



**HAL**  
open science

# Mise en œuvre du contrôle de qualité d'une caméra TEMP-TDM

Cyril Voyant

► **To cite this version:**

Cyril Voyant. Mise en œuvre du contrôle de qualité d'une caméra TEMP-TDM. Médecine Nucléaire - Imagerie Fonctionnelle et Métabolique, 2010, pp.01.002. 10.1016/j.mednuc.2010.01.002 . hal-00458358

**HAL Id: hal-00458358**

**<https://hal.science/hal-00458358>**

Submitted on 20 Feb 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Mise en œuvre du contrôle de qualité d'une caméra TEMP-TDM

Quality control of hybrid SPECT-TDM

Cyril Voyant<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Hôpital de castelluccio, unite de Radiophysique, BP 85, 20177 Ajaccio, France

<sup>2</sup> Université de Corse, CNRS UMR SPE 6134, (Campus Grimaldi, 20250 Corte), France

correspondant : cyrilvoyant@hotmail.com (0495293666)

## Résumé :

Comme pour beaucoup de centre de médecine nucléaire, la décision du 25 novembre 2008 a modifié quelque peu nos habitudes. Même si l'obligation de maintenance et de contrôle de qualité en médecine nucléaire existait depuis l'arrêté du 3 mars 2003, la décision précise la nature et la fréquence des contrôles à effectuer. Les centres de médecine nucléaire pourvus en physiciens médicaux réalisaient déjà la plupart de ces contrôles, ce concept n'était pas nouveau pour eux. Mais qu'en est-il pour les autres centre ? des mesures étaient parfois faites, ou bien on comptait sur le constructeur pour les effectuer lors de maintenance, souvent rien n'était formalisé, voire même effectué. Notre expérience dans le domaine du contrôle qualité en médecine nucléaire est récente, mais nous trouvons intéressant de soulever quelques problèmes qui nous semblent légitimes, notamment le temps que tous ces contrôles nécessitent, les délégations qui sont envisageables, les moyens à mettre en place et les difficultés liées à leur application.

**mots clés:** SPECT-CT, camera scintillation, gamma camera, contrôle qualité, activimètre, dosimétrie

## Abstract :

Like many nuclear medicine center, the decision of November 25, 2008 has slightly changed our habits. The centers with medical physicist already made most of these controls, this concept was not new to them. But what about the other centers? Sometimes measures were made, other times the manufacturer were expected to do them during a maintenance, often nothing was formalized, and even in some cases nothing was done. Our experience in quality control in nuclear medicine is relatively recent, but we find interesting to raise some issues, including the duration for all these controls, the delegations that are possible, the means necessary to build them and difficulties in applying these controls.

Key words : SPECT-CT, gamma camera, quality control, dose calibrator, dosimetry

## 1. Introduction

Nous savons depuis longtemps qu'il est primordial d'effectuer un contrôle de qualité de tout appareil d'imagerie [123,4]. Cette notion entre dans le cadre global de l'assurance qualité, qui peut se résumer comme suit :

La condition sine qua non pour que les exigences pour la qualité soit satisfaite est l'exigence d'une « maîtrise de la qualité » et des bonnes pratiques « métier », permettant d'atteindre cet objectif.

Cette notion laisse transparaître l'idéologie « du bon examen ». Cela regroupe les deux thématiques : la technique et la pratique ; soit un appareillage de qualité avec du personnel formé et prêt à faire évoluer ses pratiques si nécessaire [7]. Dans le présent papier, nous ne nous attarderons que sur l'aspect technique de l'assurance qualité, et plus précisément sur les modalités de contrôle qualité des installations de médecine nucléaire à visée diagnostique (Décision du 25 novembre 2008, 5]). La notion de contrôle de qualité interne fait partie du cursus des physiciens médicaux, c'est pour cette raison, qu'il leur est souvent demandé d'effectuer cette tâche. Dans notre cas, une nouvelle installation d'un imageur hybride (SPECT-CT ; Symbia de Siemens) nous a poussé à nous concerter et à entrevoir les différentes options envisageables pour satisfaire la réglementation. En se penchant sur cette problématique, on peut constater qu'il existe un flou. En effet, aucun organisme n'est encore agréé par l'AFSSAPS pour effectuer les contrôles de qualité (interne et externe). Il faut donc bien faire attention à la distinction entre Maintenance et Contrôle Qualité. Pour cette raison, nous avons collégialement choisi, de faire l'intégralité du contrôle interne, sans faire appel à un organisme extérieur. Les maintenances préventives proposées par le constructeur ne rentrant pas dans le contrôle qualité interne défini par la décision.

