



Association des physiciens  
et ingénieurs biomédicaux  
du Québec

Rapport d'étude,  
deuxième partie

Coloscopie virtuelle

## Étude des doses en tomодensitométrie



Comité de radioprotection  
Août 2010



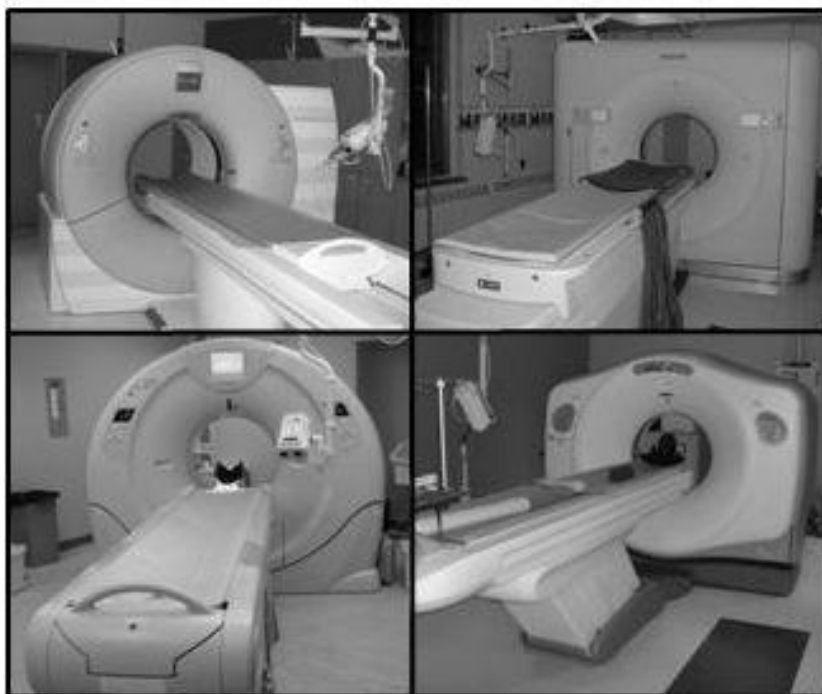


Association des physiciens  
et ingénieurs biomédicaux  
du Québec

## Rapport d'étude Deuxième partie

Coloscopie virtuelle

# Étude des doses en tomодensitométrie



Comité de radioprotection  
Août 2010

Le présent rapport ne lie en aucune façon le ministère de la Santé et des Services sociaux, et ne constitue pas ses orientations. Il reflète l'opinion des membres du comité de radioprotection de l'Association des physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec. Son contenu n'engage que ses auteurs.

Édition produite par :

**L'Association des physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec**

Le présent document a été édité en quantité limitée et n'est maintenant disponible qu'en version électronique à l'adresse suivante : **[www.apibq.org](http://www.apibq.org)**, section **Documents**.

Le genre masculin utilisé dans ce document désigne aussi bien les femmes que les hommes.

ISBN : 978-2-9811231-2-1 (version imprimée)

ISBN : 978-2-9811231-3-8 (PDF)

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2010

Dépôt légal - Bibliothèque et Archives Canada, 2010

Tous droits réservés pour tout pays. La reproduction, par quelque procédé que ce soit, la traduction ou la diffusion du présent document, même partielles, sont interdites sans autorisation préalable. Cependant, la reproduction partielle ou complète du document à des fins personnelles ou éducatives et non commerciales est permise, à condition d'en mentionner la source.

© Association des physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec

**Responsable de l'étude**

Normand Nadon, président du comité de radioprotection  
Association des physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec

**Coordination et rédaction**

Francine Noël, t.i.m.  
Centre hospitalier universitaire de Québec

**Groupe de travail***Analyse des résultats*

Clément Drolet, ingénieur biomédical  
Centre hospitalier universitaire de Québec

Normand Nadon, physicien médical  
Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

*Lecture et commentaires*

Jean Arsenault, ingénieur biomédical  
Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec

Jacques Blanchette, physicien médical  
Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec

Francine Dinelle, physicienne médicale  
Centre hospitalier de l'Université de Montréal

Robert Ouellet, ingénieur physicien  
Institut de cardiologie de Montréal et Centre hospitalier affilié universitaire de Québec

Nagi Sharoubim, ingénieur-conseil  
Retraité du Centre universitaire de santé McGill

**Collaboration**

Association des radiologistes du Québec

D<sup>r</sup> Yves Patenaude, radiologiste  
Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke

Ordre des technologues en imagerie médicale et en radio-oncologie du Québec

Danielle Boué, t.i.m. présidente  
Alain Crompt, t.i.m. directeur général

Ministère de la Santé et des Services sociaux

Richard Tremblay, physicien, Direction de la santé publique

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)

D<sup>re</sup> Anne-Marie Bourgault, directrice du Laboratoire de santé publique du Québec  
Manon Rouleau, Ing., physicienne au Laboratoire de santé publique du Québec





## ÉTUDE DES DOSES EN TOMODENSITOMÉTRIE, CT SCAN

### DEUXIÈME PARTIE : COLOSCOPIE VIRTUELLE

#### RÉSUMÉ

L'étude des doses en tomodensitométrie menée au Québec en mars 2008 a permis de recueillir les données techniques se rapportant à la coloscopie virtuelle CT, entre autres examens. Un questionnaire qui tient compte des particularités de cet examen avait été joint à l'envoi adressé à tous les centres publics et privés de tomodensitométrie. Certains centres effectuaient cet examen au cours de la période ciblée par l'étude. Au total, 16 des 75 centres participant à l'étude ont transmis leurs protocoles et leurs données, ce qui a permis l'analyse technique de 82 examens de coloscopie virtuelle. L'étude regroupe les données d'examen de 37 femmes et 45 hommes dont l'âge moyen est de 60 ans. Tous les appareils utilisés sont des multidétecteurs et 93 % d'entre eux sont dotés de 16 barrettes ou plus.

Plus de 3 000 entrées ont été saisies dans un chiffrier Excel (Microsoft Corporation). Les valeurs  $CTDI_{VOL}$  obtenues pour les examens de routine ont été comparées aux valeurs recommandées par l'American College of Radiology dans son guide de pratique pour la coloscopie virtuelle mis à jour en 2009. Les résultats de la dose (DLP) ont été analysés en fonction de la technologie de l'appareil utilisé, du poids des patients, du type de protocole et des facteurs techniques. La dose efficace moyenne, exprimée en mSv, a été estimée à partir des valeurs DLP des examens de routine et comparée aux résultats obtenus dans le cadre d'études similaires. La dose efficace moyenne pour l'ensemble des patients de la présente étude est de 10,4 mSv.

L'analyse montre des écarts importants entre les doses obtenues pour les examens effectués dans les différents centres de tomodensitométrie. À certains endroits, les paramètres techniques des examens étaient établis en fonction du poids des patients ; dans quelques centres, on modifiait les paramètres selon la séquence de l'examen ; dans plusieurs, on a utilisé la modulation du courant pour l'ensemble des procédures. De façon générale, les résultats de l'étude s'apparentent à ceux d'études similaires. Toutefois, il en ressort que les doses reçues par les patients au moment des examens pourraient être réduites comme le démontrent plusieurs publications visant l'optimisation des protocoles pour la coloscopie virtuelle CT.

Selon les observations, le recours à cet examen étant en forte progression au Québec, il serait donc souhaitable de procéder dès maintenant à l'optimisation des protocoles d'examen visant la réduction de la dose afin de guider les centres en activité et les futurs centres qui offriront cet examen à la population.





## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| LISTE DES FIGURES.....                                                      | 11 |
| LISTE DES TABLEAUX.....                                                     | 13 |
| INTRODUCTION .....                                                          | 15 |
| OBJECTIF .....                                                              | 17 |
| 1 LA COLOSCOPIE VIRTUELLE PAR TOMODENSITOMÉTRIE .....                       | 19 |
| 2 MÉTHODOLOGIE.....                                                         | 21 |
| 2.1 DOSIMÉTRIE.....                                                         | 21 |
| 2.1.1 STRATÉGIE .....                                                       | 21 |
| 2.1.2 INDICATEUR : LA DOSE EFFICACE .....                                   | 21 |
| 2.1.3 INDICES SCANOGRAPHIQUES .....                                         | 22 |
| 2.1.4 NIVEAU DE RÉFÉRENCE DIAGNOSTIQUE (NRD).....                           | 22 |
| 2.1.5 ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE .....                                  | 23 |
| 2.2 COLLECTE DES DONNÉES.....                                               | 24 |
| 2.2.1 QUESTIONNAIRE .....                                                   | 24 |
| 2.2.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ.....                                          | 24 |
| 3 SCHÉMA D'ANALYSE.....                                                     | 25 |
| 4 ANALYSE ET RÉSULTATS .....                                                | 27 |
| 4.1 ÉCHANTILLONNAGE .....                                                   | 27 |
| 4.1.1 TAUX DE PARTICIPATION .....                                           | 27 |
| 4.1.2 TRAITEMENT DES DONNÉES .....                                          | 27 |
| 4.2 DOSE (DLP) MOYENNE .....                                                | 33 |
| 4.2.1 DOSE (DLP) MOYENNE POUR UNE PROCÉDURE DE COLOSCOPIE VIRTUELLE .....   | 33 |
| 4.2.2 LA DOSE (DLP) MOYENNE POUR UNE PROCÉDURE SELON LE POIDS.....          | 35 |
| 4.2.3 LA DOSE (DLP) MOYENNE SELON LA TECHNOLOGIE DU TOMODENSITOMÈTRE .....  | 36 |
| 4.2.4 LA DOSE (DLP) MOYENNE PAR PROCÉDURE, SELON LE PROTOCOLE APPLIQUÉ..... | 37 |
| 4.2.5 LA DOSE (DLP) MOYENNE EN FONCTION DE LA MODULATION DU COURANT .....   | 38 |
| 4.3 DOSE EFFICACE MOYENNE .....                                             | 40 |
| 4.4 DOSE MÉDIANE.....                                                       | 41 |
| 5 RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉTUDE .....                          | 43 |

|     |                                                                         |    |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 6   | ANALYSE DES RÉSULTATS SELON LES PARAMÈTRES APPLIQUÉS .....              | 45 |
| 6.1 | LA CHARGE (MAS).....                                                    | 45 |
| 6.2 | LA TENSION (KV).....                                                    | 48 |
| 7   | ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'INDICATEUR DE DOSE CTDI <sub>VOL</sub> ..... | 49 |
| 8   | ÉVALUATION DES RISQUES.....                                             | 51 |
|     | DISCUSSION .....                                                        | 53 |
|     | CONCLUSION .....                                                        | 55 |
|     | BIBLIOGRAPHIE.....                                                      | 57 |
|     | ANNEXES.....                                                            | 61 |
|     | ANNEXE 1 : FORMULAIRE DES PARAMÈTRES D'EXPOSITION .....                 | 63 |
|     | ANNEXE 2 : FORMULAIRE DE RENSEIGNEMENTS .....                           | 65 |

## LISTE DES FIGURES

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1 : Répartition des patients selon le poids .....                                     | 28 |
| Figure 2 : Répartition des patients selon l'âge .....                                        | 29 |
| Figure 3 : Répartition des examens selon le nombre d'acquisitions.....                       | 30 |
| Figure 4 : Répartition des couvertures anatomiques pour les acquisitions chez l'homme .....  | 31 |
| Figure 5 : Répartition des couvertures anatomiques pour les acquisitions chez la femme ..... | 31 |
| Figure 6 : Répartition des DLP obtenus pour une procédure de coloscopie virtuelle .....      | 33 |
| Figure 7 : DLP moyen d'une procédure pour un patient type selon le centre .....              | 34 |
| Figure 8 : DLP moyen pour une procédure selon le poids .....                                 | 35 |
| Figure 9 : DLP moyen d'une procédure en fonction de la technologie .....                     | 37 |
| Figure 10 : DLP moyen d'une procédure selon le protocole appliqué .....                      | 38 |
| Figure 11 : DLP moyen en fonction du mode d'acquisition (mA) pour un patient type .....      | 39 |
| Figure 12 : Relation linéaire entre la charge mA et l'indicateur de dose $CTDI_{VOL}$ .....  | 45 |
| Figure 13 : mAs moyen, par centre, pour un examen de routine .....                           | 46 |
| Figure 14 : $CTDI_{VOL}$ moyen par procédure, selon le centre, pour les patients types.....  | 49 |



## LISTE DES TABLEAUX

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Facteurs de conversion (k).....                                                 | 23 |
| Tableau 2 : Répartition des patients selon le poids et le sexe .....                        | 28 |
| Tableau 3 : Nombre d'acquisitions par examen.....                                           | 30 |
| Tableau 4 : Répartition des examens selon la technologie des tomodensitomètres .....        | 36 |
| Tableau 5 : DLP moyen selon la technologie du tomodensitomètre .....                        | 36 |
| Tableau 6 : Dose efficace moyenne pour une coloscopie virtuelle CT (tous les patients)..... | 40 |
| Tableau 7 : Dose efficace moyenne pour une coloscopie virtuelle CT (patients types) .....   | 41 |
| Tableau 8 : Comparaison des doses médianes entre les études.....                            | 42 |



## INTRODUCTION

La tomodensitométrie et les nouvelles utilisations de l'imagerie médicale connaissent une forte croissance. Parmi celles-ci, la coloscopie virtuelle est un examen relativement nouveau que le milieu médical utilise de plus en plus pour le diagnostic de lésions colorectales cancéreuses ou précancéreuses chez certains patients.

La coloscopie virtuelle CT est un examen d'imagerie médicale qui permet une reconstitution tridimensionnelle du côlon à partir des images prises par le tomodensitomètre.

Bien que la coloscopie optique – ou standard – soit la technique de référence, la coloscopie virtuelle s'avère une solution de rechange moins efficace pour les patients qui y sont réfractaires. Le présent rapport porte sur la technique d'imagerie par tomodensitométrie.

L'étude des doses en tomodensitométrie menée en mars 2008 a permis d'évaluer la dose associée à l'examen de coloscopie virtuelle sans tenir compte de la qualité informative des images.

Ce volet de l'étude présente un aperçu de la pratique de la coloscopie virtuelle par tomodensitométrie au Québec. Nos résultats seront comparés à ceux d'autres études, soit celles de Van Gelder et autres (2002), de Jensch et autres (2006) et, enfin, de Liedenbaum, Venema et Stoker (2008).

