PHILIPS

Double couche

Le magazine de l'IQon

Des Unités Hounsfield, what else* ?

Après le beau succès de la première édition délivrée à l'occasion du VIII^{ème} symposium du scanner volumique, la revue de l'IQon va plus loin dans ce second numéro sur l'aspect unique de la technologie double couche.
Une première partie physique qui explique pourquoi l'IQon fonctionne sans compromis et utilise toutes les techniques de modulation et de réduction de dose disponibles pour délivrer à chaque fois de nombreuses informations additionnelles.
Une seule acquisition pour obtenir une série conventionnelle, rassurante pour le radiologue qui est habitué à une analyse à travers les différents contrastes de gris, mais également pour une nouvelle dimension avec la possibilité de reconstruire les séries spectrales à partir de cette même acquisition.

Nombreuses ont été les communications et publications lors du dernier ECR vantant l'intérêt de l'imagerie spectrale rétrospective. L'équipe universitaire de Cologne, très dynamiques, a déjà de nombreuses publications et projets sur cette nouvelle technologie. Les sites dédiés regorgent de nouveaux cas cliniques grâce à la disponibilité accrue de cette nouvelle imagerie chaque semaine (www.ctspectral.com ; clinical.netforum.healthcare.philips.com, spectral-ct.com…).
Nous analyserons quelques cas cliniques et nous verrons comment cette nouvelle imagerie spectrale impacte sur le diagnostic du patient et sa prise en charge

L'IQon Spectral CT assure à tous les patients, l'accès à une innovation des plus pertinentes en imageries d'urgences, en imageries oncologiques, en imageries cardiovasculaires et garantit que chaque irradiation apportera au diagnosticien imageur, toutes les informations nécessaires pour établir un diagnostic à partir d'examens de haute qualité.

Bonne lecture
Jérôme Prat

**Des Unités Hounsfield, quoi d'autres ?*

Sommaire

La technologie à détection spectrale
- Description de la technologie
- Caractère innovant de la technologie
- Mode d'action de la technologie
- Simplification du flux de travail

De nouvelles images cliniques
- Caractérisation d'une lésion
- Etude de faible dose de contraste injecté - 20ml seulement
- Améliorer la visibilité des lésions
- Imagerie de perfusion avec des cartes d'iode
- Hématome intra mural dans l'intestin grêle

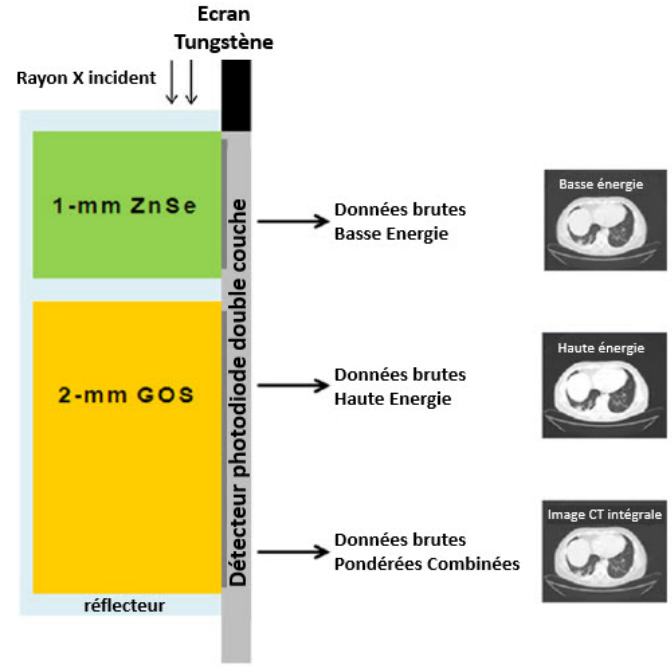
Impact clinique des images générées par la nouvelle carte spectrale : suppression du calcium
- Visualisation de la moelle osseuse en présence de lésions osseuses avec des images tomodensitométriques avec suppression du calcium

Recevoir les prochains numéros

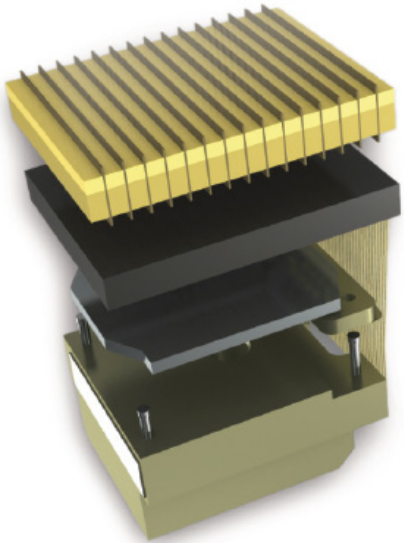
La technologie à détection spectrale

Dans quelques années, les plus jeunes radiologues retiendront cette date de 2016 comme étant l'introduction par Philips de l'IQon Spectral CT et de sa technologie unique à détection double couche, faisant ainsi bénéficier de l'imagerie spectrale à tous les patients.
Pertinence et qualité, le premier examen doit être le bon. L'IQon Spectral CT répond autant à l'exigence du juste soin, qu'à sa pertinence du soin ainsi qu'à la donnée financière.

