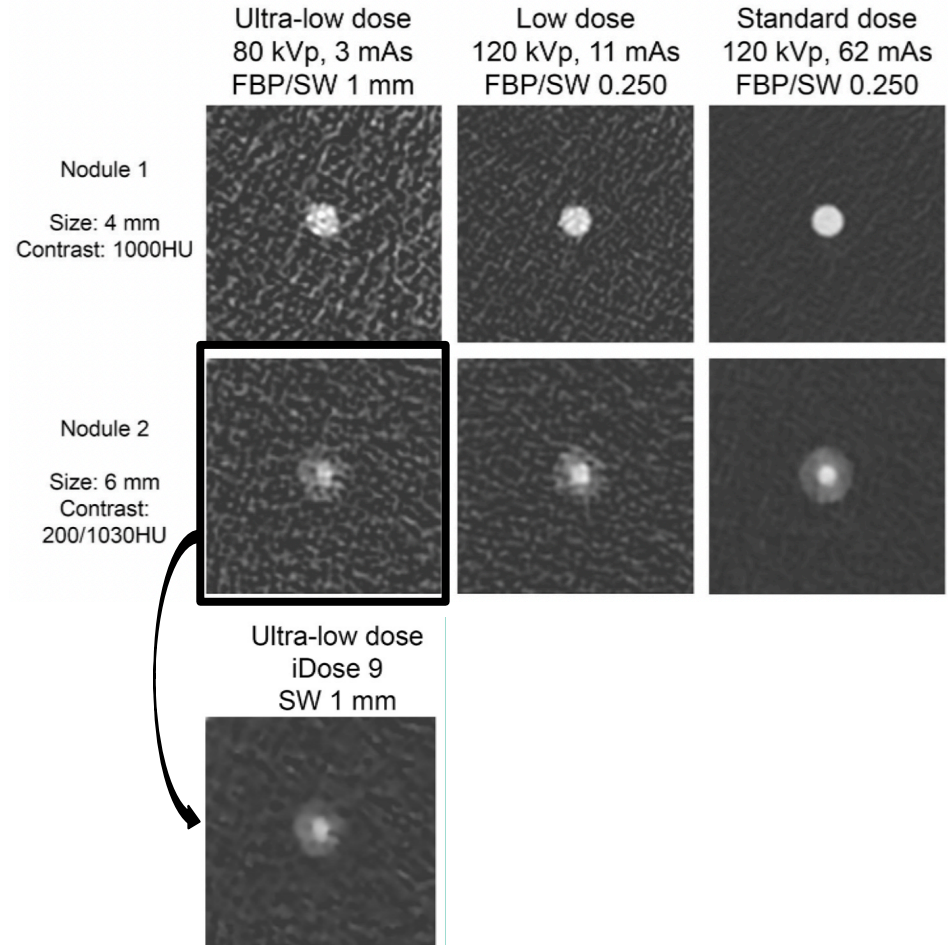
- 120 kVp, 63 mAs : standard
- 120 kVp, 11 mAs : basse dose
- 80 kVp, 3 mAs : ultra-basse dose
- Pitch : 1.03
- Temps de rotation : 0.33 s



Résultats – Imagerie du nodule

Reconstruction

- Matrice UHR à 1024, FOV à 300 mm
- Epaisseur de coupe : 0.25 mm pour basse et standard dose
- Epaisseur de coupe à 1 mm pour ultra-basse dose (80 kVp, 3 mAs)



Méthode – Imagerie chez l'Homme

Analyse QI subjective par 3 radiologues (lecture indépendante)

1. Conspicuité et netteté des structures suivantes
 1. VAD, scissures, vaisseaux distaux, paroi bronchique proximale;
 2. sur une échelle de 1 (inacceptable) à 5 (excellent)

