

Optimisation en scanographie pédiatrique : Apport des nouveaux outils

Aurélien BOUËTTÉ, Personne Spécialisée en Radiophysique Médicale
Hôpital Saint-Antoine et Hôpital Armand-Trousseau

Pr. Hubert DUCOU-LE-POINTE, Chef du Service de Radiologie Pédiatrique
Hôpital Armand-Trousseau

Saint-Malo 11-12/06/2014 : 6^{ème} Journées SFRP sur l'optimisation de la radioprotection
dans les domaines nucléaires, industriels et médical -

PROBLEMATIQUE

■ Contraintes de la pédiatrie

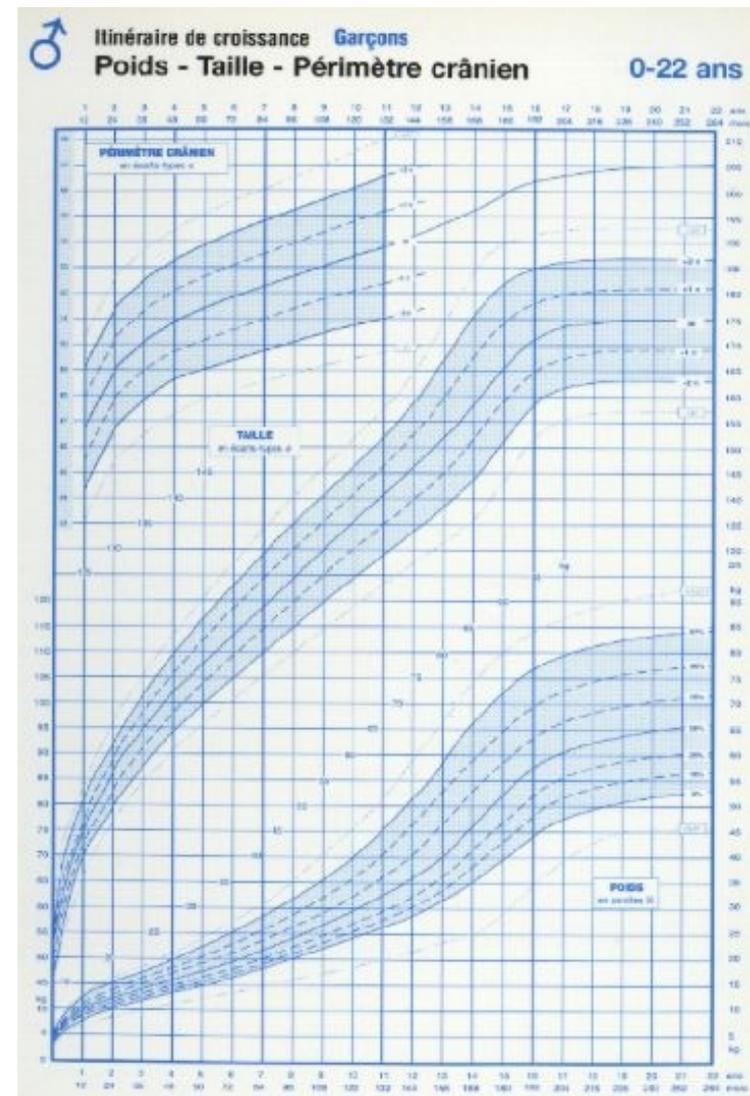
- Risques stochastiques accrus
- Variabilité corpulence des enfants

■ Doses en scanner

- IDSV : dose par coupe
- PDL : dose par acquisition
- E : dose efficace

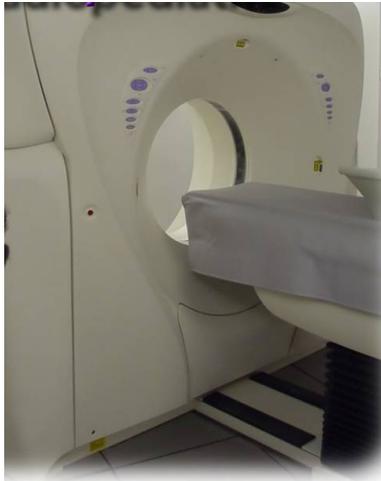
■ Paramètres à optimiser

- Intensité mA
- Tension kV
- Reconstruction



OBJECTIF

■ Changement du scanner de Trousseau en octobre 2013



Ancien Scanner (2004)	Nouveau Scanner (2013)
PHILIPS MX 8000 IDT - 16 barettes	SIEMENS SENSATION AS+ - 64 barettes
Modulation en intensité	Modulation en intensité ajustable : CareDose4D
Sélection manuelle de la tension	Sélection automatique de la tension : CarekV
Tensions 90kV, 110kV, 130kV	Tensions <u>70kV</u> , 80kV, 100kV, 120kV, 140kV
Reconstruction Rétroprojection filtrée	Reconstruction itérative : SAFIRE

■ Evaluer et optimiser les doses délivrées aux patients

■ Connexion du scanner au logiciel Dosewatch® GE

- Installation dès mise en service
- Recueil automatisé des doses et des paramètres d'acquisition

The screenshot displays the DoseWatch software interface. At the top, there is a navigation bar with 'Analyse' selected. The main content area shows patient details for 'Examen CT' on 2014-03-21 at 10:21. Below this, there are tabs for 'Présentation de l'examen', 'Informations détaillées sur l'examen', and 'Commentaires'. The 'Informations détaillées sur l'examen' tab is active, showing a table of dosimetry information. Below the table, there are controls for 'Afficher' (10 entrées) and pagination (1 - 3 sur 3). At the bottom, there is a section for 'Paramètres de protocole' for 'Thorax*Thorax (Adulte)', which contains another table with technical parameters for each scan series.

Informations dosimétriques | DLP TOTAL 276.98 mGy.cm | NOMBRE TOTAL D'IRRADIATIONS (sans localisateur) 2 | NOMBRE DE LOCALISATEURS 1

Numéro de la série ↓	Description de la série	Type de série	Protocole	Région anatomique cible	Scanning Length (mm)	Scan Range (mm)	Phantom Type	CTDI _{vol} moyen (mGy)	SSDE (mGy)	DLP (mGy.cm)	Effective Dose (mSv)
1	Topogramme	Constant Angle	-		330.00						
2	Thorax sans IV	Spiral	-	Chest	320.00		IEC Body Dosimetry Phantom	9.30		266.01	4.52
3	Expiration	Sequenced	-	Chest	120.00		IEC Body Dosimetry Phantom	0.54		6.63	0.11

Afficher 10 entrées 1 - 3 sur 3

Paramètres de protocole | PROTOCOLE Thorax*Thorax (Adulte)

Numéro de la série ↓	Description de la série	Type de série	Protocole	kV	Tube Current (mA)	Tube Current max. (mA)	mAs	Exposure Time (ms)	Exposure Time / Rotation (ms)	Pitch	Single Coll. Width (mm)	Total Coll. Width (mm)	Noise Inc
1	Topogramme	Constant Angle	-	120	35	35					0.60	3.60	
2	Thorax sans IV	Spiral	-	100	566	650	1969.68	3480.00	0.50	1.20	0.60	38.40	
3	Expiration	Sequenced	-	120	247	400	494.00	2000.00	0.50	15.00	1.00	2.00	