Description de la technologie[i]



Vue schématique du détecteur double couche de Philips Healthcare



Détecteur NanoPanel Prism

Le détecteur Nano Panel Prism est composé de 2 couches comme le montre le schéma ci-dessus et permet des mesures simultanées des atténuations à hautes et basses énergies. Les valeurs sont dites isopédiques : l'acquisition des 2 atténuations permettant l'imagerie spectrale se fait sans aucun décalage temporel ou spatial.
Le détecteur est constitué d'un agencement en mosaïque 3D dans lequel chaque module contient trois composants hautement intégrés :
• Scintillateurs: scintillateur à base d'Yttrium sur la couche supérieure pour la détection des rayons X de faibles énergies, et scintillateur à couche d'oxysulfure de gadolinium (GOS) sur la couche inférieure pour la détection des rayons X d'énergies plus élevées.
• Fine photodiode à éclairage frontal (FIP), placée verticalement (perpendiculairement à la surface du détecteur); la photodiode se trouve sous la grille anti-diffusion pour ne pas dégrader l'efficacité géométrique globale du détecteur
• Circuit intégré spécifique à l'application (ASIC) pour la conversion analogique-numérique
La série de détecteurs Nano Panel Prism sur le scanner IQon offre actuellement une couverture de 4 centimètres, avec une épaisseur de coupe minimale de 0,625 mm à l'isocentre et supportant un temps de rotation aussi rapide que 0,27 secondes.

Caractère innovant de la technologie

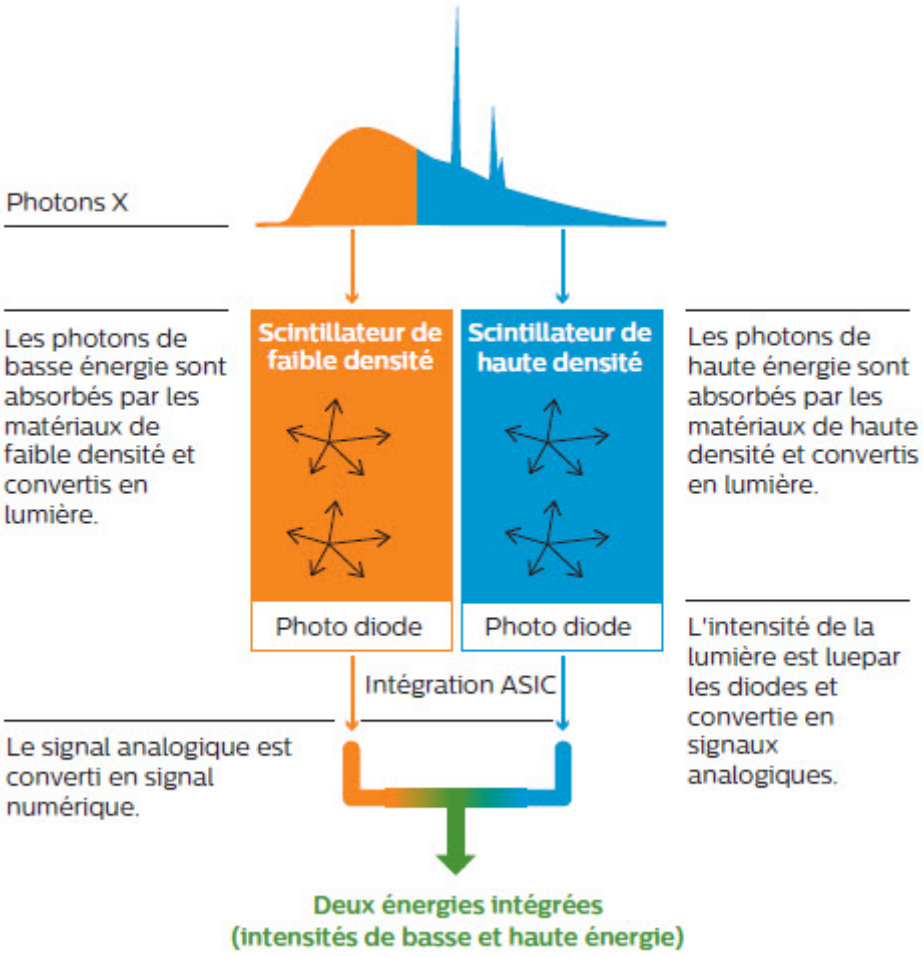
L'imagerie spectrale ajoute aux informations anatomiques, la capacité d'identifier et de caractériser les structures et les tissus en fonction de leur composition chimique.
Tout comme la lumière blanche est constituée d'un spectre de couleurs, le faisceau de photons X produit par les tubes à rayons X des tomodensitomètres est composé d'un spectre de photons avec une large gamme d'énergies.
Le détecteur spectral Philips IQon a la capacité de distinguer simultanément les photons X de haute et basse énergie. Cette analyse spectrale permet de discriminer des matériaux constitués de numéros atomiques spécifiques, tels que l'iode ou le calcium.
Différents éléments peuvent ainsi être assignés à des couleurs différentes, ce qui leur permet d'être distingués visuellement sur les images scanners.

