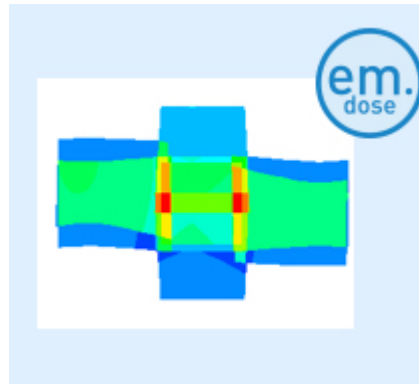
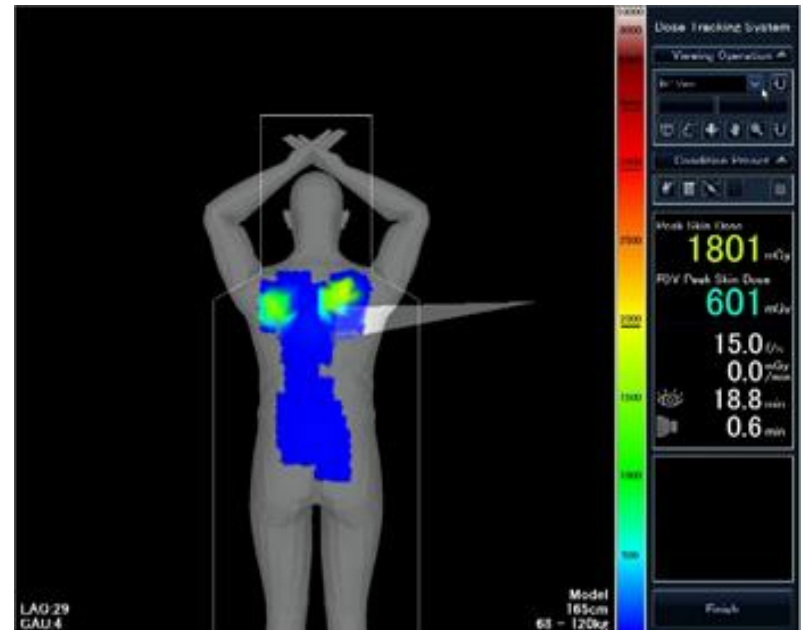


Logiciels de calcul de dose cutanée

Développement de logiciels en ligne et hors ligne pour l'estimation des MSDs ou la distribution des doses 2D



em.dose, Esprimed



Dose Tracking System, Canon

- Les capacités / précision du logiciel diffèrent considérablement entre les fournisseurs
- Dose et précision ni systématiquement rapportées ni harmonisées dans le RDSR
- Pas de tests de mise en service ni de protocoles de contrôle qualité (QC)



VERIDIC

Validation and Estimation of
Radiation skin Dose in
Interventional Cardiology

Jérémie Dabin, Joëlle Ann Feghali, Carlo Maccia, Françoise Malchair,
Valentin Blidéanu, Marta Sans Merce, Marine Deleu, Georgios Simantirakis,
Olivera Ciraj-Bjelac, Francesca De Monte, Aoife Gallagher, Željka Knežević,
Marija Majer

jeremie.dabin@sckcen.be

Journée SFRP, Fontenay-aux-Roses, 04/02/2020





VERIDIC

Validation and Estimation of
Radiation skin Dose in
Interventional Cardiology

- Projet financé par CONCERT
- 10 partenaires
- Coordinateur SCK • CEN
- Durée: 24 mois
- Date de début: 01/02/2018



<https://www.researchgate.net/> → VERIDIC

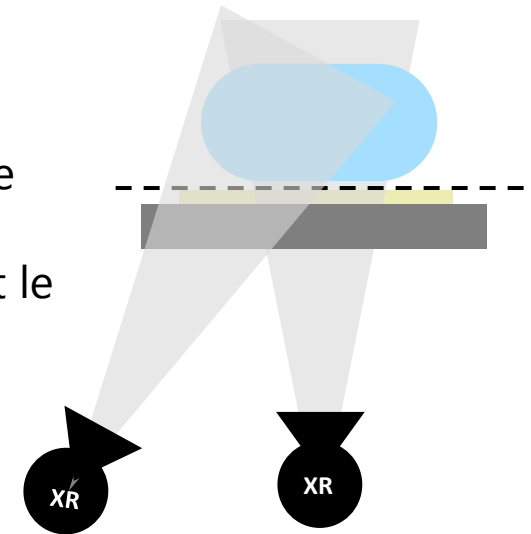
- Revue des outils de calcul de la dose cutanée (WP1)
- Contribuer à l'harmonisation des RDSR pour le calcul et la notification des doses cutanées (WP1)
- Comparaison des capacités et de la précision des logiciels de calcul de la dose cutanée (WP2)
- Développement de protocoles de mise en service et de contrôle qualité pour logiciels de calcul de dose cutanée (WP2)
- Étude des déterminants de dose cutanée et l'optimisation de la dose (WP3)

