

**Avec l'arrivée du scanner spectral,  
quels sont les changements dans la  
pratique quotidienne des TRM ?**

**Travail de Bachelor**

**Contardi Liliana**

*N° matricule: 16871055*

**Mancini Lisa**

*N° matricule: 16872368*

**Nesimi Lindita**

*N° matricule: 13334099*

Directeur: Zoni Frédéric - TRM et chargé de cours HES

Membre du jury: Thierry Vermot-Gaud - Maître d'enseignement HES

**Genève, septembre 2019**

## AVERTISSEMENT

La rédaction et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de ses auteures et en aucun cas celle de la Haute Ecole de Santé Genève, du Jury ou du Directeur ou Directrice de Travail de Bachelor.

Nous attestons avoir réalisé seules le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste des références bibliographiques.

Genève, Septembre 2019

Contardi Liliana

Mancini Lisa

Nesimi Lindita

## Résumé

**Objectifs:** Le scanner spectral est une technologie apparue il y a moins de 20 ans en radiologie. Il n'est pas encore présent partout et se trouve principalement dans les cliniques ou hôpitaux universitaires. Notre étude a pour but d'évaluer les changements dans la pratique quotidienne du Technicien en Radiologie Médicale au scanner (CT) avec l'arrivée du scanner spectral.

**Méthodologie:** Afin de récolter des informations du terrain, nous avons effectué deux entretiens semi-directifs de TRMs ayant connus l'arrivée du scanner spectral dans leur service. Nous avons sélectionné deux personnes ressources pratiquant sur des scanners de constructeurs différents afin de comparer les multiples techniques de scanners spectraux. Nous avons eu comme interlocuteurs un TRM travaillant sur un scanner spectral Philips et une TRM exerçant sur deux constructeurs différents: GE et Siemens. Afin d'organiser et aider à la réalisation de ces interviews, nous avons adapté le guide Calgary TRM au scanner pour ensuite comparer chaque étape avec la pratique sur le scanner spectral.

**Résultats :** Nous avons constaté que la pratique du TRM au CT n'est pas fondamentalement bouleversée. En effet, celle-ci reste inchangée pour les phases allant de l'accueil du patient à la programmation de l'examen sur la console. Selon les indications, le scanner spectral est paramétré à cette étape-là. Après une acquisition dans la même position qu'un CT classique, les reconstructions spectrales sont souvent automatiques et prennent plus de temps à se reconstruire au vu du nombre de data, supérieur aux images conventionnelles. Selon les informations récoltées, les médecins radiologues ne demandent que très peu d'images spectrales : ce sont parfois les TRM qui tentent de valoriser les applications de cette technique auprès de ceux-ci. Les radiologues et TRM sont quelques peu déçus de la qualité de l'image de ces acquisitions et de l'irradiation qui paraît augmentée.

**Conclusion :** Il semble que le scanner spectral n'ait pas convaincu les radiologues et ne constitue pas l'avenir du CT traditionnel. Le spectral est perçu plutôt comme un complément aux images scanner standards, répondants à une "meilleure qualité d'image" pour les radiologues, la grande majorité y étant habitués. Le spectral n'est cependant pas une technologie à abandonner et démontre, par ces applications malheureusement peu mises en pratique, soit par manque de temps ou d'intérêt, des méthodes permettant d'améliorer la routine du TRM. Citons parmi tant d'autres exemples, l'amélioration du réhaussement des

structures après injection d'un volume réduit de produit de contraste iodé ou bien la détection facilitée des embolies pulmonaires.

Cette technique tend à se perfectionner en démontrant sa plus-value par rapport à des logiciels d'atténuation d'artéfacts existants, en permettant d'ôter du matériel métallique spécifique.

La double énergie offre au TRM la perspective d'affirmer ses compétences et d'aller au-delà de sa routine en poussant sa réflexivité afin d'offrir des images innovantes aux médecins radiologues.

**Mots clés :** Dual energy, CT Spectral, kV-switching, Fast switching, Sequential acquisition, Twin beam dual energy, Dual source CT, Dual layer, Blended polychromatic images, Virtual monochromatic energy images (VNC), Guide-Calgary

# Remerciements

En prélude à ce mémoire, nous souhaitons adresser nos remerciements tout particulièrement aux personnes ayant contribué à l'élaboration de celui-ci.

En premier lieu, Madame Laurence Seferdjeli, responsable du module de professionnalisation et Travail de Bachelor, pour nous avoir soutenues, guidées et nous avoir fourni les outils pour orienter notre travail.

Ensuite, nous voudrions remercier Monsieur Frédéric Zoni, responsable du module de scanner, notre directeur de mémoire, pour son écoute, ses conseils, ses clarifications sur le scanner spectral ainsi que son investissement, conjoint au notre, pour trouver des contacts disponibles et possédant un scanner spectral, pour réaliser nos interviews.

Nous voudrions également remercier les TRMs ayant participé et ayant consacré du temps à notre projet pour nos interviews.

Enfin, nous adressons notre gratitude à nos proches et amis, nous ayant soutenues et encouragées tout au long de notre cursus et durant la réalisation de ce projet de fin d'études.

# Table des matières

<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Présentation	1
1.2 Problématique	1
<b>2. Cadre théorique</b>	<b>2</b>
2.1 Le scanner classique	2
2.2 Le scanner spectral	11
2.2.1 Principe physique du scanner spectral	12
2.2.2 Technologies selon les constructeurs	15
2.2.2.1 GE Healthcare: kV-switching	15
2.2.2.2 Canon: Double passage avec deux énergies	16
2.2.2.3 Siemens Healthineers: Bitube	17
2.2.2.4 Philips : détecteur bi-couche	19
2.2.3 Avantages	20
2.2.4 Inconvénients	23
2.2.5 Applications cliniques illustrées	24
2.2.5.1 La goutte	24
2.2.5.2 Les lithiasés	25
2.2.5.3 Carte en Z	25
2.2.5.4 Images à bas keV	26
2.2.5.5 Virtual Non Contrast (VNC)	29
2.2.5.6 Carte en Iode	30
2.2.5.7 Quantification en iode	31
2.2.5.8 Images à hauts kV : Atténuation des artéfacts	32
<b>3. Pratique des TRM au CT</b>	<b>33</b>
3.1 Présentation du Guide Calgary TRM	33
3.2 Le Guide Calgary TRM adapté au CT classique	34

<b>4. Méthodologie</b>	<b>40</b>
4.1 Instruments de recherche	40
4.2 Elaboration du guide d'entretien	40
4.3 Choix du groupe cible	41
4.4 Organisation des entretiens	44
4.5 Entretiens	42
<b>5. Analyse des données</b>	<b>43</b>
5.1 Formation des TRM	43
5.2 Préparation de l'examen, accueil et installation du patient	44
5.3 Réalisation de l'examen	45
5.4 Post-traitement	47
5.5 Inconvénients de la méthode spectrale selon les TRM	50
5.6 Avis des radiologues	51
5.7 Perspectives de collaboration TRM - Médecin radiologue	53
5.8 Avenir du CT Spectral	54
5.9 Limites de l'étude	56
<b>6. Conclusion</b>	<b>57</b>
<b>7. Bibliographie</b>	<b>62</b>
<b>8. Annexes</b>	<b>66</b>
8.1 Annexe 1: Interviews transcrites	66
8.1.1 Entretien n°1	83
8.1.2 Entretien n°2	86
8.2 Annexe 2: Formulaires	115
8.3 Annexe 3: Articles et ouvrages de références	119
8.3.1 Guide Calgary Cambridge	119
8.3.2 Guide Calgary Cambridge adapté aux TRM	128

# 1. Introduction

## 1.1 Présentation

Le CT (Computed Tomography) spectral, scanner à double énergie, ou Dual Energy Computed Tomography (DECT) en anglais, est une technologie qui est apparue, il y a un peu moins de 20 ans, au milieu des années 2000. Les premières machines ayant développé cette technique furent celles de General Electric (GE) et Siemens (Zoni. F, La Gazette de la SR. 2018).

Bien que son fonctionnement de base corresponde à celui d'un scanner classique, de multiples différences peuvent être notées. Il contient diverses applications spectrales qui permettent pour certains examens d'affiner le diagnostic.

Dans ce travail, nous allons nous intéresser à l'impact qu'ont ces nombreuses différences et sur les changements qui auraient pu intervenir avec l'arrivée des scanner spectraux sur la pratique du Technicien en Radiologie Médicale<sup>1</sup> (TRM).

## 1.2 Problématique

Le scanner spectral est une technologie innovante. C'est une technique qui est de plus en plus utilisée depuis quelques années et qui possède plusieurs avantages dans la pratique médicale, qui pourraient notamment également contribuer à l'évolution de la pratique du TRM lors de la réalisation des examens CT. Nous aimerions savoir si cette technique se propage de plus en plus dans le monde de la radiologie pour le diagnostic ou bien, si au contraire, elle est controversée ou simplement non utilisée, bouleversant les habitudes du corps médical. Permettra-t-elle d'améliorer et/ou faciliter davantage la pratique des TRM et deviendra-t-elle l'avenir du diagnostic au scanner ?

Dans notre travail nous allons traiter de la question de l'évolution de la pratique quotidienne du technicien en radiologie médicale (TRM) avec le scanner spectral. Nous aimerions étudier en quoi l'arrivée du scanner spectral a introduit des changements dans la routine de travail dans la pratique des techniciens. Nous allons donc observer dans les faits cette pratique au CT spectral et nous renseigner sur les avancées technologiques des machines de notre métier.

---

<sup>1</sup> La forme masculine vaut pour les deux sexes.



## 2. Cadre théorique

Le cadre théorique va nous permettre d'établir quelques notions qui vont nous aider à progresser dans notre travail.

Tout d'abord, nous allons nous intéresser à la théorie du CT classique et du CT spectral. Cela nous permettra de les comparer au niveau de la technique.

Puis nous allons nous pencher sur la prise en charge d'un patient pour un CT classique, à l'aide du guide Calgary.

Cette thématique va nous permettre d'établir des points de comparaisons avec les informations que nous allons récolter durant nos interviews et nos visites de services possédants des scanner double énergie.

### 2.1 Le scanner classique

Le scanner, appelé également tomодensitométrie (TDM), CT-scan ou encore tomographie axiale, est une technique d'imagerie conçue au début des années 1970. Le mot « scanner » provenant du verbe anglais « to scan » peut se traduire par « balayer » ou « scruter » (Le Scanner, s.d). Celui-ci a été créé par l'ingénieur britannique Godfrey Newbold Hounsfield et le physicien Allan MacLeod Cormack, qui furent récompensés par le prix Nobel de médecine en 1979 pour leur invention (Wikipédia, 2018).

Le principe du scanner se base sur l'atténuation du rayonnement X par les différents tissus du corps humain selon leur densité, identique au principe utilisé pour la radiographie conventionnelle. Cette atténuation est due à l'interaction entre les photons du rayon X et les électrons du corps humain.

En effet, il existe principalement deux types d'interactions des photons X avec la matière, présents au scanner: l'effet photoélectrique et l'effet Compton (*Cf. Figure 1*).

L'effet photoélectrique se produit lorsque « toute l'énergie du photon incident est transmise à l'électron, donc à la matière » (cours Zoni, F. formation de l'image. 2016).

L'effet Compton, quant-à-lui, se produit lorsqu'une partie seulement de l'énergie du photon incident est transmise à l'électron de la matière et que « l'énergie restante est émise sous forme d'un photon » (cours Zoni, F. formation de l'image. 2016). Cet effet péjore le contraste de l'image contrairement à l'effet photoélectrique.

## 2 types d'interactions (aux énergies utilisées pour le scanner)

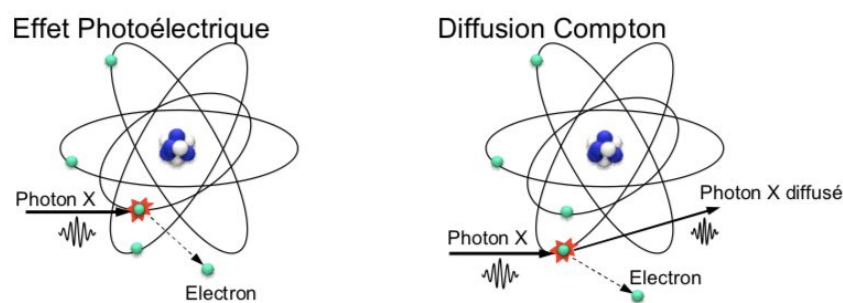


Figure 1. Tirée de Si-Mohammed, S., Revel, D., Boussel, L. et Douek, P. (2018)

Au scanner, l'atténuation du rayon X est mesurée par l'échelle des Unités Hounsfield (UH) selon les densités traversées par le rayon. On distingue principalement quatre densités dans le corps humain: l'air, la graisse, l'eau et l'os. Cette échelle (Cf. Figure 2) classe les éléments composants le corps humain par rapport à un élément de référence auquel on aura attribué une valeur égale à 0 : l'eau. (Air: -1000 UH < Graisse: -100 UH < Eau: 0 UH < Os: +1000 UH; les tissus mous se situant à une densité entre l'eau et l'os, environ 10-100 UH) (Dillenseger, 2016, pp.126-128).

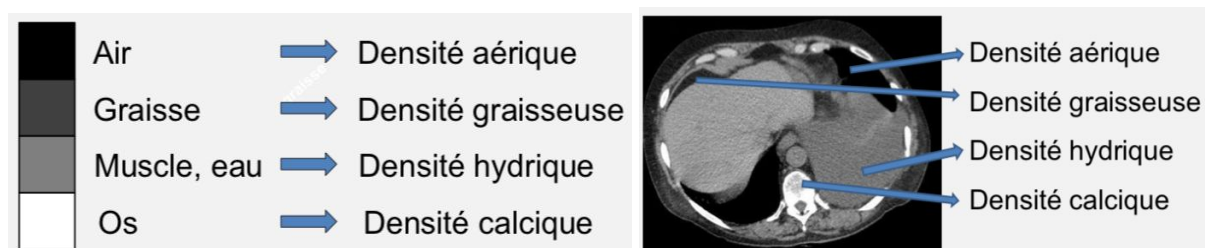


Figure 2. Image tiré du cours de Zoni F. (Premier contact, 2016)

Cette échelle de Hounsfield sera ensuite associée à des valeurs de gris, en passant du blanc ou noir, pour donner une image interprétable à l'écran adaptées à l'oeil humain et à sa capacité restreinte de différenciation de ces innombrables valeurs de gris. Cette opération de «fenêtrage», c'est-à-dire l'application des valeurs de densités en unités Hounsfield sur l'échelle des gris, consiste à sélectionner une fourchette de valeurs et à l'étaler sur la totalité des niveaux de gris (*Cf. Figure 3*). Il se caractérise par son niveau (window level ou WL) et sa largeur (window width ou WW). Ces deux paramètres sont modifiables par l'opérateur une fois les images acquises, elles ne modifient pas la valeur de la densité du pixel mais uniquement l'affichage de l'image afin de modifier le contraste et la luminosité de l'image pour le lecteur.

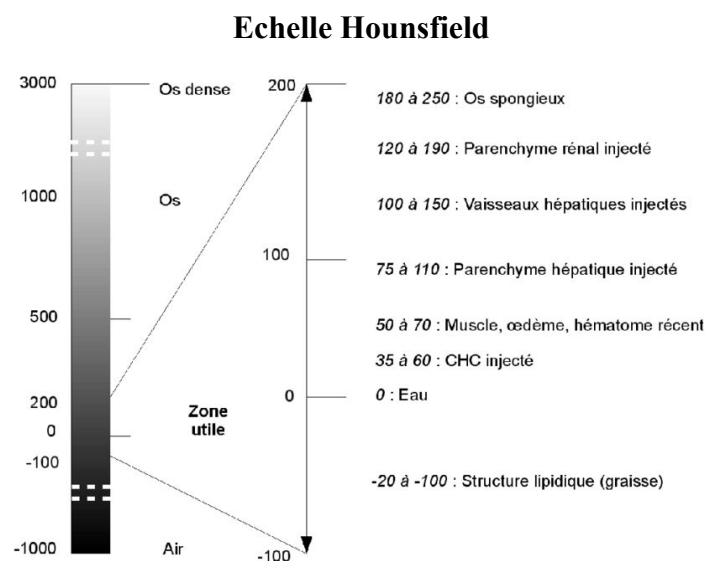


Figure 3. Image tirée de *Researchgate.net*

Voici, en exemple, différents fenêtrages:



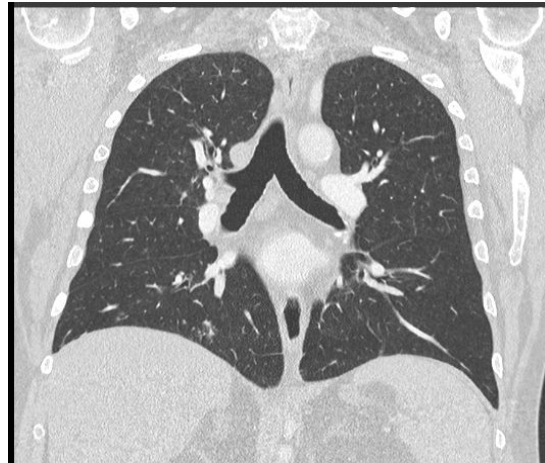
OS: 800 WW / 2000 WL



FOIE: 100 WW / 200 WL



ABDOMEN: 60 WW / 360 WL

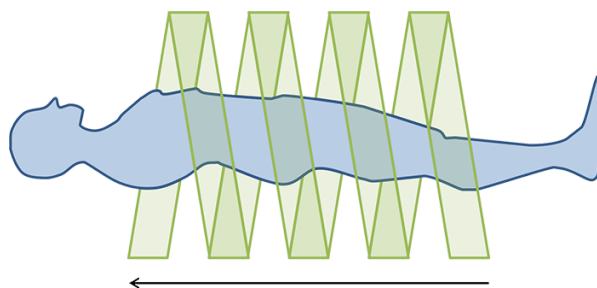


PULMONAIRE: 600 WW / 1600WL

**Figure 4.** Images tirées de la console Phillips de la Heds

Le scanner se compose d'une console d'acquisition située dans une salle annexe donnant sur la salle d'examen à travers une vitre plombée, d'une table d'examen amovible sur plusieurs axes sur laquelle le patient est allongé, d'une Gantry<sup>2</sup> (Cf. Figure 6) contenant principalement le générateur à haute tension, le tube à rayons X ainsi que les détecteurs, disposés dans une position opposées au tube radiogène, recevant le signal. Ces deux derniers éléments tournent autour du patient pendant que la table avance lors de l'acquisition des images (Cf. Figure 5).

« C'est le mouvement lent (l'avancée) de la table à travers l'anneau (dans lequel tourne le tube à rayons X) qui permet l'acquisition continue/successive des coupes axiales de toute une région » (Info-radiologie.ch, 2018). On appelle cette acquisition « hélicoïdale » ou encore « spiralée ».



**Figure 5.** Image tirée de *Radiologycafe.com*

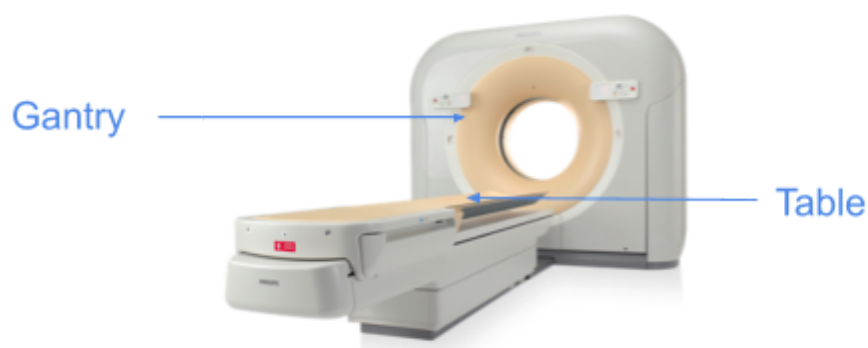
Les détecteurs électroniques recueillent l'intensité du faisceau résiduel atténué par le corps du

<sup>2</sup> Gantry: Anneau du scanner contenant principalement le tube à rayons X et les détecteurs tournants autour du patient durant l'acquisition.

patient. Ces détecteurs sont formés de « barrettes », variant en nombre de 4 à 320 selon les machines, contenant de nombreuses cellules disposées l'une à côté de l'autre sur un arc de  $40^\circ$  (Cf. Figure 7). Ces dernières convertissent la quantité des rayons X résiduels en signaux électriques qui seront eux-mêmes convertis plus tard en signaux numériques.

Rappelons que le signal numérique contient les mesures des différences d'absorption du rayon lors de l'acquisition d'une image et chaque mesure est quantifiée, analysée et située dans l'espace avec l'attribution d'une valeur de gris.

### Représentation d'un scanner



TDM de Phillips Ingenuity Core

Figure 6. Image tiré de *Philips.fr*

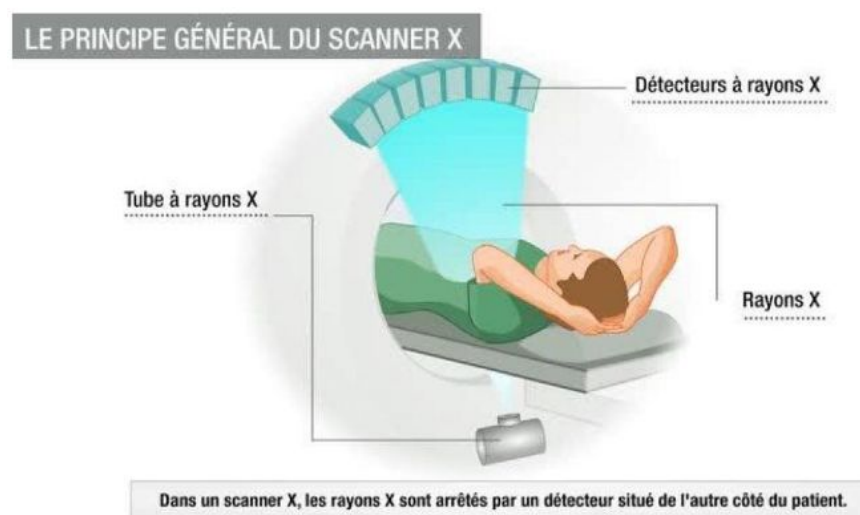
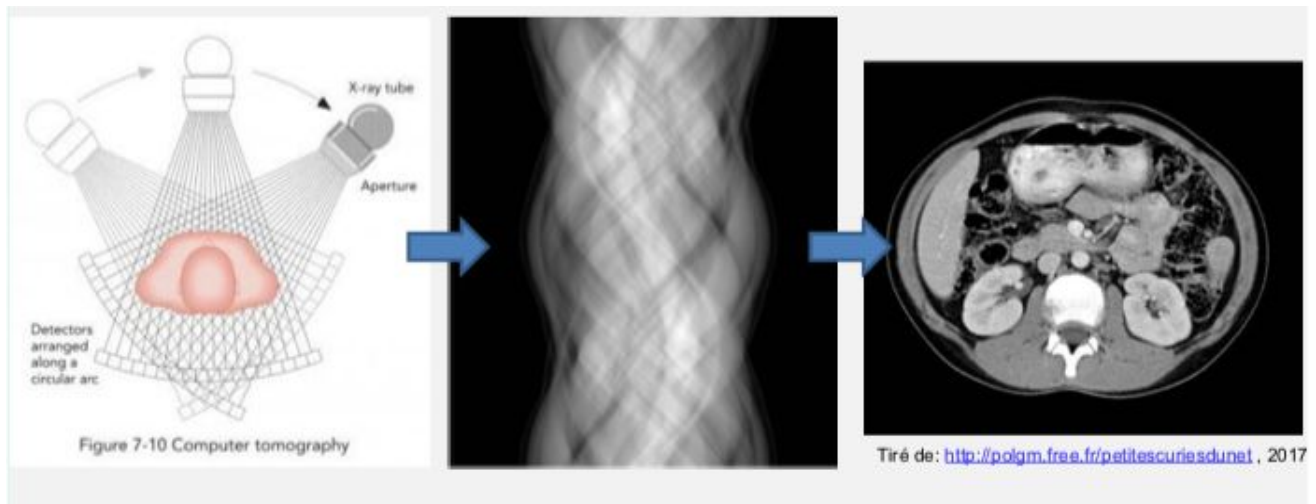


Figure 7. Image tirée de Buonsignori, P. et Djalal, Y. (2018)

Chaque élément de l'image appelé « voxel »<sup>3</sup> possède une UH qui permet de visualiser la différence de densité de chaque structure visualisée sur une même coupe.

En effet, l'acquisition de l'image du corps du patient se réalise par de multiples projections qui seront ensuite reconstruites par le biais du théorème de Radon (*Dillenseger, 2016*), d'un sinogramme et d'algorithmes spécifiques (*Cf. Figure 8*).



**Figure 8.** Image tiré du cours de Zoni F .(Physique de la TDM partie 2, 2018)

Le scanner acquiert des coupes en deux dimensions (2D), en balayant le patient de haut en bas, ou vice-versa, qu'il va pouvoir ensuite reconstruire en coupes de trois dimensions (3D) dans n'importe quel plan souhaité.

Ce genre de technique permet d'obtenir des images corps entier en très peu de temps (quelques secondes). Cependant, il ne faut pas négliger l'irradiation qu'elle engendre pour l'organisme, surtout si cet examen est répété.

---

<sup>3</sup> Voxel: contraction de "Volumetric piXEL", le pixel étant la surface élémentaire constitutive d'une image pouvant être transmise sur un écran. Le voxel est utilisé pour la représentation 3D dans l'espace d'un objet. (Dictionnaire Reverso 2018)

## Schématisation de l'examen TDM

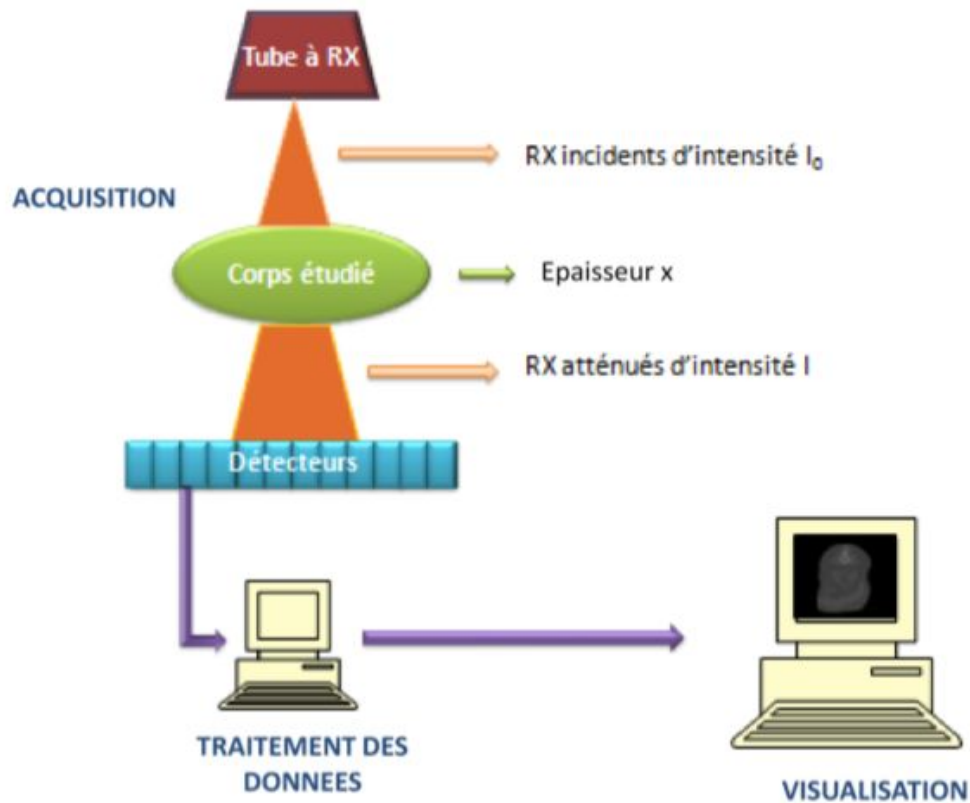


Figure 9. Image tirée de [Oatao.univ-toulouse.fr](http://Oatao.univ-toulouse.fr)

Pour les examens scanner, il est possible d'utiliser un produit de contraste naturel (eau ou gaz), ou bien un produit de contraste iodé (PCI), par voie orale (PO), par voie rectale (PR) ou par intraveineuse (IV), afin de créer un contraste naturel ou afin de réhausser la densité de certaines structures et pouvoir les mettre en évidence sur cette technique d'imagerie. L'iode a la propriété d'absorber très fortement les rayons X, ce qui se traduit par une hyperdensité sur l'image, et donc permet d'augmenter la visibilité des tissus qui en contiennent.

Grâce à l'administration de PCI par voie IV, il est possible de réaliser des acquisitions à des temps différents: natif (sans PCI), artériel, portal (veineux) et/ou tardif. Ces temps correspondent au temps qu'il faut pour que le produit, injecté par voie veineuse périphérique, arrive aux organes que l'on veut étudier avec le réhaussement par l'iode.



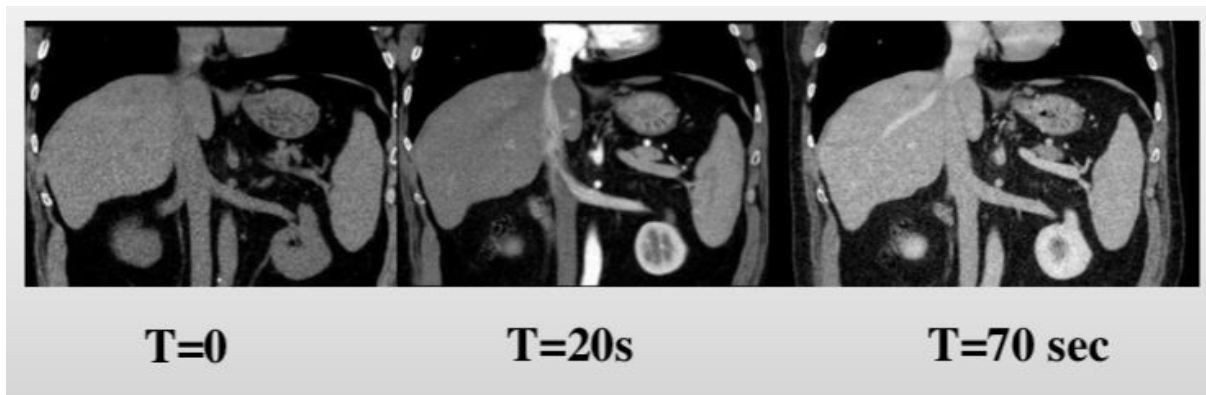


Figure 10. Image tirée de Ferré, J.-C. (s.d)

L'image native correspond à une image acquise sans injection de produit de contraste à temps zéro. Puis, dès 20 secondes après l'injection du PCI, cela correspond à une image en phase artérielle, c'est-à-dire que le PCI se trouve dans le réseau artériel avec un réhaussement de plus de 149.9 UH. Ensuite, après plus d'une minute lorsque le PCI se trouve dans le réseau veineux, on qualifie cette acquisition de phase veineuse ou portale. Une phase tardive peut être acquise si nécessaire après une durée de 3 minutes après la phase artérielle (*Cf. Figures 10 et 11*).

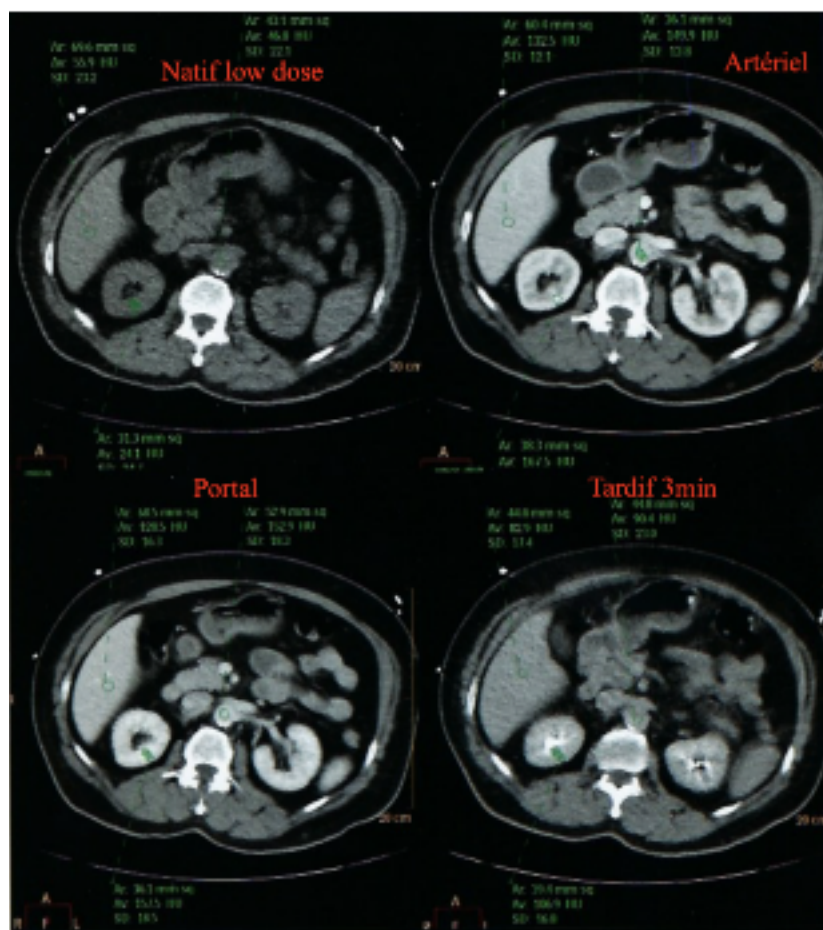


Figure 11. Images tirées de la Clinique des Grangettes



Depuis sa création, le scanner a subi de nombreuses évolutions:

La première génération était basée sur une technique de translation et rotation sur un détecteur unique. Cette technique était chronophage car le temps de réalisation « de la (les deux) coupes était supérieur à 6 minutes ». (Le Scanner, s.d)

La deuxième génération utilise le même principe de translation et rotation mais sur plusieurs détecteurs à la fois (10 à 30 détecteurs). Cette évolution permet de limiter le temps d'acquisition à moins de 20 secondes.

Le scanner de troisième génération, quant-à-lui, emploie « un éventail de 300 détecteurs environ disposés dans une chambre d'ionisation au Xénon. L'angle d'ouverture du faisceau est assez grand pour couvrir la totalité du patient. Les mouvements de translations sont donc obsolètes un mouvement unique de rotation est suffisant ». (Le Scanner, s.d)

Enfin, seul un constructeur propose un scanner de quatrième génération, qui aligne tout autour de la couronne des détecteurs fixes. La source de rayons X est la seule qui se déplace « en décrivant une rotation sur un cercle inscrit en dehors de la couronne de détecteurs ». (Le Scanner, s.d)

Résumé en images (Cf. Figure 12) :

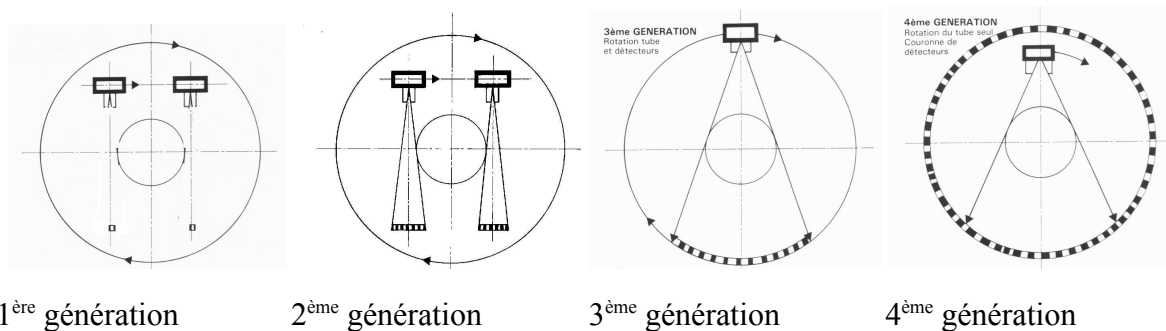
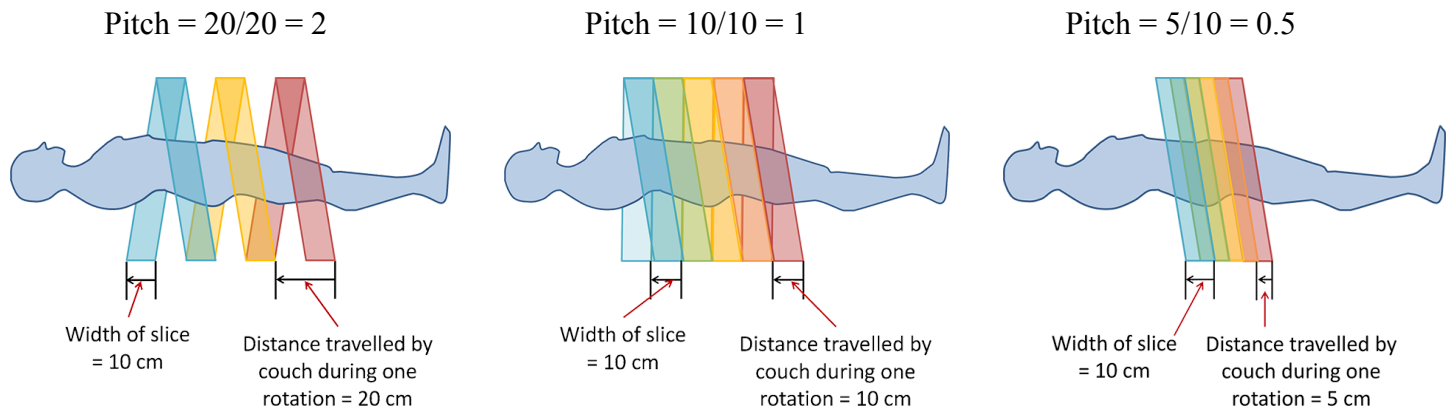


Figure 12. Tiré de Le Scanner, s.d

Aujourd'hui, les scanners utilisés en routine sont ceux appartenants à la troisième génération, qui sont capable de réaliser une rotation en 250 millisecondes.