Comprendre la technologie du détecteur spectral et son impact sur l'imagerie CT

Le système de détection est l'un des trois aspects qui a le plus grand impact sur la qualité d'image en CT (les deux autres sont la source de rayons X et les algorithmes de reconstruction d'image).
La technologie du système de détection spectrale de l'IQon est la première en son genre, permettant la caractérisation des structures en fonction de leur composition combinée à une faible dose de rayons X et à un flux de travail simple.
Les premières tentatives d'acquisitions multi-énergies ont reposé sur la modification de l'émission de la source de rayons X et 2 acquisitions avec 2 spectres de rayons X différents, mais ces techniques nécessitent des compromis affectant la qualité de l'image, ajoutent des pénalités de dose et de façon non négligeables des contraintes sur le flux de travail. L'approche du détecteur spectral de Philips pour la détection multi-énergie permet aux cliniciens de se concentrer sur l'analyse de toutes les données disponibles, sans compromis sur la qualité des images obtenue, la dose délivrée au patient et sur le flux de travail. Un seul objectif : établir un diagnostic fiable et rapide pour faciliter la prise en charge du patient.
Grâce au système unique à double couche de scintillateurs, les données de haute et basse énergie peuvent être obtenues simultanément dans le temps et dans l'espace au niveau du détecteur, préservant le temps de balayage des meilleurs scanners conventionnels et améliorant l'intégrité des données et éliminant les problèmes liés au mouvement des techniques non parfaitement simultanées.

L'utilisation de l'imagerie mono énergétique spectrale réduit les artefacts d'image, tels que le durcissement du faisceau, et améliore la visualisation (signal) des matériaux rehaussés de produits de contraste.

Le schéma de principe de la détection spectrale à double couche est représenté sur la figure ci-dessous.



Mode d'action de la technologie

Les scintillateurs convertissent les rayons X en lumière, et les photodiodes convertissent cette lumière en un signal électrique.
Les conditions pour le scintillateur sont parmi les plus exigeantes de tous les outils d'imagerie médicale actuels : rendement optimal de conversion des rayons X, bonne correspondance spectrale avec le photo-détecteur, facilité d'utilisation.
Le détecteur Nano Panel Prism est capable de détecter simultanément dans le temps et dans l'espace, avec une dispersion intra-couche négligeable.
Des avantages supplémentaires découlent de la division du spectre : comme chaque spectre d'énergie de rayons X séparé est plus restreint que celui qui est combiné, il y a une réduction additionnelle du bruit photonique et du durcissement du faisceau.
La variance de chacun des deux spectres individuels est également inférieure à celle du spectre combiné.
Une bonne stabilité thermique des détecteurs GOS et des scintillateurs à base d'Yttrium, associées à une conception robuste, contribuent à une performance hautement stable. Le niveau de rémanence des scintillateurs est suffisamment faible pour ne pas avoir d'incidence sur l'image CT. Par conséquent, aucune correction de rémanence supplémentaire n'est nécessaire pour obtenir une bonne qualité d'image conventionnelle et en imagerie spectrale[ii].