- Revue basée sur:
 - algorithmes de calcul
 - facteurs pris en compte dans le calcul (tels que la rétrodiffusion, l'atténuation de la table ou la forme corporelle du patient)
 - leurs capacités à fournir une distribution de dose 2D ou 3D
 - techniques de validation
 - limites
- 19 outils logiciels identifiés, 13 analysés
 - Littérature (scientifique, commerciale)
 - Fabricants

$$\text{Skin dose} = K_{a,r} \times CF \times Att \times BSF \times \left(\frac{d_{ref}}{d_{perp}} \right)^2 \times f_{skin}$$

Où:

- CF est le facteur d'étalonnage ou le rapport entre la mesure et l'affichage, $K_{a,r}$
- Att est le coefficient d'atténuation de la table et du matelas
- BSF est le facteur de rétrodiffusion
- d_{ref} est la distance entre le point focal des rayons X et le point de référence
- d_{perp} est la distance entre le point focal des rayons X et le point de référence d'entrée du patient (PERP)
- f_{skin} est le rapport des coefficients d'absorption masse-énergie de la peau à l'air .



WP1: Harmonisation of skin dose reporting

Comparison

BSF	Table and mattress attenuation	Ka,r calibration factor (CF)	f-factor	Patient model
- Single default value - Possibly set by user - Multiple values from literature (kV, filtration, patient thickness)	- Single default value - Possibly set by user - Multiple values from calibration measurements	- None - Single value - Possibly set by user	- None - From literature	- Cylindrical - Elliptical - ICRP phantom - Phantom library (UF, Caeser) - Voxelised CT phantoms

WP1: Harmonisation of skin dose reporting

D 9.141 - Standards for digital dose reporting

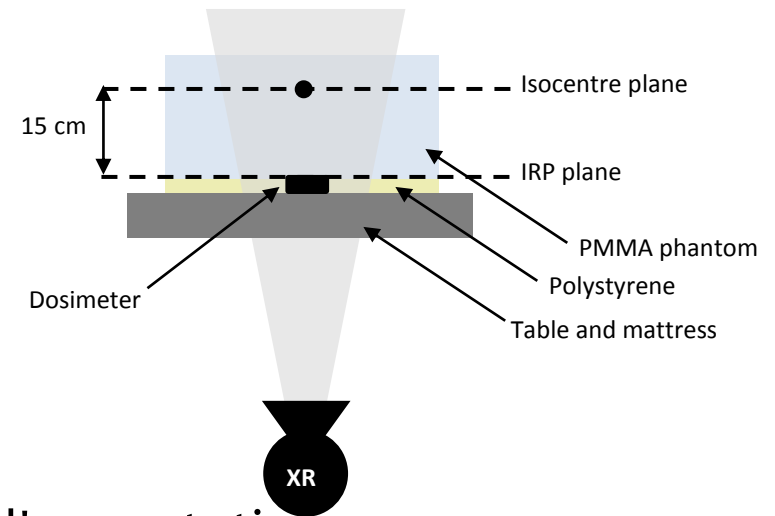
Lead Author: Françoise Malchair

With contributions from: Jérémie Dabin, Marine Deleu, Carlo Maccia,
Marta Sans Merce

Protocoles de mise en service et de contrôle qualité

Objectif:

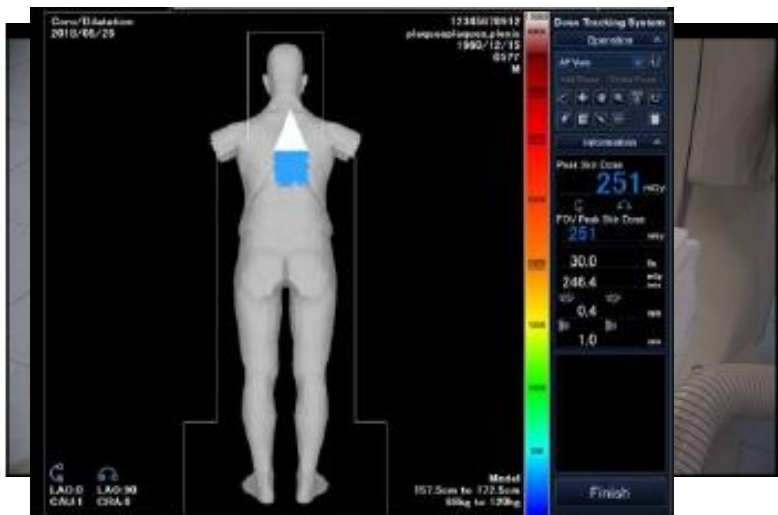
Développement de protocoles de mise en service et de contrôle qualité à l'usage des physiciens médicaux en pratique clinique



