

Navigation des PTH : Quel référentiel choisir ?

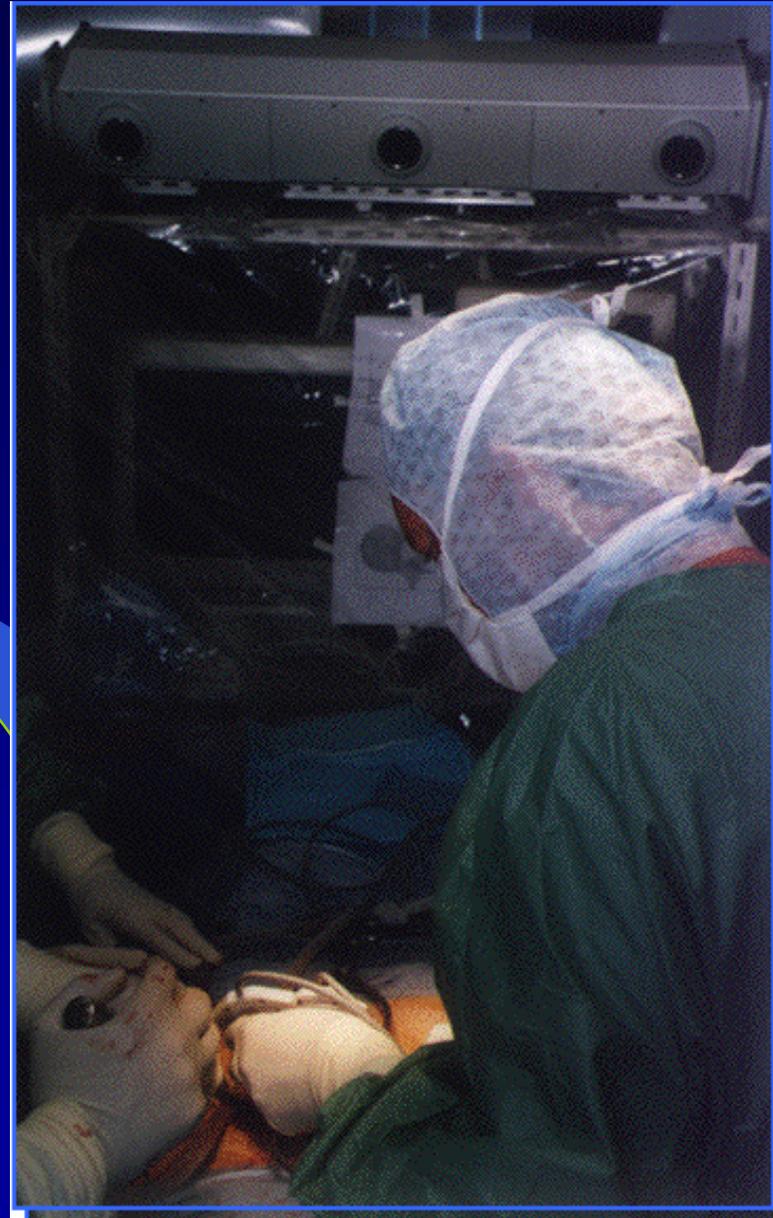
Congrès GECO 2009 Les Arcs, 18 – 22 Janvier 2008

Merloz Ph, (Grenoble)
PMerloz@chu-grenoble.fr



Technical and Clinical Challenge

Accuracy
Reliability
Less Invasive
Easy
Simulation
Navigation

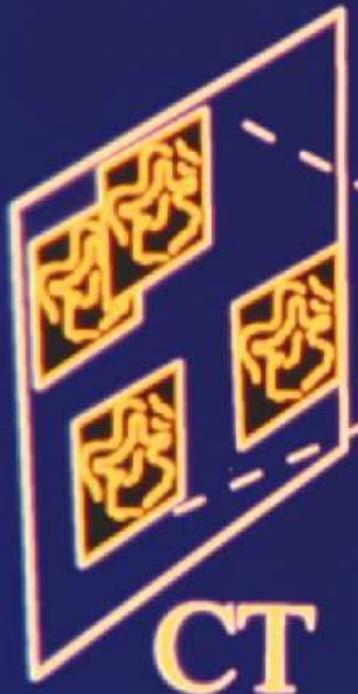


Manoeuvring is sometimes difficult



Navigating using : direct visualization, estimation, ...





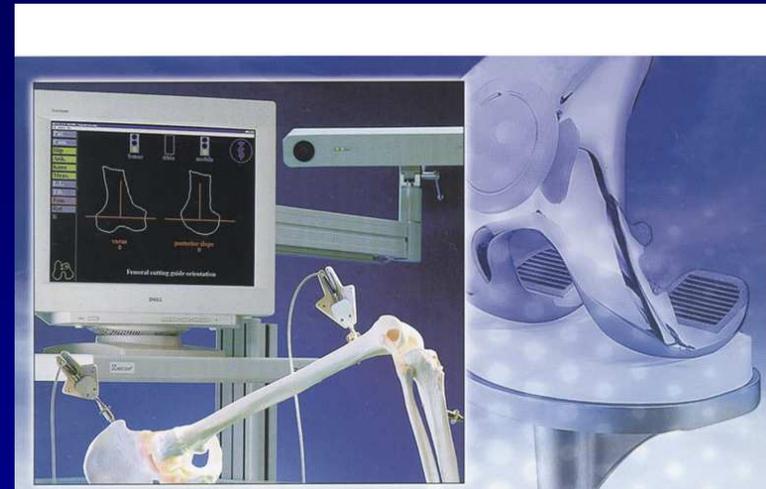
CT



? 25°
LEFT?

