



**EOS** Plateforme d'imagerie basse dose  
pour les pathologies musculosquelettiques  
de l'enfant et l'adulte

# L'examen EOS

- Système unique de balayage vertical biplan basse dose et Micro Dose
- Patient en position fonctionnelle: debout ou assis
- Images du corps entier face et profil acquises simultanément: 20 s pour un adulte, 15 s pour un enfant
- Fin de l'acquisition: les images 2D DICOM sont poussées vers le PACS et la station sterEOS





# Examen Basse Dose ou Micro Dose

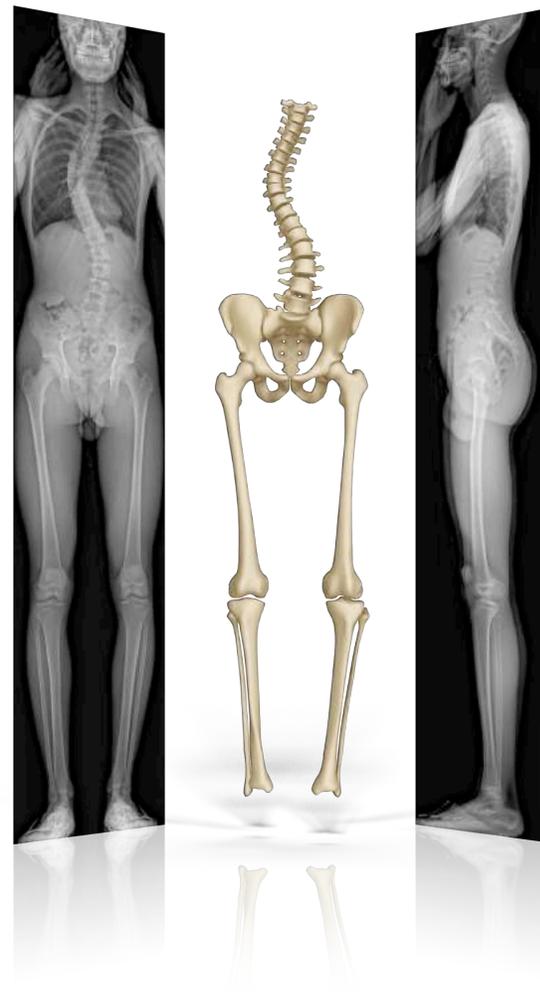
- Dose de rayonnements réduite de
  - 50 % par rapport à la radiographie numérique (DR)<sup>1</sup>
  - 85 % par rapport à la radiographie conventionnelle (CR)<sup>2</sup>
  - 95 % par rapport à un scanner (CT)<sup>3</sup>
- L'option Micro Dose réduit encore l'exposition aux rayonnements
  - Réduction de la dose par 45 par rapport à la radiographie conventionnelle (CR)<sup>4</sup>
  - Examen de suivi du rachis chez l'enfant à une dose équivalente à une semaine de rayonnement naturel<sup>5</sup>



1. Comparison of radiation dose, workflow, patient comfort and financial break-even of standard digital radiography and a novel biplanar low-dose X-ray system for upright full-length lower limb and whole spine radiography. Dietrich TJ et al. *Skeletal Radiol.* 2013.
2. Diagnostic imaging of spinal deformities: reducing patient's radiation dose with a new slot-scanning X-ray imager. Deschenes S et al. *Spine (Phila Pa 1976)*2010 Apr 20;35(9):989-9
3. Ionizing radiation doses during lower limb torsion and anteversion measurements by EOS stereoradiography and computed tomography. Delin C, et al. *Eur J Radiol.* 2013
4. EOS microdose protocol for the radiological follow-up of adolescent idiopathic scoliosis. Ilharberborde B. et al. *Eur Spine J.* 2015
5. Ionizing Radiation Exposure of the population of the United States.

# Bénéfices cliniques

- Image de haute qualité à contraste élevé : plus de 65 000 niveaux de gris
- Mesures 2D et 3D précises en position fonctionnelle sans agrandissement et sans d'erreur d'assemblage grâce à un balayage vertical continu
- Visualisation des os du patients en 3D, pour une meilleure compréhension de leurs positions, rotations, orientations au sein de l'appareil squelettique global



# EOS dans la prise en charge des pathologies ostéoarticulaires

- Scoliose
- Rachis dégénératif et troubles de la posture
- Pathologies des membres inférieurs



