

**R4P • Réseau Régional de Rééducation
et de Réadaptation Pédiatrique en Rhône-Alpes**

Ingénierie au service de l'appareillage du tronc

Jean Claude Bernard, Médecin MPR

Julie Deceuninck, Kinésithérapeute

Eric Berthonnaud, Ingénieur

Lydie Journoud, Orthoprothésiste

Grégory Notin, Orthoprothésiste

Emmanuelle Chaléat-Valayer, Médecin MPR

CMCR Les Massues-Croix Rouge Française, Lyon



Je déclare sur l'honneur que je n'ai pas, ainsi que l'institution que je représente, reçu de subvention ou des services de quelque nature que ce soit pour la totalité des informations présentées dans ce diaporama.

En conséquence, je n'ai pas de conflit d'intérêt à propos du travail rapporté ce jour.



- Indication: évaluation clinique et instrumentale
- Prise d'empreinte
- Essayage
- Livraison
- Evaluation radiologique
- Rééducation. Ergonomie. ETP. Sport.
- Suivi



Analyse de la forme externe du dos: examen au fil à plomb et au scoliomètre



Mesure de la gîte frontale



Mesure de la gibbosité
au fil à plomb

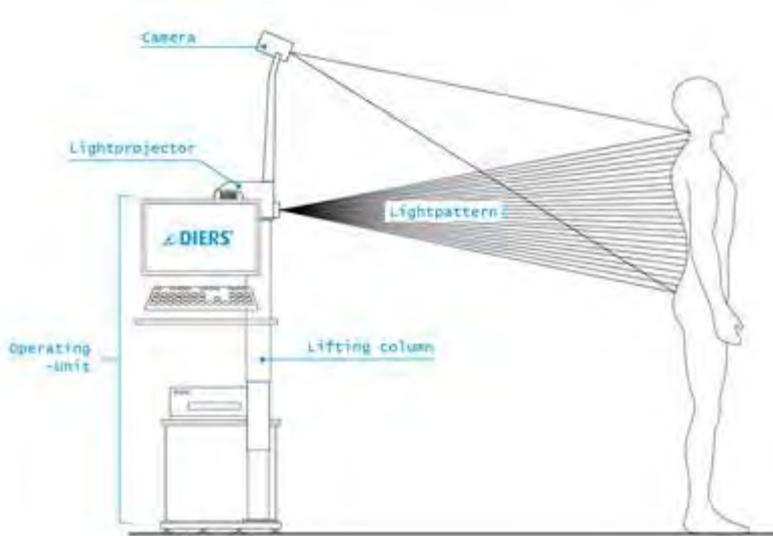


Mesure de l'ATR au
scoliomètre de Bunnell

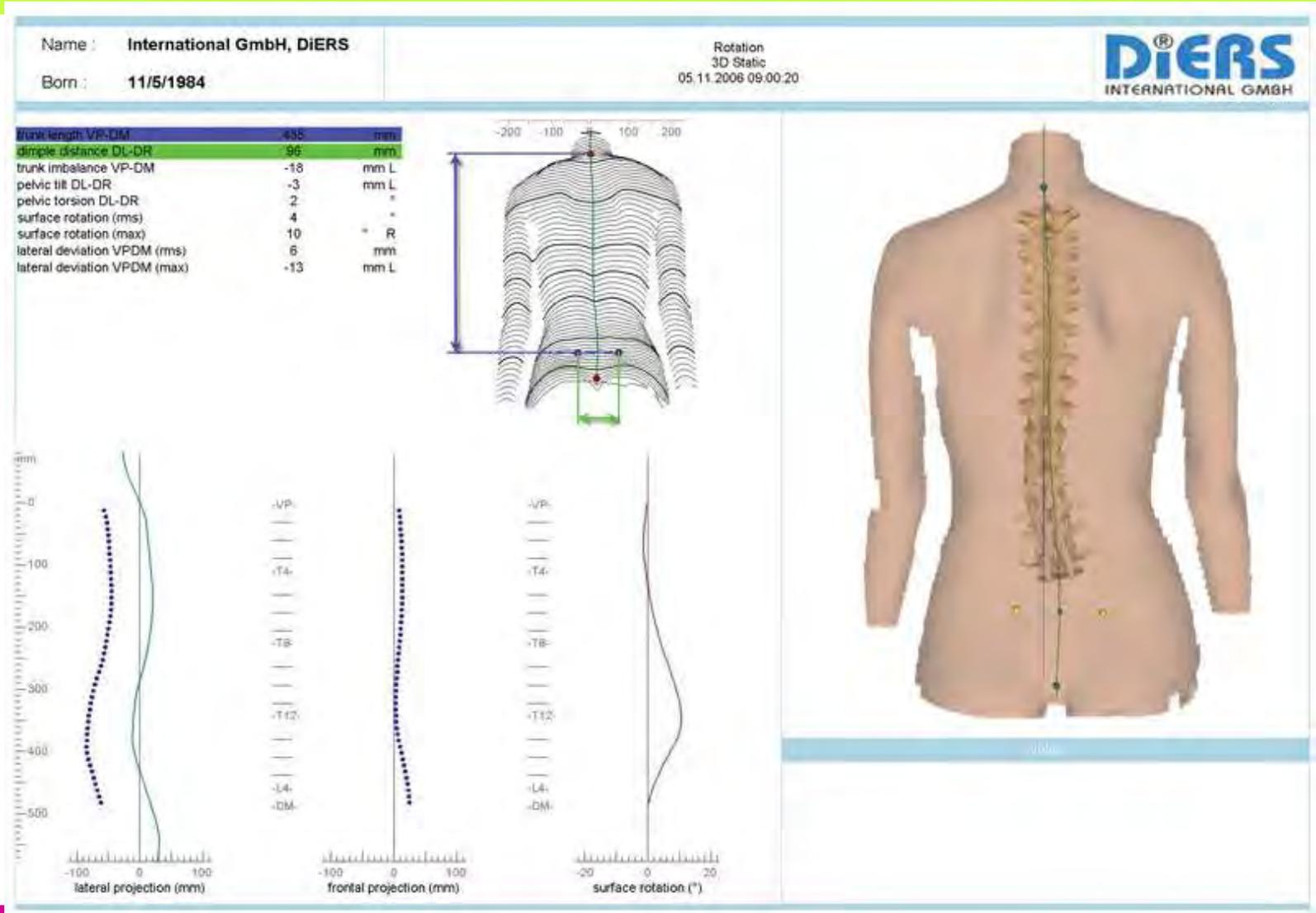


Analyse de la forme externe du dos (Formetric®)

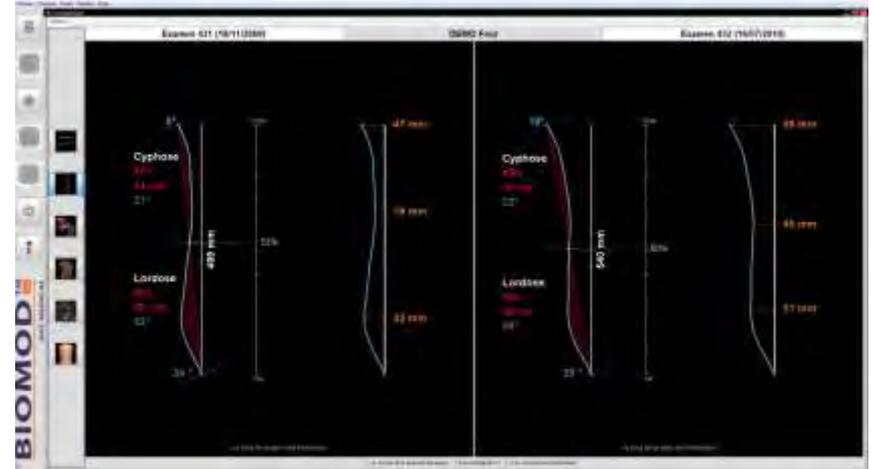
Analyse de la partie postérieure du dos par un système non invasif.