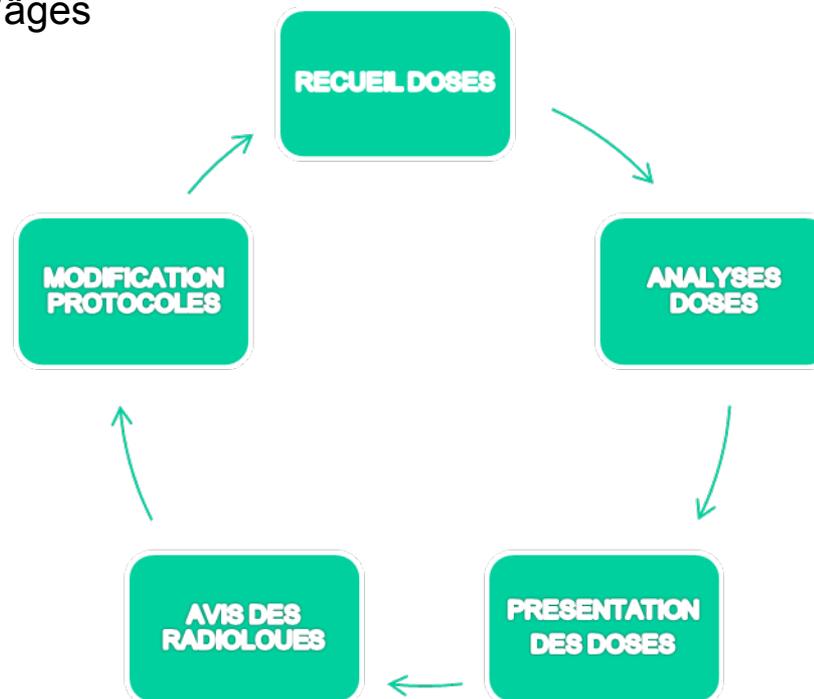
METHODE

■ Analyse de la dose

- Recueil sur quelques mois
- Analyse valeurs IDSV
- Tri des acquisition par type
- Tri par tranches d'âges

■ Analyse de la qualité image

- Avis des radiologues



Avant tout : qualité image diagnostique & respect des NRD

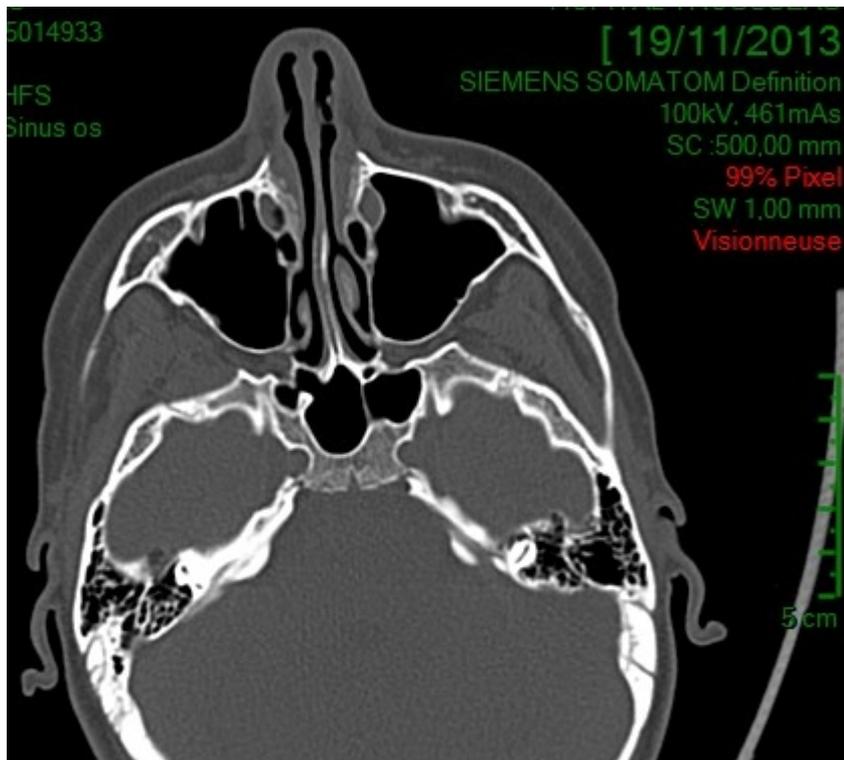
RESULTATS : Analyse recueil doses 1^{er} mois

EXAMEN	Age (ans)	Nb Acquisitions	IDSV (mGy)			PDL (mGy.cm)		
			Trousseau	Référence*	Ecart relatif	Trousseau	Référence	Ecart relatif
Crane	[0-4[	34	17,9	30	-40,5%	287,9	420	-31,4%
	[04-8[	9	22,4	40	-44,1%	411,7	600	-31,4%
	[08-12[	10	28,2	50	-43,5%	515,5	900	-42,7%
	[12-16[	4	40,0			664,9		
Thorax	[0-4[	16	0,8	3	-74,4%	14,2	30	-52,5%
	[04-8[	16	1,0	4	-75,3%	22,6	65	-65,2%
	[08-12[	16	1,3	5	-74,2%	33,9	140	-75,8%
	[12-16[	14	3,2			104,1		
M.Facial	[0-4[	2	9,8	25	-60,8%	116,3	200	-41,9%
	[04-8[	1	12,4	25	-50,3%	155,6	275	-43,4%
	[08-12[	—	—	25	—	—	300	—
	[12-16[	1	63,7	25	154,6%	710,1		
Rochers	[0-4[	5	26,3	45	-41,5%	92,2	160	-42,4%
	[04-8[	4	31,5	70	-55,0%	119,4	280	-57,3%
	[08-12[	6	39,2	85	-53,8%	158,1	340	-53,5%
	[12-16[	4	97,9			379,7		
Sinus	[0-4[	2	2,8	10	-71,7%	28,6	50	-42,7%
	[04-8[	5	4,4	10	-56,2%	55,9	60	-6,8%
	[08-12[	5	4,0	10	-60,1%	50,0	100	-50,0%
	[12-16[	3	31,7	10	217,0%	371,0		
Abdo-pelvis	[0-4[	7	1,3	4	-68,3%	27,3	80	-65,9%
	[04-8[	8	2,0	5	-60,0%	54,9	120	-54,3%
	[09-12[	1	9,7	7	38,4%	116,3	245	-52,5%
	[12-16[	7	6,7			240,5		
TAP	[0-4[	15	1,4	4	-64,3%	55,6		
	[04-8[	10	1,9	5	-61,3%	72,9		
	[08-12[	7	3,8	7	-45,1%	152,9		
	[12-16[	13	5,6			263,4		

