

Imagerie Corps Entier chez l'Enfant

EOS : Utilisation, Irradiation et Dosimétrie

**DELIN C(2), DESAUTE P(1), THELEN P(2), WYLER A(2), BASSINET C(3),
POITTEVIN X(2), KOCH P(2), FOLINAIS D(2).**

**Réseau Imagerie Médicale
Centre de Consultation
Maussins-Nollet Paris (2)**



**Institut de Radioprotection
et de Sûreté Nucléaire,
Fontenay-aux-Roses (3)
DRPH/SDE/LDRI & DRPH/SER/UEM**



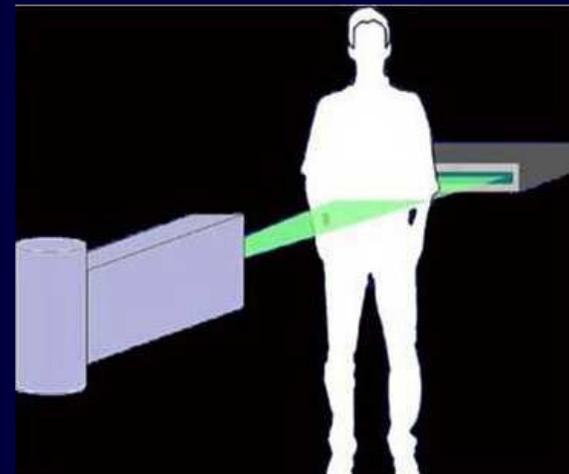
**EOS-Imaging
Paris (1)**



EOS

EOS (EOS Imaging, Paris) : appareil de stéréoradiographie par RX

- Très faible dose de RX : technologie de la chambre à fils de G. Charpak (Nobel Physique 1992) => 8 à 9 fois moins irradiant sur le rachis entier par rapport à des radiographies standards (Deschênes S. et al., Spine 2010)
- Balayage par un fin faisceau de RX et un détecteur collimaté => peu de diffusion
 - . Augmentation du S/B
 - . Diminution de la dose
- Acquisition simultanée face et profil :
=> modélisation 3D
- Inconvénients : coût, accessibilité réduite.



EOS – Applications chez l'enfant

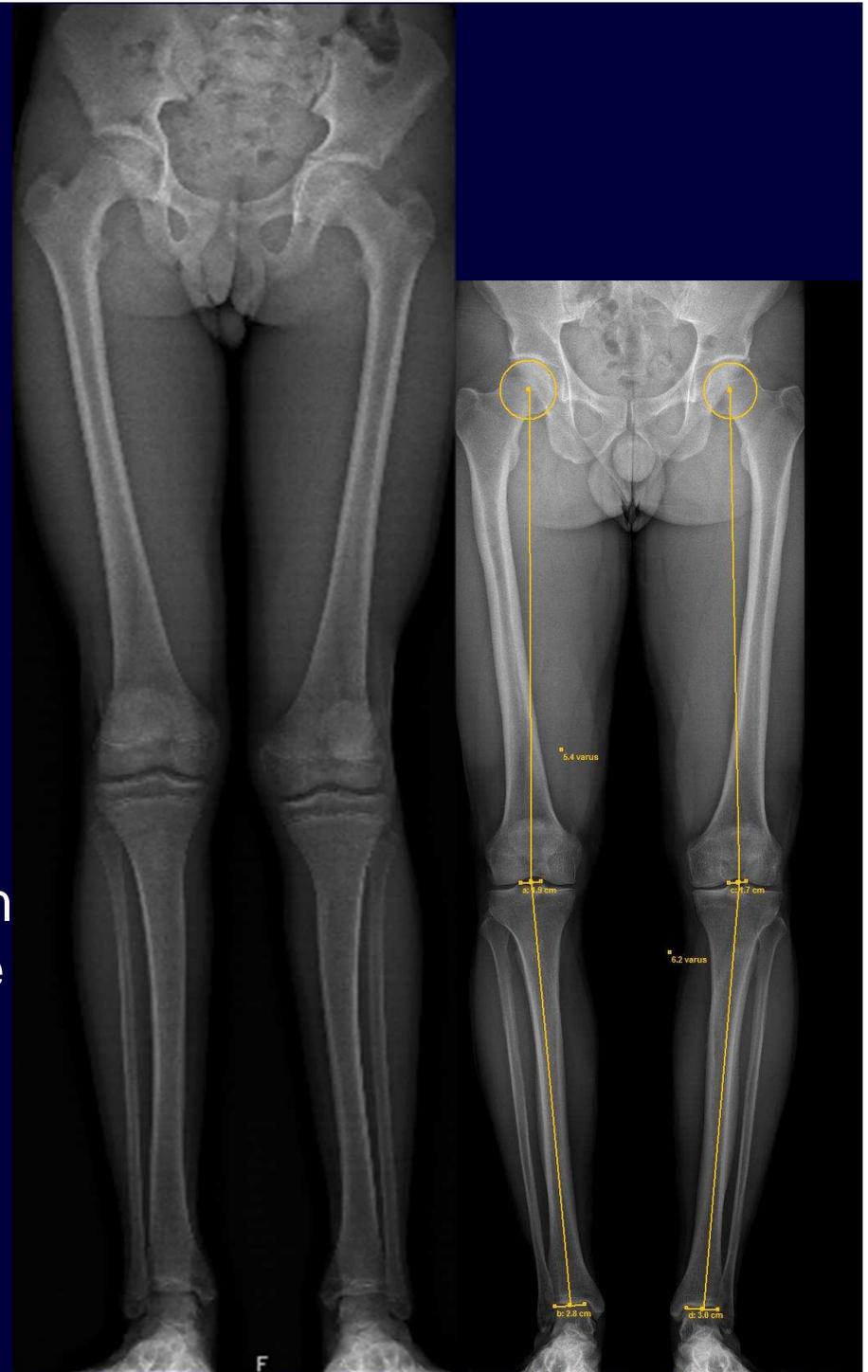
- **Gonométrie des membres inférieurs**
- **Posture pelvienne et rachidienne**

