

Radioprotection à l'ICM

Outils informatisés pour la
radioprotection et le suivi dosimétrique
à l'Institut de Cardiologie de Montréal



ICM-01-01-2012-09

Plan de présentation

1. Visite du Vérificateur Général du Québec
2. Plan d'action de l'ICM - Radioprotection
3. Outils informatisés
4. Contrôles de qualité - Code 35
5. Suivi des indicateurs de dose

Vérificateur Général



- Vérification de l'optimisation des ressources du gouvernement du Québec
- Rapport public (déposé automne 2015)

¹ L'Assemblée nationale confie au Vérificateur général le mandat de favoriser, par la vérification, le contrôle parlementaire sur les fonds et autres biens publics. Ce mandat comporte, dans la mesure jugée appropriée par le Vérificateur général, la vérification financière, celle de la conformité des opérations avec les lois, les règlements, les énoncés de politique et les directives, ainsi que la vérification de l'optimisation des ressources (VOR). Son champ de compétence s'étend principalement au gouvernement et à ses organismes et comprend également les fonds versés sous forme de subventions.

[1]

- Chapitre 4: Équipements médicaux

Visite du Vérificateur Général

- Visite des inspecteurs en février 2015
 - CHUM, CUSM, ICM
- Objet de la visite: Équipements médicaux
 - Emphase sur l'imagerie médicale
 - Valeur de remplacement au 31 mars 2015:
1.1 milliard \$ (46% de la valeur du parc des équipements médicaux)

Visite du Vérificateur Général

1. Volet utilisation des équipements d'imagerie médicale
 - Optimisation de l'accès et de l'utilisation des équipements d'imagerie
 - Pertinence des examens
2. Processus d'acquisition et entretien des équipements médicaux
3. Utilisation sécuritaire des appareils
 - Radioprotection dans le cadre d'équipements d'imagerie par rayons-X

Rapport du VGQ - Radioprotection

- Absence d'application intégrale du code de sécurité 35
- Guide fédéral publié en 2008 par Santé Canada 
- Publication d'une circulaire en 2009 par le MSSS pour l'adoption au Québec du code 35. Échéance en avril 2010.

105 Les établissements vérifiés n'appliquent pas intégralement le Code de sécurité 35 en matière de radioprotection de Santé Canada plus de cinq ans après son adoption. En outre, le MSSS et les établissements vérifiés n'ont pas mis en place un mécanisme permettant de suivre le cumul des doses de rayonnement absorbées par patient.

[1]

Rapport du VGQ - Radioprotection

- Absence de suivi des doses de rayonnement ionisant absorbé, par patient. (cumul de dose)
 - Reconnaissance de la présence à l'ICM d'une base de données d'indicateurs de dose.

ou aucun outil pour suivre cette information. Seul l'ICM collecte, depuis 2004, des données sur les doses de rayonnement pour certains examens, dont ceux de TDM. Cette information n'est pas accumulée par patient de manière systématique, mais l'ICM développe actuellement un système pour le faire.

[1]

Plan de présentation

1. Visite du Vérificateur Général du Québec
2. Plan d'action de l'ICM - Radioprotection
3. Outils informatisés
4. Contrôles de qualité - Code 35
5. Suivi des indicateurs de dose

Plan d'action de l'ICM - Radioprotection

1. Création d'un programme d'assurance-qualité pour les équipements d'imagerie par rayons-X
2. Création d'outils informatisés pour le suivi des tests de contrôle de qualité
3. Mise en pratique du programme d'assurance-qualité
4. Mise à jour du système de suivi des doses

Plan d'action de l'ICM - Radioprotection

1. Création d'un programme d'assurance-qualité pour les équipements d'imagerie par rayons-X
 - Similaire au programme de radioprotection des isotopes, exigé par la Commission Canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)
 - En lien avec le code de sécurité 35
 - Complété en janvier 2017
 - Approuvé par le comité de radioprotection en avril 2017.

Plan d'action de l'ICM

2. Création d'outils informatisés pour le suivi des tests de contrôle de qualité
 - Enregistrement des résultats dans une base de données.
 - Suivi de l'évolution et comparaison des résultats
 - Reddition de compte du programme assurance-qualité.
 - Première version complétée à l'été 2017

Plan d'action de l'ICM

3. Mise en pratique du programme d'assurance-qualité
 - Contrôles de qualité et suivi des différents équipements d'imagerie par rayons X (TDM, angio cardiaque)
 - En cours à l'automne 2017



Plan d'action de l'ICM

4. Mise à jour du système de suivi des doses
 - Accès aux données des différents systèmes pour récupérer l'information dosimétrique (RIS, PACS)
 - Mise à jour des scripts pour l'importation des données
 - Création d'une interface web pour la consultation des données, par patient
 - En cours de développement. Prévu pour automne 2017.