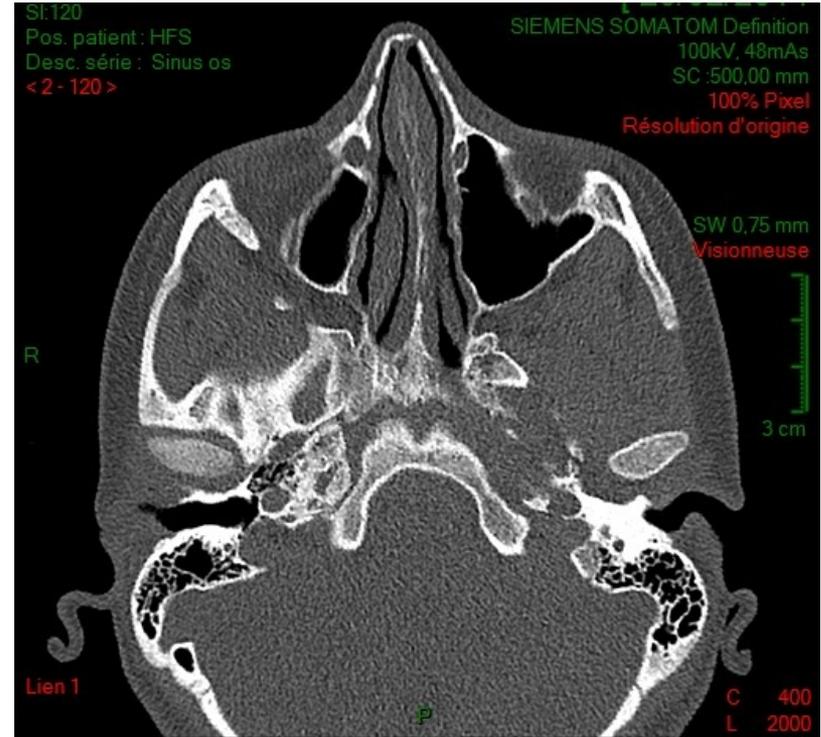
Optimisation des protocoles avec doses > NRD

■ Intensités trop élevées pour Sinus / Massif facial / Rochers grands

- Pour chaque type examen : 1 protocole « enfant » < 12 ans & 1 protocole « adulte » > 12 ans
- Mauvaise programmation des protocoles « adulte »
- Diminution raisonnable de l'intensité -> doses < NRD avec qualité image conservée



Sinus 13ans
Ancien protocole : IDSV = 43,2mGy



Sinus 15ans
Nouveau protocole : IDSV = 4,1mGy

Optimisation des protocoles avec doses < NRD

■ Régler les problèmes de qualité image

- Difficultés au niveau du crâne

■ Privilégier l'optimisation des examens les plus contributifs

- Impossible de comparer directement les PDL de différents types d'examens
- Calcul des doses efficaces par protocoles et par tranches d'âges
- Prise en compte de la répartition des examens réalisés

Coefficients de conversion des PDL en dose efficace en mSv/(mGv.cm-1)

	Tête	Poumons	Abdomen	Pelvis
Adulte	0.0019	0.0146	0.0153	0.0129
10 ans	0.0027	0.0237	0.0249	0.0219
5 ans	0.0035	0.0323	0.0357	0.0300
1 an	0.0054	0.0482	0.0530	0.0446
0 an	0,0087	0,0739	0,0841	0,0701

Multisection CT Protocols:

Sex- and Age-specific Conversion Factors Used to Determine Effective Dose from Dose-Length Product¹

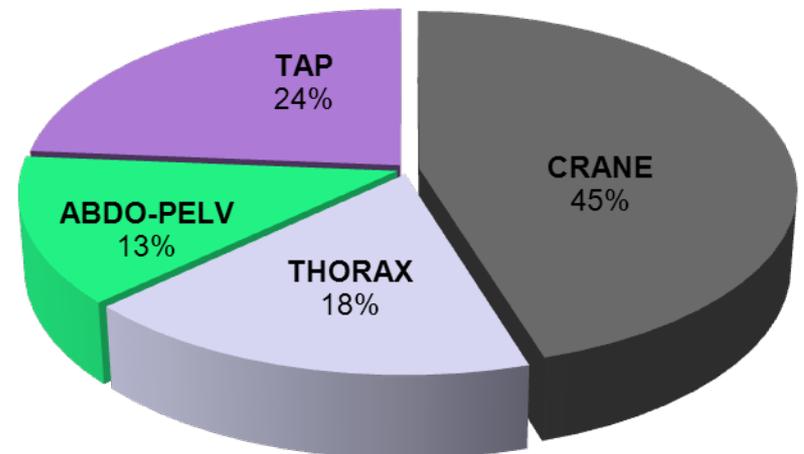
Paul D. Deak, PhD

Yulia Smal, MSc

Willi A. Kalender, PhD

Radiology: Volume 257: Number 1—October 2010

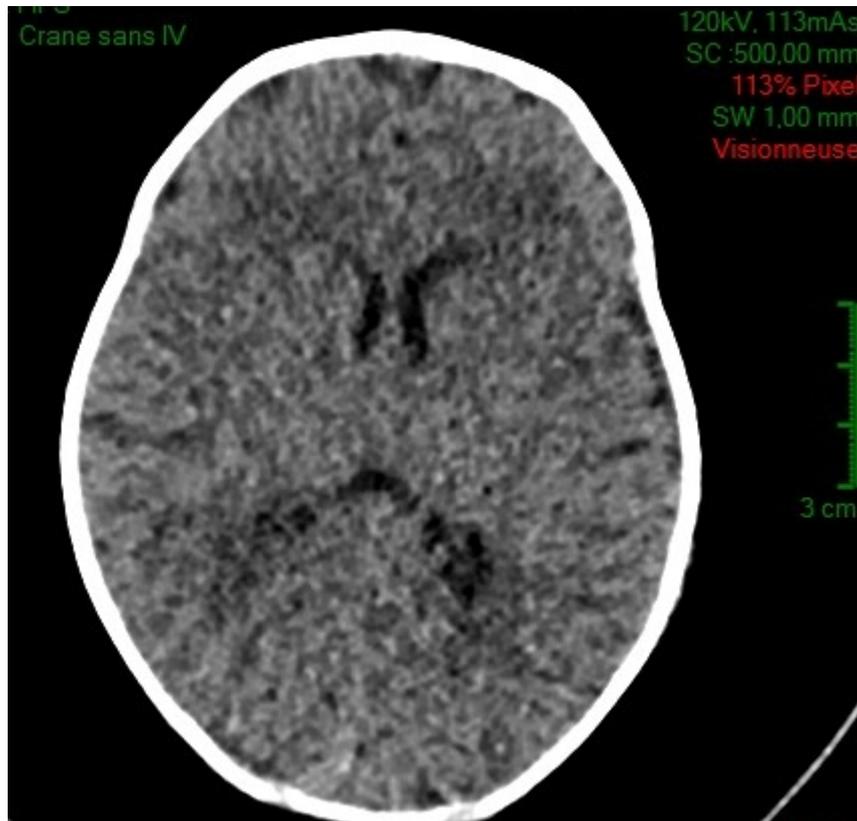
Répartition de la Dose Efficace Collective par protocole pour les enfants (du 14/10/13 au 20/11/13)



