

Optimisation dosimétrique des scanners de l'enfant suivi dans notre CLCC

Rémi Buchaniec, Dr Nathalie Rocourt

Hélène Bouden, Stéphanie Lasselin, Ludivine Moeneclaeys, Delphine Rebullida, Marie Odile Werquin
François Dubus

(Centre Oscar Lambret, Lille)

6èmes Journées

sur l'optimisation de la radioprotection dans les domaines nucléaire, industriel et médical

Saint Malo 11 juin 2014

Pourquoi un effort d'optimisation en pédiatrie

- ✓ Les enfants sont plus sensibles aux RX => cancer radio induit

Pearce M.S.The Lancet (2012) : risque accru leucémies et tumeurs cérébrales

- ✓ Cumul de doses => répétition d'examens

enfant de 21kg (NRD: 5-7) a bénéficié <u>sur 1 mois</u> :		
Scanner de Centrage RT	CT-TEP	Scanner diagnostic
CTDI /PDL: 9,5/271	0,97/76	1,9/171

- ✓ Variations importantes des pratiques => excès de dose
- ✓ Le scanner c'est peu d'examen mais beaucoup de dose (2,1% des actes / 26,7% de la dose)
- ✓ Utilisation scanner augmente de 5 % chaque année



Objectif

Vous présenter notre démarche, nos choix et notre méthode de travail au quotidien pour optimiser la dosimétrie scanner chez l'enfant pris en charge pour un cancer

Méthodologie

Nouveau scanner en 2011 (Siemens DEFINITION AS 128) et nouveaux outils

nous avons :

- ✓ Relevé les données de 260 examens (paramètres d'acquisition, doses délivrées (CTDI, PDL), poids, âge...) et Evalué la qualité image et diagnostique

Nous a permis :

- ✓ Etablir des protocoles dédiés pédiatrie
- ✓ Etablir des protocoles selon l'indication médicale
- ✓ Pratiquer des essais de réduction de dose
- ✓ Tester les outils constructeurs
- ✓ Relever les dérives, erreurs...

Méthodologie

Nous avons mis en place un groupe de travail et organisé des réunions avec l'équipe:

- ✓ Mettre au point nos pratiques et corriger les dérives
- ✓ Communiquer avec l'équipe : radiologues, manipulateurs
- ✓ Communiquer avec le radio physicien
- ✓ Communiquer avec l'ingénieur d'application +++

Les outils constructeur => respect des NRD



dès qu'il s'agit d'optimiser les doses
=> difficiles de comprendre et de modifier ces outils





Optimisation de la dosimétrie

Règle générale

Réussir l'acquisition du premier coup +++

Choisir les paramètres techniques

Positionnement, contention et utilisation de caches

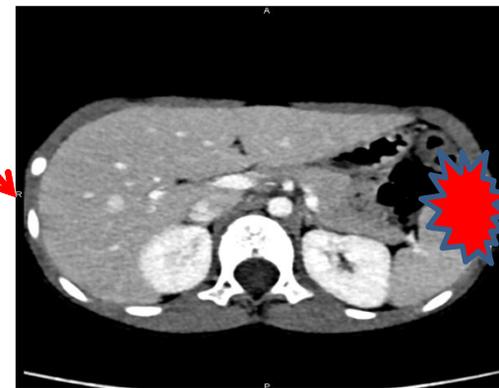
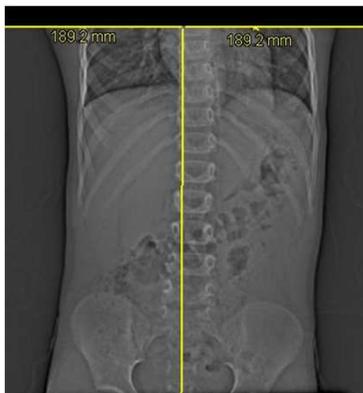
Positionnement +++

Important aussi bien pour optimiser la dose que pour avoir une bonne qualité image

- ✓ Utiliser le centreur lumineux (lasers)
- ✓ Le corps au milieu du statif

Selon axe X :

Artefact atténuation et Sur-irradiation



Choisir les paramètres techniques

Positionnement, contention et utilisation de caches

Positionnement

selon Z : Modification ombre projection du topogramme antéro-post

=> calcul erroné des doses à délivrer

Intérêt laser, topo profil (nous ne l'utilisons pas)



ex : trop haut dans l'anneau => patient « large » => \nearrow CTDIvol
Surirradiation glandes mammaires, Défaut de signal postérieur