2. Qualité globale
 1. sur une échelle de 1 (non évaluable) à 4 (interprétable sans bruit ni artéfact)

Matériel – Imagerie chez l'Homme

Volontaire de 60 ans avec un IMC à 30 kg/m²

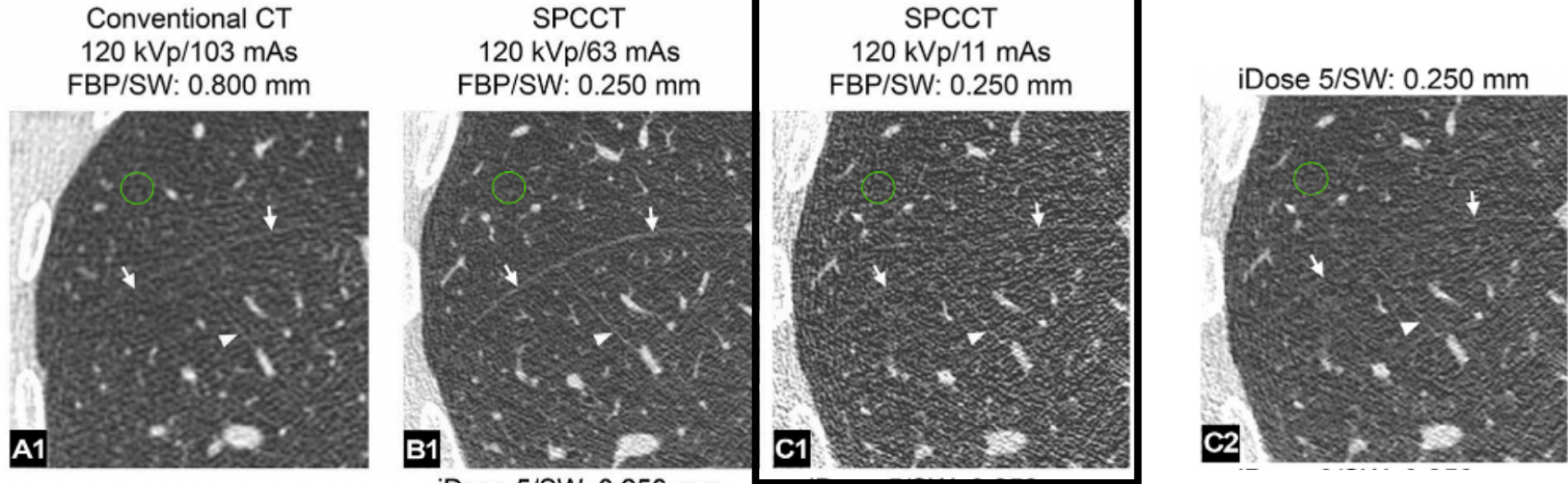
Acquisition à

- 120 kVp, 63 mAs : standard
 - 120 kVp, 11 mAs : basse dose
 - Pitch : 1.03
 - Temps de rotation : 0.33 s
-
- Reconstruction : Matrice 1024, FOV 300 mm, 0.25 mm épaisseur de coupe

Comparaison avec un scanner antérieur sur un Brilliance 64 (Philips) :

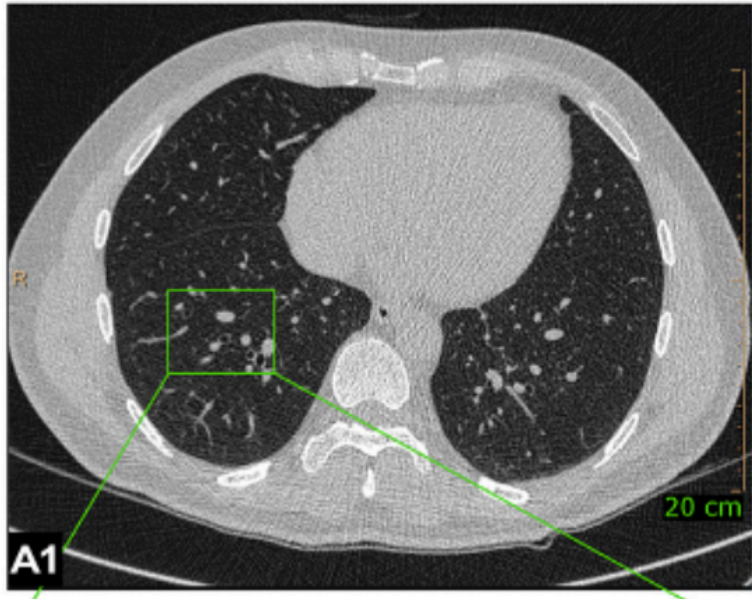
- à 120 kVp, 103 mAs
- Matrice 512, FOV 300 mm, 0.8 mm épaisseur de coupe