Cette révolution, en matière de temps de rotation est venue du début de l'acquisition hélicoïdale (spiralée).

**Image représentant un réglage de l'acquisition hélicoïdale: le pitch<sup>4</sup> (Figure 13)**



**Figure 13.** Représentation du déplacement de l'hélice pendant une rotation selon l'épaisseur de coupe.

Images tirées de *Radiologycafe.com*

## 2.2 Le scanner spectral

Le scanner spectral est une technique d'imagerie médicale faisant partie des plus récentes qui se base sur la tomodensitométrie par rayon X (CT classique) couplée à l'utilisation de plusieurs niveaux d'énergies. En effet, le faisceau à rayon X est polyénergétique et est donc constitué de photons de plusieurs énergies différentes. Le CT traditionnel utilise le spectre complet d'énergies photoniques, avec un kilovoltage choisi par l'utilisateur, pour créer une image polyénergétique (Coche, E. & Danse, E. 2017). Celui-ci est donc très efficace pour les tissus avoisinants à fortes différences de contraste de densité (par exemple: os-air) mais il se révèle moins performant pour les tissus ayant des mesures d'UH proches comme par exemple les tissus mous (foie-rein). En outre, le scanner classique est limité dans sa résolution en contraste et ne permet pas une bonne distinction de certains tissus de densité proches.

En ce qui concerne le scanner spectral ou « scanner à double énergie », celui-ci tire son nom du fait qu'il utilise deux spectres polyénergétiques différents qui permettent une double

<sup>4</sup> Le pitch est le déplacement de la table sur un tour (en mm) sur la largeur de la coupe (mm).

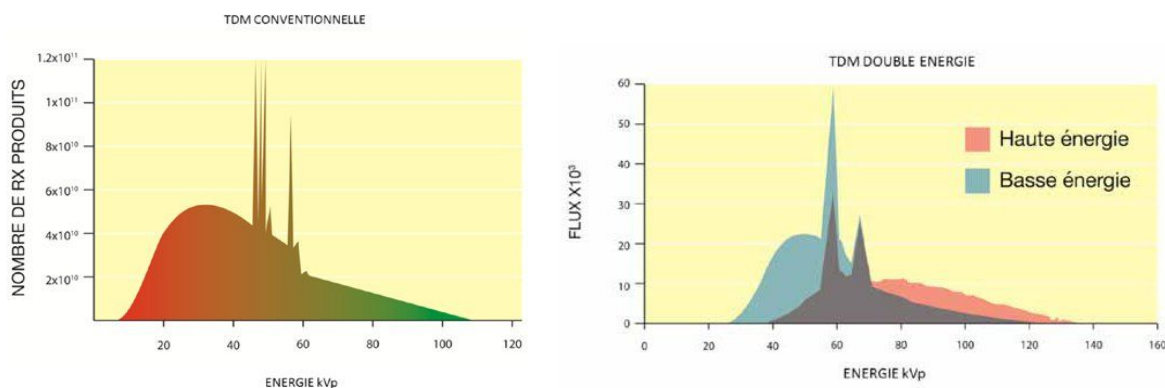
mesure de l'atténuation de chaque tissu et donc de dévoiler les propriétés spectrales de ceux-ci. Selon Coche, E. & Danse, E. (2017): « la discrimination entre les différents matériaux est basée sur les coefficients d'absorption différents dans deux bandes d'énergie du spectre RX ».

Pour l'imagerie spectrale, « la dépendance énergétique de l'effet photoélectrique constitue la base fondamentale de la bi-énergie » (cours de Gaspoz, F. HEdS. 2019.). Cet effet se produit lorsque l'énergie des photons est supérieure à l'énergie de liaison.



**Figure 14.** Représentation d'un rayonnement monochromatique couvrant une seule partie du spectre énergétique comparé à un rayonnement polychromatique couvrant lui une plus large portion des valeurs énergétiques.  
Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)

Le scanner spectral donne non seulement une information anatomique mais permet également de déterminer la composition de l'élément analysé. Ceci s'explique par le fait que chaque matériau possède une « réponse spectrale » qui lui est propre, ce qui correspond à la variation du coefficient d'absorption en fonction de l'énergie. Grâce à cette propriété, il est possible de distinguer deux matériaux aux coefficients d'absorption linéaire proches.



**Figure 15.** Séparation des spectres de basses et hautes énergies pour de la TDM double énergie comparé au spectre monoénergétique de la TDM conventionnelle. Images tirées d'Emmanuel Coche, Etienne Danse (2017)

## 2.2.1 Principe physique du scanner spectral

Pour créer des images spectrales, différentes techniques peuvent être utilisées: Le *double passage-double énergie* pour le constructeur Canon Medical System, le *kV-switching* pour GE, le *double tube* chez Siemens et le *détecteur bi-couches* pour Philips (McCollough. 2015). Il existe également une technique de détecteur à compteur de photon, composée d'un détecteur CZT<sup>5</sup>, non commercialisée à ce jour et dont nous n'allons pas parler dans ce travail (Si-Mohammed, S. & al. 2018).

Chacune de ces méthodes vise à séparer les spectres d'énergie de manières différentes pour obtenir des images spectrales avec pour intérêt de pouvoir distinguer plus facilement deux éléments différents de densités proches lors d'une acquisition polyénergétique..

Le scanner spectral, tire sa technique d'une formule (Cf. Figure 16) permettant de reconstruire toute une série d'images à des énergies différentes, de 40 kV à 200 kV, à partir d'une acquisition de deux énergies principales de 80 kV et 140 kV.

Cette formule mathématique est la suivante:

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

formule tirée de [cerf.radiologie.fr](http://cerf.radiologie.fr)

$(\alpha_p, \alpha_c)$  : caractéristiques du tissu

$$\begin{cases} \alpha_p \propto \rho Z_{\text{eff}}^{3.8} \\ \alpha_c \propto \rho Z_{\text{eff}} \end{cases}, \rho \text{ is the mass density}$$

$(f_p, f_c)$ : indépendant du tissu, dépend de l'énergie

$$\begin{cases} f_p(E) \propto 1/E^{3.2} \\ f_c(E) \text{ is the Klein-Nishina function} \end{cases}$$

**Figure 16.** Tiré de Si-Mohammed, S. & al. 2018

---

<sup>5</sup> CZT: Cadmium-zinc-telluride

Celle-ci tient compte de l'atténuation de l'effet photoélectrique et de l'effet Compton, qui constituent l'atténuation totale (Cf. Figure 17).

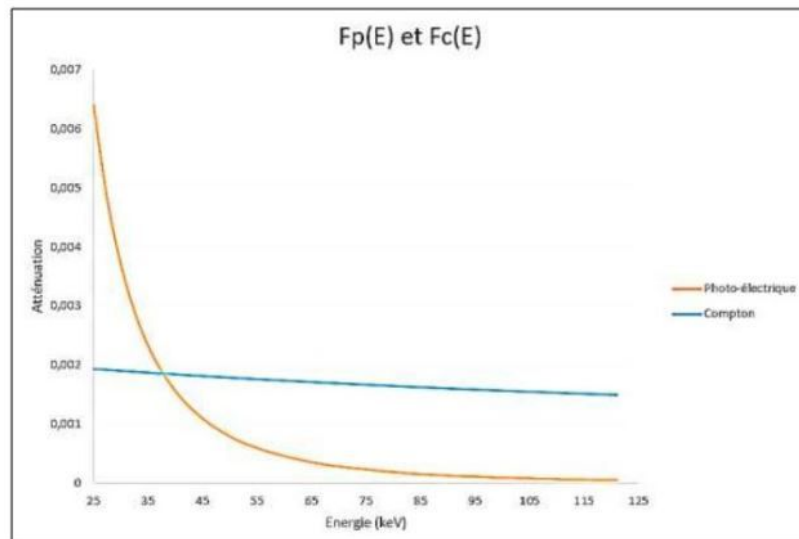


Figure 17. Image tirée de Si-Mohammed, S., Revel, D., Boussel, L. et Douek, P. (2018)

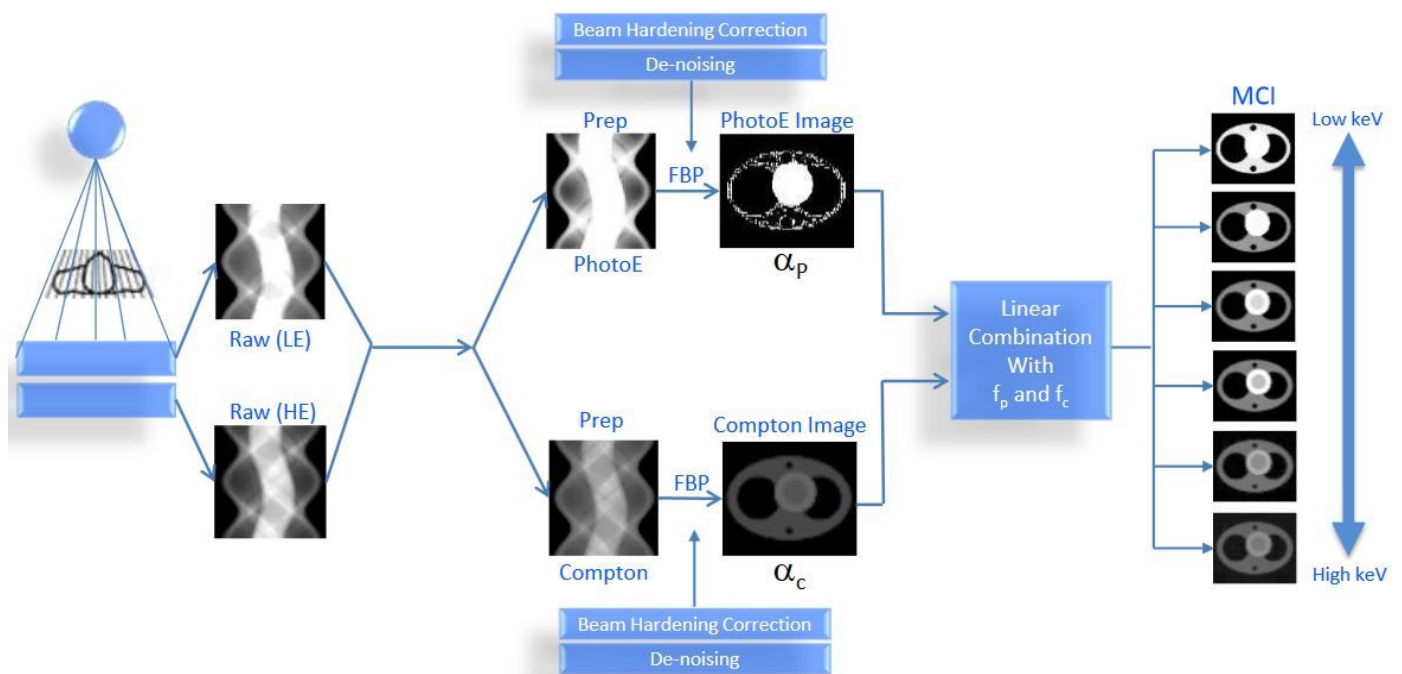


Figure 18. Image tirée du cours de Montandon, S., (2019)

Voici une illustration représentant les différentes étapes décrites ci-dessus, de l'acquisition au traitement des images informatiques sur la console.

## 2.2.2 Technologies selon les constructeurs

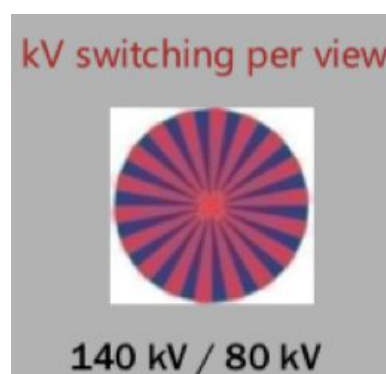
### 2.2.2.1 GE Healthcare: kV-switching



General Electric (GE) emploie une technique dite de « kV switching » ou « fast-switching », qui comme son nom l'indique, change de tension (kV) très rapidement durant la rotation du tube. Ce procédé permet d'obtenir une information spectrale en une rotation avec un très léger décalage temporel.

Le Fast kV switching est une méthode permettant de faire une seule acquisition en modifiant très rapidement l'énergie du tube à chaque angulation de 80 kV à 140 kV (*Cf. Figure 19*). L'acquisition de l'image va se faire par projection sans modifier la résolution temporelle de chaque image et en maintenant la même qualité de l'image tout en variant entre hautes et basses énergies.

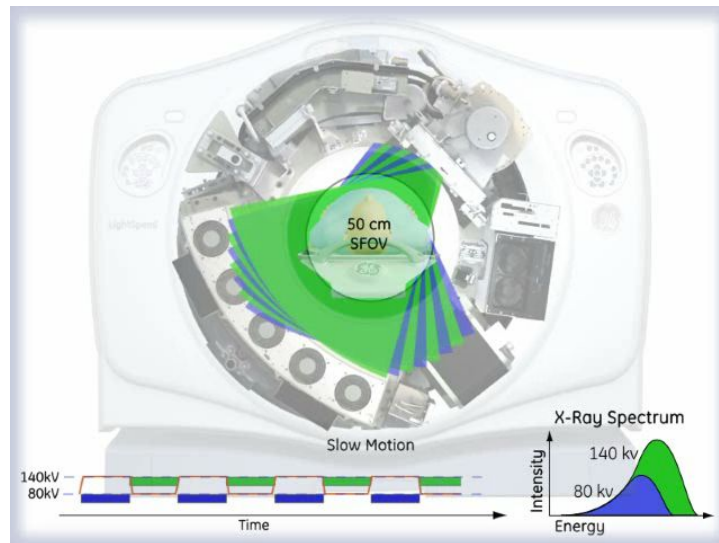
Le temps nécessaire pour la transition entre les hautes et basses énergies nécessite moins d'une milliseconde. Ceci permet donc de générer simultanément l'acquisition des informations à hautes et basses énergies.



**Figure 19.** Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)

Toutefois, l'inconvénient de cette technique réside dans le fait que le tube est moins performant pour varier avec autant d'habileté, les mA à 80 kV (*Cf. Figure 20*): le spectre qui en résulte sera donc sous dosé. Pour compenser ce désagrément, engendrant du bruit sur l'image, il faut donc compenser en augmentant la dose au patient.

Selon Zoni, F. (Communication personnelle, 9 avril 2019), un autre désavantage de cette méthode est le temps de rotation de la gantry minimum de 0,5 secondes, ce qui augmente le temps d'acquisition.

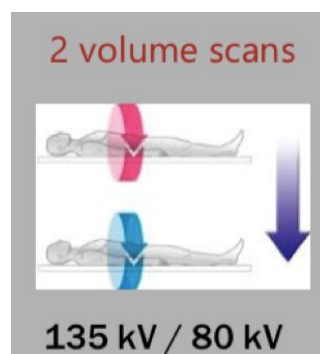


**Figure 20.** Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)

#### 2.2.2.2 Canon: Double passage avec deux énergies



Canon utilise une technique de scanner spectral en effectuant deux acquisitions différentes, dite « sequential acquisition », avec deux énergies différentes (Cf. Figure 21) l'une à 80 kV et l'autre à 140 kV avec une « acquisition sur 270° afin de limiter la dose au patient ». (Gaspoz. F., HEdS. 2019.). L'avantage de cette technique est qu'il n'est pas nécessaire d'avoir un scanner spécifique à la méthode spectrale, il suffit d'un tube et d'un détecteur, car tout réside dans le post processing des images acquises. Ceci peut donc être un avantage considérable pour faire baisser les coûts de cette nouvelle technique. De plus, cette méthode permet d'obtenir une bonne séparation des spectres des deux énergies.



**Figure 21.** Image tirée du cours de Gaspoz, F. (2019)

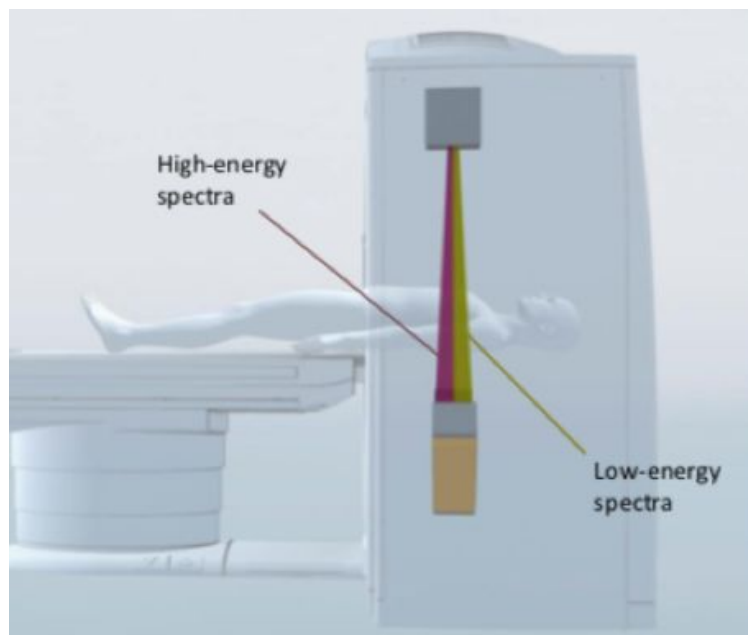
Cependant, le point négatif de cette méthode est qu'elle possède une résolution temporelle basse. En effet, si le patient bouge entre les deux acquisitions, celles-ci ne seront plus superposables. Cette méthode manque donc de reproductibilité. De plus selon Zoni, F. le temps d'acquisition est beaucoup plus long par le fait qu'il faut effectuer deux acquisitions pour réaliser des images spectrales. (Communication personnelle, 9 avril 2019)

### 2.2.2.3 Siemens Healthineers: Bitube



Siemens quant-à lui, emploie principalement deux méthodes de scanner spectral: la méthode par des filtres (d'étain et d'or) dite « Twin Beam Dual Energy » (*Cf. Figure 22*) et la méthode bitube nommée également « Dual Source CT » (Gaspoz, F., 2019).

La première consiste à placer des filtres d'or et d'étain à l'entrée du tube pour séparer les hautes et les basses énergies dans l'axe z de sortes à séparer les spectres d'énergies.



**Figure 22.** Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)

La seconde technique est la plus utilisée chez Siemens, elle consiste à l'utilisation de deux tubes, placés de manière orthogonale, et deux détecteurs, un face à chaque tube. Chacun des



tubes possède une tension différente: l'un avec les hautes énergies, possédant un filtre d'étain sur le tube, pour filtrer les basses énergies nuisant à l'image, et l'autre avec les basses énergies (Cf. Figure 23).

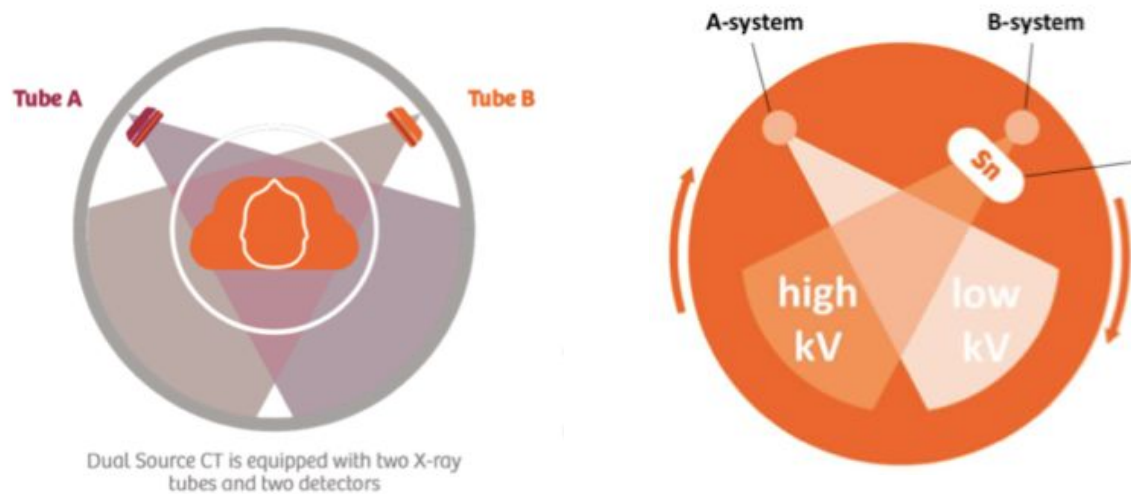


Figure 23. Images tirées du cours de Bugeiro, M., 2019

Cette technique, très rapide, permet une bonne séparation des spectres de 80 et 140kV. Concernant la modulation de dose: la filtration est adéquate sur chaque tube.

Les désavantages de la technologie de Siemens sont la résolution temporelle n'étant pas superposable à 100% d'un détecteur à un autre. D'autre part, les FOV (Field Of View; *Champ de vue* en français) ne sont pas de la même taille (50 cm et 33 cm ou 26 cm), ce qui réduit le champ d'acquisition et peut composer une contrainte pour la routine clinique. Aussi selon Zoni, F., il faut également tenir compte de la « pollution » entre les deux détecteurs par les photons créés lors de l'effet Compton, provoqué par le patient lui-même. (Communication personnelle, 9 avril 2019).

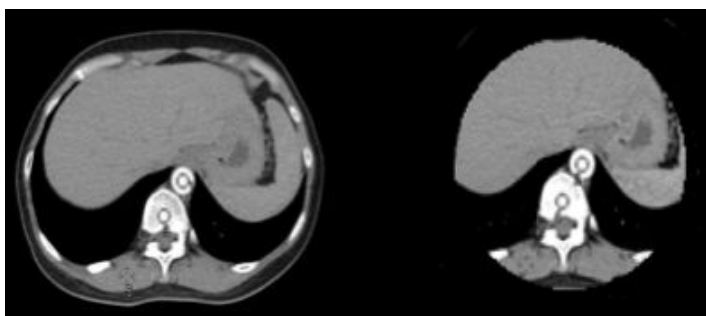


Figure 24. Image illustrant le problème d'un FOV restreint. L'image ne comporte pas l'entièreté de la partie du corps du patient étudié. Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)



#### 2.2.2.4 Philips : détecteur bi-couche

Philips, contrairement à ses concurrents sur le marché, utilise une méthode rétrospective, c'est-à-dire que toutes les acquisitions, sont réalisées en mode spectral qu'on veuille l'utiliser ou non. Sauf dans certaines exceptions, où le kilovoltage doit être diminué en dessous de 120 kV et l'utilisation du spectral devient alors impossible. Lors de patients porteurs de prothèse la question de l'utilisation de l'application du spectral est remise en cause en faveur du logiciel IMAR, permettant de réduire les artéfacts métalliques, fonctionnant à moins de 120 kV.

Philips a créé son propre détecteur bi-couche (Dual layer) à partir de nanotechnologie. La partie supérieure du détecteur interagit avec la basse énergie (effet photoélectrique) et la partie inférieure interagit avec les hautes énergies (effet Compton) (Cf. Figure 25 et 26). Cette méthode réalise donc une image spectral en une seule acquisition pour une détection simultanée des photos par les deux couches de détecteurs. Ces deux détecteurs réalisent ensuite deux sinogrammes et donc deux images différentes.



Figure 25. Image tirée du cours de Montandon. S., (2019)

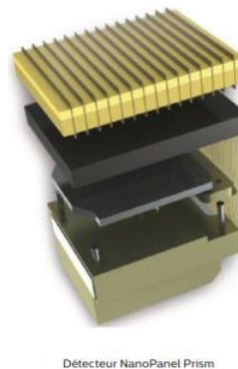
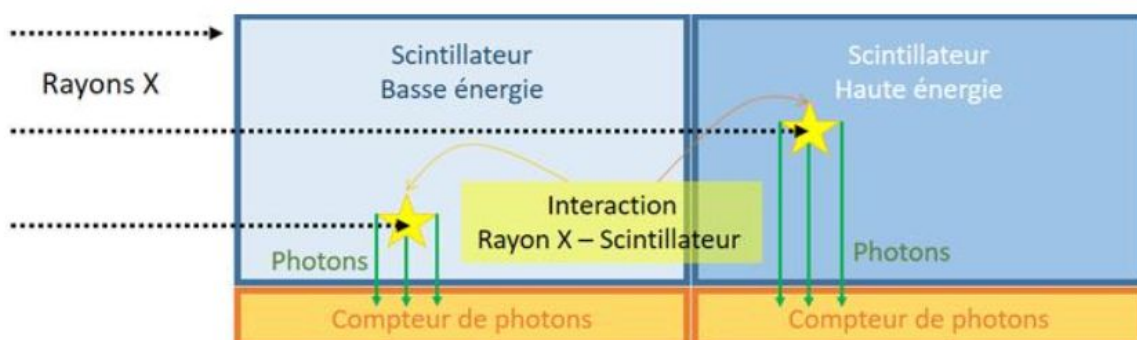


Figure 26. Image tirée de Buonsignori, P. et Djalal, Y.



(2018)

Figure 27. Schéma d'un détecteur "multi-couche" Philips. Image tirée de Buonsignori, P. et Djalal, Y. (2018)

Les désavantages du bitube sont le chevauchement des spectres des différentes énergies, ainsi que le rayonnement diffusé entre les deux parties du détecteurs (*Cf. Figure 28*). Selon Zoni, F. qui nous l'indique dans son cours sur le scanner spectral, la séparation des spectres est donc moins bonnes pour cette technique. (Communication personnelle, 9 avril 2019)

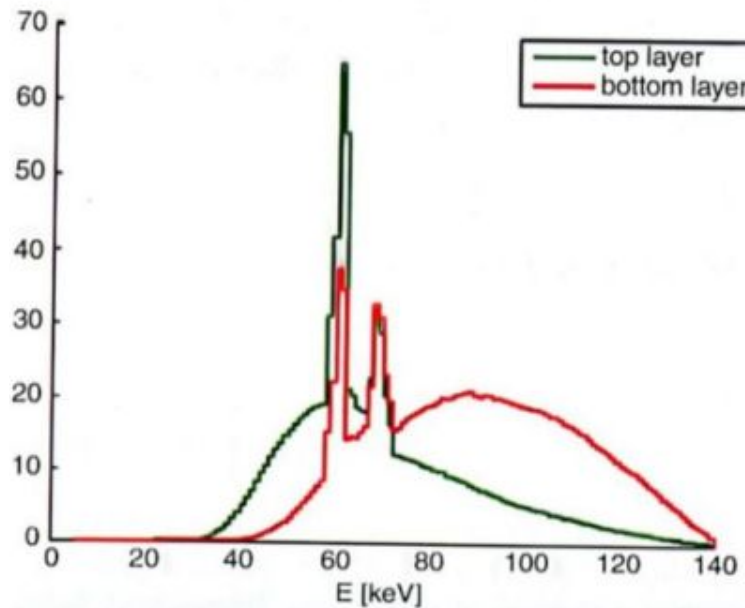


Figure 28. Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)

### 2.2.3 Avantages

La technique du scanner spectral, augmente les informations disponibles des images acquises. En effet, grâce à ce type d'images, il est possible, par exemple, de déterminer la composition chimique d'une structure du corps humain ou de distinguer deux éléments de densités proches, comme l'iode et le calcium, grâce à l'utilisation de deux spectres d'énergies différentes. En effet, les profils d'atténuation seront différents selon le matériel étudié.

Voici les principales applications regroupées en trois catégories:

1. Blended polychromatic images
2. Virtual monochromatic energy images
3. Material decomposition

Dans la première catégorie des « Blended polychromatic images », que l'on peut traduire vulgairement par « images polychromatiques mélangées », on utilise la totalité du spectre polyénergétique, de 40 keV à 200 keV afin d'obtenir des images CT traditionnelles (environ 70 keV) avec un meilleur contraste et un meilleur rapport signal sur bruit (SNR).

Au niveau du post-traitement, l'imagerie spectrale peut être analysée tout aussi bien pour ses images CT conventionnelles que par les « images synthétiques virtuelles de type monochromatique (de 40 à 200 keV) ». (Emmanuel Coche, Etienne Danse, 2017)

Dans la seconde catégorie des « Virtual monochromatic energy images », traduit par « images virtuelles d'énergie monochromatique », l'opérateur peut choisir, grâce à une application, quelles énergies (en keV) il souhaite visualiser sur son écran.

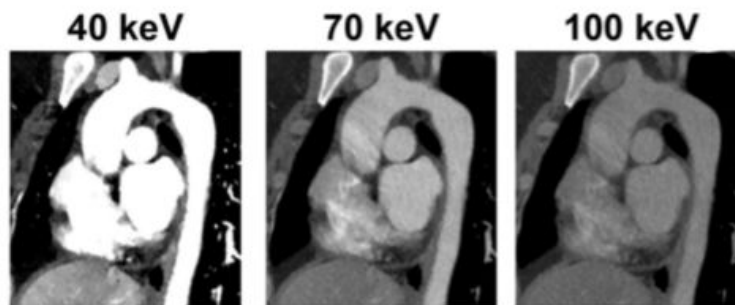
L'utilisation des images monochromatiques qu'offre le scanner spectral permet l'optimisation des informations de l'image en privilégiant soit les bas kV soit les hauts kV.

En sélectionnant les basses énergies (40 keV), le contraste de l'image est réhaussé et offre la possibilité de rattraper une injection non optimale lors d'embolie pulmonaire, par exemple ou bien d'effectuer un examen avec injection d'une plus faible dose de produit de contraste, lors d'insuffisance rénale ou de greffe. Cette option peut s'avérer aussi être utile afin de renforcer le signal du produit de contraste iodé dans les vaisseaux du corps humain ou bien de souligner la prise de contraste d'une lésion.

Selon Si-Mohammed & al. (2018) qui se basent sur l'étude d'Hamersvelt & al. (2018), « les images à basse énergie permettent de diminuer de 60% la dose de charge iodée ». En effet, l'étude démontre que le scanner spectral, avec sa possibilité de reconstruction d'images à basses énergies, offre une qualité d'image comparable d'une acquisition sur un CT classique à 120 kVp. Cette étude a été réalisée sur 3 grands fournisseurs de CT à double énergie différents.

Au contraire, en choisissant les hautes énergies (200 keV), l'image tend vers une perte de contraste. Celles-ci vont permettre d'atténuer les artéfacts de durcissement de faisceau comme des plaques calcifiées ou du métal (prothèses) (*Cf. Figure 29*).

## Conventionnelle



**Figure 29.** Image tirée de Si-Mohammed, S., Revel, D., Bousset, L. et Douek, P. (2018)

En ce qui concerne la troisième catégorie de « Material decomposition » ou décomposition matérielle, il est possible par exemple, grâce à une carte en Z, de distinguer les éléments qui nous intéressent dans l'image du patient et de sélectionner ceux dont on a besoin plus particulièrement pour le diagnostic. On peut ainsi générer des images nommées «matériau-spécifique». On peut obtenir des images en couleur avec des numéros atomiques Z des éléments composant les tissus, également la distribution ainsi que la concentration d'iode dans les tissus perfusés pour quantifier le réhaussement en mg par mL et ainsi créer une carte en Iode (perfused blood volume). Cette dernière est utile pour de l'imagerie fonctionnelle de perfusion notamment et pour l'amélioration de la détection des embolies pulmonaires périphériques (Zoni. F, La Gazette de la SR. 2018).

Il faut savoir que chaque constructeur, pour se différencier de ses concurrents, produit ses applications personnalisées avec de noms commerciaux différents.

Voici ci dessous quelques autres exemples d'applications réalisables avec le scanner spectral:

Avec l'utilisation de logiciels de soustraction, il est également possible de soustraire un élément à l'image: par exemple, de produire une image virtuelle sans contraste en soustrayant l'iode. Cette méthode permet de s'abstenir de réaliser une acquisition native et donc une irradiation de plus pour le patient et d'également mesurer, de manière virtuelle, le rehaussement d'une structure. Cette dernière option permet de conforter le radiologue sur une éventuelle prise de contraste. La méthode du *Virtual Non Contrast* (VNC) permet aussi de différencier, par exemple, une calcification d'une prise de contraste ou bien d'évaluer la morphologie réelle d'une plaque athéromateuse et donc améliorer la quantification d'une sténose luminale artérielle (Zoni. F, La Gazette de la SR. 2018).

Il est aussi possible, grâce au CT spectral, de déterminer la composition d'une lithiase (cystine, acide urique, calcium, oxalate, etc.) en analysant le numéro atomique de celle-ci. Cette valeur ajoutée permet de guider considérablement le geste thérapeutique découlant du scanner. Une autre application pratique consiste en la quantification des cristaux d'acide urique (tophus goutteux) (Zoni. F, La Gazette de la SR. 2018).

## 2.2.4 Inconvénients

Les inconvénients de cette méthode d'imagerie spectrale sont, tout d'abord, le coût d'un tel changement de matériel pour l'acquisition de la machine et des logiciels. La proposition de Canon est d'effectuer deux passages avec une technique de post-processing qui ne nécessite pas l'achat d'une nouvelle machine. Cependant, les autres techniques sur le marché nécessitent une nouvelle installation, comme par exemple, Siemens et Philips où une machine nécessite un budget de 1-1,5 mio pour une machine de ce type, sans compter les options disponibles et les licences des logiciels selon Bugeiro, M. (Communication personnelle, 8 avril 2019).

Selon S. Montandon, spécialiste de vente de modalités chez Philips, le scanner spectral génère 2,5 fois plus de données brutes DATA qu'un scanner traditionnel.

Cette méthode spectrale évite l'acquisition de la phase native pour le patient, mais selon plusieurs avis des constructeurs, celle-ci est parfois plus irradiante que le scanner traditionnel. Selon F. Gaspoz, spécialiste d'application chez Canon, « l'acquisition en double énergie augmente la dose d'irradiation (>20%). » Cette information est toutefois à prendre avec précaution, provenant d'un commercial Canon.

Pour les méthodes prospectives de Canon, Siemens et General Electric, l'acquisition spectrale est à prévoir à l'avance, contrairement à la méthode rétrospective de Philips où chaque acquisition contient des données spectrales.

On peut aussi imaginer que la méthode bitube de Siemens qui propose un FOV de 33 cm pose des contraintes dans la pratique ou alors un allongement du temps d'acquisition pour Canon et ses deux acquisitions consécutives.

## 2.2.5 Applications cliniques illustrées

### 2.2.5.1 La goutte



Voici l'illustration (Cf. Figure 30), comme expliqué auparavant, d'une estimation du volume des cristaux d'acide urique<sup>6</sup> (tophus goutteux) sur un volume rendering (VR).

Les couleurs verte et rouge définissent le volume d'acide urique sur le membre droit et gauche.

Il est aussi possible de calculer le volume total de l'acide urique en cm<sup>3</sup>.

Figure 30. Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)

---

<sup>6</sup> MSU: Monosodium urate

### 2.2.5.2 Les lithiases

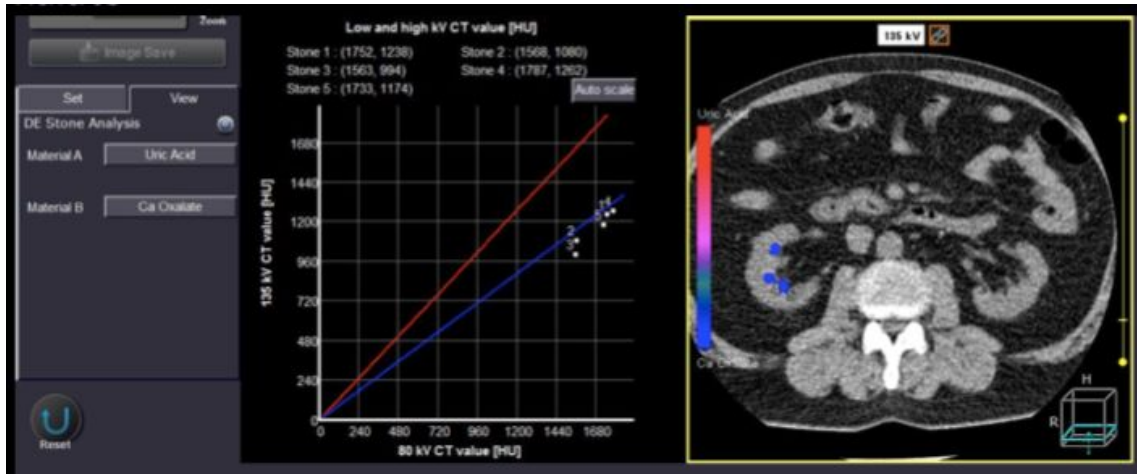


Figure 31. Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)

Voici l'illustration (*Cf. Figure 31*) de la composition d'un calcul rénal en se basant sur la densité HU avec possibilité de différencier différents composants comme l'acide urique ou l'oxalate.

Le système nous permet, chez ce patient, de définir que ses calculs rénaux sont composés de calcium (courbe bleue).