Plan de présentation

1. Visite du Vérificateur Général du Québec
2. Plan d'action de l'ICM - Radioprotection
3. Outils informatisés
4. Contrôles de qualité - Code 35
5. Suivi des indicateurs de dose

Besoins

- Système centralisé pour le suivi du programme d'assurance qualité:
 1. Enregistrement et consultation des tests de QC prescrits par le Code de sécurité 35 [6]
 2. Enregistrement et consultation des indicateurs de doses – Tomodensitomètre (CT) et angiographie cardiaque (XA)
 3. Portail pour le partage d'information en radiologie.

Outils à l'ICM

- Système web développé à l'interne à l'aide d'outils *open-source*:

- Serveur Apache



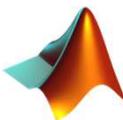
- Base de données MySQL

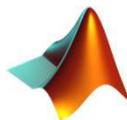


- Programmation PHP, HTML



- Bibliothèques: Highcharts, Bootstrap, Slimbox

- Matlab (\$) 



HIGHCHARTS

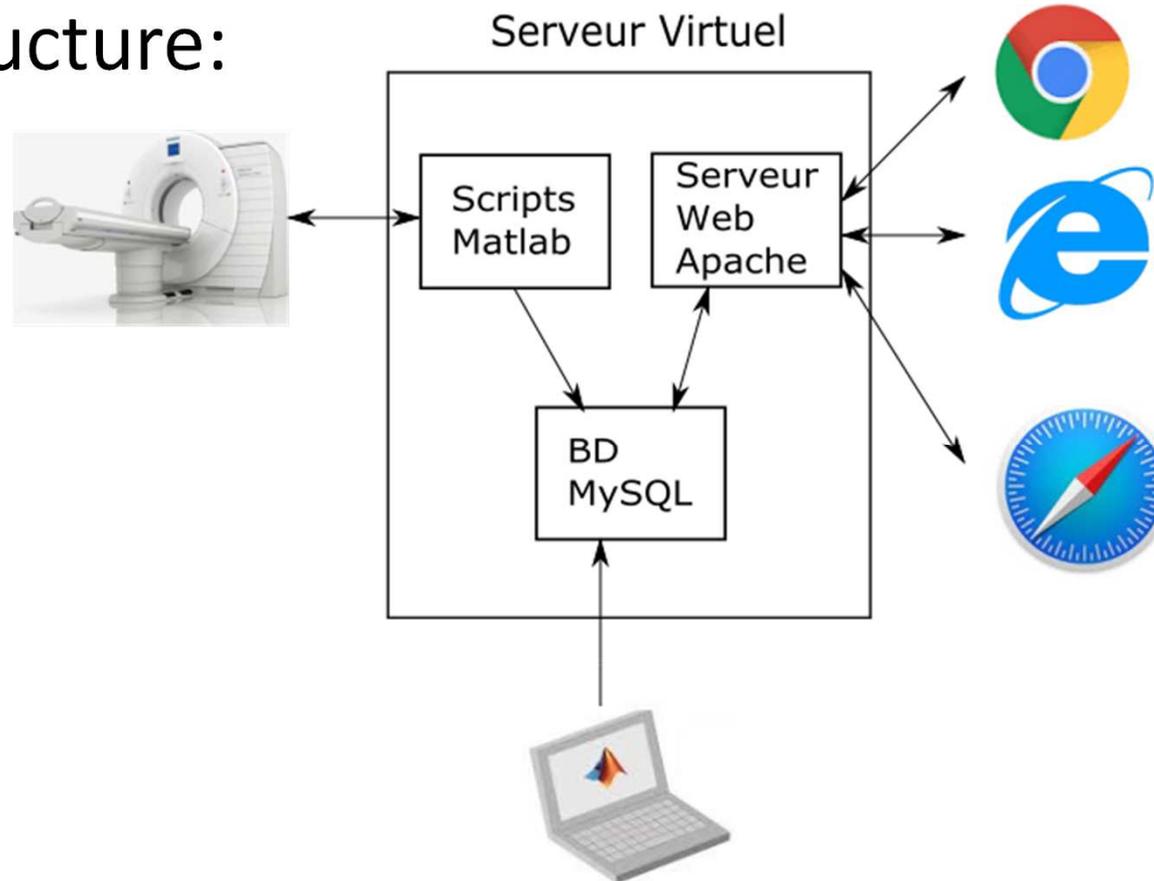
- DCMTK

- Xampp, Eclipse 



Outils à l'ICM

- Infrastructure:



Étapes de développement

1. Création d'une base de données (BD) qui inclura les données importantes
2. Insertion des données dans la BD (scripts)
3. Création des pages webs pour afficher l'information dans la BD
4. Tests et validation
5. Publication des pages web

Solution interne - avantages

- Gratuit
- Répond exactement au besoin
- Ajout rapide de nouvelles fonctionnalités
- Accessible

Solution interne - inconvénients

- Expertise requise / à développer
- Temps requis pour le développement
- Support interne requis



"I think we're past the point where rebooting will help."