Optimisation protocole crâne

■ Qualité image : problèmes surtout pour nourrisson

- Manque de visibilité des éléments de bas contrastes car image trop bruitée



1 mois Crane IV-
Ancien protocole

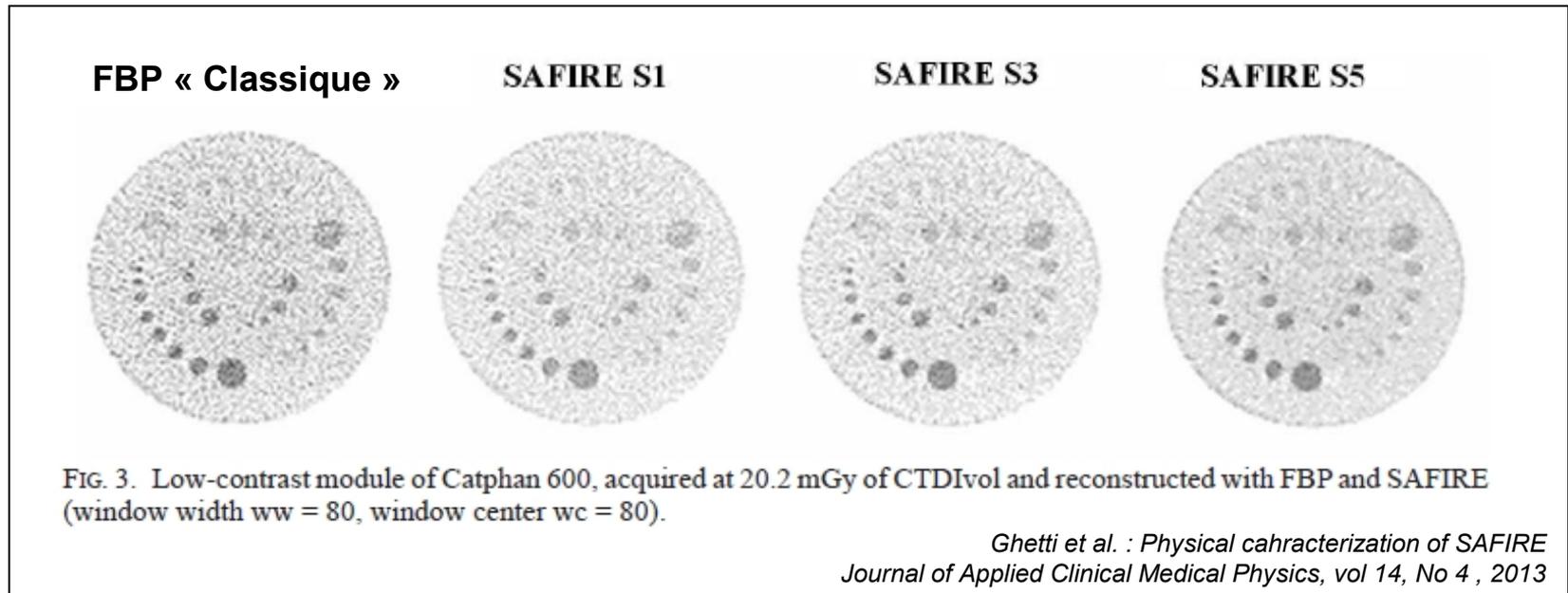
- Dose : inférieure au NRD de 40%

Comment améliorer la qualité image sans trop augmenter la dose ?

Optimisation du post-traitement image

■ Reconstruction itérative SAFIRE

- Permet de diminuer le bruit par rapport à une reconstruction « classique »
- En théorie : aucune perte qualité image sur fantôme
- En pratique : la qualité image en itérative peut dérouter le radiologue
- Possibilité de régler la « force » de reconstruction itérative



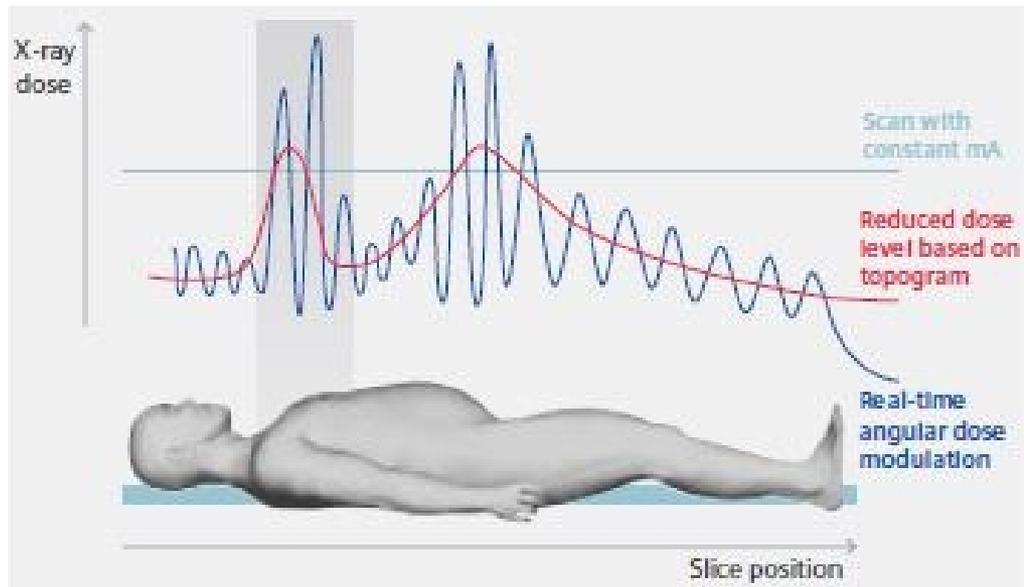
■ Modification

- Passage de force 2 à force 3 pour crâne enfant

Optimisation de l'intensité du faisceau

■ Modulation en intensité CareDose4D :

- Modulation selon corpulence patient et selon variation anatomique des densités
- Modulation calculée à partir de l'acquisition de repérage
- Possibilité d'ajuster la force de modulation pour chaque région anatomique