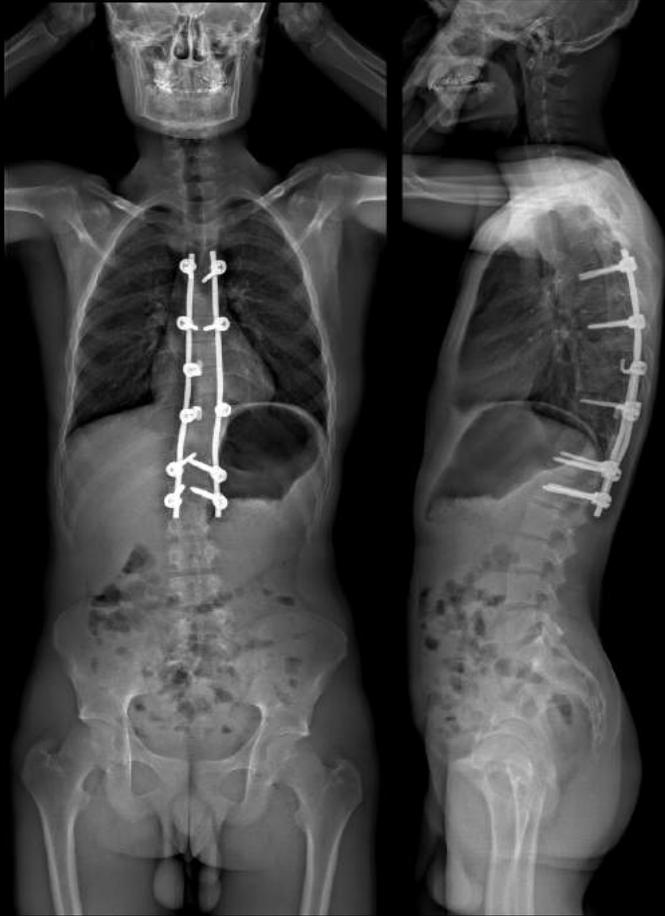
# Scoliose



Micro Dose

Low Dose

# Scoliose



Traitement chirurgical

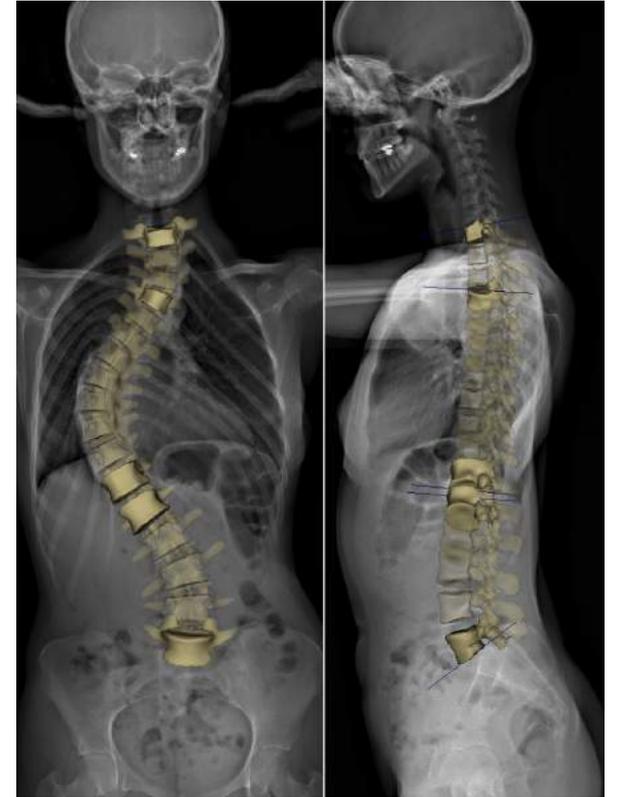


Traitement orthopédique

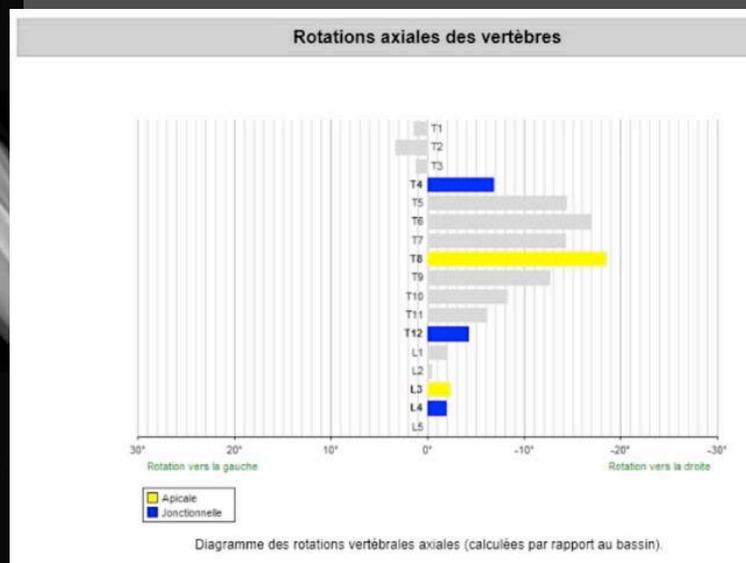
# Scoliose

## sterEOS 3D Rachis

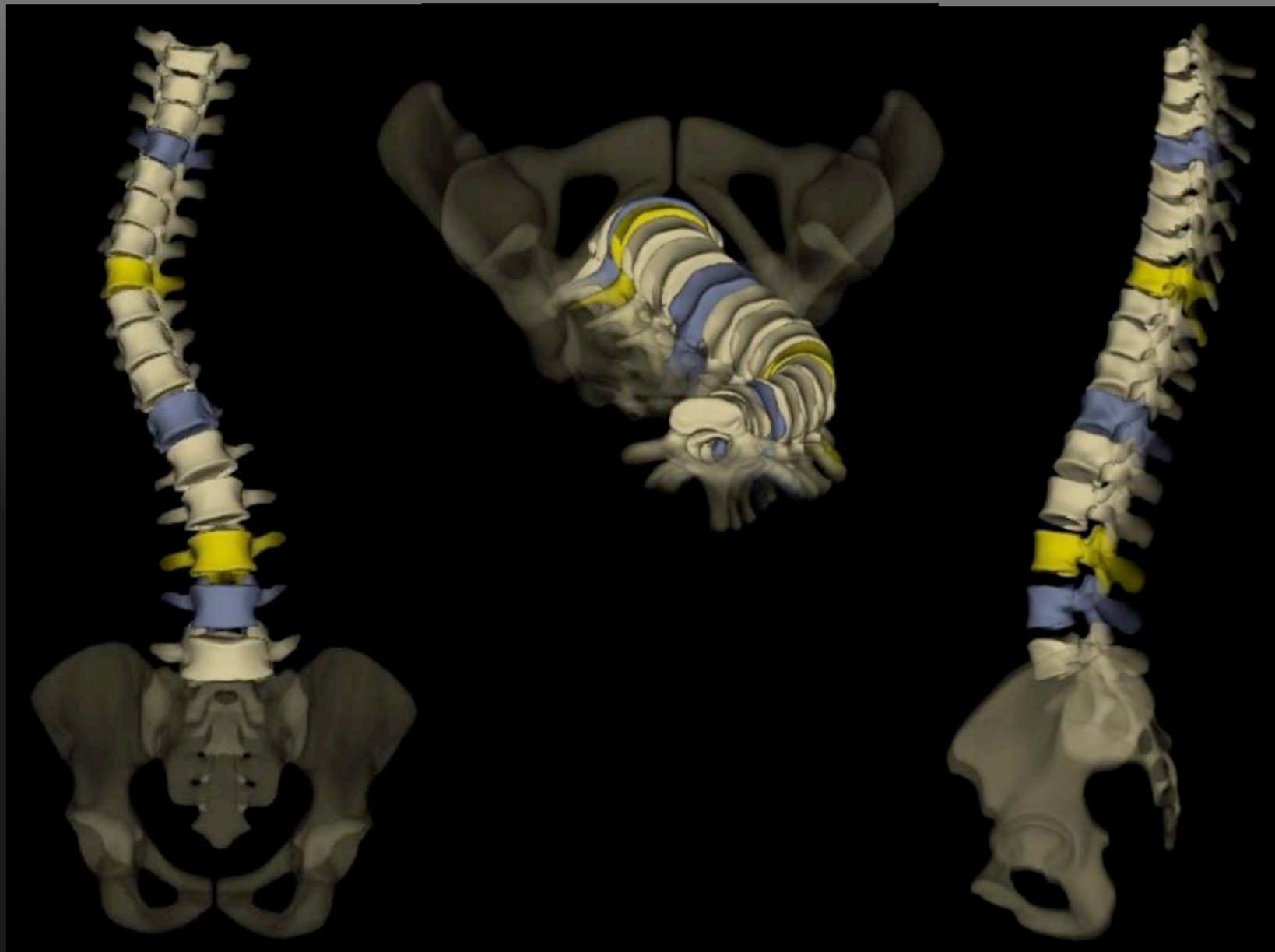
- Analyse de la scoliose, des troubles et déformations du rachis
- Modélisation de T1 à L5
  - Sélection des vertèbres apicales et jonctionnelles de la scoliose
- Visualisation du rachis dans sa globalité depuis différents angles, incluant une vue de haut



# Scoliose

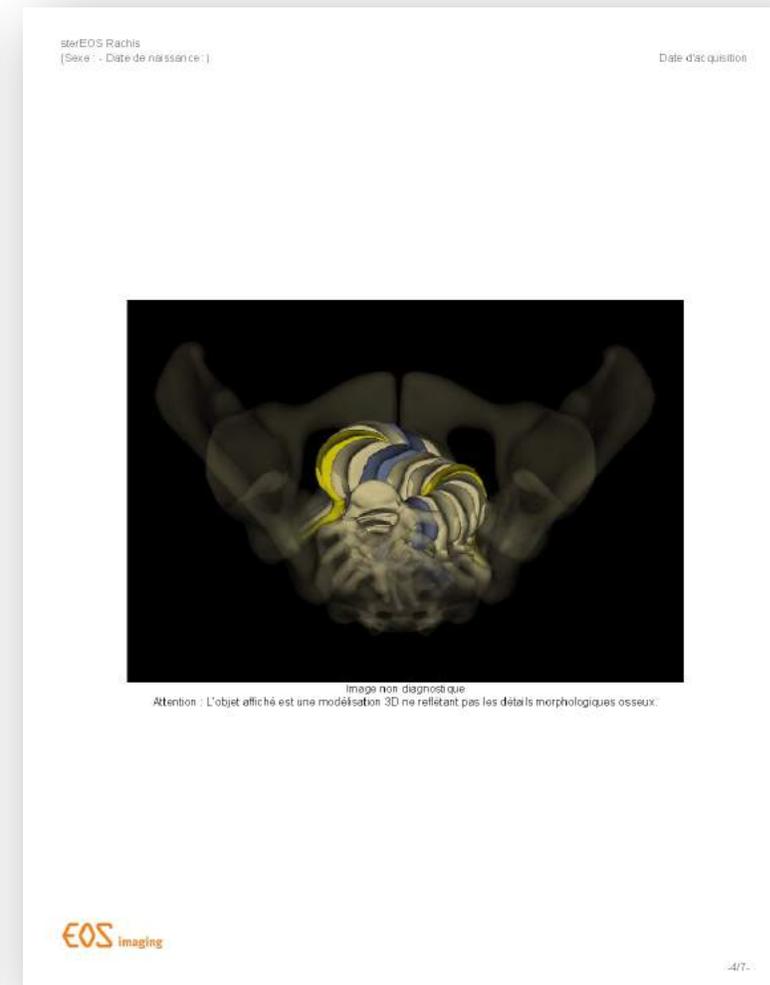
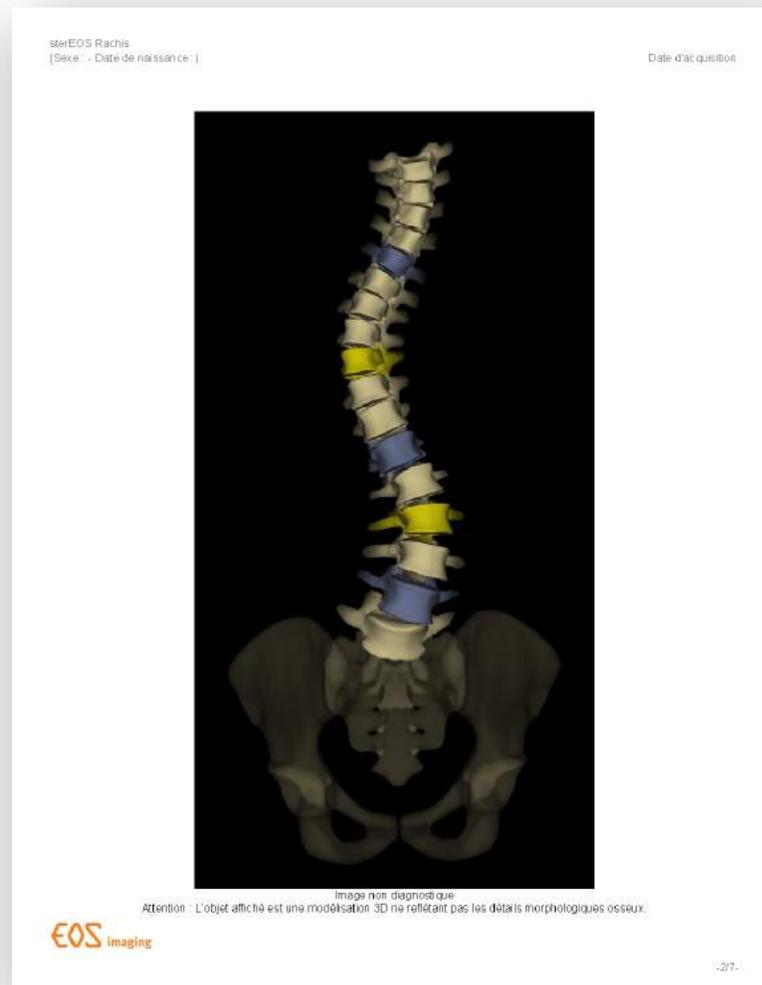
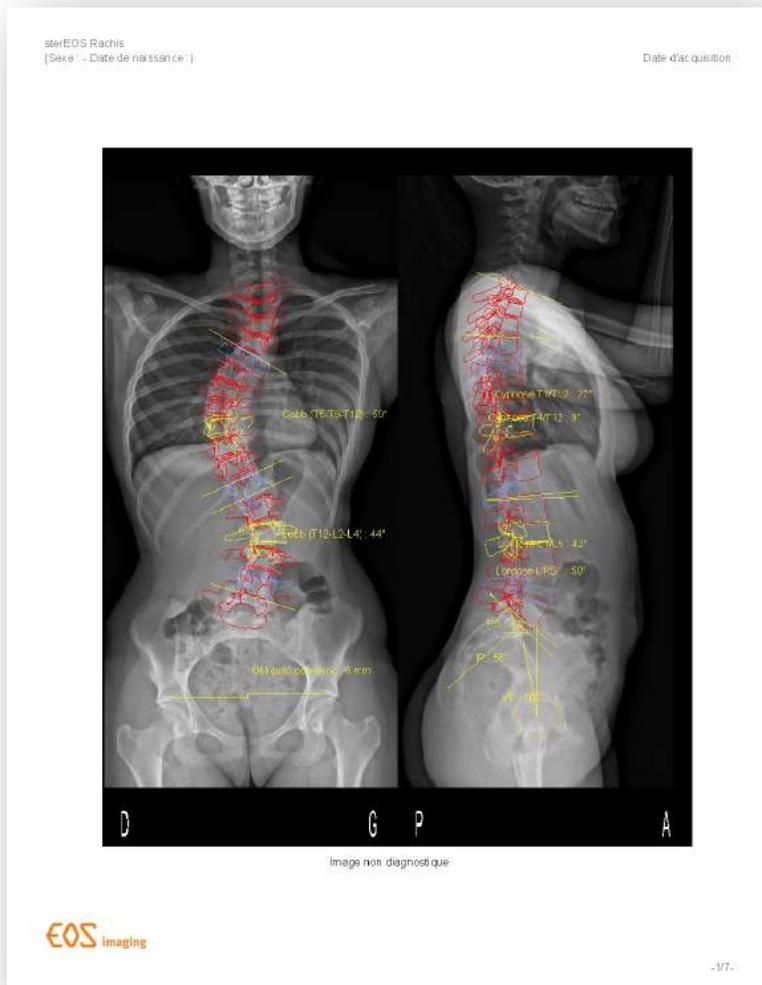


# Scoliose



# Scoliose

## sterEOS 3D rachis: rapport patient



# Scoliose

## sterEOS 3D rachis: rapport patient

sterEOS Rachis  
(Sexe : - Date de naissance : )

Date d'acquisition

### Rotations axiales des vertèbres

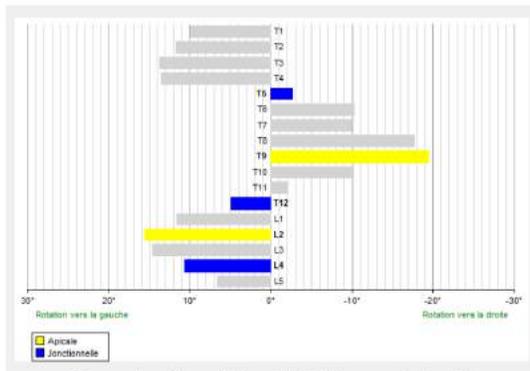
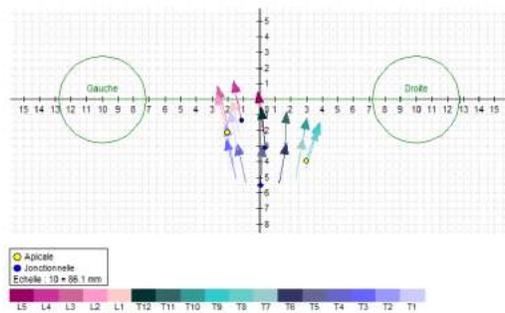


Diagramme des rotations vertebrales axiales (calculées par rapport au bassin).