Choisir les paramètres techniques

Positionnement, contention et utilisation de caches

Contention

- ✓ Utilisation systématique du PEDIAFIX jusque l'âge de 2 ans
- ✓ Nécessite un apprentissage



Choisir les paramètres techniques

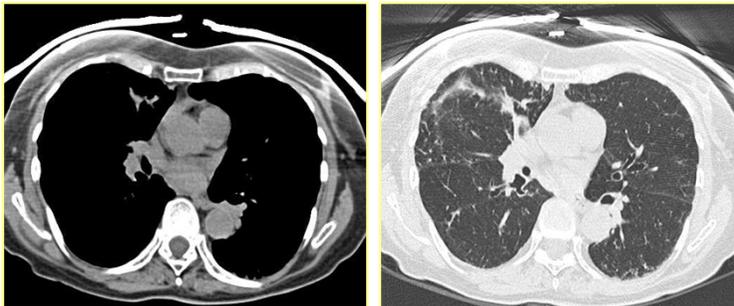
Positionnement, contention et utilisation de caches

Caches

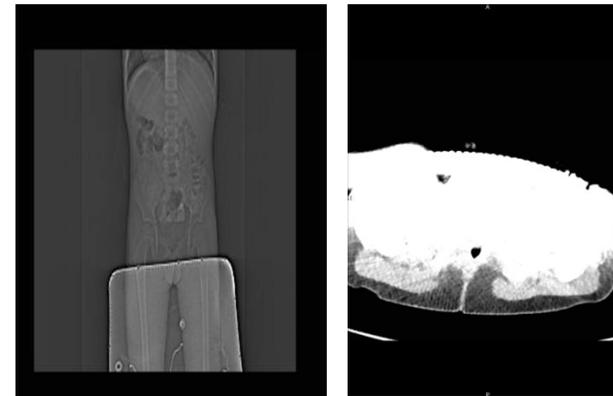
- ✓ Pas recommandés
- ✓ Nous n'utilisons que les protèges gonades
Ssi pas dans le champ d'irradiation !



scanner thoracique



Caches à base de Bismuth pour les seins
pas recommandés



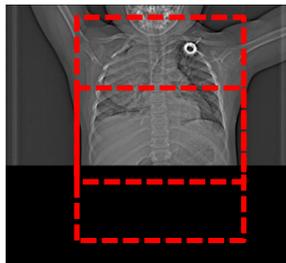
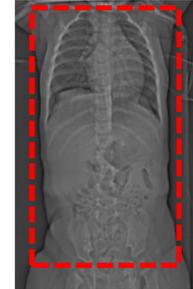
Protèges gonades
mauvaise pratique

Choisir les paramètres techniques

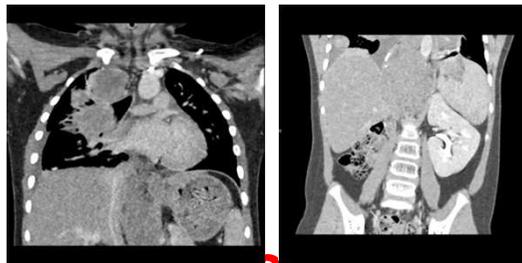
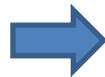
Le Topogramme

Permet :

- De positionner très précisément le champ d'acquisition :
 - respect des organes critiques (thyroïde, gonades, cristallin)
 - visible totalement => pas de boîte placée au hasard !!



TAP en 2 acquisitions
+ « boîte » abdo-pelvis placée au hasard



NON



3ième spirale
de rattrapage !

- La bonne utilisation des outils constructeurs d'optimisation :
 - Avec faisceau RX antéro-postérieur
 - Avec doses non excessives mais suffisantes (calcul de dose)
Ex : Jusqu'à 40 kg => 80kV et 20mAs

Choisir les paramètres techniques

Topogramme et champ d'acquisition

Nos repères :

Région	repères	précautions	organes
Thoracique	apex	hyperextension du cou éviter irradiation cervicale	Cristallin, thyroïde
Abdominale	dôme hépatique	limiter spirales foie centrage haut/bas dans l'anneau	gdes mammaires
pelvienne		protèges gonades si scan non pelvien	gonades
	S1-S2	jusque bifurcation iliaque	ovaires
	bord sup pubis	jq bifurcation iliaque ou vessie	testicules
	bord inf pubis	ssi pathologie pelvi-périnéale	

Choisir les paramètres techniques

Paramètres d'acquisition et outils d'optimisation de la dose

Réglage automatisé de la tension (care kV, Siemens)

Nous ne l'utilisons pas chez l'enfant (oui chez l'Adulte jeune)

=> Caractère aléatoire en pédiatrie

Nous avons établi des **protocoles à kV fixe** / tranche de poids

poids < 40kg 80kV

poids > 40kg 100kV

Précaution : Besoin de l'ingénieur pour adapter les mAs de référence en fonction du kV pour obtenir un niveau signal / bruit constant.