Simplification du flux de travail

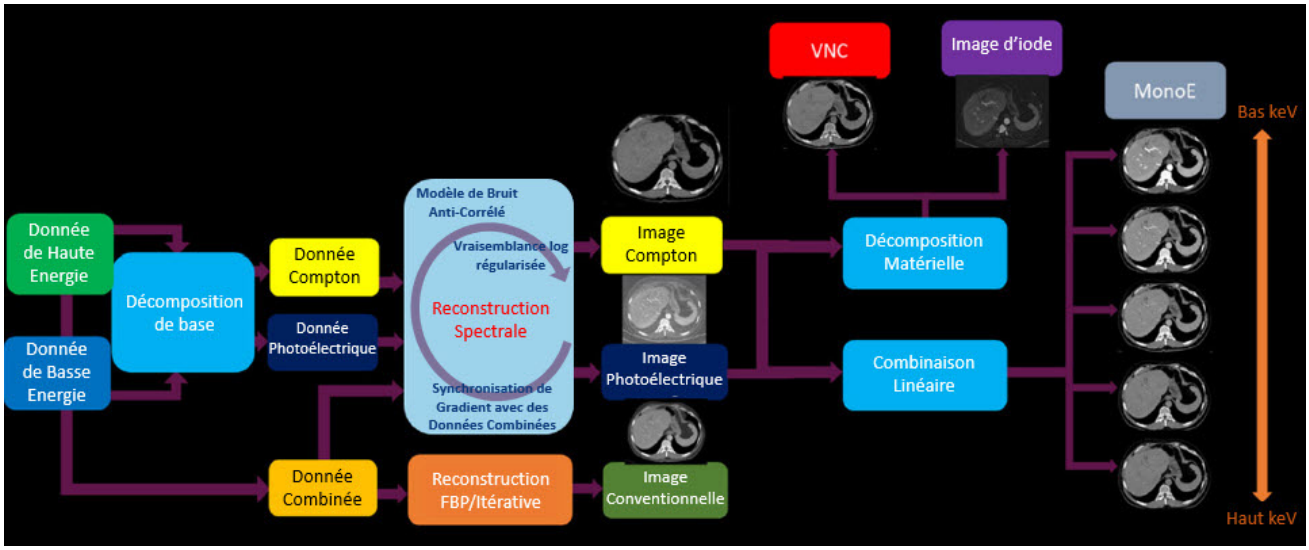
Le mode d'acquisition peut offrir des protocoles CT avec des cartes d'acquisitions automatiquement en mode conventionnel et en mode spectral. Les puissances de calculs des reconstructeurs sont spécifiquement conçues pour fournir la vitesse de reconstruction qui permet aux algorithmes itératifs de dernière génération d'être utilisé de façon routinière.
La combinaison des signaux des 2 couches permet d'obtenir une imagerie de scanner conventionnel sans compromis.
La performance technologique des détecteurs multicouches ont la capacité de séparer les basses énergies et les hautes énergies.

$$\mu(E) = \mu_p(E) + \mu_c(E)$$

L'atténuation linéaire des tissus mesurée en UH est composé principalement de 2 interactions microscopiques entre les photons X et les tissus : l'effet photoélectrique dominant aux basses énergies et le diffusé Compton dominant aux hautes énergies.

$$\mu(E) = \mu_P(E) + \mu_c(E) = \alpha_P f_P(E) + \alpha_c f_c(E)$$

Les différents tissus sont caractérisés par une unique paire de paramètres d'atténuation (α_P, α_c). Ces tissus qui peuvent présenter les mêmes valeurs de UH dans un scanner conventionnel peuvent être maintenant caractérisés systématiquement grâce aux 2 mesures d'atténuations à 2 énergies différentes obtenues en utilisant le CT Double couche.



Le diagramme montre la technique de génération d'image à partir du scanner double couche. La combinaison des données des deux couches donne des images conventionnelles. L'analyse spectrale des données provenant des deux couches permet de générer des paires de base d'atténuations photoélectrique et Compton. La combinaison de ces deux images de base donne des images mono énergétiques virtuelles, tandis que la décomposition en paire de matériaux donne des images de la densité d'iode, et des images virtuellement sans contraste[iii].

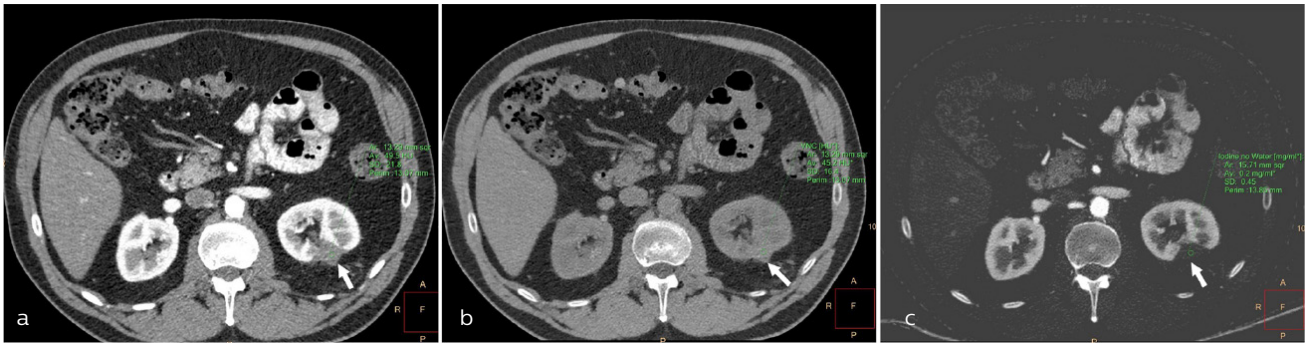
De nouvelles images cliniques[iv]

Toutes les techniques de modulation de dose disponibles avec l'imagerie conventionnelle sont applicables avec l'IQon Spectral CT.