Résultats– Imagerie chez l'Homme

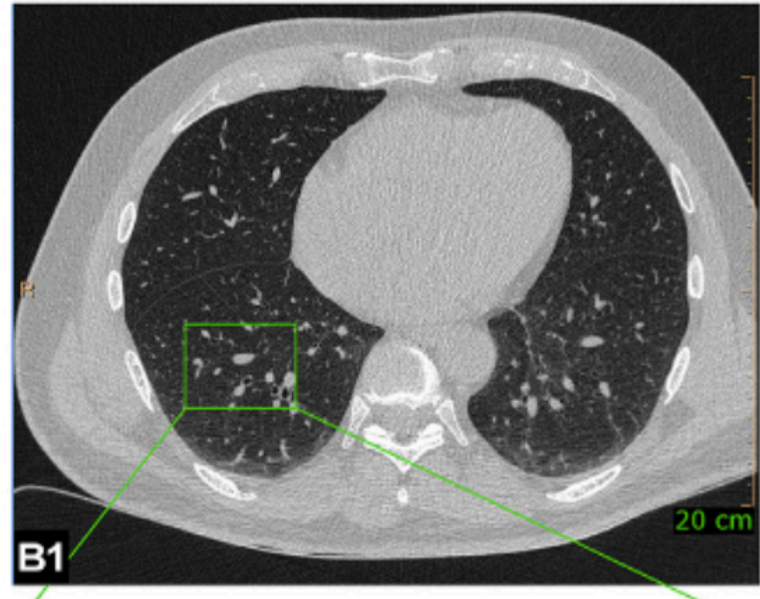


Résultats– Imagerie chez l'Homme

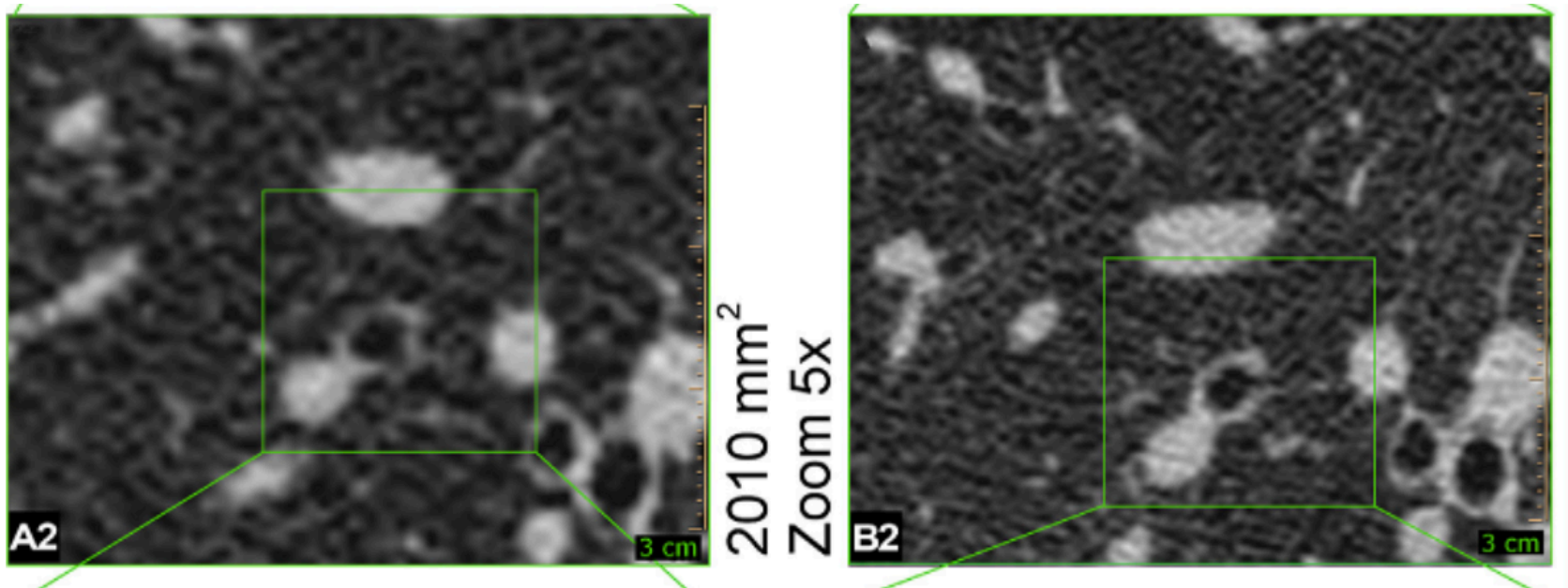
Conventional CT
120 kVp/103 mAs
FBP/SW 0.800 mm