Choisir les paramètres techniques

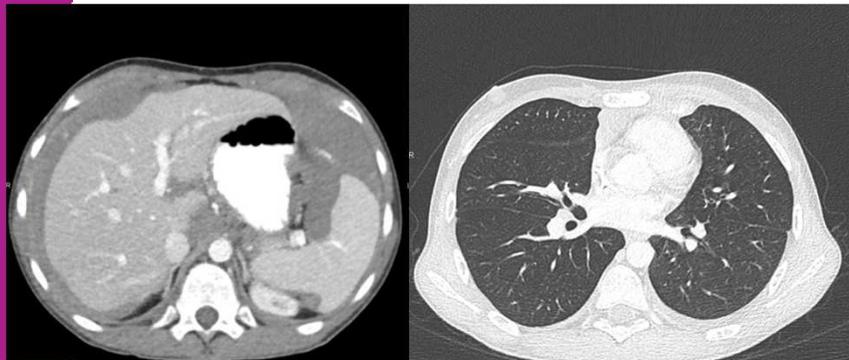
Paramètres d'acquisition et outils d'optimisation de la dose

Choix du kV

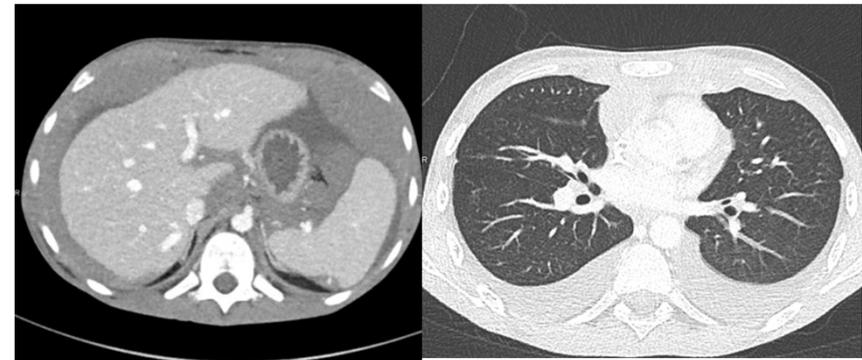
Exemple :

- ✓ En comparant avec l'examen précédent
- ✓ Thorax TAP (Enfant) 15 ans 37 kg : 80kV au lieu de 100kV
- ✓ Gain CTDI moy 4,06 à 3,60 => 16% et qualité très satisfaisante

100kV



80kV

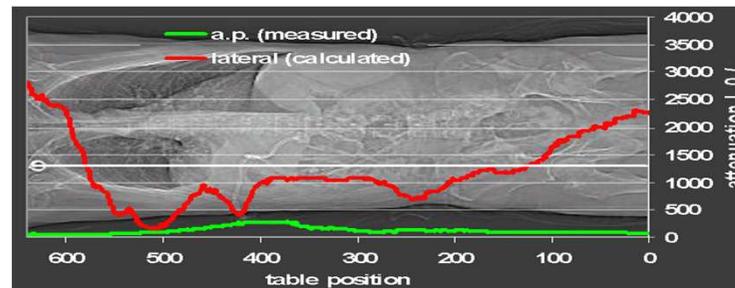


Choisir les paramètres techniques

Paramètres d'acquisition et outils d'optimisation de la dose

Modulation automatique d'intensité (care 4D, siemens)

Nous l'utilisons systématiquement



Avantages :

- ✓ la dose est modulée en fonction de la région irradiée
- ✓ Gain de dose 20 à 30 % (données constructeur)

Inconvénients :