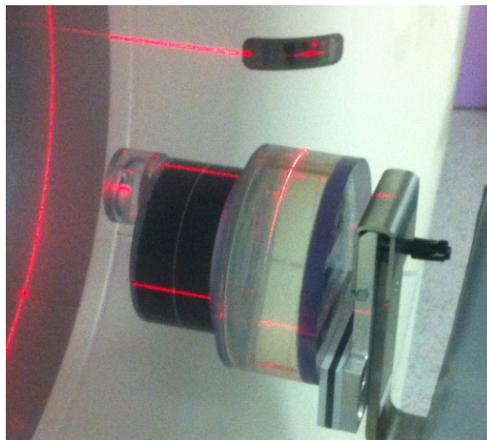
■ Modification

- Diminution de la force de modulation en intensité pour le crâne enfant

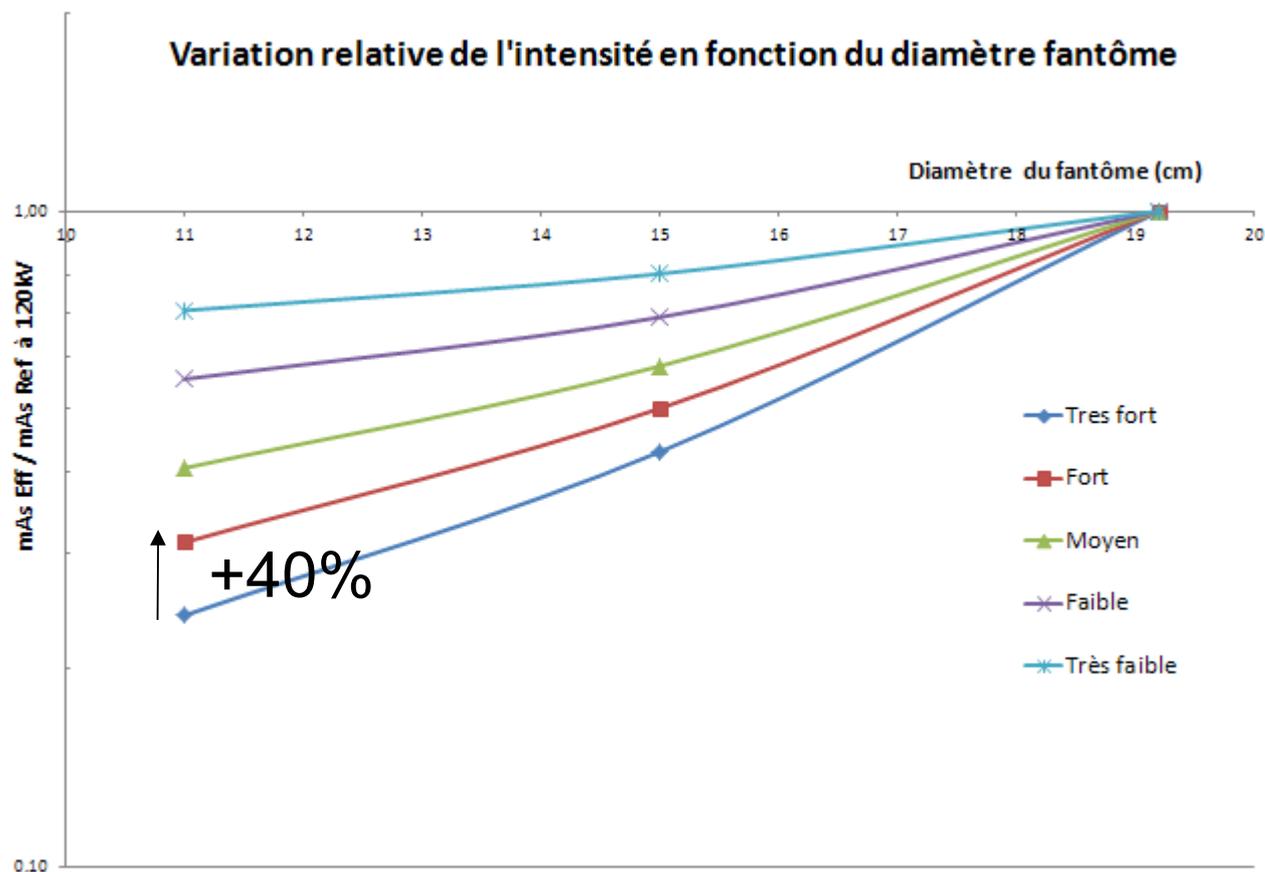
Modification modulation intensité protocole crâne enfant

■ Tests avec fantôme crâne pédiatrique

- Fantômes cylindriques remplis d'eau avec 3 diamètres : 11cm / 15cm / 19cm
- Mesure de l'influence du réglage de modulation sur l'intensité

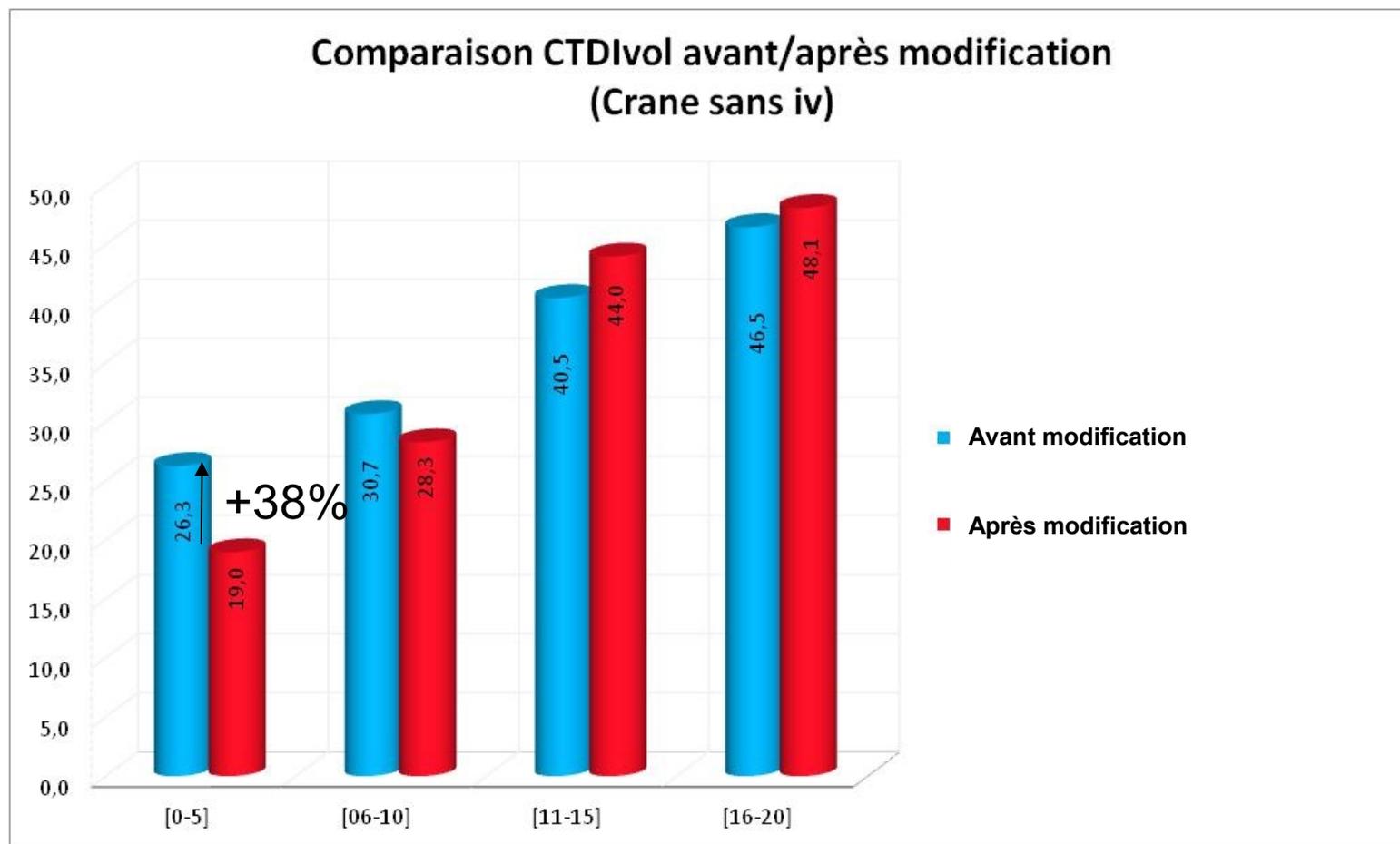


Fantôme d'eau crâne pédiatrique:
- Diamètre 11cm pour nouveau née
- Diamètre 15 cm pour enfant 10ans