Analyse de la forme externe du dos (Formetric®)

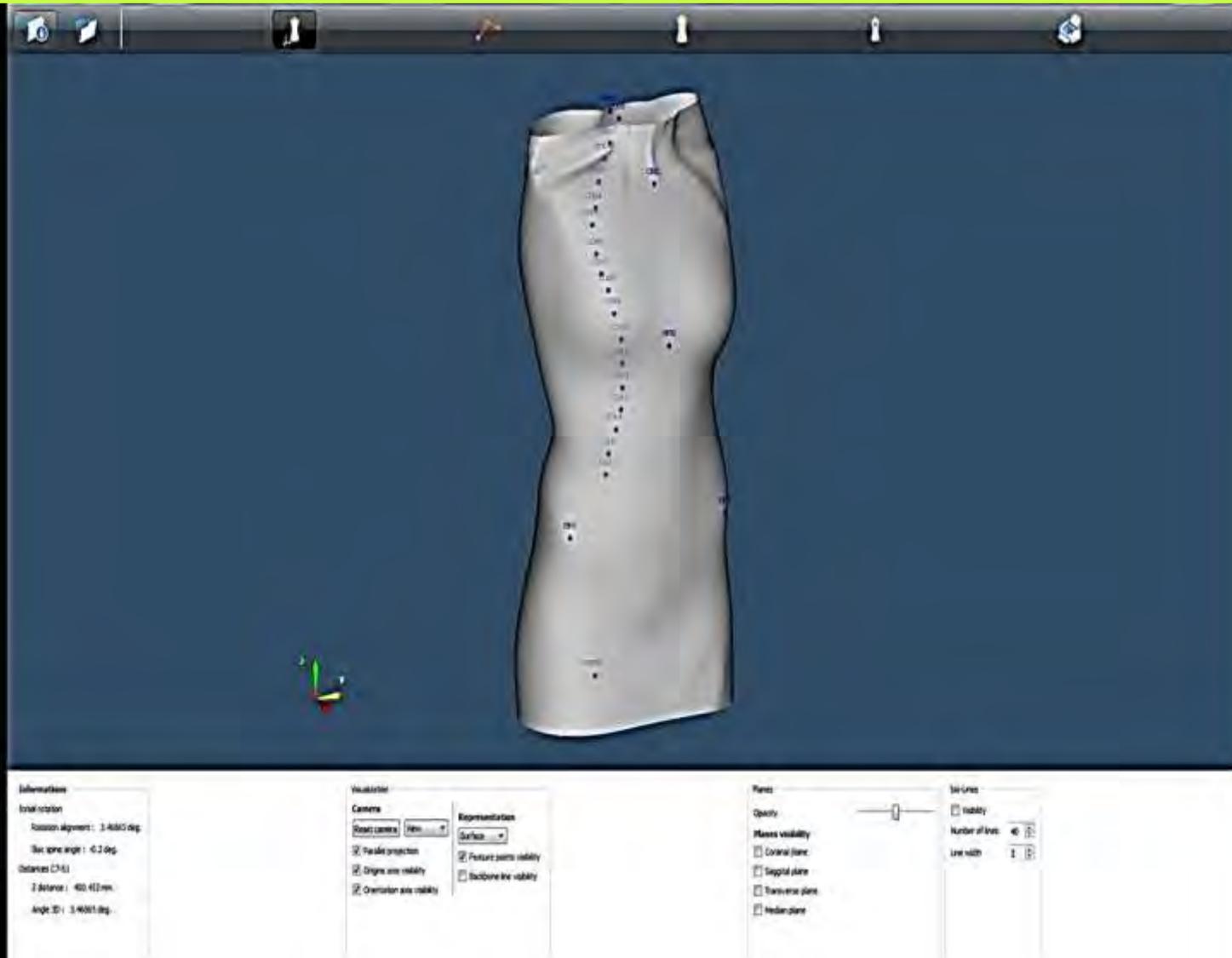


Analyse de la forme externe du dos (*Biomod*®)



- Suivi non invasif de la forme externe du tronc
- Suivi limité à la partie postérieure du dos
- Intéressant sur le suivi des enfants pré-pubaires afin de limiter le nombre de Rx
- Facilite le suivi cosmétique du dos au cours d'un traitement orthopédique
- Intéressant pour le suivi du profil dans les affections du plan sagittal.

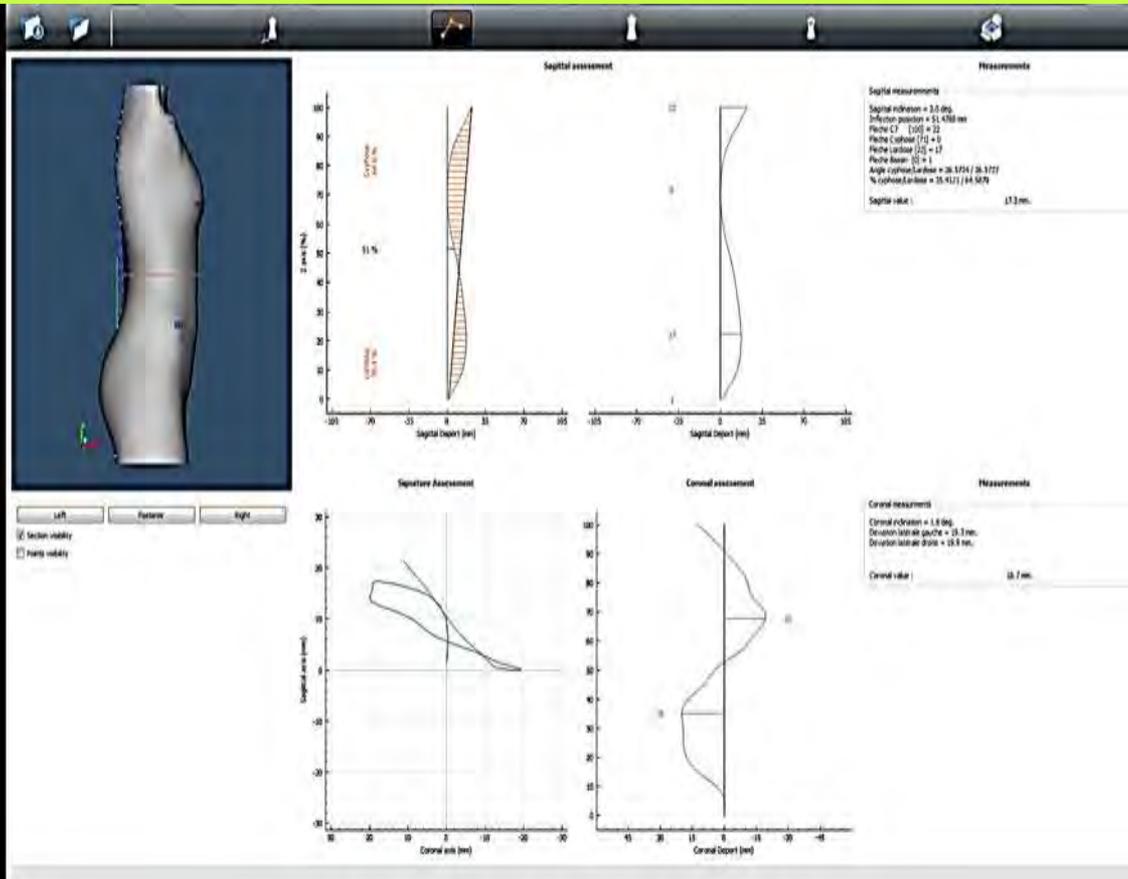
Autre système d'analyse de la forme externe du dos (Orten clinic)



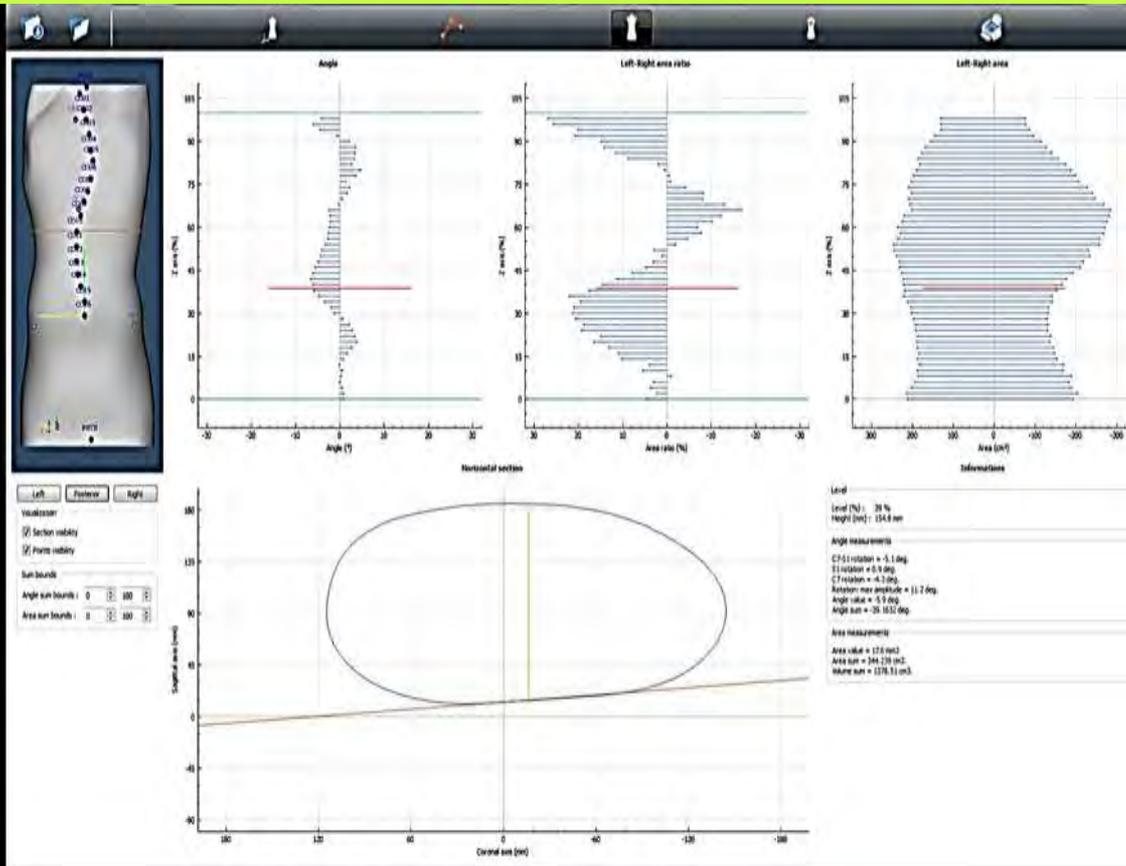
Autre système d'analyse de la forme externe du dos (Orten clinic)