Tests d'acceptation

- Films gafchromiques / TLD / multimètre QC
- PMMA + 13 configurations simples
- RA + 3 procédures cliniques
- Comparaison avec les systèmes en ligne et hors ligne

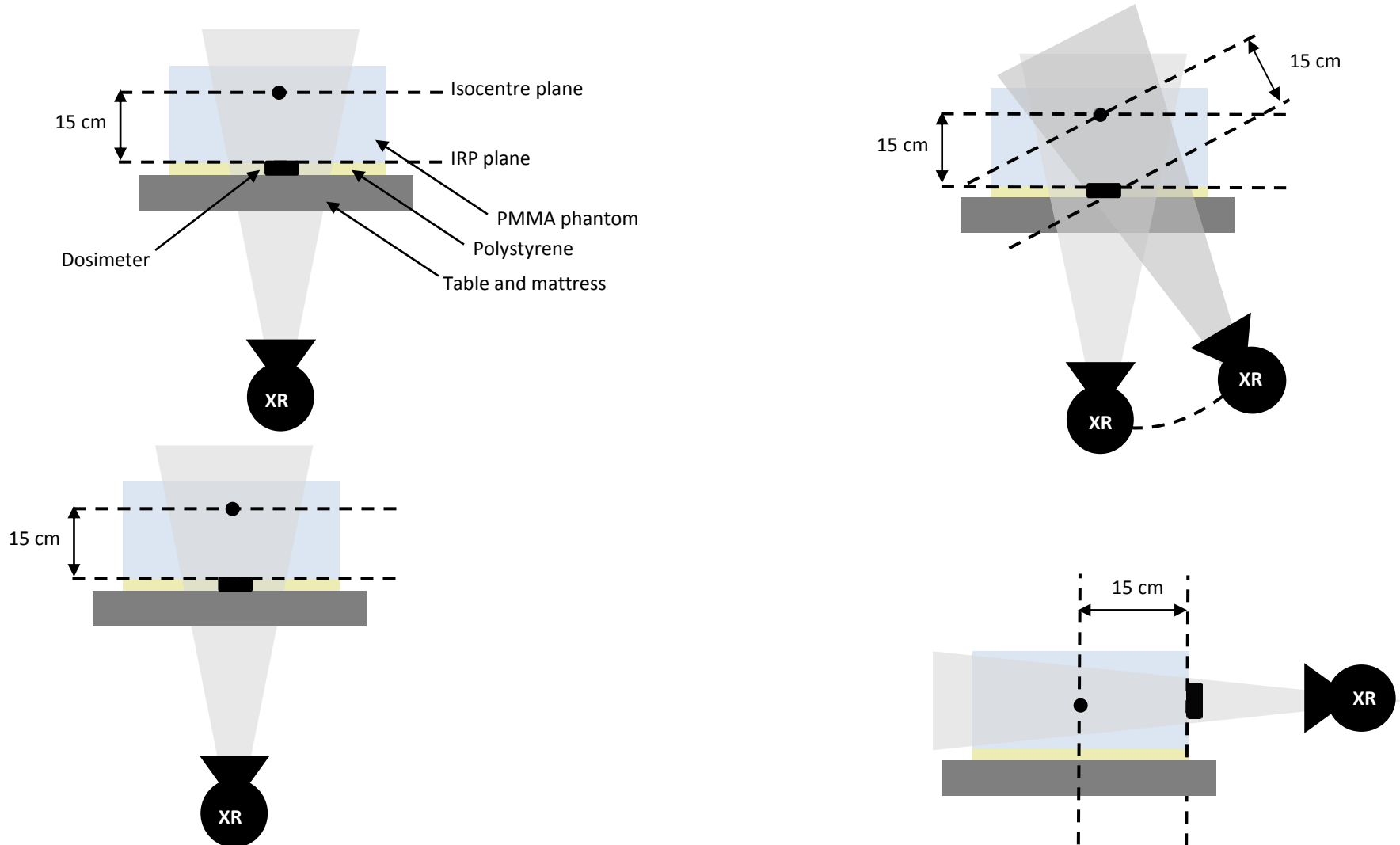
Deleu, 2018, master thesis



Dose Tracking System, Canon from Deleu, 2018, master thesis

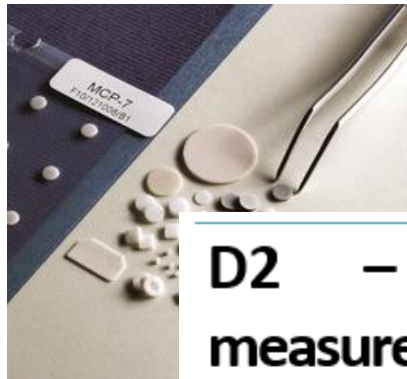
WP2: Acceptance tests and QC protocols

Teste de mise en service



Irradiation event	Purpose of measurement	Configuration	Projections	Tube potential	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)
1^{1,2}	K _{a,r} calibration	Free in air	PA	low (~80 kVp)	NA	NA	NA
2^{1,2}	K _{a,r} calibration	Free in air	PA	high (~120 kVp)	NA	NA	NA
3¹	Effect of the mattress and table attenuation	On mattress + table	PA	low (~80 kVp)	NA	NA	NA
4¹	Effect of the mattress and table attenuation	On mattress + table	PA	high (~120 kVp)	NA	NA	NA
5³	Effect of the phantom scatter	Phantom 20 cm + mattress + table	PA	Automated selection	Adult	170	70
6³	Effect of the phantom scatter; thicker patient	Phantom 25 cm + mattress + table	PA	Automated selection	Adult	170	80
7³	Effect of the phantom scatter; thicker patient	Phantom 30 cm + mattress + table	PA	Automated selection	Adult	170	90
8³	Effect of the phantom scatter; thinner patient	Phantom 15 cm + mattress + table	PA	Automated selection	Adult	160	55
9³	Effect of the phantom scatter; thinner patient	Phantom 10 cm + mattress + table	PA	Automated selection	Adult / Paediatric	140	45
10³	Effect of the phantom scatter; thinner patient	RA Phantom + mattress + table	PA	Automated selection	Adult	170	75
11⁴	Effect of field overlap	RA Phantom + mattress + table	PA + LAO 20	Automated selection	Adult	170	75
12⁴	Effect of field overlap	RA Phantom + mattress + table	PA + LAO 20 + PA CRAN 15	Automated selection	Adult	170	75
13⁴	Effect of lateral	RA Phantom + mattress	LLAT or RLAT	Automated selection	Adult	170	75

- Étalonnage de dosimètres traçables à des étalons nationaux:
 - Films gafchromiques, TLD et dosimètres à l'état solide (multimètres)
 - Réponse énergétique, dépendance angulaire
- Budget d'incertitude des mesures de dose cutanée



www.prc



afchromic.com

D2 – Dosimeter calibration and measurement uncertainties in Interventional Cardiology