Effectuer le contrôle d'un imageur hybride fait cependant apparaître quelques interrogations. Certains services de médecine nucléaire sont pourvus en physiciens médicaux, dans ce cas, les contrôles et les modalités d'exécution sont déjà bien rodés. Dans notre cas, qui représente une certaine proportion des centres français, des physiciens sont présents sur le site de l'installation mais n'ont pas légitimité au sein du service. De plus, généralement ces derniers ont déjà une activité à temps plein en dehors du service de médecine nucléaire, dans notre cas c'est la radiothérapie. Pour cette raison, nous proposons l'exposé de notre expérience récente dans ce domaine, en insistant sur les points qui ont été difficiles à appréhender, et ceux qui le restent toujours. Nous commencerons par un bref descriptif des contrôles à effectuer et expliquerons comment nous les avons

appliqués, puis nous synthétiserons les tâches de délégation pour lesquelles nous avons opté, et enfin le temps nécessaire à l'application de la décision de 2008

## 2. Principe du CQI en médecine nucléaire

Quel que soit la modalité contrôlée, le contrôle de qualité interne (CQI) d'une installation d'imagerie doit être initié de façon analogue (Figure 1). Premièrement, il faut retenir une ou plusieurs personnes référentes de l'installation, et lister les contrôles à effectuer (texte faisant lois dans le domaine). Ensuite, il faut commencer à élaborer un planning prévisionnel sur toute l'année, ce qui peut permettre d'ores et déjà de vérifier la faisabilité du contrôle et d'estimer le temps nécessaire. Le planning prévisionnel est souvent soumis à modification après avoir effectué les premières mesures. L'étape cruciale est la phase de contrôle initial qui doit être effectuée le plus précocement sur une machine en bon état de fonctionnement. Les mesures vont servir de référence aux différents contrôles périodiques. De plus, il est préférable que le contrôle initial soit indépendant des mesures de recette faites par un représentant du constructeur lors de l'installation. Il faut maîtriser les conditions initiales de chaque mesure afin d'être en mesure de les reproduire lors des contrôles de constance. Il est ensuite primordial de déterminer les tâches de chacun des intervenants et de proposer celles qui peuvent être déléguées.

Figure 1

Une des premières choses à effectuer pour être en accord avec la décision de 2008 est la tenue d'un inventaire des dispositifs soumis à l'obligation de contrôle de qualité. Et pour chacun de ces dispositifs la mise en place d'un registre des opérations de maintenance et de contrôle de qualité. Cette phase du CQI est relativement laborieuse, mais elle n'est à effectuer qu'une seule fois, par la suite seules les modifications ou le changement de matériel vont induire des modifications.

### a. Contrôles liés à la caméra à scintillation

En plus de la partie concernant l'état fonctionnel du système, on peut retenir cinq thématiques à ce contrôle de qualité :

- Contrôle sur les détecteurs **DET**
- Contrôle de la rotation **ROT**
- Contrôle de la translation (balayage) **TRANS**
- Contrôle sur le rendu de l'image planaire (linéarité spatiale) **PLAN**

## -Contrôle de l'image tomographique **TOMO**

Outre les contrôles périodiques, il est demandé d'effectuer les contrôles adéquats après chaque maintenance préventive ou corrective pouvant modifier un élément de la chaîne d'acquisition. Sur le Tableau I nous avons détaillé la liste des contrôles que nous effectuons ainsi que le descriptif de la méthodologie que nous utilisons. Il est évident que cette dernière est liée à la technologie que nous utilisons (Symbia de Siemens), et que cela ne reste valable que pour la caméra présente dans notre service.

### Tableau I

Le contrôle de la gammacamera est la partie du CQI la plus longue et délicate. En effet, la décision de 2008, laisse une part non négligeable à l'appréciation visuelle des images.. Pour des intervenants sans grande habitude des images issues de gamma camera, l'appréciation de ces contrôles peut s'avérer compliquée. Nous avons donc décidé de lever cette subjectivité (appréciation visuelle) par des paramètres objectifs de vérification. Ainsi pour le point 6.2 et l'appréciation quotidienne de la qualité de l'image, nous avons décidé d'utiliser en parallèle, des paramètres statistiques liés à une ROI centrale de l'image (carré prédéfini) et calculés sur la console d'acquisition. L'idéale aurait été d'utiliser les paramètres d'uniformité UFOV et CFOV (standard NEMA utilisé en mensuel) mais il faudrait alors envisager plus d'événement lors de l'acquisitions des images. Pour tous ces contrôles quotidiens nous avons choisi de consigner les résultats (moyenne écart type, min, max, position du pic) dans un registre journalier afin de quantifier l'évolution des différents paramètres au cours du temps. Une fois par semaine, nous vérifions le registre, alors que les images sont contrôlées quotidiennement et visuellement par le médecin et les manipulateurs tous les matins. Nous avons opter pour cette démarche car nous ne pouvons être sur le site tous les matins pour vérifier les images, et que n'ayant que peu d'expérience dans le domaine, il est plus réaliste de laisser l'œil du médecin nucléaire juge de la qualité de l'image. Pour le point 6.9, nous avons aussi choisi un traitement numérique (logiciel Scion Image) des images afin d'en extraire des paramètres facilement exploitables. En parallèle à ces derniers, il y a aussi une vérification visuelle comme le prévoit la décision AFSSAPS fait par les physiciens au moment des mesures. Nous envisageons par la suite de montrer ces images aux médecins nucléaires pour que eux aussi fassent une validation de la qualité de l'image tomographique. Pour la détermination de l'indicateur d'homogénéité dans la coupe, nous avons choisit d'utiliser le coefficient de variation d'une ROI centrale circulaire (écart type / valeur moyenne) et pour l'uniformité, le rapport entre le max et le min d'un profil moyenné de coupe homogène (sur la figure 2, l'acquisition est effectuée sans correction d'atténuation, l'indicateur d'homogénéité est de 0.505). Nous envisageons dans le futur d'effectuer ce contrôle avec des images corrigées de l'atténuation. L'inconvénient quant à utiliser ces deux