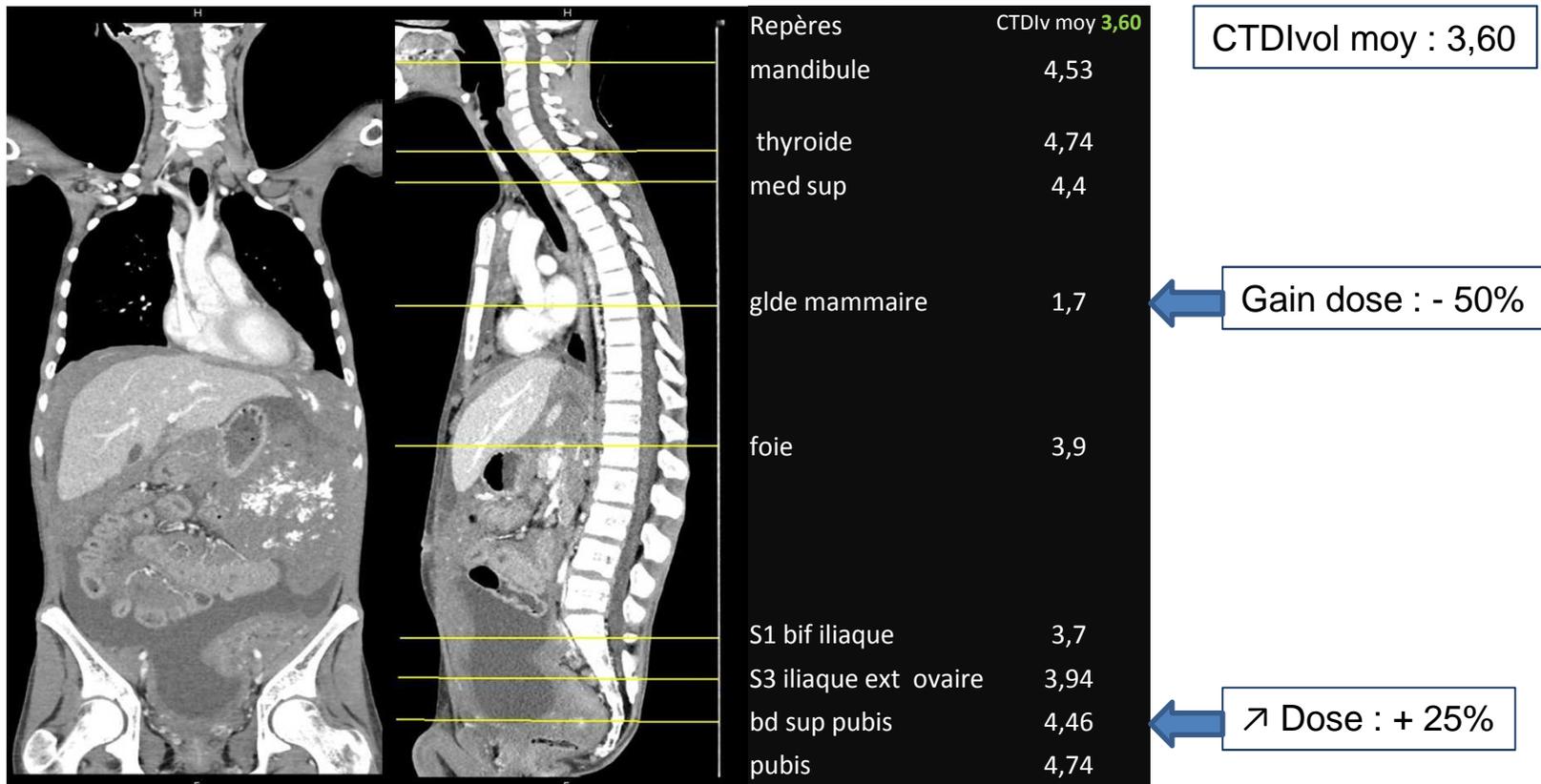
- ✓ Augmentation de l'irradiation aux épaules et pelvis (thyroïde, gonades)
- ✓ => limiter le champ au strict nécessaire !!

Choisir les paramètres techniques

Paramètres d'acquisition et outils d'optimisation de la dose

Modulation automatique d'intensité

.... en pratique :



Choisir les paramètres techniques

Paramètres d'acquisition et outils d'optimisation de la dose

En Résumé, paramètres machine protocole « enfant » :