EOS et Gonométrie

- **Pangonométrie 2D :**

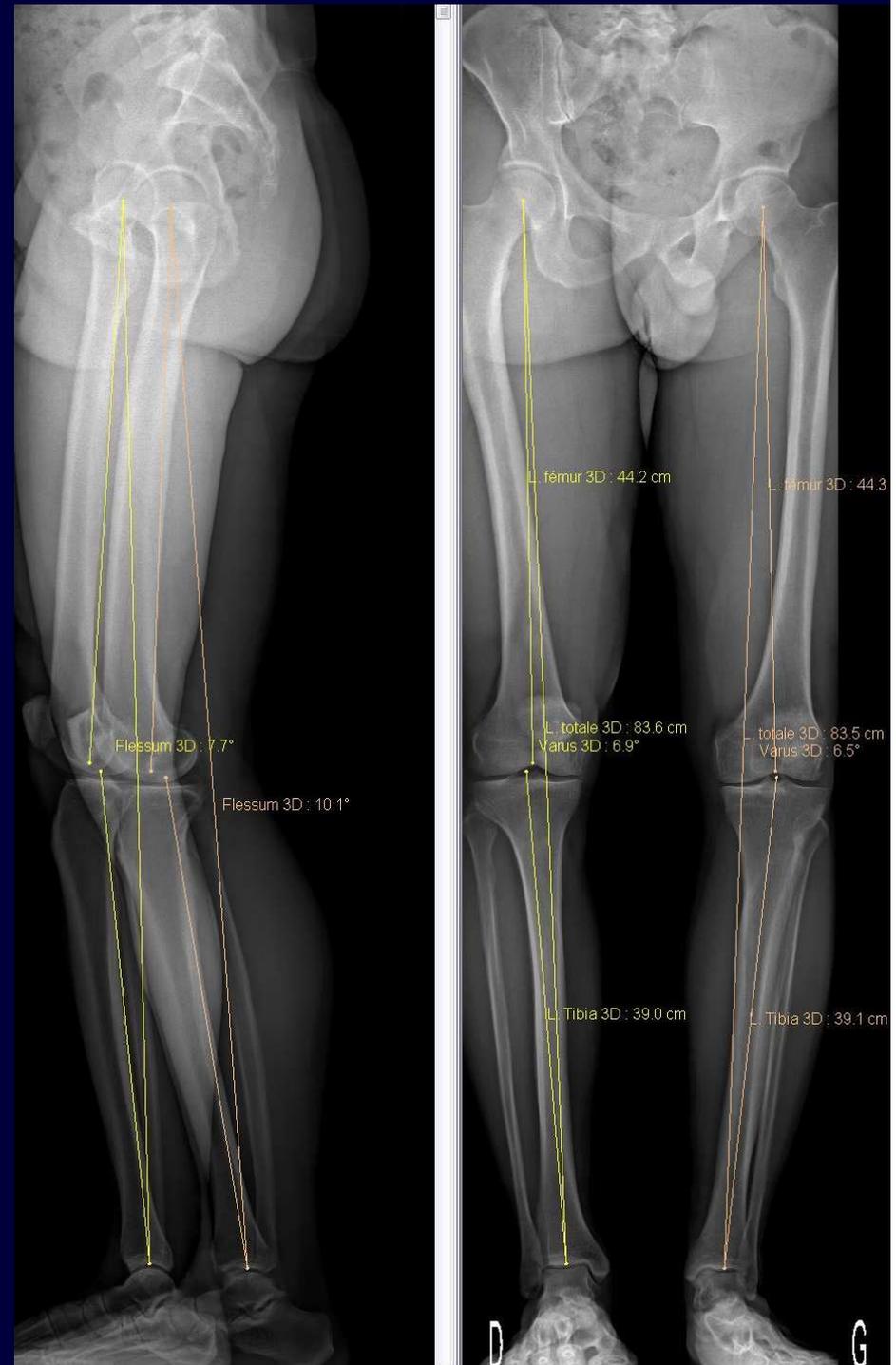
Réalisation d'une acquisition 2D de face sur EOS

...ou récupération de l'image EOS de face de l'acquisition d'un corps entier réalisée pour l'étude posturale de l'ensemble du squelette