Résultat 1ère phase modification crâne enfant

- **Qualité image : diagnostique**
- **Doses : Augmentation CTDIvol avec respect des NRD**



Optimisation par sélection de la tension

■ Utilisation de basses tensions

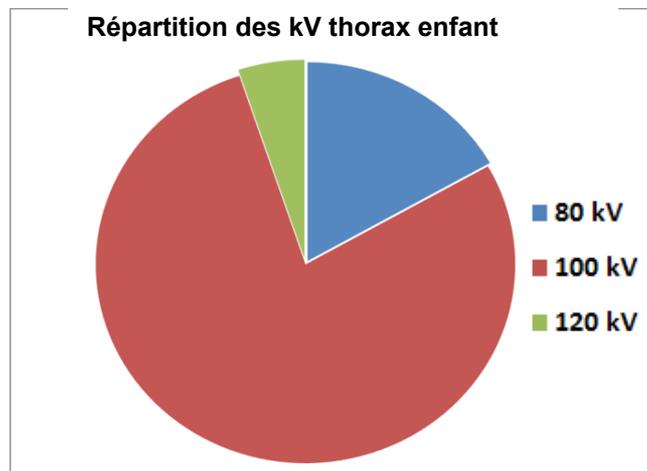
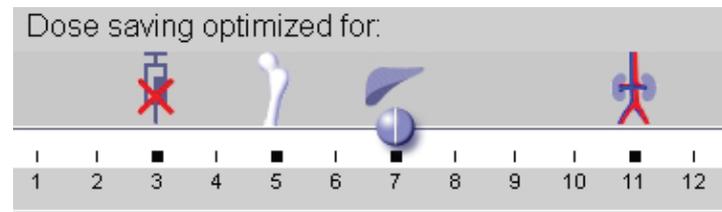
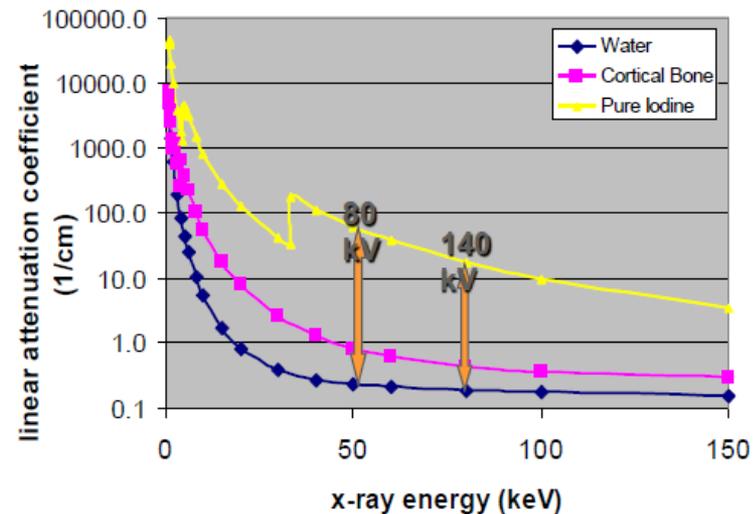
- Diminution de la dose
- Augmentation du contraste
- Augmentation du bruit image

■ CarekV : Choix automatique tension

- kV donnant IDSV le plus faible possible
- Avec conservation rapport contraste sur bruit image
- Positionnement curseur selon examen
- Possibilité de fixer une limite basse kV_{\min}

■ Modifications

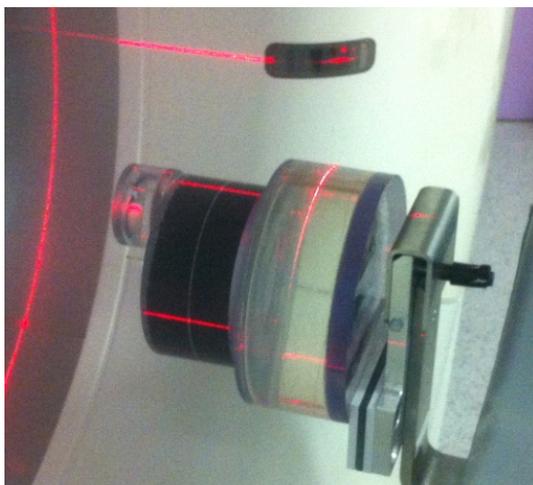
- Désactivation de la limite kV_{\min} pour le crâne