kV fixe (poids) + utilisation de l'outil Modulation mA

=> Objectif pour scanner enfant de base : **CTDIvol < 50% des NRD**

TAP enfant

- ✓ < 40kg : 80kV 480 mAs de référence
- ✓ > 40 kg : 100kV 240 mAs de référence

Thorax enfant

- ✓ < 40kg : 80kV 440 mAs de référence
- ✓ > 40kg : 100kV 165 mAs de référence

Choisir les paramètres techniques

Paramètres d'acquisition et outils d'optimisation de la dose

Reconstruction itérative

A utiliser systématiquement + + +

Progrès majeur des scanners nouvelle génération

=> Réduction de la dose de **60 %**

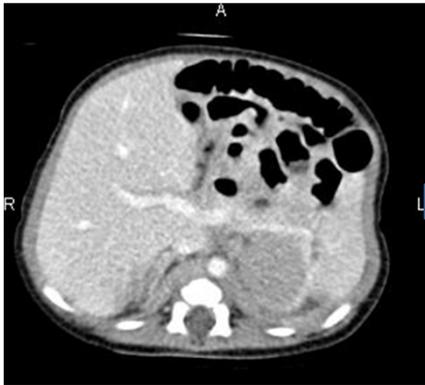
- ✓ C'est une méthode de reconstruction capable de réduire le bruit de l'image sans nuire à sa qualité ni à la visualisation des détails.
- ✓ Précaution : régler au préalable les paramètres d'acquisitions :kV,mAs ..

Choisir les paramètres techniques

Paramètres d'acquisition et outils d'optimisation de la dose

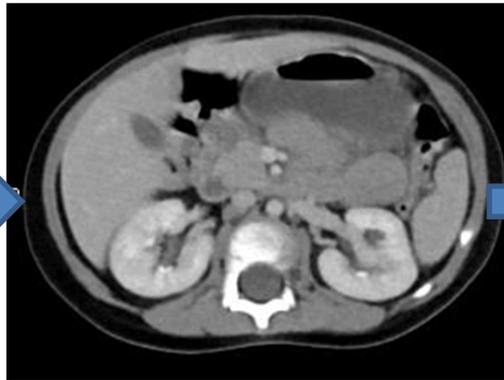
Reconstruction itérative

4 Mois 7kg



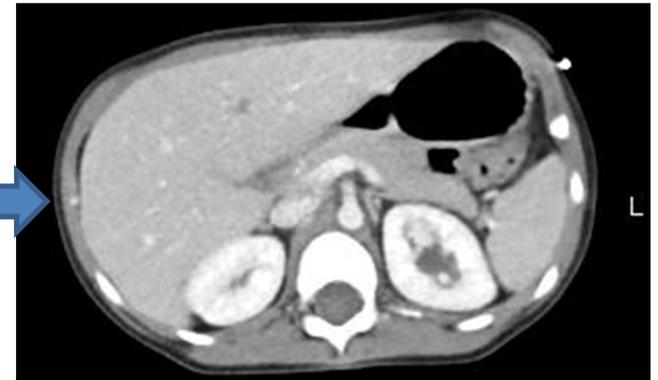
Rétroprojection filtrée
(juin 2010)
CTDI 2,93

22 Mois 14kg



Reconstruction itérative
IRIS
(octobre 2012)
CTDI 2,61

3,5 ans 15kg



Reconstruction itérative
SAFIRE
(sept 2013)
CTDI 1,91

Choisir les paramètres techniques

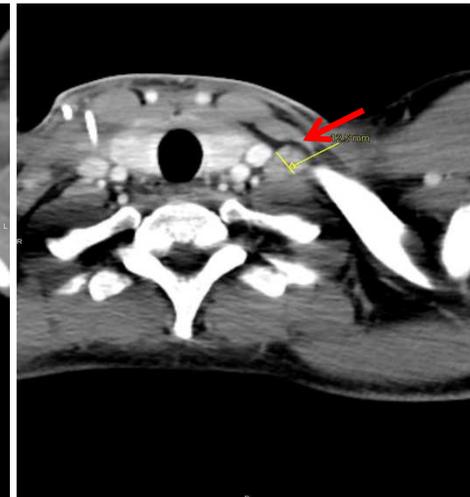
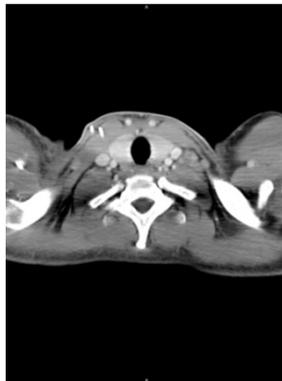
Autres outils et paramètres

Reconstructions 3D

A réaliser dans les 3 plans de l'espace (Coronal et sagittal ...)