Représentation en vue de dessus des vecteurs vertebraux (Ilies et al., 2010)

sterEOS Rachis  
(Sexe : - Date de naissance : )

Date d'acquisition

### Paramètres rachis

Paramètres scoliose (1)		Valeur		
Courbure (T5-T9-T12)	Cobb (T5-T9-T12)	59°		
	Rotation axiale de la vertèbre apicale T9	-19°		
Courbure (T12-L2-L4)	Cobb (T12-L2-L4)	44°		
	Rotation axiale de la vertèbre apicale L2	16°		

Equilibre sagittal (1)		Valeur		
Cyphose T1/T12		27°		
Cyphose T4/T12		9°		
Lordose L1/L5		42°		
Lordose L1/S1		50°		

(1) Paramètres calculés dans le repère du patient (basé sur un plan vertical passant par le centre des cotyles), qui corrige l'effet d'une potentielle rotation axiale du bassin lors de l'acquisition.  
Une rotation axiale de la vertèbre est de signe positif lorsque celle-ci est en rotation vers le côté gauche du patient.

sterEOS Rachis  
(Sexe : - Date de naissance : )

Date d'acquisition

### Paramètres pelviens

Paramètres pelviens	Valeur	Paramètres pelviens		Valeur
Incidence pelvienne (1)	56°		Obliquité pelvienne (1)	6 mm
Pente sacrée (1)	47°		Rotation axiale du bassin (2)	-0°
Version pelvienne (1)	10°			

(1) Paramètres calculés dans le repère du patient (basé sur un plan vertical passant par le centre des cotyles), qui corrige l'effet d'une potentielle rotation axiale du bassin lors de l'acquisition.  
(2) Une rotation axiale du bassin est de signe positif lorsque celui-ci est en rotation vers la gauche.



Rachis dégénératif et troubles de la posture

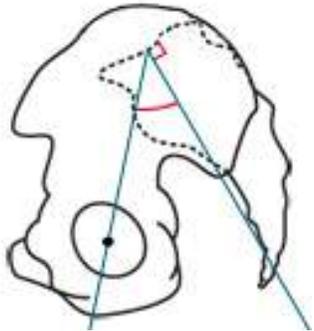
# Rachis dégénératif et troubles de la posture



## Bassin

### INCIDENCE PELVIENNE:

Mesure morphologique du bassin :



Angle défini dans le plan sagittal du patient par :

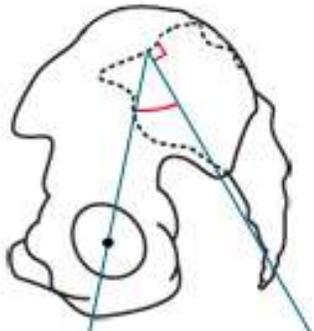
- La normale au milieu du plateau sacré
- La droite La droite reliant le milieu du plateau sacré au milieu de l'axe reliant les deux acetabula



## Bassin

### INCIDENCE PELVIENNE:

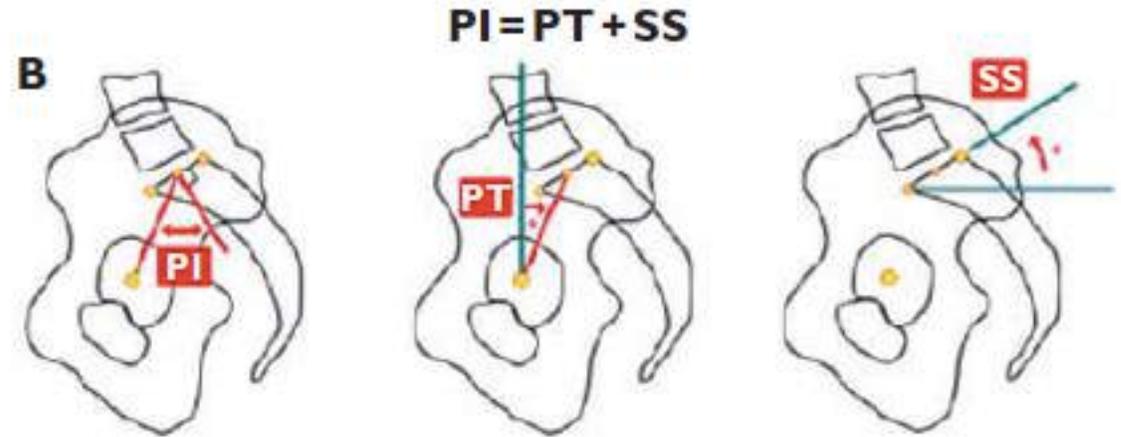
Mesure morphologique du bassin :



Angle d'incidence pelvienne

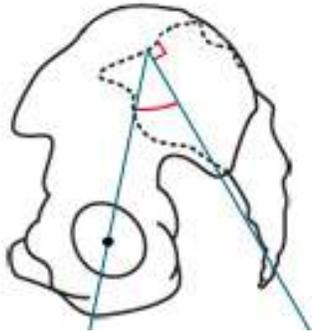
A. Mesure de l'incidence pelvienne (PI) sur une radiographie colonne lombaire de profil. C'est l'angle à l'intersection entre une ligne tirée du centre de la tête fémorale au centre du plateau de S1 et une ligne perpendiculaire au plateau de S1.

B. Par trigonométrie, on peut démontrer que le PI est également la somme de l'inclinaison pelvienne (PT Pelvic tilt ) et de la pente sacrée (SS) sacral slope



### INCIDENCE PELVIENNE:

Mesure morphologique du bassin :



Angle d'incidence pelvienne

A. Mesure de l'incidence pelvienne (PI) sur une radiographie de la colonne lombaire de profil. C'est l'angle à l'intersection entre une ligne tirée du centre de la tête fémorale au centre du plateau de S1 et une ligne perpendiculaire au plateau de S1.

B. Par trigonométrie, on peut démontrer que le PI est également la somme de l'inclinaison pelvienne (PT Pelvic tilt ) et de la pente sacrée (SS) sacral slope



# Rachis dégénératif et troubles de la posture

Le pelvis est la base sur laquelle repose notre colonne vertébrale.

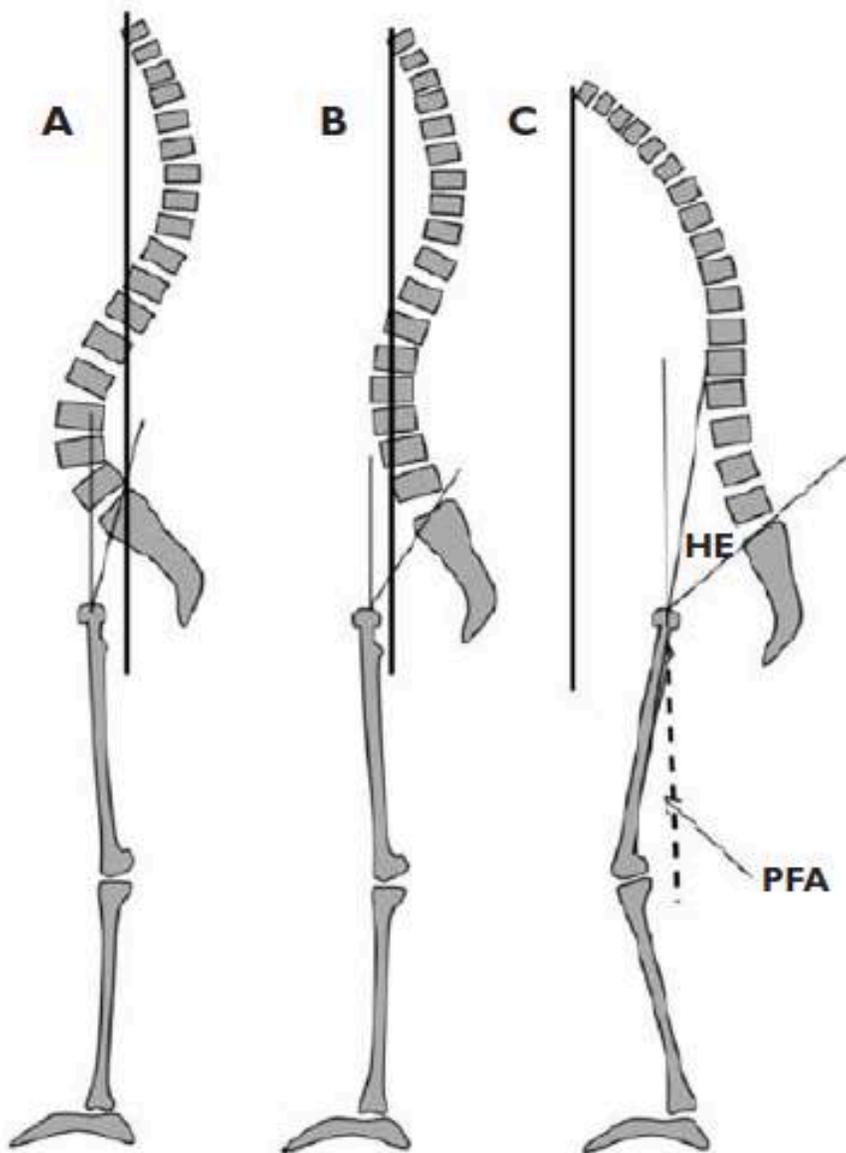
Lorsqu'on la regarde de profil, cette base est plus ou moins large. Ceci est quantifié par l'angle d'incidence pelvienne (PI : pelvic incidence) défini il y a de nombreuses années déjà par Duval-Beaupère et Legaye (figure 1).<sup>1,2</sup> C'est un angle primordial pour la compréhension de l'équilibre sagittal du rachis. C'est un angle anatomique fixe, propre à chaque être humain. Il peut être plus ou moins ample, mais il ne peut pas être modifié, une fois la croissance achevée. Cet angle représente grossièrement la fondation sur laquelle va reposer la colonne. Cet angle fixe est une caractéristique anatomique qui ne préjuge pas de la position du bassin dans l'espace. Or, le bassin peut tourner autour des têtes fémorales jusqu'à une certaine limite. Cette rotation du bassin est caractérisée par un angle défini par rapport à la verticale passant par les têtes fémorales et l'un des côtés de l'angle d'incidence ; c'est la version pelvienne ou pelvic tilt (PT) (figure 1).