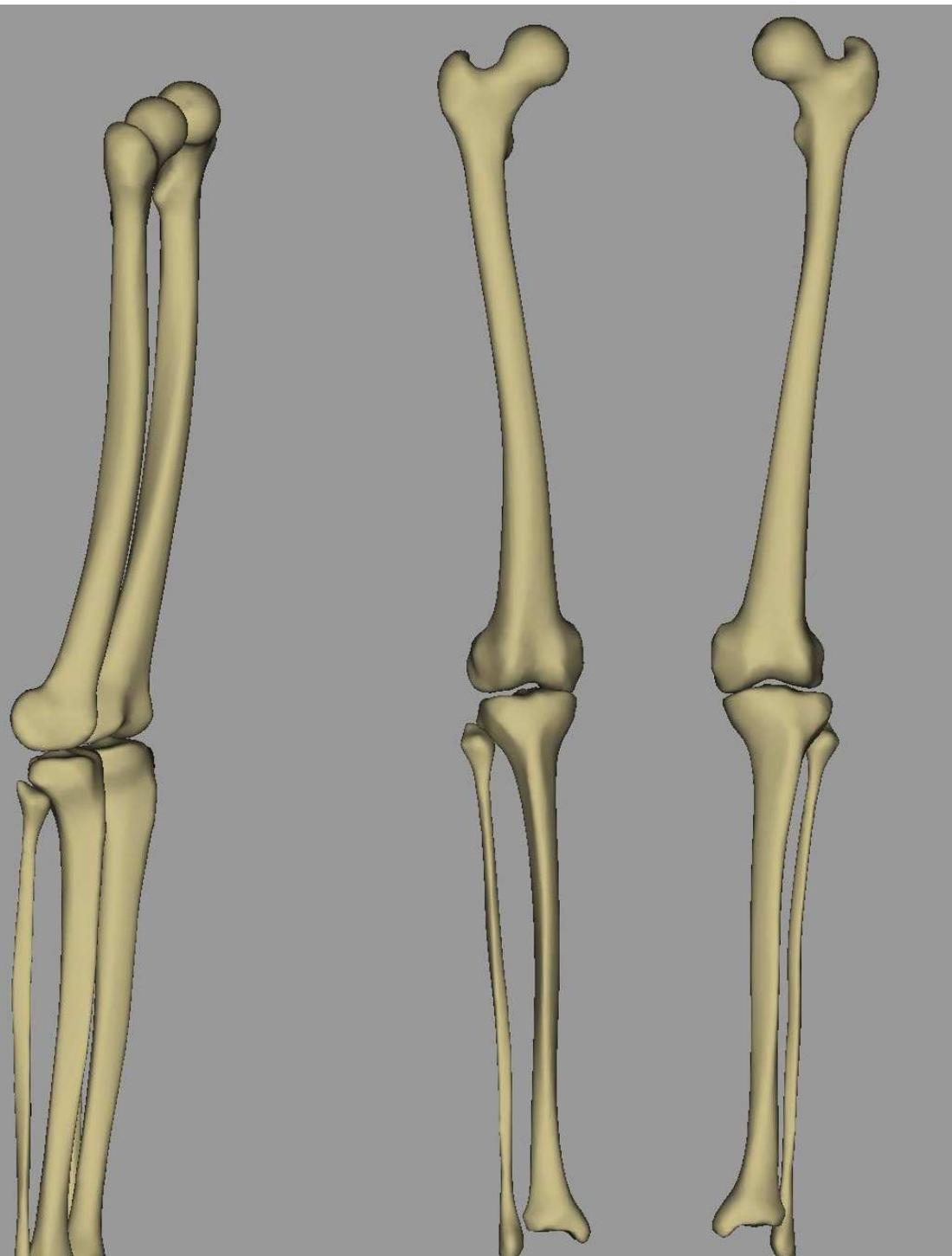
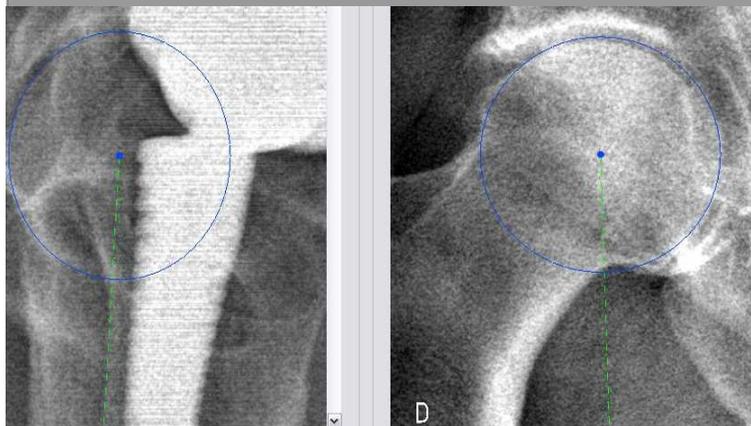
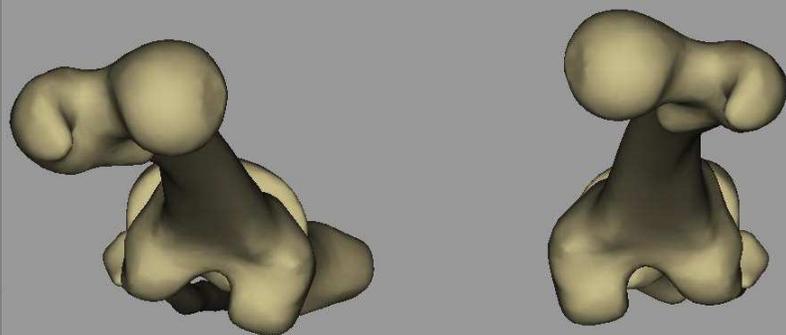