Lead Author: Valentin BLIDEANU

**With contributions from: Johann PLAGNARD, Jérémie DABIN,
Olivera CIRAJ BJELAC, Joëlle Ann FEGHALI**

WP2: Acceptance tests and QC protocols

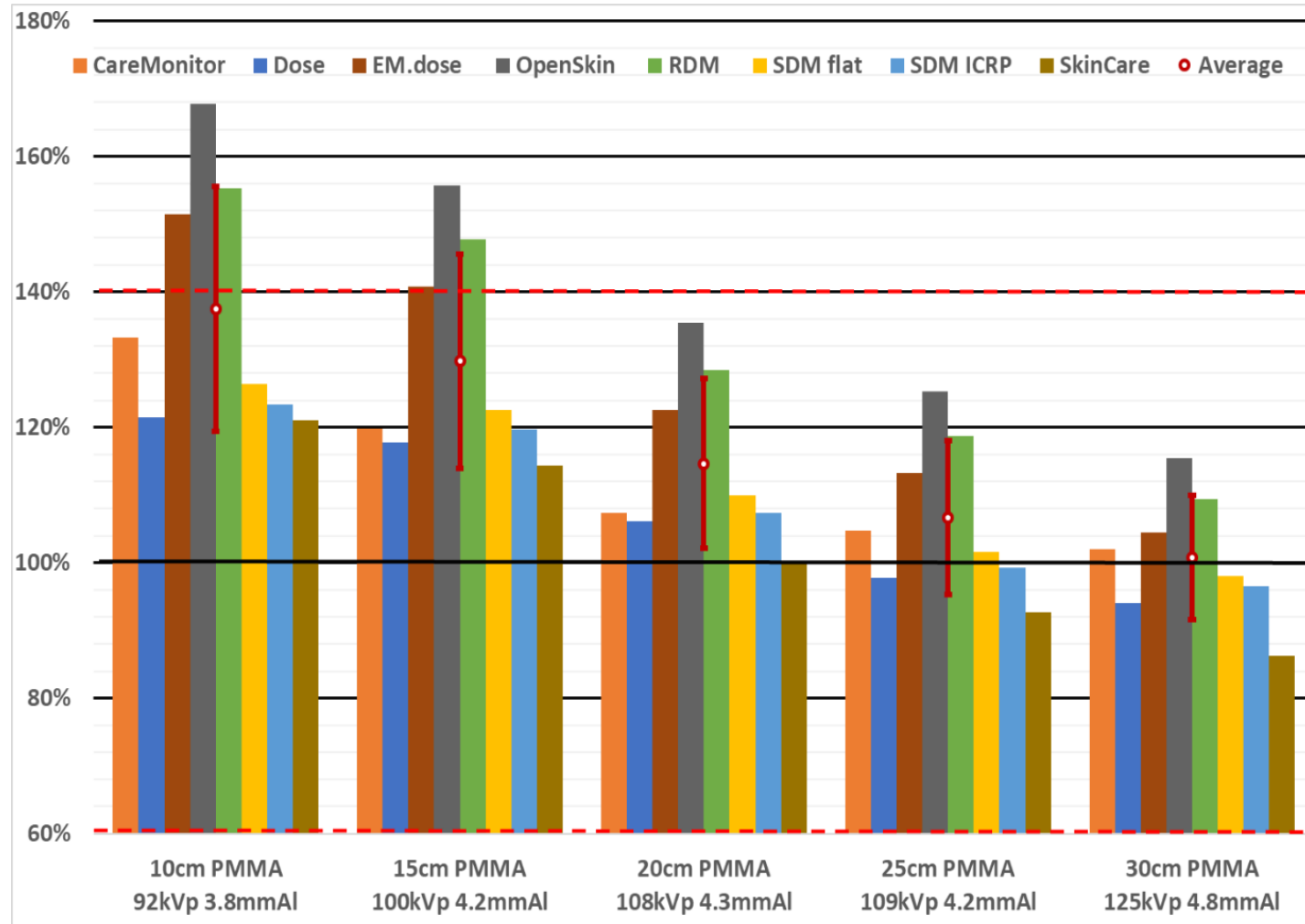
Critères d'acceptabilité

- **Écart acceptable: | *Dev* (%) | <40%**
- Basé sur:
 - incertitude de mesure (de 5% à > 10% selon le dosimètre)
 - l'écart maximal de la valeur affichée du produit de la zone de kerma dans l'air (PKA) (35%)
- **Fréquence: après l'installation et avant d'utiliser le logiciel**
- **Protocole QC: version abrégée du protocole de mise en service**

- Test des protocoles sur 4 unités angio :
 - **Dose Map**, GE
 - **DTS**, CANON
 - **em.dose**, ESPRIMED
 - **RDM**, MEDSQUARE
 - **Dose**, QAELUM
 - **CareMonitor**, SIEMENS
 - **OpenSkin**, J. Cole <https://bitbucket.org/openskin/openskin>
 - **SkinCare**, Marko Krajinović. Skin dose mapping in interventional cardiology. MSc thesis. University of Belgrade, Belgrade, Serbia. 2018.
- Mode « **par défaut** » pour les solutions basées sur RDSR
><modalité