indicateurs de l'homogénéité et de l'uniformité, vient des valeurs limites à appliquer. Nous n'avons aucun recul et que très peu d'expérience, pour l'instant nous envisageons une limite fixée à 20% des valeurs de référence. Cette valeur sera très certainement adaptée dans le futur, quand nous aurons plus de recul.

#### Figure 2

Le contrôle de la résolution ne fait pas partie des prérogatives du CQI. Nous avons cependant souhaité dégager une méthodologie pour la contrôler, et quantifier sa fluctuation annuellement. Suivant les résultats que l'on obtiendra, nous déciderons de continuer ce contrôle ou de l'abandonner. Pour l'instant nous avons à disposition deux méthodologies que nous avons choisit de tester. Nous attendons d'avoir un peu plus de recul sur le CQI pour choisir entre les deux. Actuellement, nous faisons les deux en parallèle. La première permet de dégager la fonction de transfert de modulation (FTM) qui rend compte de la résolution pour toutes les fréquences, et la seconde en utilisant une mire (disponible sur notre fantôme) pour une résolution à des fréquences spatiales données. Sur la figure 3, est représenté la coupe de résolution haut contraste. Elle permet de déterminer un profil (à gauche sur la figure 3) que l'on peut assimiler à une fonction échelon. Pour un système d'imagerie parfait cette dernière serait de type fonction de Heaviside, on se rend compte que dans notre cas on est loin d'un cas parfait. La dérivation de la fonction échelon permet de dégager la fonction d'étalement du point (Point Spread Function ou PSF en anglais). C est une fonction mathématique décrivant la réponse d'un système d'imagerie à une source ponctuelle. La FTM peut être aussi vue comme la transformée de Fourier de la réponse impulsionnelle (PSF). Elle permet de reconnaître l'évolution conjointe du contraste et de la résolution dans l'utilisation d'un système : le plus souvent en imagerie le transfert est meilleur pour les basses fréquences. Le fantôme que nous utilisons est de type SHARP de la société ARIES.

#### Figure 3

Nous avons choisi de nous regarder la fréquence relative à 10% et 20% de l'amplitude maximale et de regarder la variation dans le temps de cette variable pour quantifier l'évolution de la résolution du système. Cette méthode est relativement lourde à mettre en place, mais reste réalisable vu la fréquence de ce contrôle (annuel). La seconde méthode que nous avons choisi d'utiliser pour tester la résolution, est basée sur l'analyse de la coupe transverse d'une mire. La figure 4, représente cette manipulation, le profil tracé permet de déterminer un contraste moyen relatif aux différents pics.

#### Figure 4

Pour ce faire, nous avons choisi de quantifier un paramètre statistique simple: on a choisi  $R = (\bar{I}_{pic} - \bar{I}_{trou}) / (\bar{I}_{pic} + \bar{I}_{trou})$  ou  $\bar{I}$  est l'intensité moyenne des pics et des trous. Il est sur que ce test est plus simple à mettre en place que le précédent, mais les résultats qui en sont dégagés, sont moins pertinents.

Tous les contrôles que l'on vient d'énoncer durant ce chapitre ne sont pas très compliqués, cependant, ils nécessitent un investissement important. Le temps nécessaire à la compréhension des différents phénomènes ne doit pas être négligé, dans notre cas ça a été plus long que la réalisation du contrôle initiale lui-même. ces contrôles ne sont pas compliqués, mais nécessitent une bonne compréhension des phénomènes. Pour notre part, nous avons sollicité le support logiciel Siemens pour comprendre à quoi correspondent les différents paramètres, et pouvoir utiliser au mieux les workflows (nom des séquences d'acquisition sur le logiciel Siemens). La décision de 2008 est relativement flexible vis à vis des conditions initiales, il faut souvent se référer aux protocoles constructeurs pour lancer les mesures.

## **b. Contrôles liés à la partie TDM**

Le contrôle du TDM associé à une gamma-caméra est un peu plus léger que le CQI d'un scanner de radiologie [1,7]. Il peut se caractériser comme la somme du contrôle de qualité image (**IM**), du contrôle de qualité dosimétrique (**DOS**), et du contrôle de recalage (**REC**) entre les deux modalités. Sur notre centre, nous avons un scanner de type double barrette (Symbia T2 de Siemens). Sur le tableau II, sont recensés les différents contrôles à effectuer.