Pangonométrie EOS 3D

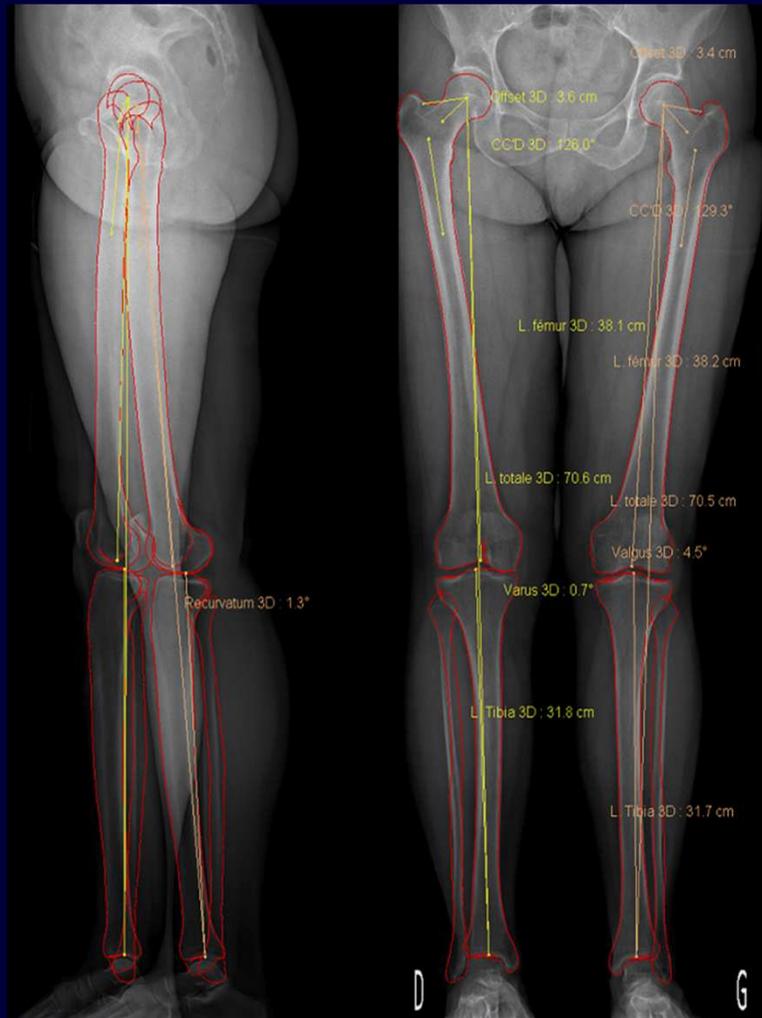
- Acquisitions face et profil simultanées
- Position spécifique trois quart
- Individualisation des 2 membres inférieurs



Modélisation 3D



EOS - Gonométrie



Go

S

Membres inférieurs	
<input type="checkbox"/> Enveloppe tibia droit	3D
Angle tibial mécanique (°)	87.9
Flessum (°)	0.3
Varus (°)	0.5
Rotation fémoro-tibiale (°)	3.9
Torsion tibiale (°)	29.2
Longueur tibia (cm)	39.2
Longueur totale (cm)	83.2
<input type="checkbox"/> Enveloppe fémur droit	3D
Angle fémoral mécanique (°)	92.1
HKS (°)	7.1
Angle cervico-diaphysaire (CC'D) (°)	116.5
Longueur col (cm)	5.8
Offset fémoral (cm)	5.3
Torsion fémorale (°)	13.1
Longueur fémur (cm)	43.3
Diamètre tête fémorale (cm)	4.7
<input type="checkbox"/> Enveloppe tibia gauche	3D
Angle tibial mécanique (°)	85.8
Recurvatum (°)	5.0
Valgus (°)	2.1
Rotation fémoro-tibiale (°)	-12.4
Torsion tibiale (°)	32.5
Longueur tibia (cm)	37.7
Longueur totale (cm)	80.3
<input type="checkbox"/> Enveloppe fémur gauche	3D
Angle fémoral mécanique (°)	96.3
HKS (°)	5.5
Angle cervico-diaphysaire (CC'D) (°)	112.7
Longueur col (cm)	4.3
Offset fémoral (cm)	4.0
Torsion fémorale (°)	-5.0
Longueur fémur (cm)	42.0
Diamètre tête fémorale (cm)	4.9

Gonométrie EOS

Positions => Examen bipodal / monopodal



EOS et Rachis

=> Les grands clichés du Rachis

- **RACHIS EN ENTIER**

*Enfant, adolescent :

- suivi de scoliose
- troubles posturaux divers

*Adultes : suivi rhumato...