Ex: Système Siemens

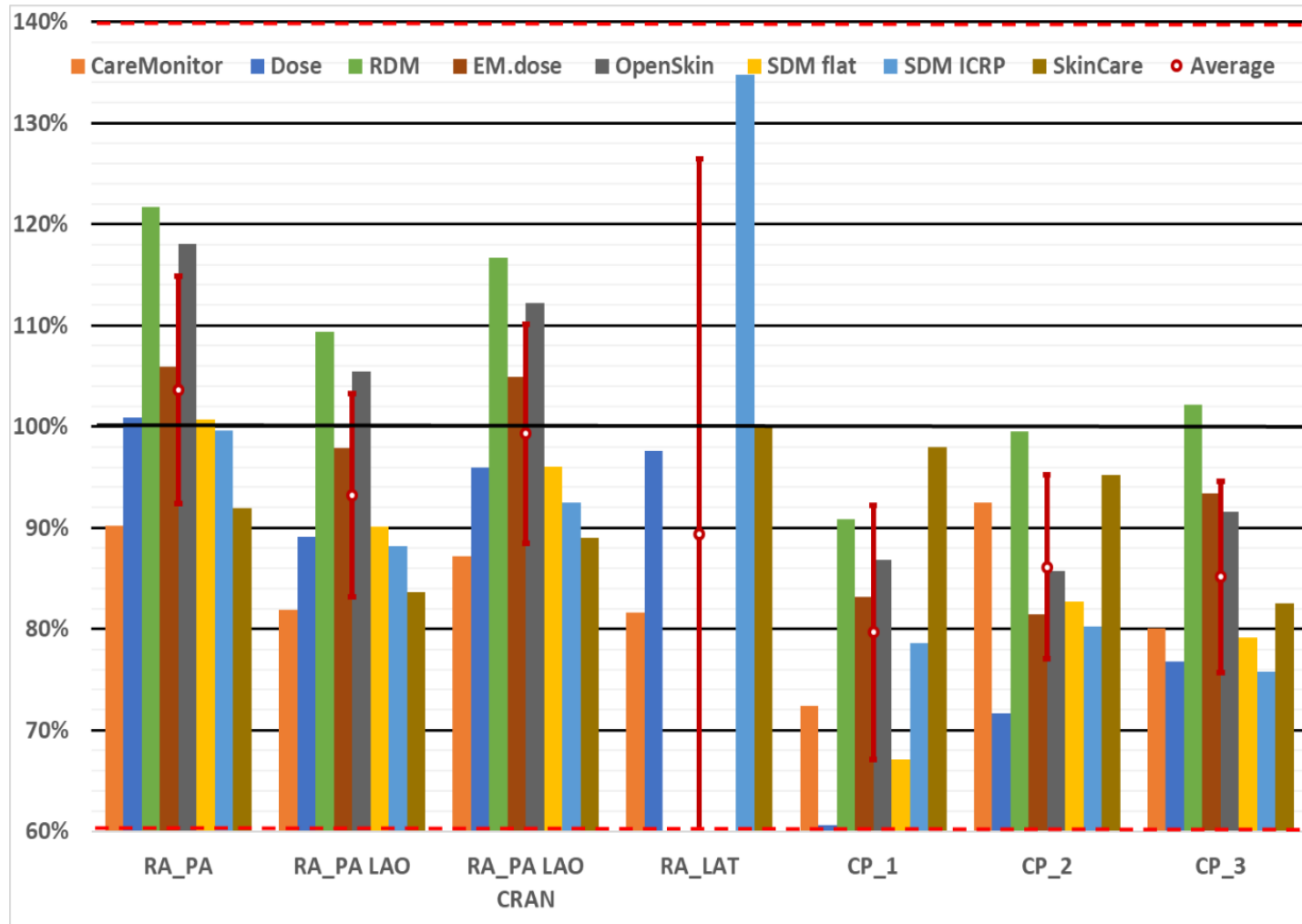
Différentes épaisseur de PMMA



Par rapport à TLDs

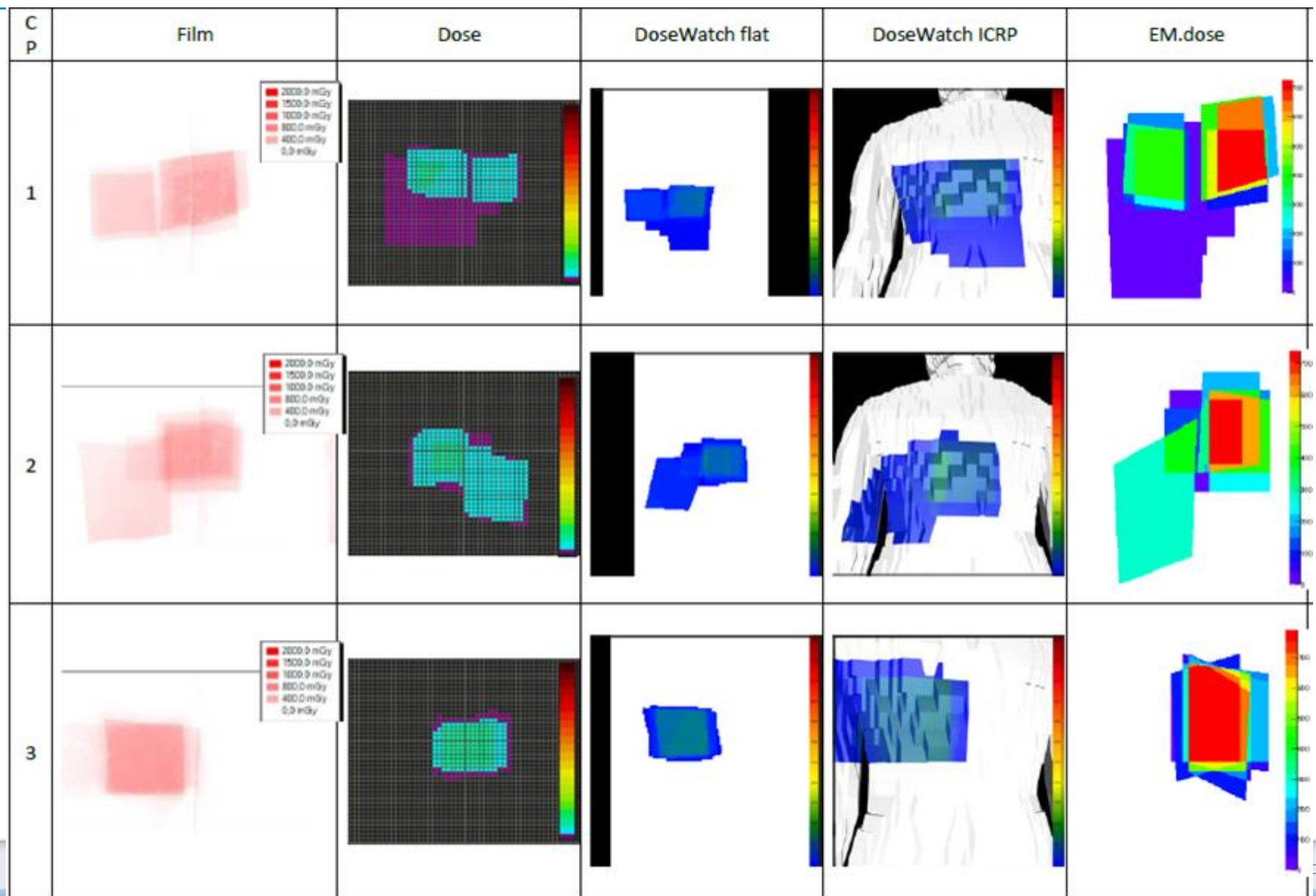
Ex: Système Siemens