Dans son rapport n° 61, l'International Atomic Energy Agency présente les risques associés à la procédure de coloscopie CT selon les pratiques courantes et les avancées technologiques des dernières années. Compte tenu de l'augmentation importante du nombre d'examens de coloscopie CT effectués et des demandes en forte croissance pour cet examen, l'American College of Radiology a révisé son guide de pratique en 2009 et émis des recommandations concernant les doses reçues par les patients au moment des examens de coloscopie CT pour le diagnostic comme pour le dépistage. Les résultats de l'étude seront aussi comparés à ces valeurs recommandées. Pour sa part, l'Association canadienne des radiologistes publiait ses recommandations en janvier 2010 pour l'examen de coloscopie virtuelle.

La coloscopie virtuelle, un examen spécialisé, fait l'objet de la deuxième partie du rapport résultant de l'étude des doses en tomodensitométrie. Ainsi, le présent document constitue la suite du rapport déposé en mai 2009, lequel portait sur les examens courants. Les résultats de l'étude pourraient fournir de l'information dosimétrique dans le cadre d'un programme québécois de dépistage du cancer colorectal.

L'étude a été rendue possible grâce à l'appui financier du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, par l'entremise de la Direction de la santé publique, ainsi que grâce à la collaboration de l'Association des radiologistes du Québec et de l'Ordre des technologues en imagerie médicale et en radio-oncologie du Québec.





## OBJECTIF

Le présent rapport vise à donner un aperçu de la pratique de la coloscopie<sup>1</sup> virtuelle CT au Québec et de la dose de radiation X reçue par le patient au moment de cet examen. Les données techniques ont été recueillies dans le cadre de l'étude des doses en tomodensitométrie tenue en mars 2008. Les centres de tomodensitométrie qui offraient cet examen à la population étaient invités à transmettre leurs données relatives aux examens de coloscopie virtuelle effectués durant cette même période.

### Ce rapport traite notamment des éléments suivants :

- 1) La dose (DLP) moyenne associée à un examen selon :
  - la technologie utilisée,
  - le sexe, l'âge et le poids du patient,
  - le nombre d'acquisitions prévues dans le protocole de cet examen,
  - les paramètres techniques appliqués pour une procédure d'examen ;
- 2) La dose efficace moyenne d'une coloscopie CT ;
- 3) La valeur dosimétrique  $CTDI_{VOL}$  associée à un examen.

---

1. Le terme *coloscopie* remplace ici le terme *colonoscopie* utilisé sur les formulaires et dans le cahier des consignes de l'étude de mars 2008. Selon le Grand dictionnaire terminologique : « En français, les termes relatifs au côlon commencent par colo- et non par colono- ; l'usage du terme *colonoscopie*, calque de l'anglais "colonoscopy", n'est donc pas justifié. »



## 1 LA COLOSCOPIE VIRTUELLE PAR TOMODENSITOMÉTRIE

La coloscopie virtuelle par tomodensitométrie, ou coloscopie CT (CTC), est une technique d'imagerie médicale non effractive qui permet l'exploration virtuelle du côlon à partir d'une reconstitution d'images recueillies par le tomodensitomètre.

**Durée d'un examen** : environ 30 minutes.

### Procédure générale d'un examen

**Note** : Selon l'American College of Radiology (ACR), seulement les tomodensitomètres dotés de multidétecteurs doivent être utilisés pour effectuer une coloscopie virtuelle. Cet examen nécessitera un tomodensitomètre de 4 barrettes ou plus pour atteindre une performance adéquate. On devrait utiliser des paramètres techniques similaires, qu'il s'agisse d'un examen de coloscopie virtuelle diagnostique ou de dépistage<sup>2</sup>.

Avant l'examen, le côlon sera complètement distendu ; on administre à cette fin une quantité suffisante d'air ou de dioxyde de carbone par une canule mise en place dans le rectum du patient.

L'examen de coloscopie virtuelle de routine comporte deux acquisitions – le patient étant alternativement en position couchée sur le dos (décubitus dorsal, ou supination) et en position couchée sur le ventre (décubitus ventral, ou procubitus). Une troisième acquisition peut s'avérer nécessaire en complément pour mieux visualiser la région du sigmoïde ou si le patient est immobile ou s'il présente des difficultés respiratoires. Le patient est alors habituellement placé en position couchée sur le côté gauche (décubitus latéral gauche)<sup>3</sup>.

Comme dans la première partie du rapport, le terme *acquisition* désigne une exposition donnée. L'acquisition délimite la région à examiner. La *procédure* désigne quant à elle l'ensemble des acquisitions nécessaires à un examen complet.

On doit effectuer deux acquisitions distinctes pour optimiser les informations de l'image 3D.

Les données recueillies au moment des acquisitions seront acheminées et traitées par des logiciels qui reconstruiront les images en 2D et en 3D. La reconstruction 3D peut être présentée en continu, de façon à reproduire la navigation à l'intérieur du côlon et à imiter ainsi une coloscopie standard.

---

2. ACR – AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY (2009), *ACR Practice Guideline for the Performance of Computed Tomography (CT) Colonography in adults*, Résolution n° 36, révisée, p.5. Pour de plus amples informations, le lecteur peut consulter le site Web de l'ACR, à l'adresse suivante : < [www.acr.org](http://www.acr.org) >.

3. CAR – CANADIAN ASSOCIATION OF RADIOLOGISTS (2010), *CAR CT Colonography Standards*, 43 p. Pour de plus amples informations, le lecteur peut consulter le site Web de la CAR, à l'adresse suivante : < [www.car.ca](http://www.car.ca) >.



## 2 MÉTHODOLOGIE

### 2.1 DOSIMÉTRIE

#### 2.1.1 STRATÉGIE

Pour évaluer la dose dans le cadre de l'étude portant sur la coloscopie virtuelle par tomодensitométrie, nous utilisons des indices de référence, appelés *indices scanographiques*, qui permettent de mesurer des quantités : l'indice de dose volumique ( $CTDI_{VOL}$  – *volume weighted CT dose index*) et le produit dose longueur (DLP – *dose length product*). Ces valeurs ont été notées par le technologue en imagerie médicale du centre au moment de l'examen.

La méthodologie de l'étude et les termes utilisés dans le présent document sont définis dans la première partie de notre rapport d'étude déposé en mai 2009 et qui portait sur l'analyse des examens courants<sup>4</sup>.

#### 2.1.2 INDICATEUR : LA DOSE EFFICACE

La dose efficace est un indicateur des risques des effets de la radiation qui permet de rapporter une irradiation locale à l'échelle du corps entier. Elle fait intervenir des facteurs de pondération ( $W_T$ ) associés à la radiosensibilité des divers tissus et organes.

En 1991, la Commission internationale de radioprotection a, dans sa publication n° 60, présenté une série de valeurs pour les facteurs de pondération<sup>5</sup>, laquelle série est communément citée sous le vocable ICRP-60. En 2007, l'ICRP formulait de nouvelles recommandations<sup>6</sup> dans sa publication n° 103.

Les facteurs de pondération recommandés par la Commission en 1991 et en 2007 sont présentés dans le tableau 1 de la première partie de notre rapport<sup>7</sup>.

---

4. APIBQ – ASSOCIATION DES PHYSICIENS ET INGÉNIEURS BIOMÉDICAUX DU QUÉBEC (2009), *Étude des doses en tomодensitométrie : Rapport d'étude – Première partie : Analyse des examens courants*, Québec, Association des physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec, 86 p. et annexes, [En ligne]. [<http://www.apibq.org>].

5. ICRP – INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (1991), « 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection », *Annals of the ICRP*, vol. 21, n°s 1-3, ICRP Publication n° 60, 201 p.

6. ICRP – INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (2007), « The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection », *Annals of the ICRP*, vol. 37, n°s 2-4, ICRP Publication n° 103, 330 p.

7. APIBQ (2009), *op. cit.*, p. 33.

---

### 2.1.3 INDICES SCANOGRAPHIQUES

Même s'il est impossible de mesurer directement la dose efficace pour un examen, on peut l'évaluer et définir des quantités mesurables permettant de comparer les doses efficaces entre deux examens effectués à l'aide de tomodensitomètres différents. Deux indices ont été utilisés dans le présent rapport pour évaluer la dose efficace : le CTDI volumique ( $\text{CTDI}_{\text{VOL}}$  – *volume computed tomography dose index*) et le produit dose longueur (DLP – *dose length product*).

#### **CTDI volumique ( $\text{CTDI}_{\text{VOL}}$ – *volume computed tomography dose index*)**

Le  $\text{CTDI}_{\text{VOL}}$  tient compte des acquisitions effectuées en mode hélicoïdal, lesquelles peuvent comporter un pas d'acquisition (*pitch*) différent de l'unité. Le  $\text{CTDI}_{\text{VOL}}$  est exprimé en mGy.

#### **Produit dose longueur (DLP – *dose-length product*)**

Le DLP est un indicateur de la dose totale de radiation X que reçoit le patient pendant un examen. Il représente l'intégration, sur la région corporelle couverte par l'examen, du  $\text{CTDI}_{\text{VOL}}$ . Le DLP se définit plus simplement comme le produit de la distance balayée par le faisceau et de la valeur moyenne du  $\text{CTDI}_{\text{VOL}}$  sur cette distance. Les unités du DLP sont exprimées en  $\text{mGy} \cdot \text{cm}$ .

---

### 2.1.4 NIVEAU DE RÉFÉRENCE DIAGNOSTIQUE (NRD)

La coloscopie virtuelle par tomodensitométrie est un examen relativement nouveau. Aucun niveau de référence diagnostique n'a encore été fixé pour cet examen.

Toutefois, l'ACR a établi que la dose DLP pour une coloscopie CT de dépistage de routine devrait être inférieure ou égale à la moitié de la dose fixée comme référence pour un examen tomodensitométrique standard de l'abdomen-pelvis. En ce qui concerne l'autre indice scanographique, le  $\text{CTDI}_{\text{VOL}}$  ne devrait pas excéder 6,25 mGy pour une acquisition ou un total de 12,5 mGy pour une coloscopie de routine comportant deux acquisitions. L'ACR recommande les mêmes valeurs de référence, que les examens de coloscopie virtuelle CT soient effectués pour le dépistage ou le diagnostic<sup>8</sup>.

---

8. ACR (2009), *op.cit.*, p. 5.

### 2.1.5 ÉVALUATION DE LA DOSE EFFICACE

Dans le cadre de la radioprotection, la dose efficace (E) est la grandeur dosimétrique de référence qui permet d'évaluer le risque associé à l'exposition aux rayonnements ionisants.

Pour évaluer la dose efficace en tomodensitométrie, il faut multiplier le DLP par un facteur de conversion (k). Les facteurs de conversion (k) sont estimés selon la région anatomique irradiée en tenant compte du sexe du patient et de la radiosensibilité des tissus exposés aux rayonnements. Ils sont basés sur des calculs par simulation *Monte Carlo* tirés du chiffrier Excel *CTDosimetry.xls*, version 0.99x développée par le Groupe ImPACT<sup>9</sup> ainsi que sur des données de simulation publiées par Jones et Shrimpton<sup>10</sup>. Les unités du facteur de conversion (k) sont représentées en mSv/mGy•cm.

La dose efficace peut se calculer à partir de l'équation présentée ci-dessous, en utilisant le facteur de conversion (k) approprié.

#### Équation : Dose efficace d'une procédure

$$\text{Dose efficace d'une procédure} = \text{DLP par procédure} \bullet \text{Facteur de conversion (k)}$$

Les facteurs de conversion (k) que nous avons calculés pour l'examen de coloscopie CT sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Facteurs de conversion (k)

| PATIENTS SELON LE SEXE | FACTEUR DE CONVERSION (k)<br>mSv/mGy•cm |
|------------------------|-----------------------------------------|
| Femmes                 | 0,0197                                  |
| Hommes                 | 0,0149                                  |

9. GROUPE IMPACT (2006), Calculs par simulation *Monte Carlo*, chiffrier Excel *CTDosimetry.xls*, version 0.99x.

10. D.G. JONES et P.C. SHRIMPTON (1993), *Normalised organ doses for X-ray computed tomography calculated using Monte Carlo techniques*, document NRPB-SR250, Chilton (Royaume-Uni), National Radiological Protection Board, 23 p.

## 2.2 COLLECTE DES DONNÉES

### 2.2.1 QUESTIONNAIRE

La collecte des données a été effectuée au moyen d'un questionnaire distribué par courrier à 98 centres, publics ou privés, du Québec.

La collecte des données s'est déroulée simultanément dans les centres hospitaliers et les laboratoires privés de radiologie, sur une période de deux semaines, en mars 2008.

Les centres qui effectuaient des examens de coloscopie virtuelle étaient invités à inscrire les données techniques relatives à cet examen et les renseignements nécessaires sur les formulaires prévus à cet effet, semblables à ceux qui ont été utilisés dans le cas des examens courants. Les formulaires se rapportant à la coloscopie virtuelle sont présentés en annexe.

Les consignes transmises aux technologues ont été publiées dans la première partie du rapport sur l'étude des doses en tomodensitométrie, portant sur les examens courants<sup>11</sup>.

### 2.2.2 ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Plus de 3 000 entrées ont été saisies dans un fichier Excel (Microsoft Corporation) dont l'accès était protégé par un mot de passe, sur un seul ordinateur à administrateur unique. Les données saisies, le fichier Excel et la base des données Access ont été vérifiés à chaque étape pour assurer l'intégrité des résultats.

---

11 APIBQ (2009), *op. cit.*, annexe 1.



### 3 SCHÉMA D'ANALYSE

L'analyse des données obtenues pour la coloscopie virtuelle est présentée selon le schéma suivant :

- dose (DLP) moyenne d'une procédure de coloscopie CT ;
- dose (DLP) d'une procédure de coloscopie CT selon le poids des patients ;
- dose (DLP) d'une procédure de coloscopie CT selon la technologie de l'appareil utilisé ;
- dose (DLP) d'une procédure de coloscopie CT selon le protocole d'examen – acquisitions ;
- dose (DLP) d'une procédure de coloscopie CT selon les paramètres techniques appliqués – mAs, modulation du courant (mA) ;
- dose efficace d'une procédure de coloscopie CT ;
- analyse des résultats  $CTDI_{VOL}$ .