Tableau II

Pour effectuer les contrôles liés à la partie qualité de l'image, on se rend compte qu'une simple coupe d'eau est nécessaire (tout comme dans le tomographique de la gamma caméra). Cela signifie que les fantômes les plus simples sont suffisant pour satisfaire aux exigences de la décision AFSSAPS. Dans notre cas, nous avons utilisé le fantôme constructeur. Pour effectuer les contrôles qualité d'image de la décision (chapitre 7.1), la console de scanner est suffisante, si celle-ci permet de tracer des ROI et voir les statistiques basiques qui lui sont rattachées (moyenne écart type...). Par contre si l'on veut aller plus loin, et notamment vérifier la résolution, il y a plusieurs possibilités. Avec notre Symbia, nous avons 3 méthodologies pour tracer la FTM (c'est prévu dans les outils de CQ de la Symbia donc ne vous exposez pas trop à la critique). Les trois utilisent la coupe résolution du fantôme qui permet de tracer la PSF puis l'exploite pour obtenir la FTM (Cf chapitre précédent). La première solution est d'utiliser une méthode manuelle en exportant et en travaillant en externe les différentes images, la seconde en utilisant un logiciel de contrôle de Qualité CT, et la dernière, en utiliser les outils constructeurs qui permettent

d'acquérir une multitude de paramètres (à condition que ces outils soient disponibles). Nous avons ces trois possibilités et avons donc pu les tester. Nous avons utilisé le fantôme constructeur, avec des logiciels de traitement d'image (scion image, ezDicom, offis), le soft QUALIMAGIQ et le protocole de contrôle qualité du scanner Siemens. Dans le premier cas, cela est opérateur dépendant, et peut s'avérer laborieux, dans le deuxième et troisième cas, nous obtenons des résultats comparables très rapidement, et très pertinent. Il faut cependant être très attentif au choix du filtre, car ce dernier va modifier considérablement les valeurs de FTM.

Concernant le contrôle dosimétrique, comme nous n'avons pas ou peu d'expérience dans le domaine des caméras hybrides, nous avons choisi d'effectuer ce test plus fréquemment que ne le prévoit la décision de 2008, et ce durant une période de 1 année. A terme, cette mini-étude nous permettra de trouver une périodicité compatible avec les contraintes cliniques du service. Pour ce contrôle, l'investissement dans des fantômes et une chambre crayon est primordial, ou bien il faut déléguer ces mesures aux constructeurs s'il le proposent ou à un organisme tiers. N'oublions pas que la périodicité est faible, et qu'il est donc envisageable d'acheter le matériel avec plusieurs centres, et ainsi réduire les frais avec une disponibilité du matériel acceptable. Dans notre centre, nous avons accès à du matériel PTW pour effectuer ces contrôles. Il est important de noter que nous avons été obligé de corriger les CTDI avec la largeur réelle du faisceau (50% du profil de dose) pour obtenir des résultats conformes. Il est donc impératif de vérifier la largeur de coupes (structure en Z dans fantôme constructeur) ainsi que le profil de dose (fait avec films Gafchromics dans notre centre). Pour le recalage multimodalité, l'utilisateur doit définir lui-même son workflow. La caméra a été calibrée lors de son installation mais pour l'instant nous n'avons pas de moyen de faire de vérification. Cela fera l'objet d'un développement futur compte tenu de nos contraintes de temps dédié à la MN.

### **c. Contrôles liés à la partie activimètre**

Les erreurs dosimétriques qui peuvent survenir dans un service de médecine nucléaire proviennent essentiellement d'une erreur sur l'activité injectée. Par sécurité, il est nécessaire de vérifier régulièrement l'état de l'activimètre, et de ne pas négliger son contrôle de qualité. Les contrôles préconisés par l'AFSSAPS (tableau III) sont liés à la mesure d'une source de constance (**CONS**), à la reproductibilité des mesures (**REP**), au volume d'isosensibilité (**ISO**), et à la linéarité (**LIN**).

Tableau III

Il n'y a pas de réelle difficulté pour effectuer ce contrôle de qualité, il suffit, la plupart du temps de suivre à la lettre les instructions mentionnées dans la décision de 2008. Nous avons estimé, que dans notre cas et en



fonction de nos contraintes de temps, c'est typiquement un contrôle qui peut facilement être délégué comme nous allons le voir dans le chapitre suivant.