- ✓ Permettent d'exploiter l'ensemble de l'examen donc la dose
- ✓ Permettent une meilleur détection et/ou caractérisation des anomalies

Ex : GG sus claviculaire non visualisé initialement en axial, détecté sur le CORO



Choisir les paramètres techniques

Autres outils et paramètres

CTDIvol = Index de Dose Scanographique

- ✓ La CTDIvol attendue est affichée sur la console après le topogramme
- ✓ Doit être confrontée aux NRD AVANT de réaliser l'acquisition

	1 an Taille 75 cm Poids 10 kg				5 ans Taille 110 cm Poids 19 kg				10 ans Taille 140 cm Poids 32 kg			
	HT (kV)	DSV ¹ (mGy)	Long (cm)	PDL ² (mGy.cm)	HT (kV)	DSV ¹ (mGy)	Long (cm)	PDL ² (mGy.cm)	HT (kV)	DSV ¹ (mGy)	Long (cm)	PDL ² (mGy.cm)
Crâne	120	30	14	420	120	40	15	600	120	50	18	900
Massif facial	120	25	8	200	120	25	11	275	120	25	12	300
Sinus	100-120	10	5	50	100-120	10	6	60	100-120	10	10	100
Rochers	120	45	3,5	157	120-140	70	4	280	120-140	85	4	340
Thorax standard	80-100	3	10	30	80-100	3,5	18	63	100-120	5,5	25	137
Poumons « basse dose »	80	2	10	20	80-100	3	18	54	100-120	4	25	100
Abdomen et pelvis	80-100	4	20	80	80-100	4,5	27	121	100-120	7	35	245
Os	100-120	7	- ³	- ³	100-120	10	- ³	- ³	120	12	- ³	- ³



Choisir les paramètres techniques

Paramètres techniques OK => CTDI vol < 50 % / NRD

POURTANT

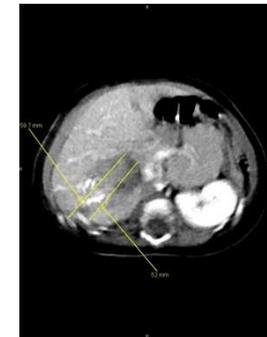
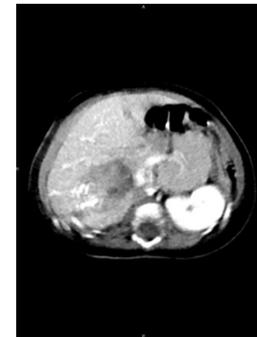
=> Scanner avec artéfact de mouvement

=> ininterprétable

=> scanner à refaire

=> Nouvelle irradiation

=> augmentation de la dose cumulée



La technique ne suffit pas



Facteurs comportementaux



(Prise en charge de l'enfant, accueil des parents
Variation des pratiques selon les manipulateurs, les médecins ...)

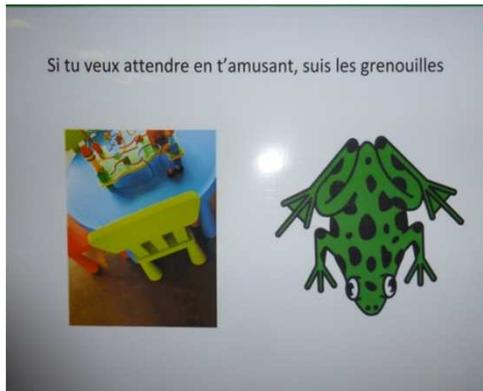
Agir sur les facteurs comportementaux

Prise en charge de l'enfant, accueil des parents

Salle d'attente dédiée

enfant / parents sont indissociables

la prise en charge commence dès leur arrivée dans le service d'imagerie



**Distraire, détendre l'enfant et instaurer un climat de confiance
grâce à un environnement rassurant**

Agir sur les facteurs comportementaux

Prise en charge de l'enfant, accueil des parents

Avant l'examen Rassurer , établir une complicité

- ✓ utiliser un langage approprié
- ✓ faire toucher le matériel (démystifier)
- ✓ réaliser une mise en situation à l'aide de maquette, playmobils...
- ✓ s'assurer de la bonne compréhension de l'enfant par une retranscription avec ses propres mots

Pendant l'examen Créer un climat apaisant

- ✓ Calmer (doudou, tétine, musique...)
- ✓ Baisser la luminosité de la pièce (endormissement)
- ✓ Participation active (en fonction de l'âge)
- ✓ félicite et lui remet un cadeau (fin d'examen)

Agir sur les facteurs comportementaux

Variation des pratiques selon les manipulateurs, les médecins ...

Variations des doses importantes ++

- ✓ suivant les manipulateurs => mauvais paramètres techniques, sous effectif, manque d'expérience...
- ✓ suivant les radiologues => mauvaise connaissance en cancérologie pédiatrique, mauvais protocoles d'examen (nombre de spirales...)