Mental Registration

Intra-operative (passive) model *image free* (**non CT, non X rays**) navigation systems.



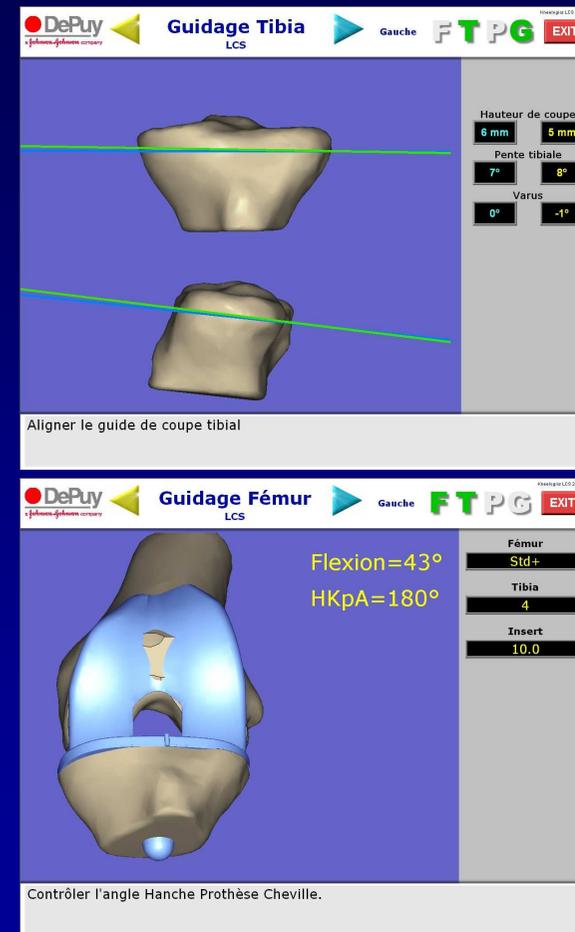
Point-based solution

Stulberg SD et al. *Operative techniques in Orthopaedics* 2000 ; 10(1) : 25-39
Saragaglia D et al. *Rev Chir Orthop* 2001, 87, 18-28

CAOS vs Conventional techniques

Informations displayed to the surgeon

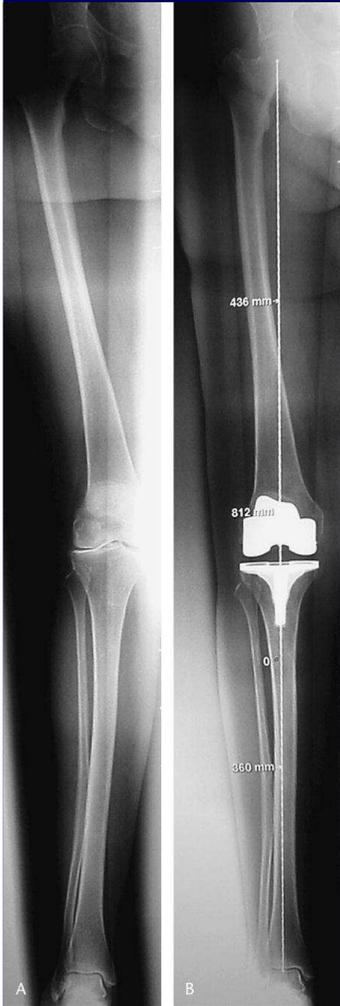
- Plan of bone cuts on the femur and the tibia
- Parameters are displayed to the surgeon (HKA, varus, valgus ...) in 3D and in real time (flexion 0° – 120°)



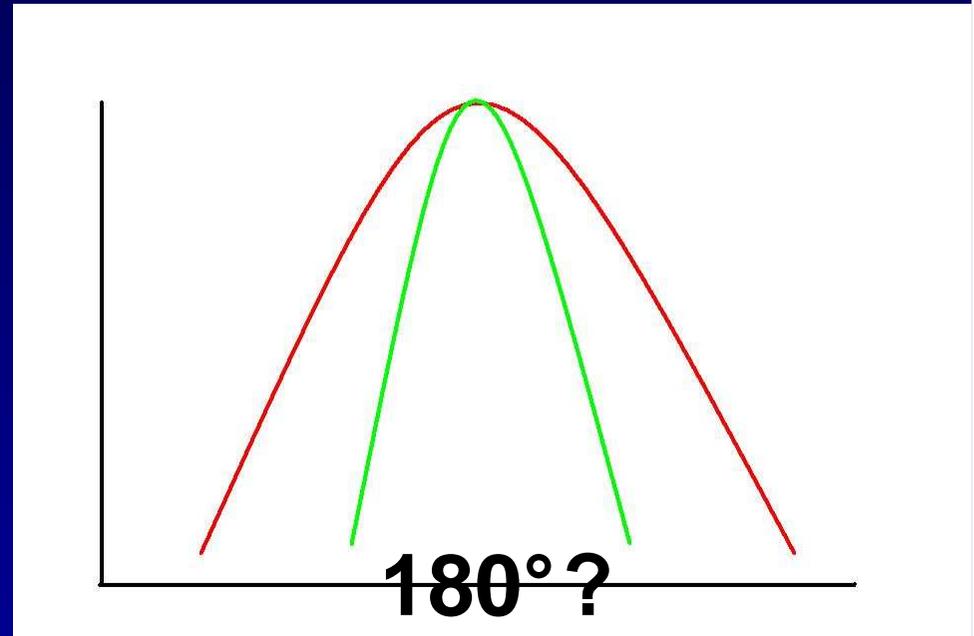
Ilsar I, Joskowicz L et al. Navigated Total Knee Replacement – A comprehensive clinical state of the art study
In Frank Langlotz, Brian L. Davies, Randy E. Ellis eds.
Computer Assisted Orthopaedic Surgery, Berlin, Pro-Business, 2006, 229-231