## 4 ANALYSE ET RÉSULTATS

### 4.1 ÉCHANTILLONNAGE

#### 4.1.1 TAUX DE PARTICIPATION

Bien que la coloscopie virtuelle soit un examen relativement nouveau, elle est maintenant offerte dans plusieurs centres de tomodensitométrie de la province de Québec. En mars 2008, 16 centres ont participé à l'étude. Toutefois, deux de ces centres ont fourni uniquement leurs protocoles d'examen puisqu'ils n'ont effectué aucune coloscopie virtuelle pendant la période ciblée. L'étude a permis de recueillir les données des examens de coloscopie virtuelle CT de 82 patients. Ces examens ont été effectués dans 14 centres de tomodensitométrie publics et privés répartis sur le territoire québécois.

#### 4.1.2 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données relatives à l'examen « coloscopie virtuelle » ont été saisies dans un fichier Excel 2003 (Microsoft Corporation). Tous les renseignements transmis par les centres ont été reportés dans une base de données relationnelle. L'anonymat de chaque centre a été préservé tout au long de l'exercice.

L'étude a permis de recueillir les données pour 82 procédures d'examens, lesquelles totalisent 175 acquisitions. Dans le cadre de l'étude, une procédure de routine comporte deux acquisitions : une première pour laquelle le patient sera en position dorsale et une deuxième, en position ventrale.

Aux fins de l'analyse, les appareils ont été regroupés par technologie (nombre de barrettes).

Le formulaire intitulé *Paramètres d'exposition en tomodensitométrie – Coloscopie virtuelle* a permis de recueillir les données techniques de 20 protocoles d'examens ; le formulaire intitulé *Formulaire de renseignements – Coloscopie virtuelle* rend compte des examens effectués pendant la période de l'étude et regroupe les données physiques des patients – sexe, âge, poids – ainsi que les renseignements techniques obtenus au moment de l'examen.

Les données ont été recueillies pour 82 patients, 37 (45 %) étant de sexe féminin et 45 (55 %) étant de sexe masculin.

**Note :** Les valeurs DLP ont dû être estimées pour deux examens à partir du  $CTDI_{VOL}$  et de la couverture anatomique notés par le technologue. Le dépassement (*overranging*)<sup>12</sup> a été estimé à partir des autres examens effectués avec le même tomodensitomètre.

---

12. APIBQ (2009), *op. cit.*, p. 27-28.

## Le poids des patients

Le poids, en kilogramme, a été noté pour 69 patients ; il varie entre 44 et 161 kg. Le poids moyen s'établit à 75,8 kg. On compte 29 patients types, c'est-à-dire dont le poids se situe entre 60 et 80 kg ; ils représentent 42 % de l'ensemble des patients de l'étude.

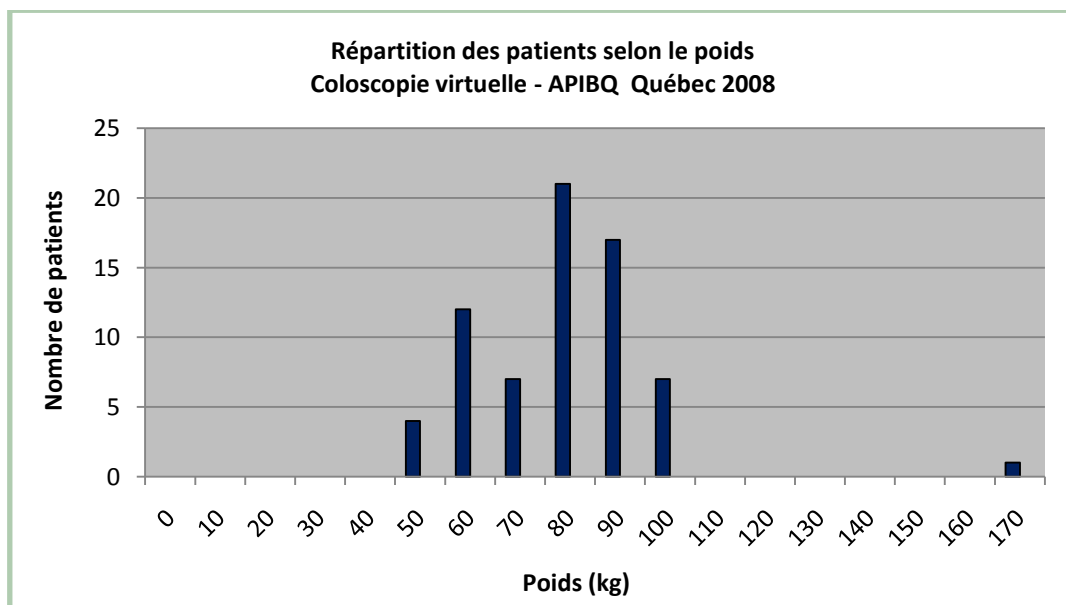
Le tableau suivant présente la répartition des poids selon le sexe des patients.

**Tableau 2 : Répartition des patients selon le poids et le sexe**

| POIDS (kg)   | HOMMES | FEMMES | TOUS |
|--------------|--------|--------|------|
| < 60         | 1      | 14     | 15   |
| ≥ 60 et ≤ 80 | 21     | 8      | 29   |
| > 80         | 19     | 6      | 25   |
| TOTAL        | 41     | 28     | 69   |

La figure suivante présente la distribution selon le poids des patients de l'étude.

**Figure 1 : Répartition des patients selon le poids**



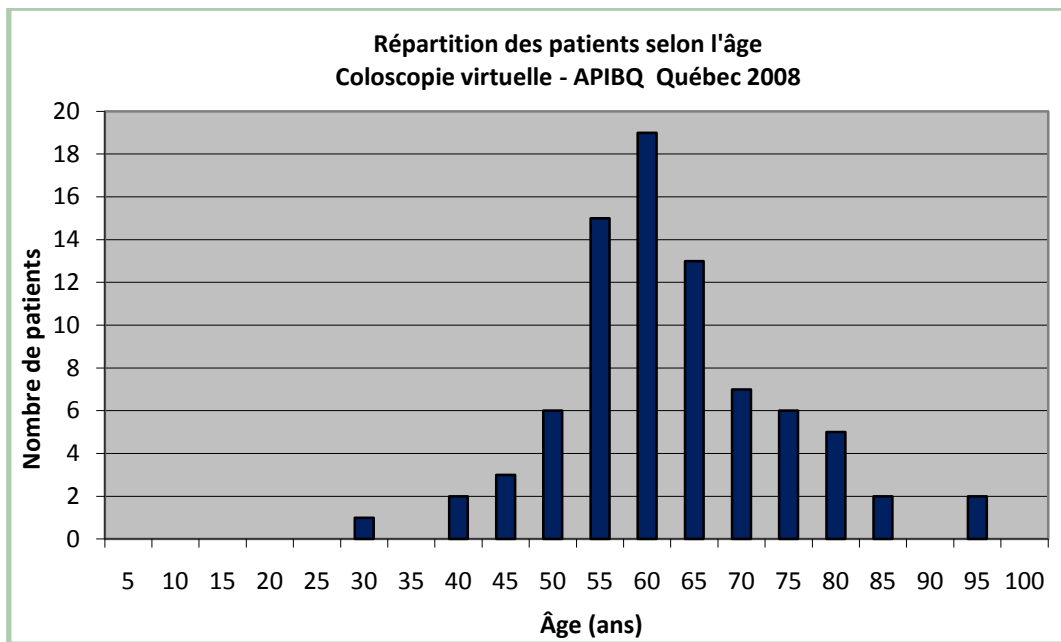
## L'âge des patients

L'âge a été inscrit pour 81 patients, et il varie de 27 à 93 ans. L'âge moyen est de 60,2 ans.

Dans la présente étude, 75 % des patients avaient entre 50 et 74 ans. Ce groupe d'âge pourrait être visé par un programme de dépistage du cancer colorectal.

La figure suivante montre la répartition selon l'âge des patients examinés.

Figure 2 : Répartition des patients selon l'âge



## Le protocole d'examen

- Le protocole d'examen définit le nombre d'acquisitions nécessaires pour effectuer un examen complet.

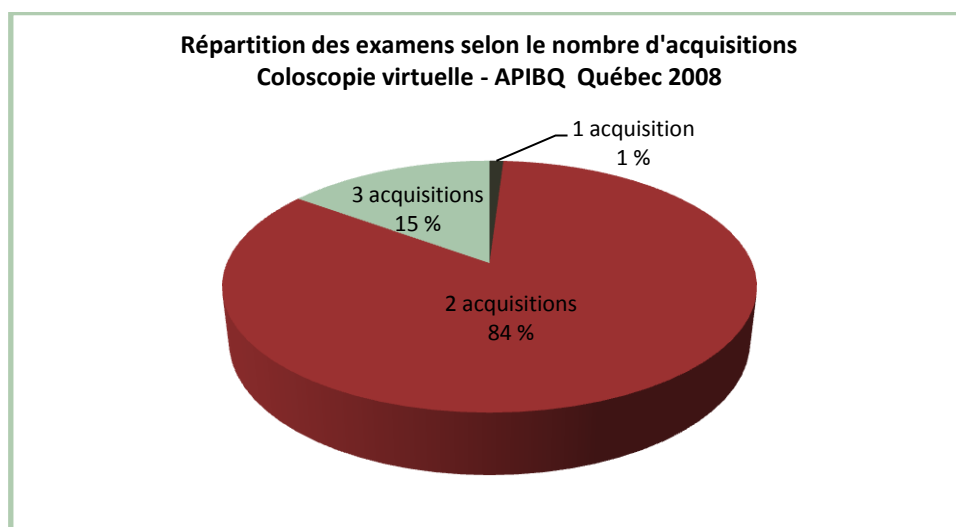
Selon les résultats de l'étude, 84 % des examens ont été effectués selon une procédure comportant deux acquisitions, tandis que 15 % ont nécessité trois acquisitions pour être complets. Le nombre moyen d'acquisitions pour l'ensemble des patients est de 2,13 par procédure. Rappelons qu'une procédure de coloscopie virtuelle de routine nécessite deux acquisitions.

Le tableau 3 et la figure 3 présentent la répartition des examens de l'étude selon le nombre d'acquisitions qui ont été nécessaires pour que ceux-ci soient complets.

**Tableau 3 : Nombre d'acquisitions par examen**

| NOMBRE D'ACQUISITIONS | NOMBRE D'EXAMENS | POURCENTAGE (%) |
|-----------------------|------------------|-----------------|
| 1                     | 1                | 1               |
| 2                     | 69               | 84              |
| 3                     | 12               | 15              |

**Figure 3 : Répartition des examens selon le nombre d'acquisitions**



- Le protocole d'examen définit aussi les paramètres techniques à appliquer pour ce type d'examen. Dans le cadre de l'étude, plus de 50 % des centres ont utilisé les mêmes paramètres techniques pour les différentes acquisitions et pour tous les examens.

Parmi les centres utilisant un mA fixe, un seul modifie les paramètres techniques de l'examen en fonction du poids du patient.

Quatre centres changent les paramètres de la deuxième acquisition pour réduire la dose au patient. La modulation du courant a été utilisée par un peu plus de 50 % des centres au cours des examens.

### La couverture anatomique (longueur de scan)

La couverture d'un examen fait référence à la région anatomique qui sera examinée. Rappelons le phénomène de dépassement (*overranging*) en tomodensitométrie, lequel aura une incidence sur l'irradiation du patient. Conséquemment, la couverture irradiée sera plus grande que la couverture anatomique ciblée pour l'examen.

Les figures 4 et 5 montrent la répartition de la couverture anatomique selon les acquisitions faites dans le cadre de notre étude.

Figure 4 : Répartition des couvertures anatomiques pour les acquisitions chez l'homme

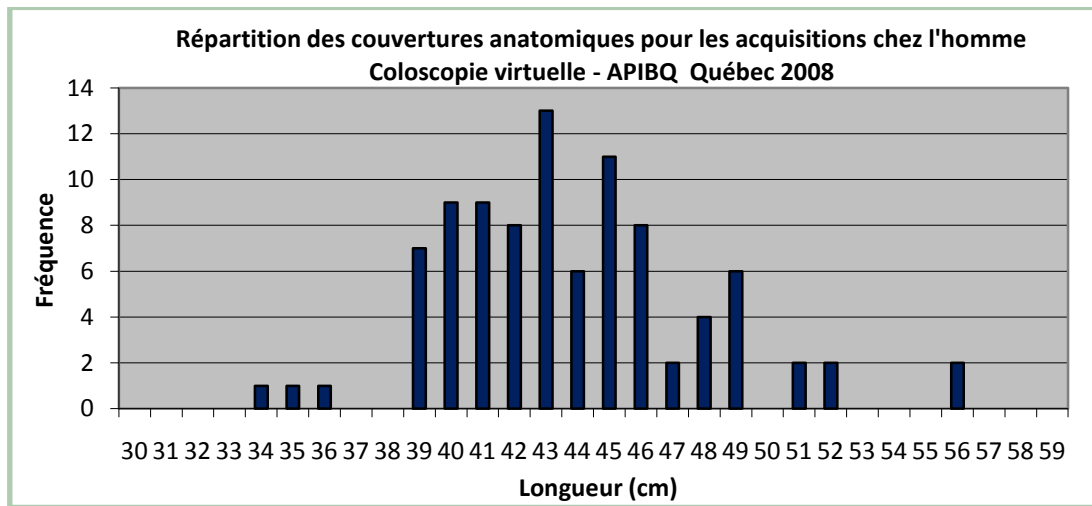
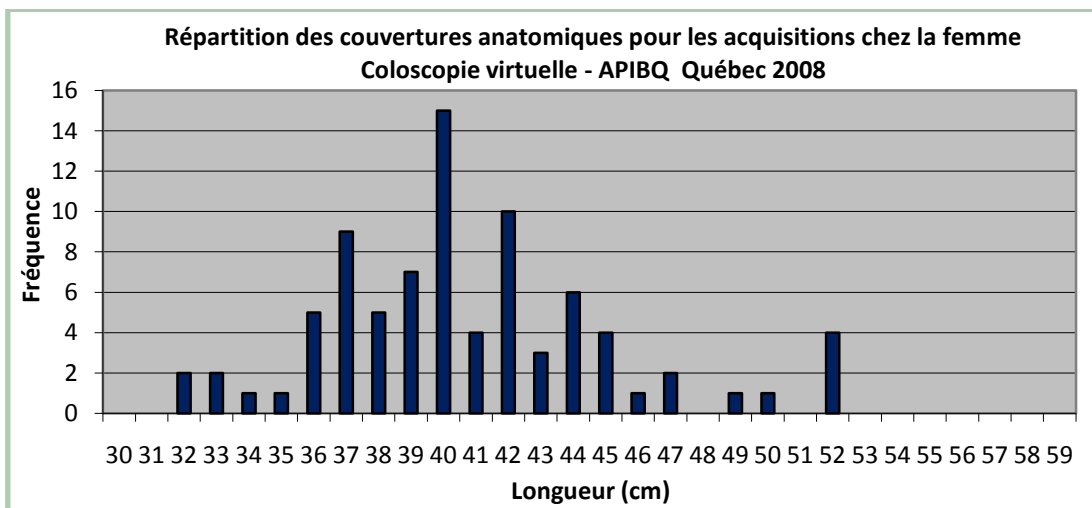


Figure 5 : Répartition des couvertures anatomiques pour les acquisitions chez la femme



Nos résultats montrent une couverture anatomique moyenne de 43 cm pour un examen de coloscopie CT chez l'homme et de 40 cm pour l'examen chez la femme.