### 2.2.5.3 Carte en Z

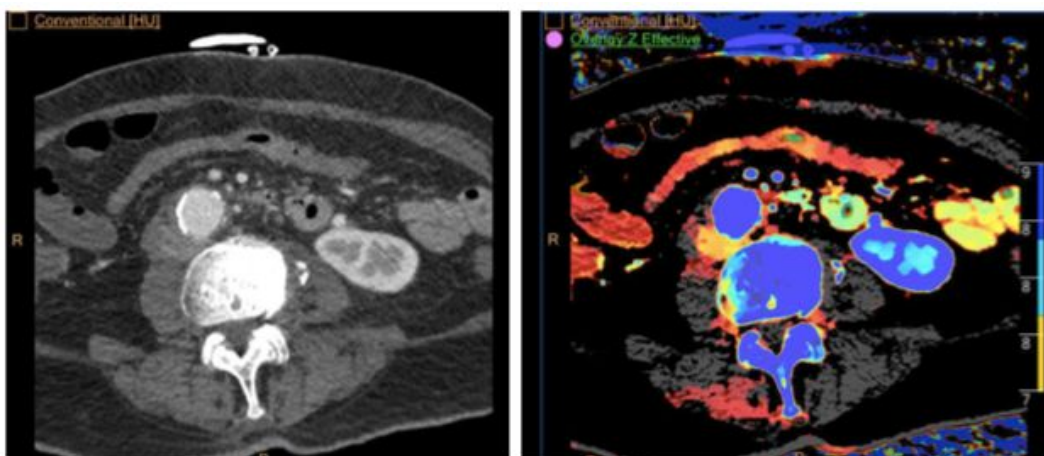


Figure 32. Image tirée de Si-Mohammed, S., Revel, D., Boussel, L. et Douek, P. (2018)



Voici une cartographie couleur des numéros atomiques des tissus basée sur le Z-effectif des éléments composants l'image (Cf. Figure 32). Selon Gaspoz, F. (2019), le Z-effectif permet de connaître le nombre atomique effectif de chaque pixel de l'image, (Document non publié [Support de cours], 14 mars 2019). Selon Si-Mohammed, S., Revel, D., Boussel, L. et Douek, P. (2018), la sémiologie du scanner est « facilitée » et on peut apprécier une « augmentation du contraste entre structures perfusées et oligémiques ».

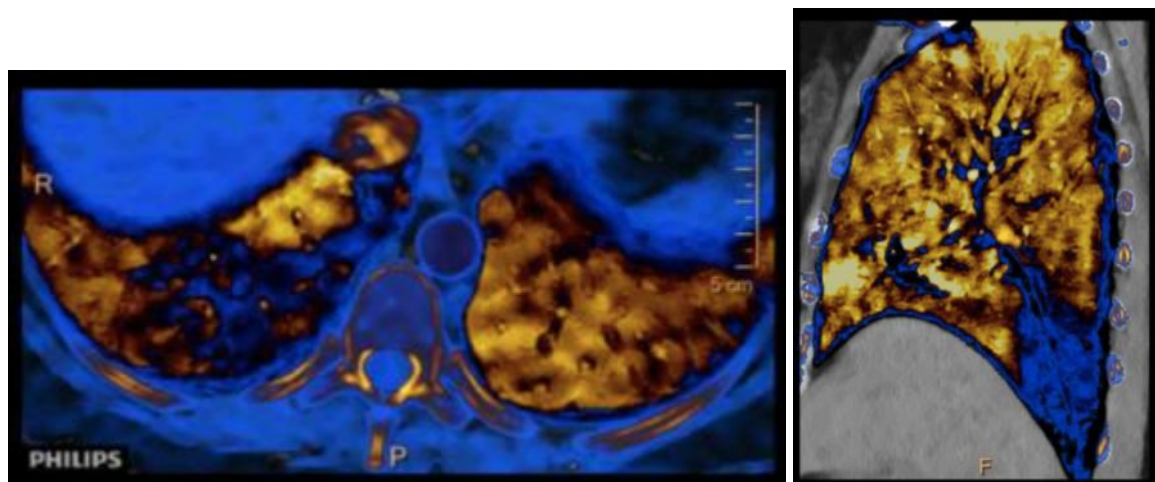


Figure 33. Image tirée du cours de Montandon, S., (2019)

Cette image (Cf. Figure 33) nous illustre une carte en Z effectif nous montrant la perfusion pulmonaire. Cet outil augmente le diagnostic d'embolies pulmonaires des artérioles distales en imageant les régions moins perfusées et permet en un coup d'oeil d'observer les anomalies, en compléments des autres images de l'acquisition.

#### 2.2.5.4 Images à bas keV

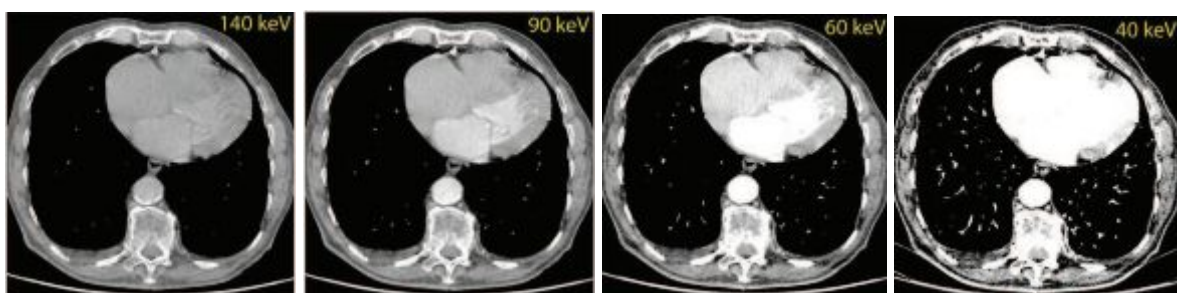


Figure 34. Images tirées Dubourg, B. (2013)

Ici (Cf. Figure 34), nous pouvons voir qu'il est possible, à bas keV, d'augmenter le contraste de l'image et le réhaussement des vaisseaux après injection de produit de contraste iodé (PCI), en fonction du kilovoltage choisi.

En effet, le k-edge de l'iode se trouvant à 33,2 keV plus l'énergie des rayons X se rapproche du k-edge de l'iode, plus l'atténuation du PCI sera important et donc meilleur sera la visualisation du réhaussement des organes.

Selon Dubourg B. (2013) :

Le k-edge est le pic d'atténuation d'un élément soumis à un faisceau de rayon X, au niveau d'énergie immédiatement supérieure à celui de la couche électronique k de cet élément (couche électronique la plus proche du noyau et présentant l'énergie de liaison la plus élevée). Chaque élément possède donc une valeur de k-edge (p.11).

On peut, par exemple, augmenter le contraste des vaisseaux lorsque l'acquisition a été faite trop tôt ou trop tard par rapport à la prise de contraste par la région concernée et permet ainsi de rectifier le contraste au lieu de refaire l'injection.

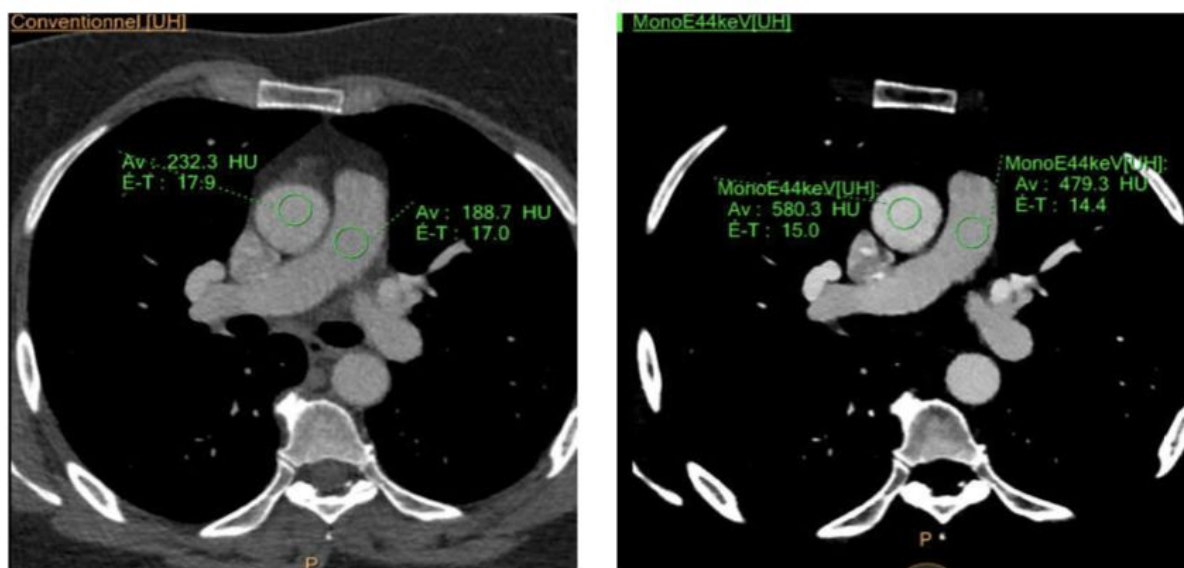
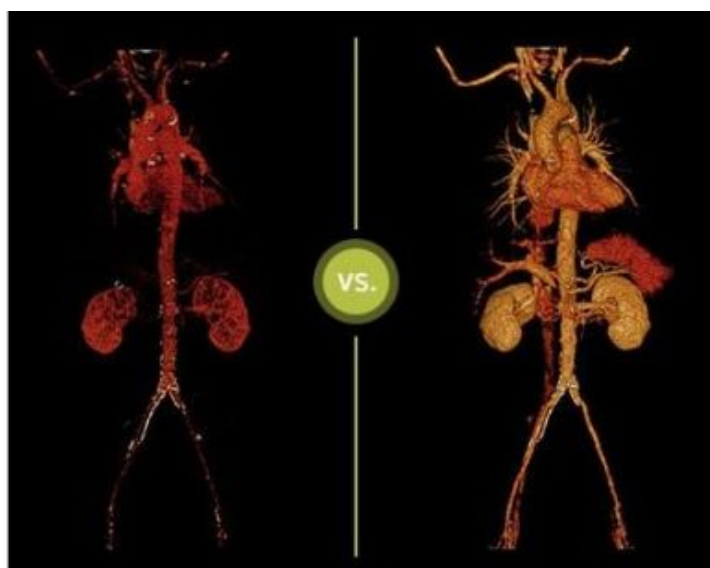


Figure 35. Image tirée de Si-Mohammed, S., Revel, D., Boussel, L. et Douek, P. (2018)

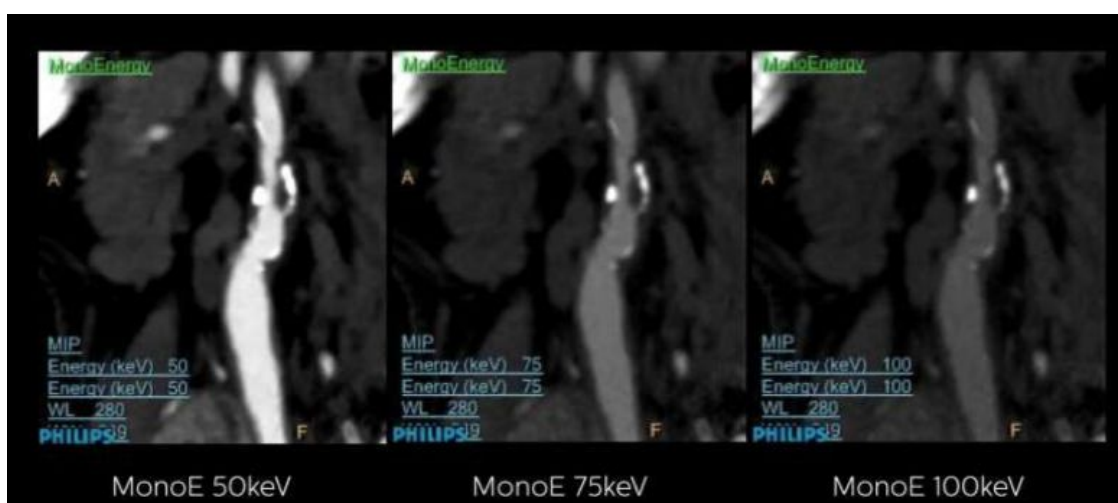
Ces images à bas keV montrent un boost d'iode qui permet une diminution du volume injecté de produit de contraste (Cf. Figure 35).



**Figure 36.** Image reconstruite en Volume Rendering (VR) et à bas keV, montrant l'augmentation de la qualité du réhaussement des structures vasculaires. Image tirée de Buonsignori, P. et Djalal, Y. (2018)

Cette utilisation (*Cf, Figure 36*) est utile lors d'injection ratée due, par exemple, à une mauvaise concordance entre le temps d'acquisition des images et le temps nécessaire pour que le PCI atteigne les membres inférieurs. C'est notamment le cas pour cette image où l'acquisition est déclenchée trop tôt, bien avant que le contraste n'arrive aux membres inférieurs.

A l'inverse, les bas keV peuvent parfois induire des doutes, comme dans le cas de l'évaluation de plaques d'athérosclérose:



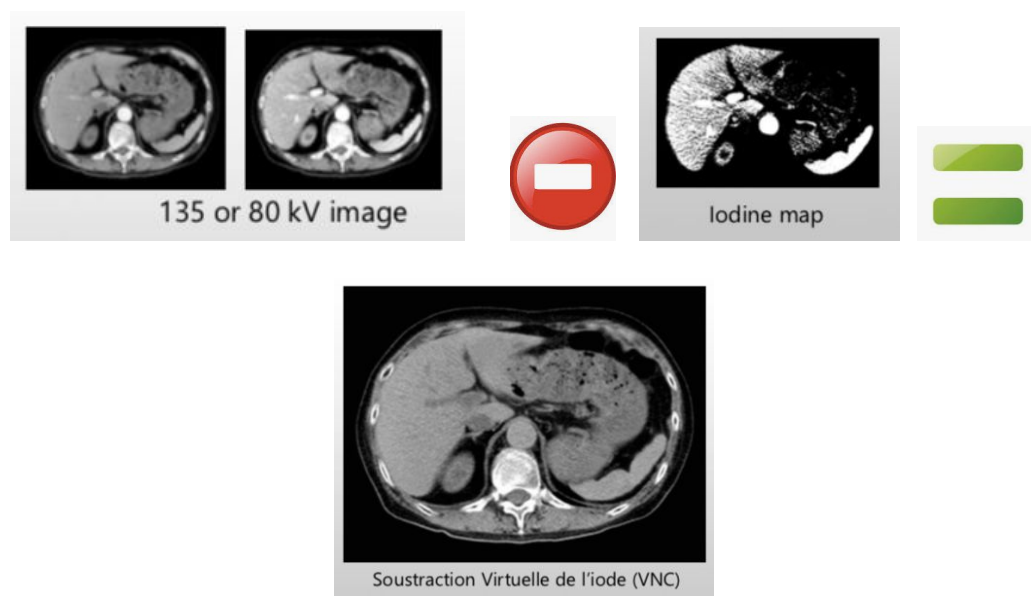
**Figure 37.** Image tirée Montandon, S. (2019)

Ces images nous démontrent, qu'à bas keV, il est difficile de différencier la plaque d'athérosclérose présente sur la carotide afin d'évaluer la sténose réelle de ce patient et ne pas surestimer sa taille.

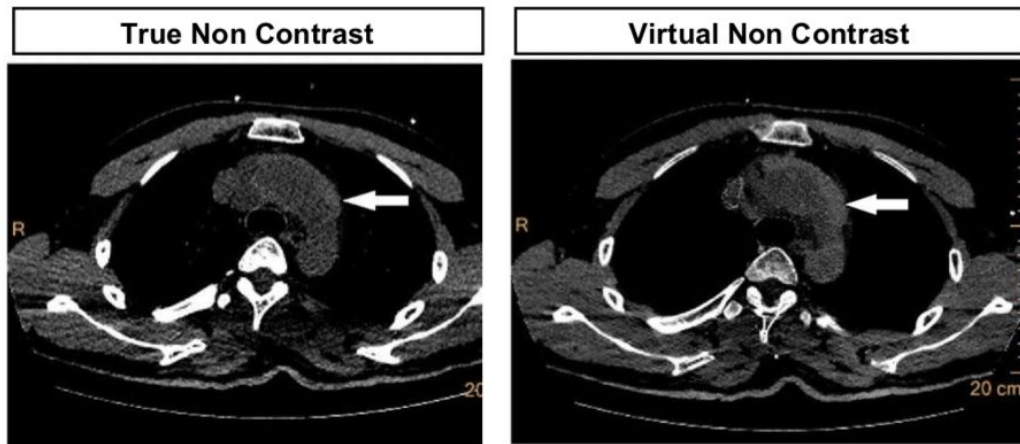
Lorsqu'on augmente les keV, il est maintenant possible d'apprécier avec davantage d'exactitude la taille de celle-ci.

#### 2.2.5.5 Virtual Non Contrast (VNC)

L'application Virtual Non-Contrast est une technique permettant d'obtenir une image virtuelle avec suppression du produit de contraste iodé injecté au patient lors de la phase artérielle ou veineuse (*Cf. Figure 38*). Ceci permet alors d'éviter de faire un passage natif, sans PCI, et donc de réduire la dose globale au patient durant l'examen.



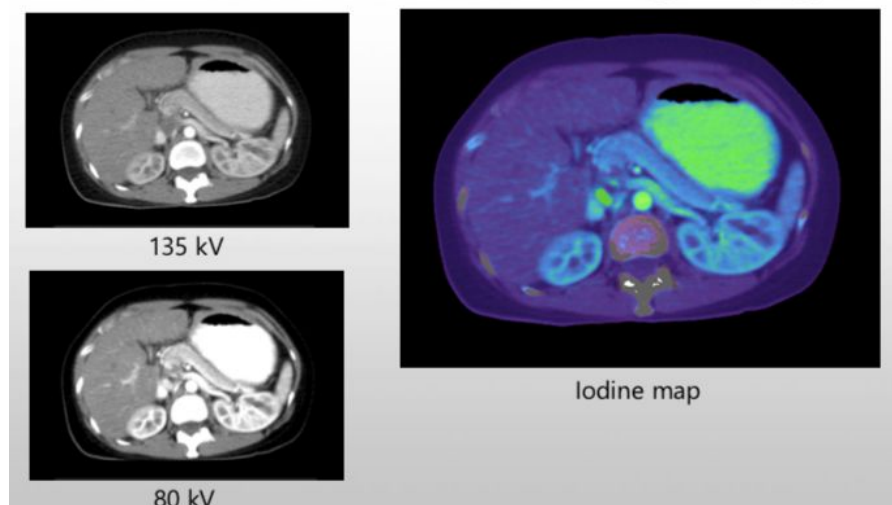
**Figure 38.** Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)



**Figure 39.** Image tirée de Si-Mohammed, S., Revel, D., Boussel, L. et Douek, P. (2018)

Cette image (*Cf. Figure 39*) compare un CT natif avec un VNC. La flèche montre un syndrome aortique aigu, qui semble plus mise en évidence grâce au lissage du VNC pour un oeil non-averti.

#### 2.2.5.6 Carte en Iode



**Figure 40.** Image tirée du cours de Gaspoz, F., (2019)

Cette illustration (*Cf. Figure 40*) montre qu'il est déjà possible de rehausser le signal de l'iode en choisissant les reconstructions à basses énergies (80kV) du spectral. Cependant, l'iode peut se confondre avec des structures d'unités Hounsfields (UH) semblables, tel que l'os. C'est ici que la double énergie se différencie du scanner traditionnel en proposant une



carte spécifique à la concentration en iode. Sur l'image de droite, une carte en iode est représentée avec une échelle partant du moins concentré en iode en violet, au plus concentré en vert.

Il est possible de régler le pourcentage de fusion entre l'image native et la cartographie iode (Gaspoz, F. 2019)

#### 2.2.5.7 Quantification en iode

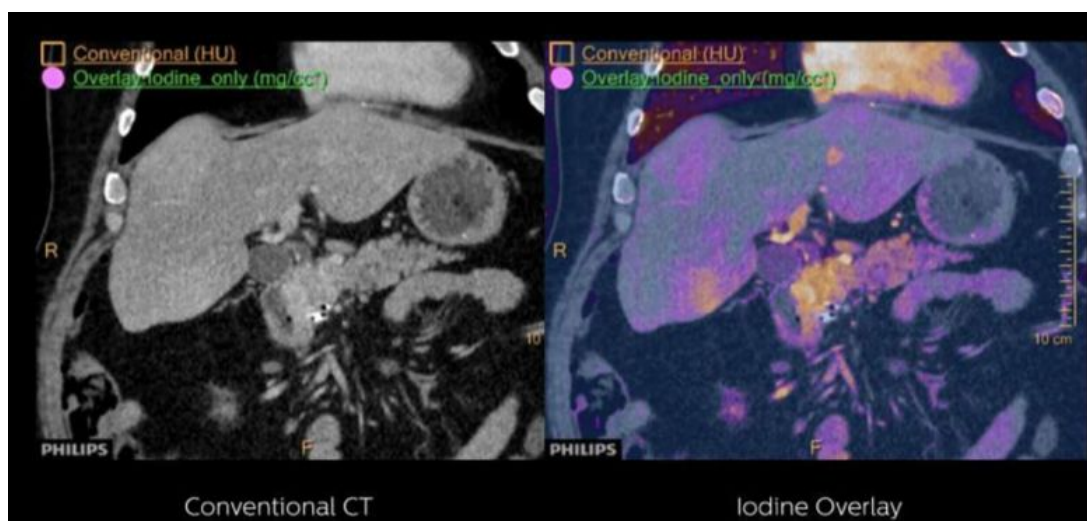
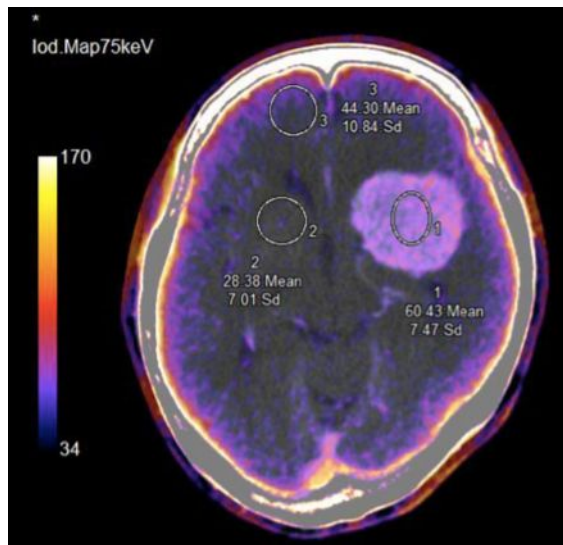


Figure 41. Image tirée du cours de Montandon, S., (2019)

Le spectral fournit non seulement des cartes en iode mais permet également la quantification de celui-ci.

Cette illustration montre une image de CT conventionnelle à gauche et une image de fusion CT conventionnel/Carte en iode (Cf. Figure 41). On remarque que cette fusion avec une image anatomique conventionnelle permet d'apprécier plus aisément la prise de contraste de certaines lésions avec une cartographie mettant en évidence la quantification de l'iode pour apprécier ce réhaussement selon une échelle de couleur allant du moins chargé en iode en violet, au plus chargé en orange-blanc. En plaçant une région d'intérêt manuellement, il est possible de mesurer la quantification en iode en mg/ml.



Voici un cas (Cf. Figure 42) d'un suivi d'hémangiome cérébral où des ROI ont été placés afin de mesurer la concentration en iode selon l'échelle de couleur définie par le manipulateur. Cette application permet d'apprécier la réponse thérapeutique à un traitement.

Figure 42. Image tirée de Gaspoz, F. (2019)

#### 2.2.5.8 Images à haut kV : Atténuation des artéfacts

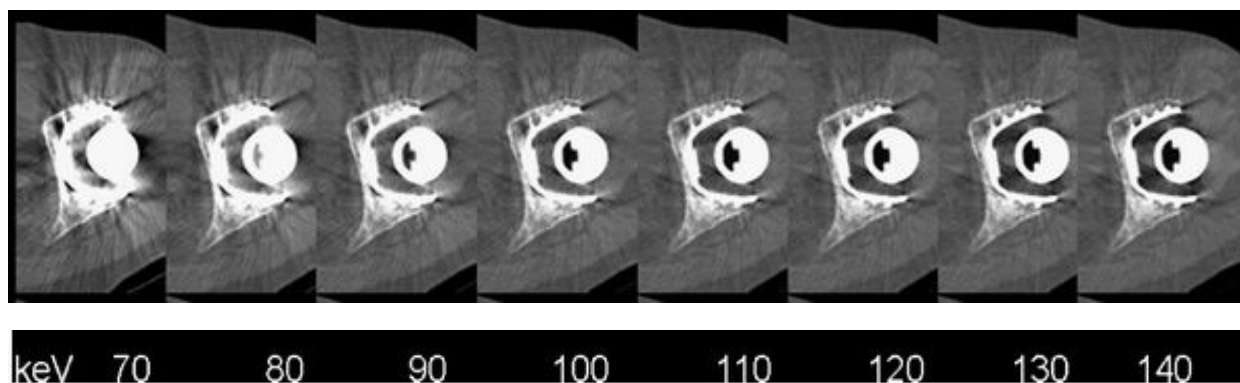


Figure 43. Image tirée de Young H. et al. (2012)

Voici un exemple de réduction d'atéfact avec, de gauche à droite, une augmentation des keV parallèlement à une diminution de l'artefact métallique sur une image de prothèse de hanche, au CT spectral (Cf. Figure 43).

## 3. Pratique des TRM au CT

### 3.1 Présentation du Guide Calgary TRM

Afin d'observer et décortiquer la pratique du TRM au scanner, nous avons choisi d'adapter le guide Calgary-Cambridge<sup>7</sup> (Bourdy C, Millette B, Richard C, Lussier MT. 2004.), adapté par les étudiants TRM pour les techniciens en radiologie<sup>8</sup> au sens large, en un Guide Calgary pour les TRM au scanner. Nous avons utilisé principalement trois sources pour réaliser celui-ci: le guide lui-même, la littérature et nos connaissances acquises au cours de nos stages et avec les enseignements reçus tout au long de notre cursus.

Le Guide Calgary-Cambridge, tiré de l'entrevue médicale<sup>9</sup>, est un outil qui est établi pour décortiquer la communication entre un médecin et son patient. « Il constitue une référence dans le monde de la santé en général et pour l'ensemble des filières de la Haute Ecole de Santé en particulier. En décrivant le processus de communication par étapes et en détaillant chacune d'elles, le guide permet aux professionnels de la santé de mieux comprendre les modalités de la construction d'une relation avec le patient ». (Seferdjeli, L., s.d)

Cependant, ce guide décrit, comme cité dans le paragraphe précédent, la relation médecin-patient. Il a donc été judicieux de l'adapter à une situation plus courante et spécifique à la radiologie, la communication entre le technicien en radiologie médicale et le patient.

Cette adaptation a été proposée à plusieurs volées d'étudiants TRM, de manière expérimentale, afin de reproduire un guide illustrant le processus de communication et pouvant servir de « culture commune ». Cet exercice a permis l'émergence d'une autre dimension de la communication au sein de ce métier, car il en est apparu que la communication est étroitement liée aux actes techniques, ce qui le rend davantage fidèle à la réalité de la pratique. C'est pourquoi, « le guide Calgary TRM se présente comme un

---

<sup>7</sup> Annexe 8.3.1

<sup>8</sup> Annexe 8.3.2

<sup>9</sup> Traduit et adapté en français, avec la permission des auteurs, par Christian Bourdy, Bernard Millette, Claude Richard et Marie-Thérèse Lussier, Montréal, mars 2004.



protocole-cadre, toutes modalités confondues, du processus de prise en charge d'un patient lors d'un examen radiologique ». (Seferdjeli, L. s.d.)

Cette adaptation a ensuite été testée sur le terrain, lors des stages des étudiants auprès de plusieurs équipes de radiologie, ce qui a ainsi permis de le perfectionner en prenant en compte et en intégrant les remarques des professionnels de santé.

## 3.2 Le Guide Calgary TRM adapté au CT classique

### 1. Préparer l'examen:

#### Prendre connaissance de la prescription médicale

- Lire la demande d'examen et vérifier l'indication à l'examen CT.
- Consulter l'historique médical du patient et vérifier la présence d'examens antérieurs notamment pour pouvoir effectuer un comparatif si nécessaire.
- Vérifier le laboratoire effectué pour obtenir la fonction rénale (créatininémie).
- Présentation du cas au radiologue et choix du protocole.

#### Préparer la salle

- Préchauffer le tube, en début de service et/ou en cas de plages horaires espacées.
- Préparer la console: sélectionner le patient sur le système, choisir le protocole, paramètres techniques, la position du patient en fonction du sens de l'acquisition, etc.
- Salle : hygiène, aseptie, draps, désinfection tables, etc.
- Si nécessaire préparation du contraste oral à donner au patient avant l'examen.
- Matériel :
  - Préparer la pompe à injection (Produit de contraste iodé (PCI), NaCl), le matériel de lavement et/ou d'insufflation.

- Avoir à disposition les moyens de contentions.
- Préparer le plateau de pose de voie veineuse périphérique (VVP).
- Si interventionnel : plateau stérile et matériel pour le radiologue (gants stériles, masques, charlotte, tablier plombé, écrans de contrôle, etc) et prévoir si besoin un lit et surveillance infirmière du patient après le geste interventionnel.

## Désinfection des mains

### 2. Accueillir le patient:

#### Valider les informations protocolées

- Appeler le patient dans la salle d'attente selon les règles d'usage de l'établissement.
- Identifier son état physique et mental.
- Saluer (serrer la main) et se présenter (nom et fonction).
- Accompagner le patient en cabine.
- Vérifier l'identité du patient (nom et date de naissance).
- Identifier rapidement le risque de grossesse chez une femme.
- Localiser et confirmer la raison de l'examen avec le patient (région, localisation, concordance avec l'indication, symptômes, contexte de l'événement).
- Vérifier et contrôler le questionnaire d'examen (médicaments, diabète, anti-coagulants, présence de métal, prothèses, précédente injection de produit de contraste iodé?...).
- Vérifier les contre-indications à l'examen (allergie iode, insuffisance rénale, glaucome...)
- Vérifier la bonne préparation

## Expliquer la procédure

- Expliquer globalement l'examen en tenant compte de l'état physique, psychique et émotionnel du patient (préparation du patient à l'examen, déroulement, etc.).
- Adapter son langage selon le premier retour du patient ainsi que selon son état physique et/ou cognitif, son âge, sa nationalité, son état de santé, sa culture,...)
- Utiliser le langage non verbal (la gestuelle) si le patient ne parle pas la langue ou si la compréhension est difficile pour lui.
- Donner les bonnes consignes de préparation à l'examen (enlever les chaussures, pantalon, objets métalliques, etc.).
- Contrôler visuellement la préparation du patient et si nécessaire reformuler les consignes (*vous avez bien enlevé votre soutien gorge ? bijoux dans la région à examiner, etc.*)
- Etre attentif dès le début de l'entrevue au confort et à l'intimité du patient
- Impliquer le patient : offrir des suggestions et des choix plutôt que des directives, l'encourager à partager ses propres idées.
- Écouter les préoccupations importantes du patient : peur de l'examen, craintes.
- Explorer avec le radiologue les différentes options envisageables lorsque la réalisation d'un examen n'est pas possible : allergies, etc.
- Discuter d'un plan mutuellement acceptable, en accord avec le radiologue et/ou le patient.
- Vérifier que le patient soit en accord avec le plan, si l'on a répondu à ses préoccupations.
- Conduire le patient dans la salle d'examen/traitement et fermer la cabine.

### **3. Débuter l'examen:**

#### **Préparer à l'examen**

- Évaluer les connaissances du patient sur l'examen: Avant de donner de l'information, s'enquérir des connaissances préalables du patient; s'informer de l'étendue de ce que le patient souhaite savoir/entendre et si besoin les notions de radioprotection.
- Fournir l'information par portions gérables et vérifier la compréhension par le patient; utiliser les réponses du patient comme guide pour adapter ses explications.
- Demander au patient quelles autres informations seraient utiles pour aboutir à une bonne compréhension convenable (présentation de la machine si inconnue, craintes, claustrophobie).
- Donner l'information à des moments appropriés.

#### **Installer le patient**

- Expliquer les étapes du positionnement par portion gérable tout en le guidant dans son positionnement.
- Expliquer les éventuels effets secondaires du produit de contraste chaleur, goût métallique dans la bouche, etc.)
- Placer le patient de manière à obtenir un examen de qualité (alignement correct des plans orthogonaux pour faciliter les reconstructions en post-traitement, bonne position des bras,).
- Veiller au confort et aux douleurs du patient en s'aidant (ou non) des objets de contention.
- Informer le patient de la pose de VVP selon le protocole s'assurer de la bonne perméabilité de la VVP et la tester avec du NaCl avec un débit mimant les conditions de l'examen.

- Communiquer au patient les informations relatives à l'acquisition (ne pas bouger, durée/ apnée, écouter la voix qui donne les consignes, positionnement des bras, ne pas déglutir, etc.)
- Vérifier la compréhension des consignes en utilisant la reformulation "N'oubliez pas de gonfler les poumons et de bloquer." etc.
- Utiliser des aides visuelles si nécessaire pour transmettre l'information.
- Vérifier la compréhension des consignes en utilisant la reformulation (bonne compréhension = bonne coopération = bonne gestion du temps de l'examen (évite de devoir recommencer car le patient n'a pas compris la manœuvre).
- Centrer la table en fonction de la région à examiner avec l'isocentre en fonction de la morphologie.
- Connecter la voie veineuse du patient à la pompe d'injection, si existant.
- Sortir de la salle et prévenir du commencement de l'examen.

#### **4. Réaliser l'examen:**

##### **L'acquisition / traitement**

- Adapter les paramètres techniques selon l'état, la morphologie du patient et la présence d'une prothèse (poids, etc.)
- Programmer le moniteur de la pompe d'injection selon protocole et morphologie du patient (débit, volume, temps).
- Lancer la première acquisition du topogramme pour le repérage tout en surveillant/observant le patient (repérer les signaux corporels).
- Placer les coupes sur la région d'intérêt (spécifiques aux différentes acquisitions du protocole: natif, artériel, veineux (portal), tardif).
- Faire attention aux éventuels mouvements, mauvaises démarches des consignes données : exemple bloquer la respiration et à la place vider l'air dès le début de l'acquisition.
- Injection du PCI (vérifier le passage du PCI, état du patient) à côté du patient si les conditions d'examen le permettent.

- Rentrer dans la salle pour vérifier l'état du patient après l'injection et explication de la suite (selon protocole) : acquisitions suivantes (phase veineuse, tardive) ou arrêt de l'examen.
- Retourner à la console et réaliser les acquisitions restantes dans le temps imparti.
- Evaluer la qualité des images et leur adéquation vis-à-vis du protocole demandé, informer le radiologue et réalisation de clichés supplémentaires à sa demande.
- Informer le patient de la fin de l'examen.
- Retirer la voie veineuse.

### Terminer l'examen:

- Après validation des images par le médecin, libération du patient.
- Expliquer au patient la suite de l'examen (résultats, où aller quand il aura les résultats, prise de rdv, etc.)
- Aider le patient à se relever ou se rhabiller, l'accompagner en cabine si besoin.
- Expliquer au patient les attitudes à adopter après l'examen après injection de PCI (s'hydrater, se reposer, ne pas conduire, interrompre l'allaitement temporairement, etc.)
- Répondre aux questions éventuelles du patient sur l'examen ou sur les démarches administratives de l'institut (le rapport médical sur l'examen et/ou les images effectuées seront envoyés à votre médecin).
- Traiter les images, effectuer les reconstructions (reconstructions plus conséquentes se font plus tard).
- Prendre congé du patient poliment, lui imprimer un CD ou réaliser un livret selon le centre.
- Envoyer les images sur le PACS<sup>10</sup>, RIS<sup>11</sup>.
- Facturer. Noter la dose de l'examen.
- Ranger et désinfecter la salle.
- Effectuer le traitement des images sur console de post-traitement.

---

<sup>10</sup> PACS: Picture Archiving and Communication System ; Système de communication et d'archivage d'images radiologiques

<sup>11</sup> Radiology Information System ; Système de gestion administrative en radiologie

## 4. Méthodologie

### 4.1 Instruments de recherche

Nous avons choisi de réaliser notre travail sur la base d'entretiens individualisés. C'est une méthode qui nous permet d'explorer la pratique quotidienne des TRM et d'examiner leurs comportements. Contrairement à un questionnaire classique, l'entretien individuel nous permet de faire une étude qualitative sur le terrain de manière assez détaillée au sujet de notre question de départ, c'est-à-dire de l'utilisation du scanner spectral et de la prise en charge du patient par le TRM. Les entretiens que nous réaliserons feront l'objet d'enregistrements audio, avec l'accord des personnes concernées, pour permettre par la suite d'analyser plus facilement les données récoltées sans déformer les propos de nos interlocuteurs.

Ce qui a également motivé notre choix pour les entretiens individuels a été le fait qu'on puisse obtenir des réponses assez détaillées et spontanées sans avoir de questions dans un cadre très strict. Nous pourrions explorer les différents aspects que nous aurons à discuter en réorientant les questions à mesure que notre entretien se déroulera. Nous réaliserons nos entretiens sur la base du Guide Calgary TRM que nous présenterons à nos interlocuteurs afin de solliciter leur récit sur cette base.

### 4.2 Elaboration du guide d'entretien

L'élaboration du guide d'entretien est née de l'idée de Madame Seferdjeli L. d'utiliser le Guide Calgary TRM, effectué par des anciens étudiants de la filière TRM<sup>12</sup>. À partir de celui-ci, et en faisant son ajustement par rapport à la modalité du scanner, nous pourrions utiliser cet outil afin de détailler précisément les tâches du technicien. En effet, cet instrument est une manière de rentrer dans les détails de cette pratique pour en décortiquer ces composants, subtils mais très importants, qu'on pourrait oublier de mentionner sans cet exercice.

Ce guide permet de structurer notre entretien sans oublier une étape de cette pratique.