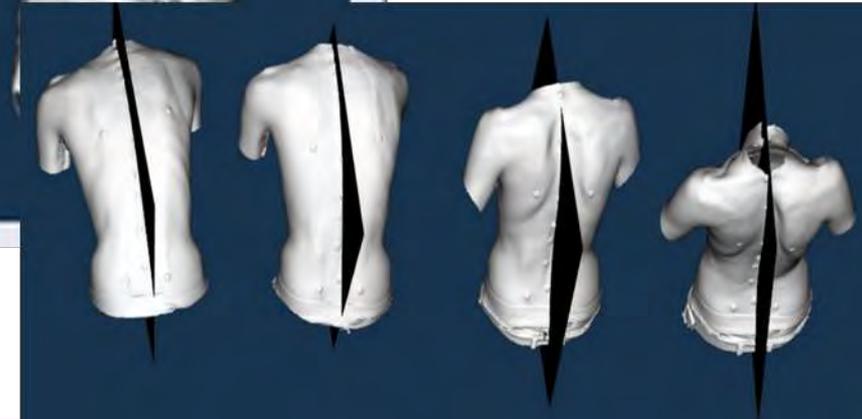
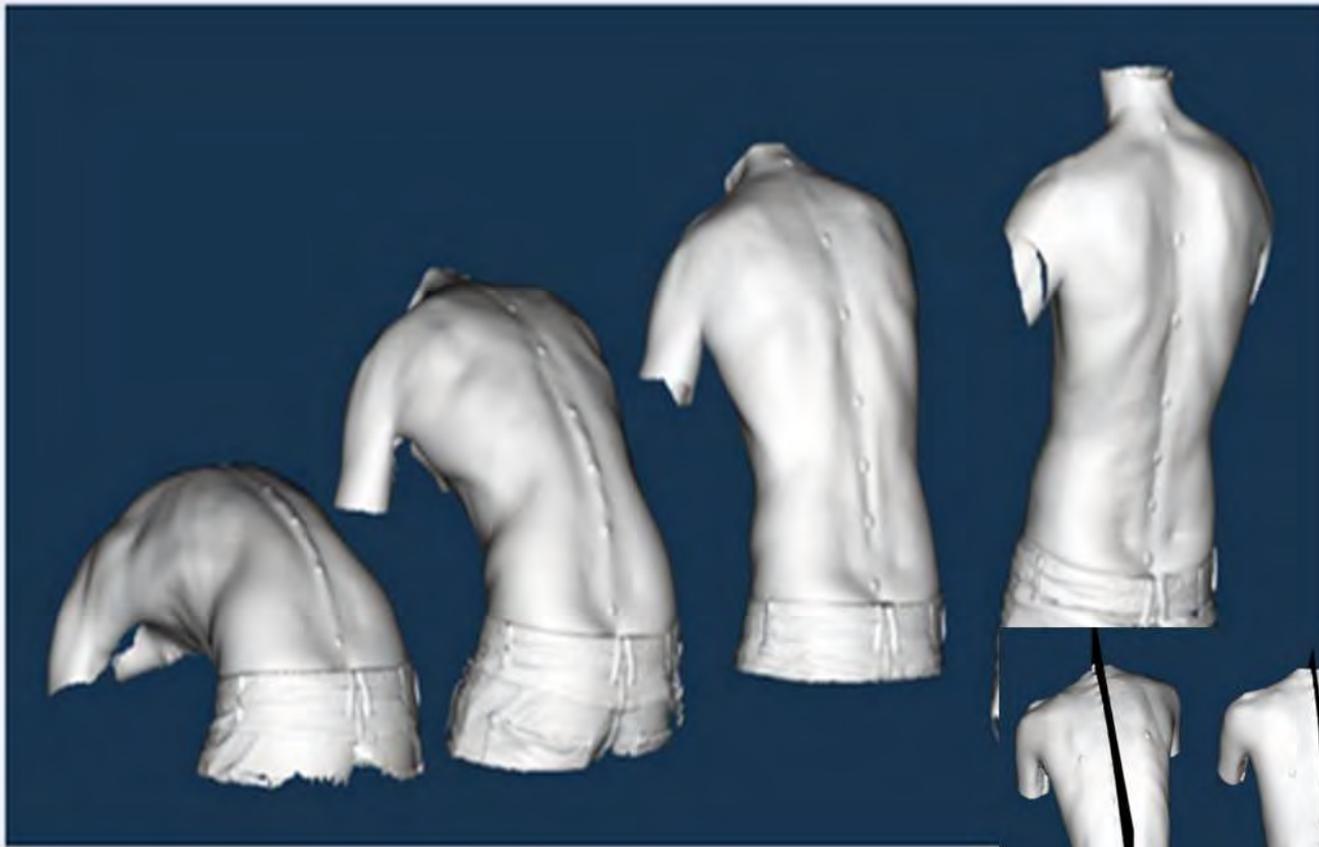
Autre système d'analyse de la forme externe du dos (Orten clinic)



Autre système d'analyse de la forme externe du dos (Orten clinic)



Analyse de la forme externe du dos dynamique (Orten clinic)



- Evaluation instrumentale du rachis par l'apport de l'AQM lors de la marche et lors du passage de la position assis debout.
- Application à la compréhension des orthèses



Résultats

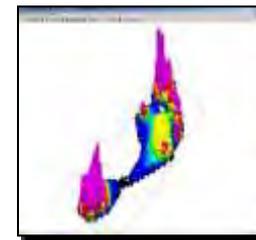
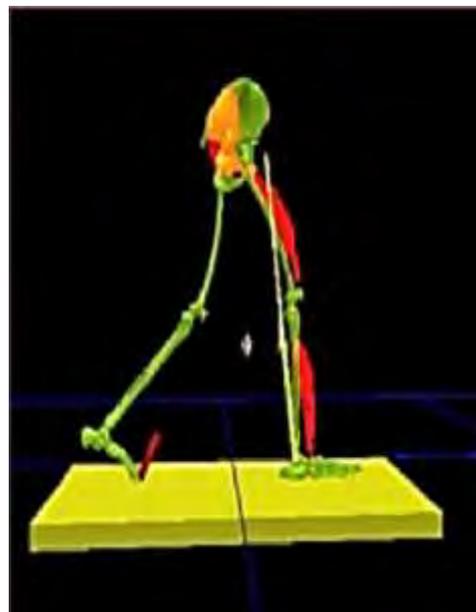
Cas 1, homme de 48 ans, asymptomatique

Cas 2, femme de 28 ans, asymptomatique

RECONSTRUCTION 3D du bassin et du rachis											
		IP= 55° VP = -13° Plan 1 : L5-L2 Courbure plan 1 = 43° Plan 2 : L1-T1 Courbure plan 2 = 46° Centre de gravité : équilibré dans le sacrum, déséquilibré en dhs hanches					IP = 42° VP = -5° Plan 1 : L5-L1 Courbure plan 1 = 38° Plan 2 : T12-T2 Courbure plan 2 = 37° Centre de gravité : déséquilibré en avant du sacrum, équilibré dans le bassin				
B A S S I N	Plan sagittal du bassin	Le bassin se rétroverse en passant de -40° à -79°.	30°		44°		Le bassin s'antéverse de -34° à -20° puis se rétroverse jusqu'à -64°.				
	Plan sagittal du plan 1 : Cas1= L5-L2 Cas2= L5-L1	Le plan 1 (L5- L2) s'incline vers l'avant puis retourne en arrière. <i>Rq : en position assise le plan est légèrement plus incliné vers l'arrière qu'en position debout</i>	34°		50°		Le plan 1 (L5-L1) s'incline vers l'avant puis retourne en arrière. <i>Rq : comme le cas 1, en position assise le plan est légèrement plus incliné vers l'arrière qu'en position debout</i>				
R A C H I S	Courbure du plan 1	La courbure du plan 1 (L5-L2) passe de 23° à 16°. → <i>peu de mobilité</i>	11°		39°		La courbure du plan 1 (L5-L1) s'efface au cours du mouvement (de 51° à 15°). → <i>la colonne lombaire s'étire</i>				
	Plan sagittal du plan 2: Cas1= L1- T1 Cas2= T12- T2	Le plan 2 (L1-T1) s'incline vers l'avant puis revient en position quasi neutre.	28°		40°		Le plan 2 (T12-T2) s'incline vers l'avant, puis vers l'arrière.				
	Courbure du plan 2	La courbure du plan 2 (L1-T1) diminue légèrement (de 44° à 31° au cours du mouvement) puis se reforme partiellement jusqu'à 37°. → <i>peu de mobilité</i>	13°		36°		La courbure du plan 2 (T12-T2) s'efface presque totalement avant le contact avec le tabouret (de 42° à 13 °), puis se reforme partiellement (33°). → <i>la colonne thoracique s'étire</i>				
M E M B R E S	Plan sagittal du segment jambier	Le tibia avance. Les genoux s'écartent de manière significative au cours de la tâche. → <i>mobilité des membres inférieurs</i>	23°		15°		Le tibia avance.				
	Distance inter-condylienne	15cm		4cm		L'écartement des genoux varie peu : ils s'écartent légèrement avant le contact du tabouret, puis se rapprochent. → <i>peu de mobilité</i>					
Stratégie utilisée		Pour s'asseoir, le sujet rétroverse son bassin et ne modifie que légèrement ses courbures rachidiennes dans le plan sagittal. Par contre, on note une avancée des tibias et un important écartement des genoux. Stratégie membres inférieurs / bassin				Pour s'asseoir le sujet antéverse légèrement son bassin puis rétroverse ; penche sa colonne vers l'avant et efface ses courbures rachidiennes (allongement/étirement). Peu d'utilisation des membres inférieurs. Stratégie rachis / bassin					