À titre de comparaison, une étude publiée en mars 2008 dans la revue *Radiation Protection Dosimetry*<sup>13</sup> mentionnait une couverture anatomique moyenne de 43 cm pour une coloscopie CT effectuée chez un homme et de 37 cm dans le cas d'une femme.

Précisons ici que la longueur de scan typique (ImPact)<sup>14</sup> utilisée aux fins des calculs pour déterminer le facteur de conversion (k) est de 43 cm, chez l'homme comme chez la femme.

---

13. S. SCHOPPHOVEN, K. FAULKNER et H.P. BUSCH (2008), « Assessment of patient organ dose in CT virtual colonoscopy for bowel cancer screening », *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 129 n<sup>os</sup> 1-3, mars-avril, p. 179-183.

14. GROUPE IMPACT, *op. cit.*



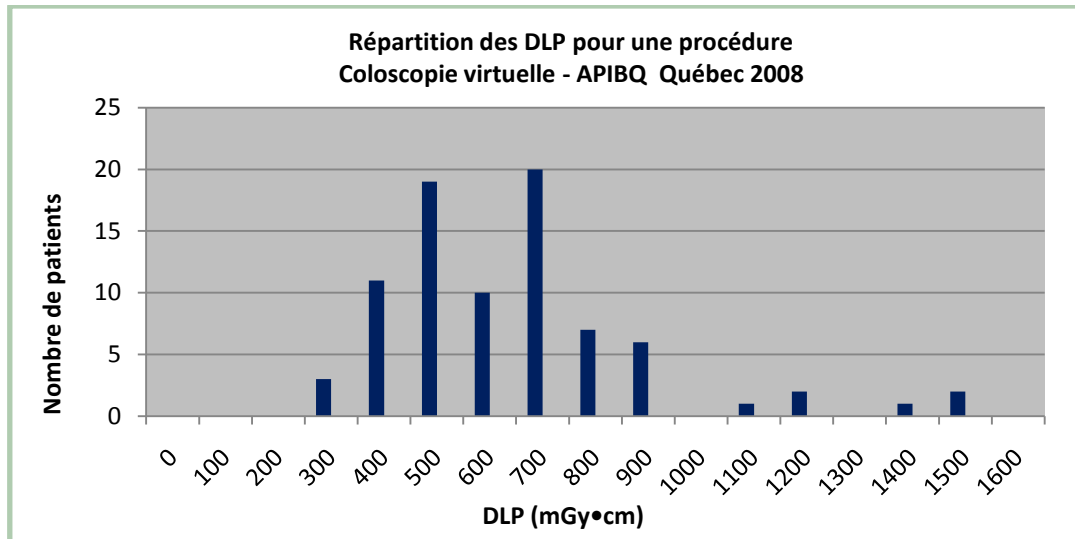
## 4.2 DOSE (DLP) MOYENNE

Nous présentons ici les résultats obtenus concernant la dose (DLP) reçue par le patient au cours d'une procédure de coloscopie virtuelle effectuée dans le cadre de l'étude.

### 4.2.1 DOSE (DLP) MOYENNE POUR UNE PROCÉDURE DE COLOSCOPIE VIRTUELLE

La figure suivante montre la répartition des valeurs DLP obtenues pour une procédure complète de coloscopie virtuelle. Elle présente les résultats pour l'ensemble des patients de l'étude.

Figure 6 : Répartition des DLP obtenus pour une procédure de coloscopie virtuelle



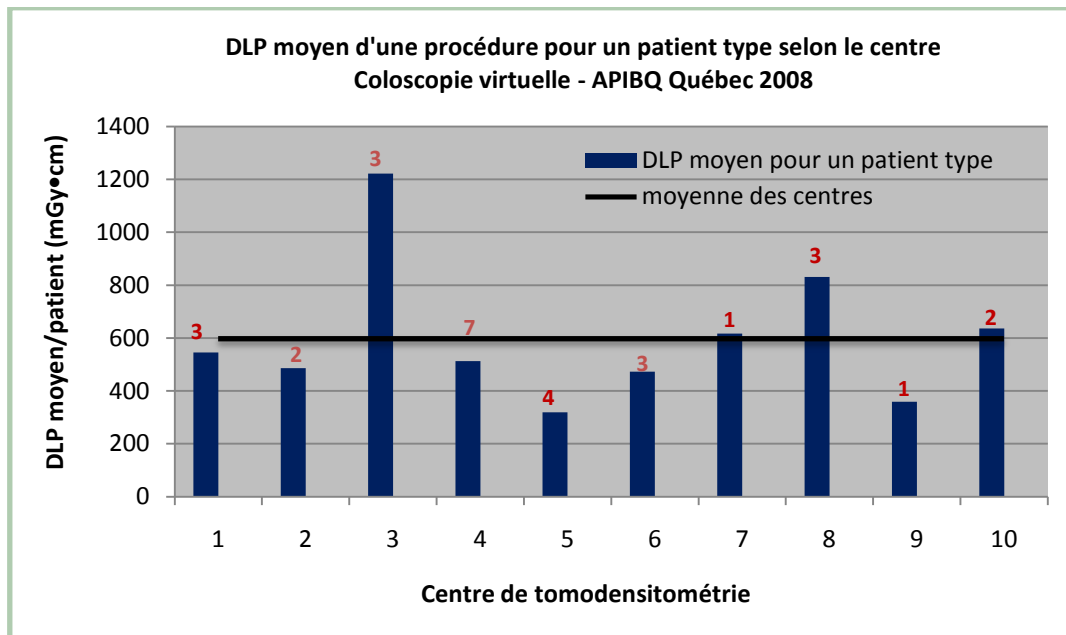
Le DLP moyen pour l'ensemble des procédures de l'étude est de 608 mGy•cm, avec un écart-type de 250 mGy•cm. Les résultats de l'étude montrent que le DLP d'une procédure se situe entre 231 et 1 487 mGy•cm. On observe donc une grande variation de la dose (DLP) reçue par les patients pour ce type d'examen.

Le DLP moyen par acquisition se situe à 288 mGy•cm pour une procédure de routine.

Afin de déterminer la dose moyenne d'une procédure de coloscopie virtuelle aux fins de la comparaison et de guider ainsi l'optimisation des doses reçues par les patients au moment des examens, le DLP moyen a été évalué pour les patients types, c'est-à-dire ceux dont le poids se situe entre 60 et 80 kg.

La figure suivante présente le DLP moyen calculé pour les 29 patients types de l'étude répartis dans 10 centres de tomodensitométrie. Le chiffre au-dessus de chaque colonne indique le nombre de patients dans chaque centre pour lesquels le DLP moyen a été calculé.

Figure 7 : DLP moyen d'une procédure pour un patient type selon le centre



Dans le cadre de l'étude, le DLP moyen d'une procédure de coloscopie virtuelle effectuée pour un patient type se situe à 597 mGy•cm, avec un écart-type de 264 mGy•cm. On constate que deux centres se démarquent par des valeurs supérieures à celles qu'ont obtenues les autres.

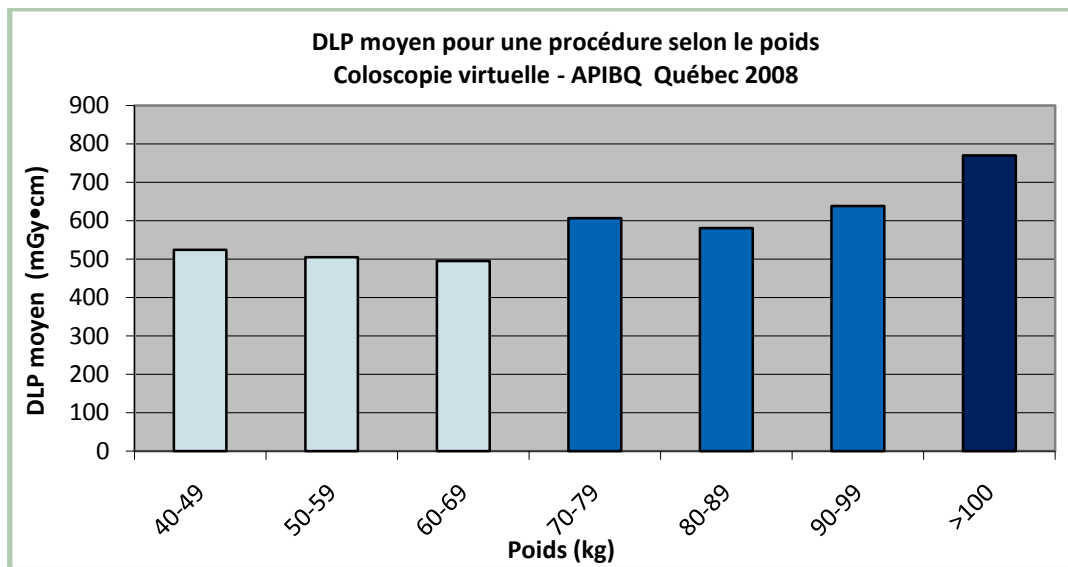
Pour l'ensemble des 10 centres évalués, le DLP moyen se situe entre 359 et 1 222 mGy, ce qui représente une variation d'un facteur supérieur à 3 entre le plus petit et le plus grand des DLP moyens obtenus.

#### 4.2.2 LA DOSE (DLP) MOYENNE POUR UNE PROCÉDURE SELON LE POIDS

L'analyse porte sur la dose (DLP) moyenne obtenue dans le cadre de l'étude pour une procédure d'examen en fonction des poids des patients.

La figure 8 présente la dose (DLP) moyenne obtenue pour une procédure, selon le poids et pour l'ensemble des patients de l'étude.

Figure 8 : DLP moyen pour une procédure selon le poids



La figure 8 montre que les centres modifient très peu les paramètres techniques en fonction du poids des patients. Dans l'ensemble, on constate une légère augmentation du DLP moyen lorsque le poids augmente. La variation s'observe plutôt sur une grande amplitude de poids. Ainsi, on remarque que le DLP moyen est sensiblement le même pour les patients dont le poids se situent entre 40 et 70 kg, soit environ 500 mGy•cm. Pour les patients d'un poids variant entre 70 et 100 kg, on obtient un DLP moyen d'environ 600 mGy•cm, tandis que le DLP moyen est d'environ 750 mGy•cm pour les patients d'un poids supérieur à 100 kg.

L'utilisation de la modulation du courant peut expliquer la variation de la dose (DLP) observée entre les différentes catégories de poids, et ce, même si les paramètres n'ont pas été modifiés en fonction du poids des patients.

Selon nos données, un seul des centres qui utilisaient un courant (mA) fixe pour effectuer les examens semble changer les paramètres en fonction du poids des patients.

#### 4.2.3 LA DOSE (DLP) MOYENNE SELON LA TECHNOLOGIE DU TOMODENSITOMÈTRE

Pour l'analyse des résultats selon la technologie de l'appareil, les examens ont été regroupés selon le nombre de barrettes (détecteurs) de l'appareil avec lequel ils ont été effectués.

##### La répartition des examens selon la technologie du tomodensitomètre utilisé

Le tableau suivant montre la répartition des examens selon la technologie des tomodensitomètres utilisés dans le cadre de l'étude.

Tableau 4 : Répartition des examens selon la technologie des tomodensitomètres

| TECHNOLOGIE<br>(NOMBRE DE BARRETTES) | NOMBRE DE<br>TOMODENSITOMÈTRES | NOMBRE<br>D'EXAMENS | POURCENTAGE DES EXAMENS<br>(%) |
|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 4                                    | 1                              | 7                   | 9                              |
| 16                                   | 9                              | 48                  | 58                             |
| 64 (dont 1 appareil de 40)           | 4                              | 27                  | 33                             |

On observe dans le tableau 4 que tous les tomodensitomètres utilisés sont des multidétecteurs de 4 barrettes ou plus, 91 % des examens ayant été effectués avec des appareils dotés de plus de 16 barrettes.

Dans son guide de pratique, l'ACR recommande l'utilisation de tomodensitomètres de technologie égale ou supérieure à 4 barrettes pour obtenir une qualité d'image adéquate<sup>15</sup>.

##### Le DLP moyen en fonction de la technologie

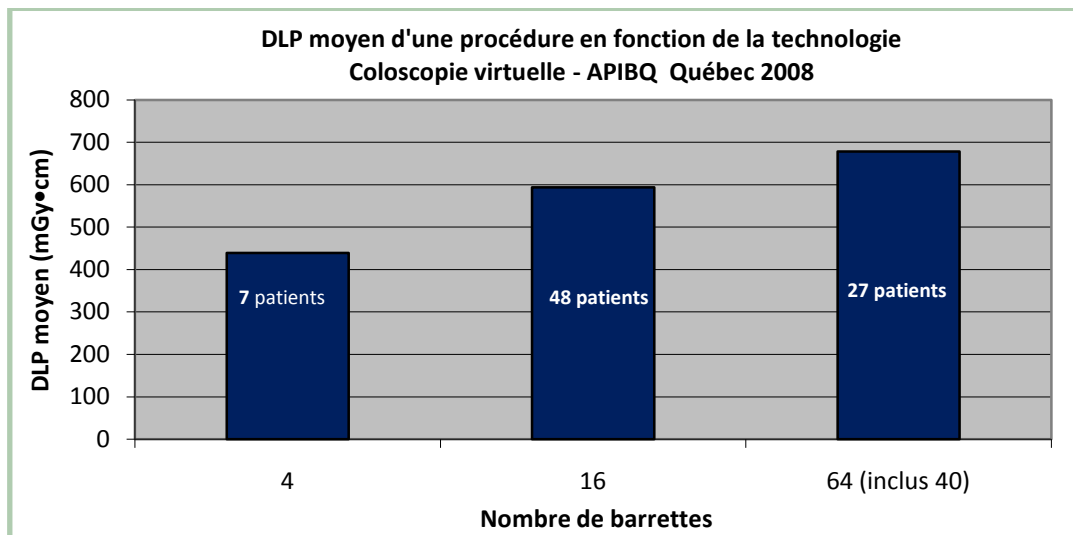
Le DLP moyen a été calculé pour chaque groupe d'examens constitué en fonction de la technologie des appareils utilisés. Le tableau 5 ainsi que la figure 9 présentent le DLP moyen selon la technologie du tomodensitomètre.