---

<sup>12</sup> Annexe 8.3.2

### 4.3 Choix du groupe cible

Le groupe cible que nous avons sélectionné sont directement des TRM de terrain, au plus proche de la pratique habituelle. Nous avons choisi d'interviewer des TRM travaillant dans deux établissements distincts, sur différents scanner spectraux, c'est-à-dire de constructeurs différents : Phillips et Siemens et GE. Ce choix, nous l'avons effectué en tenant compte des différentes techniques utilisées pour pratiquer du CT Spectral. En effet, selon Frédéric Zoni, notre professeur, Phillips se base sur une méthode de détecteurs bi-couche. Au contraire, Siemens emploie la technique utilise la méthode « bitube » et GE emploie la méthode « kV-switching ». Il nous a donc paru nécessaire de comparer également les changements intervenants d'une technique à l'autre. Nous savons, par exemple, qu'une méthode est rétrospective alors que les deux autres sont prospectives: il sera particulièrement intéressant de comparer ces différences ayant une influence directe sur la pratique du TRM.

Nous n'avons pas pu comparer la technique du constructeur Canon car nous ne connaissons aucun institut doté de cette machine, fonctionnant avec la méthode de « rotation-rotation », à Genève et ses environs.

Nous avons choisi d'interviewer des TRM ayant déjà une certaine expérience à travailler avec du scanner spectral pour qu'ils puissent déjà avoir intégré une « routine » et puisse répondre à nos questions pratico-pratiques. Ceux-ci pourront nous faire part également de leur vécu quant au changement de machine, du CT traditionnel au CT spectral.

Nous nous concentrons sur ce groupe cible, plutôt que de choisir des radiologues ou des néophytes, dû à la disponibilité des intervenants, l'organisation des interviews et leurs retranscriptions. De plus, nous voulons nous concentrer sur la vision du TRM lui même, son ressenti, ses nécessités et pouvoir construire une réflexion autour de ce point de vue.

### 4.4 Organisation des entretiens

Avant de réaliser nos entretiens nous avons d'abord effectué un entretien test avec l'une de nos camarades ayant effectué un stage dans un lieu où le scanner spectral était utilisé. Cet entretien nous a permis de nous préparer aux futurs entretiens sur les tournures de phrases à adopter et, essentiellement, à valider et tester la rédaction et la cohérence de notre guide



d'entretien, le guide Calgary adapté au scanner classique. Nous avons chacune prise une place spécifique en vue des entretiens: l'une de nous à été l'interlocutrice principale, qui a mené l'interview ; la seconde, l'interlocutrice soutenant la première en cas d'oublis ou difficultés et enfin la troisième afin de poser les questions restantes et avoir un regard un peu plus global sur l'interview.

Puis, notre directeur de Travail de Bachelor, Monsieur Zoni F., a contacté les chefs TRM où des scanners spectraux étaient disponibles sur Genève. Suite à ses demandes pour pouvoir planifier des entretiens avec des TRM des différents lieux, nous avons reçu l'accord pour pouvoir contacter nous-mêmes les TRM.

Nous avons rédigé les documents<sup>13</sup> de consentements éclairés, d'information et de demande d'autorisation, que nous avons joints à notre travail anonymisés. Nous avons pu contacter les TRM par mail, en leur expliquant en quoi consistait notre travail et en leur joignant également notre guide d'entretien, pour qu'ils prennent connaissance du Guide Calgary afin qu'ils soient au courant du contenu de notre entretien. Nous les avons informés de la durée des entretiens, de l'enregistrement audio de leurs propos et du fait que leurs informations allaient être retranscrites dans notre travail pour permettre d'effectuer l'analyse de notre travail.

## 4.5 Entretiens

Le nombre scanner spectraux sur Genève étant très réduit, nous n'avons réussi à obtenir que deux entretiens avec des techniciens pratiquant sur ce type de machine. Le premier s'est déroulé à l'Hôpital de la Tour et le second aux Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG).

Ces deux interviews étaient précieuses pour notre travail, car toute notre réflexion allait se baser là-dessus. En effet, nous avons réalisé et testé au préalable notre guide sur une de nos camarades TRM avant de réaliser les deux entretiens afin que ces derniers soient de bonne qualité avec tous les renseignements nécessaires à notre questionnement de départ.

Nos interview semi-directives se sont déroulées légèrement de manière différente selon l'interlocuteur. En effet, lors de notre première interview, le TRM en question n'avait pas pu lire le document envoyé par mail résumant notre travail et le guide Calgary adapté au CT,

---

<sup>13</sup> Annexe 8.2

contrairement au second entretien où le TRM avait pris connaissance du guide et l'avait bien en mémoire. Nous nous sommes donc permises, lors du second entretien de sauter quelques questions.

## 5. Analyse des données

Pour réaliser l'analyse de nos deux interviews nous allons suivre les différents chapitres du Guide Calgary afin de structurer nos données. Durant nos entretiens, il a été question de trois constructeurs différents : un CT Philips se trouvant à l'hôpital de la Tour, et quatre autres CT de GE et Siemens aux Hôpitaux Universitaires de Genève. Chaque machine possède ses particularités, avec des avantages et des inconvénients. Grâce à cette analyse, nous allons pouvoir répondre à notre questionnement de départ concernant la pratique quotidienne du TRM sur les scanner à double énergie et ainsi conclure notre travail.

### 5.1 Formation des TRM

De part nos entretiens, nous avons appris que l'arrivée du scanner spectral dans les services de radiologie que nous avons visités, a engendré un besoin de formation. Il fallu que les techniciens soient formés aux nouvelles technologies et à l'utilisation de celles-ci et réajustent leurs connaissances techniques spécifiques aux scanners spectraux. À l'hôpital de la Tour, certains techniciens et radiologues ont été amenés à suivre une formation pratique de deux jours, organisée par le constructeurs Philips en Allemagne, à Munich, avant l'installation de leur nouveau scanner.

Aux HUG, lors de l'introduction des différents scanners spectraux, les techniciens ont eu des « réunions CT », réalisées entre TRM au scanner, comme nous l'indique notre interlocutrice, afin de « savoir les différences entre Siemens et GE, savoir ce qu'on peut faire avec, savoir ce qu'on peut pas faire avec et puis comment s'en servir. » Les techniciens en radiologie n'ont donc pas tous reçu de formation officielle de la part des constructeurs dû au grand nombre de techniciens constituant leur équipe. Pour les personnes qui n'ont pas assisté aux réunions, chacune d'elles a appris de l'autre par du « bouche à oreille ». Les TRM possèdent une

marche à suivre de « trois ou quatre pages » selon la TRM, qu'ils consultent en cas de doutes sur l'utilisation du spectral avant chaque examen. Cet exercice leur prend notamment du temps sur la réalisation de l'examen.

## 5.2 Préparation de l'examen, accueil et installation du patient

Si l'on se réfère à notre guide d'entretien, ce qui a été mis en avant lors de nos interviews pour l'utilisation des scanners spectraux au niveau de la préparation, c'est que la pratique du TRM n'est pas fondamentalement bouleversée. En effet, nous avons constaté lors de nos discussions avec les différents TRM qui travaillent sur Philips, GE et Siemens, que la phase précédant l'examen ne change pas d'un examen réalisé par des TRM travaillant sur un scanner conventionnel.

De manière globale, nos TRM nous indiquent que le scanner spectral n'est pas indiqué et nécessaire pour tous les patients. Par contre, il s'avère intéressant pour aider le TRM dans sa pratique, par exemple, lors d'injection ratée, pour réhausser le contraste, lors d'insuffisance rénale ou de prothèse.

Sur Philips à l'hôpital de la Tour, notre TRM nous précise que lorsqu'un patient possède une « mauvaise créatinine », l'utilisation du scanner spectral s'avère utile car celui-ci permet l'injection d'un moindre de volume PCI grâce à la possibilité qu'offre le scanner spectral de réhausser les contrastes en post-traitement. Cette option n'est envisagée qu'en dernier recours, c'est-à-dire qu'elle n'est pas directement anticipée lors de la préparation du patient, par exemple en piquant avec une aiguille de calibre plus fin, car selon l'avis de notre technicien cette technique réalise une moins bonne qualité d'image.

Contrairement à la Tour, les HUG eux, ont quatre scanners spectraux de constructeurs différents, GE et Siemens, fonctionnant tous de manière prospective, d'où la nécessité de prévoir à l'avance le protocole pour chaque patient. En effet, lors de notre interview, la TRM interrogée nous précise qu'aux HUG, les patients sont planifiés à l'avance et les protocoles sont établis la veille par des médecins radiologues internes supervisés afin de prévoir sur quelle machine il est préférable d'effectuer leur examen. Selon elle, certaines indications sont davantage mises en évidence selon les machines utilisées. C'est-à-dire que chaque examen

CT est déjà défini pour être réalisé sur une machine. Nous allons citer quelques exemples dans notre analyse.

Notre TRM des HUG nous confie toutefois que, sans compter l'utilisation du scanner spectral aux urgences qui n'est pas rattaché au même service, elle estimait à environ 10-12% des patients dont leur scanner est effectué avec cette technique.

Aux HUG, l'injection de produit de contraste est tolérée jusqu'à une clairance de 30, celle-ci est vérifiée pour les patients qu'à partir de 70 ans, faute de quoi, si la clairance est mauvaise, l'examen est annulé. Nous avons noté qu'ils ne prévoient pas d'injecter moins de produit de contraste pour pallier à cette contrainte. Notre TRM nous confie que les doses de PCI ont été diminuées avec les années mais elle ne peut pas nous confirmer que ce soit en lien direct avec le CT spectral.

Nous constatons donc, comme dans la littérature, selon Coche E. et Danse E. (2017), qu'« il n'y a pas de différence fondamentale dans le positionnement du patient, la programmation de l'acquisition » entre le CT conventionnel et le CT spectral. En effet, les TRM nous confirment qu'ils effectuent toutes les étapes décrites dans notre guide Calgary adapté au CT, c'est-à-dire de la préparation de l'examen jusqu'à l'installation du patient et qu'aucune différence n'est notée entre les différents types de CT.

Sur Siemens, les 2 tubes à rayons X ayant deux FOV de différentes tailles, on pourrait se demander si le positionnement du patient a une grande importance pour qu'il puisse se trouver dans le champs d'acquisition des deux tubes. Mais la TRM insiste sur le fait que « c'est rare d'avoir des patients qui dépassent et si ça dépasse, c'est le gras qui dépasse ». Ceci ne demande donc pas de positionnement particulier du patient sur Siemens dans la pratique du TRM.

### 5.3 Réalisation de l'examen

Toujours en suivant notre Guide Calgary adapté au scanner, nous avons voulu ensuite centrer notre intérêt sur la réalisation de l'examen sur les différentes machines. Sur Philips, l'adaptation des paramètres techniques selon le patient se fait de la même manière que l'on

pourrait les adapter sur un scanner conventionnel. Le TRM nous indique que « tu fais ton scanner, tu peux travailler cinq ans et si on ne t'as pas dit que c'est du spectral tu fais ton scanner normal et puis tu sais pas ». Ce qui prouve qu'il n'y a pas forcément de différences entre les paramètres à manipuler. Là où peuvent survenir des variations, c'est lorsqu'un patient est porteur de prothèse métallique ou lorsqu'un patient est mince. Dans ces cas précis, la question de l'utilisation des images spectrales peut se poser.

En effet, comme nous l'indiquent nos deux TRM, sur chaque machine, ceux-ci décident d'utiliser ou non le spectral lorsqu'ils aperçoivent sur leur topogramme une prothèse. Le TRM peut décider d'utiliser ou non les algorithmes de diminution d'artéfacts ou la méthode spectrale. C'est notamment à cette étape que le praticien va choisir le kilovoltage de son acquisition. Il peut, par exemple, décider d'augmenter ses kV afin de minimiser les artéfacts de métal, ou au contraire, choisir de les baisser, lorsque son patient est trop mince. Notre TRM de la Tour nous confie toutefois qu'en baissant son acquisition à 100kV, il faut être conscient qu'il n'est plus possible d'effectuer une acquisition spectrale, qui nécessite un minimum de 120 kV. En effet, selon Coche E. et Danse E. (2017): « Chez Philips Healthcare, la technologie à double couche de détecteurs impose l'utilisation d'une acquisition à 120 kVp pour pouvoir scinder le faisceau rayons X en différentes énergies ». En outre, à part cette exception, qui se révèle de moins en moins effectuée, le TRM confirme qu'avec la technique de Philips, il est moins préoccupé par l'anticipation et la réflexion d'utiliser ou non cette méthode car il nous informe que toutes les données sont acquises avec des données spectrales disponibles en post-traitement si nécessaires. En effet, celui-ci affirme « tout ça, c'est des choses où on se pose les questions, mais chez nous, on est moins prisonnier que sur d'autres machines parce que le spectral, on y a accès après coup, qu'on ait prévu ou pas de l'utiliser. »

Du côté de notre TRM sur GE et Siemens, celle-ci nous affirme qu'elle doit se poser la question à ce moment-là également. Celle-ci nous explique qu'à l'arrivée, en 2010, des scanners spectraux dans leur service, ceux-ci étaient utilisés pour leur option de réduction des artéfacts métalliques mais qu'avec les années et le développement de nouvelles méthodes d'atténuation comme iMAR<sup>14</sup> créé par Siemens, leur utilisation a été supplanté par cette technique sur cette machine, offrant une meilleure qualité d'image. Toutefois, la double

---

<sup>14</sup> iMAR: Iterative metal artifact reduction; logiciel de réduction d'artéfact

énergie est quand même utilisée quotidiennement dans le service des urgences, à la demande du chef du service, pour cette option sur la machine GE, car les HUG ont un gros débit de patients, parfois âgés, avec du matériel non prévu à l'avance et donc pas connu lors du choix du protocole et de la machine sur laquelle va se dérouler l'examen. C'est au moment de faire le topogramme qu'« on se rend compte que le patient il a une prothèse, on sait qu'on va devoir switcher, qu'on va devoir prendre le protocole équivalent en dual-énergie. Et ça c'est seulement sur GE, parce que maintenant sur Siemens, on utilise plus du tout. C'est-à-dire que sur Siemens on fait le scout, on voit qu'il y a une prothèse, on sait qu'on va utiliser leur machin là, iMAR, qui est vraiment excellent pour les artéfacts. »

C'est justement là que le TRM doit sélectionner son protocole d'acquisition dual énergie sur GE et s'assurer que la dose (en GSI<sup>15</sup>) corresponde à une dose raisonnable pour le patient en modifiant les paramètres techniques (kV, mAs, rotation du tube et fantôme). Cette étape est fastidieuse pour le TRM selon notre interlocutrice car il est nécessaire de connaître les paramètres à entrer dans la console et chaque TRM n'est pas au point avec cela vu le nombre conséquent de techniciens tournant dans le service. Le fait de devoir modifier les paramètres techniques prend légèrement plus de temps au TRM que l'utilisation d'un protocole déjà préparé la veille. Sur Siemens, l'algorithme de diminution d'artéfacts est directement appliqué, laissant le spectral de côté.

## 5.4 Post-traitement

Sur Philips, les données spectrales étant accessibles à tout moment après l'examen, les techniciens peuvent les utiliser en tout temps après l'acquisition des images, à condition qu'elles soient encore disponibles sur le stockage de la console. On peut également préprogrammer sur le topogramme des reconstructions automatiques avant le début de l'acquisition des images. Par exemple, des reconstructions natives virtuelles (VNC) sur les abdomens veineux sans natif pour qu'elles soient directement envoyées sur la console de visualisation à la fin de l'examen. L'envoi des données brutes spectrales sur la console de post traitement prends beaucoup de temps, donc elle ne permet pas au TRM d'effectuer des reconstructions spectrales immédiatement. En effet, il faut attendre plusieurs minutes pour

---

<sup>15</sup> GSI: Imagerie Spectrale Gemstone; imagerie spectrale de GE

pouvoir utiliser ces données sur l'ISP.<sup>16</sup> Donc, les reconstructions spectrales sont effectuées plus tard, après la réalisation de l'examen, et non juste en fin d'examen. Sinon ceci ferait perdre beaucoup trop de temps aux TRM qui doit respecter de le planning des examens de la journée. Les TRM relancent parfois des reconstruction spectrales, après coup, pour voir si celles-ci apportent des informations supplémentaires. En effet, comme nous le dit notre interlocuteur: « si ça apporte quelque chose tu peux le montrer à ton médecin et le sauver sur le PACS ». Les reconstructions spectrales sont utiles pour certains médecins radiologues, qui les demandent, mais permettent d'avoir une information complémentaire et ne sont pas forcément primordiales pour le diagnostic. Selon le TRM de la Tour, en nous racontant une anecdote au sujet d'une lésion qu'il avait aperçue et pour laquelle il a fait des reconstructions spectrales, nous dit: « en tant que radiologue elle [la radiologue] l'aurait probablement vu sans spectral. [...] je pense qu'avec l'expérience d'un radiologue, je ne pense pas que ce soit indispensable ».

Par contre, des anecdotes, montrant cette fois-ci la plus value du spectral, nous ont aussi été racontées et ont, par exemple, éviter de devoir effectuer une nouvelle acquisition, comme exemple une acquisition réalisée directement en temps veineux, sans natif, où un doute subsistait au sujet d'une lésion: son comportement sans produit de contraste a pu être vérifié grâce au VNC reconstruit après coup.

Concernant les HUG, l'organisation en ce qui concerne les reconstructions est quelque peu différente: une personne est spécialement désignée pour effectuer toutes les reconstructions un peu plus « poussées » comme pour la goutte ou les embolies pulmonaires afin d'augmenter l'efficacité du service car « tout le monde n'a pas la même facilité avec la souris [...] Donc non, ça s'est pas nous qui faisons ». Cependant, notre TRM nous confirme qu'elle-même et certains autres TRM savent les faire sur GE en cas de besoin. Sur Siemens, il suffit de réaliser l'acquisition en dual-énergie et d'envoyer les images sur le logiciel de reconstruction et tout se fait automatiquement, « il y a même plus besoin de quelqu'un ». Lors de l'étape de post traitement, notre TRM des HUG nous indique qu'avec la méthode bitube de Siemens, l'opérateur peut choisir de reconstruire soit le tube A, soit le tube B, soit les deux. On imagine bien que le nombre d'images soit considérablement augmenté.

---

<sup>16</sup> ISP : Intellispace Portal ; plate-forme de visualisation avancée de Philips

Lors de la facturation de l'examen, il est souvent question d'indiquer la dose reçue pour le patient. Nous avons obtenu les doses d'examens standards en double énergie de Philips que nous allons pouvoir comparer aux NRD afin d'apprécier une potentielle augmentation de dose, décrite dans la littérature.

Nous avons demandé les doses des CTDI et DLP pour différents protocoles acquis avec des données spectrales ; voici celles de notre TRM travaillant sur Philips regroupées dans un tableau:

	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy*cm]	Total DLP [mGy*cm]
Abdomen <i>Natif</i>	4.6	129.7	613.9
<i>Artériel</i>	5.9	161.6	
<i>Veineux</i>	5.9	281.9	
Cérébral <i>Natif</i>	60.1	1048	2117
<i>Veineux</i>	60.1	1068	
Bassin	10.4	322.8	324.2
Bassin <i>PTH</i>	23.7	920.4	922.6

**Figure 44.** Tableau de données sur le site de La Tour avec un CT spectral Philips.

Protocole CT *		NRD (75 <sup>e</sup> percentile)		Valeur cible (médiane)	
		CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy·cm]	CTDI <sub>vol</sub> [mGy]	DLP [mGy·cm]
1	<b>Crâne</b>	<b>51</b>	<b>890</b>	<b>42</b>	<b>750</b>
8	<b>Abdomen-bassin</b>	<b>11</b>	<b>540</b>	<b>10</b>	<b>470</b>

**Figure 45.** Tableau des NRD. Tiré de l'Office Fédéral de la Santé. (2018). *Niveaux de référence diagnostiques en tomodensitométrie.*

Il faut par contre considérer que ces valeurs ne sont pas significatives compte tenu du fait que celles-ci correspondent à un unique examen et non une moyenne sur plusieurs patients différents de poids et surface corporelle différents. C'est donc pour cela que nous n'affirmerons pas un pourcentage exact d'augmentation. Toutefois, nous pouvons constater



que les valeurs obtenues sur le CT spectral de Philips dépassent les recommandations des niveaux de référence diagnostiques, et plus précisément du 75<sup>e</sup> percentile, ce qui va dans le sens de l'argument de M.Gaspoz sur l'augmentation de dose de la double énergie par rapport au CT classique.

## 5.5 Inconvénients de la méthode spectrale selon les TRM

Les inconvénients que nous avons pu mettre en évidence, avec l'appui de nos entretiens, sont plutôt techniques.

Comme discuté dans la partie post traitement de notre travail, nous constatons premièrement que l'augmentation de la dose pour le patient est un désavantage majeur à cette technique qui nécessite d'être optimisée dans le futur. En effet, la dose en radiologie nécessite de délivrer selon le principe ALARA, "la dose raisonnablement la plus basse possible" pour obtenir un diagnostic.

Nos praticiens nous ont tous deux indiqués que le temps d'acquisition ne semble pas différent par rapport au CT traditionnel. En revanche, le temps de reconstruction est considérablement augmenté dû au nombre de données brutes engendrées. Pour cette raison, les techniciens mettent la priorité sur les images standards répondant à la question de recherche afin de libérer le patient, les images spectrales étant programmées pour se reconstruire par la suite, par manque de temps. Il faut garder en mémoire que l'augmentation du nombre de données brutes peut non seulement prendre plus de place sur le PACS, donc potentiellement engendrer plus de coûts pour le stockage, mais constitue également plus d'images à traiter pour le radiologue et donc plus de temps et de travail pour celui-ci.

Nous nous sommes renseignées sur d'éventuelles contraintes avec la méthode de Siemens et ses deux tubes, permettant un second FOV plus petit de 33 cm. Notre interlocutrice nous a indiqué ne pas ressentir de réelles contraintes vis-à-vis de ce paramètre, car comme indiqué auparavant, « il est rare d'avoir des patients qui dépassent ». Si cela se produit, le champ coupé serait au niveau de la graisse du patient, qui est moins importante pour le diagnostic, selon elle. Il faut bien évidemment partir du principe que le patient doit être aligné correctement sur la table. Cependant, elle nous avoue prendre garde parfois avec plus d'attention à son champ d'acquisition avec certains patients mal-en-point qu'il faut ressortir

de la machine en cours d'examen et dont « il faut vraiment vérifier sur le topogramme de profil pour être sûr que tout soit dans le champ ».

## 5.6 Avis des radiologues

On note une certaine réticence des radiologues vis-à-vis de la « nouveauté » du scanner spectral dans chacune de nos interview. A titre d'exemple, à la Tour, sur une dizaine de radiologues présents dans le service, seulement « 2-3 radiologues » utilisent et demandent des reconstructions de type spectrales. Selon les deux TRM interrogés, les radiologues appartenants à la « vieille école » sont habitués à interpréter des images bruitées. Le scanner spectral quant-à-lui, avec son mode itératif, a tendance à « lisser » davantage l'image et diminuer la présence de bruit, comme nous l'indique le TRM à la Tour, l'image « est beaucoup plus travaillée, avec des itératifs très très poussés et tu as au final une image beaucoup plus plastifiée, beaucoup plus lissée et dessous tu vois qu'elle est bruitée quand même. Elle est bruitée et lissée. Le type d'images que ça donne, c'est pas toujours optimal» . Aux HUG, les radiologues utilisent davantage le spectral mais ils sont également gênés par la qualité d'image. Certains d'entre-eux se plaignent d'une “perte d'information”.

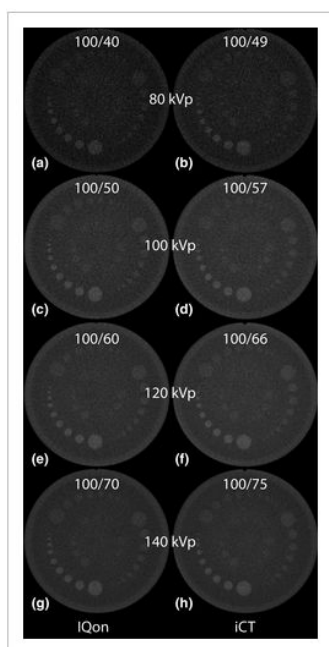
Peut-être que les radiologues de la nouvelle génération, qui seront à leur tour habitués et formés à ce type d'images, utiliseront davantage cette technique sans être gênés par cet aspect. Parfois, même quand le VNC est disponible, les radiologues demandent une acquisition en natif, par préférence ou par manque de confiance de la technique. Lors de notre second entretien, la TRM aux HUG nous apprend que, pour l'instant, ce ne sont pas les internes, radiologues de la nouvelle génération, qui demandent du spectral mais plutôt les chefs de clinique ou radiologues plus anciens, plus formés et plus réflexifs à la qualité de l'image.

Concernant l'argument de la qualité d'image entre une acquisition native d'un CT traditionnel avec un VNC de CT spectral, l'étude réalisée sur des machines Philips par Van Ommen F. et al. (2018)<sup>17</sup> démontre qu'à :

---

<sup>17</sup> Traduit de l'anglais

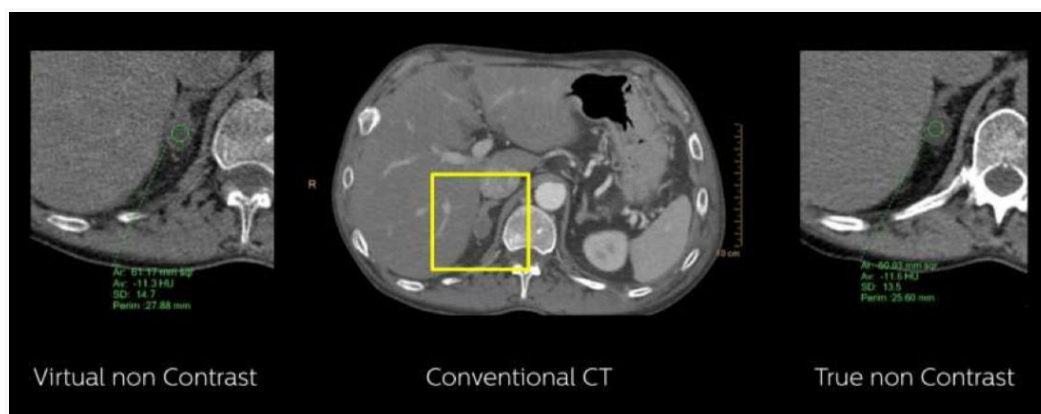
[...] des doses équivalentes, cette étude a montré une qualité similaire aux images conventionnelles acquises sur iCT et IQon pour les fantômes de taille moyenne et une qualité d'image légèrement dégradée pour les (très) grands fantômes à des tensions de tube inférieures sur l'IQon. En conséquence, on peut conclure que l'introduction d'un détecteur à double couche ne compromet ni la qualité d'image des images conventionnelles [...].



Ici nous pouvons observer la comparaison de la qualité d'image à 80 kV (a,b), 100 kV (c,d), 120 kV (e,f), 140 kV (g, h) entre un scanner spectral (IQon de Philips) et un scanner conventionnel (iCT Brilliance de Philips). (Cf. Figure 46)

**Figure 46.** Image tirée de Van Ommen F. et al. (2018)

Au même titre, Philips démontre, dans son argumentaire de vente, que la déviation standard n'est pas significativement différente entre le VNC et une vraie phase native acquise. (Cf. Figure 47)



**Figure 47.** Image tirée du cours de Montandon, S., (2019)

Nous supposons peut-être également qu'un aspect supplémentaire, qui pourrait potentiellement freiner l'utilisation des images spectrales, est que ces examens ne sont pour l'instant pas inclus dans le système de facturation Tarmed. Ils sont donc facturés au même titre qu'un scanner traditionnel, sans supplément particulier pour les reconstructions spectrales ou pour les images additionnelles que doivent interpréter les radiologues. Ces derniers choisiraient donc de ne pas effectuer d'images spectrales en plus d'images de CT classiques, n'ayant pas d'intérêt économique supérieur pour le travail de lecture des images fourni.

Enfin, nous avons pu constater que la demande d'une telle technique était d'abord un souhait des radiologues, mais comme nous ont confié nos deux interlocuteurs, avec le recul, ceux-ci ne l'utilisent finalement pas à son plein potentiel. Au contraire, celle-ci est un peu délaissée. Finalement, il semble que son utilisation vienne davantage de la proposition de quelques TRM, curieux des compléments offerts par cette technique. Cependant, cette méthode ne leur semble pas indispensable et constitue plus un « confort » selon eux.

## 5.7 Perspectives de collaboration TRM - Médecin radiologue

Lors de doutes, le TRM travaillant sur Philips, nous confie qu'il utilise le spectral afin d'améliorer sa collaboration avec le radiologue: par exemple, il lui est arrivé d'utiliser de la basse énergie pour réhausser une prise de contraste non flagrante. Celui-ci nous confirme cependant que le radiologue l'aurait certainement détectée sans spectral mais que celui-ci augmente le contraste pour la détecter plus facilement. Ceci permet au TRM de prendre des initiatives et avoir un impact dans l'interprétation des images par le radiologue. Il devient ainsi dans certains cas un bras-droit et propose au radiologue des « images-clés » afin de lui venir en aide dans son diagnostic.

Selon notre interlocuteur, intégrer ce genre de reconstructions en les envoyant automatiquement sur le PACS « sans le surcharger d'images inutiles », apporterait un plus au diagnostic et pourrait habituer petit à petit les radiologues aux images spectrales et à leur utilisation systématique. À titre d'exemple, certains radiologues prennent l'habitude de recevoir certaines reconstructions spectrales et remarquent quand celles-ci sont absentes sur le PACS, comme nous l'indique le TRM:

[...] étonnamment ils [les radiologues] nous disent même: “*N’oubliez pas le coro*” [Reconstruction coronale en carte Z] que tu penses que personne ne regarde et puis en fait tu te rends compte qu’ils ne comptent pas dessus mais que ça peut être un appui et certains s’en servent.

## 5.8 Avenir du CT Spectral

Grâce à nos recherches et aux informations collectées sur les applications du scanner spectral, nous nous sommes rendues compte que celui-ci possède beaucoup de potentiel et pourrait gagner en notoriété mais surtout en utilisation dans les services de scanner.

Lorsque nous avons abordé le thème du futur du scanner spectral, nos deux interlocuteurs nous ont donné des réponses différentes concernant son lien avec les radiologues, mais identiques au sujet des améliorations à apporter au scanner spectral pour qu’il se développe davantage dans le paysage radiologique.

Pour l’un des TRM, la future génération de radiologue serait plus sensible à cette nouvelle technologie et c’est ce qu’on pourrait logiquement croire du fait qu’il reçoivent une formation plus avancée sur les nouvelles technologies. Il est important de souligner l’absence d’internes en radiologie dans son établissement, donc ses dires sont subjectifs. En effet, souvent lorsqu’une nouvelle technologie arrive, c’est la nouvelle génération qui y est le plus sensible. Contrairement aux anciennes générations qui, elles, sont plus réfractaires à la nouveauté et donc ne voudront pas en user.

Cependant, pour notre autre interlocutrice qui travaille avec des internes radiologues, ce n’est pas la nouvelle génération qui va aider au développement du scanner spectral. En effet, là où elle travaille, ce sont les chefs de cliniques qui proposent l’utilisation du dual énergie alors que les internes vont user du scanner classique. Cela est expliqué par le fait que lors de leurs études de médecine, on ne leur présente pas ou peu cette nouvelle technologie.

Selon les deux TRM interrogés, pour que les radiologues soient davantage ouverts à cette technique, il faudrait que les constructeurs améliorent certains aspects du scanner spectral.

Nos interlocuteurs nous ont fait part des développements souhaités.

Il y a tout d'abord la qualité de l'image, souvent décrite comme « trop lisse ». C'est l'un des nombreux aspects qui freinent l'utilisation du spectral par les radiologues. L'amélioration de cette qualité d'image réconcilierait certainement les radiologues avec ce type de scanner.

Selon notre interlocutrice, cette technologie devrait aussi être dans la capacité de s'affranchir des artefacts métalliques en ôtant les matériaux spécifiques de l'image, comme le titane d'une prothèse ou le matériel d'une pièce d'angiographie interventionnelle (coils, stent, etc.). Elle devrait aussi être capable d'éliminer des éléments à la demande, comme le calcium par exemple. Cette application permettrait de pouvoir apprécier les zones proches des artefacts métalliques, masqués par l'effet de ceux-ci.

Une autre idée abordée serait d'obtenir des images ressemblantes à celles de l'IRM de type FAT-SAT ou Inversion-Récupération, qui sont grandement utiles lors de diagnostic.

Finalement, on peut aussi imaginer qu'avec l'émergence de l'intelligence artificielle (IA), le flux de données du scanner spectral soit traité dans un premier temps par l'IA, afin d'établir une première lecture et soulager le travail du radiologue. Nous savons que l'IA a besoin de beaucoup de données afin de pouvoir s'entraîner et perfectionner ses algorithmes; ce que le CT spectral peut offrir. De plus, afin d'obtenir des résultats semblables, il est important de pouvoir définir des critères spécifiques aux algorithmes de l'IA, qui n'est pas toujours évident pour les images radiologiques du scanner, mais nous pouvons imaginer par exemple que ces critères seraient plus précis grâce à la détermination du matériau de la double énergie.

Nous nous sommes rendues compte durant notre travail, que le TRM n'a malheureusement pas son mot à dire sur le choix des machines installées dans son service. Le scanner spectral doit, selon nous, d'abord convaincre les radiologues sur ses plus-values par rapport au CT classique. Leur avis affecte la pratique des TRM au CT spectral. Plus les radiologues seront

ouverts à cette méthode, plus les TRM pourront s'entraîner aux diverses options et reconstructions de celle-ci.

## 5.9 Limites de l'étude

L'étude que nous avons menée a été effectuée dans des conditions qui ne peuvent pas refléter l'ensemble des services de radiologies, puisque nous avons basé nos analyses sur un très petit nombre d'institutions. Nous avons eu la possibilité d'effectuer nos entretiens sur la pratique de seulement deux TRM, uniquement sur Genève, du fait que la disponibilité de scanners spectraux n'est pas abondante. Nous avons donc eu besoin de soutirer le maximum d'informations de nos deux entretiens semi-directifs, tout en sachant que les informations récoltées ne correspondent pas objectivement à toute la population de TRM travaillant sur des scanner spectraux. Donc nous avons dû faire attention à ne pas en faire une généralité, tout en ayant pour but de faire une étude qualitative de la pratique du TRM avec l'utilisation du scanner spectral. Il aurait aussi été intéressant d'avoir plusieurs avis de TRM sur la même machine car chaque opinion est subjective, les préférences pour un constructeur peuvent varier d'une personne à une autre, pour différentes raisons. Cependant, la possibilité d'effectuer plusieurs entretiens au sein du même service nous était impossible pour des questions de disponibilités et d'organisation de chaque service respectif. En réalisant notre second entretien aux HUG, nous nous sommes rendues compte que nous aurions peut-être dû prendre contact avec les médecins radiologues pour avoir leurs avis et connaître leurs arguments pour utiliser ou non le spectral dans leur routine, notamment ce qu'ils reprochent à la qualité d'image et savoir s'ils ont réalisé des comparaisons avec un vrai CT natif. Il aurait été souhaitable de contacter le responsable TRM afin d'avoir connaissance des étapes entreprises et des discussions qui ont surgi à l'arrivée de la double énergie et son utilisation, ou par exemple, d'éclairer les doutes de notre TRM durant l'interview, comme au sujet de la diminution de dose au CT imputée ou non au CT spectral. Nous n'avons malheureusement pas pu prendre contact avec les personnes citées ci-dessus par manque de temps et dû à la réalisation tardive et reportée de notre deuxième interview.

Nous nous sommes confrontées aussi à une autre limite, concernant cette fois l'autorisation pour accéder aux données. En effet, l'accès aux doses délivrées aux patients aux HUG nous a

été refusé par le chef TRM du scanner, malgré la justification de notre travail. Ces données auraient pu confirmer ou réfuter l'argument de M. Gaspoz concernant l'augmentation de la dose à hauteur de 20% avec la double énergie. Malheureusement, même en ayant obtenu les doses au CT spectral de Philips à la Tour, nous aurions voulu comparer plusieurs patients et constructeurs différents face à cet argument et les confronter aux NRD du scanner traditionnel. Il a aussi été difficile de comparer les doses aux NRD sur plusieurs examens standards, celles-ci n'y figurant parfois pas ou vice-versa, le lieu en question n'avait pas ces examens disponibles sur la console.

Cette question de la dose au CT Spectral constitue une véritable piste d'étude intéressante à poursuivre pour un futur travail de Bachelor, où il conviendrait d'élargir le nombre de données de DLP et CTDI récoltées et les comparer aux NRD. Cette étude pourrait s'élargir en essayant de trouver des moyens pour réduire la dose si une augmentation véritable est constatée.

## 6. Conclusion

Pour conclure notre travail nous constatons, tout d'abord, que l'utilisation du scanner spectral dans la routine clinique ne constitue pas une indication pour tous les patients à chaque examen scanner. En effet, nous avons vu que celui-ci est utilisé pour des cas particuliers, comme lors de prothèses métalliques produisant des artéfacts, lors d'insuffisance rénale ou bien en post traitement afin d'améliorer la qualité de l'injection, mais lorsqu'il n'est pas nécessaire, le patient peut réaliser un scanner classique.

La double énergie met à disposition du praticien de nombreuses applications telles que les "blended polychromatic images", les "virtual monochromatic energy images" et la "material decomposition". Mais nous avons remarqué que malgré les arguments de vente en faveur des nombreuses applications spectrales, celles-ci ne sont en fait que peu utilisées dans la routine clinique.

Il faut comprendre que si l'utilisation de la double énergie est restreinte par certains facteurs, la pratique du TRM en est modifiée, c'est pourquoi il est important, en premier lieu, de faire un point sur son utilisation et quelques aspects techniques de cette méthode.