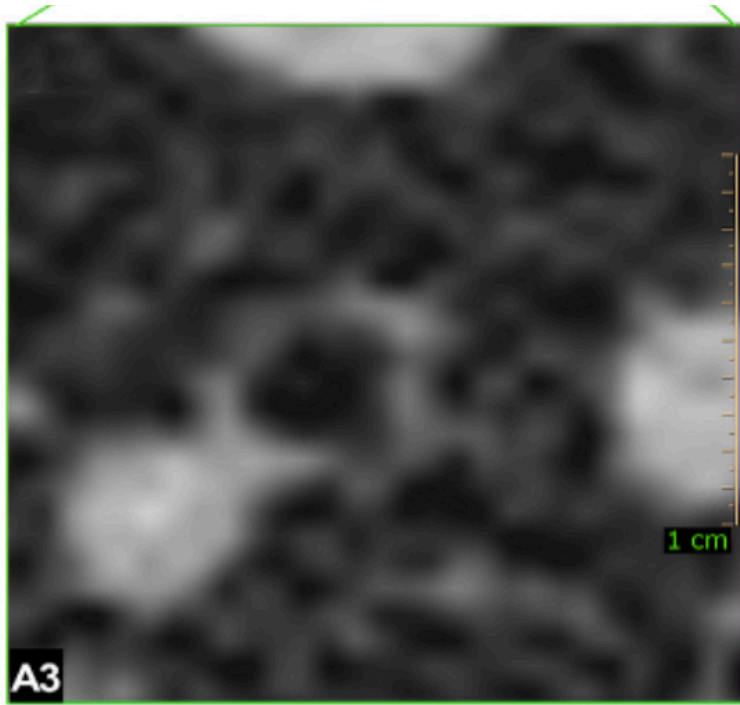
SPCCT
120 kVp/63 mAs
FBP/SW 0.250 mm



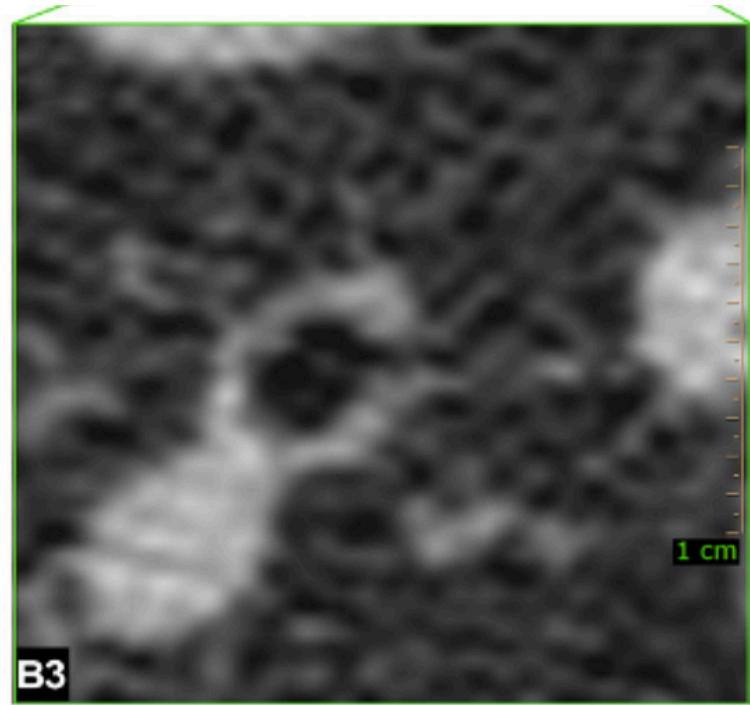
Résultats– Imagerie chez l'Homme



Résultats– Imagerie chez l'Homme



366 mm²
Zoom 15x

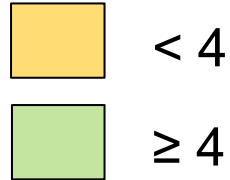


Résultats– Imagerie chez l’Homme

Table 3

Subjective image analysis of conventional and spectral photon-counting computed tomography (SPCCT) human lung imaging.

	Standard dose conventional CT	Standard dose SPCCT	Low dose SPCCT
Overall image quality	3	4	3
Noise image quality	3.7	5	3
Distal airways			