Tableau 5 : DLP moyen selon la technologie du tomodensitomètre

| TECHNOLOGIE<br>(NOMBRE DE BARRETTES) | NOMBRE D'EXAMENS | DLP MOYEN<br>(mGy•cm) |
|--------------------------------------|------------------|-----------------------|
| 4                                    | 7                | 439                   |
| 16                                   | 48               | 594                   |
| 64 (dont 1 appareil de 40)           | 27               | 679                   |

15 ACR (2009), *op. cit.*, p. 5.

Figure 9 : DLP moyen d'une procédure en fonction de la technologie



On constate une augmentation de la dose lorsque les appareils sont dotés d'un plus grand nombre de barrettes.

Cette augmentation est principalement due aux paramètres s'appliquant à la configuration des détecteurs et à l'épaisseur de coupe définis au moment d'effectuer un examen. On observe que l'épaisseur de coupe choisie pour effectuer les examens varie selon la technologie de l'appareil utilisé. De façon générale, les résultats de l'étude permettent d'observer :

- une épaisseur de coupe de 2,5 mm si le tomodensitomètre est doté de 4 barrettes ;
- une épaisseur de coupe de 1,25 mm si le tomodensitomètre est doté de 16 barrettes ;
- une épaisseur de coupe de 0,625 mm si le tomodensitomètre est doté de 64 barrettes.

#### 4.2.4 LA DOSE (DLP) MOYENNE PAR PROCÉDURE, SELON LE PROTOCOLE APPLIQUÉ

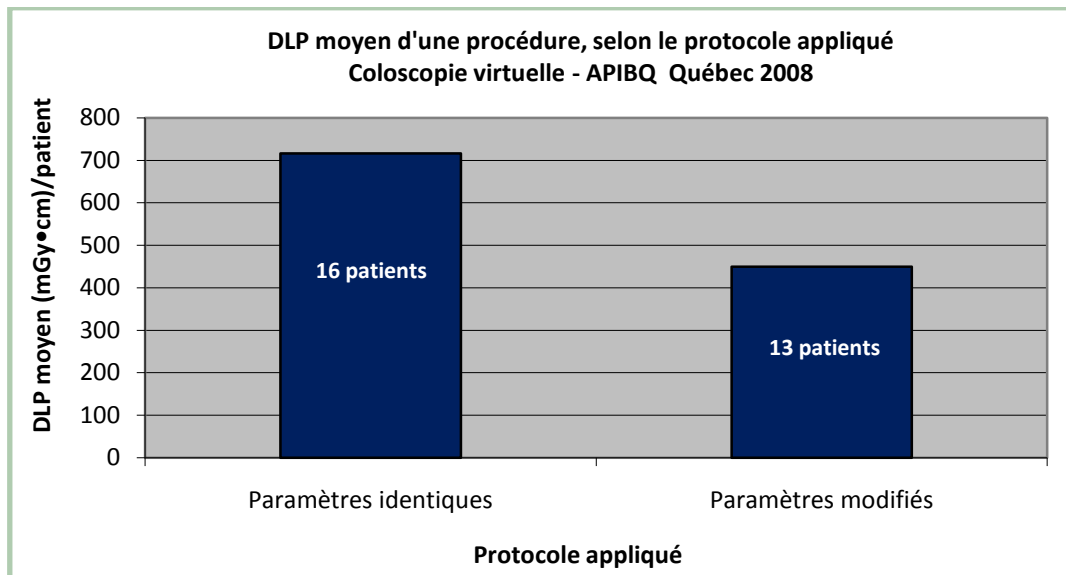
Le protocole d'examen indique le nombre d'acquisitions nécessaires pour réaliser un examen complet et les paramètres techniques à appliquer au moment d'effectuer cet examen.

Dans le cadre de l'étude, on observe que certains centres rectifient leurs paramètres entre les acquisitions de l'examen. Ainsi, quatre centres ont modifié leurs paramètres d'acquisition – soit en réduisant le mA ou le mAs, soit en changeant le pas (*pitch*) – pour la deuxième acquisition de l'examen.

La figure 10 montre les résultats (DLP) obtenus selon le protocole appliqué. Aux fins des calculs, seulement les procédures concernant les patients types ont été retenues et rassemblées en deux groupes.

Le premier groupe comprend les résultats des procédures dont le protocole prévoit des paramètres identiques pour les deux acquisitions et le deuxième, les résultats des procédures pour lesquelles les paramètres ont été modifiés avant la deuxième acquisition.

Figure 10 : DLP moyen d'une procédure selon le protocole appliqué



Dans les centres qui utilisent des paramètres identiques pour les deux acquisitions, le DLP moyen obtenu pour les 16 patients types est de 716 mGy•cm. Dans les centres qui modifient les paramètres entre les acquisitions, le DLP moyen obtenu pour les 13 patients types s'établit à 449 mGy•cm.

On observe une diminution de 37 % de la dose au patient lorsque les centres ont modifié les paramètres de la deuxième acquisition de l'examen. Plusieurs autres études rapportent une diminution du mAs pour la deuxième acquisition de l'examen.

#### 4.2.5 LA DOSE (DLP) MOYENNE EN FONCTION DE LA MODULATION DU COURANT

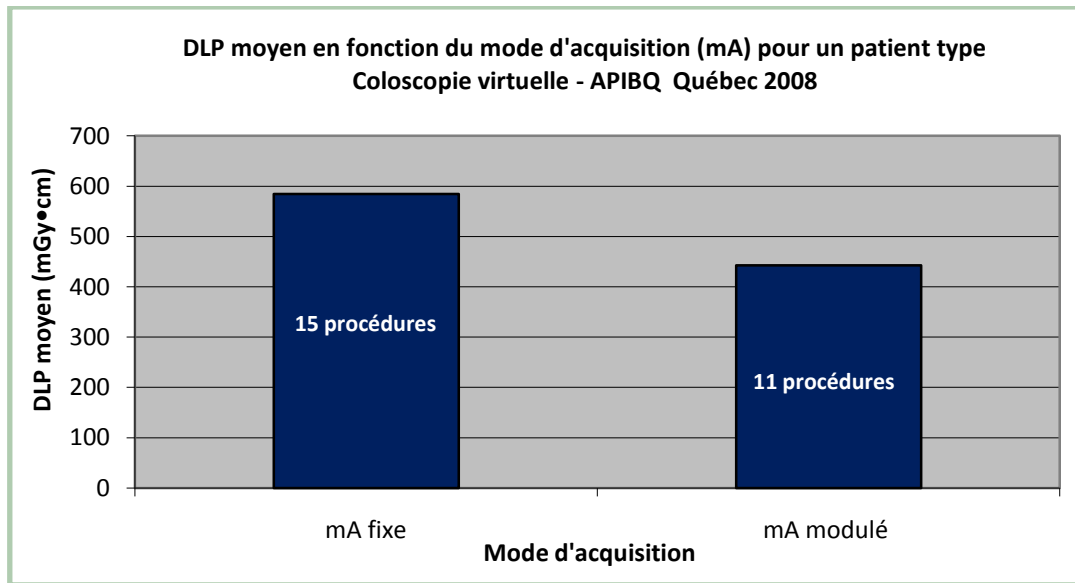
Le courant (mA) appliqué pour effectuer un examen influence la dose reçue par le patient. Dans ce contexte, nous avons analysé les résultats de la dose (DLP) obtenue pour les examens effectués avec ou sans la modulation du courant.

Les tomodensitomètres offrent généralement la possibilité d'utiliser un mA fixe ou un mA modulé. La modulation du courant permet de modifier la dose. Le courant utilisé est modulé en fonction de la morphologie et de la composition de la zone irradiée. Il s'ensuit une variation du courant tout au long de l'acquisition, selon la densité des tissus à traverser. Rappelons que près de 50 % des centres utilisent la modulation du courant pour effectuer les examens.

L'analyse porte sur les examens de 26 patients types de l'étude ; 15 procédures utilisaient un courant fixe pour l'examen et les 11 autres, la modulation du courant.

Le graphique suivant montre le DLP moyen en fonction du courant appliqué, fixe ou modulé, pour une procédure concernant un patient type dans le cadre de l'étude.

Figure 11 : DLP moyen en fonction du mode d'acquisition (mA) pour un patient type



**Note :** Les données d'un centre ont été exclues de cette analyse parce que les résultats présentaient trop d'écart par rapport à l'ensemble et qu'ils ne permettaient donc pas une évaluation représentative.

Le DLP moyen résultant des procédures prévoyant l'utilisation d'un mA fixe est de 584 mGy•cm, tandis que celui des procédures effectuées avec un courant modulé s'établit à 443 mGy•cm.

La figure 11 montre une réduction de la dose au patient de 24 % lorsque les centres utilisent la modulation du courant. Ces résultats concordent avec ceux d'autres études et avec une estimation de l'IAEA, qui évalue une réduction de la dose allant jusqu'à 35 % lorsque le courant est modulé<sup>16</sup>.

L'utilisation de la modulation du courant devrait être prise en considération dans un processus d'optimisation des doses lorsque cette fonction existe sur l'appareil.

16. Voir IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (2009b), CT Colonography, Radiology/Computed Tomography, [En ligne].

[[http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/1\\_Radiology/ComputedTomography/CTColonography.htm](http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/1_Radiology/ComputedTomography/CTColonography.htm)] (Consulté en novembre 2009) ; A. GRASER et autres (2006), « Dose reduction and image quality in MDCT colonography using tube current modulation », *American Journal of Roentgenology*, vol. 187, n° 3, septembre, p. 695-701.

### 4.3 DOSE EFFICACE MOYENNE

La dose efficace moyenne a été évaluée en tenant compte de toutes les acquisitions prévues dans la procédure relative à la coloscopie virtuelle CT.

Une première analyse porte sur les résultats de l'ensemble des patients de l'étude. La deuxième analyse concerne les patients types, c'est-à-dire ceux dont le poids se situe entre 60 et 80 kg.

#### La dose efficace moyenne pour l'ensemble des patients de l'étude

Pour chaque patient de l'étude, la dose efficace a été évaluée en multipliant le DLP de l'examen par le facteur de conversion (k) approprié (voir la section 2.1.5).

Dans le cadre de l'étude, le DLP moyen d'une procédure complète calculé pour l'ensemble des patients est de 608 mGy•cm, avec un écart type de 250 mGy•cm. Le facteur de conversion (k) utilisé aux fins des calculs est de 0,0197 mSv/mGy•cm pour la femme tandis que, pour l'homme, il est de 0,0149 mSv/mGy•cm.

Le tableau 6 présente la dose efficace (mSv) moyenne calculée, dans le cadre de l'étude, pour une patiente et pour un patient soumis à une procédure de coloscopie virtuelle complète, sans égard à leur poids.

**Tableau 6 : Dose efficace moyenne pour une coloscopie virtuelle CT (tous les patients)**

| PATIENTS SELON LE SEXE | NOMBRE DE PATIENTS<br>(tous les patients de l'étude) | DOSE EFFICACE MOYENNE<br>(mSv) |
|------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Femmes                 | 38                                                   | 11,4                           |
| Hommes                 | 44                                                   | 9,4                            |
| Tous                   | 82                                                   | 10,4                           |

La dose efficace moyenne pour un examen de coloscopie virtuelle CT, établie pour l'ensemble des patients de l'étude, est de 10,4 mSv.



## La dose efficace moyenne pour les patients types

Afin d'évaluer la dose efficace moyenne dans le cas des patients types, on utilise la méthode de calcul définie précédemment. Rappelons que le DLP moyen pour les patients types est de 597 mGy•cm, avec un écart-type de 264 mGy•cm. Les facteurs de conversion (k) à utiliser sont les mêmes.

Le tableau 7 montre la dose efficace moyenne résultant d'une coloscopie CT pour les patients types.

**Tableau 7 : Dose efficace moyenne pour une coloscopie virtuelle CT (patients types)**

| PATIENTS SELON LE SEXE | PATIENTS TYPES | DOSE EFFICACE MOYENNE (mSv) |
|------------------------|----------------|-----------------------------|
| Femmes                 | 8              | 11,3                        |
| Hommes                 | 21             | 9,0                         |
| Tous                   | 29             | 9,7                         |

Dans le cadre de l'étude, la dose efficace moyenne résultant d'une coloscopie virtuelle CT pour les patients type est de 9,7 mSv.

## 4.4 DOSE MÉDIANE

La dose médiane a été évaluée pour l'ensemble des patients, en tenant compte de toutes les acquisitions prévues dans la procédure relative à la coloscopie virtuelle CT. Elle représente la dose au 50<sup>ième</sup> percentile.

Cet indicateur de la dose a été utilisé dans d'autres études. Nous avons comparé nos résultats à ceux de ces études : celle de Van Gelder et autres<sup>17</sup> évaluait, en 2001, les protocoles de 13 centres de tomodensitométrie, l'étude de Jensch et autres<sup>18</sup>, en 2004, concernait 28 centres de tomodensitométrie et celle qui a été menée par Liedenbaum, Venema et Stoker<sup>19</sup>, en 2007, portait sur les examens effectués dans 34 centres répartis dans différents pays.

17. R.E. VAN GELDER et autres (2002), « CT colonography at different radiation dose levels: feasibility of dose reduction », *Radiology*, vol. 224, n° 1, juillet, p. 25-33.

18. S. JENSCH et autres (2006), « Effective radiation doses in CT colonography: results of an inventory among research institutions », *European Radiology*, vol. 16, n° 5, mai, p. 981-987.

19. M.H. LIEDENBAUM, H.W. VENEMA et J. STOKER (2008), « Radiation dose in CT colonography-trends in time and differences between daily practice and screening protocols », *European Radiology*, vol. 18, n° 10, octobre, p. 2222-2230.

Le tableau qui suit présente la dose médiane obtenue dans ces différentes études, aux fins de la comparaison.