- ⊙ **SQUELETTE EN ENTIER**

* Enfant, adolescent :

=> idem précédent avec bilan longueur des M.inf

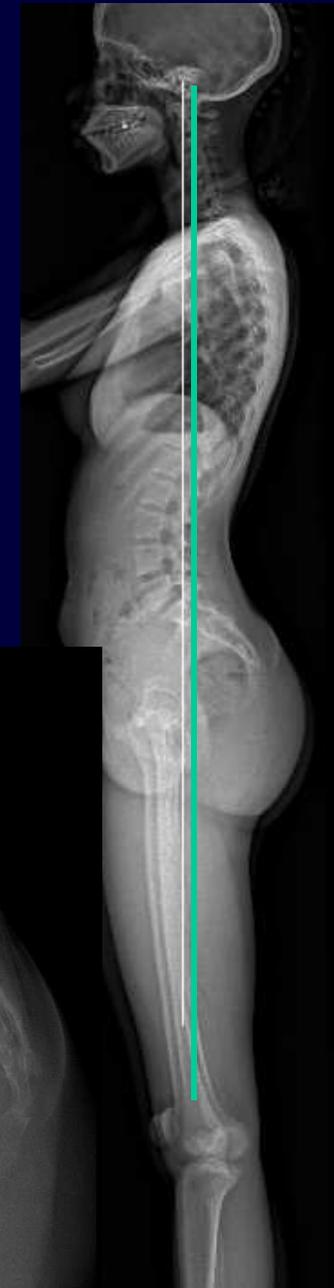
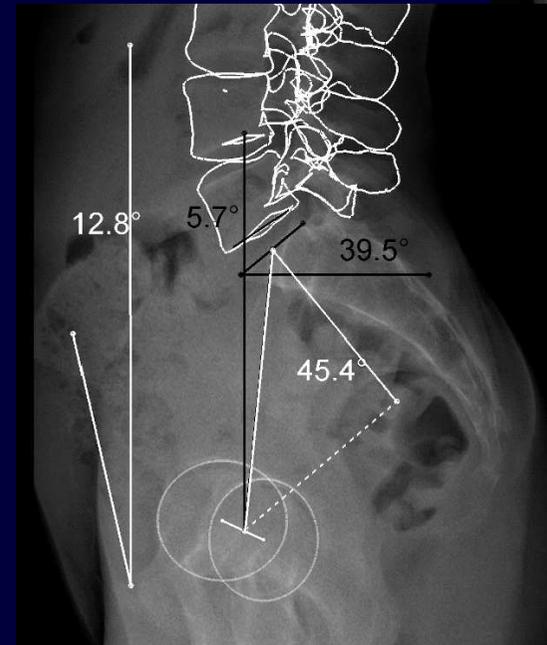
* Milieu orthopédique Adulte, surtout Sujet âgé

TROUBLES DE LA STATIQUE RACHIDIENNE PLAN SAGITTAL

- **La position debout économique**

est gérée par le bassin, et caractérisée par la projection du centre de gravité en arrière des têtes fémorales

- ⊙ **L' incidence pelvienne** est le seul paramètre constant parmi les paramètres pelviens => permet de calculer les valeurs théoriques de cet équilibre économique



- scoliose

Vue Supérieure

Face

EOS : Basse dose et Qualité image

- Jeunes, adolescents et sujets normaux:

Qualité d'image remarquable

- *Résolution élevée
- *Contraste
- *Absence de diffusé



Limite: la stabilité du patient

- **Limites:** stabilité et/ou immobilité du patient...