Le premier argument qui nous est surgi, lors de nos interviews, était que les TRMs n'avaient, pour la plupart, reçu qu'une formation au CT spectral courte ou transmise par le biais du bouche à oreille.

Le second argument agissant sur l'utilisation du scanner spectral est la réticence de certains radiologues par rapport à cette technique. Ces derniers sont habitués à une certaine qualité d'image pour l'interprétation des examens. Ils l'ont donc parfois mis de côté au profit du scanner traditionnel, répondant à une meilleure qualité d'image selon eux, et étant habitués depuis leur formation à celle-ci. Aux HUG, mis à part son utilisation systématique aux urgences, la TRM interviewée estimait à 10-12% les patients pris en charge sur les trois autres scanners dotés de dual énergie. A la Tour, notre TRM nous dit que seulement 2-3 radiologues sur 10 l'utilisent.

Le TRM n'a malheureusement pas son mot à dire concernant le choix des machines et l'utilisation de celle-ci. Les TRM intéressés font de leur mieux pour s'impliquer à faire augmenter l'utilisation du mode spectral et inciter les radiologues à réaliser de plus en plus d'examens avec celui-ci en leur glissant parfois des reconstructions. On imagine que le travail du TRM pourrait évoluer afin de venir en aide aux radiologues en s'impliquant dans le diagnostic et fournir aux radiologues des images spectrales permettant d'affiner le diagnostic. Nous ignorons si le manque d'intérêt pour le scanner spectral est dû à un manque de temps, un manque de connaissances ou de formation au CT spectral mais pour l'instant cette situation ne permet pas aux TRM de bénéficier pleinement des fonctionnalités de ces CT.

Le troisième argument et non des moindres, est un réel problème au niveau de la dose délivrée, qui semble apparemment, avec les données que nous avons récoltées auprès de l'Hôpital de la Tour, plus élevée et non nécessaire par rapport au CT classique. Il est important de garder en mémoire le principe ALARA qui privilégie une dose la plus faible et raisonnablement réalisable.

Enfin, la question du nombre de data, considérablement augmentées, est un point qui malheureusement ne joue pas en faveur du spectral. Celles-ci augmentent la saturation de l'espace de stockage beaucoup plus rapidement, et donc les coûts qui en découlent. Finalement, elles rallongent le temps de lecture et d'analyse du radiologue pour émettre son diagnostic.

Notre question de départ portait sur les changements de l'introduction du scanner spectral dans la routine du TRM et savoir si celle-ci était bouleversée par son arrivée. Avec les différents entretiens que nous avons pu effectuer, nous avons constaté que la routine du TRM n'en était pas fondamentalement bouleversée et qu'elle restait principalement la même. Il est possible pour un TRM n'ayant pas beaucoup de connaissances techniques sur le mode spectral de pouvoir travailler normalement sur celui-ci.

En suivant nos étapes de notre Guide Calgary adapté au scanner, nous constatons premièrement, qu'au niveau de la préparation de l'examen, de l'accueil et de l'installation du patient, la pratique habituelle ne change pas d'un examen classique, excepté lors d'indications particulières.

En effet, les mêmes questions sont posées au patient, ainsi que la même préparation de la salle (matériel, préchauffage du tube, contrôles qualité de l'appareil).

A la Tour, tous les examens sont effectués sur la même machine de Philips, les données spectrales étant disponibles en post traitement si nécessaire, grâce à la méthode rétrospective, à condition que le TRM travaille à un minimum de 120kV. En effet, celui-ci peut décider de ne pas travailler en mode spectral et baisser ses kV, par exemple lors d'une prothèse métallique. Sur le même site, si un patient possède une "mauvaise créatinine", il est possible d'injecter un plus petit volume de PC, en dernier recours, grâce à la dual énergie. Cette option permet de prendre en charge des patients autrefois incapables d'effectuer un examen injecté.

Aux HUG, avec ces quatre scanners de Siemens et General Electric, nous comprenons que les patients, dont les protocoles sont établis la veille, sont affectés à une machine selon leur pathologie, car selon notre TRM, "certaines pathologies sont mieux visualisées avec un constructeur spécifique". Par exemple, les patients porteurs de prothèses sont quant-à-eux, traités avec le logiciel iMAR sur Siemens, ou bien sur GE en dual énergie aux urgences. D'autres exemples, effectués sur Siemens pour un "meilleur post-processing", sont les contrôles post-thrombectomies/thrombolyses afin de différencier la prise de contraste et le sang, ainsi que l'angio-CT de la crosse. Concernant les patients en insuffisance rénale, nous avons appris que la possibilité d'injecter moins de produit de contraste grâce au spectral n'était pas pratiquée aux HUG.

Au niveau de l'installation du patient, le positionnement du patient est strictement le même que lors d'un examen scanner conventionnel. On aurait pu penser qu'avec l'appareil de Siemens, possédant deux tubes, avec l'un de ses FOV plus petit, pourrait poser problème et constituerait une contrainte dans la routine du TRM. Mais selon notre TRM interviewée, cette particularité ne la gêne pas dans sa pratique, sauf lors de la prise en charge de patients avec des difficultés de mouvements, comme les personnes âgées, où elle doit être plus attentive.

Lors de la réalisation de l'examen, la programmation des acquisitions reste identique. Selon nos deux TRM, le scanner spectral ne nécessite pas plus de temps d'acquisition.

Au niveau du post-traitement par contre, on note des différences avec le scanner conventionnel. Sur Philipps, les données spectrales sont accessibles rétrospectivement, afin d'effectuer les reconstructions si souhaitées. Cependant, il faut considérer l'augmentation du poids des images avec l'augmentation des données disponibles. Le stockage est plus rapidement saturé avec les données spectrales et ceci indépendamment du constructeur. Dû à cette masse de données, les reconstructions spectrales sont effectuées après coup, car celles-ci mettent du temps à s'effectuer et ne permettraient pas un workflow efficace. Le radiologue se base sur les images conventionnelles pour libérer le patient et considère les images spectrales comme des compléments.

Concernant les HUG, les reconstructions sur GE sont effectuées par une personne désignée pour faire les reconstructions "les plus poussées" comme celles de la goutte ou d'une embolie pulmonaire afin d'augmenter l'efficacité du service. Pour les reconstructions sur Siemens, il suffit d'envoyer les acquisitions spectrales sur un logiciel de reconstruction et celles-ci se font automatiquement. Il faut savoir qu'avec la méthode bitube de Siemens, il est possible de reconstruire soit le tube A, soit le tube B, soit les deux.

Une fois l'examen terminé, la dose est disponible également sur la console. Comme dit précédemment, grâce à nos données, celle-ci semble dépasser les NRD du scanner. Il conviendrait d'approfondir ce sujet dans un nouveau travail de Bachelor qui pourrait comparer beaucoup plus de données sur des patients différents, car malheureusement nous estimons que les quelques données que nous avons récoltées ne sont pas suffisamment valables pour vérifier avec assurance ce propos.

Le patient peut parfois repartir avec des images spectrales s'il le souhaite sur un CD.

Au niveau de la facturation, le scanner spectral n'est pas encore intégré dans la facturation Tarmed.

Nous concluons finalement que la pratique des TRM n'est pas fondamentalement bouleversée et que le scanner spectral ne nécessite pas l'apprentissage d'une nouvelle méthode de prise en charge pour le TRM mais simplement d'une formation supplémentaire sur les méthodes de reconstructions spectrales et les options disponibles avec cette technique.

Nous nous sommes questionnées sur le fait que le scanner spectral pourrait devenir le futur du scanner. Au vu de notre collecte de données, certains TRM nous confiaient que les scanners allaient tous être remplacés par du spectral, mais aujourd'hui, avec du recul, nous pouvons penser qu'effectivement le nombre d'installations de CT spectral pourrait augmenter mais les habitudes bien ancrées des radiologues pourraient freiner cette démarche. Cependant, il est vrai qu'avec une machine comme Phillips, il serait aisément possible de "switcher" et choisir entre scanner traditionnel et spectral avec le même appareil.

Nous pensons que le CT spectral tend à se développer et avec l'optimisation de ses options, comme par exemple, l'extraction de matériel spécifique comme le titane, les coils, les matériaux prothétiques, etc. Il aurait le potentiel de s'introduire plus profondément et prendre sa place dans la routine clinique et entrer dans la tarification Tarmed, afin de ne plus être considéré comme un simple complément au CT standard.

Tous ces points nécessitent d'être améliorés si l'utilisation du scanner spectral veut supplanter le CT classique, qui pour l'instant, constitue toujours la base du scanner.

Enfin, avec le développement croissant de l'IA ces dernières années, il est possible d'envisager que celle-ci utilise les nombreuses données du spectral afin d'entraîner son algorithme pour constituer, in fine, à une première lecture radiologique, complétant et conjointement à l'analyse du radiologue. Ce sujet pourrait constituer une future étude à approfondir dans quelques années, lors d'un travail de Bachelor par exemple.

## 7. Bibliographie

- AAPM. (2018). Image Quality of convention image of dual-layer spectral CT : A phantom study. Accès : <https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mp.12959>
- Bourdy C, Millette B, Richard C, Lussier MT. (2004). *Le guide Calgary-Cambridge de l'entrevue médicale - les processus de communication*. In : Richard C, Lussier MT hardeni (éditeurs). *La communication professionnelle en santé*. Montréal, Canada : Les Éditions du Renouveaux Pédagogiques Inc.,(sous presse). (version française).
- Buonsignori P. Djalal Y. (2018). *Scanner à détection spectral : état des lieux sur le marché de la tomodensitométrie en 2018*. Accès: [http://paul.buonsignori.free.fr/document/scanne rs\\_spectraux.pdf](http://paul.buonsignori.free.fr/document/scanne rs_spectraux.pdf)
- DILLENSEGER, J.-P., MOERSCHEL E. & ZORN, C. (2016). *Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie: Quand la théorie éclaire la pratique (2e Ed.)*. Issy-Les-Moulineaux: Elsevier Masson SAS
- Dubourg, B. (2013). *Scanner double énergie et réduction de la dose d'iode lors de l'exploration des axes aorto-ilio-fémoraux avant remplacement valvulaire aortique par voie percutanée. Médecine humaine et pathologie*. Accès: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00872263/document>
- Ferré, J.-C. (s.d.). *Techniques d'imagerie et Recherche*. Accès: [https://www.girci-go.org/PUBLICATIONS/documents/DiRCGO\\_coursimagerie\\_100930.pdf](https://www.girci-go.org/PUBLICATIONS/documents/DiRCGO_coursimagerie_100930.pdf)
- Gralon.net. (2009). *Le Scanner Médical : Histoire D'une Invention*. Accès: <https://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiel-medical/article-le-scanner-medical---histoire-d-une-invention-3366.htm>
- Guney A. Seferdjeli L. *Guide Calgary-Cambridge Les processus de communications Version TRM « Techniciens-nes en Radiologie Médicale »*. Version novembre 2016.
- Hammer, M. (2014). *CT Physics: Beam Hardening and Dual-Energy CT*. Accès: [http://xrayphysics.com/dual\\_energy.html](http://xrayphysics.com/dual_energy.html)
- Horion J. (2017). *Apport du scanner double-énergie à dose d'iode réduite dans l'exploration vasculaire des troncs supra-aortiques: impact sur la qualité d'image et la dose d'irradiation*. Accès : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01665082/document>

- IMAIOS. (2019). *Anatomie du thorax (poumons et médiastin) en TDM*. Accès : <https://www.imaios.com/fr/e-Anatomy/Thorax-Abdomen-Pelvis/Thorax-TDM>
- Info-radiologie. (2018). *Tomodensitométrie axiale*. Accès : <http://www.info-radiologie.ch/tomodensitometrie.php>
- Kurtz SM, Silverman JD, Draper J. (2004). *Teaching and Learning Communication Skills in Medicine* (2nd edition). Abingdon (UK) : Radcliffe Medical Press (Oxford). (sous presse). (Version originale anglaise).
- Le Scanner. (s.d.). Accès : <http://bazo.perso.infonie.fr/Xray5.htm>
- Linkedin. (2019). *Company Canon Medical*. Accès: <https://www.linkedin.com/company/canon-medical-brasil/>
- Linkedin. (2019). *Company GEpower*. Accès : <https://www.linkedin.com/company/gepower/?originalSubdomain=fr>
- Linkedin. (2019). *Company Philips*. Accès : <https://www.linkedin.com/company/philips/>
- LouvainMédical. (2017). *La TDM à double ou spectrale*. Accès : <https://www.louvainmedical.be/fr/article/la-tdm-double-energie-ou-spectrale>
- McCollough, C. Leng, S. Yu, L. Fletcher, J. (2015). *Dual- and Multi-Energy CT: Principles, Technical Approaches, and Clinical Applications*. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015142631>
- NETTER, FRANK H. (2015) *Atlas d'anatomie humaine (6è Ed.)*. Issy-Les-Moulineaux: Elsevier Masson SAS
- OATAO. (2013) *Mise en ligne d'un atlas tomodensitométrique d'images normales d'abdomen du chien*. Accès : [http://oatao.univ-toulouse.fr/9142/1/Cheyrou-Lagrece\\_9142.pdf](http://oatao.univ-toulouse.fr/9142/1/Cheyrou-Lagrece_9142.pdf)
- Office Fédéral de la Santé. (2018). *Niveaux de référence diagnostiques en tomodensitométrie*. [pdf]. Accès : <https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKEwibm6eAllrjAhXmo4sKHUNkCs8QFjABegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.bag.admin.ch%2Fdam%2Fbag%2Ffr%2Fdokumente%2Fstr%2Fstd%2Fbag-wegleitungen%2F2018-06-15-r-06-06.pdf.download.pdf%2FR-06-06df.pdf&usq=AOvVaw2xJDh6YAO5Zh0GbRshC1Po>
- Passeportsanté. (2018). *L'Embolie pulmonaire*. Accès : <https://www.passeportsante.net/fr/>

- Philips. (2018). *Special Scanner Cardiovasculaire in Le Magazine de l'iQon*. Accès : <https://www.philips.com/c-dam/b2bhc/fr/articles/perspective-medical/scanner-iqon/magazine-double-couche-3.pdf>
- Philips. (2019). *Scanner TDM*. Accès : <https://www.philips.fr/healthcare/product/HCNCTD320/scanner-tdm-ingenuity-core>
- Radiology Café. (2019). *Acquiring an image part I*. Accès : <https://www.radiologycafe.com/radiology-trainees/frcr-physics-notes/acquiring-an-image-part-1>
- ResearchGate. (2009). *Abdominal CT scan (native) image showing hypodense renal mass involving the right kidney with perinephric extension*. Accès : [https://www.researchgate.net/figure/Abdominal-CT-scan-native-image-showing-hypodense-renal-mass-involving-the-right-kidney\\_fig2\\_38012181](https://www.researchgate.net/figure/Abdominal-CT-scan-native-image-showing-hypodense-renal-mass-involving-the-right-kidney_fig2_38012181)
- ResearchGate. (2009). *Echelle de Hounsfield pour la densité des tissus avec et sans injection de produit de contraste*. Accès : [https://www.researchgate.net/figure/Echelle-de-Hounsfield-pour-la-densite-des-tissus-avec-et-sans-injection-de-produit-de\\_fig6\\_44960381](https://www.researchgate.net/figure/Echelle-de-Hounsfield-pour-la-densite-des-tissus-avec-et-sans-injection-de-produit-de_fig6_44960381)
- Reverso Dictionnaire. (2019). *Définition voxel français*. Accès : <https://dictionnaire.reverso.net/francais-definition/voxel>
- Silverman JD, Kurtz SM, Draper J. *Skills for communicating with patients* (2nd edition). Abingdon (U-K) : Radcliffe Medical Press (Oxford), 2004 (sous presse). (Version originale anglaise).
- Si-Mohamed S., Revel D., Boussel L., Douek P. (2018). *Scanner spectral : principes techniques et applications cardiovasculaires*. Accès : <http://www.jficv.com/Congres2018/S2-IN075.pdf>
- Si-Mohamed S., Revel D., Boussel L., Douek P. (2019). *Tomodensitométrie spectrale : de la double énergie à la multiénergie Spectral CT: Dual energy towards multienergy CT*. Accès : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2543343118302240>
- Si-Mohamed S., Sigovan M., Boussel L., Douek P. (2017). *Nouvelles modalités d'imagerie : Scanner spectral*. Accès : <https://cerf.radiologie.fr/sites/cerf.radiologie.fr/files/files/enseignement/pdf/04%20LB%20DES-Spectral-LB-VF-2.pdf>
- TechNation Magazine. (2016). *Siemens Healthineers – New Brand for Siemens' Healthcare Business*. Accès : <https://1technation.com/siemens-healthineers-new-brand-siemens->

[healthcare-business-2/](#)

Van Hamersvelt, R. & al. (2018). *Contrast agent concentration optimization in CTA using low tube voltage and dual-energy CT in multiple vendors: a phantom study*. Accès: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10554-018-1329-x>

Van Ommen, F. (2018). *Image quality of conventional images of dual-layer SPECTRAL CT: A phantom study*. <https://doi.org/10.1002/mp.12959>

Werquin, C. (2011). *Imagerie spectrale: Principes et applications en pathologie pulmonaire*. [pdf]. Accès: [http://www.sfrnet.org/rc/org/sfrnet/htm/Article/2012/20120305-144740-812/src/htm\\_fullText/fr/8-Scanner%20spectral%20-%20Principes%20et%20applications%20en%20pathologie%20pulmonaire.pps](http://www.sfrnet.org/rc/org/sfrnet/htm/Article/2012/20120305-144740-812/src/htm_fullText/fr/8-Scanner%20spectral%20-%20Principes%20et%20applications%20en%20pathologie%20pulmonaire.pps)

Wikipédia. (13.01.19). *Tomodensitométrie*. Accès: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tomodensitométrie>

Young H. et al. (2012). *Metal artefact reduction in gemstone spectral imaging dual-energy CT with and without metal artefact reduction software*. Accès: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-011-2370-5>

Zoni, F. (2018). La TDM spectrale In: La gazette de la SR N°11. pp. 9-12.



## 8. Annexes

### 8.1 Annexe 1: Interviews transcrites

#### 8.1.1 Entretien n°1

Étudiante 1 : Quand tu prépares ton examen, tu prends connaissance de la prescription médicale, qu'est-ce que tu fais juste pour cette partie-là, concrètement ?

TRM : Hum, qu'est ce que tu fais concrètement, tu as ton bon, tu en parles à ton médecin, tu demandes le protocole et puis tu vas ensuite chercher ton patient. Éventuellement creuser s'il y a des informations à collecter en plus parce que souvent les bons ne sont pas forcément complets et tu as besoin de parler avec les gens, et puis ensuite tu commence la préparation de ton patient.

Étudiante 1 : Donc tu lis ton bon, tu vois avec ton médecin et puis tu regardes s'il y a des comparatifs ?

TRM : Comparatifs... Ah oui, tu vérifies les prises de sang éventuelles, créat, allergies.

Étudiante 1 : Ok, alors ça c'est avant d'avoir ton patient. Ensuite, tu prépares ta salle avant d'accueillir ton patient ?

TRM : Oui de préférence.

Étudiante 1 : Disons que tu viens de commencer ta journée ; qu'est-ce que tu fais dans ta salle, vraiment au tout début de ta journée ?

TRM : Qu'est-ce que tu dois faire ? ... Tu dois aller préparer ta pompe, la mettre en route. Tu dois préparer ton scanner, parce qu'il faut le chauffer, éventuellement le calibrer. Faire les pleins, être sûr que t'as tout ce qu'il faut pour ta journée pour te prendre le moins possible la tête par la suite.

Étudiante 2 : Est-ce qu'il y a des contrôle qualités spécifiques au spectral.

TRM : Non, pas chez nous.

Étudiante 1 : Donc tu prépares ta salle, tu prépares ton matériel. Qu'est ce qu'il y a de matériel spécifique dans la salle ?

TRM : Il faut tout pour tout le panel d'examens qu'on peut avoir dans la journée.

Étudiante 1 : Disons un examen standard.

TRM : Pour l'examen standard, il te faut au moins de quoi piquer quelqu'un. Donc un plateau d'injection, il faut du contraste pour faire boire ou pour les lavements, du linge.

Étudiante 1 : D'accord. Ensuite, est ce que tu prépares ta console avant d'accueillir ton patient ou tu accueilles ton patient avant de préparer ta console pour ton examen ?

TRM : Idéalement il faudrait le faire avant. Tu vas chercher le nom dans ton RIS. Tu ouvres le patient. Tu t'assures que c'est bien le bon. Et... si tu as déjà ton protocole, ce qui est a priori le cas, tu peux déjà préparer ton protocole sur ta console. Après dans la pratique ce qui se fait tout le temps c'est que tu vas chercher ton patient, tu le mets dans la cabine, tu le laisse se préparer et pendant ce temps-là tu profites pour ce que tu as à faire, pour optimiser le temps. C'est-à-dire que tu prépares ta salle et ta console. Mais officiellement, il faudrait tout faire avant.

Étudiante 1 : Ok. Donc alors, tu as préparé ta salle, t'as préparé ta console, tu as ton bon, tu vas maintenant accueillir ton patient. Qu'est-ce que tu fais dans l'ordre quand tu sors pour aller dans la salle d'attente.

TRM : Tu appelles ton patient, tu dis bonjour, tu te...non moi je me présente pas. Tu le mets dans la cabine, tu lui expliques plus ou moins ce qu'on va faire. Plus ou moins, parce qu'il

vaut mieux lui parler quand il est déjà prêt et sur la table, pour des questions de gain de temps. Qu'est ce que tu dois faire ? Ouais... poser déjà les questions les plus importantes. Quand c'est des dames, tout de suite, les histoires de grossesse, sinon tu sais tout de suite que ton examen il est terminé. Les allergies, bon ça tu demandes après en principe quand tu l'installés sur la table. Qu'est ce que tu lui demandes euh.... c'est tout. Tu lui expliques ce que tu veux qu'il fasse avant l'examen.

Étudiante 1 : Tu confirmes l'indication ?

TRM : Oui en théorie.

Étudiante 2 : J'anticipe peut-être une question, mais si ton patient a déjà eu une réaction à un produit de contraste ou une mauvaise créat, tu vas aller voir ton médecin pour voir si on va trouver une solution avec le spectral ou pas ?

TRM : Alors oui. En termes d'allergies, le spectral ne va te servir à rien. Éventuellement, si tu fais du natif, tu peux faire de la basse énergie pour réhausser les contrastes, mais ça n'apportera pas grand-chose. Par contre, pour ce qui est de la mauvaise créat, là le spectral peut t'aider car tu peux te permettre d'injecter moins en volume et réhausser les contrastes par la suite.

Étudiante 2 : Donc vous, vous le faites ?

TRM : Oui ça c'est quelque chose que l'on fait. En tout cas, on se pose la question. Après c'est radiologue dépendant tout ça, car tout le monde n'a pas vraiment confiance au spectral. C'est neuf, les médecins ne sont pas tous convaincus. Je pense que ça prendra bien une bonne génération de radiologues et que les jeunes qui sortent maintenant et puis qui l'auront vu depuis toujours, eux, ont pourra compter dessus mais ceux qui ont bossé tout leur vie sans, n'y voient pas l'intérêt.

Étudiante 2 : Parce que là vous avez combien de radiologues ?

TRM : Une dizaine de radiologues ?

Étudiante 2 : Et combien ont confiance ou utilisent l'application ?

TRM : Deux ou trois. Une en tout cas, il y a Laurence, qui de temps en temps demande des trucs. Écoute, il y en a 2-3 maximum.

Étudiante 2 : Et les autres ils osent pas ?

TRM : Ils se posent même pas la question.

Étudiante 1 : Ils sont au courant qu'il y a du spectral ?

TRM : Oui, oui, ils sont au courant.

Étudiante 2 : Est-ce que c'est par manque de temps qu'on n'a pas testé encore les choses ?

TRM : Je pense qu'ils ont l'habitude de bosser d'une certaine manière. Ça a fonctionné pendant 30, 40 50 ans, ils n'ont pas besoin d'autre chose. Il se posent pas la question. Après c'est je pense aussi, notre rôle de technicien de proposer et essayer de pousser et de stimuler tout ça.

Étudiante 2 : Et c'est qui du coup qui a voulu cette machine, les radiologues ?

TRM : Bah, c'est un mélange des radiologues et de notre chef. Mais ça venait aussi de la part des radiologues, mais en même temps après, dans la pratique... ça s'arrête un peu là.

Étudiante 1 : D'accord. Alors on continue avec le patient, il est dans la cabine. Donc tu lui expliques l'examen, tu poses les questions. Si tu as des soucis de communication avec lui, si par exemple, il ne parle pas français ou qu'il ne t'entend pas bien, qu'est ce que tu utilises pour communiquer avec lui ?

TRM : T'as pas trente-six milles options, ou t'as quelqu'un qui peut traduire ou tu fais par signes ou ... tu peux faire des dessins... ça ne m'est jamais arrivé. Mais sur la gantry il y a des petits dessins pour la respiration. Je pense que tous les fabricants doivent faire des trucs

comme ça. Ça a l'air con, mais ça peut servir. Les appareils ont tous, en tout cas, un panel de langues différentes.

Étudiante 1 : Donc le langage non-verbal, les signes, des choses comme ça... Donc tu adaptes ton langage avec eux, tu leur expliques la procédure. Juste avant de passer dans la salle, tu vas contrôler qu'il soit bien préparé, qu'est-ce que tu contrôles ?

TRM : Est-ce qu'ils ont bu, s'il fallait boire. Est-ce qu'ils ont enlevé tout ce qu'il fallait enlever, le métal, les bijoux, le slip dans certains cas. C'est tout.

Étudiante 1 : Ok. Donc tu amènes le patient en salle d'examen. Juste à l'entrée de la salle, disons que c'est un patient qui n'a jamais fais de scanner, comment tu introduis l'examen ?

Étudiante 3 : Comment tu lui présentes la machine, ce qu'il va se passer ?

TRM : La machine, tu présentes pas vraiment. Enfin, il la voit. Tu lui expliques plutôt ce que tu vas lui faire et comment ça va se passer. Que tu vas faire plusieurs séries d'images, que ça va durer tant de temps, que tu vas peut-être lui faire une piqûre ou pas, qu'il faudra qu'il arrête de bouger, ce qu'il va ressentir pendant l'examen, ce qu'il ne doit pas faire.

Étudiante 1 : D'accord. Est-ce que toi, par habitude, tu leur demandes s'ils ont compris ce que tu allais faire, s'ils connaissent l'examen, s'ils ont déjà eu un examen ?

TRM : Ouai souvent. C'est pas mal de leur demander s'ils l'ont déjà fait, parce que du coup tu vois s'ils ne sont pas trop largués et puis... ça meuble aussi hein ! *[Rires]*

Étudiante 1 : Tout ce qu'on fait ça meuble... Donc on va passer à l'installation du patient...

TRM : Juste... le fait de demander s'ils ont déjà fait, parfois ça les amène à parler d'une pathologie autre qu'ils ont ou d'une pathologie chronique pour laquelle ils sont suivis, qui n'est mentionnée nulle part et qui peut être intéressant. Donc rien que pour ça, ça peut être aussi bien. *Ah vous avez déjà fait des scanners, ah vous avez une tumeur de machin, un suivi ? ok ah...* Et puis t'en sais rien donc ça peut toujours être intéressant d'avoir des informations.

Étudiante 1 : Donc on passe à l'installation du patient sur la table. Avant de l'installer tu lui expliques comment il va devoir se coucher, comment il va être positionné ?

TRM : Oui...

Étudiante 1 : Qu'est-ce que tu lui dis ?

TRM : *Couchez-vous là s'il vous plaît. [Rires]*

Étudiante 2 : Est-ce qu'il y a un positionnement différent pour le spectral ou pas ?

TRM : Non. Absolument pas.

Étudiante 1 : Ok, donc tu lui demandes de se coucher, tu lui expliques la procédure. Ça fait beaucoup d'explications depuis le début.

TRM : Oui mais après il y a beaucoup d'explications qui sont les mêmes, tout ce qu'on a mentionné. Parce que, du coup, au final, en pratique, tu leur parles pas tant que ça. Tu discutes avec mais beaucoup de choses que l'on a déjà abordé, c'est toujours la même chose. Tu ne les dis pas tout le long et à chaque fois.

Étudiante 1 : Donc ça, c'est ce qui pourrait être optimal, après on ne le fait pas forcément...Alors, il se positionne sur la table, tu fais attention à quoi quand il est sur la table pour ton examen futur ?

TRM : Qu'il soit le mieux positionné, qu'il soit droit, aligné. Qu'il soit dans le champ de déplacement de ta table, pas que tu te retrouves en butée si tu dois à un moment donné faire des images. Qu'il soit confortable, parce que ton but c'est qu'il ne bouge pas. Il vaut mieux investir un peu de temps pour qu'il soit bien, pour pas qu'il gigote après tout le long.

Étudiante 1 : Ok donc, pour le confort, tu mets un coussin ?

TRM : Oui, un coussin sous les jambes, une petite couverture.

Étudiante 1 : D'accord. Pour la suite, on passe à la piqûre. Comment se passe la procédure de la piqûre ?

TRM : On explique. On dit pourquoi, parce que souvent les gens ne comprennent pas que tu fasses une piqure pour un scanner. Pourquoi la piqûre et ensuite, tu cherches ! Tu vas du plus logique, du plis du bras au coude et tu continues à chercher. Et tu piques ! [Rires]

Étudiante 1 : Qu'est-ce que tu fais quand tu piques ?

TRM : Garrot. Palpation. Désinfection. On pique. On met le pansement. On contrôle notre veine avant d'injecter dedans, le contrôle de la voie veineuse. Et ...

Étudiante 3 : J'avais une question par rapport au scanner spectral. Peut-être qu'on revient à l'histoire de quand on baisse la quantité d'injection du produit de contraste ou le débit. Parce que, dans certains stages, dans certains endroits, on les pique et ils y arrivent pas, mais ils restent au rose. Est-ce que vous allez plus facilement baisser la taille de l'aiguille sachant que c'est un scanner spectral et que vous avez la possibilité de rehausser ?

TRM : Non, parce qu'on part vraiment du principe que c'est un dernier recours finalement. Parce que quoi qu'en disent les constructeurs, ça amène quand même une baisse de ta qualité d'image. Ils voudront jamais l'admettre mais oui, c'est moins beau, c'est moins fin et tout ce qu'on veut. Ici, on part du principe que l'on fait notre examen normal, avec nos contraintes habituelles, notre protocole habituel, au maximum. Et si vraiment on n'a pas pu, il nous reste ce filet-là. Mais on ne compte pas dessus d'office. A part, dans un cas d'insuffisance rénale.

Étudiante 2 : Quand tu dis que ça baisse la qualité de l'image ? Tu dis au niveau du bruit ou autre chose ?

TRM : Moi je trouve que la définition est moins bonne. Il y a une image plus bruitée qui est...

Étudiante 2 : Tu l'as mesuré ou pas ?

TRM : Je l'ai pas mesuré, mais qui est beaucoup plus travaillée avec des itératifs très très poussés et tu as au final une image beaucoup plus plastifiée, beaucoup plus lissée et dessous tu vois qu'elle est bruitée quand même. Elle est bruitée et lissée. Le type d'images que ça donne, c'est pas toujours optimal.

Étudiante 2 : Vous les avez comparées avec des natifs?

TRM : Oui, oui, parce qu'on lance jamais uniquement le spectral. On les mets tout le temps comme images additionnelles. Donc tu vois bien la différence entre les deux. Je pense que c'est bien comme complément. Mais je ne crois pas qu'il faille, en l'état, se baser uniquement sur les images spectrales.

Étudiante 2 : D'accord

Étudiante 1 : Donc on revient à là où on en était. On a posé la voie veineuse, on a testé la voie et le patient est prêt. Juste après la voie veineuse, qu'est ce qu'il se passe? Il y a des explications?

TRM : On donne une dernière explication sur ce qu'il va se passer pendant les acquisitions. *On va vous demander de respirer comme-ci ou comme ca. Il ne faut plus bouger. Vous allez avoir telle ou telle impression quand on fera telle ou telle chose.* On rassure une dernière fois. tu fais un dernier contrôle de ton positionnement, de ce que t'es censé faire pour ton examen. Tu branches ta pompe, si c'est nécessaire. Tu as centré, tu es à l'isocentre. Je crois que c'est bon.

Étudiante 1 : Et donc, tu sors?

TRM : Tu sors, tu commences ton examen.

Étudiante 1 : On arrive à l'acquisition de l'examen... la console a déjà été préparée avant avec le nom du patient etc. Donc devant ta console, qu'est ce que tu fais en premier?



TRM : Tu contrôles l'identité. En théorie tu l'as déjà fait. Mais souvent, c'est bien de rejeter un oeil. Tu vérifies bien ton protocole et tu valides. Tu prépares ta pompe... on a pas parlé des paramètres d'injection...

Étudiante 2 : Et ducoup si tu vas lui injecter moins de volume, tu te réfères à une...

TRM : On a une tablelle oui. Elle va nous donner les indications sur le volume

Étudiante 1 : D'accord. Alors tu as préparé ta pompe, tu as préparé ton patient, il est prêt dans la machine. On lance la première acquisition. Et ensuite?

TRM : Tu regardes ton scout. Est-ce qu'il peut t'apporter quelques informations.

Étudiante 1 : Quoi comme informations?

TRM : Est-ce qu'éventuellement tu vois déjà quelque chose, si tu vois déjà la pathologie. Si c'est un poumon, si tu vois une grosse boule dans le poumon. Si c'est un abdomen, est-ce que tu vois s'il y a des niveaux, des bulles d'air partout. Tu regardes déjà ton scout pour voir s'il a déjà quelque chose à te dire et qui pourrait t'amener à éventuellement reconsidérer ton protocole.

Étudiante 2 : Et si tu vois des prothèses?

TRM : Des prothèses? Tiens des prothèses, est-ce que ce sera là où je dois regarder. Est-ce que ma pathologie est près des prothèses? Donc là, tu vas commencer à te poser des questions au sujet de la technique. Si tu vas augmenter ton kilovoltage. S'ils sont minces, est-ce qu'on baisse le kilovoltage. Là on atteint un truc qu'il va éventuellement falloir prendre en compte pour le spectral, parce que chez nous il fonctionne uniquement à partir de 120 kV. Si tu veux une acquisition à 100 kV, tu ne peux plus travailler en spectral. Donc ça, c'est quelque chose qu'on fait de moins en moins, de passer en dessous de 120 kV. Si on a du métal, est ce qu'on va augmenter notre kilovoltage, au risque de péjorer notre contraste iodé. Est-ce qu'on peut envisager d'utiliser les algorithmes de diminution d'artéfact ou le spectral, en sachant que le spectral va aussi diminuer le contraste si on augmente le kilovoltage. Voilà, tout ça, c'est des

choses où on se pose les questions, mais chez nous on est moins prisonnier que sur d'autres machines parce que le spectral, on y a accès après coup, qu'on ait prévu ou pas de l'utiliser.

Étudiante 2 : Donc chez Philips, c'est toutes les acquisitions à 120...

TRM : Les données spectrales sont disponibles rétrospectivement. Ducoup, ça limite moins ces contraintes, tu dois pas te focaliser sur certains trucs.

Étudiante 1 : Ok, alors après l'acquisition du topogramme, qu'est ce qu'on fait sur ce topogramme après?

TRM : Le positionnement des zones de l'examen.

Étudiante 1 : Qu'est ce qu'on positionne? Différentes acquisitions sur le même topogramme?

TRM : Éventuellement, si c'est nécessaire, différentes acquisitions, différentes longueurs d'acquisitions, différentes reconstructions en fonction de ce que tu recherches...

Étudiante 2 : Est-ce qu'il y a des reconstructions spectrales déjà programmées ou pas?

TRM : Pour certains examens, on a des trucs programmés directement en spectral.

Étudiante 2 : Comme par exemple?

TRM : Des natifs, sur tous les abdos veineux sans natif, on va coller un natif spectral. On s'est dit que c'était une des manières d'utiliser le spectral de manière passive. De les obliger finalement à utiliser le spectral...

Étudiante 2 : Les radiologues tu veux dire?

TRM : Oui. Comme eux, n'ont pas le réflexe, on s'est dit qu'on va mettre certains trucs sans que ce soit trop invasif, sans bourrer le PACS de choses inutiles, mais certains trucs qui peuvent être utiles comme les natifs ou dans certains cas, une basse énergie pour les embolies

pulmonaires. Aussi, pour les embolies pulmonaires, on a mis une coro en carte z, qui peut éventuellement aider à avoir le cône d'ombre sur une embolie. Des trucs comme ça, qu'on a mis en automatique...

Étudiante 2 : Et ducoup, ils l'utilisent?

TRM : Oui. Oui, oui, étonnamment ils nous disent même: "*N'oubliez pas le coro*" que tu penses que personne ne regarde et puis, en fait, tu te rends compte qu'ils ne comptent pas dessus, mais que ça peut être un appui et certains s'en servent.

Étudiante 2 : Et il y en a qui demandent quand même un natif quand il n'y en a pas?

TRM : Oui, parce que comme on a dit, la qualité de ton spectral elle est pas optimale. Donc pour ce qui est standard, ils veulent bien garder du natif. Parfois, il faut le proposer et ils disent "*pourquoi pas*". Mais quand c'est un truc vraiment pointu, ils disent "*Non, non je veux un vrai natif*".

Étudiante 1 : D'accord, alors après avoir placé le natif, artériel, le veineux sur le topogramme, on lance l'acquisition. La première acquisition arrive, à quoi on fait attention sur les images?

TRM : Est-ce qu'on a tout ce qu'on voulait? Est-ce qu'on est parti assez haut, assez bas? Est-ce que l'injection est bonne? Est-ce que la préparation de mon patient en amont était bonne? Si j'ai pas oublié le contraste dans le lavement, par exemple. Et puis, est-ce qu'il y a une pathologie quelque part que l'on voit? Est-ce que les images sont réussies?