CAOS vs Conventional techniques

Alignment in the frontal plane



- HKA angle with CAOS :
- $178^{\circ} - 182^{\circ}$
- HKA angle with conventional :
- $172^{\circ} - 188^{\circ}$



1° Bächis H, Perlick L et al. Alignment in total knee arthroplasty.

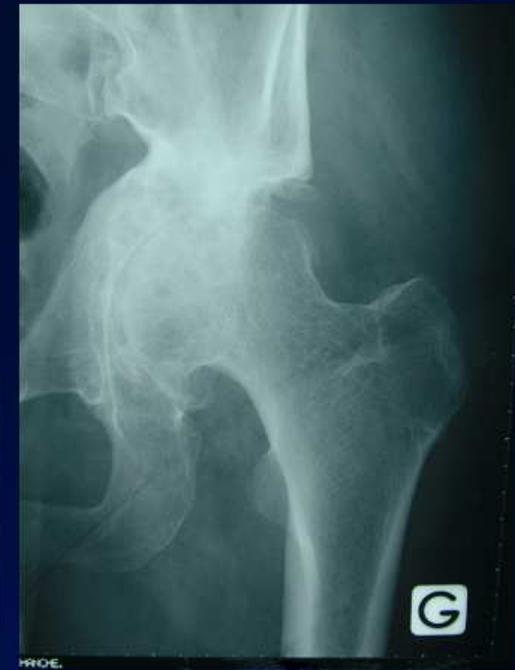
J Bone Joint Surg 2004 ; 86B (5) : 682-7

2° Barrett WP et al. Computer assisted surgery improved alignment in TKA
In Frank Langlotz, Brian L. Davies, Randy E. Ellis eds.

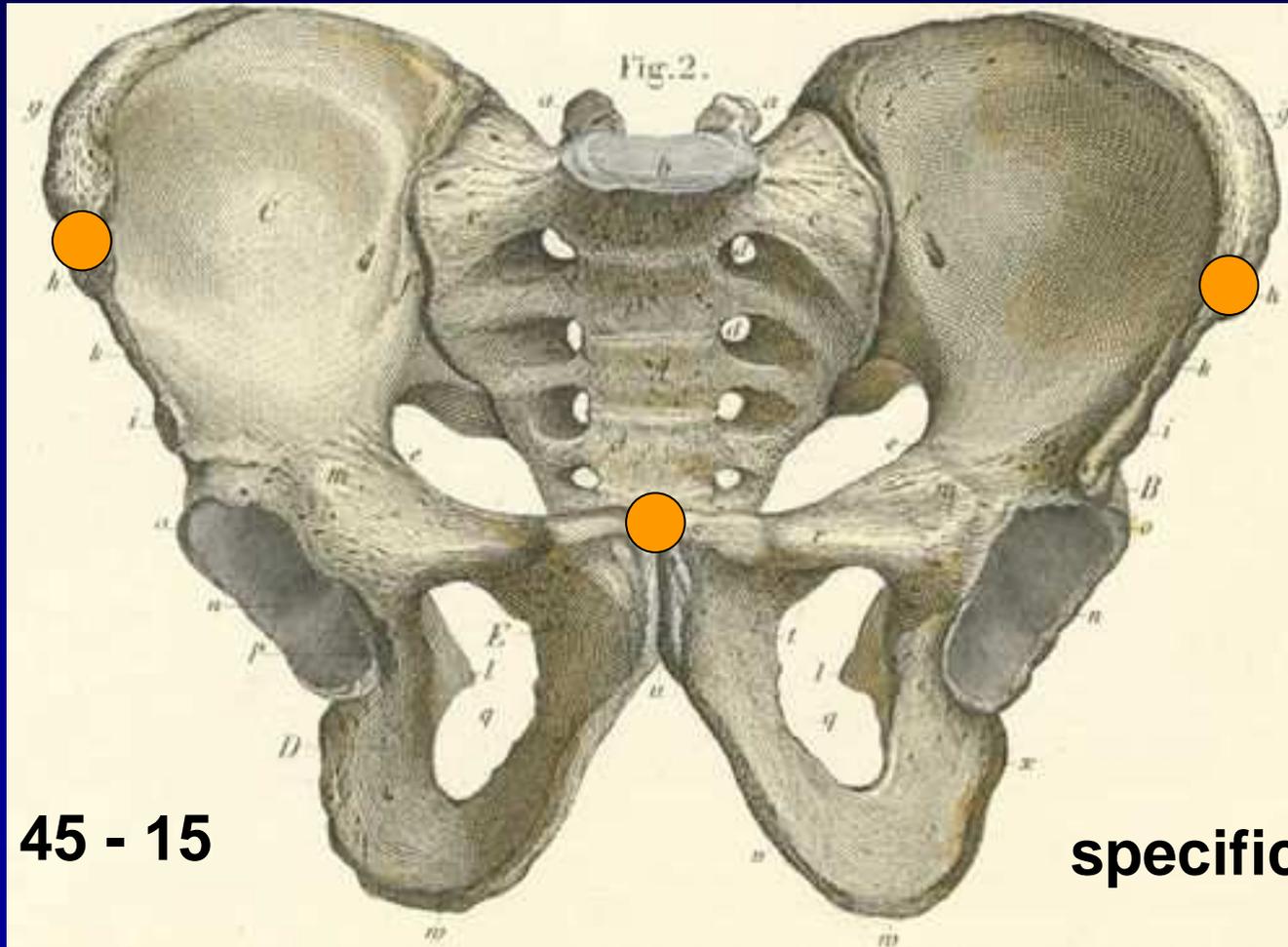
Computer Assisted Orthopaedic Surgery , Berlin, Pro-Business, 2006, 29-31