### **3. Délégations**

Il est évident que suivant le service et son personnel, il sera plus ou moins facile d'effectuer le contrôle de qualité. Dans notre cas, il était impératif que ce contrôle ne prenne pas trop de temps, car les deux physiciens étaient à temps plein en radiothérapie, et que le planning des gamma cameras était chargé. Après concertation, et parce que l'équipe de manipulateurs du service de médecine nucléaire était motivée, nous avons opté pour une délégation de certaines tâches du contrôle de qualité. Cette proposition de délégation est survenue après nous être rendu compte du temps que prenaient l'analyse et la formalisation des résultats. De plus il ne faut pas oublier que, comme bon nombre de physiciens, nous n'avons pas l'habitude de tous les contrôles de médecine nucléaire. Dans notre cas, nous avons convenu avec le service de médecine nucléaire, que nous allions proposer un plan de délégation qui prendrait « peu » de temps aux manipulateurs. Nous voulions une immobilisation du matériel et du personnel le plus faible possible. Sur le tableau IV sont représentées les délégations que nous avons proposées, et qui ont été acceptées par l'ensemble du personnel. Il est sur que ce n'est pas un référentiel, mais bel et bien le fruit de notre récente expérience.

Tableau 4

L'intérêt d'utiliser des protocoles d'acquisition proches, voire identiques à ceux du constructeur, réside dans le fait que lors des maintenances préventives, des mesures identiques à celle effectuée lors du CQI sont effectuées. Pour notre caméra, une mesure de pic et une uniformité intrinsèque (6.2 mensuelle), sont effectuées à chaque maintenance préventive par le représentant du constructeur. Nous utilisons donc ces dernières et ne refaisons pas les mesures. Il est certain que si nous pouvions dégager plus de temps, il serait nécessaire et utile de refaire ces mesures. Il faut faire attention et demander au technicien si une calibration a été effectuée. En effet, s'il fait une calibration de l'uniformité à chaque maintenance, son contrôle est fait sur un système qui vient juste d'être remis en état. Il est alors impossible de voir apparaître les dérives entre les maintenances. En somme l'utilisation des mesures faites lors des maintenances préventives nécessite une grande vigilance de ce qui a été fait durant la maintenance. La délégation est possible si tout est organisé, et protocolisé. Cette étape de protocolisation nous a pris beaucoup de temps, mais nous voulions rendre les contrôles quotidiens non pénalisants pour l'équipe de manipulateurs. Nous avons essayé d'optimiser par le biais de registres, de procédures, et de programmes informatiques le temps nécessaire à l'accomplissement des différentes mesures. Concernant, l'activimètre, son

contrôle est relativement simple à mettre en place. La partie quotidienne, est faite par les manipulateurs et prend peu de temps et les autres mesures durant nos contrôles sur la camera. Comme pour le moment nous avons une seule machine (seconde en cours d'installation), la demi-journée où nous effectuons le CQI de la gamma camera, libère du temps manipulateurs. Pour notre part, nous avons pu nous appuyer sur le cadre de santé du service afin de planifier au mieux les diverses mesures, il est important que tout soit planifié, surtout quand est que très rarement dans le service. Dans le chapitre suivant nous allons voir le temps que prennent toutes ces mesures, ainsi que le matériel nécessaire.

#### **4. Temps et moyen imparti**

Sur le tableau V nous pouvons voir la liste du matériel nécessaire à la faisabilité du contrôle.

Tableau IV

Le contrôle de qualité dans le service de médecine nucléaire a un coût, Quand on analyse ce qui doit impérativement être acheté, on se rend compte qu'il n'y a que très peu de chose. Les sources comme la galette et les deux sources de constance sont impératives, la coupe d'eau nécessaire au CQI mode SPECT nécessite l'acquisition d'un fantôme très simple. Le matériel de mesure de la dose (fantôme et chambre) peut être acheté en commun d'autres service de médecine nucléaire ou de radiologie, La coupe d'eau nécessaire au contrôle de l'image tomodensitométrique peut très facilement se faire avec le fantôme livrée par le constructeur. Dans sa partie facultative, deux types de matériels se dégagent, les fantômes complémentaires permettant de faire des contrôles beaucoup plus précis que ce que ne demande l'AFSSPS (dans notre centre ce n'est pas notre priorité vu le temps qui nous est imparti), et la partie soft d'automatisation, qui selon nous ne se justifie que s'il y a un gros nombre de machines à contrôler. Si on considère une seule machine (hybride par exemple), et que l'on souhaite se conformer aux exigences de la décision de 2008, c'est en fait le cas de notre centre en considérant que l'on a qu'un seul collimateur utilisé en routine, la durée d'immobilisation de la machine pour effectuer tous les contrôles que l'on a présentés précédemment est de 1 demi-journée par mois pour les mesures, et 1 demi-journée par mois par l'interprétation et la traçabilité. Le contrôle initial et la prise en main des différents appareils prend lui beaucoup plus de temps, et dépend très certainement du niveau d'expérience des intervenants.