Image type	Mécanisme de génération	Utilisation clinique
Conventionnelle (polyénergétique/ routine diagnostique)	Données de l'ensemble des couches considérées comme un détecteur monocouche	Diagnostic de routine pour tous les cas
Densité d'iode	Décomposition du matériel avec les pixels représentant l'iode	Visualisation et quantification de l'iode dans les vaisseaux et les organes d'intérêt
Virtuel sans contraste (VNC)	Décomposition du matériel et élimination des pixels contenant l'iode	Caractérisation des lésions telles que les kystes/masses rénaux, les nodules surrénaux, les nodules pulmonaires... Suppression de la dose d'irradiation en éliminant le besoin d'un vrai sans injection
Acide urique	Décomposition du matériel avec la représentation de pixels contenant de l'acide urique	Caractérisation des calculs urinaires
Nombre atomique effectif	Décomposition du matériel avec le codage couleur en fonction du numéro atomique	Caractérisation des tissus
Viruel Mono Energie (VMI)	Combinaison linéaire de paires de bases pour des images de 40 à 200 keV	Faible MonoE : contraste vasculaire amélioré Haute MonoE : diminution des artefacts
Mono énergie équivalent (à 120 kVp)	Image VMI donnant des valeurs d'atténuation équivalentes aux images conventionnelles d'une acquisition à 120 kVp	Mêmes mesures d'Unités Hounsfield qu'une image conventionnelle à 120 kV mais avec une meilleure qualité d'image (moins de bruit et pas d'artefacts de durcissement de faisceau)

Caractérisation d'une lésion

L'intérêt d'une reconstruction spectrale rétrospective est d'avoir accès à une imagerie multiparamétrique à partir d'une seule hélice, ce qui améliore la confiance diagnostique dans la caractérisation des lésions.



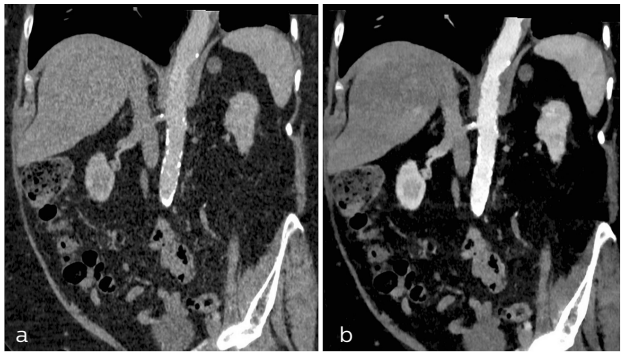
a. Imagerie conventionnelle en routine clinique à 120kV, modulation de dose. Mise en évidence d'une lésion hypo atténuante bien définie dans le rein gauche (flèche), qui a une atténuation moyenne de 49,5 UH, ce qui est trop élevé pour un simple kyste. Cela peut être un kyste compliqué ou une lésion solide rehaussée par le produit de contraste.
b. Reconstruction VNC montre que l'atténuation de la lésion (flèche) est de 45,2 UH, indiquant que l'atténuation élevée était inhérente la densité du tissu et non à une prise de contraste d'iode.
c. La carte d'iode au même niveau confirme ce qui précède, avec une absorption d'iode insignifiante (0,2 mg / ml) dans la lésion (flèche).

Cette association de résultats aide à diagnostiquer cette image comme un kyste rénal complexe plutôt qu'un rehaussement de la masse solide, sans nécessité d'un examen complémentaire.

La pertinence de l'examen sur l'IQon Spectral CT offre un lien direct entre qualité, sécurité et efficience.

Etude de faible dose de contraste injecté - 20 ml seulement

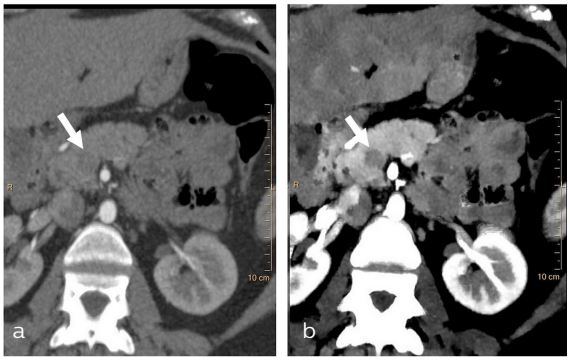
Nombreux articles relatent l'intérêt de diminuer les volumes de contraste de 50% en angio CT et de travailler en imagerie VMI 50keV pour maintenir un rapport contraste sur bruit comparable ou supérieur à une série polychromatique conventionnelle[v].