Correctifs

- Enregistrer les protocoles machine dédiés à l'enfant
- Ecrire les protocoles d'examens suivant les indications médicales
- Être formé à la prise en charge pédiatrique
- Procéder à des mises au point lors de réunions

Agir sur les facteurs comportementaux

Variation des pratiques selon les manipulateurs, les médecins ...

Exemple :

- ✓ Manipulateurs ≠ : haut kV (120kV poids 35kg) => CTDIv x 1,2
- ✓ Radiologues ≠ : double spirale (sans + inj jusqu'au plancher pelvien)

Patient :

indication identique (surveillance) mais PDL X 2,8

mAs total 2757 PDL total 431 mGycm							
Scan	KV	mAs / réf.	CTDIvol* mGy	PDL mGycm	TI s	cSL mm	
Position du patient H-SP							
Topogramme	1	80	21 mA	0.02 L	1	5.3	0.6
TAP SANS	2	100	99 / 215	3.09 L	134	0.33	0.6
TAP	3	120	79 / 160	4.29 L	298	0.33	0.6

mAs total 1420 PDL total 152 mGycm							
Scan	KV	mAs / réf.	CTDIvol* mGy	PDL mGycm	TI s	cSL mm	
Position du patient H-SP							
Topogramme	1	80	20 mA	0.02 L	1	5.3	0.6
TAP	2	100	81 / 160	2.54 L	151	0.33	0.6

Agir sur les facteurs comportementaux

Nos protocoles écrits

Resumé PROCOLES SCANNER PEDIATRIE suivant principales indications N Rocourt/ Juillet2013

THORAX SANS INJECTION :

- § Evaluation et surveillance de maladie qui métastase au poumon (sarcome)
- § Retentissement orthopédique cage thoracique + rachis

THORAX AVEC INJECTION :

- § Premier bilan d'extension de toute tumeur
- § Tumeurs médiastinales, pleurales, pariétales et jonction cervicothoracique
- § Bilan préchirurgical métastases pulmonaires proches des hiles, de structures vasculaires ou médiastin

ABDOMEN SANS INJECTION :

- § Sur le foie et la tumeur en Premier bilan d'extension de toute tumeur suivi du TAP avec injection
- § Absence d'accès veineux et premier bilan diagnostique en urgence

ABDOMEN AVEC INJECTION :

- § Bilan initial, d'évaluation ou de surveillance, en une seule boîte d'acquisition TAP
- § Temps tardif : uniquement à la demande (bilan préop tumeur pelvienne, dilatation appareil urinaire, t foie)

PELVIS : Si tumeur Pelvienne ou périnéale

- =>Balayage jusque symphyse pubienne ou plancher
- SANS INJECTION : premier bilan ou uniquement étude osseuse (complément IRM)
- AVEC INJECTION : tps veineux +/-tardif

PELVIS / TAP de tumeur thoracique ou abdominale : AVEC INJECTION

- § Premier bilan d'extension Tumeur thoraco-abdominale => jusque symphyse
- Evaluation ou surveillance => jusque S2 (si pas de masse pelvienne au diagnostic)

CRANE SANS INJECTION :

- § Contrôle dilatation ventriculaire
- § étude osseuse (ex : complément scinti)

CRANE AVEC INJECTION :

- § Parenchyme cérébral ; méningite carcinomateuse
- § certaines métastases osseuses ex : neuroblastome

MASSIF FACIAL , CERVICAL SANS INJECTION :

- § étude osseuse, souvent en complément IRM ORL et encéphale de qualité (ex : RMS)
- § recherche de résidu calcifié en bilan préop ou préradiothérapique avant injection ex : neuroblastome

MASSIF FACIAL AVEC INJECTION :

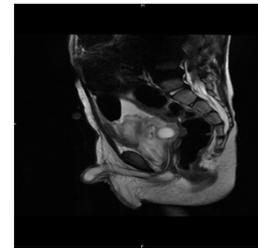
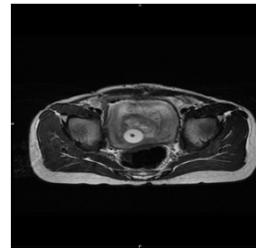
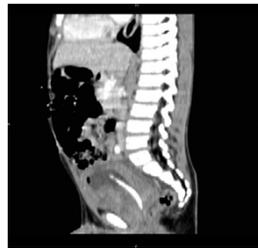
- § bilan, Evaluation, surveillance tumeur base du crâne ou cervicale ex : RMS, neuroblastome