Étudiante 1 : Réussies?...

TRM : Qualité d'image, mouvements, respiration.

Étudiante 2 : Juste une question au niveau de l'acquisition des images, ça prend le même temps en spectral ou non? Vu que tu les fais en reconstruction, là c'est le même temps. Je dis

ça parce que dans d'autres marques, par exemple, ça aurait pris plus de temps de faire une deuxième acquisition. Là, on est d'accord que c'est le même temps?

TRM : Non, le temps d'acquisition est strictement identique, parce que c'est exactement la même acquisition, ça ne change rien. Par contre, le temps jusqu'à voir tes images spectrales, ça c'est autre chose, jusqu'à qu'elles se reconstruisent. Parce que le DATA, pour une image normales sont de, je sais pas, 200K par image, et puis elles peuvent monter jusqu'à 2 Méga par image en spectral. Donc, tout ça demande du temps de traitement. C'est-à-dire qu'en pratique, tu vas avoir des images standards et 5 minutes après, tu vas avoir tes images en spectral. Donc, ce qui se passe, c'est que nous on a mis des priorités sur les trucs standards, le spectral arrive après par la suite, on ne s'en occupe plus. Ça se fait en automatique, ça vient par la suite, l'ordinateur travail en background. Parce que si tu dois attendre pour chaque examen de visualiser tes images en spectral, tu perds un temps fou, pas sur le moment, mais à la fin de la journée, tu perds énormément de temps.

Étudiante 1 : Donc...On a injecté le produit de contraste, on a fait les images, on a oublié le patient dans tout ça...

TRM : Est-ce qu'il va bien ? Est-ce qu'il n'a pas fait un Quincke?

Étudiante 1 : Tu vas à côté de lui ou tu vérifies par le micro s'il va bien ?

TRM : Suivant ton protocole. Si tu as fini tes images tu vas vers lui, voir s'il va bien, tu le remet dans une position correcte, parce que souvent, les personnes âgées ont mal aux épaules. Et par contre, si tu dois continuer des images, non. Eventuellement, tu peux lui dire un mot par le micro. T'as pas forcément le temps.

Étudiante 1 : Disons que t'as du tardif à faire?

TRM : Oui, alors là, tu vas le voir. Et pis tu vas lui redire que tu vas le laisser dix minutes sur la table. En plus, les gens s'inquiètent quand ils sont tous seuls et qu'il ne se passe rien.

Étudiante 1 : Donc, après tu refais des images, tu contrôles la qualité et on informe le patient de la fin de l'examen. On le libère et on termine l'examen. Est-ce que tu libères ton patient par toi même ou bien c'est le radiologue qui te permet de le faire?

TRM : Tu attends que le radiologue t'aie donné le feu vert en théorie. Sauf pour certains examens, où tu sais d'entente avec le radiologue qu'il n'y a pas besoin, et là, tu avances. Mais surtout si c'est un examen avec une voie veineuse, tu attends le feu vert du médecin. Sinon, tu perds du temps, si après ton médecin demande de réinjecter. Il faut refaire un scout, une injection et les images. Et là, tu te mets une demie heure dans les dents.

Étudiante 1 : Donc qu'est ce que tu dis au patient, à la fin de l'examen, quand il est encore dans la salle?

TRM : Tu lui expliques, en tout cas chez nous, qu'il n'aura pas de résultats. Ça, c'est difficile à avaler pour eux. Ce qu'il doit faire, qu'il peut prendre son temps en cabine s'il a eu un lavement. La piqûre... insister qu'il appuie bien sur le bras parce que ça peut re-saigner. Tous ces détails de suite d'examen. Quand est-ce qu'il va recevoir les résultats, par quel biais. Est-ce qu'il doit boire plus que d'habitude ou pas, pour éliminer l'iode. Et si c'est une infiltration, éventuellement lui dire les choses qu'il ne doit pas faire.

Étudiante 1 : Ok, alors le patient est en cabine. Il se rhabille. Toi, tu fais quoi à ce moment-là?

TRM : Tu termines ton examen. Tu fais tes images. Tu vérifies que toutes tes reconstructions soient faites, que t'as pas besoin de rajouter quoi que ce soit. Théoriquement, tu dois faire ton administratif, la facturation.

Étudiante 2 : Donc, si tu dois faire des images en spectral, tu ne touches à rien, elles sont déjà toutes faites?

TRM : Ça dépend du contexte. Il y a du standard qu'on a pas à toucher. Si c'est une demande particulière, comme ce qu'on disait tout à l'heure pour le natif, ce qui est déjà pré-enregistré. Tu peux après coup te dire *tiens j'ai vu un truc un peu bizarre* et tu peux le faire de ton

propre chef, pour toi. Tu peux décider de relancer une reconstruction spectrale et voir si ça apporte quelque chose. Si ça apporte quelque chose, tu peux le montrer à ton médecin et le sauver sur le PACS.

Étudiante 2 : Et t'as des exemples d'applications?

TRM : Oui, ça m'est arrivé il y a pas longtemps. On fait un CT veineux sur un abdo, et sur la tête du pancréas il y avait une grosse boule qui avait l'air de prendre un peu de contraste, mais c'était pas très franc et puis je me suis dit *bon je vais faire un spectral par curiosité en basse énergie*. Et là, c'était super flagrant, du coup j'en ai parlé à la radiologue quand elle est venue contrôler les images et qu'elle regarde. *Qu'est ce que t'en penses?*. C'était une tumeur de la tête.

Étudiante 2 : Donc elle était contente la radiologue?

TRM : Oui, elle était contente. Donc ça peut servir. Mais en tant que radiologue elle l'aurait probablement vu sans spectral.

Étudiante 2 : Tu penses qu'elle aurait pas pu le louper?

TRM : C'était un gros truc. J'imagine qu'elle l'aurait vu quand même. Si moi je l'ai vu, on peut imaginer qu'elle l'aurait vu. Pour moi c'était une façon de consolider ce doute, mais je pense qu'avec l'expérience d'un radiologue, je ne pense pas que ce soit indispensable.

Étudiante 3 : Si tu fais des reconstructions spectrales, les radiologues vont entendre ce que tu dis grâce à ces images? Est ce qu'il vont dire non...?

TRM : Ah oui ils sont ouverts.

Étudiante 2 : Ils vont pas dire *Ah non moi le spectral j'utilise pas , je ne veux même pas en entendre parler?*

TRM : Ils vont regarder et si tu leur dis *voilà j'ai ça, est ce que vous pensez que ça peut servir, est-ce qu'on fait ça?* Ils te disent la plupart du temps *pourquoi pas*. Pour eux, c'est aussi beaucoup plus d'images à regarder, c'est aussi du boulot en plus. C'est pour ça aussi que

ça les gonfle aussi, quand on balance des tonnes d'images sur le PACS et puis eux, ils en ont pas besoin, c'est pas forcément bien vu.

Étudiante 2 : Et est-ce que sur le CD des patients, les images sont réutilisées avec le spectral ou pas? Ou c'est que les images standards?

TRM : Non, si on a fait du spectral et que c'était demandé et que ça fait partie de l'examen, ça part sur le CD.

Étudiante 1 : Bon... on a terminé avec le guide. Toi, concrètement, est-ce que tu trouves que le scanner spectral a une plus-value par rapport au scanner normal?

TRM : Oui, ça c'est sûr! Mais c'est ponctuel. On en a pas besoin pour tous les patients déjà. Pour la majorité des patients, ça ne sert à rien. Comme on l'utilise ici, c'est plutôt pour nous que c'est pratique. Si t'as raté ton injection, tu peux un peu sauver les meubles. Si ton patient est insuffisant rénal, tu peux un petit peu améliorer ton machin. S'il y a du métal, tu peux essayer de compenser. Et puis, s'il y a une pathologie, par exemple un kyste rénal dense après injection... ok, mais est-ce qu'il était dense avant? Et tu sais pas puisque t'as tout de suite fait un veineux, alors en temps normal l'option que tu aurais ce serait de réinjecter et voir si ça prend le contraste en artériel et comment ça se comporte. Refaire ton examen et te focaliser là-dessus. Là, par contre, tu as l'option spectrale, où tu peux faire un faux natif. Tu sais comment ce sera sans iode et voir si c'était quand même dense et que c'était pas de l'iode. Tu peux quantifier l'iode si tu mets un ROI dedans, ça va te dire qu'il y a tant de mg d'iode par ml. Tu peux donc quantifier, même si on peut déjà le faire à l'oeil. Là, tu as une valeur. Et d'ailleurs tu peux épargner une acquisition ou deux.

Étudiante 2 : Est-ce que vous avez eu une formation quand vous l'avez eu?

TRM : Oui, par Philips. [...] Nous, on nous a envoyé à Munich faire une formation sur place avec des radiologues sur l'utilisation pratique pendant un week-end.

Étudiante 1 : Au final, le spectral c'est pratique pour les techniciens, mais c'est pas eux qui choisissent d'acheter un scanner spectral ou pas, ducoup c'est un peu contradictoire.

TRM : Oui, c'est contradictoire. C'était certains de nos médecins qui voulaient du spectral, mais en même temps, avec le recul, on voit qu'ils ne l'utilisent pas. De temps en temps ils disent *fais moi un truc en spectral*, mais c'est anecdotique. Sinon, c'est plus nous qui proposons le spectral, parce que finalement, on a un jouet qui est assez sympa et qu'on utilise pas, et tu essaies... t'as plus le réflexe de mettre en pratique ces trucs que tu as à dispo, que tu as appris et des fois, c'est utile et des fois pas. Mais on l'utilise surtout pour sauver les meubles finalement.

Étudiante 2 : Mais ça prends pas plus de temps finalement, quand tu relances une image en spectral?

TRM : Non, relancer une image en spectral ça prend pas plus de temps que de relancer une image normale. C'est une coche en plus, c'est tout.

Étudiante 3 : Et tu penses que ça va se développer, parce que ça fait un petit moment que ça existe et on a l'impression qu'il n'y en a pas tant que ça des scanner spectraux, en tout cas à Genève? Est-ce que tu penses que ça va se développer vraiment ou bien, vu ce que tu as dis sur la qualité des images, au final on va rester sur du CT standard?

TRM : Moi, je pense que pour l'instant, c'est pas indispensable. C'est plus un confort qu'autre chose. Mais comme je disais, avec les nouveaux radiologues, qui sont maintenant en formation et qui font leur formation avec en tête le spectral, peut-être qu'on a quelque chose qui va venir derrière par la suite. Avec les progrès techniques, on aura peut-être de meilleures images, on aura d'autres options pour le spectral. Je crois que ça doit déjà se faire, mais un truc qui serait super intéressant pour le spectral, ce serait de pouvoir enlever en plus de l'iode, le calcium. Je crois que ça se fait mais nous on ne l'a pas. Ducoup, tu pourrais avoir accès à des images de type inversion-récupération, du coup ce serait génial ça.

Étudiante 2 : Et c'est des options qu'ils achètent ça ducoup?



TRM : Oui, je pense que ça doit être des options, des upgrades. Là, on va avoir un gros upgrade de l'ISP. Est-ce qu'ils vont nous mettre dessus le retrait du calcium, on verra. Ça, ça pourrait être intéressant. Si tu peux avoir des séries d'images où tu vois l'eau, c'est-à-dire potentiellement l'oedème, ça peut être assez bien. C'est quand même une des séquences qu'on utilise le plus à l'IRM quand même, le Fat Sat ou l'inversion récupération, et ça répond à beaucoup de questions. Ça pourrait un grand progrès, en tout cas quelque chose qui, si devient systématique pourrait être super intéressant.

Étudiante 2 : Et au niveau des doses, tu as remarqué une différence ou pas? Quand on fait le VNC ou... ?

TRM : Non, parce que chez nous, c'est la même acquisition. Je pense que là, ils ont un peu d'avance chez Philips pour ça, en ce qui concerne le spectral. Il n'y a pas de deuxième acquisition ou de double acquisition, pas besoin de penser avant. C'est un vrai point fort.

Étudiante 1 : Oui, c'est pour ça qu'on veut comparer plusieurs constructeurs. Si on se base que sur Philips, il n'y a pas beaucoup de changements. Après, c'est en fonction du TRM et il n'y a pas de changement avec un scanner normal.

TRM : En tout cas, de ma pratique, ça ne change strictement rien. Il y a juste deux ou trois paramètres à connaître pour savoir comment les utiliser, mais c'est tout, sinon. Tu fais ton scanner, tu peux travailler cinq ans et si on ne t'a pas dit que c'est du spectral tu fais ton scanner normal et puis tu sais pas.

Fin de l'interview

### 8.1.2 Entretien n°2

Étudiante 1 : Du coup, en fait, il n'y a pas beaucoup de spectral sur Genève. Il n'y a qu'à La Tour et ici, donc on s'est dit qu'on allait un peu comparer ce qui se faisait sur les différentes machines. Là-bas, ils ont une Philips. Ici vous avez... ?

TRM : Siemens et GE.

Etudiante 1 : Ok, et les deux sont du spectral ?

TRM : Oui. On a plus que ça.

Etudiante 1 : OK

TRM : Qu'on utilise plus ou moins. Plutôt moins que plus malheureusement.

Etudiante 1 : Ok. Ben à la Tour, ils utilisaient le scanner un peu comme un scanner classique puis ils l'utilisent en rétrospectif. Enfin, tout ce qui se faisait c'était après. Ils avaient pas besoin de ...

TRM : Ben c'est un peu ce qu'on fait ici. Je ne sais pas comment ça fonctionne le Philips. Vous arrivez à m'expliquer un peu comment il fonctionne le leur ou pas ?

Etudiante 1 : Le Philips c'est un... Au niveau technique ?

TRM : Ouais. Pour le spectral.

Etudiante 1 : En fait c'est un détecteur bicouche.

TRM : D'accord, OK. Donc eux, c'est avec les détecteurs. GE, c'est avec un changement très rapide de foyers et Siemens, avec... ben deux tubes. Donc ça vous fait un...(rires)

Etudiante 1 : Voilà, on est bien tombées (rires). Et du coup, nous on s'est concentrées sur la pratique du TRM pour voir s'il y a des changements entre les différents scanners et entre le scanner classique et le spectral.

TRM : Il y a peu tellement de changements au point de vue... Ben j'ai vu votre petit guide là. Tout ce qui est point de vue accueil du patient, préparation de l'examen, etc., il y a peu tellement de changements. Là où ça a un peu changé, c'est avec le choix des examens, sur quelle machine on les met. Nous, en fait, donc on a planning c'est déjà prévu... les patients sont déjà prévu d'avance, donc les protocoles sont aussi faits d'avance et puis, selon ce qu'on va faire comme examens, on va le mettre sur telle ou telle machine. Parce qu'on a... donc il y a quatre scanners. Ils sont tous en dual-énergie, mais on ne peut pas faire les mêmes choses avec.

Bon, on a beaucoup utilisé le dual-énergie au début, avec tout ce qui est prothèses métalliques, etc. pour essayer d'atténuer un petit peu les artefacts. Donc, dès qu'il y avait du métal, on mettait sur telle ou telle machine et puis maintenant malheureusement, ils ont sorti tous ces machins, comme le IMAR de chez Siemens qui fait qu'il y a la réduction d'artefacts de toute manière qu'on utilise ou pas la dual-énergie. Chez GE, c'est un petit peu différent, du coup c'est problématique, parce que tout ce qui est métal, maintenant ça va sur Siemens. Et voilà. Donc nous, on utilise principalement, sur GE, la dual-énergie, quand par hasard, il y a un patient qui... on fait le patient. On se rend compte qu'il a une ou des prothèses, qu'il a du métal dans le corps pour une raison ou pour une autre, là on va systématiquement utiliser la dual-énergie, afin justement d'essayer de s'affranchir des artefacts métalliques et de pouvoir voir ce qui se passe au-delà du métal. Donc ça c'est quelque chose qu'on utilise quotidiennement, parce qu'évidemment ici, on fait beaucoup de patients qui ont des cancers, on fait beaucoup de patients âgés donc il y a de fortes chances qu'il y ait une prothèse de hanche ou des fixations dans la colonne, donc ça on utilise systématiquement. C'est pour voir donc tout ce qu'il y a au-delà des prothèses, donc on s'en fout de voir l'os etc. ou de voir les prothèses en elles-mêmes. Ce qu'on veut voir, c'est ce qui se passe dans le ventre alors qu'il y a tous ces artefacts.

Chez Siemens, on l'utilisait aussi pour ça au départ, ce qui n'est plus le cas et maintenant ce qu'on fait beaucoup, avec la dual-énergie, ben on le faisait avant sur GE, mais ça marche quand même moins bien, les résultats sont moins jolis. On utilise le dual-énergie, chez Siemens pour les contrôles post-thrombolyses/thrombectomies. D'accord. Donc le patient, il fait son petit caillot hop là. Il est pris en urgences chez nous ici. On lui fait un scanner, on voit que c'est bouché. Dans la plupart des cas, il va finir en angiographie où ils vont essayer de leur retirer son petit caillot. En angiographie, ils injectent quand même pas mal de produit de contraste, nous on en injecte aussi, et il y a systématiquement un contrôle qui est fait à 24h pour voir si tout va bien. Des fois, il se peut qu'il y ait, ben des tâches blanches dans le cerveau. A ce moment-là, on ne sait pas si c'est du sang ou du produit de contraste et, grâce à la dual-énergie, on va pouvoir le voir. Donc dans ces cas-là, c'est vraiment, c'est systématique aussi, on utilise la dual-énergie, sur Siemens. Et c'est vraiment que sur Siemens, et nous on sait qu'on doit faire ça, et à l'époque où il y avait qu'une seule machine qui avait le dual-énergie, c'était tous ces patients ils allaient dans la même salle.

On utilise aussi ça pour les angio-CT de la crosse, jusqu'à... les angio-crâne de la crosse de manière générale aussi parce que le post-processing de chez Siemens, il est vraiment bien et on enlève l'os de façon vraiment optimal. Il y a plus rien qui reste, on voit plus que les vaisseaux. C'est très joli, on est tous très contents. Et puis, aux urgences, on l'utilise systématiquement aussi parce qu'ils sont en train de voir si, grâce à la dual-énergie, on peut se passer des phases sans produit de contraste pour tout ce qui est scanner injecté.

### Etudiante 1 : Pour avoir un natif ?

TRM : Ouais, ouais. Alors, nous on ne connaît malheureusement pas les résultats sur ça parce que les médecins, ils font un peu... C'est pas bien ce que je vais dire (rires). Les chefs qui s'occupent de nous aux urgences, les radiologues, le gros chef des urgences, il ne s'est pas tellement intéressé à tout ça, et il fait comme il veut en fait, sans vraiment avoir de lignes directrices, j'ai l'impression. Puis, il y a beaucoup de choses qui se passent que, nous les techniciens, on ne sait pas, et puis un jour, on vient nous dire « ben voilà, on va changer les protocoles. On va faire comme-ci, comme-ça ». Quand c'est qu'on utilise encore... des fois, avec du... quand c'est des examens pour l'os, qu'il y a vraiment beaucoup de matériel, le radiologue qui s'occupe de l'os nous demande de l'utiliser en plus du IMAR qui fait la

réduction des artéfacts, pour justement voir ce qui se passe dans l'os. Pour nous, ensuite pour ce qui est préparation du patient, ça ne va pas changer grand-chose...

Etudiante 1 : Et si on prend tout ce qui est avant l'examen, ça ne change pas ?

TRM : Ben non, parce que c'est... non, parce que toutes les machines l'ont en fait. Voilà. Toutes nos machines actuellement, elles sont en dual-énergie donc.

Etudiante 1 : Du coup les protocoles, vous savez déjà ce que vous allez faire avant de...

TRM : Oui ! Oui, oui, parce que les protocoles sont mis la veille. On travaille avec quatre radiologues, en bas, au scanner de l'étage P, là où il y a trois scanners. Et puis, il y a un radiologue qui est désigné pour mettre les protocoles la veille.

Etudiante 1 : Pour chaque examen il va choisir chaque protocole ?

TRM : On a nos bons et il choisit les protocoles.

Etudiante 1 : Et du coup, quand vous êtes à la console, vous savez déjà que vous allez faire du spectral ?

TRM : Pas forcément, parce que des fois ça dépend, on est censé pas le faire. Genre un thoraco-abdominal IV, chez un patient pour un contrôle de routine de ses six mois, machin. On se rend compte qu'il a une prothèse, et là du coup, on va changer de protocole et on va, nous décider, qu'on va faire du spectral.

Etudiante 1 : Mais du coup vous devez changer le protocole avant de faire l'acquisition ? Chez Philips, c'est l'inverse. Chez Philips, ça acquiert tout. Ils ont les données spectrales et ils peuvent faire ce qu'ils veulent après.

TRM : Ouais, ben c'est pas mal.

Étudiante 1 : Et du coup, là, vous devez choisir, si vous devez faire, je sais pas moi. Je sais pas comment ça se passe chez Siemens, Il y a des Z effectifs non ? Enfin les cartes en Z ?

TRM : Non

Étudiante 1 : Non ?

TRM : Oui, oui, oui. Si, les Z effectifs. Ouais, mais ça en fait...

Étudiante 1 : Mais si vous avez besoin d'une telle application pour le spectral, vous devez la choisir avant ?

TRM : Alors, en plus... Alors non... C'est des façons de travailler qui sont complètement différentes, c'est déjà complètement différent entre GE et Siemens. Moi, j'aime pas tellement GE, parce qu'il y a trop de choses sur les écrans. Il y a pas besoin d'avoir tout ça. Allez, je fais de là à là, c'est bon. Mais il y a des fois où on va quand même être obligé d'aller poser la question à tel ou tel radiologue parce que, ben, tout d'un coup, on a un doute. "Qu'est-ce que je fais ? Est-ce que je fais le dual ? Est-ce que je fais pas de dual ?" Et effectivement si c'était fait de base, ben comme avec Philips, ben, je pense qu'on pourrait déjà travailler suffisamment vite mais on pourrait travailler encore plus vite. Malheureusement, je parle vraiment des données que moi, je sais, après il y a des chances que je me trompe, mais je crois pas. La dual-énergie de chez GE, elle irradie beaucoup. Tu peux pas faire du low-dose en dual-énergie, ce que tu peux faire avec Siemens, par exemple. Donc c'est quand même des examens qu'on évite de faire. Déjà, en plus, parce que les différentes énergies, qu'on reconstruit après, elles sont pas toutes bonnes et puis les radiologues, en tout cas, chez nous, ils ont pas été super heureux de GE. Chez Siemens, c'est encore un peu différent.

Étudiante 2 : Ils se plaignaient de quoi ? De la qualité de l'image ?

TRM : Ouais. Et qu'on dit : voilà avec la dual-énergie on va pouvoir enlever les artéfacts métalliques, mais c'est pas vrai du tout. On les diminue, mais on les enlève pas et...

Etudiante 2 : Et l'image elle était plus bruitée ou pas ?

TRM : L'image... en fait, je crois que c'est, par rapport... En fait, ils avaient peur de perdre de l'information et ils ont pu comparer certains, différents examens et évidemment, sur certains, il y a eu de la perte d'information.

Etudiante 2 : Donc, nous, en fait, on... Pour faire notre interview, on fait l'adaptation d'un guide Calgary... je sais pas si....

TRM : Non, je connais pas, justement je me demandais ce que c'était...

Etudiante 2 : Tu veux expliquer ?

Etudiante 1 : En fait, c'est un guide qui a été fait avec des TRMs, par des étudiants, et c'est pour détailler toute la prise en charge du patient...

TRM : Oui, j'ai vu, je l'ai lu.

Etudiante 1 : Et, en fait, ça a été fait pour la radiologie standard, et nous, on l'a adapté au scanner et on a un peu près changé, genre l'injection, les choses comme ça. On a changé pour l'adapter au scanner. Et du coup, ben, on voudrait un peu comparer le scanner classique avec le scanner spectral, mais vu que....

Etudiante 2 : Comme ça, cela nous permet de détailler les étapes et voir vraiment les différences.

TRM : Oui, oui, d'accord, on peut y aller. Franchement, moi, j'ai pas vu de différence de prise en charge, mais allons-y, parce que peut-être que....

Etudiante 1 : Ben, en fait nous, ce qu'on aimerait bien, ce que vous nous détaillez vraiment la prise en charge. Après, si ça part trop dans ce qu'il faut pas, on va vous rediriger.

TRM : D'accord

Etudiante 1 : Mais ça sera à vous de parler

TRM : Alors par quoi on commence ?

Etudiante 1 : Alors, quand vous prenez connaissance de la prescription médicale, qu'est-ce que vous faites en premier, quelles informations vous cherchez ?

TRM : Je lis toujours le bon. Je regarde évidemment le nom, je regarde si... alors ici à l'hôpital on a beaucoup de demandes qui sont faites par ordinateur donc ils ont... les médecins ils cochent, ils ont le choix et des fois ils demandent de... je sais pas, ils demandent un abdomen, et puis, après, ils disent qu'ils recherchent une embolie pulmonaire alors ça correspond pas. Et de nouveau, ça c'est un travail qui est fait normalement, la veille, par le radiologue. On a de la chance hein ? [rires].

Donc, ben, je regarde le nom du patient, je regarde si ça fait....ouais la créat.

Etudiante 2 : Si elle est pas bonne, ils font des...adaptations avec le produit de contraste, d'en injecter moins ?

TRM : Ah, ben pas du tout. Si elle est pas bonne, on fait pas, mais on a une immense marge par contre hein. Maintenant, depuis que je travaille, ça a vraiment... il y a vraiment beaucoup de choses qui ont évolué. Quand j'ai commencé, c'était il y a longtemps. On injectait jusqu'à 150 mmol/, pour la créat. Puis après, ils se sont rendus compte, qu'en fait, ben, la clairance à 150, elle est déjà vachement faible, donc on est déjà entrain de lui péter un peu les reins, au patient. Donc, on a diminué ça, on a vérifié après la clairance rénale plutôt que juste le taux de créatinine. Et puis ben là, ça a un petit peu changé et on injecte jusqu'à une clairance de 30. C'est un peu hein. C'est pas énorme. Donc ça va. Donc, finalement, on les injecte tous, mais on s'assure quand même. C'est parce que quand les gens, ils ont des valeurs comme ça. il faut que... chez nous, il faut que les patients de plus de 70 ans, ils arrivent avec une valeur de créatinine, de clairance rénale qui soit....de.... Il faut qu'ils aient fait un labo, la semaine



précèdent l'examen. Chez les autres, c'est un petit peu différent. Chez les patients jeunes, s'il y a pas, on regarde pas. Et puis s'il y a, on regarde, si elle date d'il y a 3 mois, ben c'est bon voilà.

Étudiante 1 : Mais vu que vous utilisez le spectral, il y a jamais eu de questions...enfin vous vous êtes jamais posé la question d'injecter moins et de rehausser le contraste.

TRM : Est-ce qu'on l'a fait ?... Ah ! Quelle excellente question ! Oui, ben, évidemment, en fait... On est une immense équipe. On est 30. Si on était genre 5-10, on pourrait dire : ben voilà, du moment que j'utilise le GSI ou que j'utilise la dual-énergie, je vais pouvoir injecter. C'est pas le cas. Aux urgences, on le fait. mais je sais pas si c'est par rapport à la dual-énergie, pour être honnête. Mais effectivement, et sur Siemens de manière générale, le contraste est un peu mieux rendu que sur GE. Et avec GE, je me permettrai pas trop de modifier le produit de contraste. Par contre, chez Siemens, je sais que... que je peux diminuer.

Maintenant, nous, on a diminué les quantités de produit de contraste, au fil des années. Est-ce que c'est à cause ou grâce au dual, je peux pas vous répondre, parce que je sais pas. Je me rappelle pas.

Étudiante 1 : D'accord. Alors, ensuite, pour la préparation de la salle, avant l'examen, qu'est-ce que vous faites de vraiment... au début de la journée ?

TRM : Alors au début de la journée, on prépare les pompes, on met les patients en transport qui doivent être mis en transport. Les premiers patients, on se méfie toujours, ben, qu'ils soient dans la bonne salle, en fait. Qu'ils aient pas eu les examens avant, mais voilà, typiquement, si je dois faire un scanner de l'aorte, je sais que je vais pas le mettre chez GE, donc, je dois changer. Mais ça aussi, il y a quelqu'un qui est censé le faire avant. Mais généralement, il y a toujours des petits couacs.

Étudiante 1 : Mais ça c'est une histoire de contraste ?

TRM : C'est une histoire de machine, parce que sur... on a donc la Siemens avec les deux tubes, on peut faire du flash très très vite pour tout ce qui est examen cardiaque et aorte on utilise ça. Ça permet d'éviter des doses, fin ça permet de beaucoup diminuer la dose, tout en ayant des images de super qualités.

Etudiante 1 : D'accord, donc préparer la pompe, préparer les patients et au niveau du tube, il y a... ?

TRM : Rien. On fait la calibration de routine, le chauffage quotidien et puis voilà.

Etudiante 1 : D'accord. Ok !

TRM : Et puis, après, on touche plus. Sauf si, comme vous le dites dans votre petit machin, pendant un moment il a pas été utilisé, on est obligé de refaire un chauffage du tube, mais sinon....

Etudiante 2 : Il y a pas des contrôles de qualité spécifiques... ?

TRM : Non pas du tout. Chez nous, rien du tout.

Etudiante 1 : Après la prise en charge du patient, vous avez dit que ça changeait pas trop....

TRM : Non, rien du tout.

Etudiante 1 : Donc, je pense qu'on va pas trop s'attarder dessus.

TRM : Non non, on va le chercher, on lui demande son nom. On regarde que ça soit bien lui et si on fait le... "Vous venez bien pour un scanner des poumons ? Oui oui. Très bien on y va."

Etudiante 1 : Alors, ensuite, le patient est là. Vous lui expliquez bien la procédure. Il y a des choses importantes à lui expliquer ou poser les questions importantes ?

TRM : On pose toujours les mêmes questions, ça n'a pas changé non plus avec l'arrivée des scanner spectraux et c'est...voilà... est-ce que vous avez déjà fait des scanners ? Avec le produit de contraste ? Est-ce que vous le supportez bien ? C'est un peu près ça. Puis évidemment son nom, prénom et la date de naissance aussi.

Etudiante 2 : Et puis, si jamais les radiologues vous demandent la phase native, est-ce qu'ils font le VNC ?

TRM : Alors on a des supers machines, on utilise pas leurs capacités entièrement.

Etudiante 2 : Mais ça arrive qu'on vous le demande quand même ou bien ?

TRM : C'est arrivé oui. C'est arrivé quelques fois où on a fait, ben... vu qu'aux urgences on fait tout en dual énergie. Heureusement que c'était fait aux urgences en fait. Un patient qu'on a pris, on a fait l'injection et puis après, le radiologue a dit " Ouais faites voir le VNC parce que j'aimerais bien, il y a un truc bizarre." et puis effectivement il y avait un truc bizarre. Je me rappelle plus exactement ce que c'était, mais c'était super intéressant.

Etudiante 2 : Mais sinon ils sont pas convaincus et ils font quand même le natif...

TRM : On fait le natif systématiquement. [silence] C'est des discussions. C'est...voilà. Au bout d'un moment... Moi je suis référente sur Siemens, ça veut dire que quand on a mis la machine en place, j'étais là, avec un de mes collègues. On était là. C'est nous, qui après, avons pris en charge la formation des autres, pour leur expliquer comment ça fonctionnait et tout. C'est vrai qu'au début, on est super emballés, on va pouvoir faire ci, on va pouvoir faire ça. Et puis au final, c'est pas tant utilisé et c'est vraiment dommage, parce que je pense qu'il y aurait possibilité de faire des choses vraiment bien, et puis on le fait pas.

Etudiante 2 : A cause de quoi ? Par manque de temps ? Ou les radiologues sont plutôt réticents ?

TRM : Je crois que c'est les radiologues qui sont plutôt réticents.

Etudiante 2 : A cause de la qualité de l'image ?

TRM : Je ne sais pas.

Etudiante 2 : Vous n'avez pas discuté avec ?

TRM : Le retour... avoir un retour des radiologues c'est compliqué, parce que le responsable, on discute pas forcément avec, et puis qu'il y a beaucoup de choses qui se passent, et ben, nous, on est entre guillemets que technicien en radiologie.

Etudiante 2 : Ouais, donc vous avez pas ce contact qu'on a normalement, déjà en questionnant pour le protocole, vu qu'ils sont fait à l'avance.

TRM : Non, mais alors attention, parce que nous, on a des internes, donc on a des étudiants radiologues qui s'occupent de poser les protocoles, de lire les examens. Il y a les chefs qui arrivent de temps en temps... qui arrivent plusieurs fois dans la journée pour faire les lectures pour être sûrs que tout soit bien fait, et puis voilà. Et en fait, pour tout ce qui est qualité d'images, etc., on a quelqu'un à l'étage P, qui est très très bien pour ça, grâce à qui on a beaucoup diminué les doses, on a pas mal changé tout ça, et c'est vraiment bien. Maintenant, concernant le dual-énergie, je sais pas exactement ce qui s'est passé. Pourquoi on l'utilise pas plus.

Etudiante 1 : Et du coup, il y a aussi le fait que vous soyez beaucoup et tout le monde a pas toutes les informations.

TRM : Il y a ça, et puis, c'est compliqué de former tout une équipe comme ça et d'avoir toujours la même qualité dans la pratique. C'est vraiment compliqué, parce qu'il y a des gens qui vont s'impliquer plus ou moins que d'autres, comme partout. Il y a des gens qui vont comprendre différemment que d'autres, et puis c'est vraiment vraiment difficile d'avoir... On travaille pas tous de la même chose. On est 30. On a 30 façons de travailler différentes.

Evidemment, ça part un peu dans tous les sens. Quand on est une équipe de cinq techniciens, ben, ça roule mieux. C'est pas le cas ici.

Etudiante 1 : Tout ce qui est patient, on va laisser de côté, parce que ça change pas trop. Pour, avant l'acquisition de la séquence enfin de la... des images. Il y a des choses particulières à faire pour avoir les images en spectral ou ? Enfin, quand on fait le survue ?

TRM : Voilà, en fait le scout. Là, comme j'ai dit tout à l'heure, on se rend compte que le patient, il a une prothèse, on sait qu'on va devoir switcher, qu'on va devoir prendre le protocole équivalent en dual-énergie. Et ça, c'est seulement sur GE, parce que maintenant sur Siemens, on utilise plus du tout. C'est-à-dire que sur Siemens, on fait le scout on voit qu'il y a une prothèse, ben, on sait qu'on va utiliser leur machin là, IMAR, qui est vraiment excellent pour les artéfacts.

Etudiante 1 : Ok, mais du coup le dual-énergie...passe un peu à la trappe.

TRM : Exactement. Moi, j'ai toujours trouvé extrêmement dommage, et ça passe un peu à la trappe, ouais.

Etudiante 3 : En fait, vous avez vraiment des examens spécifiques où vous allez aller utiliser le scanner spectral, mais les autres c'est....

TRM : Les autres, c'est, ben, quand t'as un patient sur GE qui a du métal, on va l'utiliser sinon pas. C'est ça.

Etudiante 2 : Et comment ils sont sélectionnés, en fait, sur... soit ils vont sur GE ou Siemens.

TRM : Les patients ambulatoires c'est sur... en fait, notre salle où l'on fait les patients ambulatoires, c'est une GE donc c'est là, où il y a le plus de risques d'avoir des surprises, parce que, ben, les patients... on fait un patient toutes les 20 minutes, donc il y a quand même un débit certain, et puis c'est là, où ça risque de poser le plus de...voilà.

Etudiante 1 : On connaît moins les patients, etc.

Euh, après l'acquisition, il y a des reconstructions spéciales à faire en spectral ou ?

TRM : Oui, avec GE... avec Siemens. GE ils font... en fait GE, quand on fait l'acquisition, donc on a une série qui s'appelle QC, c'est quality check. C'est pour que le radiologue puisse libérer l'examen, et qu'on puisse nous libérer le patient. Il y a énormément de reconstructions après, parce qu'on fait une série à 80 keV, une série à 120 keV, il y a la série avec le MARS pour essayer...ben, pour limiter les artéfacts justement. Il y a plusieurs... plusieurs.... finalement, il y a plusieurs reconstructions qui vont se faire après, en arrière plan. Nous, on peut continuer de travailler ça se fait tout seul. Et elles sont longues. Ça peut prendre un petit moment. Il y en a vraiment... je crois qu'il y en a quatre ou cinq, donc voilà quatre fois, cinq fois les mêmes séries, ils sont supers contents les radiologues. Il y a aussi ça, c'est que ça prend de la place sur le PACS, vraiment beaucoup de place sur la mémoire de la machine et sur le PACS. Et ça peut être un inconvénient.

Etudiante 1 : Mais, c'est des choses qui sont programmées à l'avance pour être faites toutes seules. Il y pas besoin de faire....