Hip Pilot CSUP



Perception: bony landmarks



Dogme 45 - 15

specific points

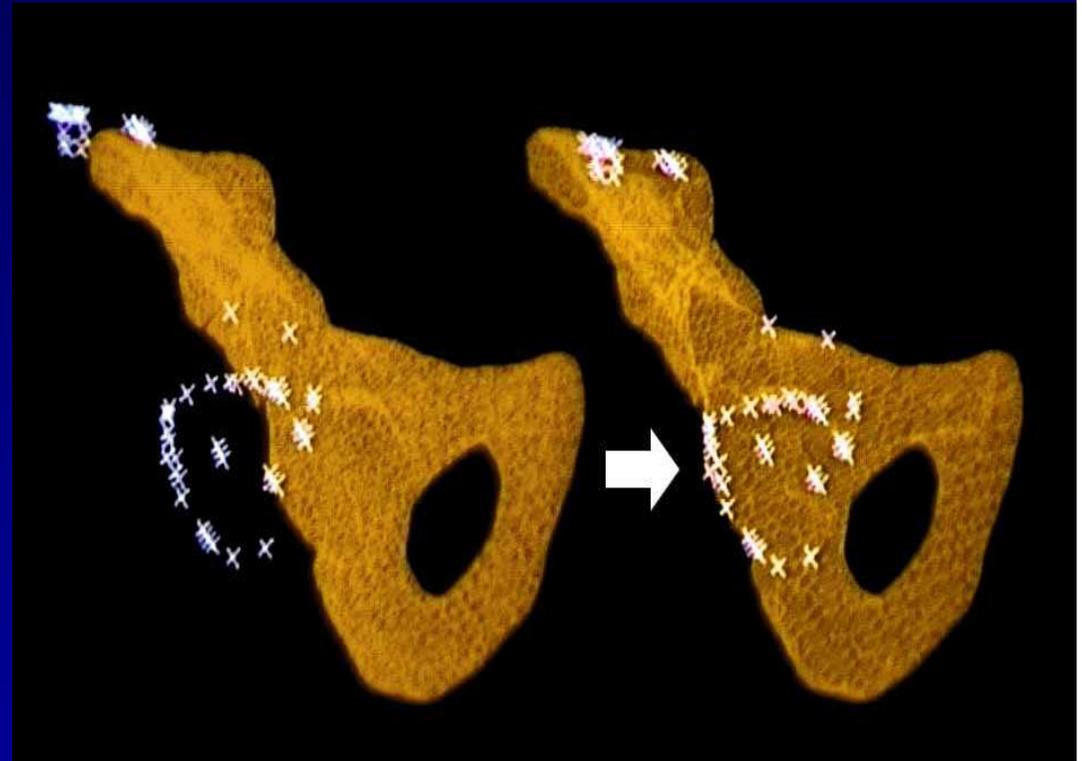
PPA ou plan de Lewinnek.

CT based NAVIGATION SYSTEM

Anthony DIGIOIA ; Frédéric PICARD

UPMC Shadyside Medical Center (Pittsburgh)

- HIPNAV TM.
SYSTEM :
- PRE-OP : CT Scan +
SEGMENTATION +
PLANNING
- PER-OP :
REGISTRATION +
REAL TIME
NAVIGATION



Jaramaz et al.
Simon, DiGioia et al.