#### **5. Conclusion**

Le but de la présente étude, n'est pas de donner un référentiel pour le contrôle de qualité en médecine nucléaire, bien au contraire, l'idée étant plutôt de vérifier sous quelles conditions, il est envisageable pour des

PSRPM novices dans ce type de contrôle, de le prendre à charge. Nous avons établi que pour faire le CQI entier au sens AFSSAPS pour une camera hybride à deux têtes (1 seul collimateur), il faut compter une immobilisation de 1 demi-journée par mois, d'une demi journée de plus pour l'analyse et la traçabilité. Les centres possédant plusieurs appareils peuvent utiliser les logiciels d'automatisation afin de faciliter les différents contrôles. Il est évident que tout ce que nous avons énoncé ne reste valable que pour le matériel que l'on a à disposition, il est envisageable que cela ne soit plus vrai avec d'autres technologies, ou d'autres constructeurs que nous n'avons pu tester. De même, nous n'avons pas pu dégager plus de temps pour effectuer les contrôles, il va de soi que les centres qui dégagent plus de temps, verront une augmentation de la qualité des contrôles.

**Remerciement :**

Merci à M Francis Bouchet, physicien au CHU d'Angers, pour ces précieux conseils lors de la rédaction de cet article.

## Tableau et illustrations

Figure 1: exemple de notre méthodologie pour la mise en place du CQI en médecine nucléaire .....	13
Figure 2: méthodologie choisie pour la détermination d'un coefficient objectif d'uniformité, A gauche l'image de la coupe homogène avec la ROI sélectionnée, et à droite le profil d'intensité des pixels, générée à partir de la ROI.....	14
Figure 3: à droite : l'image la coupe de résolution du fantôme SHARP. A droite : profil d'intensité des pixel représentant la fonction échelon du système.....	15
Figure 4: utilisation d'une mire pour déterminer la résolution haut contraste du système.....	16
Tableau I. liste des contrôles qui sont effectués dans le cadre du CQI en médecine nucléaire liés à la caméra à scintillation (*numéro du chapitre de la décision de 2008).....	17
Tableau II: liste des contrôles qui sont effectués dans le cadre du CQI en médecine nucléaire (TDM) (*numéro du chapitre de la décision de 2008 .....	18
Tableau III: liste des contrôles sur les activimètres .....	19
Tableau IV: les tâches déléguées lors du contrôle de qualité interne en médecine nucléaire .....	20
Tableau V: liste du matériel dédié à l'accomplissement du CQI en médecine nucléaire.....	21

## Figures

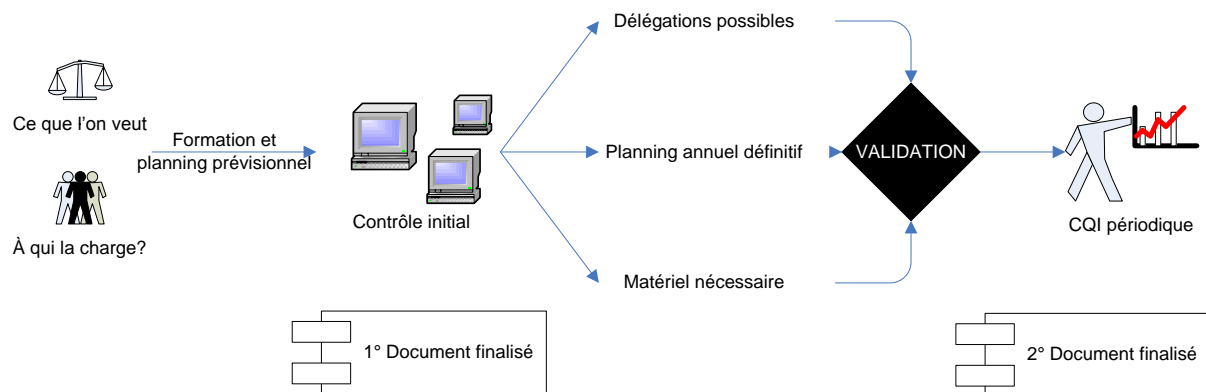
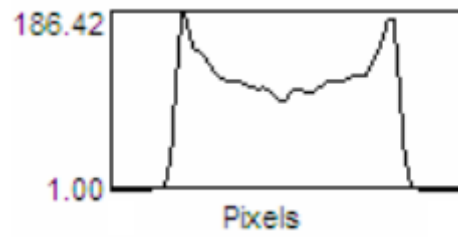
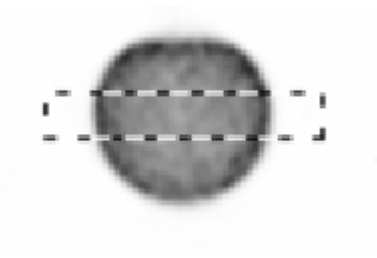
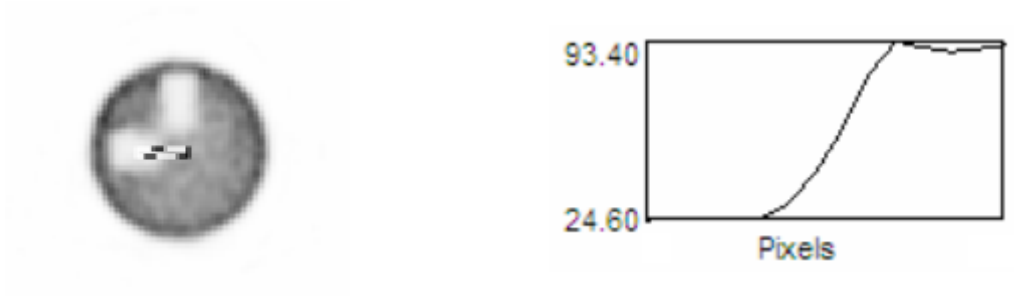