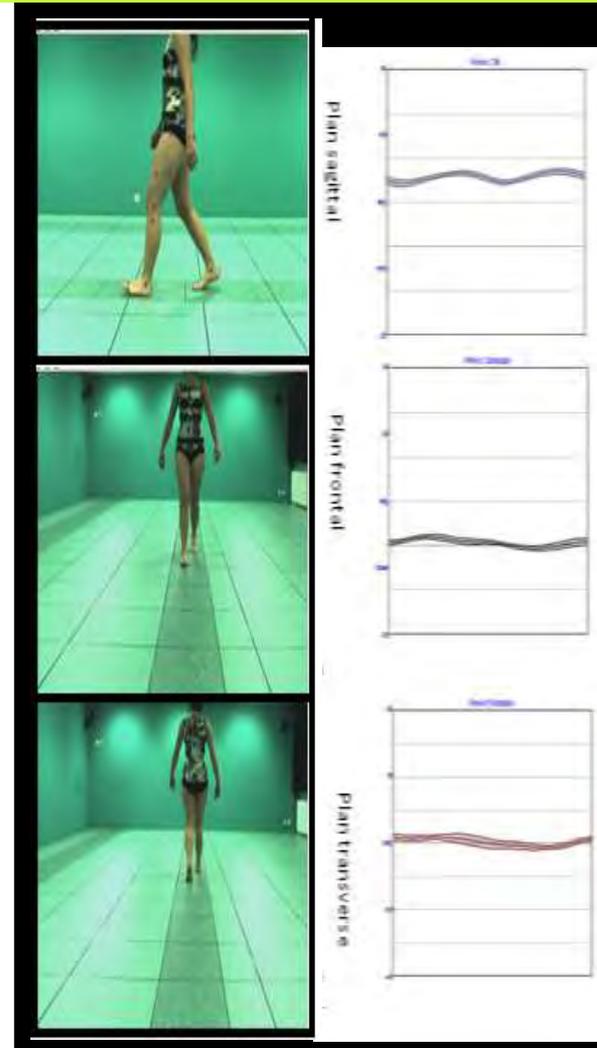
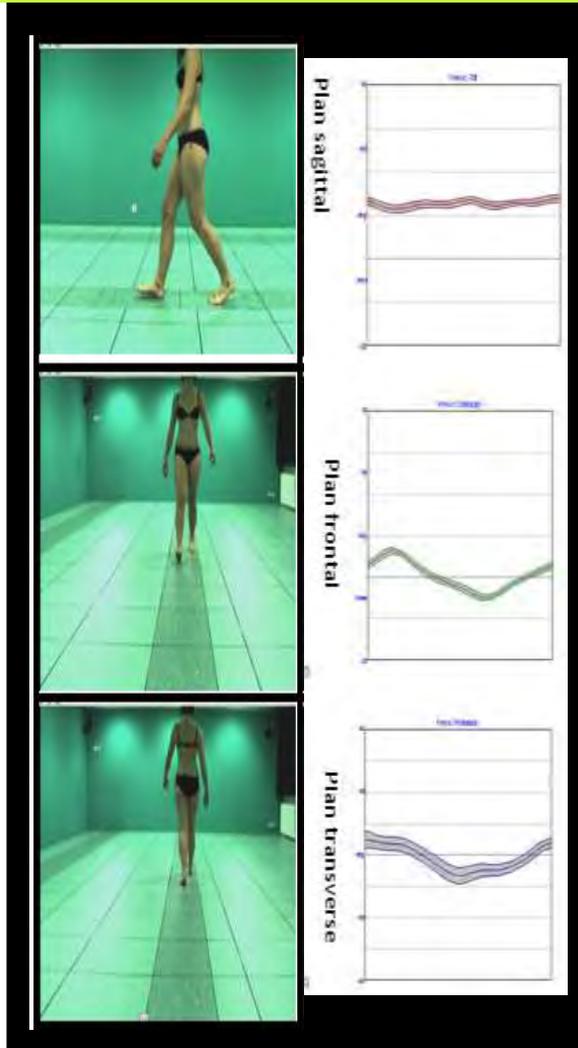
- AQM APPLIQUEE A L'ORTHOPROTHESE :
 - IMPACT DE L'APPAREILLAGE SUR LA MARCHE : ENFANT PC, prothèse...
 - ETUDE DES MOUVEMENTS DU CORPS A L'INTERIEUR D'UNE ORTHESE







AQM : RESULTATS



- Disparition du mouvement de 8 du bassin à la marche malgré le mouvement de hanche
- Limites : situation expérimentale préliminaire.

OBJECTIF FUTUR : Pouvoir confirmer cette première hypothèse en condition réelle.

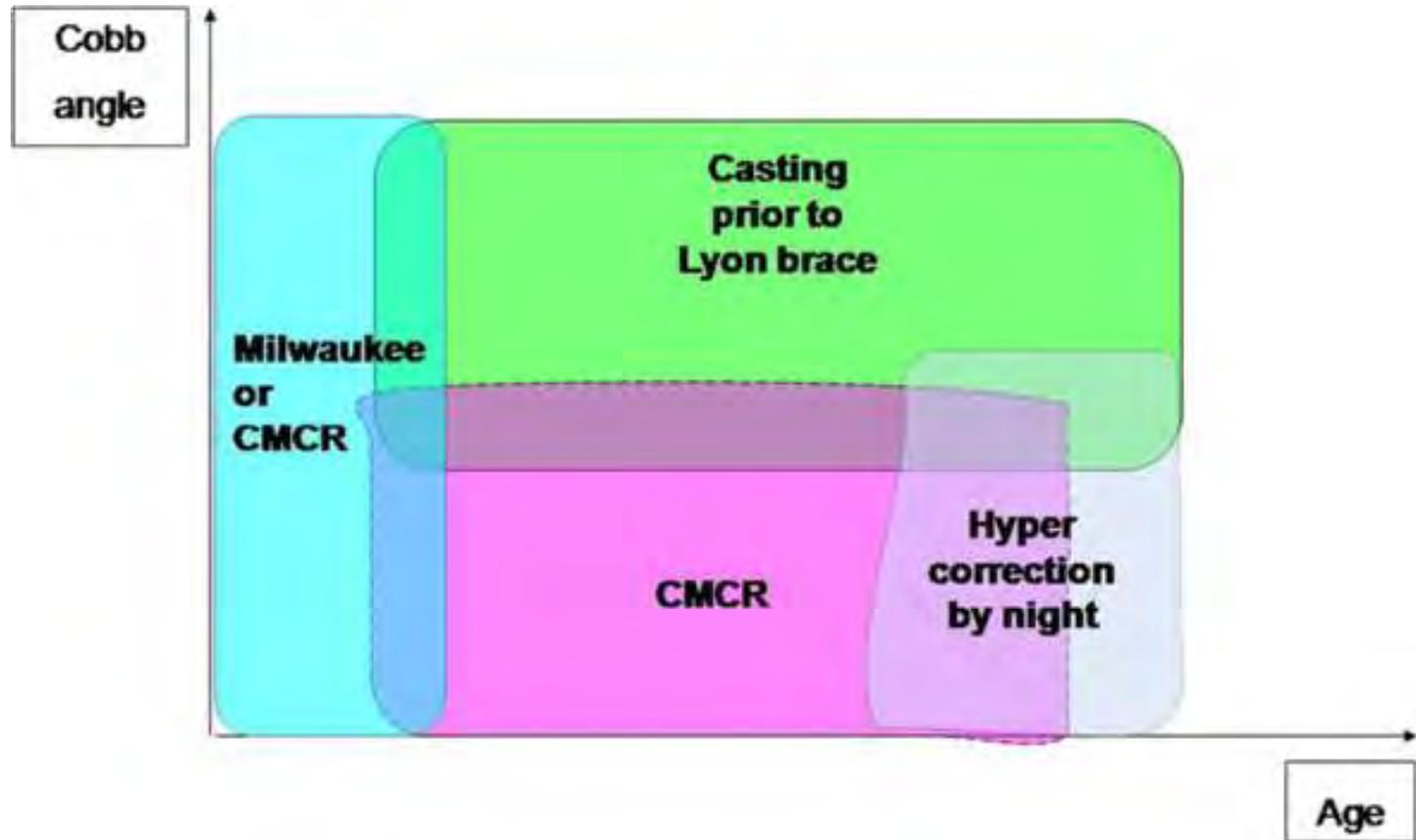
L'AQM est un moyen de vérifier l'action d'un appareillage sur la marche, mais peut aussi être un outil de mesure pour évaluer les orthèses en fonction de leurs actions sur les mouvements du corps.