Cette rotation du pelvis est primordiale à comprendre dans la détection de phénomènes de compensation d'un déséquilibre sagittal dégénératif comme





# Rachis dégénératif et troubles de la posture



A. Equilibre normal ; B. Chez le même patient, perte de la lordose lombaire et déséquilibre sagittal efficacement compensé par une rétroversion du bassin ; C. Le contrôle neuromusculaire et la rétroversion du bassin ne suffisent plus à compenser, le patient plie les genoux dans un effort de ramener la ligne de plomb C7 le plus en arrière possible.  
HE : extension de hanche ; PFA : angle fémoro-pelvie



# Rachis dégénératif et troubles de la posture

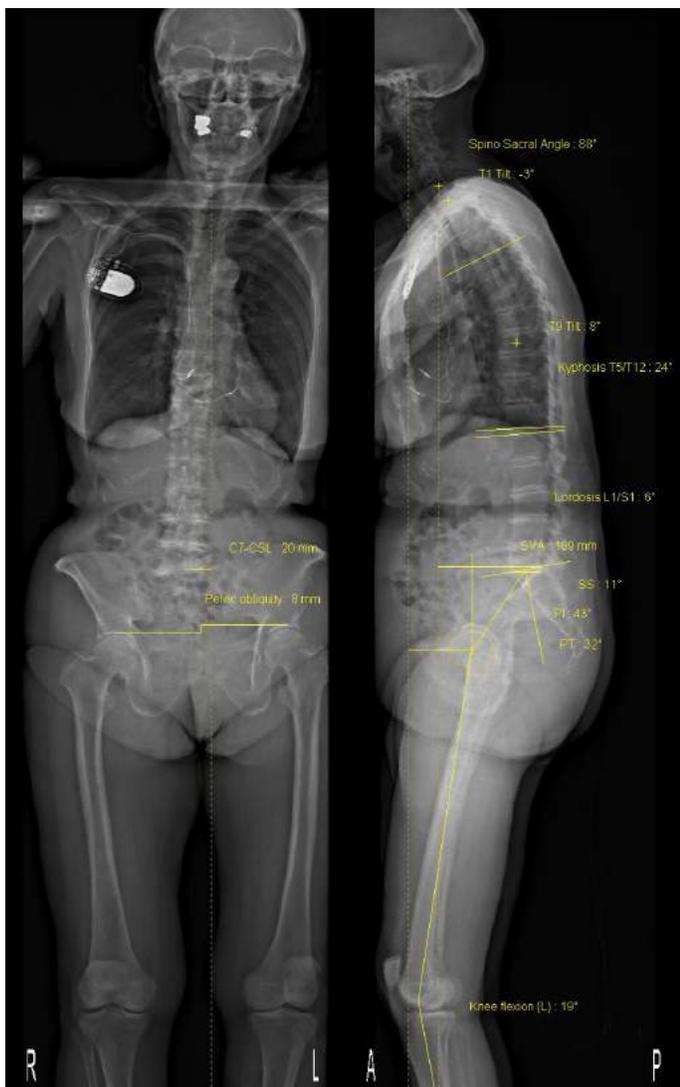


Ces deux patients de 70 ans souffrent de claudication neurogène sur canal lombaire étroit pluri-étagé.

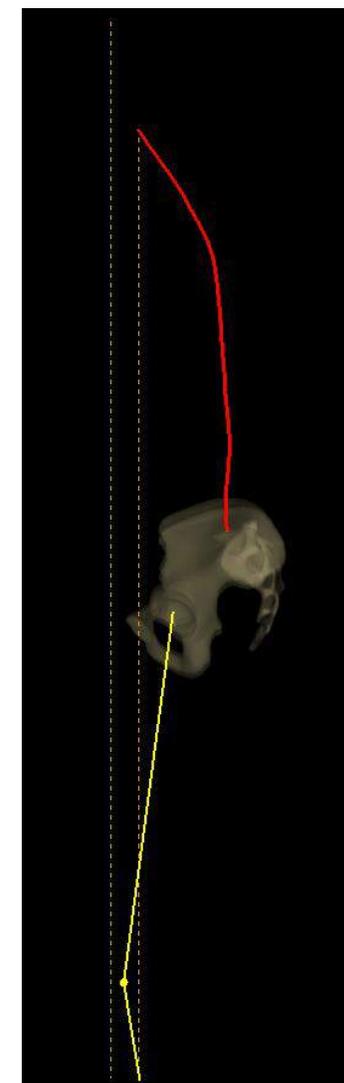
Les IRM sont similaires. Cependant, le premier patient (A) présente un équilibre sagittal normal et on pourra proposer une laminectomie décompressive sans stabilisation. Le deuxième patient (B) présente par contre un déséquilibre sagittal compensé par une rétroversion pelvienne et une flexion des genoux. Une laminectomie décompressive isolée risque à court terme d'aggraver le déséquilibre et nous recommanderions dans ce cas, si l'état de santé du patient le permet, d'associer une spondylodèse avec correction de la lordose.



# Paramètres de l'équilibre sagittal



Equilibre sagittal			
SVA (1)	109 mm	Gite T1 (1)	-3°
CAM ligne gravitaire (1)	69 mm	Gite T9 (1)	8°



# Rachis dégénératif et troubles de la posture

## sterEOS Posture Globale

- Comparaison des paramètres spino-pelviens du patient à des valeurs de référence :
  - Un ensemble de valeurs de référence pour les paramètres spinovertébro-pelviens<sup>1,2</sup>
    - Pente sacrée
    - Bascule du bassin
    - Lordose lombaire
- Incidence pelvienne
  - Unique et stable pour chaque patient

Valeurs de référence			
Paramètres pelviens	Mesuré	Théorique (2)	
Incidence pelvienne	43°	-	
Pente sacrée	11°	36°	
Version pelvienne	32°	7°	
Equilibre sagittal			
	Mesuré	Théorique (2)	
Lordose L1/S1	6°	61° (3)	
Cyphose T5/T12	24°	-	
Flessum	19°	-	Potential mécanisme de compensation du déséquilibre sagittal par la flexion des genoux
Alignement global			
	Mesuré		
SVA	109 mm	-	



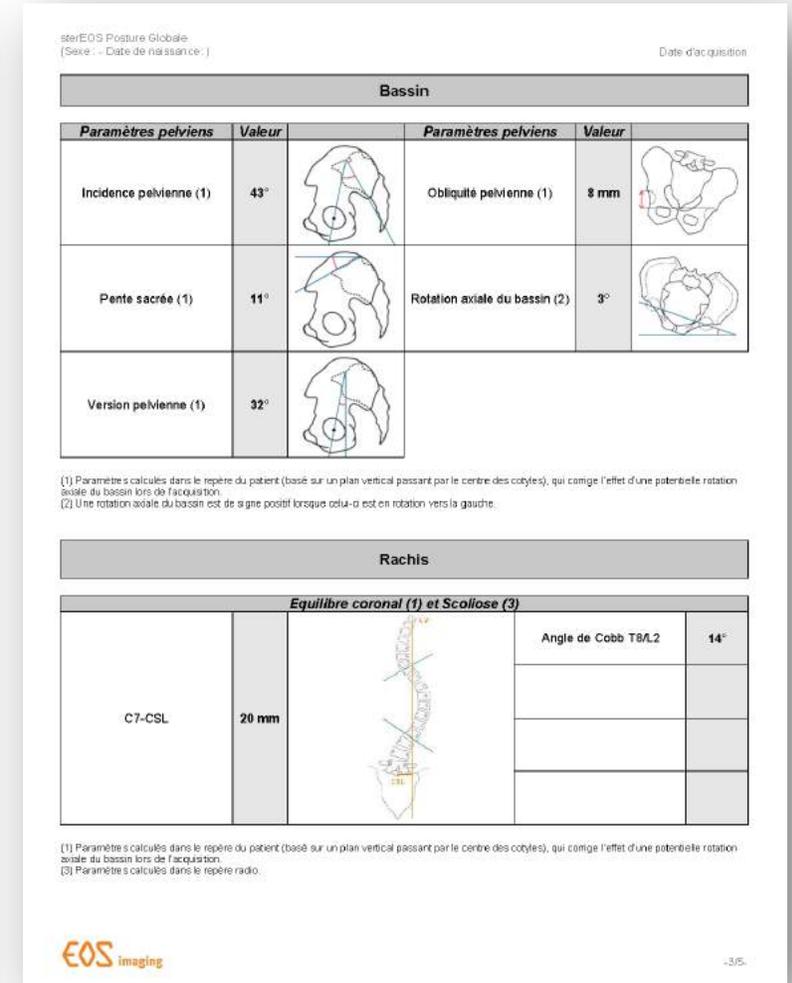
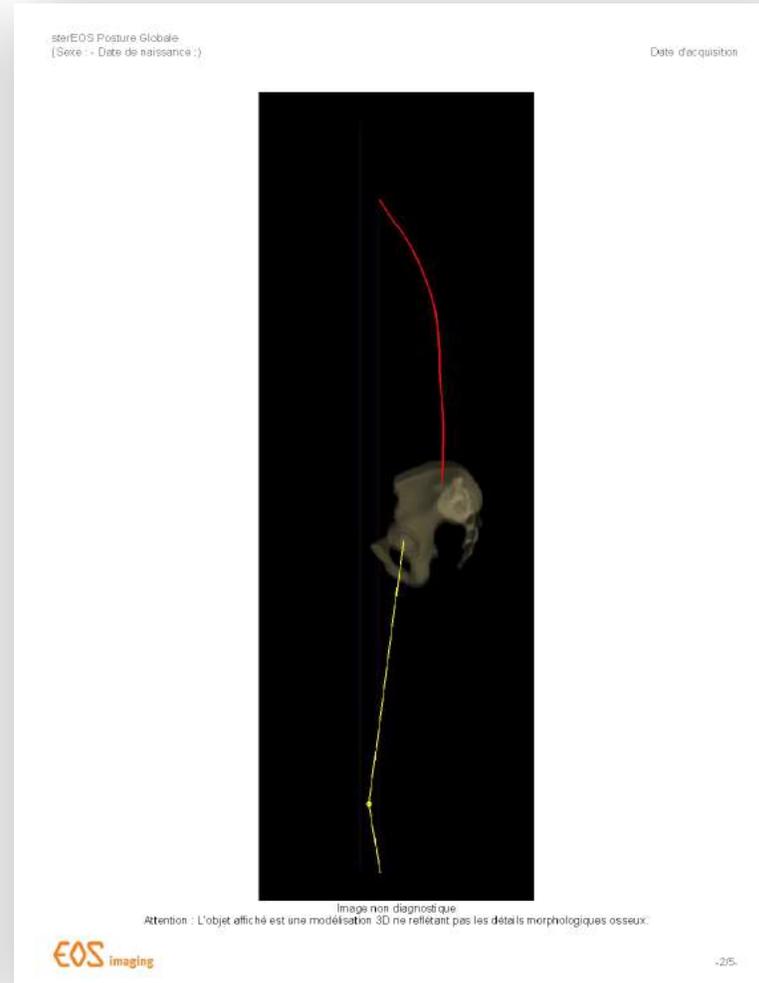
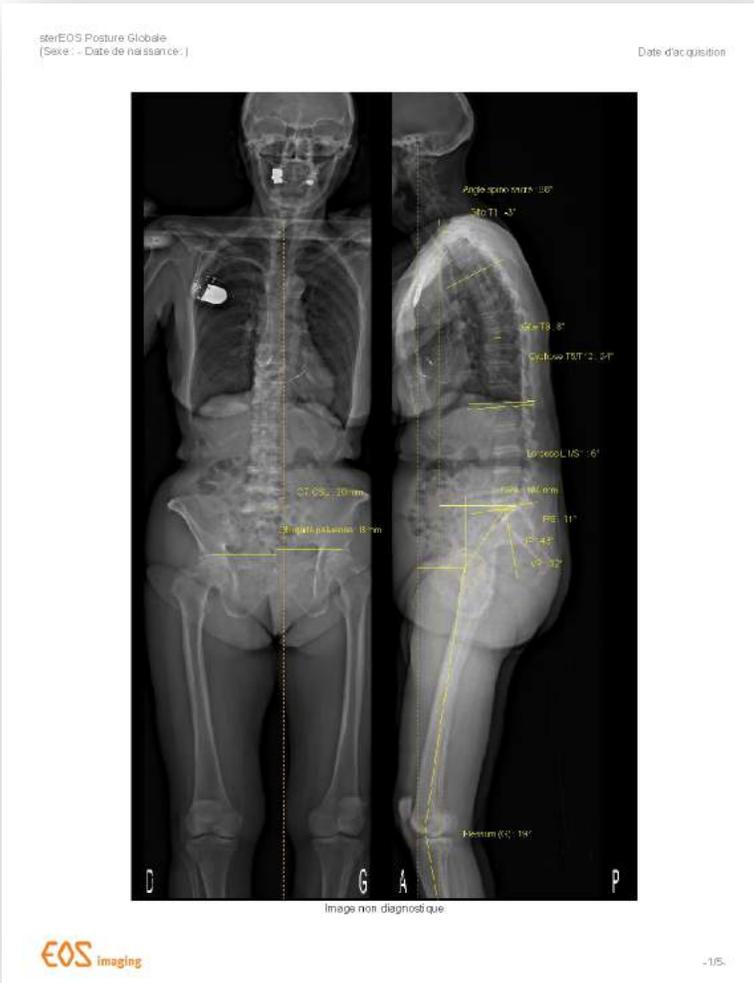
(1) Sagittal plane alignment of the spine and gravity: a radiological and clinical evaluation .Legaye, Duval-Beaupère . Acta Orthop Belg., 2005