TRM : Non ! Non, non. Nous, chez...ah oui. Alors, on va prendre le cas de chez GE. Hoplà, mon patient arrive, je vois qu'il a des prothèses, je sais que je dois faire la dual-énergie GSI. Très bien. Ça pose pas de problème, mais le... en fait, leur façon de faire est un petit peu compliquée, vu que c'est une histoire de foyer, etc. Donc, on a notre pilote, il y a donc...quand on va passer à la série d'acquisition où il y aura deux paquets de coupes qu'on doit superposer, et on doit comparer les doses parce que la coupe en dual... en fait, si vous voulez, il y a une espèce de... c'est hyper compliqué à expliquer. Moi, j'ai mis du temps parce que je trouvais ça complètement débile, donc voilà. Donc, en fait, on a un espèce de... de paquet de coupes d'exemples. C'est ce qu'on ferait habituellement si on utilisait pas le GSI et par-dessus, on va mettre la série en GSI, et doit comparer les doses pour que celle... pour la dose en GSI se rapproche de la dose qu'on utiliserait normalement. Des fois, il y a des différences de doses, soit le GSI est très très élevé, soit très très bas, et il faut que ça corresponde, évidemment. On va pas sur-irradier ou sous-irradier un patient. Voilà, une fois qu'on a ça, on doit aller ouvrir un petit tableau, on doit choisir quel... on doit choisir les kV,

les mAs. C'est par... C'est déjà tout prêt. Donc, on doit choisir les kV, les mAs, la rotation du tube, le FOV, le fantôme... la taille du fantôme, parce que chez GE, il y a deux fantômes différents. C'est hyper chiant. Donc, si on a un large body, il faut qu'on continue en large body, et de même, si on a un small body, il faut choisir un small body, sinon ça ne va pas. Et ça, pour nous, ça prend du temps. C'est pas quelque chose qui est fait en automatique, on dit voilà, je fais du dual-énergie et on y va. Et ça, ça prend du temps.

Etudiante 1 : Tout ça avant....les images.

TRM : Avant l'acquisition, donc, on a déjà fait les pilotes et avant de faire l'acquisition, avant d'injecter quoique ce soit. On est déjà entrain de réfléchir : "bon alors attend, faut que je prenne ma dose etc. Oui, c'est bon". Et quand on clique dessus, quand on a choisi, qu'on se dit "ah, ben, tiens je vais prendre", je sais pas, il s'appelle GSI 22, c'est par chiffre, ça correspond à rien du tout. Je prends GSI 22. Je me dis que ça va me rapprocher de mes 15 de DLP que je dois mettre. Et en fait, pas du tout, donc on doit retourner chercher quelque chose, soit plus haut. C'est un peu...euh, ça chauffe, oui tu brûles, alors c'est plus, c'est moins et c'est....

Etudiante 1 : Entre temps, le patient il a le temps de bouger.

TRM : Ah, ben, non. Ah, ben, non, il est comme ça. Il attend.

Etudiante 1 : Ouais, mais entre le topogramme qui a été acquis et....

TRM : Ah, non. Il bouge pas. Ah, ben, non il ne bouge pas. "Monsieur, ne bougez pas" [rires] Non, s'ils ont de la peine, on leur baisse les bras, mais faut pas qu'ils bougent, dans l'idéal.

Etudiante 1 : Et, si vous vous trompez entre tous les kV, tous les mAs, et que vous faites l'acquisition. Il faut la refaire après... rechoisir tout ça...

TRM : Alors, si on se trompe, et que la qualité d'images, elle est pas bonne. Déjà, on se fait engueuler, un petit peu. Ce qui est normal, et puis, c'est embêtant. C'est une irradiation en

plus. C'est certainement aussi une injection en plus. C'est rare qu'on se trompe quand même. Il y a eu des erreurs, au début, parce qu'il y a certains protocoles où, en fait, le temps de rotation, il est hyper rapide, je crois. Du coup, la dose, ça l'a doublé. Enfin, fallait qu'on se méfie. Il fallait qu'on divise la dose par deux pour que cela corresponde. C'était vraiment un bordel. Et puis, finalement, ils ont mis un peu d'ordre là-dedans et c'est allé mieux après.

Etudiante 1 : Du coup ça c'est sur GE ?

TRM : Ca c'est sur GE.

Etudiante 1 : Et sur Siemens ?

TRM : Ben sur Siemens, on décide de faire de la dual-énergie. On fait l'acquisition et MARS.

Etudiante 1 : Et tout est prêt ? Il y a pas besoin de... ?

TRM : Oui, oui. Non, non. Il y a pas besoin, rien, de changer, parce que les protocoles, ils ont été créés comme il faut.

Étudiante 1 : Ok. Donc, il suffit juste de cliquer sur les protocoles et c'est déjà tout prêt.

TRM : Ouais.

Etudiante 1 : Et après, il y a les reconstructions qui sont en arrière plan ?

TRM : Non, non, là ça se fait... Oui, enfin, on les reconstruit nous, en fait. Chez Siemens, donc, généralement on fait une acquisition. C'est...donc c'est sur une acquisition, il y a un tube qui va faire à 80kV, l'autre à 140 ou 120, et puis point. Donc, après, on peut reconstruire soit le tube A, soit le tube B, soit les deux. On envoie tout ça sur le PACS, s'il y a besoin de faire des reconstructions après, ben, on peut récupérer ces données pour faire d'autres reconstructions ensuite, pour faire des VNC, pour enlever l'os, pour enlever l'iode ou pour enlever ce qu'on veut.



Etudiante 1 : Du coup, c'est plus pratique d'utiliser le Siemens pour le dual et GE, il est un peu de côté.

TRM : Moi, je préfère Siemens.

Etudiante 3 : Le post-processing, au niveau de GE et Siemens, il y a des différences ?

TRM : Oui, oui. Ben, évidemment, chaque constructeur ont leur petite console de reconstruction. La dual énergie de GE, ben, on utilise...nous, on reconstruit pas. S'il y a besoin, les radiologues vont nous dire, mais nous, on reconstruit pas. C'est des reconstructions standards, on fait de la 3D, on fait des examens vasculaires, mais sinon on touche pas. Et même la console de reconstruction GE, on l'utilise quasiment plus. On fait tout avec le programme de Siemens.

Etudiante 1 : Et ça fait longtemps que vous avez des scanners spectraux ?

TRM : Ouais. 2010.

Etudiante 1 : 2010. Ils ont tous été achetés en même temps.

TRM : Je crois bien, ouais, ouais. Sauf celui des urgences, lui, il est un peu plus récent, je pense qu'il date de 2016.

Etudiante 1 : Et ben, c'est qui qui fait le choix d'acheter ? C'est l'hôpital ? C'est la direction ou c'est les radiologues ?

TRM : Alors, l'hôpital va fournir l'argent. L'état de Genève, ici, va fournir l'argent, s'il y a besoin de changer le parc de scanner. C'est des discussions. Enfin, c'est plutôt une histoire de budget de l'hôpital, de l'Etat, machin. Et ensuite, ils font un appel d'offre. L'hôpital, c'est quand même une grosse structure, donc ils peuvent, voilà... Et ils choisissent pas toujours ce que nous, on aurait choisis.

Etudiante 1 : C'est ça. Parce qu'au final, c'est qui, qui profite ? Pas grand monde.

TRM : Alors, en fait, c'est... il y a beaucoup de... Ben, typiquement je... si mes souvenirs sont bons. Pour GE, ils ont été un peu déçus, les radiologues. Siemens, ils ont été contents. Avec GE, ils ont été un peu déçus, mais, en fait, moi, j'aurai absolument pas choisi GE. Je pense que si j'avais pu...si on m'avait donné mon avis, j'aurai plus été du côté de chez Philips, ce genre de choses, parce que j'aimais bien aussi travailler avec Philips avant. Et en fait, voilà, donc c'est pas nous qui choisissons, et même pour dire la vérité, ceux... ils font comme s'ils parlaient...choisissaient avec des techniciens, mais le technicien de l'époque qui était responsable du scanner, il savait pas faire fonctionner un scanner, donc, qu'est-ce qu'il s'en fiche... qu'est-ce qu'il a son avis à donner. Il l'a pas normalement, mais c'est souvent comme ça. C'est les radiologues qui décident. Non, non, c'est un choix selon, ben, là, GE, ils faisaient beaucoup.... à cause du low dose, réduction de dose, etc. Et je crois que c'est aussi un peu pour ça qu'il a été choisi, pour le confort des patients, et puis pour... voilà. Comme nous on irradie beaucoup, mais vraiment beaucoup. Si on peut diminuer les doses, je pense que c'est pas plus mal.

Etudiante 2 : Chez GE, on peut faire du low dose ? Et pourtant vous aviez dit que ça irradiait plus.

TRM : On fait du low dose... c'est sans spectral. Parce qu'avec le spectral c'est SCHLAK.

Etudiante 1 : Mais du coup, alors, pourquoi acheter...?

TRM : Je ne sais pas. Si vous voulez je vous donne le numéro. Je pense que, parce qu'ils parlaient de diminution de dose, parce que s'il y a pas besoin de faire du spectral, on le fait pas, puis, on peut faire des doses qui sont relativement faibles. Mais de nouveau, parce qu'en fait, quand on diminue la dose, les images vont devenir plus bruitées. Pour palier à ça, les constructeurs, ils ont tous leurs petites itérations. Et en fait, ça aussi, avec GE, en diminuant trop la dose. En fait, ils rajoutent....moi j'ai vu la différence justement, j'ai aussi connu ça. Tout ce qui est "Idmare, VO, Asire, etc", c'est tout des choses où, en fait, ça nous permet de diminuer énormément la dose et c'est compensé en débruitant, on va dire, l'image.

Etudiante 2 : En lissant...

TRM : En lissant l'image.

Etudiante 2 : Sauf que c'est là, où on perd de l'information.

TRM : Exactement. Et là, il y a de l'information qui a été perdue. Du coup, on a dû un peu remonter les doses. Ça, ils étaient pas très...

Etudiante 2 : Mais, moi j'avais juste une question pour revenir sur GE. C'est pas le kV switching, du coup c'est bien....

TRM : C'est le foyer qui change

Etudiante 2 : Mais il change euh...

TRM : [Takatakata]. Il change extrêmement vite. Il change extrêmement vite.

Etudiante 2 : Et, sur Siemens euh...

TRM : Il y a deux tubes.

Etudiante 2 : Les deux tubes... il y a pas un problème de foyer... enfin, de FOV, où il est réduit par rapport à...enfin...

TRM : Oui, alors non, pour de vrai, non. Parce qu'en vrai, ce qui se passe... Purée, vous avez eu de la chance d'être tombées sur moi. Donc, oui effectivement, parce que il y a.... donc on a les deux tubes et il y a un de ces tubes qui a un foyer qui est plus petit, donc le FOV, la largeur de champs max sera plus petit. Pour de vrai, c'est rare d'avoir des patients qui dépassent et si ça dépasse, c'est le gras qui dépasse, donc on s'en fout. L'irradiation va quand même être faite sur... parce que il y a le tube. Il y a l'autre tube qui prend le relais, en fait. Et on voit la différence sur les images. Si on tape vraiment dans le gras, en fait, on voit la

différence. Ça va être très bruyé où il y a qu'un tube qui fonctionne et dès qu'il y a les deux, ça va faire des jolies images. Ça se voit vraiment. C'est... On voit vraiment la différence.

Etudiante 2 : Du coup c'est pas un argument négatif ?

TRM : Pas du tout.

Etudiante 2 : Ça gêne pas.

TRM : Pas du tout, parce que si on fait nous notre travail comme il faut... ah ça... positionnement du patient. Si nous, on fait notre travail comme il faut, il y a pas de problème, parce qu'en fait, le patient, on est censé le mettre à l'isocentre. Donc, à priori... Bon alors les patients à l'hôpital... vous avez bien vu... vous avez toutes fait un stage, ici, à l'hôpital... Des fois, ils sont pas en bon état... donc, les patients ils sont pas toujours en bon état, on peut pas en faire ce qu'on veut. Des fois, on fait comme on peut, et voilà. Nous, de base, notre travail, c'est quand même de mettre le patient à l'isocentre, pour éviter de l'irradier trop etc. Donc, ça devrait pas poser de problèmes. Ce qu'on veut voir normalement est compris dans ce champ là. Après, il y a des gens, typique, on leur fait des examens pour l'embolie pulmonaire chez Siemens, avec la dual-énergie, pour pouvoir faire, ben, justement, des cartographies Z, ensuite, et ils arrivent pas à respirer, donc on a tendance à les re-asseoir un petit peu et là, il faut vraiment se méfier, il faut vraiment vérifier sur le topogramme de profil pour être sûr que tout soit dans le champ. Parce que là, si on coupe un bout de poumon, ben, c'est con... On a foiré l'examen.

Etudiante 2 : Mais, c'est censé rentrer.

TRM : C'est rare que ça rentre pas, vraiment.

Etudiante 3 : Peut-être que j'ai pas bien compris ça, mais les radiologues, ils sont comment face au scanner spectral, face aux images ? Est-ce qu'ils sont contents, est-ce qu'ils sont... ou est-ce qu'ils préfèrent le scanner classique ?

TRM : Ben, nous, on utilise quasiment que le scanner classique donc voilà.

Etudiante 1 : Mais, ils demandent pas ?

Etudiante 3 : Ils ne sont pas demandeurs ?

TRM : Ça ira. Non, ils ne sont pas demandeurs, et puis, ça arrive qu'ils demandent, mais ça sera pas les internes qui vont demander, parce qu'eux, ils n'ont pas cette théorie-là. Ça sera les chefs de clinique, généralement. Donc là, ça serait peut-être bien de faire du spectral.

Etudiante 2 : On aurait pu s'attendre au contraire. La nouvelle génération est plus formée la dessus.

TRM : Mais, je crois même pas en plus. Non, non. C'est nous, qui sommes formés dessus, mais les radiologues, jusqu'à ce qu'ils ouvrent leur propre cabinet et qu'ils commencent à réfléchir à la qualité des images, etc. Je crois que ça les dépasse un peu. Mais chez nous, on a des premières années de radiologie, donc, qu'est-ce qu'ils ont, enfin... Après je sais pas... Il y en a qui sont plus formés que d'autres. Certains radiologues, qui sont vraiment mieux informés aussi, et puis voilà. Mais sinon, ils ne connaissent pas. Chez nous, le chef, en bas, à l'étage P, il sait bien de quoi il parle et c'est vraiment agréable de travailler avec une personne comme ça, parce qu'il sait te dire "là on va faire ça, comme ça" et tu lui demandes pourquoi, il sait te répondre. Ce qui est pas le cas de tous les radiologues, et c'est vraiment, vraiment agréable. Ça change, parce que, voilà.

Etudiante 1 : Et vous les techniciens, vous avez eu une formation spéciale au spectral ou ça a été fait de bouches à oreilles.

TRM : Ça s'est fait de bouches à oreilles, en fait. Donc moi, je suis la référente pour Siemens, donc j'explique à mes collègues comment ça fonctionne, pourquoi, comment, etc., et ils retiennent ce qu'ils veulent bien retenir.

Etudiante 1 : Il y a pas eu de formation spéciale dédiée à...

TRM : On l'a eu. Si on a eu. Nous, on fait des espèces de réunion CT. Malheureusement, c'est toujours le genre de choses, où, en fait, on est trente dans l'équipe, et il y en a dix qui viennent. Les dix, qui ont eu l'information, et les vingt autres, un petit peu moins. Mais. ouais, on a eu. Pour savoir les différences entre Siemens et GE, savoir ce qu'on peut faire avec, savoir ce qu'on peut pas faire avec, et puis, ben, comment s'en servir. Parce qu'il y avait beaucoup de lacunes. Même... pourtant, ça fait des années que je fais du scanner, j'ai l'impression que je suis quelqu'un qui tilte assez rapidement ce qui va se passer, et effectivement, avec GE, j'avais de la peine. Je me disais, mais qu'est-ce que c'est que ce chénit, mais qu'est-ce que c'est... Parce que nous, pour choisir le dual-énergie, sur GE, on avait genre... la marche à suivre, elle avait quand même trois ou quatre pages.

#### Etudiante 1 : Avant de commencer l'examen...

TRM : Voilà, avant de commencer l'examen. Comme ça arrive... comme on l'utilise pas de routine. Alors, faut aller chercher, le truc, faut aller relire le machin... mon dieu.. et t'as le patient qui est justement avec ses bras : "Mademoiselle vous m'avez oublié ! Non, non, je lis un truc, attendez, c'est où déjà."

#### Etudiante 2 : Donc, pas tous les TRM le pratiquent au final ?

TRM : Si. Parce qu'on est obligés.

#### Etudiante 1 : Si, en fonction des demandes.

TRM : Voilà. Après.... (c'est méchant, je suis horrible, je vais mourir en enfer). Il y a pas tous les techniciens.... en fait, ils font ce qu'on leur dit de faire, sans peut-être avoir la réflexion derrière ; "Ah on m'a dit de faire comme ça, alors j'ai fait comme ça." Moi, j'aime bien savoir pourquoi je fais les choses. Ce qui n'est pas forcément le cas de tout le monde. Mais tant que l'examen il est réussi, finalement, ben, peu importe, voilà. C'est pour ça qu'il y a des marches à suivre, qui sont faites. Parce que, ben déjà, c'est pas évident de se rappeler de tout, et puis ben, s'il y a quelqu'un... ben, les gens qui sont à soixante pourcents. Admettons, ça fait longtemps qu'ils ont pas été sur telle ou telle machine, il faut qu'ils puissent quand même faire le truc quoi.

Etudiante 1 : On avait d'autres questions ? Moi, j'arrive à bout.

Etudiante 3 : Est-ce que vous voyez... comment dire... là, on va a dit qu'il y avait pas beaucoup de scanners spectraux à Genève, est-ce que vous pensez qu'avec le temps, il va y en avoir de plus en plus, ou il n'y a pas vraiment d'avenir, entre guillemets, et qu'on va stagner pendant un petit moment ?

TRM : Alors, en fait, je pense que ça va dépendre de la façon dont le spectral est fait. S'ils arrivent, parce que là, pour le moment, on arrive à enlever l'os, on arrive à enlever l'iode, on arrive à enlever le métal, et c'est un peu près tout. Et, si on arrivait à enlever plus de choses avec... ils ont parlé d'un autre type de scanner, je me rappelle plus. C'est assez... J'ai entendu ça je sais plus quand quelle conversation, mais un truc vraiment intéressant qui permettrait, ben, de vraiment sélectionner... La prothèse, elle est en titane, et ben, on va pouvoir enlever le titane. Là, ça peut commencer à devenir vraiment intéressant. Je pense que c'est quelque chose qui va se développer, parce qu'ils sont obligés. Parce que...ben, typique nous, les patients qui ont eu des clips d'anévrisme, etc, ou des coils et qu'on se retrouve sur GE et qu'on sait que la machine, elle est pas très bien faite pour tout ça. Ben, on les change de salle, du coup, pour pouvoir utiliser le réducteur d'artéfacts de chez Siemens. Mais, en fait, si leurs spectraux... enfin tout ce qui est spectral, ils arrivaient à dire, ben, voilà ,ça c'est du coil, on va pouvoir enlever ces artéfacts-là, spécifiquement, ben du coup, ça arrangerait vraiment. Pour les patients aussi, ça éviterait d'avoir des images toutes pourries et puis ben, pour nous. Et puis, c'est intéressant, voilà, pour notre travail à nous, c'est quand même hyper intéressant. Moi, c'est des... moi, j'avais vu l'arrivée de ces trucs, et quand on vient dire "Ah ben, voilà, on va pouvoir faire ça et ça". Par rapport à ce qu'on faisait avant, t'es là : "Ah, ben ouais. Ah, ben ouais, ça être vraiment bien." Alors, c'est tout sur papier, parce qu'eux, ils ont leur patients, ils ont leurs mannequins. Ils savent exactement quelles images montrer aux radiologues pour leur faire plaisir. Et puis, en fait, pour de vrai, ben, ça se passe pas vraiment comme ça. Ce qu'il y a dans leur prospectus, c'est pas toujours ce qui reflète la réalité, en fait. Et, du coup, ben, je pense que ça peut...

Etudiante 2 : Comme quoi par exemple ? Un exemple..?

TRM : Alors, quand il y a une seule prothèse, c'est vachement bien. Quand il y en a deux, ça devient le bordel. Parce que... ben, les artéfacts-là, t'as une grosse barre noire qui se met devant, ben, tu vois rien du tout. Donc si on cherche quelque chose, spécifiquement dans le petit bassin, on voit que dalle, mais vraiment que dalle, et même avec le dual-énergie, etc., ou même avec le iMAR. C'est le bordel. Alors que si on dit "ben, voilà, ça c'est des prothèses en titane, on pourrait éliminer ça." Ben, on élimine ça.

Donc, je pense que ça va... je sais pas, on verra. Nous, on va changer là, normalement l'année prochaine, l'année suivante, donc on va voir les...

Etudiante 2 : Ils vont changer lequel ?

TRM : Tout

Etudiante 1 : Ah ! Tout.

TRM : Tous les scanner de l'étage P. Eh ben, ils sont de 2010 hein.

Etudiante 2 : Ils sont spectraux ou pas ?

TRM : Ah, sûrement oui. Ah, certainement. Ah, certainement. Ben, maintenant, il faut que les radiologues soient formés dessus et ça, je sais pas les possibilités qu'il y a.

Etudiante 1 : Et peut-être, ça serait... ce qui serait le mieux. Ils auraient la formation, ils sauraient quoi demander, et en même temps on l'utilise. Parce que là...

TRM : Là, c'est hyper dommage. Aux urgences, on l'utilise systématiquement. Alors, après, nous, le problème qu'on a aux urgences. C'est que le disque dur de la machine, il ne tient pas trois jours, parce que tous les examens sont fait en dual-énergie. Et donc, maintenant la machine ça va faire trois ans qu'elle est installée facile, et en fait depuis le début, on fait tout en dual-énergie, et ce qu'il se passe, c'est qu'on a toujours pas réussi de ne pas faire la phase



native. Alors est-ce à cause de la qualité d'image qui est pas bonne ou est-ce que c'est un manque de volonté des radiologues ? Ça je peux pas répondre, je ne sais pas

Etudiante 2 : Et moi, j'avais une autre question. Vous donnez, vous imprimez des CD pour les patients ?

TRM : Oui !

Etudiante 2 : Ils repartent aussi avec des images spectrales ?

TRM : Non. On leur donne... ah ça c'est une excellente question...

Etudiante 2 : Parce que ça aurait pu être un argument marketing aussi de dire aussi " Voilà, c'est plus significatif." Comme un volume rendering finalement.

TRM : Ouais, mais le volume rendering, c'est pour faire plaisir au clinicien, parce que, pour de vrai, il sert à rien.

Etudiante 2 : Je voulais savoir si... est-ce que ça avait la même valeur, est-ce que si...

TRM : Non, parce qu'en fait, ils savent pas. En dehors de la radiologie, ou même en dehors du scanner, on connaît pas les avantages, les inconvénients, on sait pas ce que c'est.

Etudiante 2 : Et donc, ils repartent pas avec ces images-là.

TRM : Non,, non. Nous on leur donne... pour Siemens, on leur donne le combiné : le fast dual-énergie-là, vraiment les images de base, et puis sur GE, quand on le fait... Bon déjà, il faut savoir qu'ils repartent pas tous avec leur CD, chez nous. Quand on fait, je crois qu'on donne la série... la première série qui va être reconstruite... pas la QC, la suivante, celle où les images seront de bonne qualité, sinon on donne pas. Déjà, vu qu'il y a quatre ou cinq séries, avec une acquisition de là à là (*mime avec ses doigts*). Ça fait déjà, je pense bien 500-600 images, fois cinq, ça commence à faire beaucoup, sur un petit DVD. Surtout que,

pour un oeil pas avisé, on a l'impression qu'elles se ressemblent toutes, et du coup, ben voilà.  
“ Mais ils ont fait quatres fois la même chose ? Qu'est-ce qu'ils vous ont fait ?”

Etudiante 2 : Et sinon, d'autres applications, on sait aussi qu'on peut utiliser la double énergie pour la goutte, pour quantifier, ou... ?

TRM : Moi, je l'ai eu fait. De nouveau, le souci c'est que le radiologue de base, l'interne qui vient chez nous, il sait pas le faire, ça. Donc, on fait pas. Mais, moi je l'ai fait, je l'ai fait, ouais. Et si le chef de l'os, il sait que c'est une recherche de goutte, il va le demander. C'est les rares fois où on fait le dual-énergie pour l'os, c'est pour ça. Et ben, justement sur Siemens, parce que sur GE, c'est pas terrible. Sur Siemens, par contre, après il faut quelqu'un qui sache faire les reconstructions. Parce que ça se fait pas automatiquement. En fait, c'est une histoire de combinaisons d'images etc. et là où le logiciel pense qu'il y a de la goutte, ça va apparaître d'une autre couleur. C'est un peu près comme ça que ça fonctionne à chaque fois. C'est con, c'est trois clics, mais faut savoir les faire.

Etudiante 1 : C'est le TRM qui fait les reconstructions ou c'est le médecin ?

TRM : C'est George....[rires]

Etudiante 1 : C'est qui George ?

TRM : George, c'est le type qui fait les recon... Donc, nous on fait...Donc, de nouveau, je vais vous raconter l'histoire. 2010. Quand on a... au début, on avait que deux scanners et on a installé trois scanners, à l'étage P, hein, sans parler des urgences. Et, en fait, grâce à ça, on a aussi fait un poste pour le post-processing. Et au début, il y avait genre cinq-six-sept techniciens maxi qui le faisaient ça roulait bien. C'était super. Puis, il y en a certains qui ont été un peu jaloux, parce que ça fait quand même parti du métier et c'est super intéressant. Ils ont décidé de former tout le monde, mais plus tu formes de gens, de nouveau, t'es obligée d'avoir quelque chose de simple, efficace. Parce que, ben, tout le monde n'a pas la même facilité avec la souris, ou pas tout le monde... voilà. Donc, c'était soit on formait personne, soit on formait tout le monde. Là, ils ont décidé de former tout le monde. Et ben, typique

c'est le genre de truc qu'on ne fait jamais, mais c'est rare qu'on fasse des scanners pour recherche de goutte. Et c'est... c'est con à faire, vraiment con, c'est vraiment trois clics mais nous, on fait pas. C'est George. George, qui gère toutes les reconstructions un peu compliquées, type tout ce qui se passe dans l'oreille interne. C'est lui qui fait. Les côlons, c'est fait par les médecins, alors que c'est pas très compliqué, mais vu que tu cherches quand même une tumeur, faut que ça soit quelque chose d'un petit peu médical. Donc non, ça s'est pas nous qui faisons.

Etudiante 2 : Et d'autres applications, comme ça, qui ont été abandonnées, soit pour les embolies pulm ou...?

TRM : Les embolies pulm, c'est pas nous non plus, mais quand ils en ont besoin tout de suite, ils savent très bien vers qui s'adresser. Je les ai déjà fait, je sais les faire, je les fais, s'il y a besoin. Avec Siemens, beaucoup de reconstructions sont en automatiques. Donc nous, on fait l'acquisition en dual-énergie et tu peux envoyer sur leur logiciel. Les images elles partent et le logiciel il sait déjà comment les traiter. Il y a même plus besoin de quelqu'un.

Etudiante 1 : Mais vous faites quoi alors ? [rires]

TRM : Pour de vrai.. alors pour de vrai, une fois que le patient il est sur la table, il y a pas grand chose à faire. Vous avez fait vos stages au scanner déjà, je pense... vous savez.

Etudiante 2 : Est-ce qu'on pourrait parler avec la cheffe TRM, voir ce qu'elle a eu comme écho entre les radiologues et ce qui s'est passé exactement ?

TRM : Tout nos chefs ont changé en cours de route. Peut-être, plus parler au chef du scanner de l'étage P. C'est avec lui que j'étais référente à l'époque et il a les idées un peu plus... Il est bien.

Etudiante 2 : Parce que, peut-être que, lui il aura les arguments des radiologues...

TRM : Peut-être.

Etudiante 2 : Qui disaient... Ben, là, voilà, l'image elle est...

TRM : Étant donné que lui... voilà...

Etudiante 2 : Et vous avez un nom par hasard ?

TRM : Oui. Roberto Rodriguez. Il faut lui envoyer un mail.

Etudiante 1 : Il faudra qu'on voit avec notre prof à l'école, parce que c'est lui qui est censé contacter.

Etudiante 3 : C'est lui qu'il a contacté.

TRM : Il me semble. Roberto, il est venu. Je crois bien que oui. Roberto, il m'a dit " ah dis donc." Ben, il est venu me demander à moi. Il y a des étudiantes et tout.

Etudiante 3 : Pour avoir son mail, il est en copie.

TRM : Rodriguez avec un Z si jamais.

Etudiante 1 : Ok, on verra. Au pire, si ça se fait pas, ben ça se fait pas.

TRM : Mais lui, il est très très bon, des défauts de perfusion...

Etudiante 2 : Mais ça, vous l'utilisez quand même ?

Etudiante 1 : Sur Siemens.

TRM : Sur Siemens. Pour les crânes en VNC là, pour être sûr que ce qu'on voit c'est bien du produit de contraste et pas du sang. Et puis, aux urgences systématiquement, parce qu'on sait

pas ce qu'on en fait. Là, les exemples que je vous ai donné, on sait ce qu'on en fait. Je sais pourquoi je fais de la dual-énergie.

Etudiante 1 : Et, du coup, aux urgences on fait systématiquement, mais pourquoi ?

TRM : Aucune idée. Je ne sais pas.

Etudiante 1 : C'est juste protocolé comme ça?

TRM : Ça a été protocolé comme ça, à la demande du chef de service. Et pour de vrai, je sais pas. Et toutes les phases, donc la phase sans produit de contraste, la phase artérielle, la phase veineuse et la phase tardive, tout en dual-énergie.

Etudiante 2 : Ah, parce qu'on peut faire des phases, enfin mélangées comme ça.

TRM : Avec Siemens, on peut faire ce qu'on veut.

Etudiante 2 : D'accord. Ça je savais pas.

TRM : On peut dire mon SPC il va être sans dual-énergie, c'est ce qu'on faisait avant à l'étage P. Parce qu'ils ont fait plusieurs... demandez à Monsieur Rodriguez, parce qu'effectivement, lui, il va peut-être savoir pourquoi. Parce qu'avant on le faisait systématiquement le dual-énergie, on l'utilisait seulement en phase veineuse et je pense que c'était pour voir si on pouvait s'affranchir du SPC, et je pense que ça n'a pas fonctionné et je ne sais pas pourquoi. Mais voilà, on peut faire que la phase veineuse, par exemple, ou que la phase tardive.

Etudiante 2 : Et, au niveau de la facturation, c'est pas encore entré dans le Tarmed.

TRM : Non. Dieu merci.

Etudiante 1 : Pourquoi ça ?

TRM : Ben, parce que les cinq séries GSI, machin-chose de chez GE, ben, si on les facture séparément... Normalement ça devrait pas, parce que l'acquisition, on la fait en une fois, donc, au final, ça change pas d'un scanner standard.

Etudiante 2 : Donc,, c'est le même tarif ?

TRM : Oui oui, c'est le même tarif. Houlà, mais heureusement, sinon ça serait vraiment pas sympa je trouve, pour le patient.

Etudiante 1 : C'est pas le patient qui choisit d'être...

TRM : Ben, non, exactement.

Etudiante 2 : Au niveau du temps d'examen, chez GE du coup, ça prend combien de temps ?

TRM : Du moment qu'on doit le faire, oui, ça dure un petit peu plus longtemps, puisqu'il faut aller chercher la bonne valeur, etc.

Etudiante 2 : Donc, dû à la préparation, pas aux mouvements de table ou... ?

TRM : Non, non, c'est... Non, pas du tout. Ah oui, c'est vrai, vous avez raison, l'acquisition, elle est un peu plus lente, avec la dual-énergie.

Etudiante 2 : A cause de quoi ? Du coup, on sélectionne le temps de rotation, ou on peut modifier un peu les paramètres ?

TRM : Alors sur GE, ouais, le temps de rotation il est modifié, parce qu'on arrive jamais à avoir les mêmes valeurs, soit il est un peu plus rapide, soit il est un peu plus lent. Sur Siemens, je pense, le fait d'utiliser les deux tubes simultanés pour faire voilà... Ça fait que le pitch va être un petit peu plus court.

Etudiante 2 : Mais en gros, ça serait juste à protocoler, pour éviter ces problèmes là.

TRM : En soit, le temps d'examen, il ne varie pas. C'est parce que c'est quoi... deux secondes de plus. C'est minime, alors en soit, ça change pas grand chose non plus.

Etudiante 1 : Mais ça serait plus pratique de l'avoir déjà prêt et...

TRM : Mais oui, mais c'est... on peut pas. Sur GE, tu peux pas, t'es obligée d'aller choisir ce que tu veux pour que ça se rapproche de la dose, qui se base sur...enfin c'est une histoire de dose. Pour que ça corresponde au mieux à la dose qu'on était censé...

Etudiante 1 : Il y a pas moyens de l'automatiser, en fait.

TRM : Non. Non, non.

Etudiante 1 : Ok.

TRM : Non, il y pas moyens. Ça, il y a pas moyen.

Etudiante 2 : C'est pour contrôler les NRD en fait ?

TRM : Exactement, c'est pour pas que tout un coup, on se retrouve à surdoser....

Etudiante 2 : Mais, comment ça se fait que ça monte comme ça ? Qu'il y a autant de différence ?

TRM : Des fois, il y en a aucune. Des fois, il y en a, mais on sait pas pourquoi. Il choisit un truc au pif, suivant le patient, suivant le métal etc. Etant donné qu'il se base quand même sur le pilote pour choisir les kV etc.

Etudiante 2 : Je sais pas si vous avez d'autres questions....

Etudiante 3 : Vous savez déjà les machines, pour l'année prochaine, elles ont déjà été commandées?

TRM : Non, du tout. Je crois même pas que les appels d'offres ont déjà été faits. Non, non, parce que le budget il est... c'est un sacré budget. Déjà, en plus, les travaux aux urgences, on va rajouter encore un scanner. Je pense que la priorité ça va déjà être le prochain scanner aux urgences, le deuxième scanner aux urgences, et puis après à l'étage P. Mais elles commencent à se faire vieille les machines, elles sont souvent, souvent en révision. Il y a en souvent une qui est en panne. Mais c'est de l'utilisation, aux urgences, 24-24 et puis, en bas, tranches horaires normales.

Etudiante 2 : Vous estimez à combien les patients pris avec la dual-énergie, sans compter les urgences, mais du coup à l'étage P.

TRM : Extrêmement peu. Moi je dirai même pas dix pourcents... Allez, si. Parce qu'il y a la dual-énergie chez Siemens, douze.

Etudiante 2 : Et les TRM ils en pensent quoi ? Est-ce qu'ils ont le même avis, là-dessus ? Que c'est dommage, qu'on devrait utiliser plus... que c'est négligé... ils sont un peu réticents ?

TRM : De nouveau, je dirai, il y a peut-être un quart des techniciens qui diraient que c'est un peu dommage. Le reste, ils s'en fichent.

Etudiante 2 : Parce que ça leur ferait du boulot en plus à apprendre ?

TRM : Même pas...non, je pense qu'ils s'en fichent parce que c'est pas leur travail, parce que le contexte actuel, au scanner, il est pas top. Il y a pleins de raisons qui font que... Finalement, nous, on vient faire notre travail et puis, après nos huit heures, on s'en va. Il y a beaucoup de gens qui sont comme ça.

Etudiante 1 : Pourquoi changer si ça a toujours marché comme ça.



TRM : Et puis, ben finalement, “si tu me demandes de changer, je change. Moi, je fais ce qu’on me dit de faire.”

Etudiante 2 : Et les chefs TRM ils en pensent quoi ? TRM ou de service.

TRM : Je crois que lui, il était un peu de mon avis au début. Ah, c’est quand même dommage d’avoir fait des machines qui nous permettraient de faire beaucoup de choses et qu’on les utilise pas en fait. Finalement, pourquoi t’as acheté ça si c’est pour pas les utiliser.

Etudiante 2 : Mais ils se sont pas ?

TRM : On a pas tellement de poids face à l’œil du radiologue.

Etudiante 2 : Mais les radiologues se sont pas plaints, par exemple, au constructeurs pour les choses de GE, de pas avoir tenu des promesses ?

TRM : Je sais pas exactement. Je crois qu’ils ont dit qu’ils avaient été un peu déçus de la qualité de certaines choses, mais sinon de toute façon la machine, elle est là, elle est là.

Les trois étudiantes : Merci !

Fin de l’interview

## 8.2 Annexe 2: Formulaire

### Formulaire de consentement éclairé et libre

La loi fédérale sur la protection des données (LPD) du 19 juin 1992, protège la personnalité et les droits fondamentaux des personnes qui font l'objet d'un traitement de données (art.1).

Dans le cadre de leur formation et de la réalisation de leur travail de bachelor, les étudiant-e-s de la Haute école de santé de Genève sont appelé-e-s à travailler avec des données personnelles et sensibles qui touchent à la santé et/ou à la sphère privée des personnes interrogées. En référence à la LPD, les personnes doivent donner leur consentement libre et éclairé par écrit pour la récolte et le traitement anonyme des données les concernant.

Ainsi, la personne soussignée :

- certifie avoir été informée sur les objectifs et la procédure de l'étude (feuille d'information) ;
- affirme avoir lu attentivement et compris les informations écrites fournies, informations à propos desquelles elle a pu poser toutes les questions qu'elle souhaitait ;
- atteste qu'un temps de réflexion suffisant lui a été accordé ;
- a été informée qu'elle pouvait interrompre à tout instant sa participation à cette étude sans préjudice d'aucune sorte ;
- consent à ce que les données recueillies pendant l'étude puissent être transmises à des personnes extérieures, elles-mêmes tenues de respecter la confidentialité de ces informations.

Madame / Monsieur

Nom ..... Prénom .....

autorise l'étudiant-e ou les étudiants

**Contardi**   **Liliana**  
**Mancini**   **Lisa**  
**Nesimi**   **Lindita**

à travailler avec les données sensibles qu'il-elle-s lui-leur a livré.

Fait à ..... le .....

Signature de la personne concernée :

**Informations pour les personnes participant au travail de bachelor  
(TB)**

En quelques mots, nous vous présentons notre projet :

Avec l'arrivée récente du scanner spectral, nous avons voulu étudier les changements, dans la pratique des techniciens, induits par cette nouvelle technologie.  
Cela nous permettrait de comparer, par exemple, la prise en charge d'un patient au CT classique et au CT spectral, et ainsi comprendre les adaptations des techniciens.