Conspicuity	3	5	2.7
Sharpness	2	4.3	2.7
Fissures			
Conspicuity	2.7	5	2.7
Sharpness	2	4.3	3
Proximal bronchial wall			
Conspicuity	3	5	4
Sharpness	3	5	3
Distal vessels			
Conspicuity	2.5	5	4
Sharpness	2.3	5	3.3



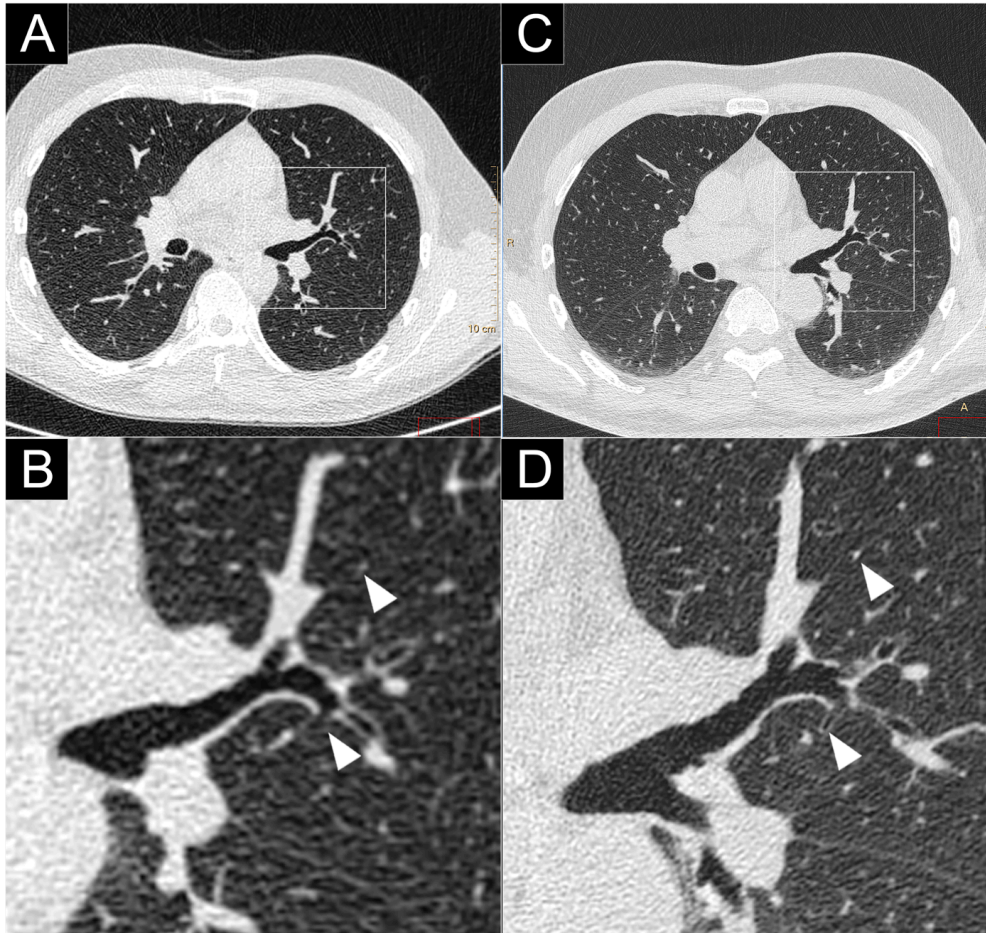
Data are expressed as mean score of the three different readers scores. Overall image quality was rated using a 4-points Likert scale (1: not evaluable, 4: fully interpretable with no artifacts or noise). Noise and lung structures image quality were rated using a 5-points Likert scale (1: unacceptable, 5: excellent).