**Tableau 8 : Comparaison des doses médianes entre les études**

| ÉTUDE                                           | DOSE MÉDIANE SELON LE SEXE (mSv) |        | DOSE MÉDIANE (mSv)                  |
|-------------------------------------------------|----------------------------------|--------|-------------------------------------|
|                                                 | Hommes                           | Femmes | Tous                                |
| Van Gelder et autres<br>(publiée en 2002)       |                                  |        | 8,8                                 |
| Jensch et autres<br>(menée en 2004)             |                                  |        | 10,2                                |
| Liedenbaum, Venema et Stoker<br>(menée en 2007) |                                  |        | 9,1 (diagnostic)<br>5,7 (dépistage) |
| APIBQ<br>(menée en 2008)                        | 8,3                              | 11,5   | 9,8                                 |

Dans le cadre de l'étude, la dose médiane pour une coloscopie virtuelle CT est de 9,8 mSv, que ce soit un examen diagnostique ou de dépistage.

Le tableau 8 montre que la dose médiane obtenue pour l'examen de coloscopie virtuelle dans différents pays se situe dans le même ordre de grandeur que le résultat que nous avons obtenu pour le Québec. Toutefois, l'étude de Liedenbaum et autres montre une différence importante de la dose dans le cas d'un examen de dépistage.

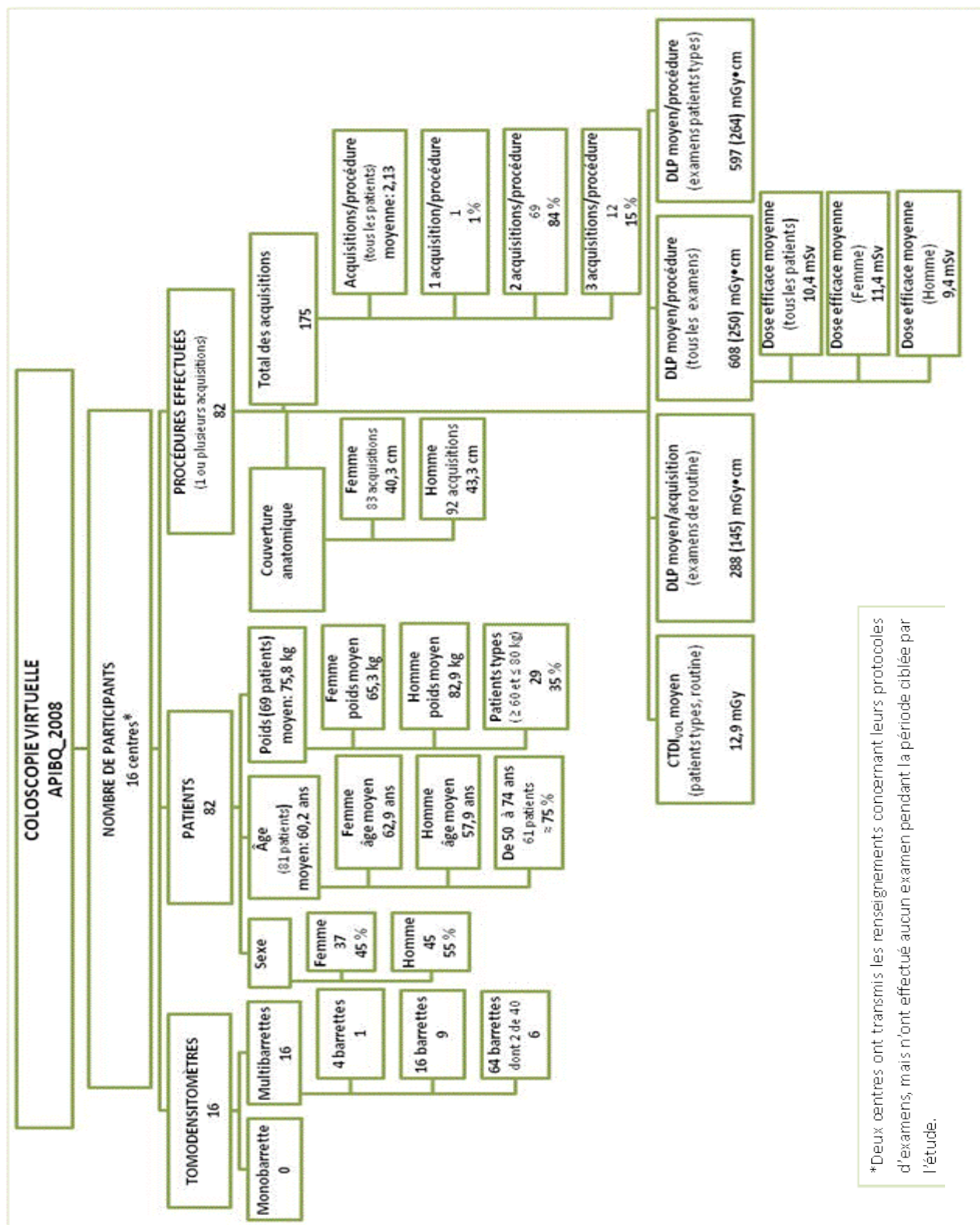
Pour leur part, les résultats présentés par Van Gelder et autres font référence à une dose médiane de 8,8 mSv que les auteurs ont établie à partir des études qu'ils avaient consultées.

Dans son rapport no 61 publié en 2008<sup>20</sup>, l'International Atomic Energy Agency (IAEA) rapporte que la dose efficace concernant une coloscopie virtuelle effectuée sur la plupart des appareils multibarrettes variait entre 2 et 6,5 mSv pour une acquisition ou de 4 à 12 mSv pour l'ensemble des acquisitions d'un examen. Il y est souligné que la dose efficace pour une coloscopie CT passée par une femme est généralement plus élevée d'environ 30 %. Cette différence provient de la radiosensibilité des tissus de la région pelvienne chez la femme.

Considérant les avancées technologiques des dernières années, l'IAEA mentionne que la dose efficace généralement observée pour une coloscopie CT de routine comportant deux acquisitions se situe à 8 mSv environ.

20. IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (2008), *Radiation Protection in Newer Medical Imaging Techniques: CT Colonography*, Safety Reports Series n° 61, Vienne, International Atomic Energy Agency, 27 p.

## 5 RÉSUMÉ DES PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ÉTUDE





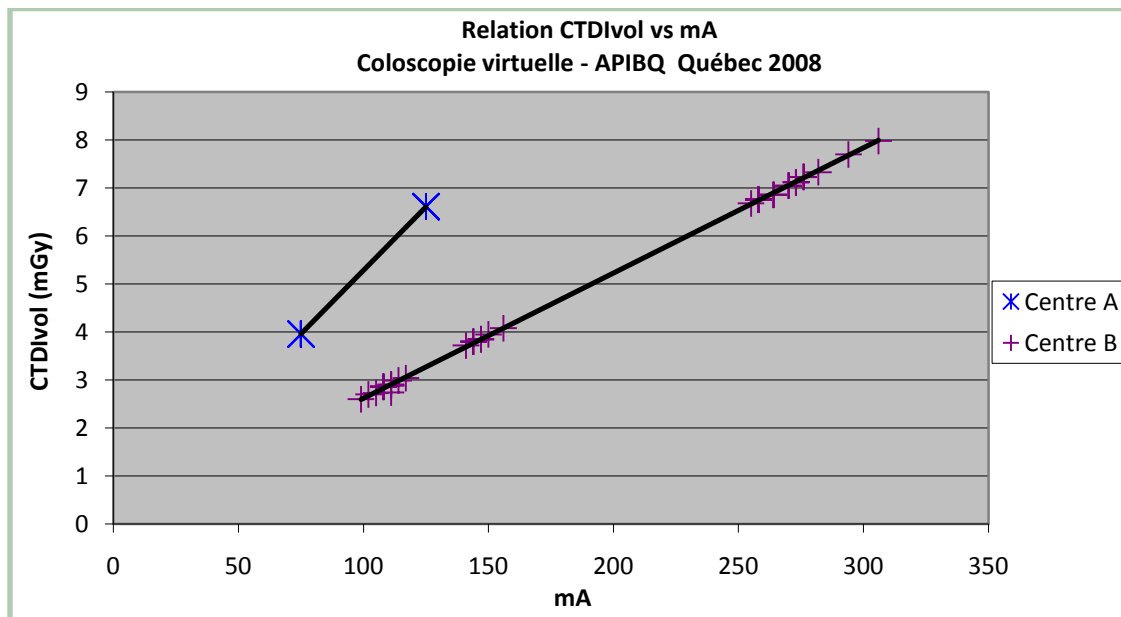
## 6 ANALYSE DES RÉSULTATS SELON LES PARAMÈTRES APPLIQUÉS

### 6.1 LA CHARGE (mAs)

La charge mAs est directement liée à la dose de radiation que recevra le patient pour un examen de radiologie. Le mA appliqué soit le quotient du mAs par la vitesse de rotation joue donc un rôle important sur cette dose. Cependant, le paramètre mA ne peut pas être utilisé à des fins de comparaison entre appareils puisque plusieurs autres paramètres d'acquisition influenceront la dose notamment le pitch, l'épaisseur de coupe, la vitesse de rotation et la tension appliquée au tube.

À titre d'exemple, la figure 12 ci-dessous montre la relation linéaire entre la charge appliquée (mA) et l'indicateur de dose ( $CTDI_{VOL}$ ) pour deux appareils de l'étude. On remarque qu'il existe une différence significative entre le  $CTDI_{VOL}$  des deux appareils pour une même charge (mA). On peut observer une variation du double de la valeur  $CTDI_{VOL}$  entre l'appareil A pour lequel on obtient 5,28 mGy comparativement à 2,62 mGy pour l'appareil B lorsqu'on applique une même charge de 100 mA. Notez que les deux appareils sont de modèles similaires, proviennent du même fabricant et utilisent le même pitch.

Figure 12 : Relation linéaire entre la charge mA et l'indicateur de dose  $CTDI_{VOL}$



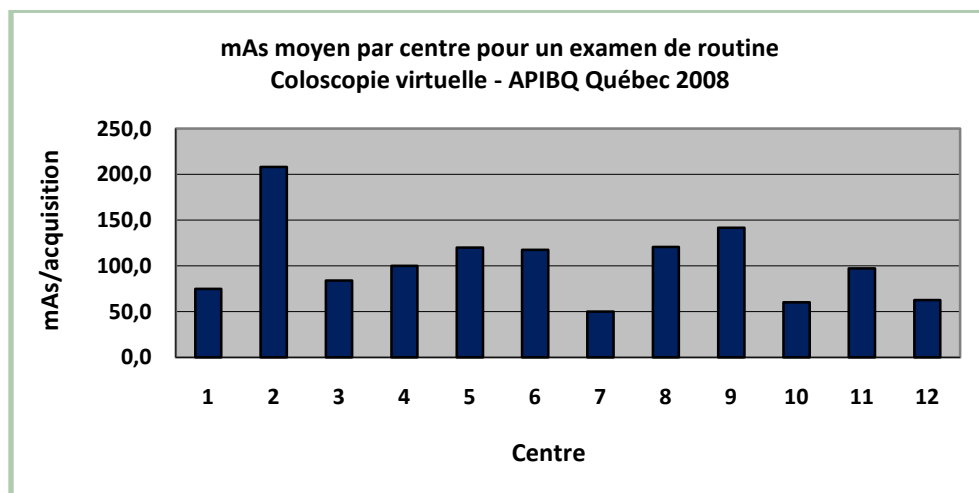
Certains paramètres d'acquisition utilisés pour effectuer les examens peuvent expliquer la différence des résultats obtenus entre les deux centres. Le centre A effectuait les examens à une tension de 130 kV, une collimation de 9,6 mm, une vitesse de rotation de 0,6 s et une épaisseur de coupe de 2 mm ; la charge n'était pas modulée. Quant au centre B, on utilisait une tension de 120 kV, une collimation de 12 mm, une vitesse de rotation de 0,5 s, l'épaisseur de coupe était de 1 mm et la charge mA était modulée.

On comprend ici l'importance d'évaluer l'ensemble des paramètres d'acquisition. Un processus d'optimisation des protocoles ne doit donc pas s'appuyer exclusivement sur une réduction des valeurs mA ou mAs utilisées.

Nous présentons ici les résultats de l'étude en ce qui a trait à la charge mAs. L'analyse porte sur 12 centres de tomodensitométrie et 146 acquisitions. Dans le cadre de l'étude, la charge moyenne appliquée pour effectuer un examen de routine est de 104 mAs par acquisition.

La figure suivante montre le mAs moyen qui est utilisé dans les différents centres de tomodensitométrie pour effectuer les examens de routine.

Figure 13 : mAs moyen, par centre, pour un examen de routine



À la figure 13, on peut observer une grande variation de la charge appliquée (mAs) pour un examen de routine entre les différents centres de tomodensitométrie. En effet, la charge moyenne utilisée dans les centres variait de 45 à 208 mAs.

L'analyse des protocoles d'examen de coloscopie virtuelle montre de grandes différences d'un centre à l'autre. Voici quelques observations :

- Certains centres appliquent les mêmes paramètres pour toutes les acquisitions et tous les patients, et ce, sans modulation du courant.
- Parmi les centres qui utilisent un mA fixe, un seul modifie le mAs en fonction du poids.
- Quelques centres modifient leurs paramètres pour la deuxième acquisition en abaissant le mAs dans une mesure qui permet toutefois une reconstruction 3D adéquate de l'image.
- Dans le cadre de l'étude, 50 % des centres ont utilisé une charge modulée pour effectuer les examens. Ce résultat concorde avec celui de l'étude de Liedenbaum et autres (2008). La modulation du courant fera varier le mAs selon la morphologie du patient et la composition de la zone irradiée.

Dans un article visant la radioprotection des patients, l'IAEA recommande que le mAs soit fixé au niveau le plus bas qui permet d'assurer une qualité adéquate de l'image aux fins du diagnostic. Cette recommandation peut s'appliquer pour un même appareil lorsque les autres paramètres d'acquisition ont été optimisés. On ne doit pas utiliser les valeurs mA pour établir des comparaisons entre différents appareils d'autant plus que certains appareils affichent les mA ou mAs effectifs<sup>21</sup> et non les charges réelles utilisées.

Rappelons que la valeur du mAs doit être relativisée en fonction d'autres paramètres d'acquisition et qu'un processus d'optimisation des protocoles ne doit pas s'appuyer exclusivement sur une réduction de la valeur du mAs utilisée.