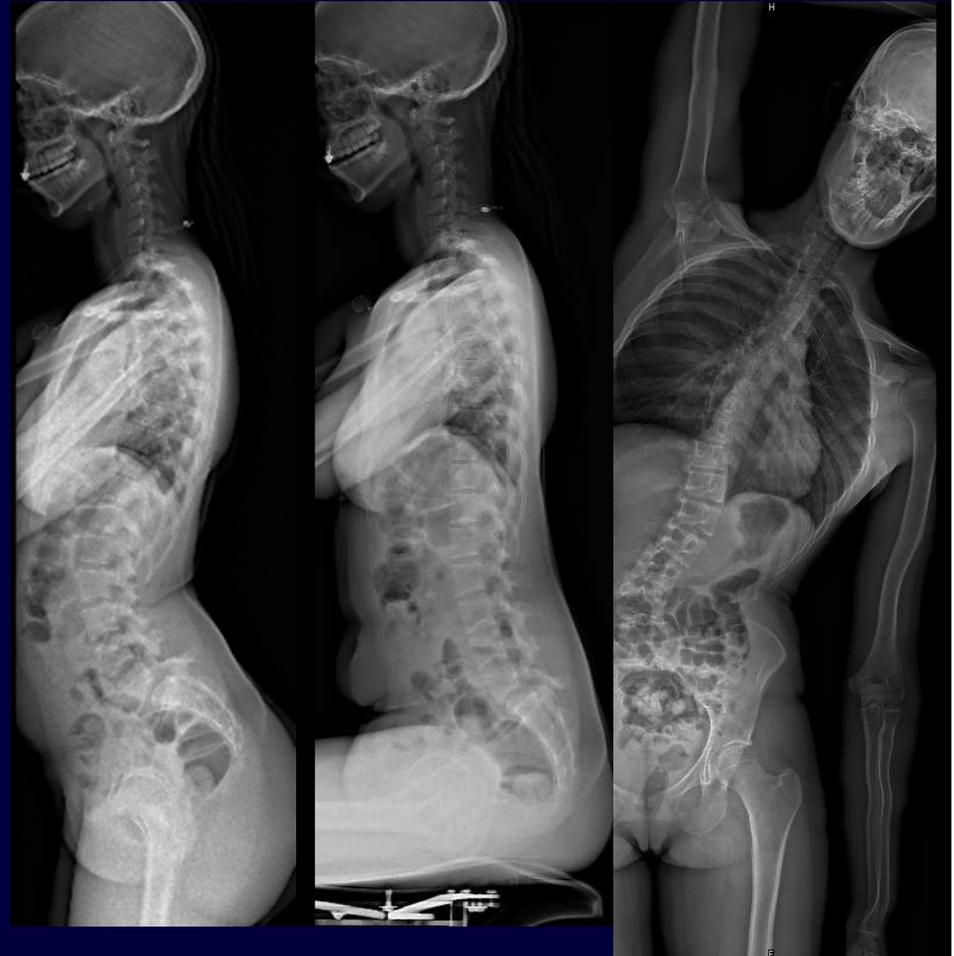


EOS – Exploration du RACHIS

- MODIFIE LES HABITUDES:

Faire des acquisitions

- en position assise
- voire accroupie....
- avec compensation...
- exa dynamiques...



Basse dose et qualité image réduction de dose de 8 à 10

	11	12	13	14	15	16	17	18
Full spine	1	1	1	1	1	1	1	1
EOS	1/8	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10	1/10

SCOLIOSE des ENFANTS et ADOS:

Une scoliose modérée nécessite un suivi sur 8 à 10 ans
soit 10 examens MINIMUM

⇒ SI TOUT LE SUIVI est fait avec 8 à 10 examens EOS
= la dose d'un seul FULL SPINE

Etude Dose en pelvimétrie EOS/TDM

- **Scanner : GE VCT 64, Siemens Sensation 16 et Emotion 6** => protocoles d'acquisition du constructeur sans régulation automatique de l'intensité .

Type de dispositif	Haute-tension (kV)	Charge (mAs)	Collimation (mm)	Longueur d'acquisition (cm)	Pitch	CTDI volume (mGy)	PDL (mGy.cm)
Emotion 6	110	40	12	25	1	3	82
Sensation 16	100	30	12	25	1	1.35	37
VCT 64	140	10	40	25	1.375	0.84	26

- **EOS** : protocole constructeur (« adulte corpulent »).

Type de dispositif	Incidence	Haute-tension (kV)	Charge (mAs/ligne)	Collimation (mm)	Longueur d'acquisition (cm)	PDS (mGy.cm ²)
EOS	Face	110	1.04	-	27.5	384
	Profil	130	1.33	-	27.5	649

Dose et pelvimétrie EOS/TDM

- **Dispositif Opera° (société GMM)**
 - utilisation de plaques photostimulables ERLM (Fuji),

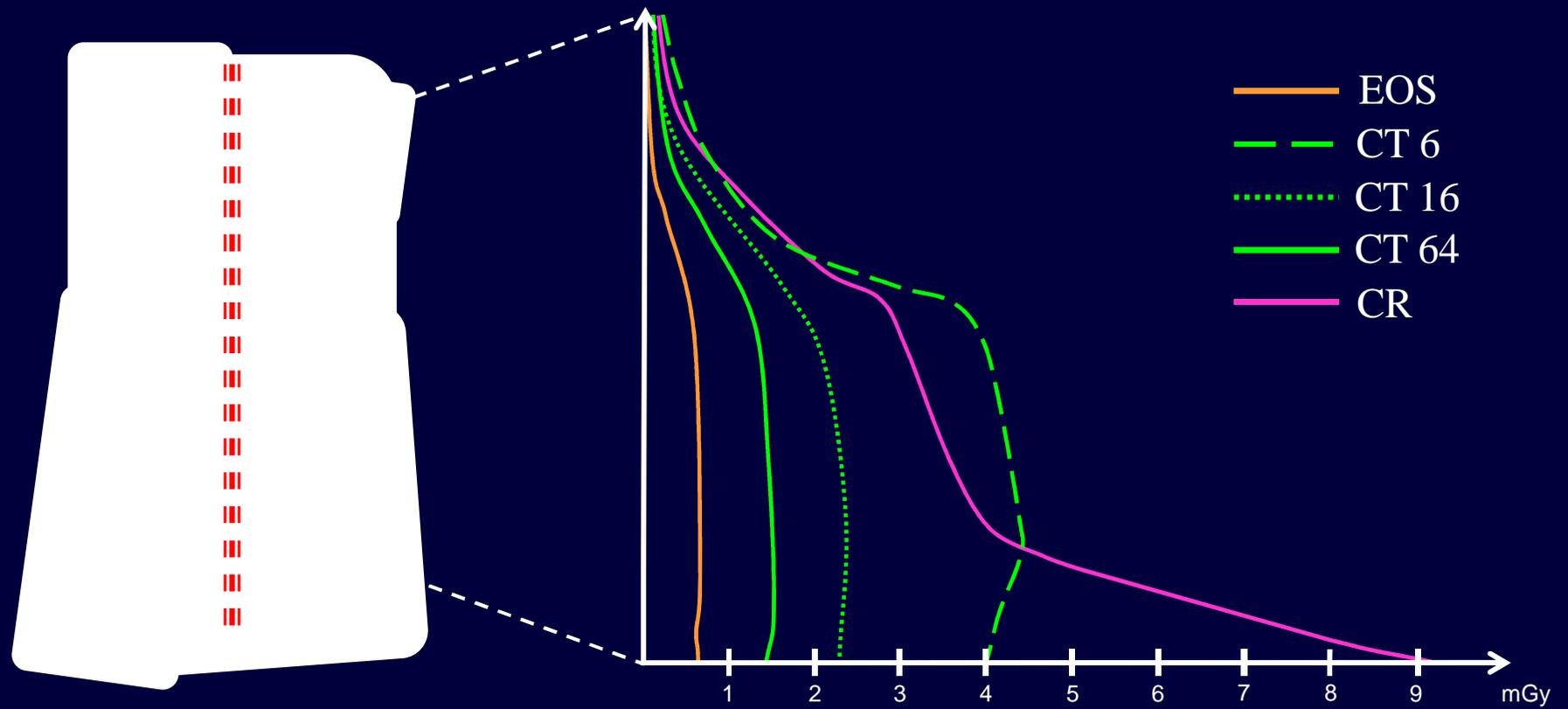
Type de dispositif	Incidence	Haute-tension (kV)	Charge (mAs)	Détecteur (cm x cm)
Opera	Face	70	38	36x43
	Profil	70	237	36x43
	Epine Dte	60	471	36x43 divisé en 2
	Epine Gche	60	465	