(2) Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient . Schwab et al. Spine 2009



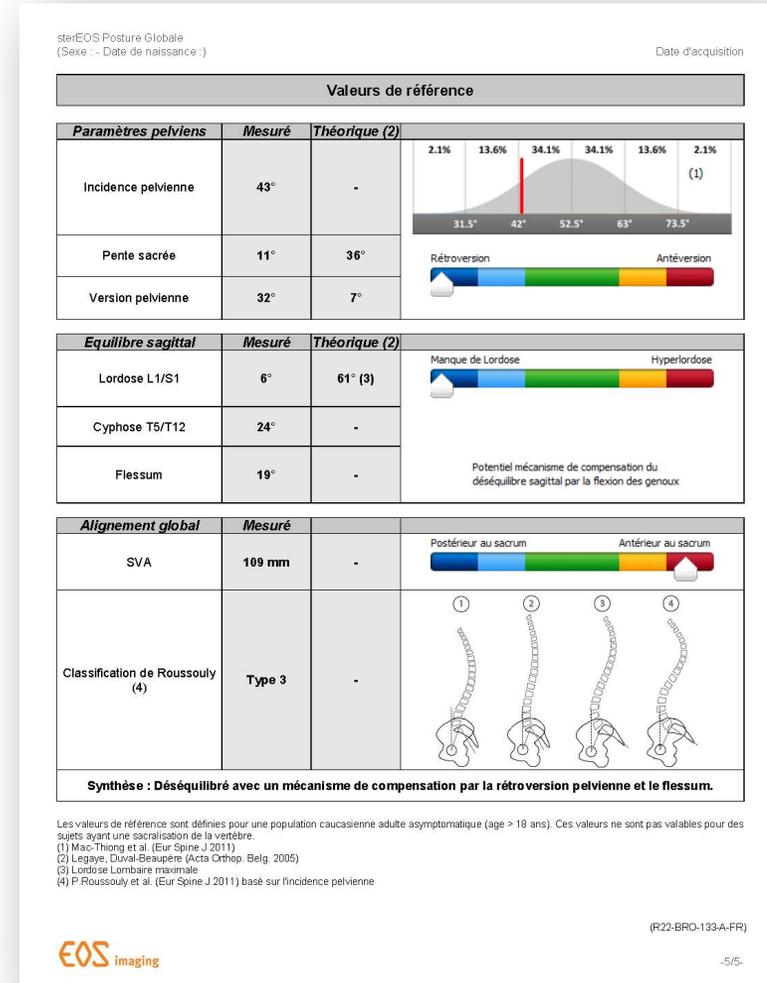
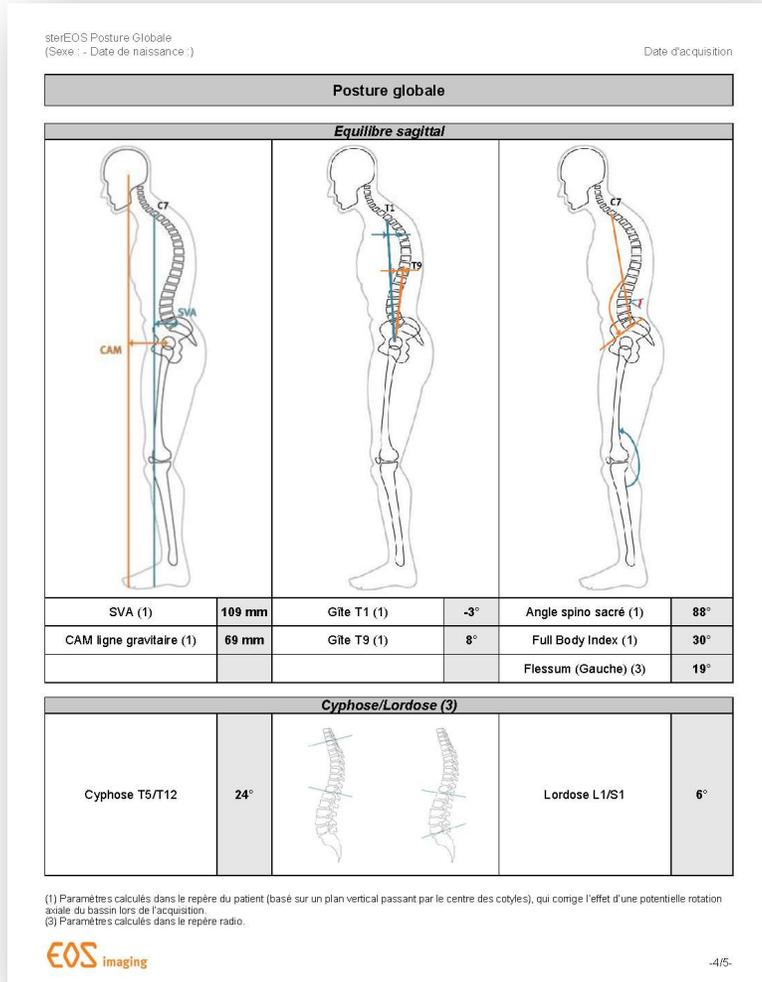
# Rachis dégénératif et troubles de la posture

## sterEOS Posture Globale: rapport patient

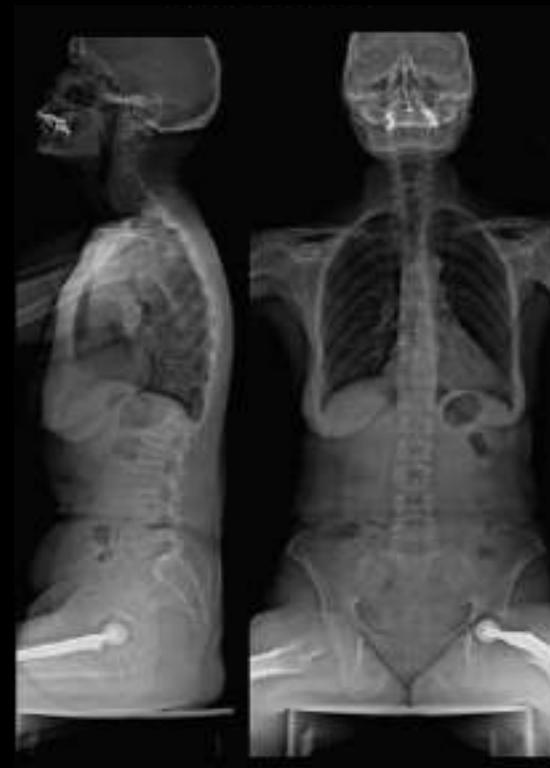


# Rachis dégénératif et troubles de la posture

## sterEOS Posture Globale: rapport patient



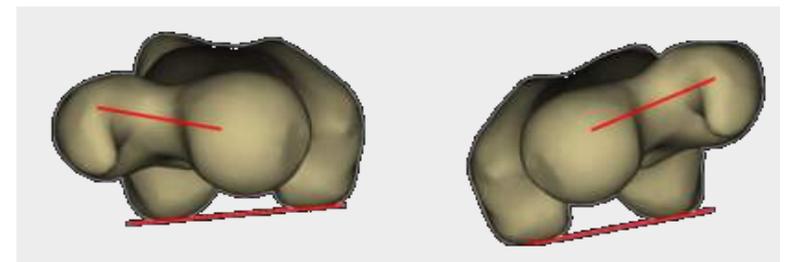
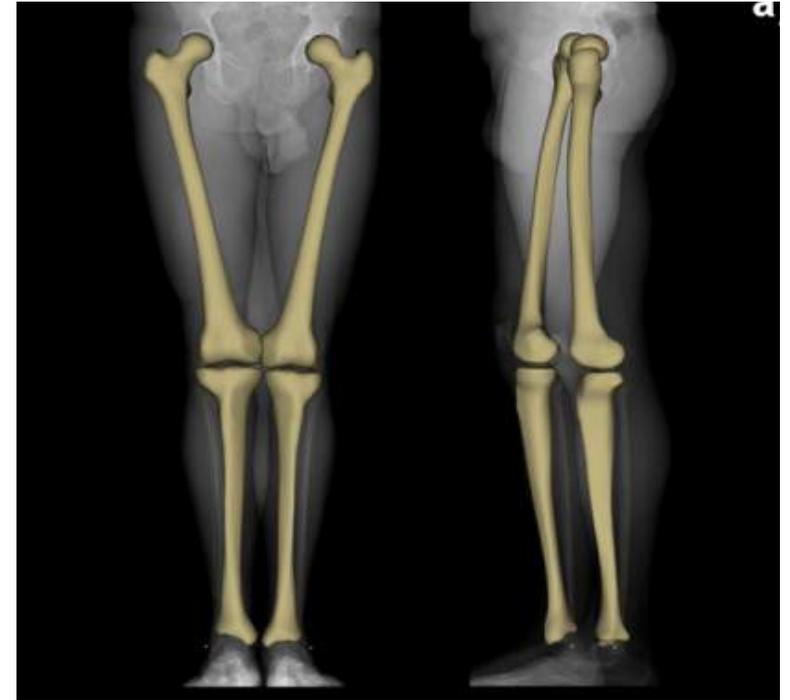
# Pathologies des membres inférieurs