Différentes projections sur fantôme RA



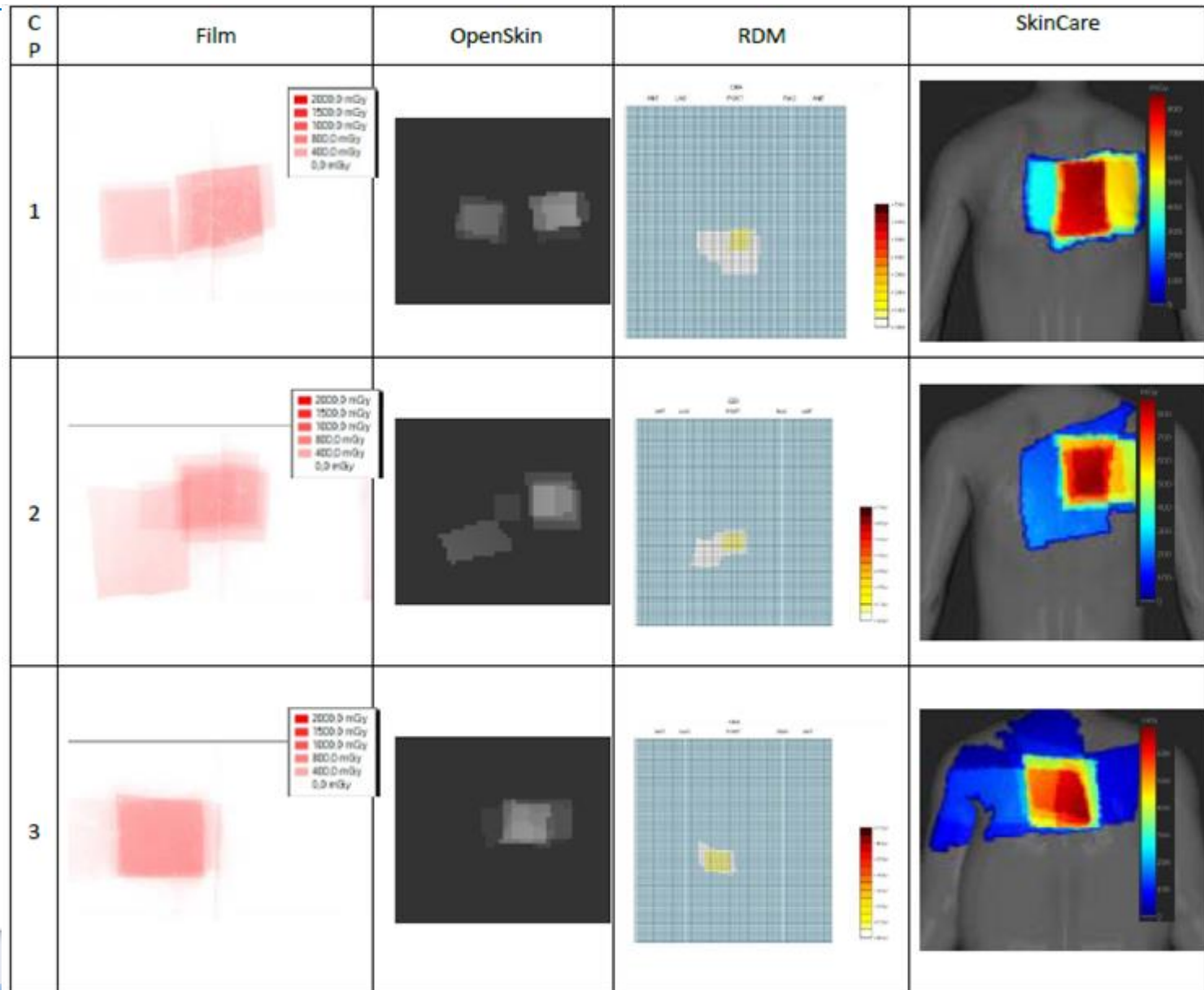
Par rapport à TLDs

Système Siemens Cartographies de dose



Système Siemens

Plus de cartographies de dose



WP2: Acceptance tests and QC protocols

D 9.143 - Acceptance and quality control protocols for skin dose calculating software solutions in interventional cardiology