Matériels et Méthode

- **Fantôme** : mannequin anthropomorphe (tronc) Alderson-Rando
 - dosimètres thermoluminescents de fluorure de lithium type GR207P étalonnés dans les installations de l'IRSN en cobalt-60 en terme de kerma-air dans les conditions de l'équilibre électronique
 - coefficients de correction ont été déterminés expérimentalement.

Résultats

Résultats



Profils de dose en termes de kerma-tissu (mGy) sur l'axe vertical

Résultats (4)

Doses moyennes (mGy) mesurées au centre du volume représentant un fœtus et doses efficaces (mSv) calculées associées à chaque procédure

Dispositif médical	Dose moyenne (mGy) – Dose efficace (mSv)
Scanner GE 64 barrettes	1.4
Scanner Siemens 16 barrettes	2.3
Scanner Siemens 6 barrettes	4.2
Table télécommandée et plaques photostimulables	6.8
EOS	0.6

Note.

Les doses efficaces ont été calculées pour chaque examen avec les facteurs de pondération tissulaire de la publication CIPR60.

Dose efficace (mGy) est équivalente dose moyenne (mSv) délivrée au fœtus pour la pelvimétrie.

Résultats (5)

Comparativement à la procédure réalisée sur l'EOS, la **dose moyenne délivrée au fœtus** est supérieure lors de l'acquisition par les autres dispositifs :

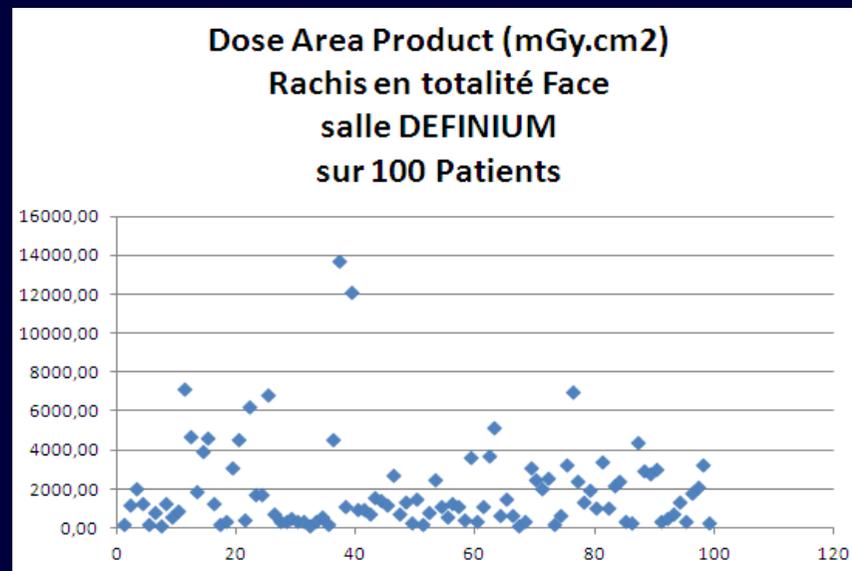
- . Scanner 64 barrettes : dose TDM = 2.2 x dose EOS
- . Scanner 16 barrettes : dose TDM = 3.5 x dose EOS
- . Scanner 6 barrettes : dose TDM = 7.3 x dose EOS
- . Plaques photostimulables : dose plaques = 10.6 x dose EOS

Résultats

- Comparativement à la procédure réalisée sur l'EOS, la **dose moyenne diffusée en abdominal** est supérieure lors de l'acquisition par les autres dispositifs :
 - . Scanner 64 barrettes : dose TDM = 2.7 x dose EOS
 - . Scanner 16 barrettes : dose TDM = 3.7 x dose EOS
 - . Scanner 6 barrettes : dose TDM = 6.1 x dose EOS
 - . Plaques photostimulables : dose plaques = 5.4 x dose EOS

EOS - Dosimétrie

EOS versus Table à capteur plan



(L.Preti, Radiologie, Hopital St Joseph)

Discussion - Limites

Peut-on encore plus diminuer les doses de RX en EOS?