Analyse de la marche. Place de l'AQM



Indication du corset CMCR en fonction de l'âge et de l'angle de Cobb



Bernard JC et al. The carbon brace. ***Scoliosis***. 2013 ; 8 (3)

Film sur la fabrication du corset CMCR



- Indication
- Prise d'empreinte



- Indication
- Prise d'empreinte
- Essayage
- Livraison
- **Evaluation radiologique**
- Rééducation. Ergonomie. ETP. Sport.
- Suivi



Le système EOS



Le système **EOS** est une **invention française** issue des travaux qui ont valu le Prix Nobel de physique 1992 au professeur **Georges Charpak**.

Colloque R4P – 27 mai 2015



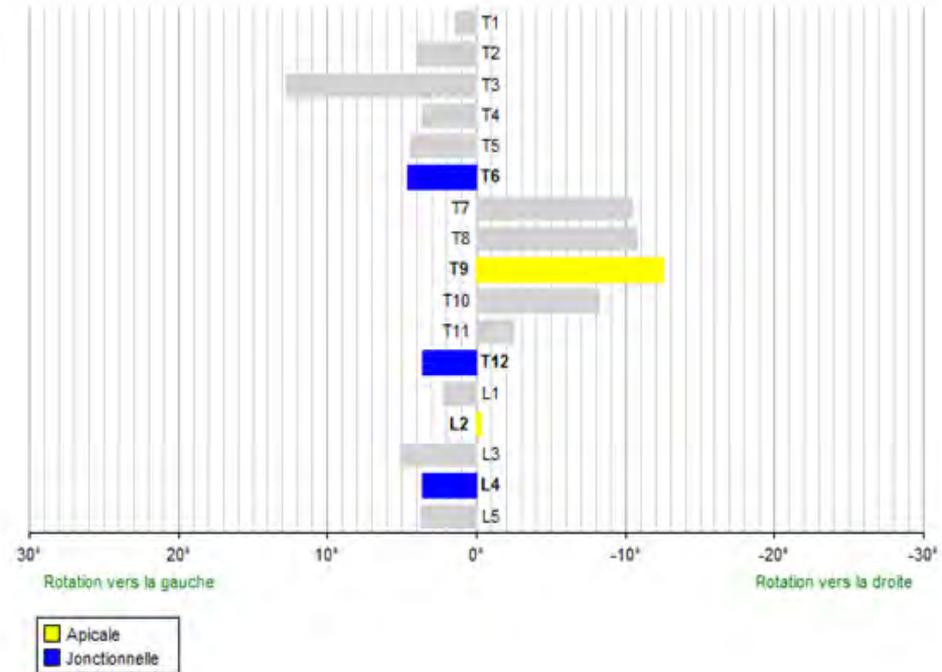
Le système EOS

Le système permet:

- L'étude d'un patient en position debout en obtenant des clichés simultanés de face et de profil du sommet de la tête jusqu'à la plante des pieds.
- La réduction des doses de rayons X (nouveau système Low dose)
- La reconstruction 3D de tous les niveaux ostéo-articulaires comme avec un scanner classique, mais l'examen est effectué en position fonctionnelle debout ou assise ce qui n'est pas possible avec les appareils de tomodensitométrie (scanners) classiques.



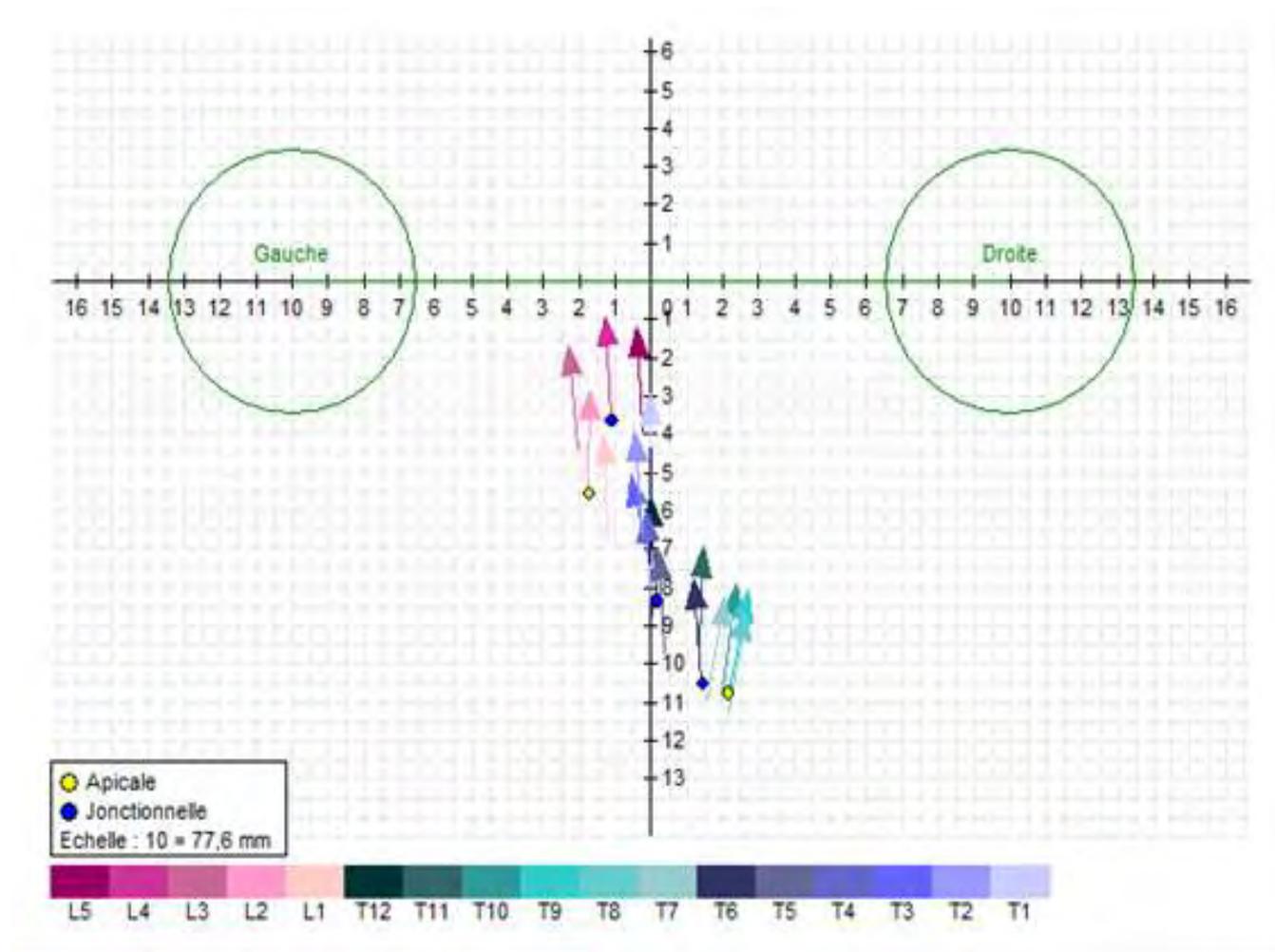
Le système EOS



Le système EOS



Le système EOS



Le système Optispine®

OptiSpine

Representation Globale 3D

vue Frontale Zoom 8700 vue Sagittale Zoom 8700 vue de dessus Zoom 17250

vue frontale
vue sagittale
vue de dessus

Charg1 Voir 1
Charg2 Voir 2
Charg3 Voir 3
Charg4 Voir 4

Voir 1,2,3,4
Remise a zero

Tracé
4

Ref: Sacrum
 Ref: Têtes Fémorales

Exit

	Pathologie			Date radiographie	Instrumentation
1	Scoliose Pre			05/05/2008	
2	Sain Pre			17/10/2008	

	Pelvis			Spine					
	Rot *	Flex *	Abd *	Plan	%	Rot *	Flex *		Abd *
1	-5.60	-11.6	2.1	SPMC 1	77.5	67.0	-0.2	3.9	
2	-4.67	-4.6	0.7	SPMC 2	99.1	-0.6	0.7	-2.2	