a. Reconstruction coronale à 120 kVp : image de scanner conventionnel chez un patient qui a reçu seulement 20 ml de contraste intraveineux et qui montre une faible opacification du contraste de l'aorte abdominale ainsi que les organes parenchymateux.
b. Imagerie virtuelle à 40 keV au même niveau qui montre une amélioration significative du contraste vasculaire dans l'aorte abdominale. Ainsi, le VMI à faible énergie permet l'utilisation d'une faible dose de contraste, ce qui est utile chez les patients souffrant de dysfonctionnement rénal sévère.

L'IQon Spectral CT met au premier plan l'intérêt du patient et contribue à renforcer précision et confiance diagnostique.

Améliorer la visibilité des lésions

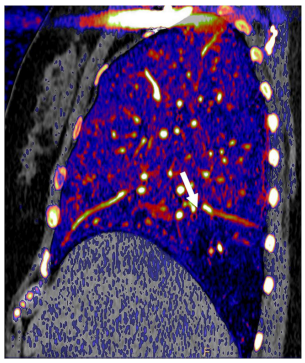


a. Reconstruction axiale à 120 kVp : image de scanner conventionnel qui montre une lésion hypoatténuante mal définie dans la tête du pancréas (flèche)
b. VMI de 50 keV au même niveau montre une excellente opacification du pancréas, avec une amélioration notable de la définition de la lésion de la tête pancréatique hypoatténuante (flèche)

Grâce à l'imagerie spectrale rétrospective, le radiologue a pu préciser rapidement son diagnostic clinique au bénéfice de son patient.

L'imagerie spectrale permet de mieux repérer, mieux dépister et de mieux prendre en charge de façon précoce les pathologies chroniques.

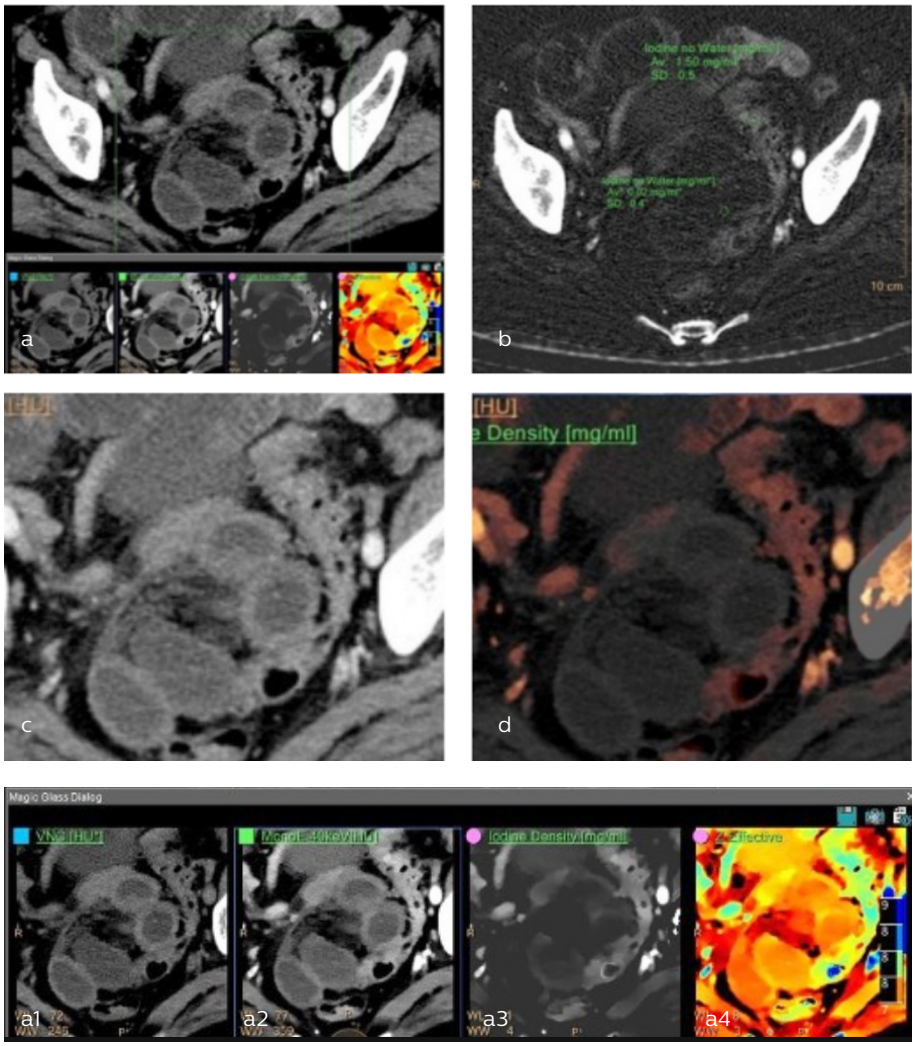
Imagerie de perfusion avec des cartes d'iode