Plan de présentation

1. Visite du Vérificateur Général du Québec
2. Plan d'action de l'ICM - Radioprotection
3. Outils informatisés
4. Contrôles de qualité - Code 35
5. Suivi des indicateurs de dose

Code de Sécurité 35

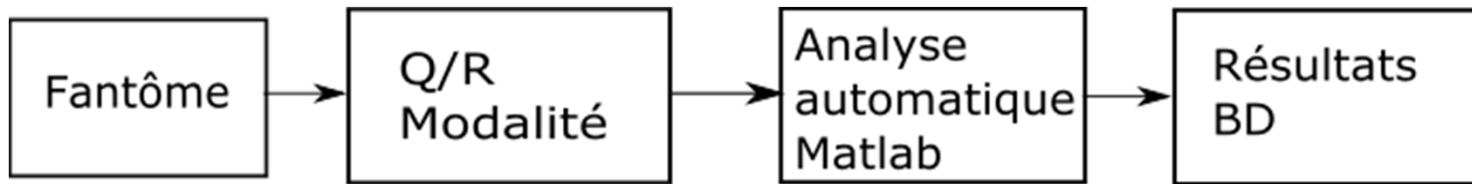
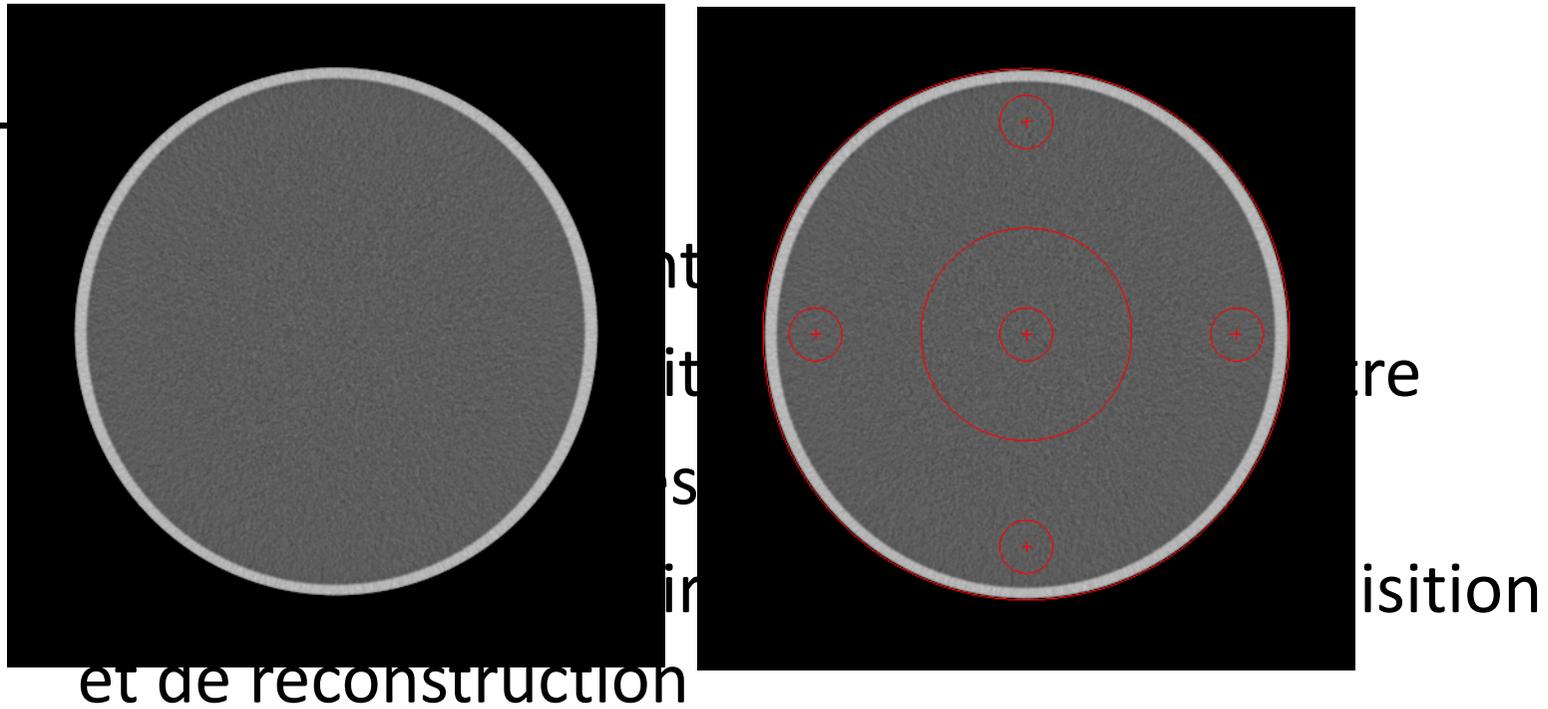
- Rappel: Guide fédéral publié en 2008 par Santé Canada.
- Contrôles de qualité pour toutes les modalités contenant sources à rayons-X (emphasis CT, XA)
- Définition des tests, fréquences, responsabilité etc...
- Enregistrement et consultations des données