CT based NAVIGATION SYSTEM

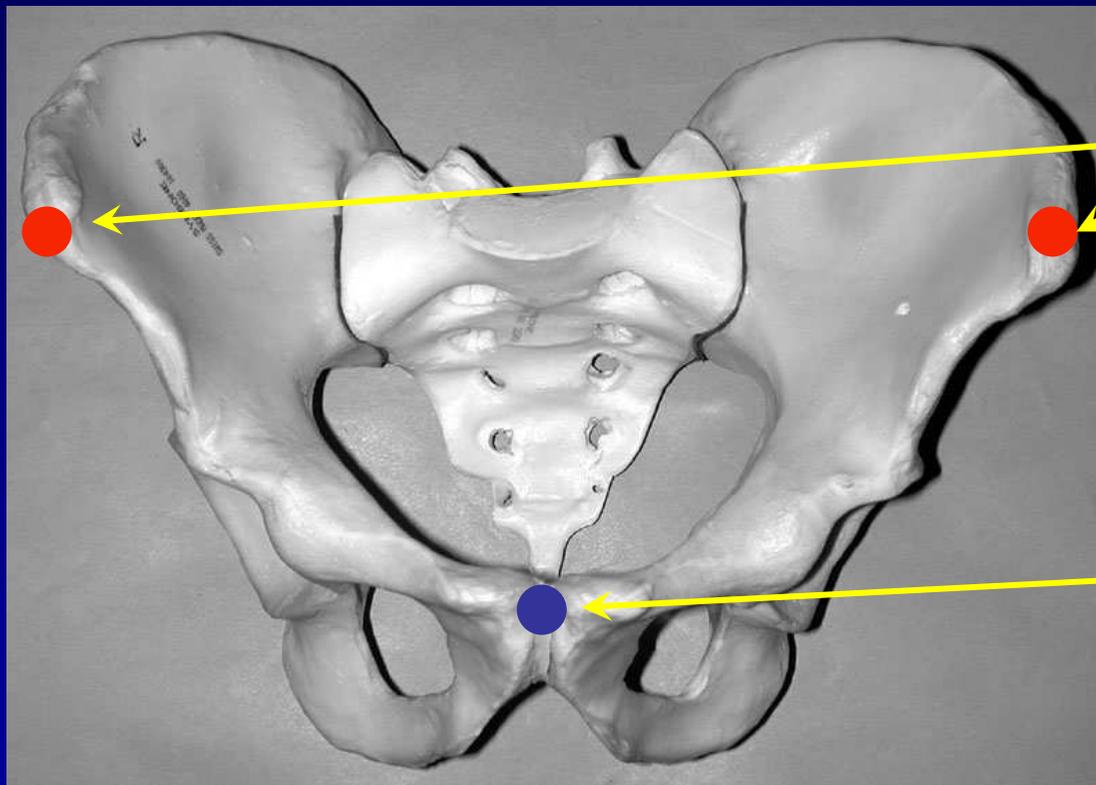
Anthony DIGIOIA ; Frédéric PICARD

UPMC Shadyside Medical Center (Pittsburgh)

- **HIPNAV TM. SYSTEM**
- TOOLS FOR ACETABULAR CUP PLACEMENT ARE NOT ACCURATE ...
- THE « PRESS FIT TECHNIQUE » MAY INFLUENCE THE ACETABULAR CUP PLACEMENT
- THE SCREWS MAY INFLUENCE THE ACETABULAR CUP PLACEMENT
- **REDUCE the VARIATIONS in ACETABULAR CUP PLACEMENT +++**

150 HIPS : First Procedure

Orient the pelvis

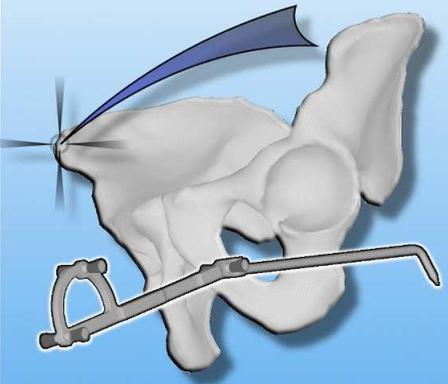


Antero superior
Iliac spine

Symphysis

Orient the pelvis : ASIS palpation

ANATOMIE DU BASSIN



F T P G

Orientation du localisateur

Epine controlatérale

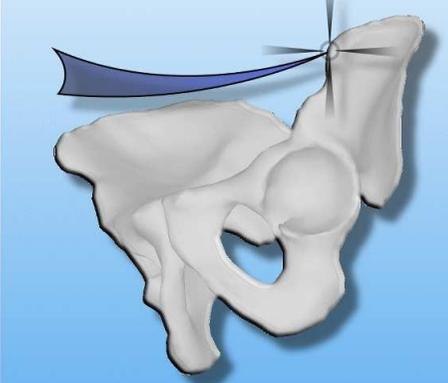
Champage
CR anatomiques

Orientation du localisateur
Calibrage du palpeur
Epine homolatérale

SYMBIOS - PRAXIM
HANCHE GAUCHE
Tête Ø, diamètre 28 mm
Col Droit court
Noyau Alumine
Tige Taille D
Cupule diamètre 54 mm
HG Pxi1 - SYMBIOS SR 1 G

A l'aide du GRAND PALPEUR, palpez l'épine controlatérale.
Validez avec la pédale bleue

ANATOMIE DU BASSIN



F T P G

Orientation du localisateur

Epine controlatérale
Champage
CR anatomiques

Orientation du localisateur
Calibrage du palpeur

Epine homolatérale

SYMBIOS - PRAXIM
HANCHE GAUCHE
Tête Ø, diamètre 28 mm
Col Droit court
Noyau Alumine
Tige Taille D
Cupule diamètre 54 mm
HG Pxi1 - SYMBIOS SR 1 G