***Dans le cadre d'une optimisation des protocoles CT visant la réduction de la dose, il importe de privilégier les indicateurs de dose CTDI<sub>VOL</sub> et DLP.***

Plusieurs auteurs (Van Gelder et autres, 2002 ; Iannaccone et autres, 2003a et 2003b) rapportent qu'il est possible d'obtenir une sensibilité et une précision comparables tout en réduisant la dose de façon significative.

---

21. Les mA ou mAs effectifs correspondent à la valeur des mA ou mAs réels divisée par la grandeur du pitch.

## 6.2 LA TENSION (kV)

La tension s'exprime en kilovolt (kV). Elle détermine l'énergie maximale des photons à la sortie du tube radiogène. Ce paramètre est sélectionné selon la densité des tissus à traverser. Généralement, ce paramètre est fixe pour un même type d'examen.

Dans le cadre de l'étude, tous les centres sauf un seul ont appliqué une tension au tube de 120 kV pour les examens de coloscopie CT. Ces résultats concordent avec ceux de l'étude faite par Liedenbaum, Venema et Stoker (2008), pour laquelle la grande majorité des centres utilisait cette tension.

Certaines études, dont celle qu'ont menée Iannaccone et autres (2003a) sur les protocoles à très faible dose (*ultra low dose*), s'appuient sur une tension de 140 kV et une charge de 10 mAs.

La tension appliquée pour l'examen devrait faire l'objet d'une analyse particulière dans le cadre d'un processus d'optimisation des doses.



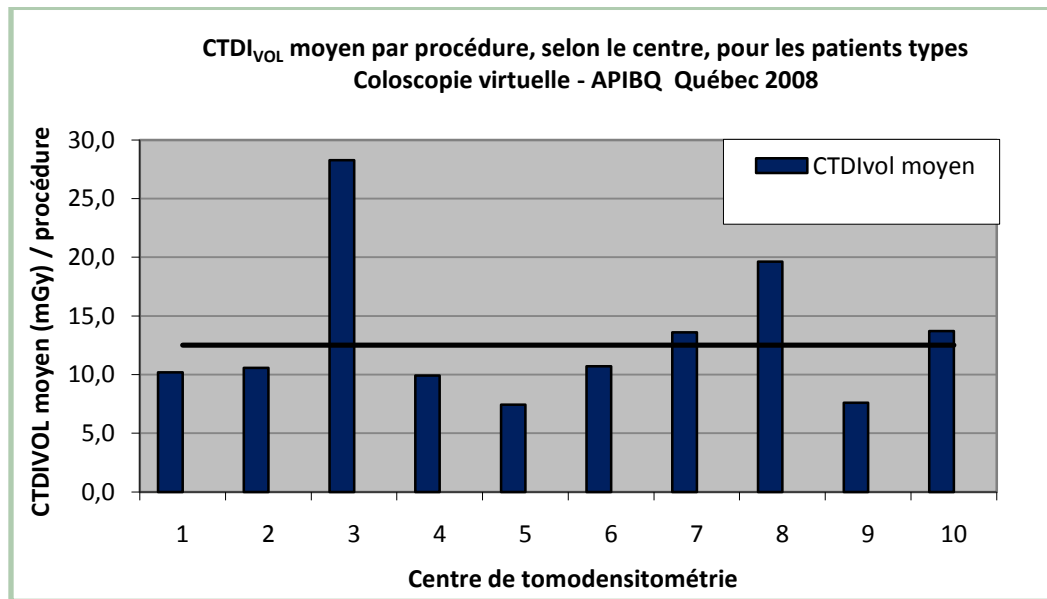
## 7 ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'INDICATEUR DE DOSE CTDI<sub>VOL</sub>

Pour une coloscopie CT de routine, c'est-à-dire une procédure comportant deux acquisitions – habituellement en position dorsale et en position ventrale –, l'ACR recommande un CTDI<sub>VOL</sub> de 6,25 mGy par acquisition ou de 12,5 mGy pour l'ensemble des deux acquisitions.

**Note :** Aux fins de la comparaison avec les recommandations de l'ACR, nous avons additionné les CTDI<sub>VOL</sub> des différentes acquisitions d'une procédure.

Dans le cadre de l'étude, l'analyse porte sur les données de 29 patients types répartis dans 10 centres de tomodensitométrie pour lesquels le CTDI<sub>VOL</sub> a été inscrit. La figure suivante montre le CTDI<sub>VOL</sub> moyen de l'ensemble des procédures de coloscopie virtuelle de routine effectuées dans chaque centre de tomodensitométrie.

Figure 14 : CTDI<sub>VOL</sub> moyen par procédure, selon le centre, pour les patients types



Selon nos résultats, le CTDI<sub>VOL</sub> moyen obtenu pour une coloscopie CT de routine passée par un patient type est de 12,9 mGy.

La valeur obtenue pour le CTDI<sub>VOL</sub> moyen des procédures effectuées dans chaque centre a été comparée à la valeur recommandée par l'ACR. On constate que, dans 60 % des centres, le CTDI<sub>VOL</sub> est inférieur ou égal à 12,5 mGy par procédure.

Un dépassement de la valeur recommandée par l'ACR a été observé pour 9 procédures réparties dans 4 centres. La valeur CTDI<sub>VOL</sub> de ces procédures variait de 13,6 à 28,26 mGy.



## 8 ÉVALUATION DES RISQUES

Les données de l'étude, menée en 2008, ont permis d'évaluer les risques d'incidence de cancers pour l'examen de coloscopie virtuelle dans la population du Québec. Aux fins de la comparaison avec d'autres études similaires, la dose individuelle des patients de l'étude qui ont subi un examen de coloscopie virtuelle a été estimée à partir du modèle proposé dans l'étude BEIR VII<sup>22</sup>.

Dans notre étude, les données analysées proviennent de 14 centres répartis sur le territoire québécois. L'échantillonnage couvre la majorité des centres du Québec qui offrent l'examen, ce qui donne un bon aperçu des pratiques en dosimétrie pour l'examen de coloscopie virtuelle durant la période ciblée. L'analyse a porté sur un examen de routine, indépendamment du cadre dans lequel celui-ci s'inscrit – soit le dépistage, le suivi ou le diagnostic.

Selon les résultats obtenus, la dose efficace moyenne pour un examen de routine de coloscopie CT serait d'environ 10,4 mSv par patient pour l'ensemble du Québec.

L'étude BEIR VII présente les risques associés aux effets des rayonnements ionisants et établit des facteurs de pondération pour estimer l'incidence de cancers chez une personne, dans une population typique, en fonction de la dose reçue, du sexe et de l'âge de cette personne. L'étude BEIR VII utilise un modèle linéaire pour établir les risques associés aux faibles doses.

Certains émettent l'hypothèse de l'existence d'un seuil sur l'effet des radiations ionisantes pour une personne exposée à ces rayonnements. Jusqu'à ce jour, il n'y a aucune évidence scientifique permettant d'affirmer qu'il n'existe aucun risque à faible dose. Actuellement, l'étude BEIR est la méthode de référence reconnue dans le milieu de la radioprotection pour évaluer l'effet des rayonnements ionisants sur une population.

Selon la méthode de calcul présentée dans BEIR VII, l'incidence de cancers pour les patients qui subissent un examen de coloscopie virtuelle CT dans les centres de tomodensitométrie du Québec serait de l'ordre de 1 pour 1 500. Pour chacun de ces patients, le risque de développer un cancer au cours de sa vie serait donc de 0,07 %.

Une récente publication de l'IAEA<sup>23</sup> rapporte que le risque d'incidence de cancers dans une population pourrait être estimé à 2 000 nouveaux cas annuellement par tranche de 100 000 individus pour les patients âgés de plus de 40 ans qui recevraient tous les ans une dose équivalant à celle d'un examen de coloscopie virtuelle CT – la dose estimée pour un examen étant de 8 mSv. Le risque de développer un cancer chez ces patients atteindrait 2 % pour l'ensemble des examens reçus jusqu'à l'âge de 70 ans.

---

22. NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF NATIONAL ACADEMIES, COMMITTEE TO ASSESS HEALTH RISKS FROM EXPOSURE TO LOW LEVELS OF IONIZING RADIATION (2006), *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation : BEIR VII, Phase 2*, Washington (D.C.), The National Academies Press, 424 p.

23. IAEA (2008), *op. cit.*

En comparaison, on observerait un nombre de l'ordre de 1 300 nouveaux cas de cancers par année par tranche de 100 000 personnes pour une population québécoise qui recevrait annuellement une dose comparable à celle obtenue dans notre étude soit 10,4 mSv par examen. Rappelons que notre évaluation des risques comme celle présentée par l'IAEA porte sur un examen de routine dans un cadre diagnostique et non dans le cadre d'un programme de dépistage.

Dans le cadre d'un dépistage par coloscopie virtuelle, la réduction des doses reçues par les patients au moment des examens contribuerait à faire diminuer considérablement le risque d'incidence de nouveaux cas de cancers dans la population. En ce qui a trait au dépistage, des études portant sur l'optimisation des doses démontrent que les examens pourraient être effectués avec des doses aussi faibles que 2 mSv sans compromettre leur apport diagnostique<sup>24</sup>.

---

24. Voir R. IANNACCONE et autres (2003a), « Feasibility of ultra-low-dose multislice CT colonography for the detection of colorectal lesions: preliminary experience », *European Radiology*, vol. 13, n°6, juin, p. 1297-1302 ; R. IANNACCONE et autres (2003b), « Detection of colorectal lesions: Lower-dose multi-detector row helical CT colonography compared with conventional colonoscopy », *Radiology*, vol. 229, n° 3, décembre, p. 775-781 ; R. SINHA (2006), « CT colonography – A practical guide », *Indian Journal of Radiology and Imaging*, vol. 16, n° 4, octobre-décembre, p. 537-541 ; J. FLORIE et autres (2007), « Feasibility study of computed tomography colonography using limited bowel preparation at normal and low-dose levels study », *European Radiology*, vol. 17, n° 12, décembre, p. 3112-3122.

## DISCUSSION

Dans la présente étude, nous avons analysé les différents protocoles appliqués pour l'examen de coloscopie virtuelle CT effectué au Québec. Nous avons estimé la dose efficace au patient sans distinction entre les examens visant le dépistage ou le diagnostic.

Nos résultats montrent que 84 % des 14 centres de tomодensitométrie effectuaient l'examen de coloscopie virtuelle CT de routine, qui exige deux acquisitions. Le DLP moyen calculé pour un examen passé par un patient type est de 608 mGy•cm. On observe également une grande variation de la dose (DLP moyen) d'un centre à l'autre. En effet, selon les résultats de l'étude, le DLP d'une procédure peut varier de 231 à 1 487 mGy•cm.

L'analyse des résultats obtenus pour le  $CTDI_{VOL}$  montre aussi une grande variation des résultats entre les centres. Certains d'entre eux excèdent la recommandation de l'American College of Radiology. On devrait tenir compte de ce paramètre lorsque l'on établit un protocole d'examen.

La modulation du courant est un outil qui permet de réduire de façon significative la dose au patient. Dans le cadre de l'étude, 50 % des centres ont utilisé un mA modulé pour effectuer les examens. La dose (DLP) moyenne était réduite de 24 % pour les examens effectués dans ces centres par rapport aux examens faits dans les centres où l'on a utilisé un mA fixe. L'International Atomic Energy Agency rapporte que l'utilisation de la modulation du courant pourrait permettre une réduction de la dose jusqu'à 35 %. Il serait donc important d'envisager ce mode d'exposition au moment de définir les protocoles d'examens.

Certains centres modifient le mAs pour la deuxième acquisition de l'examen afin de réduire la dose au patient. Les résultats de notre étude montrent une diminution de la dose au patient de 37 % pour l'ensemble des centres qui réduisaient la charge avant la deuxième acquisition de l'examen. On constate qu'il est possible de réduire la dose pour la deuxième acquisition. Il y aurait donc avantage à opter pour ce type de protocole, comme on peut le constater à la lecture d'études relativement récentes.

Les auteurs de plusieurs études portant sur l'optimisation des doses rapportent qu'il est possible d'effectuer une coloscopie virtuelle CT à plus faible dose sans compromettre l'apport diagnostic. Selon nos résultats, la dose médiane pour l'ensemble des examens de coloscopie virtuelle CT est de 9,8 mSv. D'autres études<sup>25</sup> obtiennent une dose médiane de 5,7 mSv lorsque l'examen est effectué dans le cadre du dépistage. On estime que la dose reçue par les patients au moment des examens de dépistage pourrait être réduite de plus de 50 % dans certains centres du Québec, après optimisation.

---

25. M.H. Liedenbaum, H.W. Venema et J. Stoker (2008), *op. cit.*



## CONCLUSION

Le cancer colorectal (CCR) est une importante cause de décès au Québec comme dans les autres provinces du Canada. Statistique Canada estime d'ailleurs qu'il sera la deuxième cause de décès liés au cancer en 2009. Dans son rapport sur le dépistage du CCR au Canada publié en septembre 2009, l'organisme rapporte que, dans la plupart des régions du Canada, les médecins offrent actuellement un examen de coloscopie virtuelle à leurs patients sur une base individuelle plutôt que dans le cadre de programmes organisés. En 2007, l'Ontario a pour sa part mis en place un programme provincial, tandis que le Manitoba entreprenait la phase pilote du sien et que l'Alberta publiait de nouvelles lignes directrices cliniques pour le dépistage du CCR.

La coloscopie optique, ou standard, est l'examen de référence pour le diagnostic du CCR. Cependant, les résultats de différentes études, parfois discordants, laissent penser que, dans un premier temps, la coloscopie virtuelle CT peut être proposée dans certains cas seulement, ainsi que le rapportent plusieurs auteurs (Pickhardt et autres, 2003 ; Aubertin et Zins, 2006). L'analyse de la place de la coloscopie virtuelle dans un programme organisé de dépistage colorectal a fait l'objet d'un mandat que le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) confiait en mai 2008 à l'Agence d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé.

La coloscopie CT, examen d'imagerie médicale introduit dans la pratique médicale vers 1993 occupe une place de plus en plus importante pour le diagnostic ou le dépistage du CCR. Les avancées technologiques des dernières années permettent d'offrir à certains patients une solution de rechange à la coloscopie standard. La coloscopie CT joue maintenant un rôle important dans le dépistage du cancer colorectal dans d'autres pays, par exemple les États-Unis.