Code de Sécurité 35



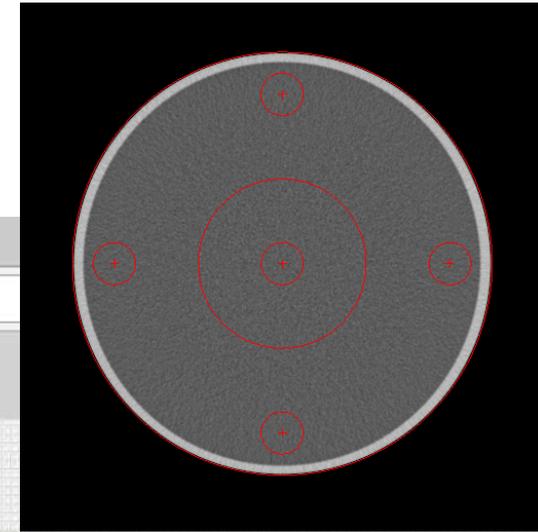
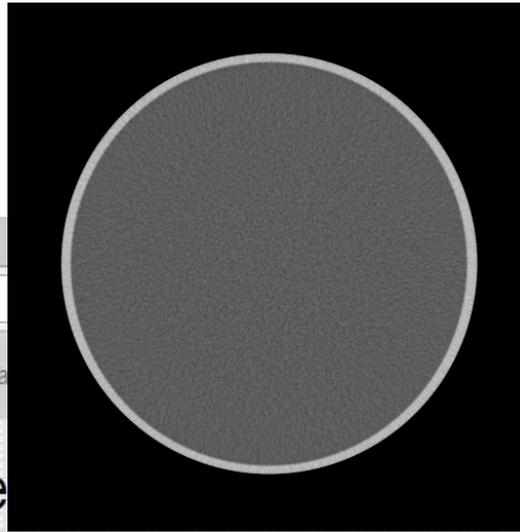
- Au Québec, publication du *Module de contrôle de qualité et de radioprotection en tomodensitométrie* par Centre d'expertise clinique en radioprotection (CECR). [2]
- Synthèse, pour le CT, du code 35 avec application au Québec

Code de Sécurité 35 - CT



ICM-01-01-2012-08

Code de



Mosaic

icm60704/mosaic/ctDailyQC.php?device=FORCE

Mosaic Contrôle de qualité Indicateurs de doses

Contrôle de qualité quotidien

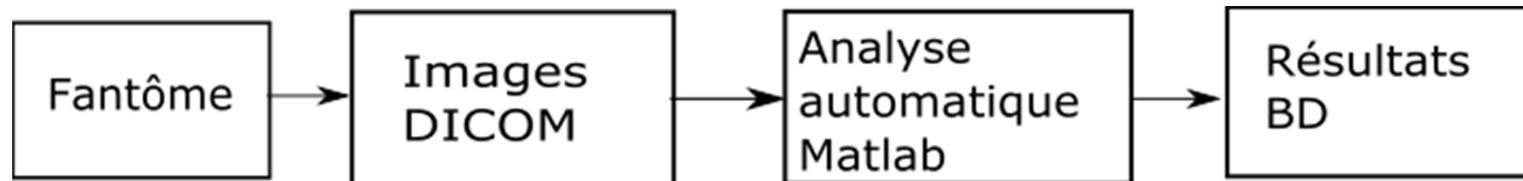
Chercher

Affichage des enregistrements 1 à 25 (sur un total de 210) Page 1 de 9

	Date et heure de mesure	Protocol	Tension (kV)	Effective mAs	Bruit (std)	Moyenne CT	Uniformité	Dernière modification
	2017-09-19 06:51	Pediatric_100	100	180	11.14	0.52	0.56	2017-09-19 10:21:53
	2017-09-19 06:51	Dual_tubeB_120	120	460	5.21	0.37	0.23	2017-09-19 10:21:52
	2017-09-19 06:50	Dual_tubeA_120	120	460	5.22	0.54	0.42	2017-09-19 10:21:52
	2017-09-19 06:50	Head_120	120	270	10.31	0.21	0.09	2017-09-19 10:21:51
	2017-09-19 06:50	Body_120	120	300	6.45	0.51	0.40	2017-09-19 10:21:52

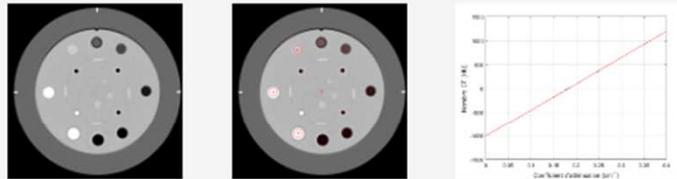
Code de Sécurité 35 - CT

- Tests annuels :
 - Largeur du faisceau / Ouverture du collimateur
 - Performance du tube radiogène
 - Indices de dose (CTDIvol)
 - Performance du TDM (Catphan 600)
 - Performance des stations de lecture



Code de Sécurité 35 - CT

Étalonnage et linéarité des nombres CT (CTP404)