Une image de superposition d'iode sagittale chez un patient souffrant de douleur thoracique aiguë montre un défaut de perfusion en forme de coin dans le lobe inférieur droit (flèche), ce qui est compatible avec une embolie pulmonaire aiguë alors que l'angio CT chez ce patient ne révélait pas clairement le caillot.

Hématome intra mural dans l’intestin grêle[vi]

Femme âgée aux antécédents de douleurs abdominales sur qui on recherche une diverticulite.



a. Reconstruction axiale à 120 kVp : image de scanner conventionnel avec résultats spectraux sous format 4 vues :

- a1 : Imagerie virtuelle sans contraste
- a2 : Imagerie MonoE 40 keV
- a3 : Densité d’iode
- a4 : Composition atomique : numéro atomique effectif (Z effectif)

b. L’imagerie conventionnelle exclue toute diverticulite et montre des signes d’iléus. Il n’y a aucun signe d’ischémie de la paroi intestinale.
c. L’image iode sans eau associée à l’image VNC (A1) et densité d’iode (A3) montre un hématome intramural bien identifié dans la zone de l’intestin grêle.
d. Superposition de densité d’iode

L’imagerie spectrale rétrospective a permis au radiologue une détection précoce qui a amélioré les résultats pour le patient.

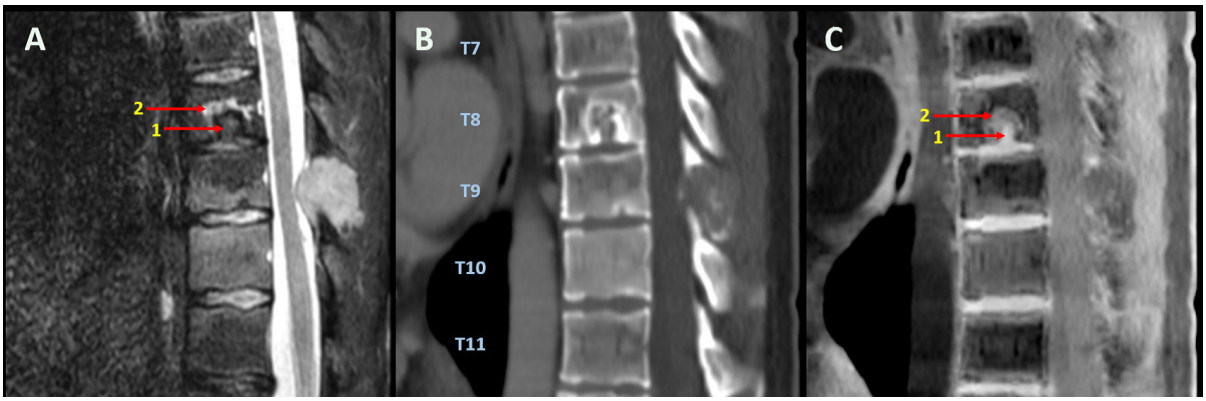
Garantir la pertinence de l’examen, c’est améliorer la qualité des services et limiter les dépenses évitables.

Impact clinique des images générées par la nouvelle carte spectrale : suppression du calcium[1]

Le scanner IQon Spectral CT de Philips fournit des informations cliniques conventionnelles et spectrales en un seul balayage à l'aide des détecteurs double couche IQon. Le détecteur spectral IQon, simultanément dans le temps et dans l'espace, fait la distinction entre les photons X de haute et basse énergies nécessaires pour générer des images spectrales. Le scanner est capable de générer des types d'images spectrales prospectives et rétrospectives reconstruites grâce à des algorithmes spectraux avancés.
Les données d'images spectrales ont le potentiel d'informations cliniques supplémentaires pour l'imagerie CT conventionnelle.
L'image de suppression de calcium (CaSupp) est un nouveau type d'image spectrale basé sur les Unités Hounsfield. Dans cette image, les voxels contenant du calcium sont supprimés et remplacés par des valeurs HU virtuelles aussi proches que possible des HU attendues sans contribution de calcium à l'atténuation.