# Pathologies des membres inférieurs

## sterEOS 3D Membres Inférieurs

- Fournit des mesures de longueurs, d'angles et de rotations de la jambe
  - Indépendantes de l'orientation de la jambe et de la position du patient dans le système EOS
- Vues depuis différents angles
  - Haut et bas
  - Face et profil
  - Vue de haut



# Pathologies des membres inférieurs

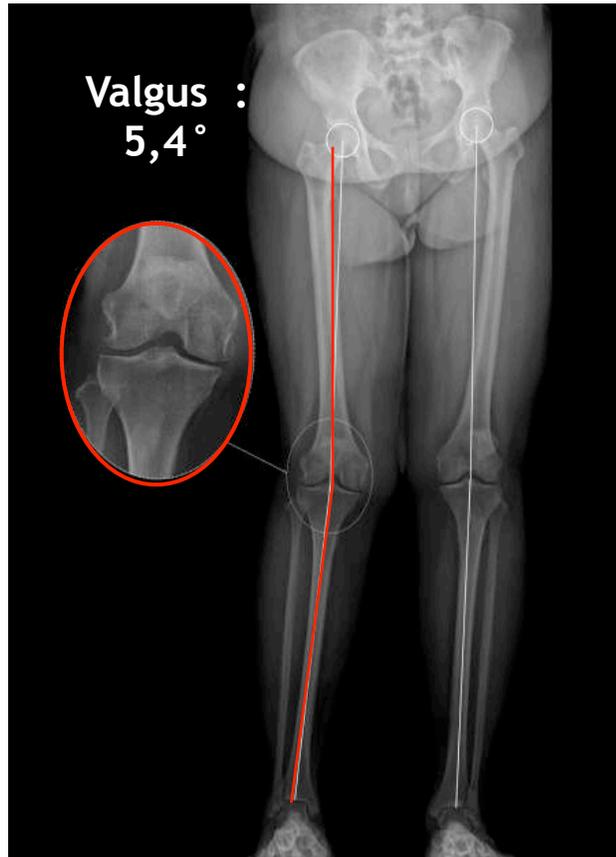
EOS is the ideal modality to assess limb alignment in the weight-bearing position<sup>1</sup>

- 3D leg length accuracy
  - EOS 3D parameters are equally reliable as those measured with CT and more accurate than 2D for pediatric lower limb measurements<sup>2</sup>
- Low Dose
  - Upright full-length lower limb with 50% less dose than Digital Radiography DR<sup>3</sup>

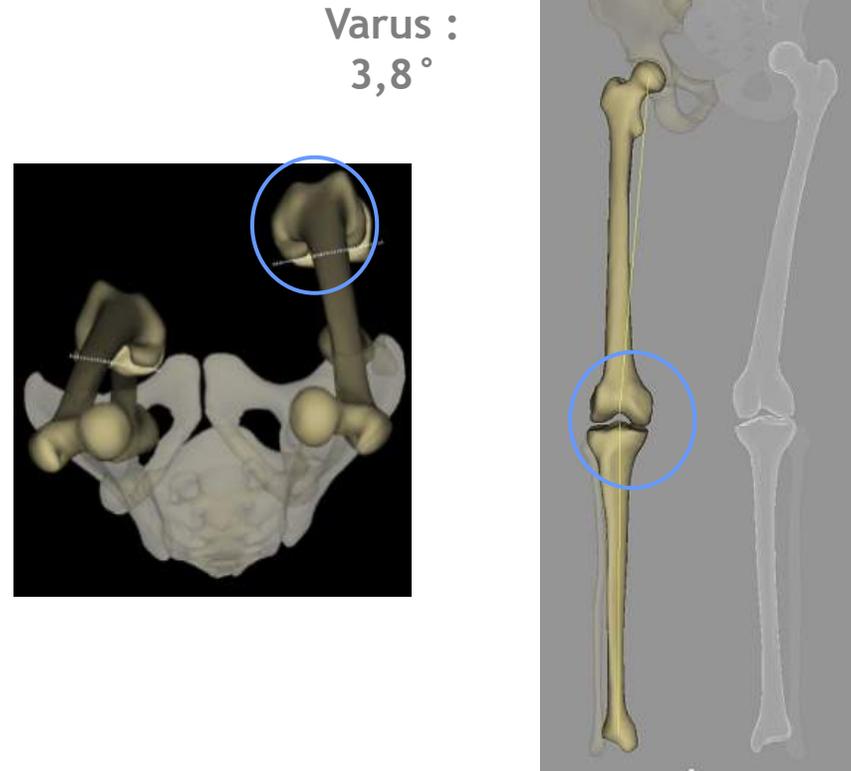


# Pathologies des membres inférieurs

Radiography 2D: valgus



EOS 3D: varus

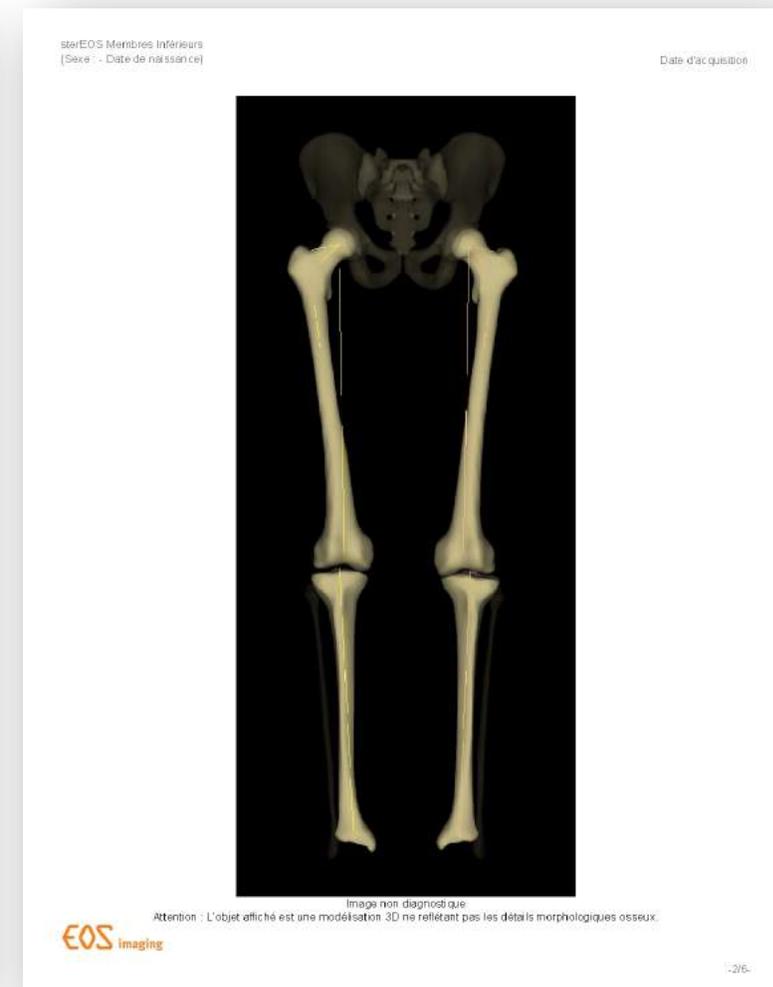
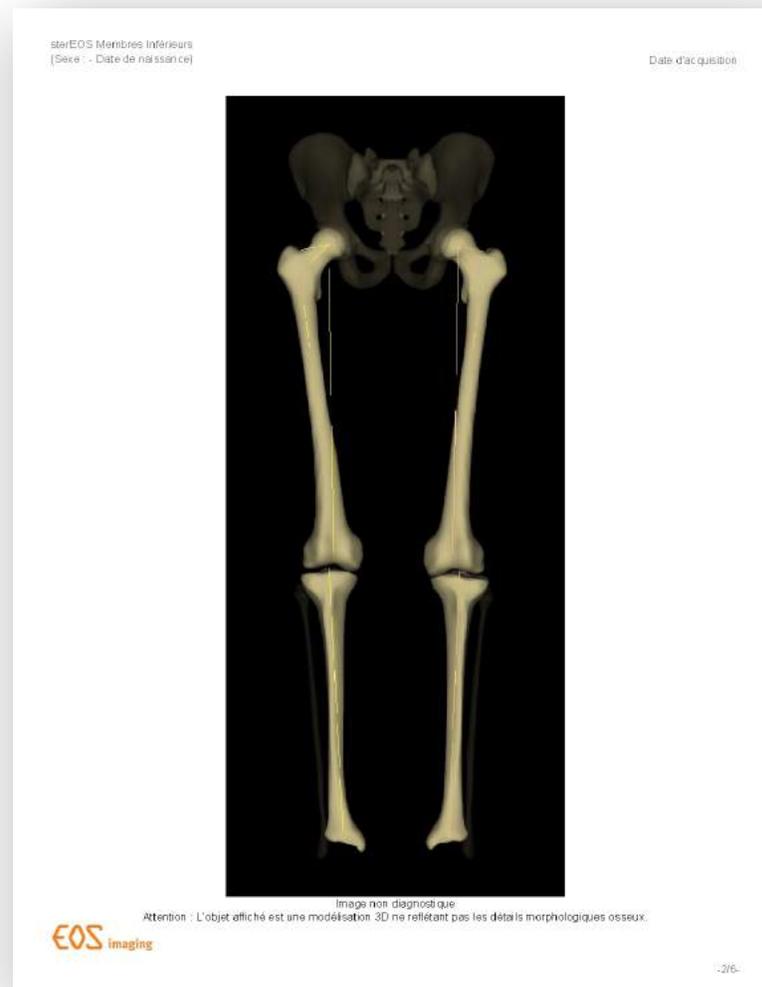
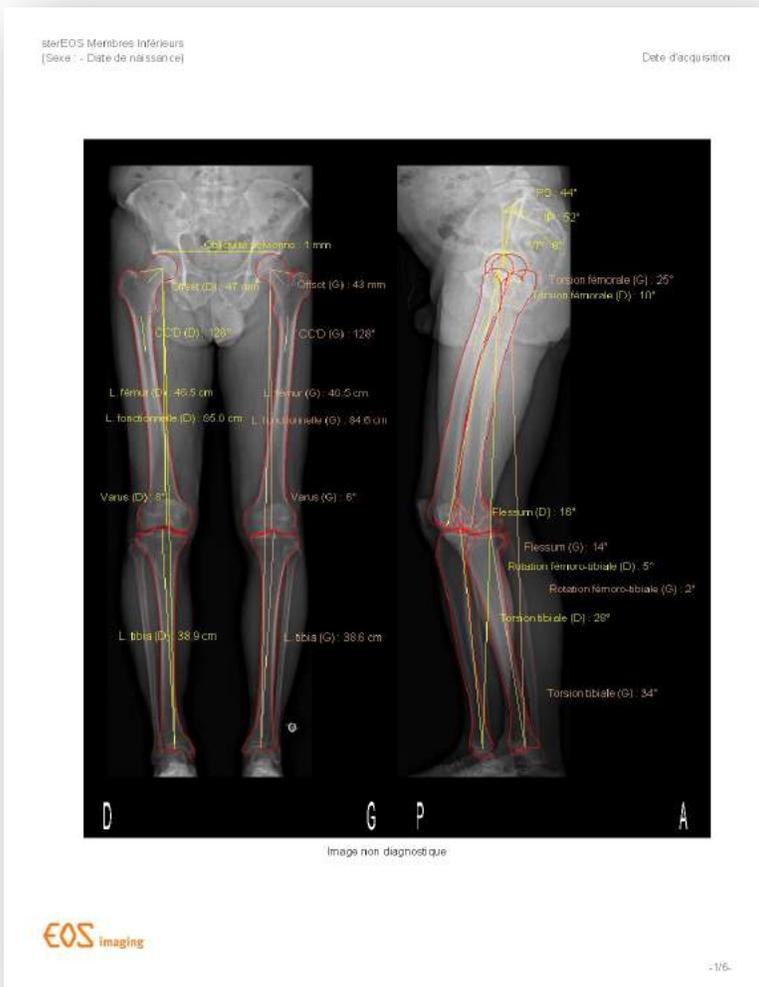