Chercher

Réinitialiser

Affichage des résultats 1 à 25 (sur un total de 60) Page 1 de 3

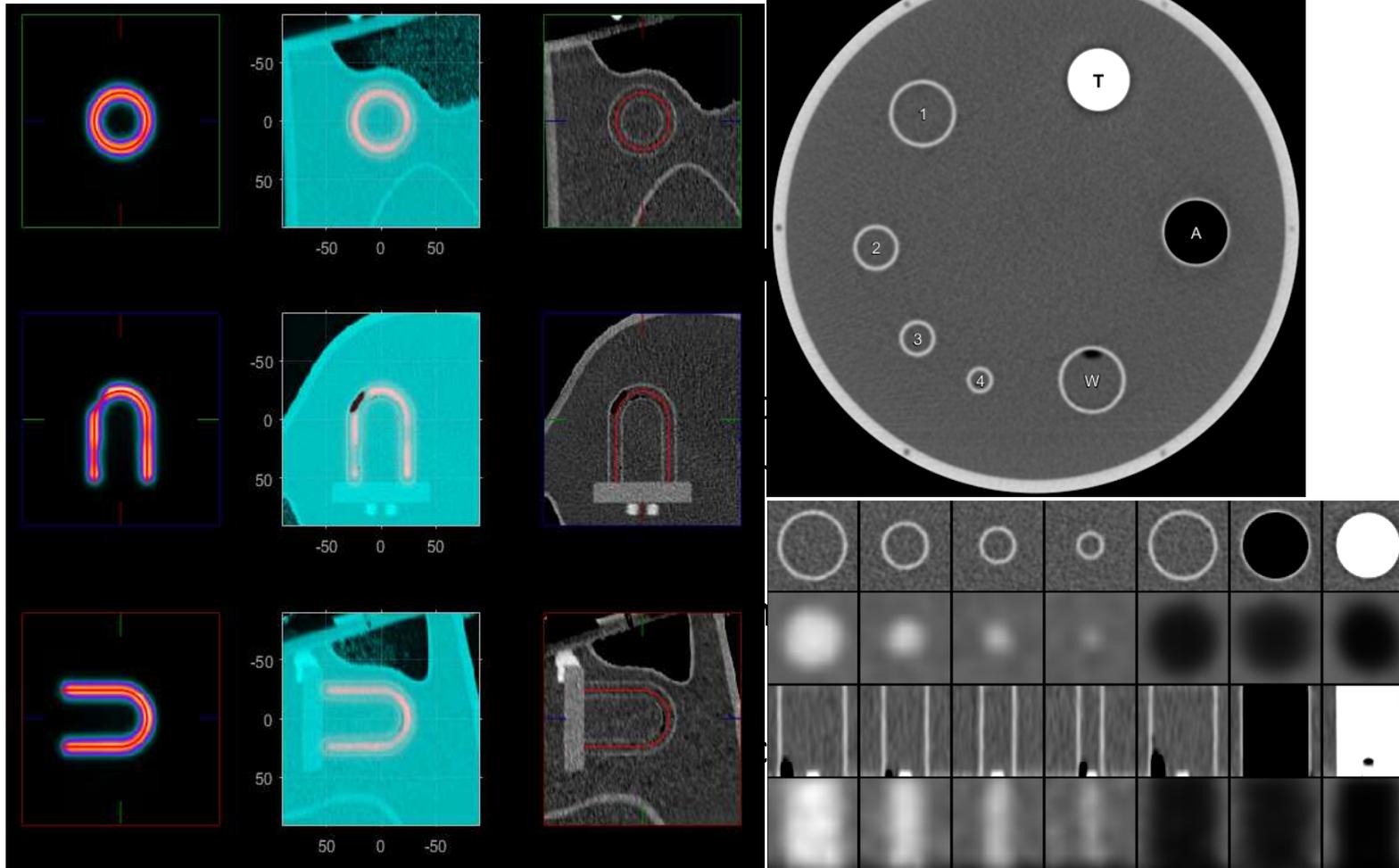
Système	Series Date and Time	Tension (kV)	Effective mAs	Single collimation width (mm)	Total collimation width (mm)	Slice thickness (mm)	Increment (mm)	Kernel	Nombres CT (HU)								Effective energy (keV)	Contrast scale (cm ⁻¹ ·HU ⁻¹)	r			
									Air	PMP	LDPE	PS	Eau	PMMA	POM	PTFE						
	BIOMATRIX	2017-06-23 12:01:22	140	250	1,2	38,4	5	1,0	I30f\3	-1 006	-175	-82	-26	5	131	355	935	80	1.82E-4	1,		
	BIOMATRIX	2017-06-23 12:01:20	140	250	1,2	38,4	5	1,0	B30f	-1 006	-174	-82	-26	4	131	353	934	81	1.81E-4	1,		

ICM-01-01-2012-08

Code de Sécurité 35 - XA

- Tests quotidiens
 - Réchauffage du système
 - Fonctionnement des compteurs
 - État de l'équipement
 - Mouvement du système
 - Évaluations sommaires des stations d'acquisition et de reconstruction

Médecine nucléaire



Code de Sécurité 35

- Avantages du système
 - Optimisation lors des évaluations
 - Facilité de suivre les résultats
 - Partage facile de l'information
 - Objectivité, reproductibilité