SPCCT: spectral photon-counting computed tomography.

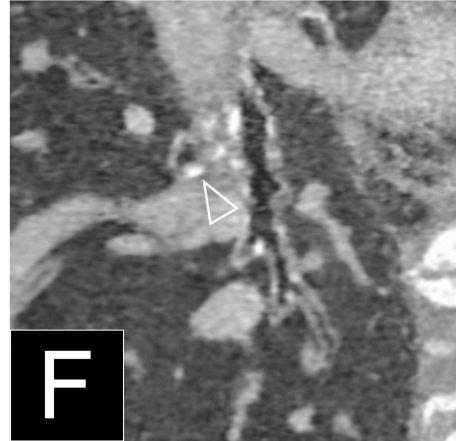
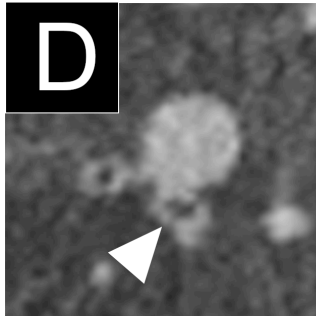
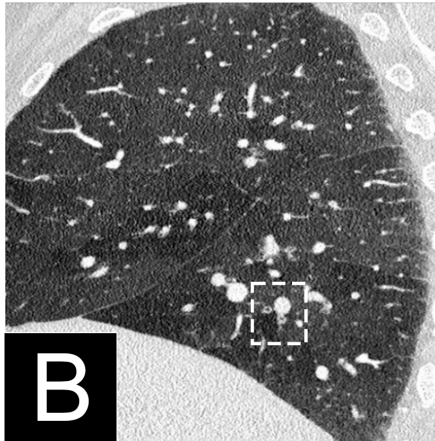
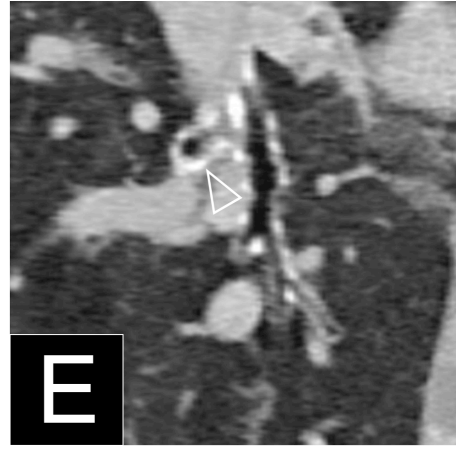
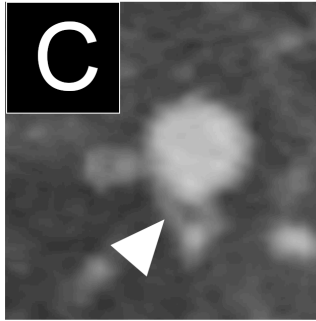
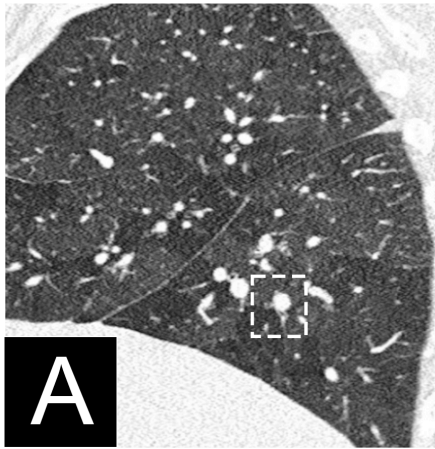
Conclusion