- **Progrès technique : EOS microdose**
- **Techniques « classiques » de radioprotection :**
 - . Adaptation de la dose à la morphologie du patient
 - . Placement dos face à une des deux sources
 - . Caches de radioprotection
 - . Limiter le champ d'irradiation au strict nécessaire

EOS - Microdose

Ex: Rachis de Face chez un enfant de 13 ans

DAP: 239.08 mGy.cm²



DAP: 46 mGy.cm²

EOS - Microdose

RACHIS ENTIER de FACE

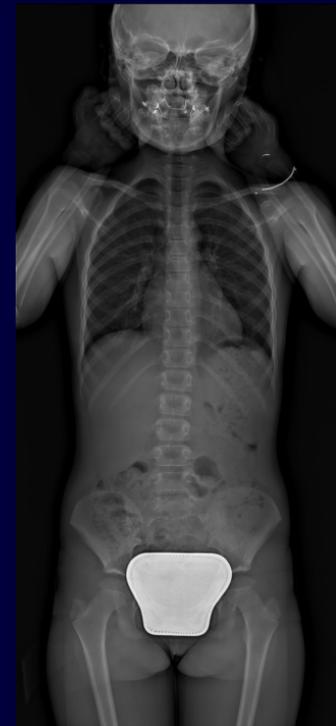
Paramètres classiques d'acquisition

Microdose

EOS et radioprotection

Techniques « classiques » de radioprotection :

- . Dose et champ adaptés à la morphologie du patient
- . Position du patient => dos face à une des sources de RX
=> diminue de 50% dose absorbée en intra-pelvien
- . Caches de radio protection:



EOS et radioprotection

EOS => doses très faibles de RX.

Est-il bien utile de rajouter de nouveaux éléments de radioprotection?

RAPPELS:

- Augmentation majeure de l'irradiation médicale dans la population US: 0.5 mSv en 1980 => 3 à 5.6 mSv en 2007 (Fazel R et al, N Engl J Med 2009)
- Doses efficaces cumulées des procédures radiologiques :
=> 4 Million d'américains > 20 mSv annuels
- Radiosensibilité d'autant plus importante que l'enfant est jeune
- Effet des faibles doses cumulées: excès de mortalité par cancer du sein (SMR 1.68) chez des jeunes femmes régulièrement explorées dans l'enfance pour des troubles posturaux rachidiens (Ronckers CM et al, 2010)

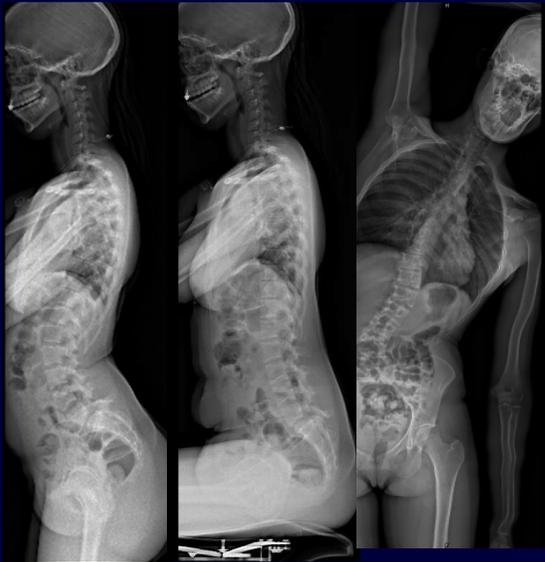
EOS et radioprotection

Donc malgré les faibles doses => radioprotection nécessaire

Et ce d'autant plus que les basses doses... encouragent les prescriptions!

Scoliose avant EOS : un bilan et suivi +/- un contrôle de corset

Scoliose avec l'EOS : . bilan avec de plus en plus de clichés dynamiques et/ou positionnels (cals)
. suivi plus resserré +, contrôle de corset ++
. corps entiers de plus en plus fréquents



Attention aux doses!!

ENFANTS et ADOLESCENTS

- L'OBSESSION doit rester la même qu'avant la venue de l'EOS:

→ DIMINUER LES DOSES

→ PRESERVER L'AVENIR

→ **DONC LIMITER LE CHAMP D'IRRADIATION,
LE NOMBRE D'INCIDENCES ET D'EXAMENS
AU STRICT NECESSAIRE**

CONCLUSION

Le système EOS permet une exploration du rachis et du corps entier en position naturelle et rend accessible de manière fiable et en un seul examen de nombreux paramètres rachidiens, pelviens et des membres inférieurs.

La faible irradiation de l'EOS permet de freiner l'inflation constante de l'irradiation médicale depuis 30 ans en se substituant à des techniques d'imagerie plus irradiantes.

MAIS l'EOS utilise toujours des RX!

Les bonnes pratiques de radioprotection doivent toujours s'appliquer malgré les « faibles doses » voire les « micro doses ».

Attention à la multiplication (nécessaire?) des demandes, bilans et contrôles sous prétexte de « low dose »