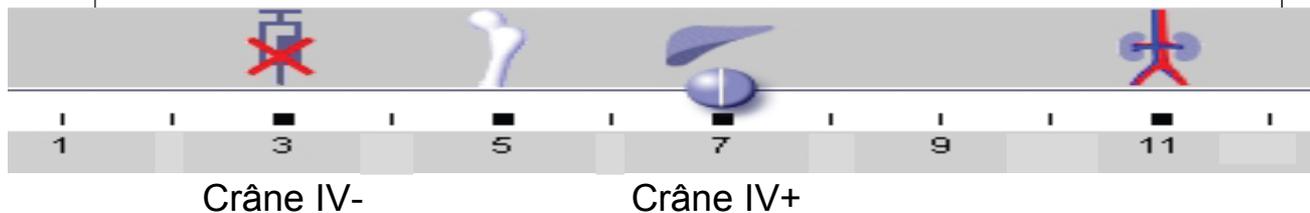
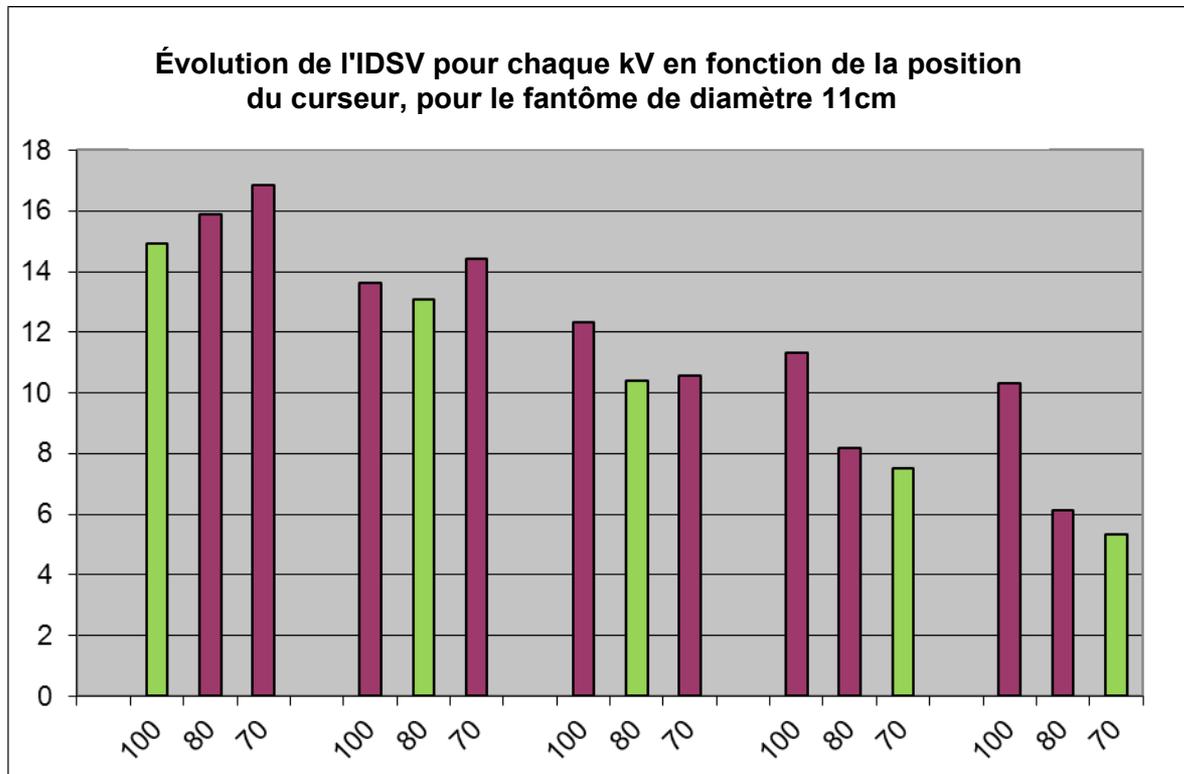
Modification CarekV protocole crâne enfant

■ Désactivation de la limite kV min

- Avant : Tension bloquée à 120kV en IV- et 100kV en IV+
- Test effet sur fantôme crâne pédiatrique de diamètre 11cm (nouveau né)



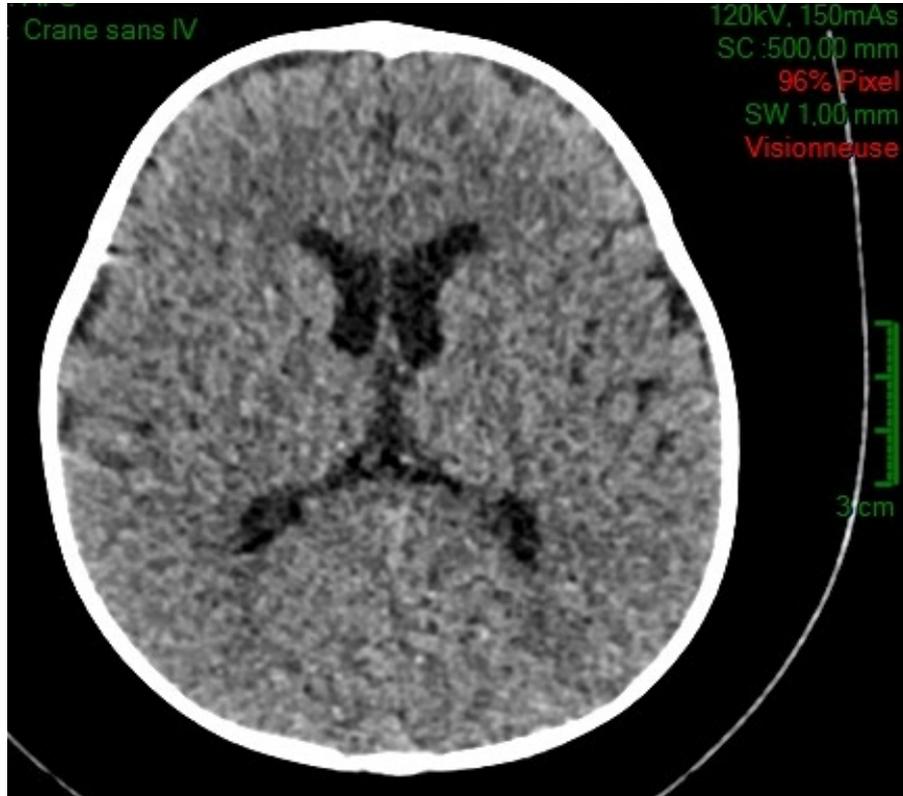
Fantôme d'eau crâne pédiatrique:
- Diamètre 11cm pour nouveau née
- Diamètre 15 cm pour enfant 10ans



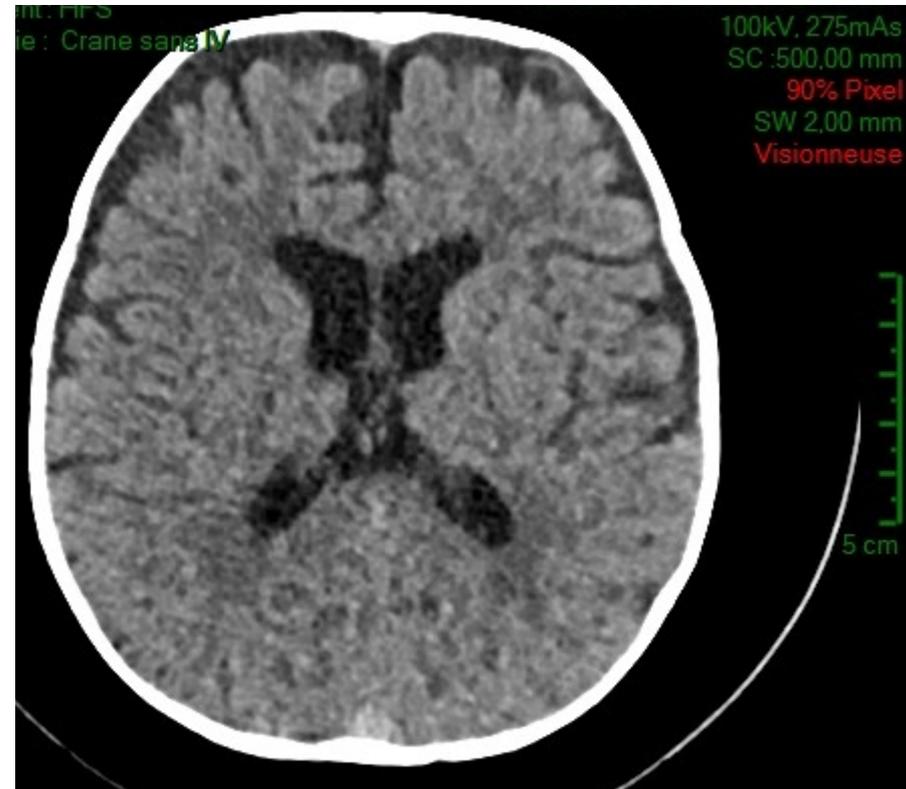
Résultat 2ème phase modification crâne enfant