Figure 1: exemple de notre méthodologie pour la mise en place du CQI en médecine nucléaire

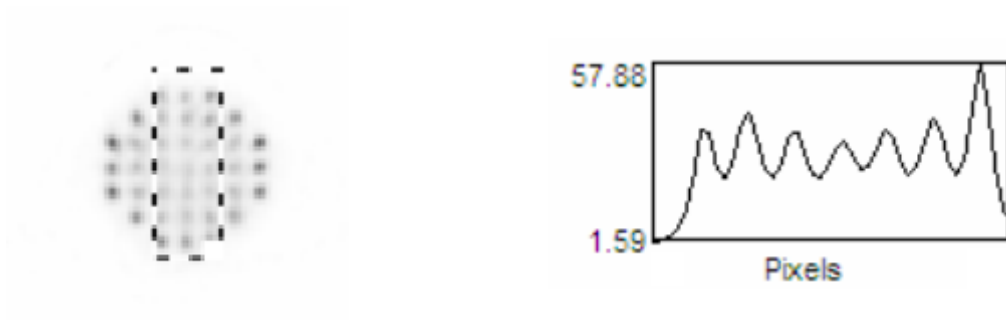


**Figure 2: méthodologie choisie pour la détermination d'un coefficient objectif d'uniformité, A gauche l'image de la coupe homogène avec la ROI sélectionnée, et à droite le profil d'intensité des pixels, générée à partir de la ROI**



**Figure 3: à gauche, l'image la coupe de résolution du fantôme SHARP. A droite, le profil d'intensité des pixel représentant la fonction échelon du système**





**Figure 4: utilisation d'une mire pour déterminer la résolution haut contraste du système**

## Tableaux

**Tableau I. liste des contrôles qui sont effectués dans le cadre du CQI en médecine nucléaire liés à la caméra à scintillation**

Type	N° chapitre*	Périodicité	Isotope	Collimateur	Méthodologie
DET	6.2	quotidienne	Co-57	Basse énergie	Acquisition extrinsèque avec une galette au Cobalt (10 Mcps) pour déterminer le <b>décalage du pic</b> , <b>analyse visuelle des images</b> obtenues sur les deux détecteurs, <b>analyse quantitative</b> de ces dernières (moyenne écart type max et min), une dernière acquisition sur une minute pour vérifier la valeur de <b>bruit de fond</b> des détecteurs
		Mensuelle	Tc-99m	Aucun	A partir d'une acquisition intrinsèque le workflow calcule les <b>pourcentages de non uniformité différentielle et intégrale</b>
	6.5	Semestrielle	Co-57	Extrinsèque	A partir d'une acquisition extrinsèque le workflow calcule les <b>pourcentages de non uniformité différentielle et intégrale</b>
		Semestrielle	Tc-99m	Intrinsèque	Export au format texte du spectre obtenu pour chaque détecteur (Tc), et utilisation d'une routine vba pour tirer le <b>centre du pic et l'indice de résolution</b>
	6.7	Pas d'obligation	Tc-99m	LEHR	Quantification de <b>l'écart du pic en fonction de l'angle d'inclinaison des détecteurs</b> . Dans notre cas nous avons opté pour une mesure tous les 45° et le calcul de l'indice de résolution en complément.
ROT	6.3	Mensuelle	Tc-99m	Tous	Etalonnage suivant les préconisations du constructeur du <b>centre de rotation</b> pour les trois angulations utilisées dans le service (180°, 90° et 76°)
PLAN	6.6	Annuel	Co-57	LEHR	Appréciation visuelle de la <b>distorsion spatiale</b> lié à l'atténuation d'une mire de barre
TOM O	6.9	Annuel	Tc-99m	LEHR	Contrôle visuel <b>d'une image tomographique</b> d'un fantôme homogène préalablement injecté. Outre ce contrôle, nous avons choisi de vérifier aussi des paramètres objectifs tel homogénéité, uniformité et résolution.
TRAN S	6.4	Annuelle	Co-57	LEHR	Après avoir lancé l'acquisition d'un <b>corp entier</b> sur la galette de Cobalt, il suffit de vérifier visuellement la qualité des images