Code de Sécurité 35 - CT

CT Quotidien	CT Annuel
État de l'équipement	Largeur du faisceau / Ouverture du collimateur
Calibration et stabilité du tomодensitomètre	Performance du tube radiogène
Fonctionnement des indicateurs	Indices de dose (CTDIvol)
Évaluations sommaires des stations d'acquisition et de reconstruction	Performance du TDM (Catphan 600)
	Performance des stations de lecture
	Autres

- Contrôles trimestriels, semestriel

Code de Sécurité 35 - XA

XA Quotidien	XA Annuel
Réchauffage du système	Résolution spatiale
Fonctionnement des compteurs	Collimation
État de l'équipement	DéTECTABILITÉ du contraste
Mouvement du système	Mesures de dose du fantôme
Évaluations sommaires des stations d'acquisition et de reconstruction	Vérification des DAP
	Performance des stations de lecture

ICM-01-01-2012-08

Plan de présentation

1. Visite du Vérificateur Général du Québec
2. Plan d'action de l'ICM - Radioprotection
3. Outils informatisés
4. Contrôles de qualité - Code 35
5. Suivi des indicateurs de dose

Indicateurs de doses

- Quantité de rayonnement émise par l'appareil
- Facile à mesurer
- Permet le suivi dosimétrique des modalités
- Permet la visualisation des changements apportés dans l'environnement clinique.
- Ne correspond pas à la dose au patient
- Pourrait permettre une estimation de la dose au patient (cumul de dose)

Indicateurs de doses

- Logiciel commerciaux disponibles

- Bayer Radimetrics



- GE Dose Management



- Siemens Teamplay

- Autres



- Logiciel Open-source

- Radiance



- Solution interne

Solution à l'ICM

- Solution interne
- Source des données
 - Système information radiologique (saisie manuelle)
 - PACS (reconnaissance de caractères / OCR)
 - PACS (Radiation Dose SR)
- Les données:
 - Information sur l'examen
 - Indicateurs de dose (CT et XA)
 - Code associé à la procédure (et région anatomique)

Indicateurs de doses - CT

14-Sep-2017 11:07

Ward:
Physician:
Operator:

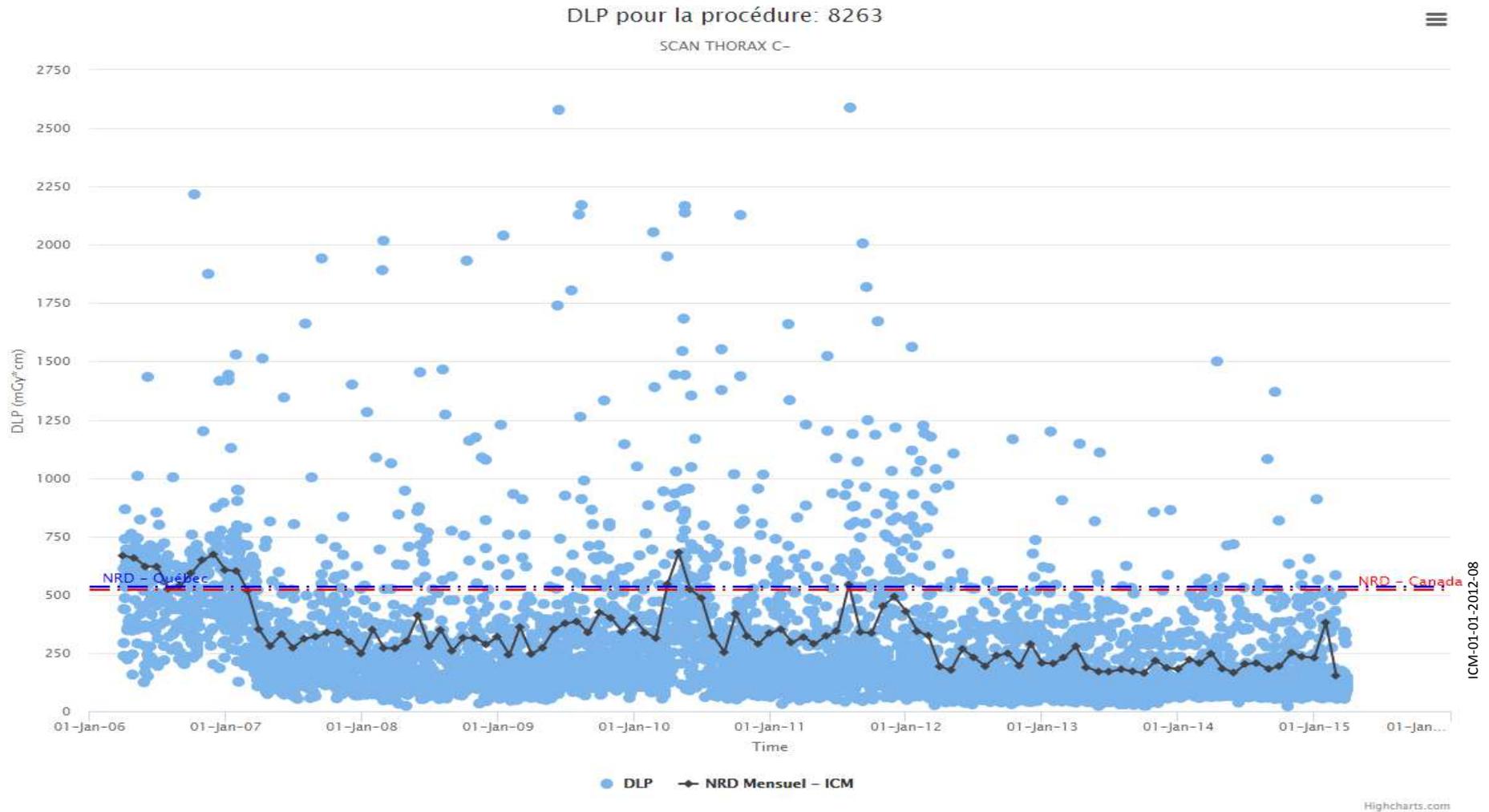
Total mAs 1257 Total DLP 111 mGycm

	Scan	kV	mAs / ref.	CTDIvol* mGy	DLP mGycm	TI s	cSL mm
Patient Position F-SP							
Topo LAT	1	120	19 mA	0.07 L	2.3	3.3	0.6
Topo AP	2	120	19 mA	0.07 L	2.3	3.4	0.6
PreMonitoring	3	100	23	0.65 L	0.6	0.25	10.0
Contrast							
Monitoring	4	100	23	5.17 L	5.2	0.25	10.0
FLAoGated C+	12D	90	460 / 334	3.25 L	100.9	0.25	0.6

Medium	Type	Iodine Conc. mg/ml	Volume ml	Flow ml/s	CM Ratio
Contrast		0	51	4.7	100%
Contrast		0	49	4.9	40%
Saline			50	4.7	