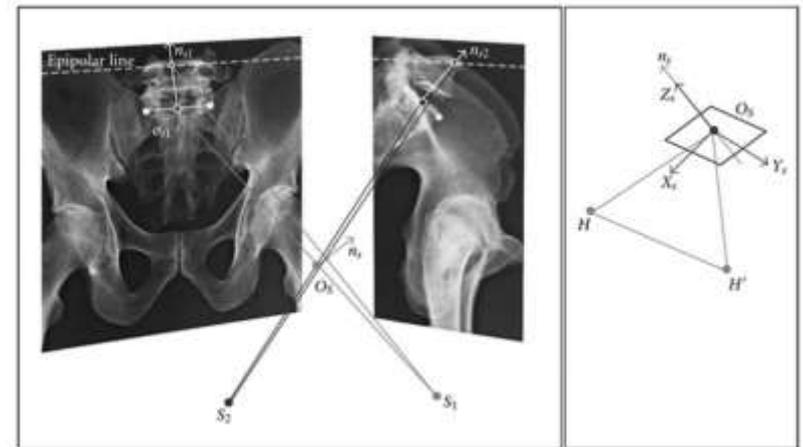
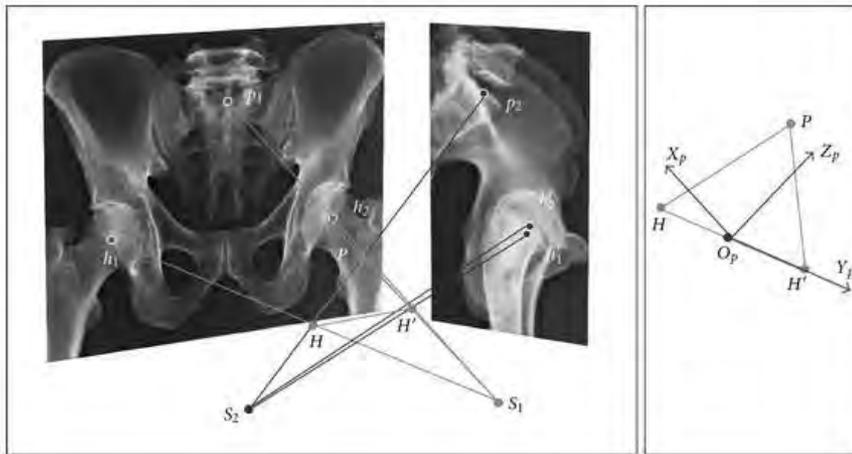
Pour le traitement: d'une radiographie de profil, appuyer sur Application n°1 [2DF], d'une radiographie de face, appuyer sur Application n°2 [2DF], d'une reconstruction 3D, appuyer sur Application n°3 [3D], d'une

démarrer OptiSpine Microsoft PowerPoint ... FR 21:11

R4P

Méthode employée pour réaliser une analyse 3D du rachis

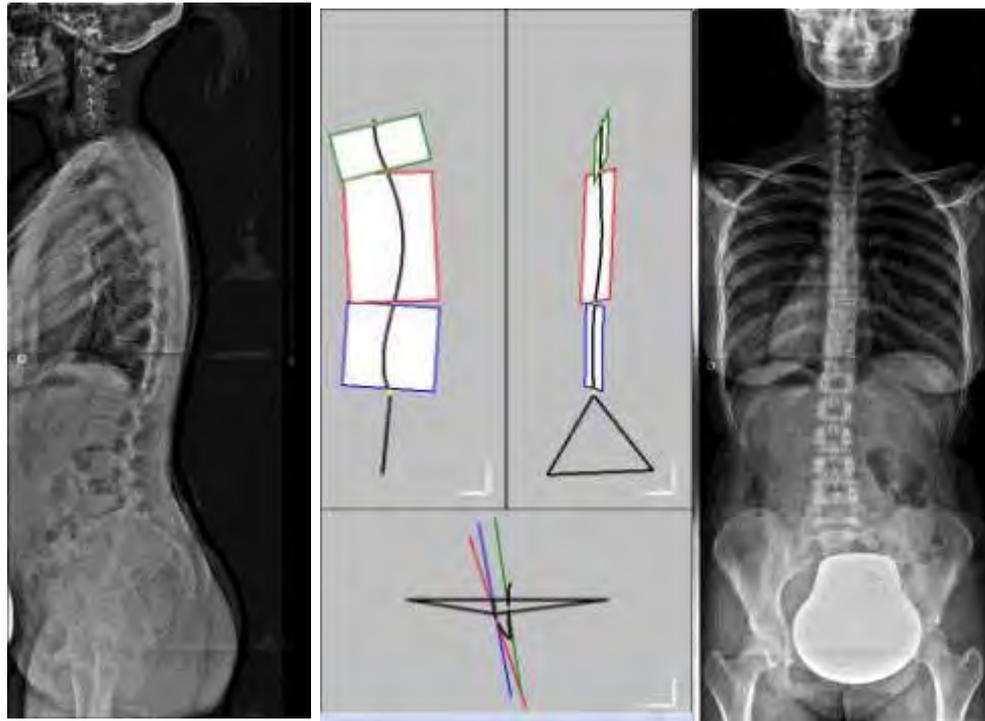
- Auto-calibration par un logiciel spécifique basée sur les propriétés géométriques du plan épipolaire (technique de reconstruction 3D)



[Berthonnaud E.](#), [Hilmi R.](#), [Dimnet J.](#) Accessing 3D Location of Standing Pelvis: Relative Position of Sacral Plateau and Acetabular Cavities versus Pelvis. [Radiol Res Pract.](#) 2012.

Analyse 3D du rachis

Le rachis peut être représenté par une structure géométrique 3D selon le modèle défini par Berthonnaud* et al. à partir de deux radiographies Bi-dimensionnelles de face et de profil debout réalisées soit sur PT soit par système EOS.

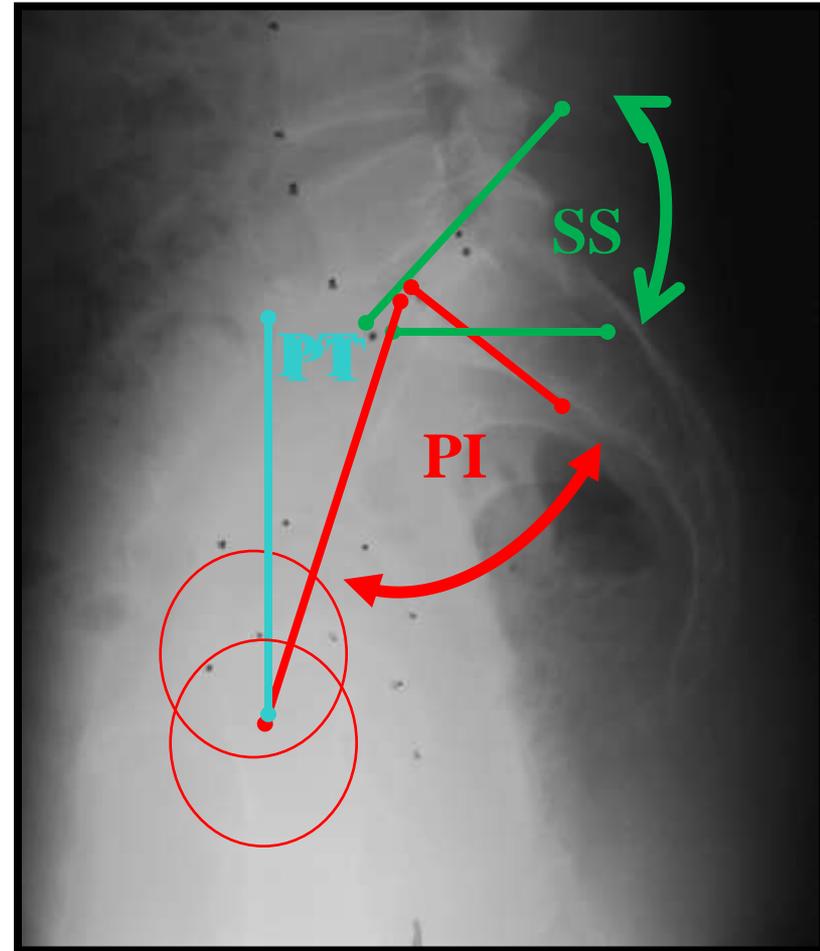


E.Berthonnaud ,J. Dimnet, R. Hilmi. Geometric structure of 3D spinal curves: plane regions and connecting zones. ISRN Orthopaedics,2012.

Pelvic Parameters

- Pelvic Incidence (PI)
- Pelvic Tilt (PT)
- Sacral Slope (SS)

$$PI = PT + SS$$



Analyse 3D du rachis: les paramètres essentiels à la description du bassin (vue de profil)

Case report



GMFCS : II

Year of birth : 1994

X-Rays taken in 2010

Spinopelvic parameters:

SS = 57°

PI = 62°

PT = -1°

Lordosis L1-L5 = 59°

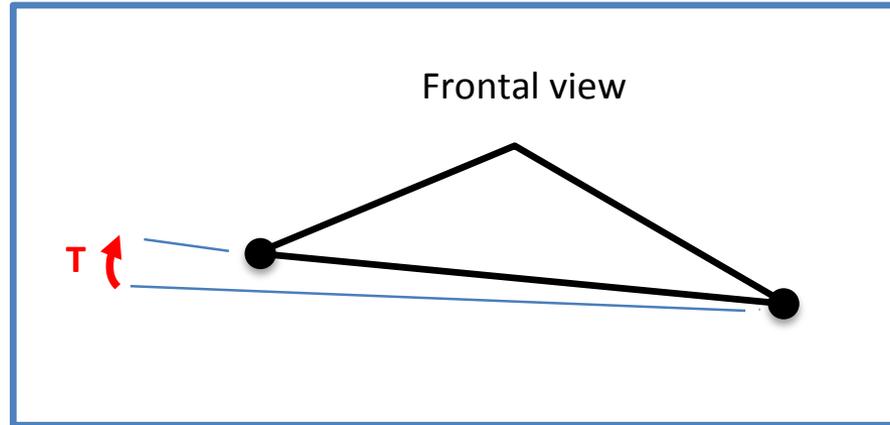
Kyphosis T4-T12 = 35°

APF = 158°

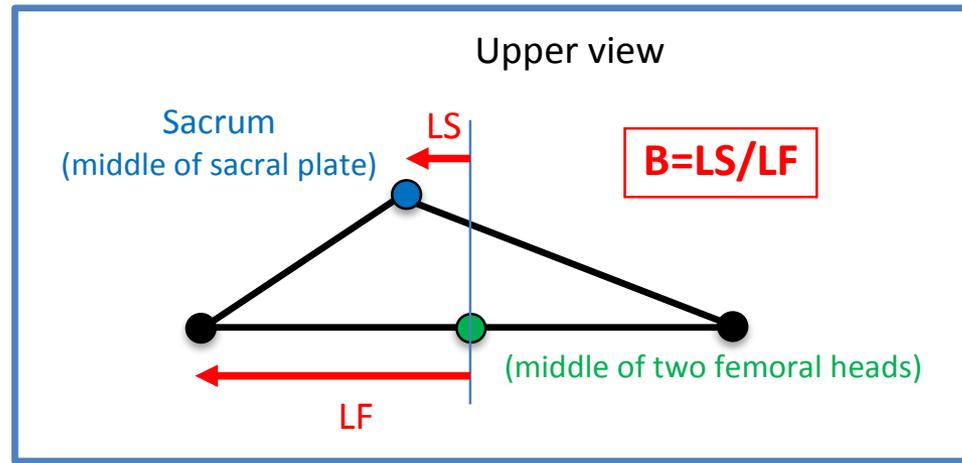
Spondylolisthesis: L5-S1

Analyse 3D du rachis: les paramètres essentiels décrivant le bassin (vues de face et de dessus)