A l'aide du PETIT PALPEUR, palpez l'épine homolatérale.
Validez avec la pédale bleue



SPECIMEN

Choice of the cup orientation & reaming

PRÉPARATION DU COTYLE

Ecarts:
ML: 0.5 mm
CP: 1.5 mm
AP: 0.5 mm

Frontale **Sagittale**

Inclinaison: 38.0° **Antéversion: 21.5°**

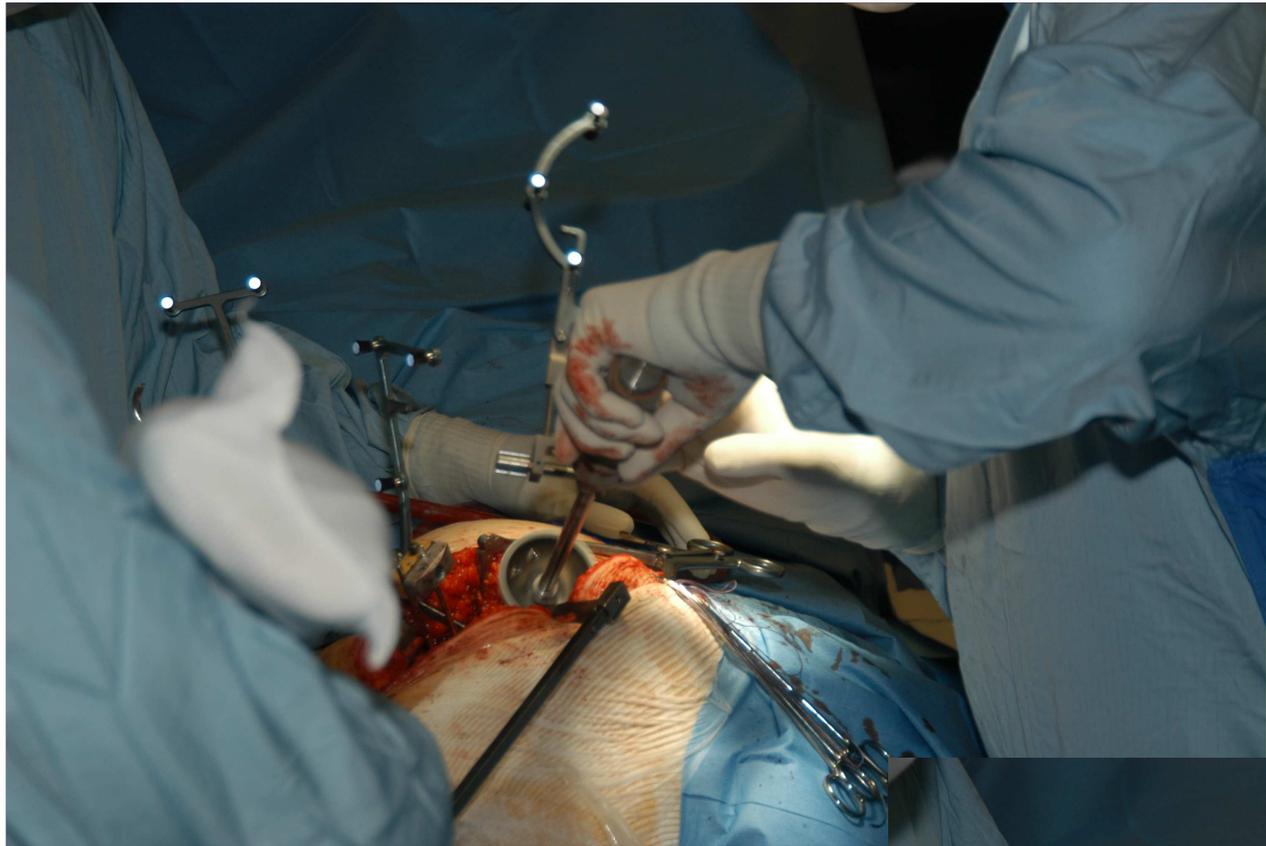
Navigation de la fraise

Calcul du col optimal
Calibrage de la fraise
Planification des angles
Navigation de la fraise

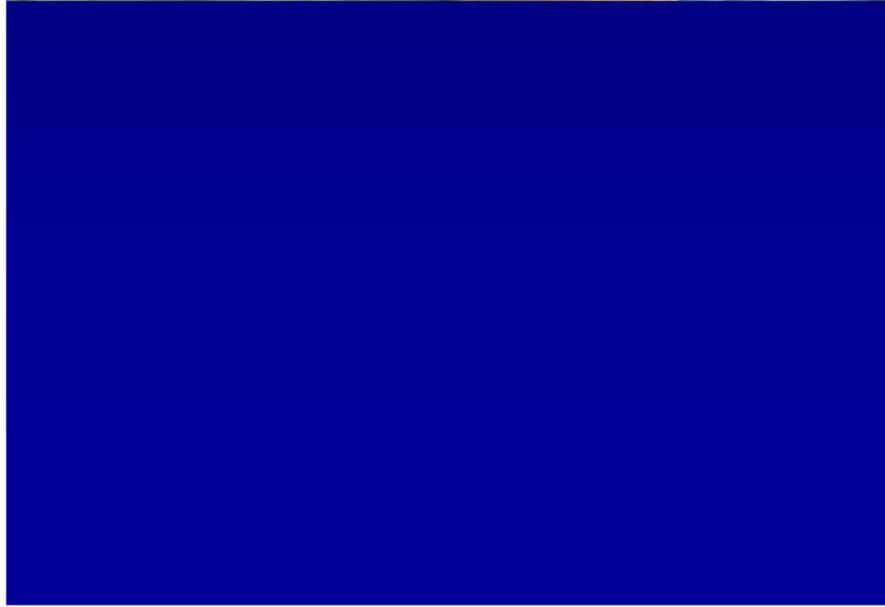
**SLJIVIC TOMISLAVKA
HANCHE GAUCHE**
Tête +3, diamètre 28 mm
Col Varus 8° long
Noyau Polyéthylène
Tige "Taille D"
Cupule diamètre 60 mm
Hip Pilot - SYMBIOS SR 1.10