3D EOS modeling allows for a more accurate evaluation of hip-knee-ankle (HKA) angle compared to 2D

- 1,2 Evaluation of a new low-dose biplanar system to assess lower-limb alignment in 3D: a phantom study: P. Thelen & C. Delin & D. Folinais & C. Radier, skeletal radiology, 2012
2. Reliability of a new method for lower-extremity measurements based on stereoradiographic three-dimensional reconstruction. Guenoun B, Zadegan F, Aim F, Hannouche D, Nizard R. Orthop Traumatol Surg Res 2012 Jul 31

# Pathologies des membres inférieurs

## sterEOS 3D Membres Inférieurs : Rapport Patient

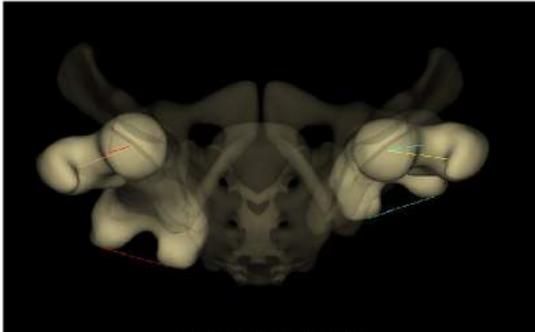


# Pathologies des membres inférieurs

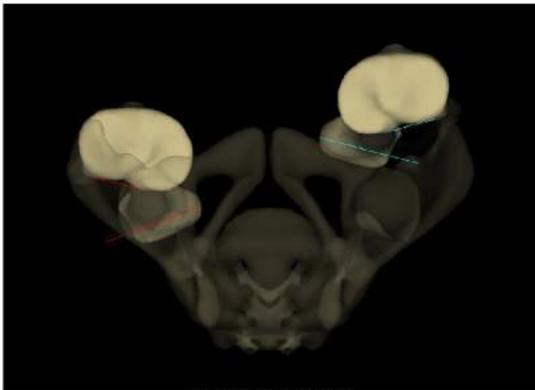
## sterEOS 3D Membres Inférieurs : Rapport Patient

sterEOS Membres Inférieurs  
(Sexe : - Date de naissance)

Date d'acquisition



Torsions fémorales gauche et droite



Torsions tibiales gauche et droite

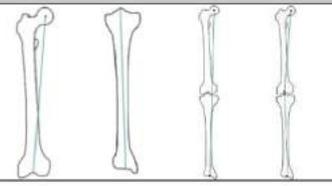
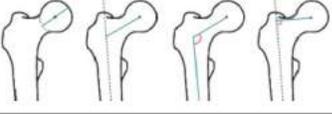
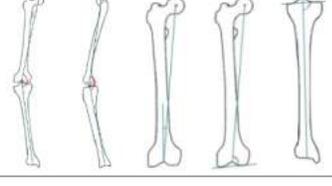
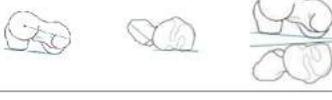
Image non diagnostique  
Attention : L'objet affiché est une modélisation 3D ne reflétant pas les détails morphologiques osseux.

EOS imaging

-4/6-

sterEOS Membres Inférieurs  
(Sexe : - Date de naissance)

Date d'acquisition

Paramètres genou				
<b>Longueurs (3)</b>	<b>Droite</b>	<b>Gauche</b>		
Longueur fémur	46.5 cm	46.5 cm		
Longueur tibia	38.9 cm	38.6 cm		
Longueur fonctionnelle	85.0 cm	84.6 cm		
Longueur anatomique	85.4 cm	85.1 cm		
<b>Fémur (3)</b>	<b>Droite</b>	<b>Gauche</b>		
Diamètre tête fémorale	50 mm	52 mm		
Longueur col	59 mm	54 mm		
Angle cervico-diaphysaire (CCD)	128°	128°		
Offset fémoral	47 mm	43 mm		
<b>Genou (4)</b>	<b>Droite</b>	<b>Gauche</b>		
Valgus/Varus	Varus 8°	Varus 6°		
Flessum/Recurvatum	Flessum 16°	Flessum 14°		
HKS	6°	4°		
Angle fémoral mécanique	91°	92°		
Angle tibial mécanique	82°	87°		
<b>Torsions (4)</b>	<b>Droite</b>	<b>Gauche</b>		
Torsion fémorale	10°	25°		
Torsion tibiale	28°	34°		
Rotation fémoro-tibiale	5°	2°		

(3) Paramètre s calculés en 3D.  
(4) Paramètre s calculés relativement au plan bicandyle.

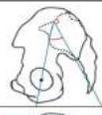
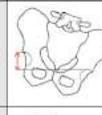
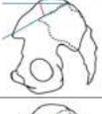
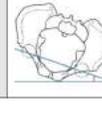
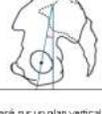
EOS imaging

(P22-BRD-1 31-A-FR)

-6/6-

sterEOS Membres Inférieurs  
(Sexe : - Date de naissance)

Date d'acquisition

Paramètres pelviens					
<b>Paramètres pelviens</b>	<b>Valeur</b>		<b>Paramètres pelviens</b>	<b>Valeur</b>	
Incidence pelvienne (1)	52°		Obliquité pelvienne (1)	1 mm	
Pente sacrée (1)	44°		Rotation axiale du bassin (2)	3°	
Version pelvienne (1)	8°				

(1) Paramètre s calculés dans le repère du patient (basé sur un plan vertical passant par le centre des cotyles), qui corrige l'effet d'une potentielle rotation axiale du bassin lors de l'acquisition.  
(2) Une rotation axiale du bassin est dite positive lorsque celui-ci est en rotation vers la gauche.

EOS imaging

-5/6-

# Pathologies des membres inférieurs

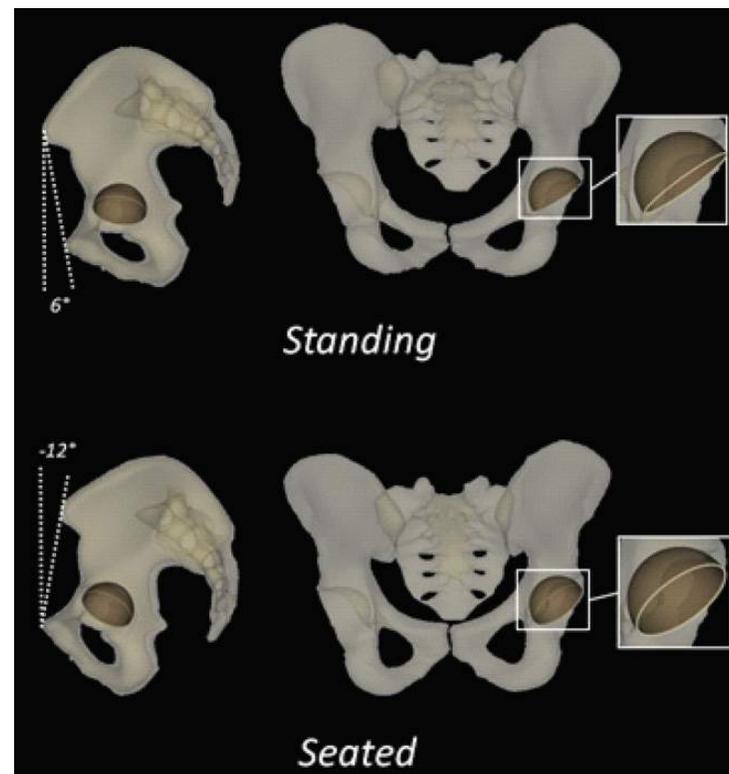
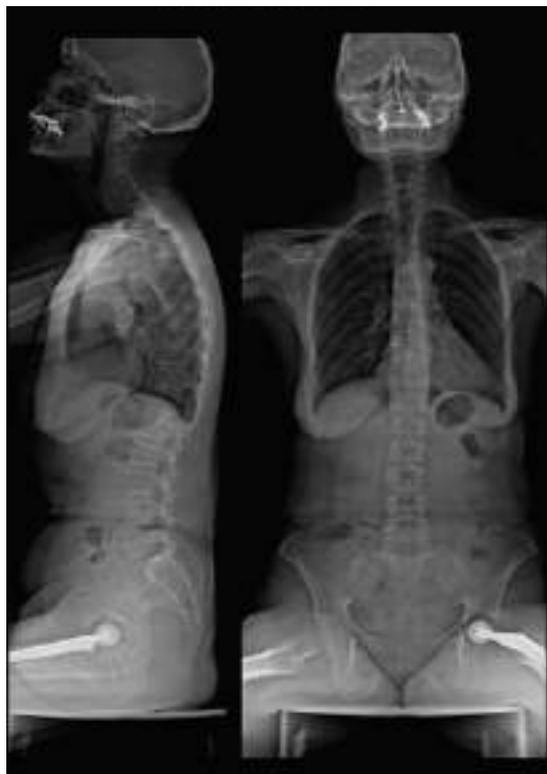
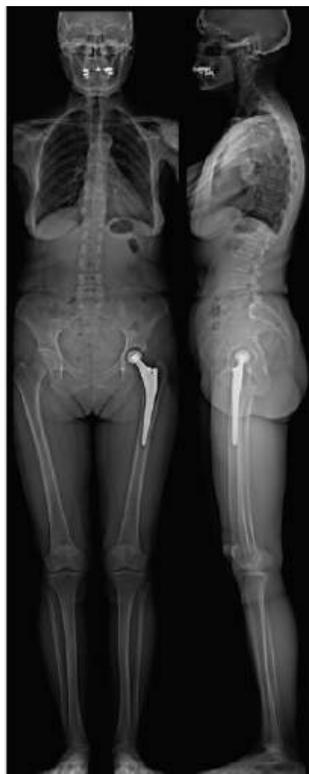
## sterEOS 3D Post-op PTH