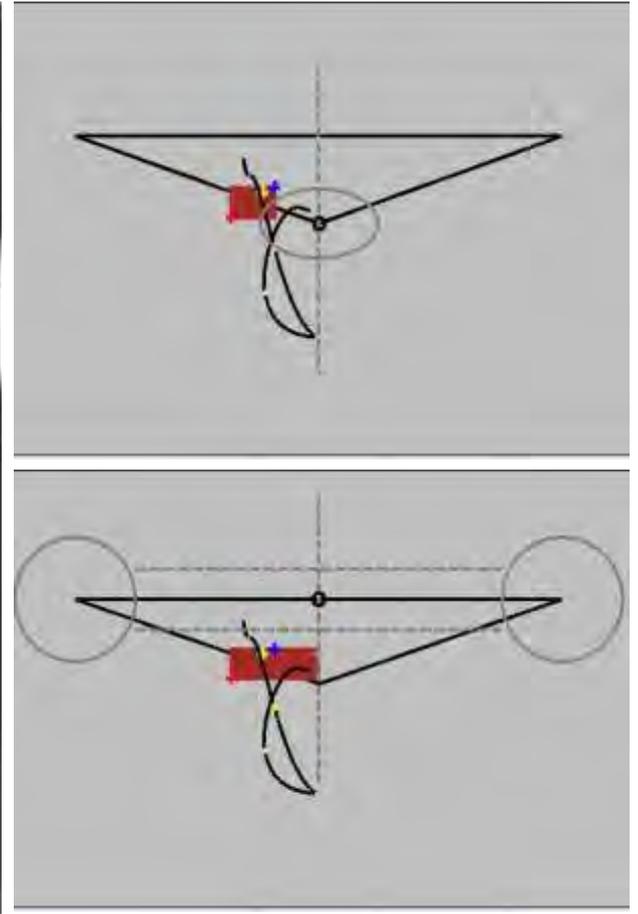
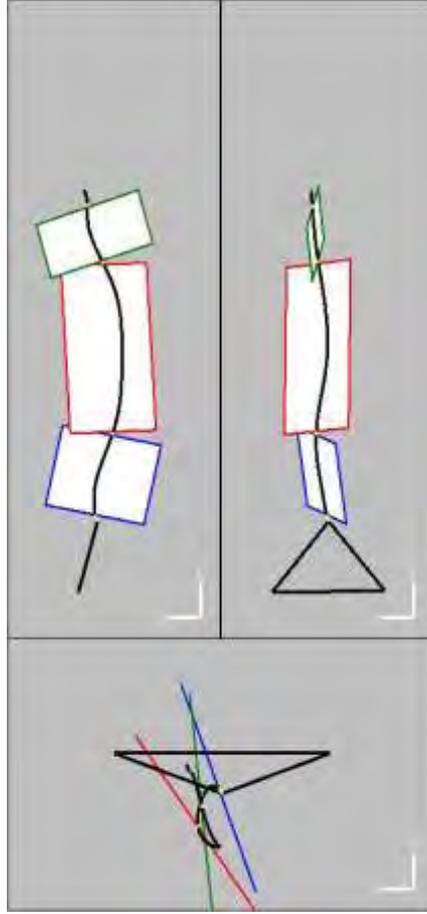
Les têtes fémorales ne sont pas à la même hauteur



Le sacrum n'est pas centré par rapport aux deux têtes fémorales



Analyse 3D du rachis



Case report: Cindy



Case report: Cindy



OptiSpine 3D Global Representation

Frontal view 8700 Sagittal view 8700 Upper view 17250

Layout 4

Ret. Sacrum Ret. Femoral Heads

Exit

	Pelvis			Spine					
	Rgt *	Flex *	Abd *	Plane	%	Rgt *	Flex *	Abd *	Rgt
1	-3.50	-3.9	0.2	SPMC 1	87.9	53.7	1.6	0.0	
2	-1.94	-6.3	-0.3	SPMC 2	99.0	1.5	-0.1	-0.6	

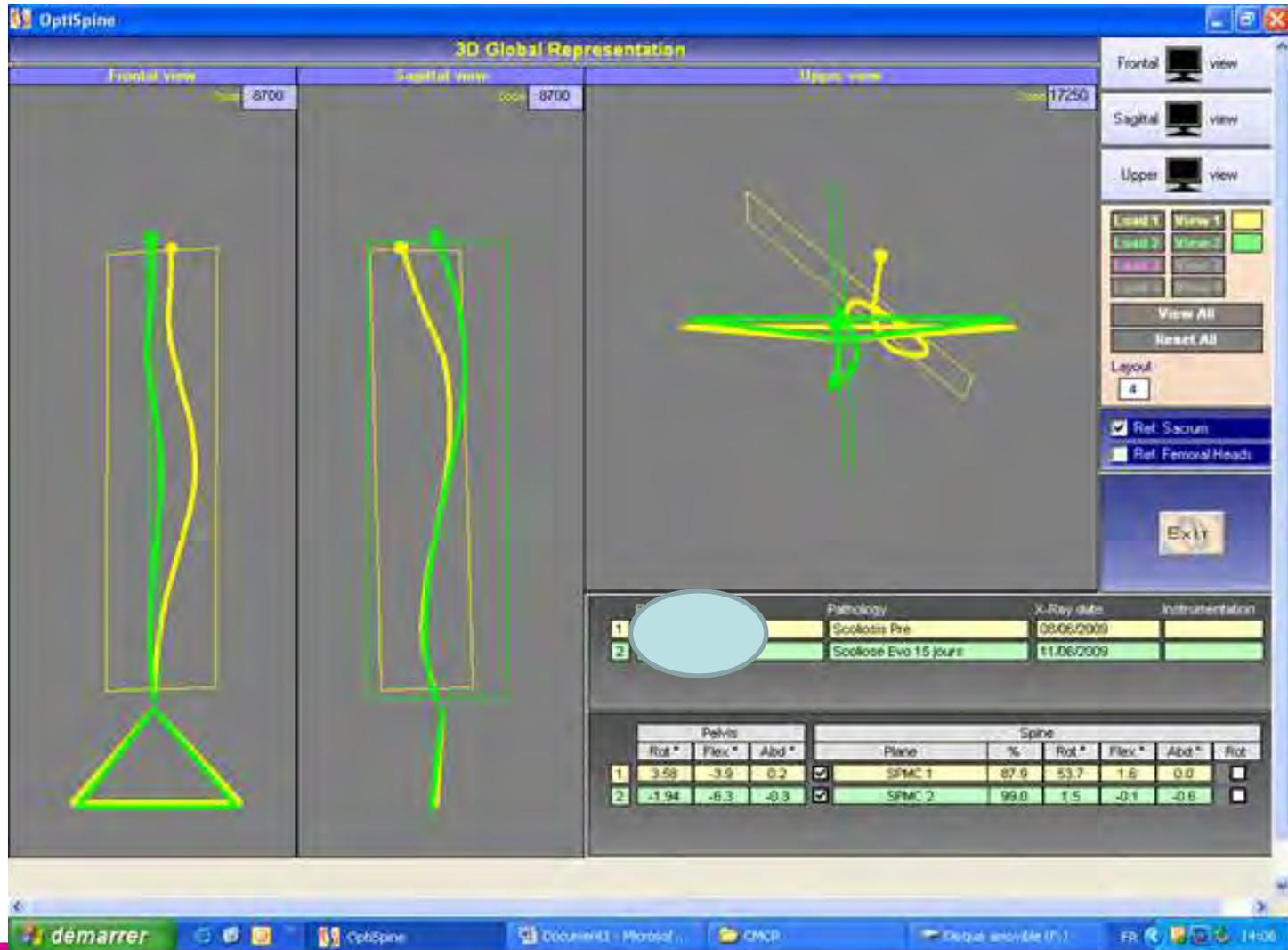
Pathology: Scoliosis Pre (08/06/2009), Scoliosis Evo 15 years (11/06/2009)