1.0 mm 0.5 mm

Navigation de la fraise.



Cup impaction



Cup impaction

IMPACTION DE LA CUPULE

Navigation de la fraise
Calibrage de la cupule
Taille de la cupule
Impaction de la cupule
Position de la râpe
Proposition de cols
Essais de stabilité

SLJIVIC TOMISLAVKA
HANCHE GAUCHE
Tête +3, diamètre 28 mm
Col Varus 8° long
Noyau Polyéthylène
Tige 'Taille D'
Cupule diamètre 60 mm
Hip Pilot - SYMBIOS SR 1.10

Ecarts:
ML: -2.5 mm
CP: 1.5 mm
AP: -1.5 mm

Frontale **Sagittale**

Inclinaison: 34.5° **Antéversion: 27.0°**

Ecart
0.5 mm

1.5 mm **3.0 mm**

F T P G

Navigation de la fraise
Calibrage de la cupule
Taille de la cupule
Impaction de la cupule
Position de la râpe
Proposition de cols
Essais de stabilité

SLJIVIC TOMISLAVKA
HANCHE GAUCHE
Tête +3, diamètre 28 mm
Col Varus 8° long
Noyau Polyéthylène
Tige 'Taille D'
Cupule diamètre 60 mm
Hip Pilot - SYMBIOS SR 1.10

Impaction de la cupule.

Cup impaction

IMPACTION DE LA CUPULE

ML: 8.0 mm AP: 7.0 mm CP: 17.0 mm

Frontale Sagittale

F T P G

Navigation de la fraise
Calibrage de la cupule
Taille de la cupule
Impaction de la cupule
Position de la râpe
Proposition de cols
Essais de stabilité

Droit Anté 15° **Varus 8°**

Court **Long** Rétro 15° Valgus 8°

Optimiser

SLJVIC TOMISLAVKA
HANCHE GAUCHE
Tête +3, diamètre 28 mm
Col Varus 8° long
Noyau Polyéthylène
Tige 'Taille D'
Cupule diamètre 60 mm
Hip Pilot - SYMBIOS SR 1.10

Détermination du col le plus adapté à la position de la râpe et de la cupule.

Virtual reduction



ESSAIS FINAUX

ML: 3.0 mm AP: 4.5 mm

CP: 2.0 mm

Frontale Sagittale

F T P G

Position de la tige

Choix d'un col

Essais et mesures

Fin du protocole

Optimiser Court Long

Anté 15° Varus 8°

Rétro 15° Valgus 8°

SYMBIOS - PRAXIM
HANCHE GAUCHE
Tête 0, diamètre 28 mm
Col Droit court
Noyau Alumine
Tige Taille D°
Cupule diamètre 54 mm
Hip Pict - SYMBIOS SR 1.0

Choisissez un col.