Visualisation de la moelle osseuse en présence de lésions osseuses avec des images tomodensitométriques avec suppression du calcium

Des anomalies sous-jacentes de la moelle osseuse en présence de lésions osseuses peuvent être masquées en imagerie CT classique, ce qui fait de l'IRM la modalité de choix car elle est plus précise et sensible dans le diagnostic des lésions osseuses.
Un homme de 35 ans diagnostiqué avec un hémangio-pericytome (HPC) et des métastases osseuses ostéolytiques ostéoblastiques diffuses a subi une chimiothérapie et une radiothérapie. La dernière IRM a montré un œdème de la moelle osseuse et une métastase diffuse au niveau de T12. L'atteinte de la moelle osseuse n'a pas été prouvée lors de la tomodensitométrie de suivi réalisée cinq jours avant l'IRM.



A. Sagittal (STIR) IRM montre métastase vertébrale T8 (flèche 1) avec l'implication d'un œdème de la moelle osseuse (flèche 2)
B. Image d'un scanner conventionnel image montre une anomalie osseuse T8 sans aucune information supplémentaire concernant l'atteinte de la moelle osseuse.
C. L'image CaSupp montre une indication de lésion osseuse (flèche 1) avec atteinte de la moelle osseuse (flèche 2) en corrélation avec l'image IRM

[1] La carte de suppression du Calcium est une option

Dans cette étude de cas, nous montrons l'avantage clinique de la carte CaSupp pour aider le clinicien dans la visualisation de l'anomalie de la moelle osseuse après la suppression osseuse. Il est clairement identifié la présence de lésions osseuses dans la colonne vertébrale. Les images spectrales sont comparées aux images tomodensitométriques conventionnelles ainsi qu'aux images IRM de la séquence STIR.
L'image de suppression de calcium (CaSupp) peut aider le clinicien dans la visualisation des anomalies de la moelle osseuse en fournissant des informations supplémentaires et peut aider à mieux identifier l'atteinte lorsque des métastases osseuses sont présentes.

CONCLUSION

Facilité d'utilisation, diminution de la dose, intérêt clinique, bénéfice patient, chaque examen fait sur l'IQon bouleverse les protocoles en proposant une palette de nouveaux outils qui garantira la pertinence de l'examen scannographique et améliorera l'efficience de l'examen diagnostique.

Références

[i.] Efrat Shefer et al. State of the Art of CT Detectors and Sources: A Literature Review. Curr Radiol Rep (2013) 1:76–91

[ii.] Hojjati M et al. Quality of routine diagnostic abdominal images generated from a novel detector-based spectralCT scanner: a technical report on a phantom and clinical study. Abdom Radiol (NY). 2017 Nov;42(11):2752-2759

[iii.] Negin Rassouli et al. Detector-based spectral CT with a novel dual-layer technology: principles and applications. Insights Imaging. 2017 Dec;8(6):589-598

[iv.] Negin Rassouli et al. Detector-based spectral CT with a novel dual-layer technology: principles and applications. Insights Imaging. 2017 Dec;8(6):589-598

[v.] Tsang DS et al. Quantifying potential reduction in contrast dose with monoenergetic images synthesized from dual-layer detector spectral CT. Br J Radiol. 2017 Oct;90(1078):20170290.

[vi.] Netforum Community – Courtoisy GZO Spital Wetzikon

DANS LE PROCHAIN NUMERO

Le bruit en imageries spectrales
Nouveaux cas cliniques
Témoignages

RECEVOIR LES PROCHAINS NUMEROS

Vous souhaitez recevoir les prochains numéros au format digital ?

Recevoir le magazine Double Couche

Save the date!

Friday & Saturday
28 & 29 September 2018

14th MDCT user meeting

Brussels, Belgium

This dynamic, educational MDCT user Meeting, comprised of scientific plenary sessions combined with hands-on clinical workshops.

Don't miss this exciting opportunity to learn, share, meet, and engage with other CT users from different parts of the world, coming together in Brussels, Belgium. We encourage you to save the date and see your Philips representative later for website address and registration details.

Looking forward to seeing you in Brussels.

Chairman
Emmanuel Coche MD PhD
Professor of Radiology
Head of Department of Radiology

Cliniques Universitaires
St-Luc Brussels, Belgium

Cliniques universitaires SAINT-LUC UCL BRUXELLES

Le scanner IQon Spectral CT est un dispositif médical de classe IIb fabriqué par Philips et dont l'évaluation de la conformité a été réalisé par l'organisme notifié TUV Rheinland 0197. Il est destiné au diagnostic médical par imagerie tomodensitométrique. Les actes diagnostiques sont pris en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations. Lisez attentivement la notice d'utilisation. Avril 2018

© 2018 Koninklijke Philips N.V. Tous droits réservés. Philips et le logo Philips en forme d'écusson sont des marques déposées de Koninklijke Philips N.V. . Toutes les marques sont la propriété de leurs propriétaires respectifs.

www.philips.fr