Agir sur les facteurs comportementaux

Paramètres techniques + facteurs comportementaux => OK

bilan initial d'un RMS pelvis en 2012 à 3 ans et demi sans AG

=> Surveillance / TDM jusque 7 ans => puis surveillance IRM sans AG



POURTANT

=> Substitution possible plus tôt

=> Manque d'organisation

Facteurs organisationnel



(Rôle du radiologue , oncopédiatre et validation des indications substitution, Coordination de l'équipe, rôle des manipulateur)



Agir sur les facteurs organisationnels

Rôle du radiologue , de l'oncopédiatre et validation des indications

RCP : réunion de concertation pluridisciplinaire (travail en amont)

Oncopédiatre

- ✓ discute de la prise en charge et du rythme des examens, s'occupe de la prise des RDV (recommandations aux parents)
- ✓ Toutes les données de la RCP sont transmises sur le bon de demande d'examen

Radiologue

- ✓ valide les examens (justification)
- ✓ évalue la possibilité d'une substitution

Agir sur les facteurs organisationnels

La substitution

Doit être **au préalable organisée** pour être efficace

Echographie : l'idéal mais

- ✓ séniorisation vacation, problème de reproductivité
- ✓ Non adaptée pour un bilan pré-opératoire

IRM

- ✓ réclame organisation et énergie
- ✓ A des facteurs limitants :
 - durée des séquences et immobilité
 - Champ et qualité d'exploration
 - La cartographie pré-opératoire
- ✓ Mise en place procédure contention/sédation/AG



Agir sur les facteurs organisationnels

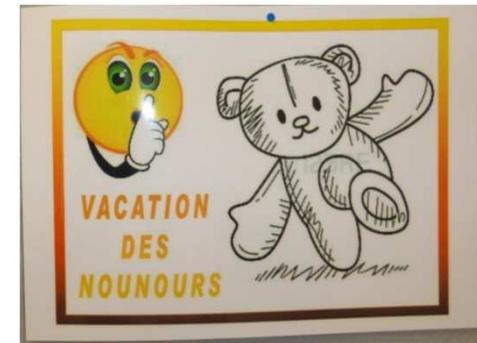
Coordination de l'équipe, rôle des manipulateurs et du radiologue

Avant toute chose

Travailler dans une Ambiance calme et sereine

- ✓ Dédier la vacation aux scanners de pédiatrie
- ✓ Programmer les examens toutes les 30 min
- ✓ Pas d'examen adulte (sauf urgences)
- ✓ Veiller à ne pas être dérangé ...

- ✓ Faire poser la voie veineuse en pédiatrie chez les – 6ans



Agir sur les facteurs organisationnels

Coordination de l'équipe, rôle des manipulateurs et du radiologue

Organisation des manipulateurs

- ✓ au moins 2 manipulateurs formés, disponibles et coordonnés
- ✓ protocole et déroulement de l'examen décidés avant l'installation de l'enfant
- ✓ les manipulateurs proposent le protocole



manip-salle : **s'occupe de l'enfant et des parents**

- Accueil, explication
- vérifie ou pose la voie veineuse
- Positionne l'enfant
- lance le topogramme et l'acquisition
- réalise l'injection, retire la voie veineuse
- félicite et lui remet un cadeau
- ...

Agir sur les facteurs organisationnels

Coordination de l'équipe, rôle des manipulateurs et du radiologue

Organisation des manipulateurs

Le manip-console : **s'occupe des paramètres techniques**



- Choisit le protocole d'examen
- Vérifie que le topogramme
- vérifie que la CTDIvol ($< 50\%$ CTDI des NRD), corrige
- Ou indication d'un examen ultraLowDose
- positionne le champ
- Vérifie la qualité de l'examen
- Réalise les reconstructions



Le radiologue

- ✓ Valide le protocole
- ✓ vérifier la qualité diagnostique de l'examen
- ✓ contrôle la dose

Conclusion

- ✓ Les protocoles machine des scanners nouvelle génération
=> respectent NRD pour majorité des scanners

- ✓ Optimiser la dosimétrie scanner chez les enfant
 - c'est plus !
réaliser un examen utile au diagnostic, non substituable avec une dose-examen minimale suffisante pour la qualité diagnostique (pas qualité image)
 - c'est multifactoriel
Technique – organisation – comportements
 - ✓ c'est complexe
Compétence en radiopédiatrie, formations et collaboration avec ingénieur