■ Qualité image

- Bruit diminué et contraste amélioré



9 mois Crâne IV-
Ancien protocole : IDSV = 18,1mGy

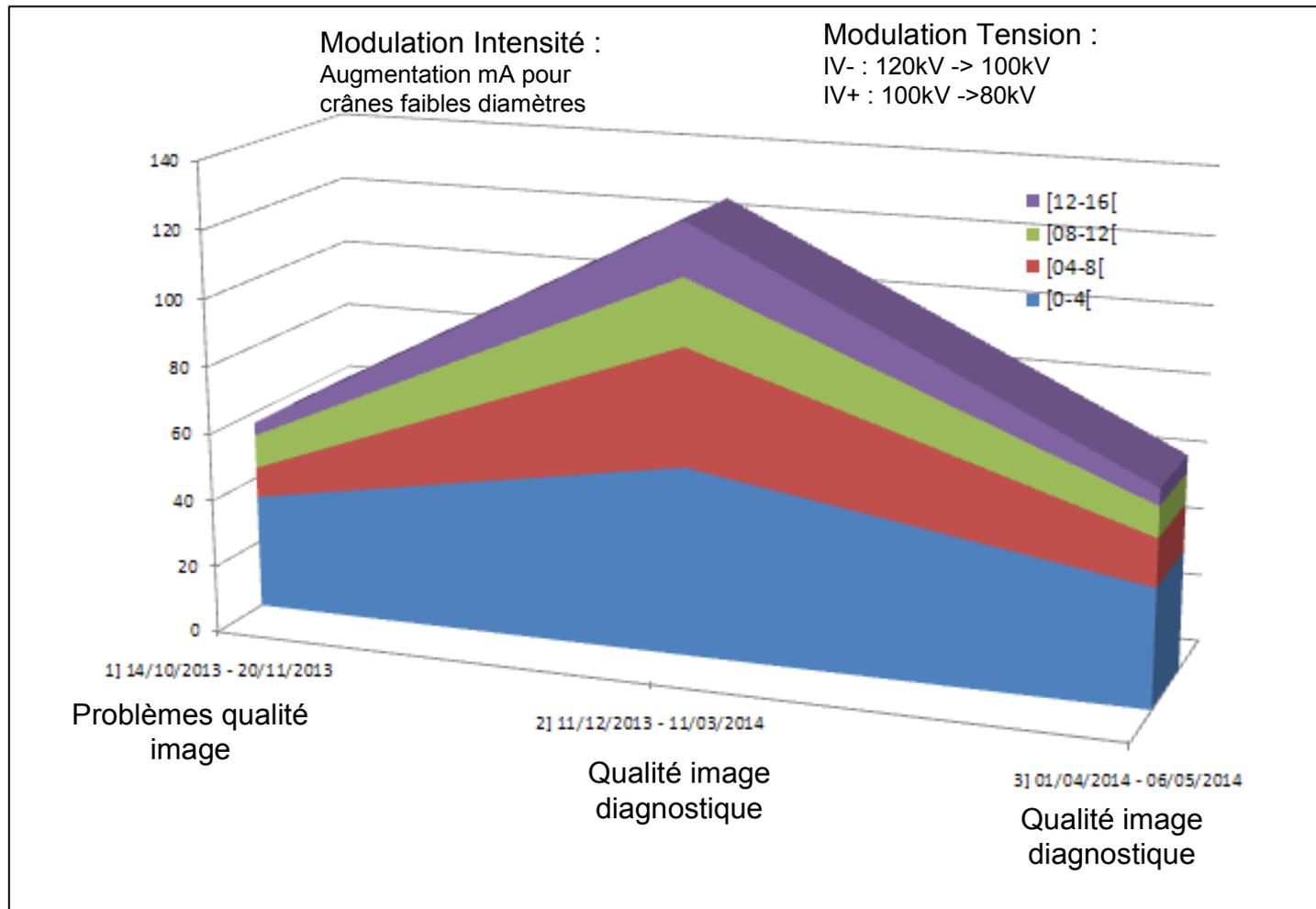


8 mois Crâne IV-
Nouveau protocole : IDSV = 20,0mGy

Résultat 2^{ème} phase modification crâne enfant

■ Doses

- + 10% pour tous petits
- - 10% pour autres tranches d'âges



Evolution des doses tous protocoles

EXAMEN	Age	Nb Acquisitions	Référence	Avant Modification		Après Modification		Ecart relatif Avt/après
				CTDIvol (mGy)	Nb Acquisitions	CTDIvol (mGy)	Nb Acquisitions	
Crane	[0-4[	90	30	17,9	34	19,6	56	10%
	[04-8[	44	40	22,4	9	21,4	35	-4%
	[09-12[	30	50	28,2	10	24,5	20	-13%
	[12-16[	20	-	40,0	4	35,8	16	-11%
Thorax	[0-4[	59	3	0,8	16	0,8	43	7%
	[04-8[	39	4	1,0	16	1,1	23	8%
	[09-12[	36	5	1,3	16	1,6	20	21%
	[12-16[	50	-	3,2	14	3,6	36	10%
M.Facial	[0-4[	14	25	9,8	2	11,4	12	17%
	[04-8[	9	25	12,4	1	11,9	8	-4%
	[09-12[	-	25	-	-	12,4	3	-
	[12-16[	7	25	63,7	1	14,6	6	-77%
Rochers	[0-4[	15	45	26,3	5	32,8	10	24%
	[04-8[	13	70	31,5	4	35,2	9	12%
	[09-12[	14	85	39,2	6	39,2	8	0%
	[12-16[	8	-	97,9	4	48,5	4	-50%
Sinus	[0-4[	5	10	2,8	2	3,1	3	9%
	[04-8[	-	10	4,4	5	-	-	-
	[09-12[	12	10	4,0	5	4,8	7	20%
	[12-16[	11	-	31,7	3	4,5	8	-86%
Abdo-pelvi	[0-4[	17	4	1,3	7	0,9	10	-31%
	[04-8[	15	5	2,0	8	1,8	7	-10%
	[09-12[	19	7	9,7	1	2,4	18	-75%
	[12-16[	25	-	6,7	7	4,2	18	-38%
TAP	[0-4[	37	4	1,4	15	1,2	22	-19%
	[04-8[	28	5	1,9	10	1,9	18	-4%
	[09-12[	35	7	3,8	7	2,6	28	-31%
	[12-16[	45	-	5,6	13	4,0	32	-28%



CONCLUSION

- **Les logiciels de recueil et d'analyse des doses sont incontournables pour l'optimisation en scanner**
- **Les outils d'optimisation proposés sur les scanners s'améliorent et certaines tâches s'automatisent**
- **L'utilisation de ces outils doit s'intégrer dans le travail d'équipe et devenir source de nouvelles réflexions**