En mars 2008, l'American Cancer Society a ajouté cette technique d'imagerie à sa liste d'examens acceptés dans le cadre du dépistage du cancer colorectal. Dans son rapport d'activité 2008-2009, la Direction de la lutte contre le cancer du MSSS faisait mention de cette décision et reconnaissait l'examen comme utile en tant que méthode diagnostique dans le cas des patients pour lesquels une coloscopie standard est contre-indiquée ou n'a pu être effectuée complètement.

Pour sa part, l'American College of Radiology a établi de nouvelles références dans son guide de pratique révisé en 2009 pour les examens de coloscopie CT chez l'adulte. Ces références valent autant pour les examens diagnostiques que pour les examens de dépistage. En janvier dernier, l'Association canadienne des radiologistes déposait son guide et ses recommandations sur la pratique de la coloscopie virtuelle.

Bien que les performances diagnostiques, les limites et les indications de cet examen restent à préciser et à confirmer, on assiste au Québec comme ailleurs à une forte augmentation des demandes d'examens de coloscopie CT. Pour répondre à la demande, de plus en plus de centres offrent cet examen à la population. Dans le cadre de l'étude, c'était déjà le cas de plus de 20 % des centres en mars 2008.

L'International Atomic Energy Agency rappelle de son côté l'importance de standardiser les protocoles et les techniques d'examens. Selon cette organisation, le risque potentiel associé aux rayonnements ionisants ne doit pas être ignoré et les méthodes qui visent à réduire les doses doivent être utilisées tout en s'assurant de la qualité informative de l'image.

Comme pour les examens courants de tomodensitométrie, objets de la première partie du rapport, on observe une grande variation des doses reçues par les patients au moment des coloscopies virtuelles CT d'un centre à l'autre. Il importe donc de travailler à l'optimisation des protocoles techniques pour réduire ces doses.

Plusieurs études, dont celles qui ont été menées par Van Gelder et autres (2002) ainsi que par Iannaccone et autres (2003a), ont démontré qu'en optimisant les protocoles techniques des examens, on pouvait réduire de façon significative la dose au patient tout en conservant les informations diagnostiques de l'examen. Selon les résultats de notre étude, nous pensons que l'application des méthodes adéquates d'optimisation permettrait de réduire les doses d'environ 50 % pour l'ensemble des examens de coloscopie virtuelle CT de dépistage effectués au Québec.

Afin de guider et de soutenir les centres de tomodensitométrie dans le choix des paramètres dosimétriques optimaux pour cet examen de plus en plus pratiqué, il conviendrait d'inclure la coloscopie CT dans le processus d'optimisation des doses qui devrait s'amorcer prochainement.

L'étude des doses en tomodensitométrie de mars 2008 a permis d'analyser un nouvel examen d'imagerie médicale du point de vue dosimétrique. L'excellente participation à cette étude démontre l'intérêt constant porté par les professionnels de la santé à tout ce qui leur permet d'améliorer leur pratique, d'assurer la radioprotection et de continuer à offrir des examens d'une grande qualité à la population du Québec.



## BIBLIOGRAPHIE

AUBERTIN, A., et M. ZINS (2006). « Imagerie digestive », *Journal de Radiologie*, vol. 87, n<sup>os</sup> 7-8, p. 853-854.

ACR – AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY, (2009). *ACR Practice Guideline for the Performance of Computed Tomography (CT) Colonography in Adults*, Résolution n<sup>o</sup> 36, révisée, 10 p., [En ligne]. [www.acr.org].

ACR – AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY et RSNA – RADIOLOGICAL SOCIETY OF NORTH AMERICA (2009). « CT Colonography », *RadiologyInfo*, 7 juillet, 4 p., [En ligne]. [http://www.radiologyinfo.org]

ACS – AMERICAN CANCER SOCIETY (2009). *American Cancer Society Guidelines for the Early Detection of Cancer*, [En ligne]. [www.cancer.org] (Consulté en décembre 2009).

AETMIS – Agence d'évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé (2008). *Place de la coloscopie virtuelle dans un programme organisé de dépistage du cancer colorectal*, note informative préparée par Cathy Gosselin, NI-2008-02, 46 p.

APIBQ – ASSOCIATION DES PHYSICIENS ET INGÉNIEURS BIOMÉDICAUX DU QUÉBEC (2009). *Étude des doses en tomодensitométrie : Rapport d'étude – Première partie : Analyse des examens courants*, Québec, Association des physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec, 86 p. et annexes, [En ligne]. [www.apibq.org]

BERRINGTON DE GONZALEZ, AMY, et autres (2009). « Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007 », *Archives of Internal Medicine*, vol. 169, n<sup>o</sup> 22, 14-28 décembre, p. 2071-2077, [En ligne]. [www.archinternmed.com].

CAR – CANADIAN ASSOCIATION OF RADIOLOGISTS (2010), « *CAR CT Colonography Standards* », janvier, 43 p. [En ligne]. [www.car.ca ].

COTTON, P.B., et autres (2004). « Computed tomographic colonography (virtual colonoscopy): A multicenter comparison with standard colonoscopy for detection of colorectal neoplasia », *Journal of the American Medical Association*, vol. 291, n<sup>o</sup> 14, 14 avril, p. 1713-1719.

EUROPEAN COMMISSION (2008). *EU Scientific Seminar 2003 « Medical Overexposures »*, Proceedings of a scientific seminar held in Luxembourg on 16 October 2003, Radiation protection n<sup>o</sup> 149, Luxembourg, European Commission, 47 p.

FLACK, B., B.B. FORSTER et M.E. PEZIM (2008). « CT Colonography: A new technique for colorectal cancer screening », *BC Medical Journal*, vol. 50, n<sup>o</sup> 4, mai, p. 206-211.

FLORIE, J., et autres (2007). « Feasibility study of computed tomography colonography using limited bowel preparation at normal and low-dose levels study », *European Radiology*, vol. 17, n<sup>o</sup> 12, décembre, p. 3112-3122.

GIRARD, Chantal (2009). *Le bilan démographique du Québec – Édition 2009*, Québec, Institut de la statistique du Québec, 84 p.

GRASER, A., et autres (2006). « Dose reduction and image quality in MDCT colonography using tube current modulation », *American Journal of Roentgenology*, vol. 187, n<sup>o</sup> 3, septembre, p. 695-701.

GROUPE IMPACT (2006). Calculs par simulation *MonteCarlo*, chiffrier Excel *CTDosimetry.xls*, version 0.99x.

Ho, C., et autres (2008). *La colographie par tomodensitométrie, ou coloscopie virtuelle, dans le dépistage du cancer colorectal dans la population à risque moyen*, Aperçu technologique n° 47, Ottawa, Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé, 14 p., [En ligne]. [www.acmts.ca].

IAEA – INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (2009a). *CT Colonography*, [En ligne]. [http://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/InformationFor/HealthProfessionals/1\_Radiology/ComputedTomography/CTColonography.htm] (Consulté en novembre 2009).

IAEA – International Atomic Energy Agency (2009b). *Dose Reduction in CT while Maintaining Diagnostic Confidence: A Feasibility/Demonstration Study*, IAEA-TECDOC-1621, Vienne, International Atomic Energy Agency, 55 p.

IAEA – International Atomic Energy Agency (2008). *Radiation Protection in Newer Medical Imaging Techniques: CT Colonography*, Safety reports series n° 61, Vienne, International Atomic Energy Agency, 27 p.

IANNACCONE, R., A. LAGHI et C. CATALANO (2005). « Colorectal carcinoma: detection and staging with multislice CT (MSCT) colonography », *Abdominal Imaging*, vol. 30, n° 1, janvier, p. 13-19.

IANNACCONE, R., et autres (2003a). « Feasibility of ultra-low-dose multislice CT colonography for the detection of colorectal lesions: preliminary experience », *European Radiology*, vol. 13, n°6, juin, p. 1297-1302.

IANNACCONE, R., et autres (2003b). « Detection of colorectal lesions: Lower-dose multi-detector row helical CT colonography compared with conventional colonoscopy », *Radiology*, vol. 229, n° 3, décembre, p. 775-781.

ICRP – INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (2007). « The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection », *Annals of the ICRP*, vol. 37, n°s 2-4, ICRP Publication n° 103, 330 p.

ICRP – INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (1991). « 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection », *Annals of the ICRP*, vol. 21, n°s 1-3, ICRP Publication n° 60, 201 p.

JENSCH S., et autres (2006). « Effective radiation doses in CT colonography: results of an inventory among research institutions », *European Radiology*, vol. 16, n° 5, mai, p. 981-987.

JONES, D.G., et P.C. SHRIMPTON (1993). *Normalised organ doses for X-ray computed tomography calculated using Monte Carlo techniques*, document NRPB-SR250, Chilton (Royaume-Uni), National Radiological Protection Board, 23 p.

LIEDENBAUM, M.H., H.W. VENEMA et J. STOKER (2008). « Radiation dose in CT colonography-trends in time and differences between daily practice and screening protocols », *European Radiology*, vol. 18, n° 10, octobre, p. 2222-2230.

LUZ, O., et autres (2007). « Evaluation of dose exposure in 64-slice CT colonography », *European Radiology*, vol. 17, n° 10, octobre, p. 2616-2621.

McCOLLOUGH, C., L. GUIMARAES et J. FLETCHER (2009). « In defense of body CT », *American Journal of Roentgenology*, vol. 193, n° 1, juillet, p. 28-39.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DU QUÉBEC, DIRECTION DE LA LUTTE CONTRE LE CANCER (2009). *Rapport d'activité 2008-2009*, 41 p., [En ligne]. [[www.msss.gouv.qc.ca](http://www.msss.gouv.qc.ca)].

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SOINS DE LONGUE DURÉE DE L'ONTARIO, site Internet, [En ligne]. [[www.controlecancercolorectal.ca](http://www.controlecancercolorectal.ca)] (Consulté en décembre 2009).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF NATIONAL ACADEMIES, COMMITTEE TO ASSESS HEALTH RISKS FROM EXPOSURE TO LOW LEVELS OF IONIZING RADIATION (2006). *Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII, Phase 2*, Washington (D.C.), The National Academies Press, 424 p.

PICKHARDT, P.J., et autres (2003). « Computed tomographic virtual colonoscopy to screen for colorectal neoplasia in asymptomatic adults », *The New England Journal of Medicine*, vol. 349, n° 23, 4 décembre, p. 2191-2200.

SCHOPPHOVEN, S., K. FAULKNER et H.P. BUSCH (2008). « Assessment of patient organ dose in CT virtual colonoscopy for bowel cancer screening », *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 129, n° 1-3, mars-avril, p. 179-183.

SINHA, R. (2006). « CT colonography – A practical guide », *Indian Journal of Radiology and Imaging*, vol. 16, n° 4, octobre-décembre, p. 537-541.

SMITH-BINDMAN, R., et autres (2009). « Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer », *Archives of Internal Medicine*, vol. 169, n° 22, 14-28 décembre, p. 2078-2086, [En ligne], [[www.archinternmed.com](http://www.archinternmed.com)].

Statistique Canada, site Web, [En ligne]. [[www.statcan.gc.ca/rapportssurlasante](http://www.statcan.gc.ca/rapportssurlasante)].

VANDAELE, P., et autres (2006). « CT colonography: The Essentials », [En ligne]. [<http://www.medscape.com/viewarticle/522083>].

VAN GELDER, R.E., et autres (2002). « CT colonography at different radiation dose levels: feasibility of dose reduction », *Radiology*, vol. 224, n° 1, juillet, p. 25-33.

WILKINS, K., et M. SHIELDS (2009). « Dépistage du cancer colorectal au Canada – 2008 », *Rapports sur la santé*, vol. 20, n° 3, septembre, 12 p.



## ANNEXES

Les formulaires présentés dans cette section ont été transmis dans les différents centres de tomodensitométrie du Québec au moment de l'étude en mars 2008.



## ANNEXE 1 : FORMULAIRE DES PARAMÈTRES D'EXPOSITION



Association des physiciens et  
ingénieurs biomédicaux du Québec

### PARAMÈTRES D'EXPOSITION EN TOMODENSITOMÉTRIE (PARAMÈTRES – Colonoscopie virtuelle)

NOM DU CENTRE : \_\_\_\_\_ SALLE : \_\_\_\_\_  
FABRICANT : \_\_\_\_\_ MODÈLE : \_\_\_\_\_  
ANNÉE DE FABRICATION : \_\_\_\_\_ NOMBRE DE DÉTECTEURS / BARRETTES : \_\_\_\_\_

| COLONOSCOPIE VIRTUELLE | NUMÉRO DU<br>PROTOCOLE | EXAMENS CIBLÉS                                                             | TENSION | TEMPS<br>de<br>rotation | CHARGE                                                   |                   | PAS<br>ou<br>PITCH | ÉPAISSEUR<br>DE COUPE<br>reconstruite | CONFIGURATION<br>DU DÉTECTEUR           |
|------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
|                        |                        | <sup>1</sup> Examen standard                                               |         |                         | Cocher pour<br>indiquer une<br>charge fixe ou<br>modulée |                   |                    |                                       | (Selon le fabricant)<br>Ex. : 16 X 0.75 |
|                        |                        | <sup>2</sup> S'il y a lieu, indiquer des<br>variantes de l'examen standard | kV      | s                       | mA<br>fixe<br>√                                          | mA<br>modulé<br>√ |                    | mm                                    | mm                                      |
|                        | 1                      | Examen standard                                                            |         |                         |                                                          |                   |                    |                                       |                                         |
|                        |                        |                                                                            |         |                         |                                                          |                   |                    |                                       |                                         |
|                        |                        |                                                                            |         |                         |                                                          |                   |                    |                                       |                                         |
|                        |                        |                                                                            |         |                         |                                                          |                   |                    |                                       |                                         |
|                        |                        |                                                                            |         |                         |                                                          |                   |                    |                                       |                                         |

<sup>1</sup> L'examen standard réfère à une colonoscopie chez un adulte. Si l'examen standard nécessite plus d'une acquisition et exige la variation de vos paramètres entre chaque acquisition, utiliser plusieurs lignes.

<sup>2</sup> S'il y a lieu, identifier les variantes de l'examen. Si l'examen *standard* peut être modifié par rapport aux renseignements cliniques ou selon l'âge du patient, noter le protocole utilisé pour deux examens modifiés. Numéroté le protocole.

Signature de la personne de référence : ☐ Technologue ☐ Radiologiste ☐ Gestionnaire

\_\_\_\_\_ Téléphone : \_\_\_\_\_













Association des physiciens  
et ingénieurs biomédicaux  
du Québec