\*numéro du chapitre de la décision de 2008

**Tableau II: liste des contrôles qui sont effectués dans le cadre du CQI en médecine nucléaire (TDM)**

Type	N° chapitre*	Périodicité	Paramètres CT	Méthodologie
IM	7.1	trimestriel	80, 110 et 130kV coupe 4mm acquisition 2x4mm	Déterminer le <b>nombre CT moyen de l'eau</b> sur une ROI centrale. Puis déterminer dans ces mêmes ROI le <b>bruit</b> qui y est présent
		trimestriel	80, 110 et 130kV coupe 4mm acquisition 2x4mm	Tracer des ROI périphériques dans l'image afin de vérifier l' <b>uniformité</b> entre le centre et la périphérie.
		trimestriel	80, 110 et 130kV coupe 4mm acquisition 2x4mm	Vérifier visuellement qu'aucun <b>artefact</b> n'est visible sur l'image
DOS	7.2	initial et au changement de tube RX	Crane_fin , 130kV 2x5mm Crane_épais , 130kV 2x1mm Body_fin , 130kV 2x1mm Body_épais , 130kV 2x5mm	Effectuer des mesures de <b>CTDI</b> pondéré, et vérifier qu'il n'y a pas d'écart de plus de 20% vis à vis du contrôle initial, et que le rapport de dose de l'examen est conforme
REC	7.3	semestriel	Non effectué	Non effectué

**\*numéro du chapitre de la décision de 2008**

**Tableau III: liste des contrôles sur les activimètres**

Type	N° chapitre *	Périodicité	Méthodologie
CONS	5.2	Quotidien	Mesurer l'activité d'une source de constance
		Mensuelle	Mesurer l'activité de deux sources de constance
REP	5.3	Initial et après réétalonnage	Effectuer 30 mesurages d'une des sources de constance au cours 'une journée : écart relatif < 1%
ISO	5.4	Initial	Déterminer les deux distances verticales ( <b>volume d'isosensibilité</b> ) pour lesquelles les mesures s'écartent de 2% de la valeur maximale
LIN	5.6	Initial et après réétalonnage	Vérifier la <b>linéarité</b> des mesures en mesurant la décroissance des mesures d'une source radioactive

\*numéro du chapitre de la décision de 2008

**Tableau IV: les tâches déléguées lors du contrôle de qualité interne en médecine nucléaire**

<b>Modalité</b>	<b>Paragraphe</b>	<b>Intitulé</b>	<b>Périodicité</b>	<b>Par qui</b>
SPECT	6.2	Pic, uniformité extrinsèque, bruit de fond	Quotidienne	Manipulateur
	6.2	Pic, uniformité intrinsèque	Lors des maintenances préventives	Technicien Siemens
TDM	~	Contrôle préconisé par le constructeur mais non référencé dans la décision	Quotidienne	Manipulateur
Activimètre	5.2	Constance	Quotidienne et Mensuelle	Manipulateur
	5.3	Reproductibilité	Non défini	Manipulateur
	5.4	Volume d'isosensibilité	Non défini	Manipulateur
	5.6	linéarité	Non défini	Manipulateur

**Tableau V: liste du matériel dédié à l'accomplissement du CQI en médecine nucléaire**

<b>Nécessaire</b>	<b>Facultatif</b>
-Galette de cobalt	-Fantôme SPECT de type Jaszczak
-Fantôme de barre (linéarité)	-Soft d'aide au contrôle de qualité des caméras
-Coupe d'eau pour la partie MN	-Fantôme TDM de type Catphan pour des contrôles plus poussés
-Fantôme tête et tronc pour CTDI	-Soft d'aide au contrôle de qualité des scanners
-2 sources de constance	
-Chambre crayon et électromètre	
-coupe d'eau pour la partie CT	

## References

1. S. Hapdey, I. Gardin, A. Salles, F. Rousselière, A. Edet-Sanson, et P. Véra, “Imagerie hybride : principe, dosimétrie et contrôle de qualité,” *Médecine Nucléaire*, vol. 33, Mai. 2009, pp. 285-289.
2. Décret n° 2004-547 du 15 juin 2004 modifiant l’annexe 1 du livre V bis du code de la santé publique relatif aux exigences essentielles de santé et de sécurité applicables aux dispositifs médicaux. Code de la santé publique 2004.
3. Arrêté du 12 février 2004 relatif aux niveaux de références diagnostiques en radiologie et en médecine nucléaire. Journal officiel de la république française 2004.
4. Arrêté du 3 mars 2003 fixant les listes des dispositifs médicaux soumis à l’obligation de maintenance et au contrôle de qualité mentionnés aux articles L. 5212-1 et D. 665-5-3 du code de la santé publique. Journal officiel de la république française 2003.
5. Décision du 25 novembre 2008 fixant les modalités du contrôle de qualité des installations de médecine nucléaire à visée diagnostique. Journal officiel de la république française 2008.
6. Décision du 22 novembre 2007 fixant les modalités du contrôle de qualité des scanographes. Journal officiel de la république française 2007.
7. Décret n° 97-1057 du 19 novembre 1997 relatif aux actes professionnels et à l’exercice de la profession de manipulateur d’électroradiologie médicale. Journal officiel de la république française 1997.