Tout d'abord, nous avons rédigé une partie théorique ; une sur le fonctionnement du CT classique et l'autre sur les différentes méthodes utilisées par les constructeurs pour réaliser des images de CT spectral. Concernant la partie de l'analyse des données, nous allons récolter les renseignements auprès des techniciens travaillant au CT spectral, en les interviewant.

Ces techniciens que nous allons rencontrer ont travaillé ou travaillent au CT classique et au CT spectral, afin que la comparaison entre les deux méthodes soit la plus précise possible.

Pour les entretiens, nous avons rédigé un guide de prise en charge d'un patient au CT, basée sur le « Guide Calgary » élaboré par des volées précédentes de techniciens en radiologie médicale.

Nous vous proposons un entretien d'environ 1h30. Celui-ci sera enregistré puis transcrit afin de nous assurer de ne pas déformer vos propos. Les données seront effacées une fois le TB validé. Ces données resteront confidentielles et seront rendues anonymes. Si cette étude donne lieu à une publication scientifique, nous garantissons qu'il sera impossible d'identifier les participants.

Même si vous acceptez de participer dans un premier temps, vous restez libre de vous retirer de l'étude à tout moment ou de ne pas répondre à certaines questions sans avoir à nous donner de raisons.

A tout moment, vous pouvez vous adresser aux personnes ci-dessous afin d'obtenir des informations supplémentaires.

Les étudiantes soussignées s'engagent à respecter la confidentialité des informations recueillies.

Nom de-des étudiant-e-s :

Nom du Directeur-trice du travail de bachelor

**Contardi Liliana**

**Frédéric Zoni**

**Mancini Lisa**

**Nesimi Lindita**

HEdS – Haute école de santé Genève  
47, avenue de Champel  
1206 Genève

Tel. : 022 388.56.00

Liliana Contardi  
Lisa Mancini  
Lindita Nesimi  
Haute Ecole de Santé  
Avenue de Champel 47  
1206 Genève

Hôpital de la Tour  
Avenue J.-d.-Maillard 3  
1217 Meyrin

**Demande d'autorisation pour enquêter dans votre institution**

Monsieur,

Nous sommes trois étudiantes TRM de 3<sup>ème</sup> année de formation à la Haute Ecole de Santé de Genève.

Dans le cadre de notre formation, il nous est demandé de réaliser un travail de bachelor. Notre travail traite de la pratique quotidienne du TRM avec l'arrivée des scanners spectraux. Vous trouverez en annexe le feuillet de présentation de notre projet où vous trouverez des informations plus précises.

Pour notre travail, nous avons choisi de faire des entretiens d'environ 1 heure 30 avec des TRM travaillant sur différents types de scanners spectraux.

Le contexte de l'institution présente des spécificités en relation avec notre question de recherche puisque vous disposez d'un CT spectral. Il s'agira pour nous de comparer les différentes pratiques selon les différents CT spectraux disponibles sur Genève.

Afin de réaliser notre récolte de données, nous souhaiterions avoir un entretien avec vous pour nous informer de votre pratique quotidienne, ceci sur la base d'un guide de la prise en charge d'un patient en radiologie que nous avons adapté à la pratique du TRM sur le CT.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, nos meilleures salutations.

Liliana Contardi  
Lisa Mancini  
Lindita Nesimi

Directeur de Travail de Bachelor : Frédéric Zoni

Liliana Contardi  
Lisa Mancini  
Lindita Nesimi  
Haute Ecole de Santé  
Avenue de Champel 47  
1206 Genève

Hôpitaux Universitaires de Genève  
Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4  
1205 Genève

**Demande d'autorisation pour enquêter dans votre institution**

Madame,

Nous sommes trois étudiantes TRM de 3<sup>ème</sup> année de formation à la Haute Ecole de Santé de Genève.

Dans le cadre de notre formation, il nous est demandé de réaliser un travail de bachelor. Notre travail traite de la pratique quotidienne du TRM avec l'arrivée des scanners spectraux. Vous trouverez en annexe le feuillet de présentation de notre projet où vous trouverez des informations plus précises.

Pour notre travail, nous avons choisi de faire des entretiens d'environ 1 heure 30 avec des TRM travaillant sur différents types de scanners spectraux.

Le contexte de l'institution présente des spécificités en relation avec notre question de recherche puisque vous disposez d'un CT spectral. Il s'agira pour nous de comparer les différentes pratiques selon les différents CT spectraux disponibles sur Genève.

Afin de réaliser notre récolte de données, nous souhaiterions avoir un entretien avec vous pour nous informer de votre pratique quotidienne, ceci sur la base d'un guide de la prise en charge d'un patient en radiologie que nous avons adapté à la pratique du TRM sur le CT.

Nous vous prions d'agréer, Madame, nos meilleures salutations.

Liliana Contardi  
Lisa Mancini  
Lindita Nesimi

Directeur de Travail de Bachelor : Frédéric Zoni



## 8.3 Annexe 3: Articles et ouvrages de références

### 8.3.1 Guide Calgary Cambridge

tiré du cours de L. Seferdjeli

#### **Guide Calgary-Cambridge de l'entrevue médicale – les processus de communication** <sup>#</sup>

© Ce document est couvert par les lois et règles touchant les droits des auteurs.

Sur toute reproduction, mentionnez les auteurs en les citant tel qu'ils le sont à la fin du présent guide

<b>I - DÉBUTER L'ENTREVUE</b>	
<b><u>A - Préparer l'entrevue</u></b>	
<b><u>B - Établir le premier contact (l'accueil)</u></b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Le médecin salue le patient et obtient son nom</li><li>2. Se présente et précise son rôle, la nature de l'entrevue; obtient le consentement du patient, si nécessaire</li><li>3. Montre du respect et de l'intérêt; voit au confort physique du patient (du début à la fin de l'entrevue)</li></ol>	
<b><u>C - Identifier la (les) raison(s) de consultation</u></b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identifie, par une question adéquate d'ouverture, les problèmes ou préoccupations que le patient souhaite voir aborder durant l'entrevue (« <i>Quels problèmes vous amènent aujourd'hui?</i> » ou « <i>Qu'est-ce que vous souhaiteriez discuter aujourd'hui ?</i> »)</li><li>2. Écoute attentivement les énoncés de départ du patient, sans l'interrompre ou diriger (orienter) sa réponse</li><li>3. Confirme la liste initiale des raisons de consultation et vérifie s'il y a d'autres problèmes (« <i>Donc, il y a les maux de tête et la fatigue. Y a-t-il autre chose dont vous aimeriez parler aujourd'hui ?</i> »)</li><li>4. Fixe, avec l'accord du patient, l'agenda de la rencontre en tenant compte, à la fois, des besoins de ce dernier et des priorités cliniques</li></ol>	
<b>II - RECUEILLIR L'INFORMATION</b>	
<b><u>A - Exploration des problèmes du patient</u></b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Encourage le patient à raconter l'histoire de son (ses) problème(s), du début jusqu'au moment présent, en ses propres mots (clarifiant pourquoi il consulte, maintenant)</li><li>2. Utilise la technique des questions ouvertes et fermées (en passant, de façon appropriée, des questions ouvertes aux fermées)</li></ol>	

<sup>#</sup> **Calgary-Cambridge Guide to communication : Process skills** :

< <http://www.skillscascade.com> > ou < <http://www.med.ucalgary.ca/education/learningresources> >.

Traduit et adapté en français, avec la permission des auteurs, par Christian Bourdy, Bernard Millette, Claude Richard et Marie-Thérèse Lussier, Montréal, mars 2004.

<ol style="list-style-type: none"> <li>3. <b>Écoute</b> attentivement, en permettant au patient de compléter ses phrases sans l'interrompre et en lui laissant du temps pour réfléchir avant de répondre ou pour continuer, s'il a fait une pause</li> <li>4. <b>Facilite</b>, verbalement et non verbalement, les réponses du patient (par ex. : utilise des encouragements, le silence, la répétition, la paraphrase, l'interprétation)</li> <li>5. <b>Relève les indices verbaux et non verbaux</b> (langage corporel, discours, expression faciale...); <b>offre son interprétation</b> au patient et <b>vérifie si le patient est d'accord</b></li> <li>6. <b>Clarifie</b> les énoncés du patient qui ne sont pas clairs ou qui nécessitent plus de détails (par ex. : « <i>Pouvez-vous m'expliquer ce que vous voulez dire par tête légère ?</i> »)</li> <li>7. <b>De façon périodique, fait des résumés de ce que le patient a dit</b> pour valider la compréhension qu'il en a; invite le patient à corriger son résumé ou à fournir des informations supplémentaires</li> <li>8. <b>Utilise des questions et commentaires concis et faciles à comprendre</b>; évite le jargon médical ou, du moins, l'explique lorsque utilisé</li> <li>9. <b>Établit la séquence temporelle</b> des événements depuis le début</li> </ol> <p><b><u>B - Habiletés additionnelles pour comprendre la perspective du patient</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Détermine activement et explore adéquatement :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les <b>idées</b> du patient (→ ses croyances sur les causes)</li> <li>• Ses <b>préoccupations</b> (ses craintes) concernant chaque problème</li> <li>• Ses <b>attentes</b> (ses buts, quelle aide le patient espère pour chaque problème)</li> <li>• Les <b>impacts</b> : comment chaque problème affecte sa vie</li> </ul> </li> <li>2. <b>Encourage le patient à exprimer ses émotions</b></li> </ol>	
<p><b><u>III - STRUCTURER L'ENTREVUE</u></b></p> <p><b><u>A - Rendre explicite l'organisation de l'entrevue</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Fait un résumé</b>, à la fin d'un sujet spécifique d'exploration, pour en confirmer la compréhension et pour être certain qu'aucune information importante n'a été oubliée avant de procéder à la prochaine étape</li> </ol>	

# *Calgary-Cambridge Guide to communication : Process skills :*

< <http://www.skillscascade.com> > ou < <http://www.med.ucalgary.ca/education/learningresources> >.

Traduit et adapté en français, avec la permission des auteurs, par Christian Bourdy, Bernard Millette, Claude Richard et Marie-Thérèse Lussier, Montréal, mars 2004.

<p>2. Progresse d'une section à l'autre de l'entrevue <b>en annonçant verbalement les transitions</b>; mentionne les raisons justifiant d'aborder la prochaine section</p> <p><b><u>B - Prêter attention au déroulement de l'entrevue</u></b></p> <p>1. Structure l'entrevue selon une séquence logique</p> <p>2. Est attentif <b>au temps disponible</b> et maintient l'entrevue ciblée sur les tâches à accomplir</p>	
<p><b><u>IV - CONSTRUIRE LA RELATION</u></b></p> <p><b><u>A - Utiliser un comportement non-verbal approprié</u></b></p> <p>1. Affiche un comportement non verbal approprié</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contact visuel, expression faciale</li> <li>• Posture, position et mouvement</li> <li>• Indices vocaux → le débit, le volume, la tonalité</li> </ul> <p>2. Si lecture, écriture de <b>notes</b> ou utilisation de l'ordinateur, le fait <b>d'une façon qui n'interfère ni avec le dialogue, ni avec la relation</b></p> <p>3. Affiche une confiance appropriée</p> <p><b><u>B - Développer une relation chaleureuse et harmonieuse</u></b></p> <p>1. <b>Accueille</b> les points de vue et émotions du patient; n'adopte pas une position de juge</p> <p>2. <b>Utilise l'empathie : reconnaît ouvertement les points de vue et émotions</b> du patient et <b>utilise le reflet</b> pour communiquer sa compréhension et sa sensibilité aux émotions du patient ou à sa situation difficile</p> <p>3. <b>Fournit du support</b> : Exprime son intérêt, sa compréhension, sa volonté d'aider; reconnaît les efforts d'adaptation et les démarches appropriées d'« auto-soin » de son patient; lui offre de travailler en partenariat</p> <p>4. <b>Agit avec délicatesse</b> lors de la discussion de sujets embarrassants et troublants, en présence de douleurs physiques et durant l'examen physique</p> <p><b><u>C - Associer le patient à la démarche clinique</u></b></p> <p>1. <b>Partage ses réflexions cliniques</b> avec le patient pour encourager sa participation (par ex. : « <i>ce que je pense maintenant, c'est...</i> »)</p>	

<sup>#</sup> *Calgary-Cambridge Guide to communication : Process skills :*

< <http://www.skillscascade.com> > ou < <http://www.med.ucalgary.ca/education/learningresources> >.

Traduit et adapté en français, avec la permission des auteurs, par Christian Bourdy, Bernard Millette, Claude Richard et Marie-Thérèse Lussier, Montréal, mars 2004.



<ol style="list-style-type: none"> <li>2. <b>Explique les raisons</b> pour les questions ou les parties de l'examen physique qui pourraient paraître, du point de vue du patient, non conséquentes</li> <li>3. <b>Durant l'examen physique</b>, explique le déroulement, demande la permission</li> </ol>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><b>V - EXPLIQUER ET PLANIFIER **</b></div> <p><b><u>A - Fournir la quantité et le type adéquats d'information</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Fournit l'information par portions gérables et vérifie la compréhension du patient</b> ; utilise les réponses du patient comme guide pour adapter ses explications</li> <li>2. <b>Évalue les connaissances du patient</b> : Avant de donner de l'information, s'enquiert des connaissances préalables du patient; s'informe de l'étendue de ce que le patient souhaite savoir</li> <li>3. Demande au patient <b>quelles autres informations seraient utiles</b> (par ex. : l'étiologie, le pronostic)</li> <li>4. <b>Donne l'information à des moments appropriés</b> : Évite de donner prématurément des conseils, de l'information ou de hâtivement rassurer</li> </ol> <p><b><u>B - Aider le patient à retenir et comprendre les informations</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Organise les explications</b> : Divise l'information en parties logiquement organisées</li> <li>2. <b>Utilise des catégories explicites; annonce les changements de thème</b> (par ex. : « <i>Il y a trois sujets importants dont j'aimerais discuter avec vous, soit premièrement...</i> ». « <i>Maintenant, abordons...</i> »)</li> <li>3. <b>Utilise la répétition et les résumés</b> pour renforcer l'information</li> <li>4. <b>Utilise un langage concis, facile à comprendre et adapté au niveau de langage du patient</b>, évite le jargon médical ou du moins l'explique</li> <li>5. <b>Utilise des aides visuelles pour transmettre l'information</b> : Diagrammes, modèles, informations ou instructions écrites (dépliants)</li> <li>6. <b>Vérifie la compréhension du patient</b> au sujet de l'information donnée (ou des plans élaborés) : par ex., en demandant au patient de dire dans ses propres termes ce qu'il a retenu; clarifie si nécessaire</li> </ol>	

# Calgary-Cambridge Guide to communication : Process skills :

< <http://www.skillscascade.com> > ou < <http://www.med.ucalgary.ca/education/learningresources> >.

Traduit et adapté en français, avec la permission des auteurs, par Christian Bourdy, Bernard Millette, Claude Richard et Marie-Thérèse Lussier, Montréal, mars 2004.

**C - Arriver à une compréhension partagée : intégrer la perspective du patient**

1. **Relie ses explications aux opinions du patient sur ses malaises :**  
Fait le lien avec les idées, préoccupations et attentes préalablement exprimées par le patient
2. **Fournit au patient des opportunités pour participer et l'encourage à contribuer :** l'incite à poser des questions, à demander des clarifications, à exprimer ses doutes; y répond adéquatement
3. **Relève les indices verbaux et non verbaux:** Par ex. : détecte que le patient veut prendre la parole pour fournir de l'information ou poser des questions; est sensible aux signes de surcharge d'information; est attentif aux indices d'inconfort
4. **Fait exprimer au patient ses croyances et ses émotions en lien avec les informations données et les termes utilisés;** les reconnaît et y répond au besoin

**D - Planifier : une prise de décision partagée**

1. **Partage ses réflexions cliniques lorsque approprié :** idées, processus de pensée, dilemmes
2. **Implique le patient :**
  - Offre des suggestions et des choix plutôt que des directives
  - Encourage le patient à partager ses propres idées, suggestions
3. **Explore les différentes options d'action**
4. **S'assure du niveau d'implication souhaité par le patient dans les décisions à prendre**
5. **Discute d'un plan mutuellement acceptable**
  - signale sa position ou ses préférences au sujet des options disponibles
  - détermine les préférences du patient
6. **Vérifie avec le patient**
  - s'il est d'accord avec le plan
  - si l'on a répondu à ses préoccupations

# *Calgary-Cambridge Guide to communication : Process skills :*

< <http://www.skillscascade.com> > ou < <http://www.med.ualgary.ca/education/learningresources> >.

Traduit et adapté en français, avec la permission des auteurs, par Christian Bourdy, Bernard Millette, Claude Richard et Marie-Thérèse Lussier, Montréal, mars 2004.

<p><b>VI - TERMINER L'ENTREVUE</b></p> <p><b><u>A - Planifier les prochaines étapes</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conclut une entente avec le patient au sujet des prochaines étapes pour le patient et pour le médecin</li> <li>2. Prévoit un « filet de sécurité », en expliquant les résultats inattendus possibles, quoi faire si le plan ne fonctionne pas, quand et comment demander de l'aide</li> </ol> <p><b><u>B - Préparer la fin de l'entrevue</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Résume la session brièvement et clarifie le plan de soins</li> <li>2. Vérifie, une dernière fois, que le patient est d'accord et confortable avec le plan proposé et demande s'il n'y a aucune correction, question ou autres items à discuter</li> </ol>	
--	--

<p><b>** VII - EXPLICATIONS ET PLANIFICATION : OPTIONS SUR LE PROCESSUS ET LE CONTENU</b></p> <p><b><u>A - Si discussion à propos d'opinions sur un problème ou sur sa signification</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Offre une opinion sur ce qui se passe et, si possible, nomme spécifiquement le ou les problèmes</li> <li>2. Révèle les raisons supportant les opinions exprimées</li> <li>3. Explique les causes, la gravité, les résultats attendus ainsi que les conséquences à court et long termes</li> <li>4. Favorise l'expression par le patient de ses croyances, réactions et préoccupations au sujet des opinions émises</li> </ol> <p><b><u>B - Si élaboration conjointe d'un plan d'action</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Discute des alternatives, par ex. : aucune action, investigation, médication ou chirurgie, traitements non pharmacologiques (physiothérapie, marchettes, solutés, psychothérapie, mesures préventives)</li> </ol>	
---	--

# *Calgary-Cambridge Guide to communication : Process skills :*

< <http://www.skillscascade.com> > ou < <http://www.med.ucalgary.ca/education/learningresources> >.

Traduit et adapté en français, avec la permission des auteurs, par Christian Bourdy, Bernard Millette, Claude Richard et Marie-Thérèse Lussier, Montréal, mars 2004.



<ol style="list-style-type: none"> <li>2. <b>Fournit de l'information</b> sur les interventions et traitements offerts : <ul style="list-style-type: none"> <li>• noms</li> <li>• étapes des traitements; comment ils fonctionnent;</li> <li>• bénéfices et avantages;</li> <li>• possibles effets indésirables</li> </ul> </li> <li>3. <b>Sollicite la perspective du patient</b> sur la nécessité d'agir, les bénéfices perçus, les obstacles, sa motivation</li> <li>4. <b>Reconnaît le point de vue du patient</b>; plaide des points de vue alternatifs, au besoin</li> <li>5. <b>Sollicite les réactions et les préoccupations du patient</b> au sujet des plans et des traitements, incluant leur acceptabilité</li> <li>6. <b>Tient compte du style de vie, des croyances, du bagage culturel et des capacités du patient</b></li> <li>7. <b>Encourage le patient à mettre en pratique les plans d'action</b>, à prendre ses responsabilités et à être autonome</li> <li>8. <b>Vérifie le soutien social</b> dont bénéficie le patient et discute des autres supports sociaux disponibles</li> </ol>	
<p><b><u>C - Si discussion d'investigations et de procédures</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Fournit des informations claires sur les procédures</b>, c'est-à-dire sur ce que le patient pourrait vivre et subir, comment il sera informé des résultats</li> <li>2. <b>Fait le lien entre les procédures et le plan de traitement</b> : importance, raisons</li> <li>3. <b>Encourage les questions et la discussion</b> sur les craintes ou les résultats défavorables possibles</li> </ol>	

### **Références**

*Version originale anglaise :*

**Kurtz SM, Silverman JD, Draper J.** *Teaching and Learning Communication Skills in Medicine* (2<sup>nd</sup> edition). Abingdon (UK) : Radcliffe Medical Press (Oxford), 2004 (*sous presse*).

**Silverman JD, Kurtz SM, Draper J.** *Skills for communicating with patients* (2<sup>nd</sup> edition). Abingdon (U-K) : Radcliffe Medical Press (Oxford), 2004 (*sous presse*).

*Version française :*

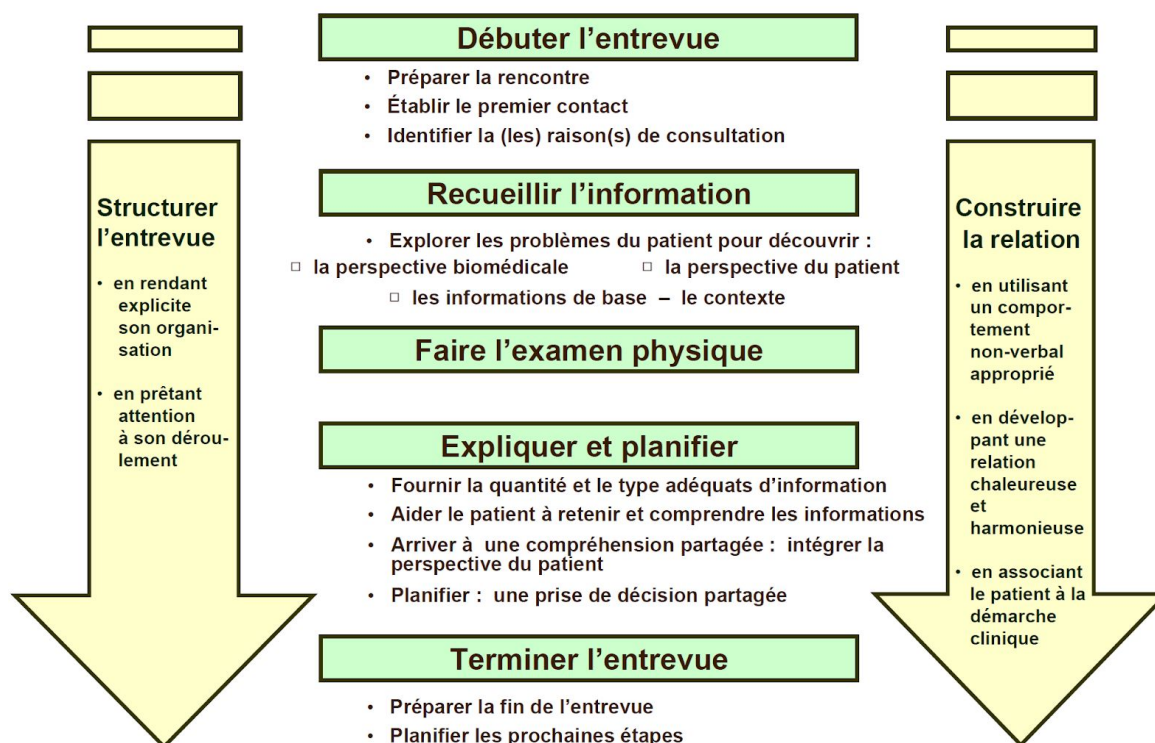
**Bourdy C, Millette B, Richard C, Lussier MT.** *Le guide Calgary-Cambridge de l'entrevue médicale - les processus de communication.* In : **Richard C, Lussier MT (éditeurs).** *La communication professionnelle en santé.* Montréal, Canada : Les Éditions du Renouveau Pédagogiques Inc., 2004 (*sous presse*).

# **Calgary-Cambridge Guide to communication : Process skills :**

< <http://www.skillscascade.com> > ou < <http://www.med.ucalgary.ca/education/learningresources> >.

*Traduit et adapté en français, avec la permission des auteurs, par Christian Bourdy, Bernard Millette, Claude Richard et Marie-Thérèse Lussier, Montréal, mars 2004.*

## Guide *Calgary-Cambridge* de l'entrevue médicale #



# Traduit et adapté de Kurtz S., Silverman J., Benson J., Draper J., *Marrying Content and Process in Clinical Method Teaching : Enhancing the Calgary-Cambridge Guides*, Academic Medicine, 78 (8) : 802-809, 2003

### Les liens « contenu et processus » : un exemple, recueillir l'information

- Le processus : les habiletés pour l'exploration des problèmes du patient
  - L'histoire du patient
  - Le style des questions: de ouvertes à fermées
  - L'écoute active
  - La facilitation
  - Le relevé des indices verbaux et non-verbaux
  - La séquence des événements
  - Les résumés
  - L'emploi d'un vocabulaire approprié
  - Les habiletés additionnelles pour comprendre la perspective du patient

- Le contenu à découvrir

#### La perspective biomédicale (la maladie)

- La séquence des événements
- L'analyse des symptômes
- La revue pertinente des systèmes

#### La perspective du patient (les malaises)

- Ses idées et croyances
- Ses préoccupations
- Ses attentes
- Les impacts sur sa vie
- Ses émotions

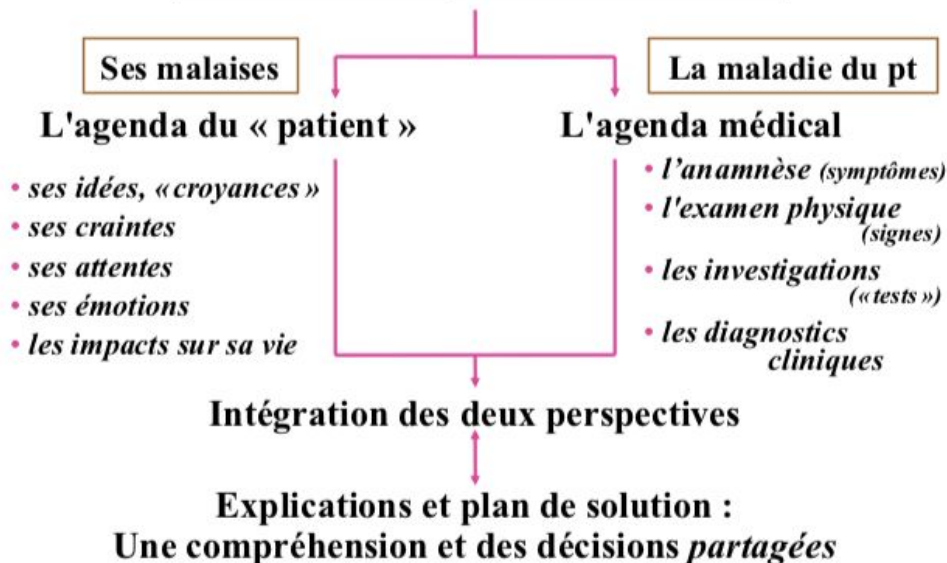
#### Les informations de base – le contexte

- L'histoire médicale antérieure
- L'histoire de prise de médicaments et d'allergies
- Les antécédants familiaux
- Les antécédants personnels et sociaux
- La revue des systèmes

# Traduit et adapté de Kurtz S., Silverman J., Benson J., Draper J., *Marrying Content and Process in Clinical Method Teaching : Enhancing the Calgary-Cambridge Guides*, Academic Medicine, 78 (8) : 802-809, 2003

## Une approche centrée sur le « patient » !

### La rencontre « patient » - médecin



# Traduit et adapté de Stewart M et coll. , 1995

### Des stratégies communicationnelles #

- ✓ L'écoute active, le silence
- ✓ La facilitation (incluant le langage corporel du médecin)
- ✓ Le style des questions : de ouvertes à fermées
- ✓ L'attention aux indices verbaux et non-verbaux
- ✓ L'annonce verbale des transitions, interruptions ou redirections
- ✓ Les énoncés de clarification
- ✓ Les reflets empathiques
- ✓ Les résumés périodiques (énoncés de vérification-synthèse)
- ✓ L'établissement de la séquence temporelle
- ✓ L'utilisation de questions et commentaires concis et faciles à comprendre
- ✓ Etc.

# Extrait du résumé-synthèse de Marie-Thérèse Lussier et Claude Richard, CSL, 2004



### 8.3.2 Guide Calgary Cambridge adapté aux TRM

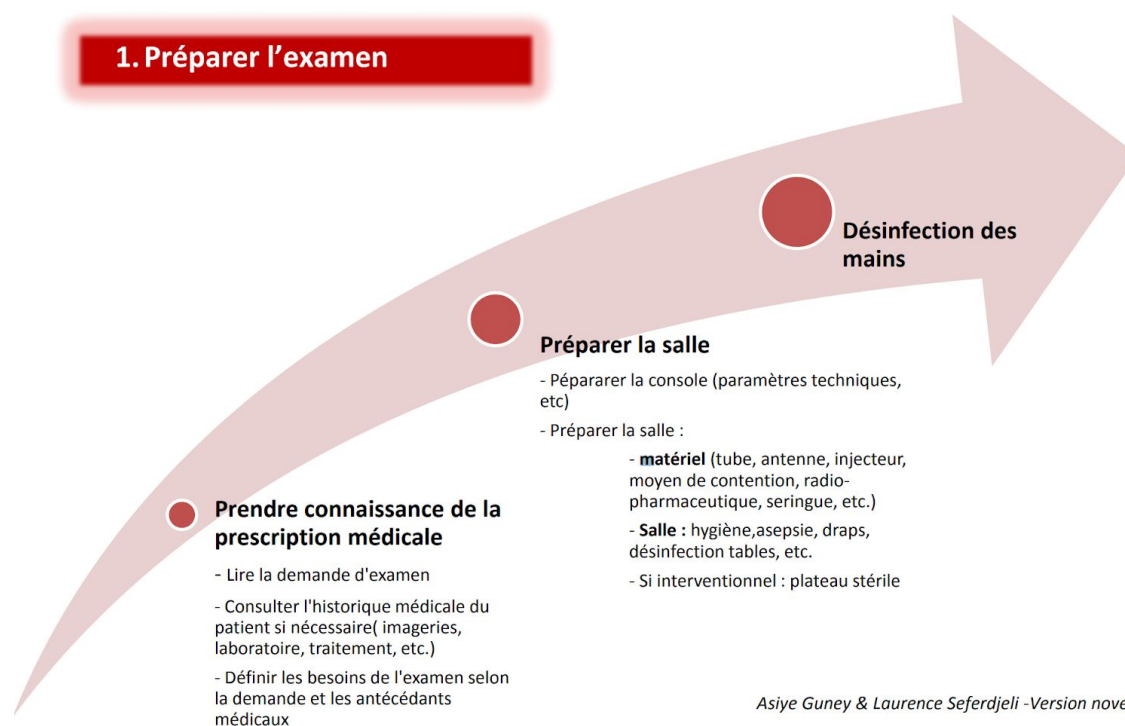
#### **Guide *Calgary-Cambridge*** **Les processus de communications**

**Version TRM « Techniciens-nes en Radiologie Médicale »**



1  
Asiye Guney & Laurence Seferdjeli -Version novembre 2016

#### **1. Préparer l'examen**



2  
Asiye Guney & Laurence Seferdjeli -Version novembre 2016

## 2. Accueillir le patient

### Valider les informations protocolées

(Saluer les patients de la salle d'attente)

- Appeler le patient selon les règles d'usage de l'établissement (dire le nom ou pas)
- Identifier son état physique et mental
- Saluer (serrer la main) et se présenter (nom et fonction)
- Accompagner le patient en cabine
- Vérifier l'identité du patient (nom et date de naissance)
- Identifier rapidement le risque de grossesse chez une femme
- Localiser et confirmer la raison de l'examen/traitement avec le patient (région, localisation, raisons)
- Vérifier et contrôler le questionnaire d'examen, si existant
- Vérifier les contre-indications à l'examen (allergie iode, claustrophobie, ...)
- Vérifier la bonne préparation (à jeun, prémédiqué, hydraté, remplissage vessie etc.)

### Expliquer la procédure

- Expliquer globalement l'examen en tenant compte de l'état physique, psychique et émotionnel du patient (préparation du patient à l'examen, déroulement, etc.)
- Adapter son langage selon le premier retour du patient ainsi que selon son état physique et/ou cognitif, son âge, sa nationalité, son état de santé, sa culture,...
- Utiliser le langage non verbal (la gestuelle) si le patient ne parle pas la langue ou si la compréhension est difficile pour lui
- Donner les bonnes consignes de préparation à l'examen (enlever les chaussures, pantalon, etc.)
- Contrôler visuellement la préparation du patient et si nécessaire reformuler les consignes (vous avez bien enlevé votre soutien gorge ?, etc.)
- Être attentif dès le début de l'entrevue au confort et à l'intimité du patient
- Impliquer le patient : Offrir des suggestions et des choix plutôt que des directives, l'encourager à partager ses propres idées, suggestions
- Écouter les préoccupations importantes du patient : claustrophobie, peur de l'examen ;
- Explorer avec le radiologue les différentes options d'action lorsque la réalisation d'un examen n'est pas possible : claustrophobie, allergies, etc.
- Discuter d'un plan mutuellement acceptable, en accord avec le radiologue et/ou le patient
- Vérifier que le patient soit en accord avec le plan, si l'on a répondu à ses préoccupations
- Conduire le patient dans la salle d'examen/traitement

3

Asiye Guney & Laurence Seferdjeli -Version novembre 2016

## 3. Débuter l'examen

### Préparer à l'examen

- Évaluer les connaissances du patient sur l'examen: Avant de donner de l'information, s'enquérir des connaissances préalables du patient; s'informer de l'étendue de ce que le patient souhaite savoir/entendre
- Vérifier la compréhension des consignes en utilisant la reformulation (*bonne compréhension = bonne coopération = bonne gestion du temps de l'examen (évite de devoir recommencer car le patient n'a pas compris la manœuvre)*)
- Ex: vous avez bien bu ?
- Fournir l'information par portions gérables et vérifier la compréhension par le patient ; utiliser les réponses du patient comme guide pour adapter ses explications
- Demander au patient quelles autres informations seraient utiles pour aboutir à une bonne compréhension convenable.
- Utiliser des aides visuelles si nécessaire pour transmettre l'information
- Donner l'information à des moments appropriés
- Énumérer les questions de radioprotection (+sécurité) si nécessaire

### Installer le patient

- Expliquer les étapes du positionnement par portion gérable tout en le guidant dans son positionnement
- Informer le patient de la pose de voie veineuse selon le protocole et la tester (NaCl).
- Expliquer les éventuels effets secondaires du produit de contraste (chaleur, goût métallique dans la bouche, etc.)
- Placer le patient de manière à obtenir un examen de qualité tout en assurant son confort
- Veiller au confort et aux douleurs du patient en s'aidant (ou non) des objets de contention
- Utiliser les moyens de radioprotection adéquats selon l'examen (tablier de plomb, temps, etc.)
- Connecter la voie veineuse du patient à la pompe d'injection, si existant
- Communiquer au patient les informations relatives à l'acquisition/traitement (durée/ apnée, positionnement des bras, etc.)
- Vérifier la compréhension des consignes en utilisant la reformulation "N'oubliez pas de gonfler les poumons et de bloquer etc."

4

Asiye Guney & Laurence Seferdjeli -Version novembre 2016



#### 4. Réaliser l'examen

##### L'acquisition/ Traitement

- Réadapter les paramètres techniques selon l'état et la morphologie du patient, si nécessaire
- Lancer l'acquisition tout en surveillant/observant le patient (repérer les signaux corporels)
- Faire attention aux éventuels mouvements, mauvaises démarches des consignes données : exemple bloquer la respiration et à la place vider l'air dès le début de l'acquisition
- Informer le patient de la fin de l'examen/traitement, en adaptant son langage au patient
- Evaluer rapidement les images et libérer le patient de la table
  - Attention, selon la modalité et le type d'examen, informer d'abord le médecin pour la réalisation de clichés supplémentaires si nécessaire.

##### Arriver à une compréhension partagée : intégrer la perspective du patient

- Relier les explications aux opinions du patient sur ses maux : Faire le lien avec les idées, préoccupations et attentes préalablement exprimées par le patient
- Fournir au patient des opportunités pour participer et l'encourager à contribuer à l'examen : l'inciter à poser des questions, à demander des clarifications, à exprimer ses doutes; y répondre adéquatement
- Relever les indices verbaux et non verbaux: détecter que le patient veut prendre la parole pour fournir de l'information ou poser des questions; être sensible aux signes de surcharge d'information; être attentif aux indices d'inconfort
- Ré-expliquer entre les séquences, les positionnements à effectuer (important de garder une communication pour rassurer le patient sur les bonnes démarches effectuées sur la première partie d'examen et pour ne pas perdre de temps si le patient a oublié les étapes à effectuer)

5

Asiye Guney & Laurence Seferdjeli -Version novembre 2016

#### 5. Terminer l'examen

- Validation des séquences ou protocoles (en fonction de la modalité, il est nécessaire à la fin des séquences ou protocoles, de demander au médecin s'il souhaite un complément ou si l'examen est terminé et si on peut désinstaller le patient)
- Expliquer au patient la suite de l'examen (résultats, où aller quand il aura les résultats, prise de rdv, etc.)
- Expliquer au patient les attitudes à adopter après l'examen (s'hydrater, se reposer, ne pas conduire, interrompre l'allaitement temporellement, etc.)
- Répondre aux questions éventuelles du patient sur l'examen ou sur les démarches administratives de l'institut (le rapport médical sur l'examen et/ou les images effectuées seront envoyés à votre médecin)
- Aider le patient à se relever ou se rhabiller
- L'accompagner en cabine si besoin (difficulté à marcher ou autre), si hospitalisé appeler les transporteurs
- Prendre congé du patient poliment
- traiter les images, envoyé sur le PACS et facturer
- Ranger et désinfecter la salle

6

Asiye Guney & Laurence Seferdjeli -Version novembre 2016