- Fournit une évaluation post-opératoire de la PTH:
  - Orientation de la cupule acétabulaire
  - Position et orientation de la tige fémorale
- Adapté à toutes les prothèses de hanche, quel que soit le fabricant



# Pathologies des membres inférieurs

## sterEOS 3D Post-op PTH



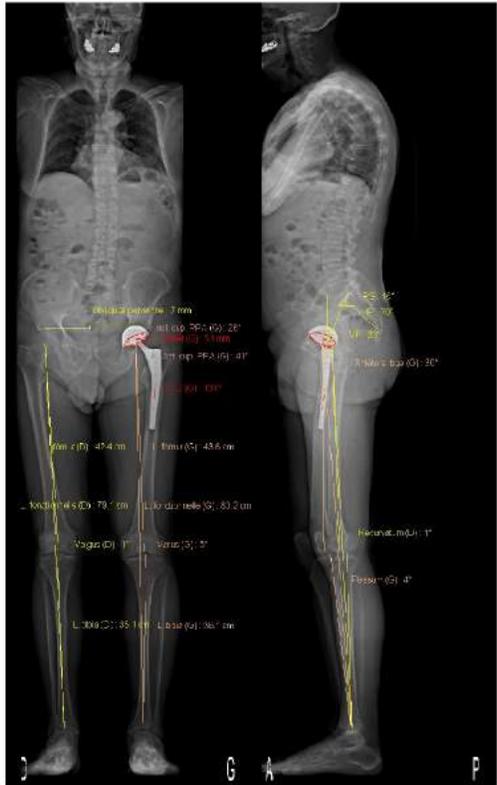
Contrôle post-opératoire en 3D de la cupule et de la tige (inclinaison/antéversion)

# Pathologies des membres inférieurs

## sterEOS 3D Post op PTH: rapport patient

sterEOS Post-op PTH  
[Sexe : - Date de naissance : ]

Date d'acquisition



Deltoïde (mm) : 7 mm  
Haut cu (°) : 26.7 (R) / 26°  
Haut cu (°) : 5.1 (G)  
Tm sup. PFA (°) : 41°  
Tm inf. PFA (°) : 139°  
Tm sup. bas (°) : 36°  
Tm inf. bas (°) : 26°  
L. fem (P) : 47.4 cm  
L. fem (G) : 43.6 cm  
L. tibia (P) : 45.0 cm  
L. tibia (G) : 43.2 cm  
L. tibia (P) : 79.7 cm  
L. tibia (G) : 80.2 cm  
V. valgus (°) : 1°  
V. valgus (°) : 3°  
L. tibia (P) : 35.1 cm  
L. tibia (G) : 36.7 cm  
Fémoral. m. (L) : 1°  
P. fem. (G) : 4°

image non diagnostique

EOS imaging

-115-

sterEOS Post-op PTH  
[Sexe : - Date de naissance : ]

Date d'acquisition



image non diagnostique  
Attention : L'objet affiché est une modélisation 3D ne reflétant pas les détails morphologiques osseux.

EOS imaging

-115-

sterEOS Post-op PTH  
[Sexe : - Date de naissance : ]

Date d'acquisition

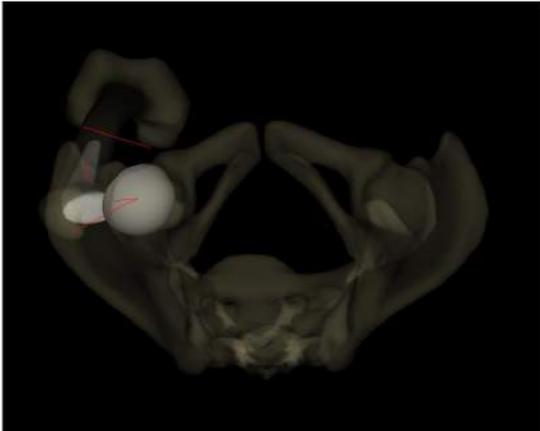


image non diagnostique  
Attention : L'objet affiché est une modélisation 3D ne reflétant pas les détails morphologiques osseux.

EOS imaging

-115-

# Pathologies des membres inférieurs

## sterEOS 3D Post op PTH: rapport patient

sterEOS Post-op PTH  
[Sexe : - Date de naissance : ]

Date d'acquisition

### Paramètres genou

Longueurs (3)	Droite	Gauche	
Longueur fémur	42.4 cm	43.6 cm	
Longueur tibia	36.1 cm	36.1 cm	
Longueur fonctionnelle	79.1 cm	80.2 cm	
Longueur anatomique	78.5 cm	79.6 cm	

Fémur (3)	Droite	Gauche (Prothèse)	
Diamètre tête fémorale	52 mm	-	
Angle cervico-diaphysaire (CC'D)	-	131°	
Offset fémoral	-	51 mm	

Genou (4)	Droite	Gauche	
Valgus/Varus	Valgus 1°	Varus 5°	
Flessum/Recurvatum	Recurv. 1°	Flessum 4°	
HKS	4°	5°	

Torsions (4)	Droite	Gauche	
Antétorsion tige	-	36°	

(3) Paramètres calculés en 3D.  
(4) Paramètres calculés relativement au plan bicarodylien.

[R02-BRD-132A-FR]

EOS imaging

-55-

sterEOS Post-op PTH  
[Sexe : - Date de naissance : ]

Date d'acquisition

### Paramètres pelviens

Paramètres pelviens	Valeur		Paramètres pelviens	Valeur	
Incidence pelvienne (1)	70°		Obliqué pelvienne (1)	7 mm	
Pente sacrée (1)	48°		Rotation axiale du bassin (2)	-5°	
Version pelvienne (1)	23°		Inclinaison plan pelvien antérieur	5°	

(1) Paramètre s calculés dans le repère du patient (basé sur un plan vertical passant par le centre des cotyles), qui corrige l'effet d'une potentielle rotation axiale du bassin lors de l'acquisition.  
(2) Une rotation axiale du bassin est de signe positif lorsque celui-ci est en rotation vers la gauche.

### Paramètres hanche

Cupule acétabulaire	Droite		Gauche		
	Patient	PPA	Patient	PPA	
Inclinaison cupule	-	-	26°	26°	
Antéversion cupule	-	-	33°	41°	

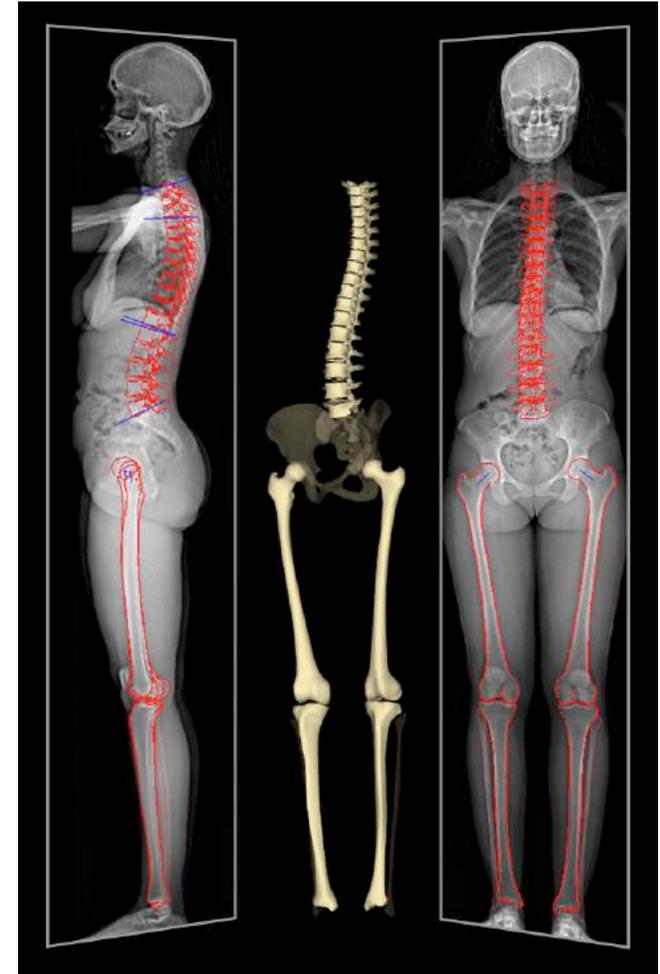
PPA : Paramètres calculés par rapport au Plan Pelvien Antérieur (Levinnek et al., 1978)  
Patient : Paramètres calculés dans le repère du patient (basé sur un plan vertical passant par le centre des cotyles), qui corrige l'effet d'une potentielle rotation axiale du bassin lors de l'acquisition.

EOS imaging

-45-

# Take Home Message EOS dans la prise en charge des pathologies ostéoarticulaires

- Scoliose:
  - faible irradiation : Micro dose
  - suivi
  - ortho-prothésiste
- Rachis dégénératif et troubles de la posture
  - incidence pelvienne
  - statique globale
- Pathologies des membres inférieurs
  - ILMI
  - Modélisation : longueur , offset
  - Prothèse: choix, suivi





**EOS** Plateforme d'imagerie basse dose  
pour les pathologies musculosquelettiques  
de l'enfant et l'adulte