Lead Author: [Jérémie Dabin]

With contributions from: [Marine Deleu, Joëlle Ann Feghali, Aoife Gallagher, Carlo Maccia, Françoise Malchair, Marta Sans Merce]

- Base de données intercentre de procédures à haute dose
 - 3 types de proc:
 - Intervention coronarienne percutanée (PCI) ~ 500 proc
 - PCI pour occlusions totales chroniques (CTO) ~ 200 proc
 - Implantation de valve aortique transcutanée (TAVI) ~ 200 proc
 - 872 procédures au total, environ 50% avec les RDSR
 - Mais peu de procédures MSD élevées !!!

+ Données médicales

+ Calcul MSD à l'aide de systèmes en ligne et / ou hors ligne (mode DEFAULT surtout!)

→ Etude des corrélations dose-...

→ Fréquence des doses élevées

→ NRDs spécifique en termes de KAP, CK et MSD

Fréquence des procédures à haute dose

Total DAP (Gy.cm2)	%	Total AK (Gy)	%	PSD (Gy)	%
200<DAP≤300 Level 1	1.7%	2<AK ≤3 Level 1	4.6%	2<PSD ≤3 Level 1	1.1%
300<DAP≤500 Level 2	0.7%	3<AK ≤5 Level 2	2.7%	3<PSD≤5 Level 2	0.8%
P>500 Level 3	0.2%	AK > 5 Level 3	0.8%	PSD > 5 Level 3	0.3%

Un total de 11 712 procédures avec DAP et 11 218 avec AK de 8 pays
et 3 076 procédures avec PSD de deux sites

NRDs spécifiques en termes de KAP et CK

Procedure	DAP (Gy cm ²) Median (Range) <u>75th percentile</u>	Suggested DRL (10)	AK (mGy) Median (Range) <u>75th percentile</u>	Suggested DRL (10)
PCI-All sites	85 (6-538) <u>125 99*</u>	85	1364 (101-10129) <u>2157 1580*</u>	1200
A	60 (9-295)		1168 (164-5670)	
B	97 (13-500)		1637 (233-7412)	
C	57 (12-257)		991 (190-3925)	
D-site 1	93 (10-313)		1265 (127-4769)	
D-site 2	150 (49-336)		2677 (901-5374)	
D-site 3	190 (84-332)		3289 (1435-6293)	
E-site 1	43 (8-151)		482 (110-1915)	
E-site 2	50 (11-258)		1410 (203-5345)	
E-site 3	48 (6-538)		806 (101-6961)	
F	100 (20-382)		1293 (253-5262)	
G	219 (11-535)		6305 (2183-10129)	

NRDs spécifiques en termes de KAP et CK et MSD

	PCI		
	DAP (Gy cm ²)	AK (mGy)	MSD (mGy)
DRL	<u>93</u>	<u>2157</u>	<u>663</u>
A	60.3	1168	720
C	56.7	991.0	510
E-site 3	48.0	805.5	520
H			

Déterminants d'une MSD élevée?

- Facteurs cliniques tels que l'IMC, le sexe, un nombre important de vaisseaux malades
- Épaisseur équivalente du patient meilleure que l'IMC
- Les paramètres techniques sont beaucoup plus liés à la MSD que les facteurs cliniques lorsqu'ils sont associés
- Effet de facteurs techniques sur la valeur de dose moyenne

D 9.141 – Investigation of skin dose determinants and optimisation of medical practice

Lead Author: Joëlle Ann Feghali

With contributions from:

Olivera Ciraj Belac, Jérémie Dabin, Delépière Julie, Marine Deleu, Francesca De Monte, Aoife
Gallagher, Zeljka Knežević, Carlo Maccia, Françoise Malchair, Marta Sans Merce, Georgios
Simantirakis

Remerciements

Pour leur aide dans les mesures ou les calculs de dose: Niki Fitousi (Qaelum), Claire Steinville et Alain Christmann (GE), Marcel Loepfe (Canon), Claire Van Ngoc Ti (APHP), Marko Krajinović (Université de Belgrade)



Veridic fait partie du projet CONCERT. Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et de formation Euratom 2014-2018 dans le cadre de la convention de subvention n ° 662287.