X-Ray date: 08/06/2009, 11/06/2009

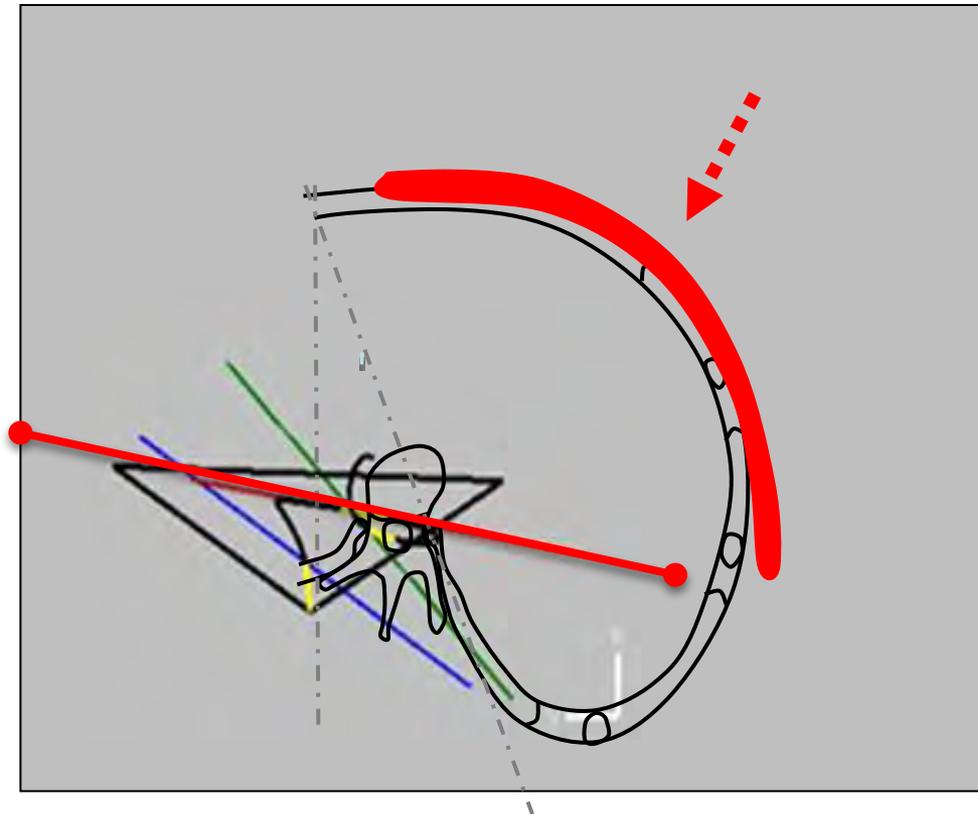
Instrumentation: [empty]



Case report: Cindy



Effect of detorsion: depending on 3D analysis

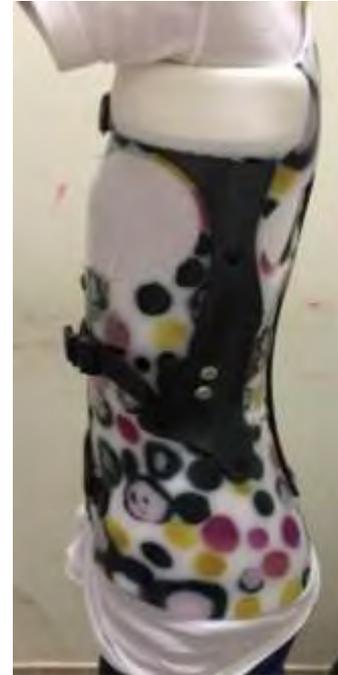


Technical characteristics

Vertical
lateral
prestressed
carbon
blade



Final appearance



- Indication
- Prise d'empreinte
- Essayage
- Livraison
- Evaluation radiologique
- Rééducation. Ergonomie. ETP. Sport.
- Suivi



Pads mobility while breathing





Educational therapy for adolescents with idiopathic scoliosis treated by brace

J.-C. Bernard¹, J. Deceuninck^{1,2}, L. Moisson¹, M. Schneider¹, R. Bard¹, A. Combey¹, F. Albrand¹, A.-L. Nogues¹, L. Bural¹, G. Notin¹, L. Journoud³

¹ Croix Rouge Française – CMCR des Massues, Lyon, France
² Laboratoire de Physiologie de l'Exercice, Saint Etienne, France
³ Ets Lacerte, Lyon, France

Introduction

Idiopathic adolescent scoliosis is a deformity in all three planes of space. It may be part of an ET (Educational Therapy), because the wearing of an orthopedic treatment requires knowledge and skills that the adolescent must acquire to facilitate compliance and maintain optimal quality of life during the treatment. In addition, a pre-survey, focused on this topic, was conducted with the association "Scoliose et Partage"; the main results confirm the need to develop this project. This project is an innovative therapeutic approach in France today because, to date, there is no ET on this validated. At the end of the specialized consultation, it was decided for some of them, the establishment of a brace for scoliosis treatment. During the adaptation of the brace, whether full hospitalization or day hospital, educational diagnosis is established, from individual interviews or taking collective load. At the end of this educational diagnosis, adolescents will be directed toward or away from a so-called therapeutic educational day (3 months later).

Inclusion criteria

- Adolescents 12 to 15 years, with a tolerance for younger children who are already in braces.
- Diagnosis of progressive scoliosis and indication of orthopedic brace treatment ; indication range prior to the end of a specialized medical consultation.
- Prerequisites: hospitalization period (1-2 weeks) for bracing (hospitalization or day hospital) when the adolescent has followed various group and individual cares.

Objectives

- Improve compliance of brace treatment
- Improve understanding of scoliosis and its evolution and understanding of orthopedic treatment
- Preserve the quality of life



Fig. 1 : Illustration of ET process

Evaluation

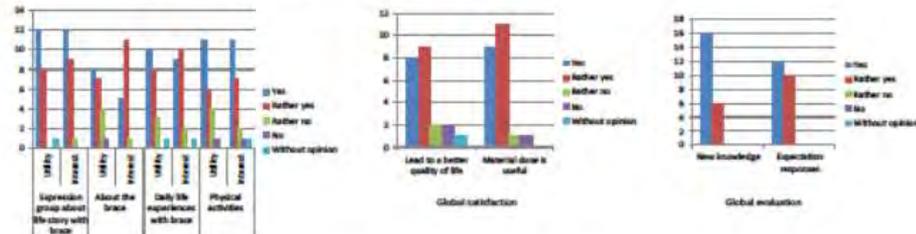
At each step of the ET:

- Step 1: 3 months later (when normally takes place the first brace control) runs ET itself in the form of workshops (5), one is devoted specifically to parents. The achievement of the objectives will be formalized following the workshops and especially at the end of the day with assessment and satisfaction questionnaires:
 - for children
 - for parents
- Step 2 : Evaluation of the patient at regular checkups during orthopedic treatment of scoliosis (longitudinal follow-up) ; in particular at 1 year will be assessed the quality of life by the Brace Questionnaire, treatment compliance, difficulties about treatment and scoliosis , and throughout the treatment every year.

WORKSHOPS	
Prerequisite for development of educational diagnosis Hospitalization or daily hospital for bracing	Deepening Educational Therapy day to 3 months
Expression group about scoliosis	Expression group about life story with brace
About the brace (1)	About the brace (2)
Daily life and brace	Daily life experiences with brace
Physical activities (1)	Physical activities (2)
Parents group- identification of knowledge	Parents group- expression of experiences

Results

Since July 2013: - 75 diagnosis: 27 patients with no need of ET day and 10 refusal from adolescent or parents
 - 4 days of educational therapy: 23 adolescents with their parents



Conclusion

Management is shared between the patient, his parents and the multidisciplinary team and attending physician. Opening of the field to other ways of understanding the child: psychomotor therapy (body image) and experience of child and parents. Give meaning and join the treatment to improve adherence and experience.

* **Deceuninck J**, Bernard JC. Quality of life and brace-treated idiopathic scoliosis: A cross-sectional study performed at the Centre des Massues on a population of 120 children and adolescents. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2012; 55(2): 93-102.



CONCLUSION

L'ingénierie est au service de l'appareillage ou plutôt est intégré au parcours de soin du patient:

- Utilisation de nouveaux matériaux comme le carbone et l'étude de ces propriétés biomécaniques.
- Utilisation de nouvelles machines comme les fraiseuses à commande numérique
- Évaluation du patient: ce que l'œil ne peut pas percevoir et donc ne peut pas mesurer et évaluer

*la dynamique rachidienne lors de certaines tâches ou lors de la marche

* la forme externe du dos..... l'avenir sera vers la forme externe du thorax avec des mesures fiables, reproductibles et comparables au fil du temps



CONCLUSION

- Le corset pour scoliose doit préserver la mobilité du rachis et la capacité respiratoire autant que possible.
- Le traitement orthopédique est basé sur:
 - Analyse clinique et instrumentale
 - Analyse radiologique, à condition qu'elle apporte des informations sur la représentation 3D de la déformation et à terme 4D.
 - L'analyse 3D permet:
 - Meilleure classification de la scoliose
 - Meilleure orientation des forces à l'intérieur du corset afin de limiter l'intensité des forces d'appui dans le corset en fonction de l'analyse 3D.
 - **Connaître les limites du traitement orthopédique proposé.**





MERCI POUR VOTRE ATTENTION