ICM-01-01-2012-08

Indicateurs de doses - CT



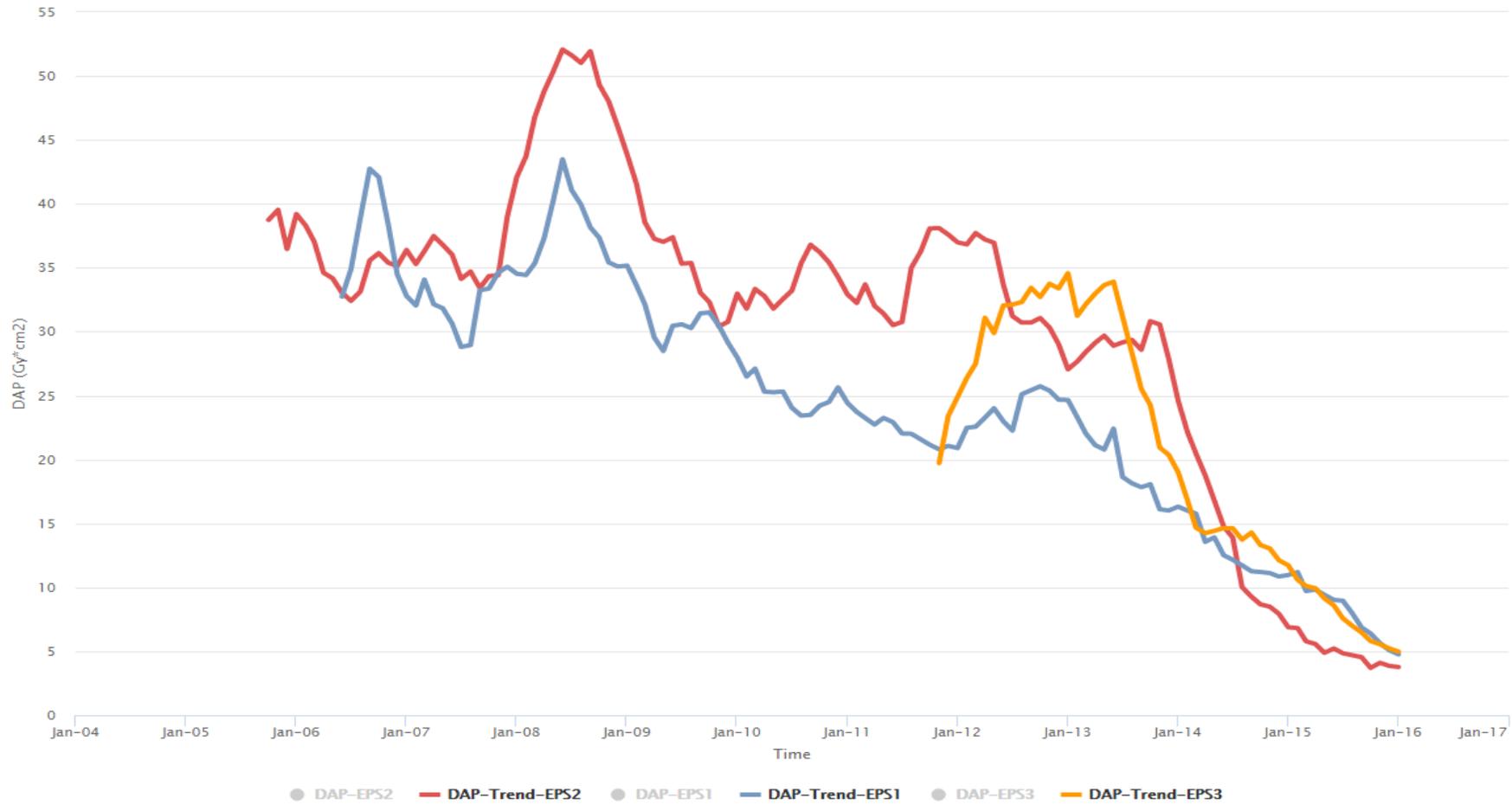
Indicateurs de dose-XA

- DAP: produit dose-surface (*Dose Area Product*) – Gy*cm²
- DAP pour un examen au complet
- Secteur Hémodynamie et électrophysiologie
 - 5 salles hémodynamie et 4 salles électrophysiologie, salle hybride (SOP)
- Seuils à surveiller (DAP > 300 Gy*cm²)
 - Probabilité élevée que le seuil de dose pour les lésions à la peau (**2 Gy**) ait été dépassé [5]

Indicateurs de dose-XA

DAP pour l'angiographie cardiaque

Moyenne mensuelle des DAP pour l'électrophysiologie – par salle



Highcharts.com

ICM-01-01-2012-08

Indicateurs de dose par patient

Suivi des indicateurs de dose

Hier Dernière semaine

Date début

03/02/2014

Date fin

03/02/2015

Chercher

Affichage des enregistrements 1 à 25 (sur un total de 25) Page 1 de 1

ID Patient	No Requete	Date Examen	Modalité	Valeur	Unite
			XA	300	
999999	2015000321	2015-01-13	XA	339.46	Gy*cm2
999999	2015000258	2015-01-12	XA	646.01	Gy*cm2
999999	2015000184	2015-01-08	XA	300.09	Gy*cm2
999999	2015000082	2015-01-06	XA	314.87	Gy*cm2
999999	2015000014	2015-01-03	XA	372.05	Gy*cm2
999999	2015000012	2015-01-02	XA	358.40	Gy*cm2
999999	2014009769	2014-12-30	XA	306.78	Gy*cm2
999999	2014009699	2014-12-24	XA	302.13	Gy*cm2
999999	2014009285	2014-12-10	XA	480.11	Gy*cm2
999999	2014009231	2014-12-09	XA	477.25	Gy*cm2
999999	2014008734	2014-11-23	XA	315.12	Gy*cm2
999999	2014008683	2014-11-20	XA	314.70	Gy*cm2
999999	2014008581	2014-11-18	XA	383.39	Gy*cm2
999999	2014008445	2014-11-13	XA	606.00	Gy*cm2

ICM-01-01-2012-08

Indicateurs de dose

- À venir:
 - Script d'actualisation des données automatique
 - Analyse des nouvelles données et courbes de tendance
 - Ajout de rapports statistiques sur les données
 - Information de médecine nucléaire

Dose au patient

- À partir des indicateurs de doses, possibilité d'estimer la dose au patient.
 - CT: Estimation de la dose à l'organe et de la dose efficace (i.e. logiciel VirtualDose)
 - XA: Estimation du *Entrance skin dose*. Logiciel développé à l'ICM.
 - XA: Estimation de la dose efficace

Solution provinciale?

- Possible avec le RID d'avoir des indicateurs de doses au niveau provincial.
- Possible d'avoir des niveaux de référence diagnostique (NRD) actualisés fréquemment?
- Suivi des travaux du colloque du CECR en juin 2017.

Conclusion

- Plan d'action suite au rapport du Vérificateur général du Québec
- Système développé à l'interne à l'ICM offre beaucoup d'avantages.
- Améliorations à venir:
 - Finaliser tests QC au code 35
 - Finaliser les améliorations liés aux indicateurs de dose
 - Dose au patient

Remerciement

- Collaborateurs
 - Sébastien Authier
 - Vincent Finnerty
- Centre d'expertise clinique en radioprotection
- Association des physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec

Références

- [1] Rapport du Vérificateur général du Québec à l'Assemblée nationale pour l'année 2015-2016 – Vérification de l'optimisation des ressources. Automne 2015
- [2] Module de contrôle de qualité et de radioprotection en tomodensitométrie, Centre d'expertise Clinique en radioprotection, 2013
- [3] Étude des doses en tomodensitométrie, Première partie: Analyse des examens courants, Association des Physiciens et ingénieurs biomédicaux du Québec, 2008
- [4] Sondage Canadien en tomodensitométrie – Niveaux de référence diagnostiques nationaux – Santé Canada, 2016
- [5] Neofotistou et al. *Preliminary reference levels in interventional cardiology*. Eur Radiol (2003) 13:2259-63.
- [6] Code de sécurité 35: Procédures de sécurité pour l'installation, l'utilisation et le contrôle des appareils à rayons X dans les grands établissements radiologiques médicaux, Santé Canada, 2008