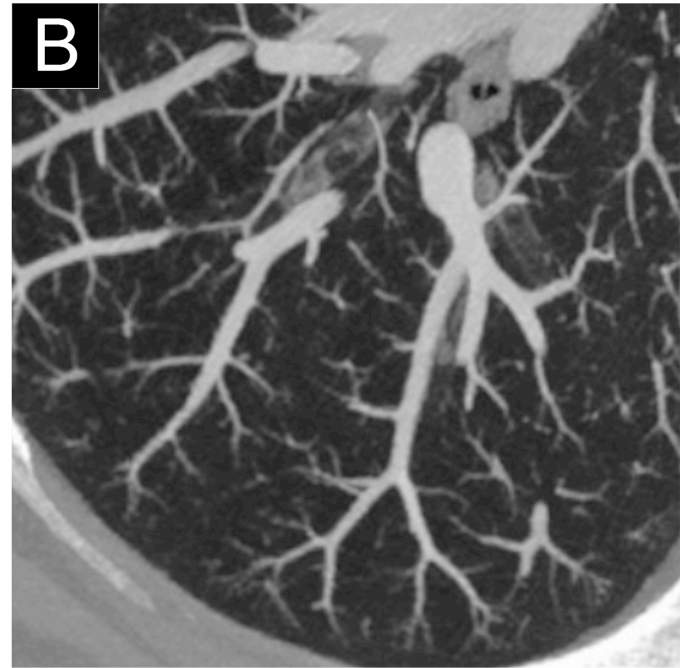
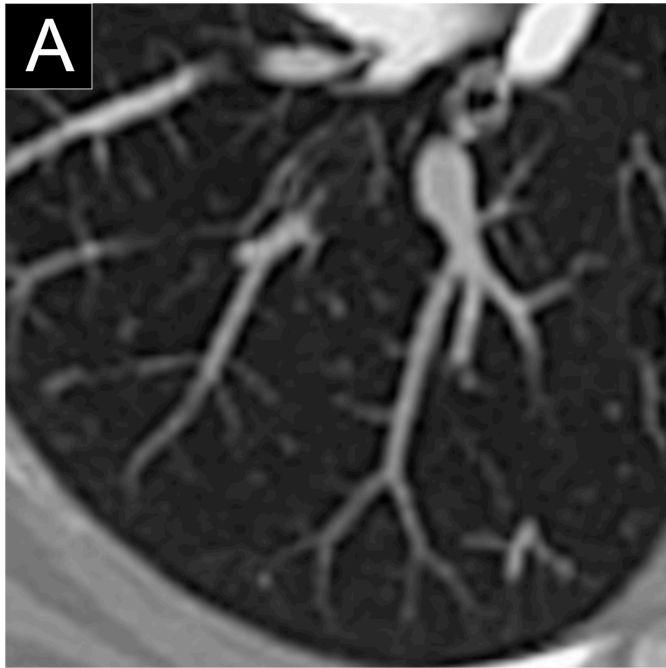
Faisabilité de l'imagerie pulmonaire en scanner spectral à comptage photonique

- Ultra-Haute Résolution en combinaison avec une réduction des doses de rayons X
- Imagerie du nodule à ultra-basse dose
- Imagerie des voies aériennes distales, de la trame vasculaire, des parois bronchiques à basse dose



S-Mohamed et al. Review: Spectral Photon-Counting CT technology in Chest Imaging. In revision. JCM 2021







MERCI POUR VOTRE ATTENTION

JFR 2021

S. Si-Mohamed (Lyon), S. Boccalini (Lyon)(co-auteur), P.-A. Rodesch (Lyon), T. Broussaud (Lyon), D. Riham (Lyon), M. Sigovan (Lyon), C. Philippe (Paris), Y. Yagil (Haïfa, Israël), L. Boussel (Lyon), P. Douek (Lyon)
Laboratoire CREATIS, Equipe cardiovasculaire
CNRS – INSERM – Université Lyon 1



CREATIS