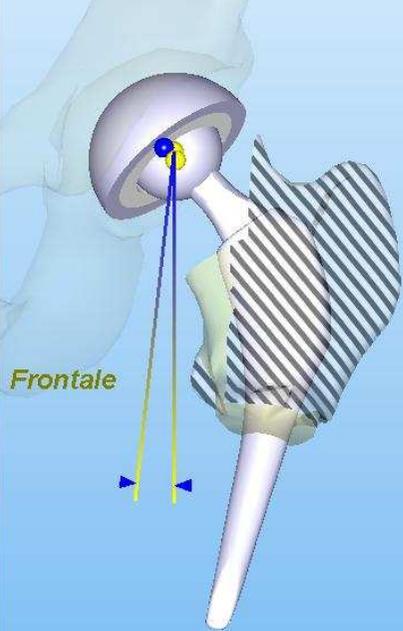

IMPACTION DE LA CUPULE





Piston: 3.0 mm

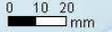


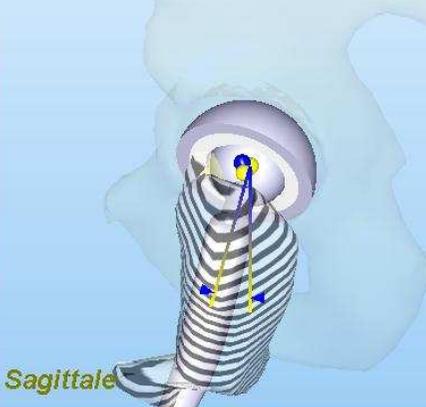


Frontale

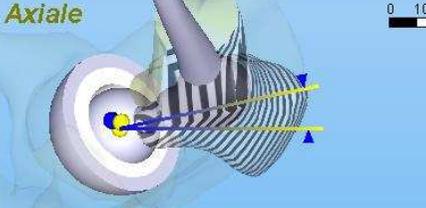
Adduction: 6.0°

Flexion: 16.0°





Sagittale



Axiale

Rotation axiale: 10.5° INT

F T P G

Navigation de la fraise

Calibrage de la cupule

Taille de la cupule

Impaction de la cupule

Position de la râpe

Proposition de cols

Essais de stabilité

Remise à zéro

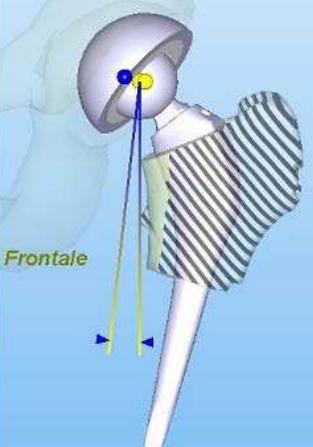
SLJVIC TOMISLAVKA
 HANCHE GAUCHE
 Tête +3, diamètre 28 mm
 Col Varus 8° long
 Noyau Polyéthylène
 Tige 'Taille D'
 Cupule diamètre 60 mm
Hip Pilot - SYMBIOS SR 1.10

Vérifiez la stabilité en réalisant des mouvements de la jambe dans le bassin.

Final stability trials

ESSAIS FINAUX
Exit

Piston: 2.0 mm
Piston max: 2.5 mm



Frontale

Adduction: 6.5°
Adduction max: 28.0°
Abduction max: 46.5°

Flexion: 6.5°
Flexion max: 124.0°
Rot. Interne max: 30.5°



Sagittale

Rotation axiale: 7.5° INT
Extension max: 16.5°
Rot. Externe max: 37.5°

Axiale

F

T

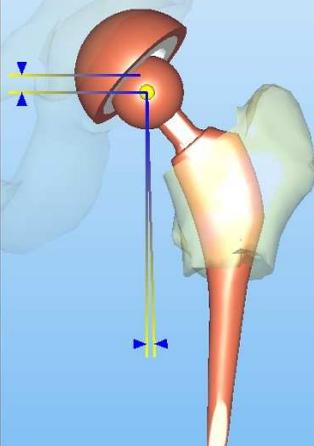
P

G

Position de la tige
Choix d'un col

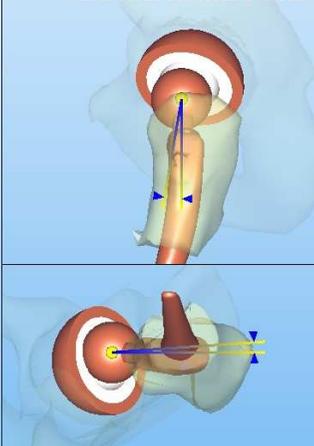
IMPACTION DE LA CUPULE
Exit

Piston: 6.4 mm
Piston max: 6.4 mm



Abd / Add: 1.7°
Adduction max: 0.1°
Abduction max: 6.4°

Flexion: -10.0°
Flexion max: 0.0°
Extension max: 15.5°



Rotation axiale: 4.0°
Interne max: 18.0°
Externe max: 0.0°

F

T

P

G

Navigation de la fraise

Calibrage de la cupule

Taille de la cupule

Impaction de la cupule

Calibrage de la râpe

Proposition de cols

Essais de stabilité

Remise à zéro

JAMBE GAUCHE

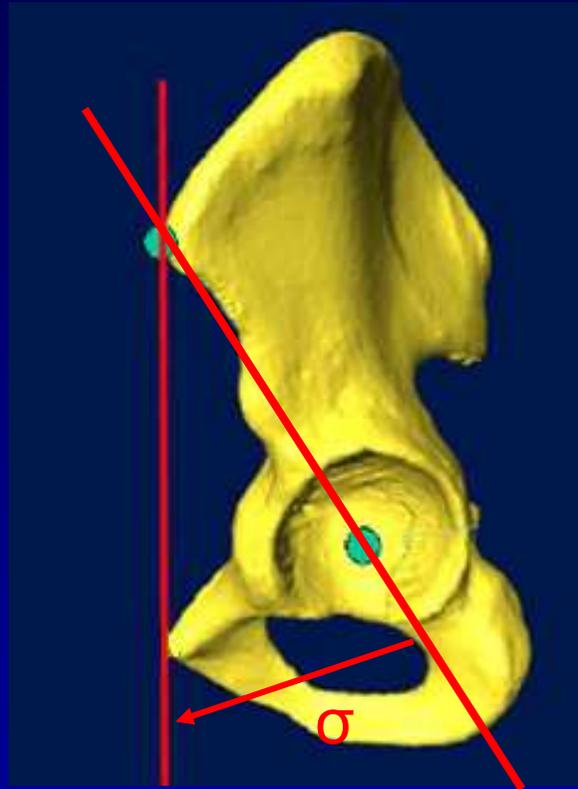
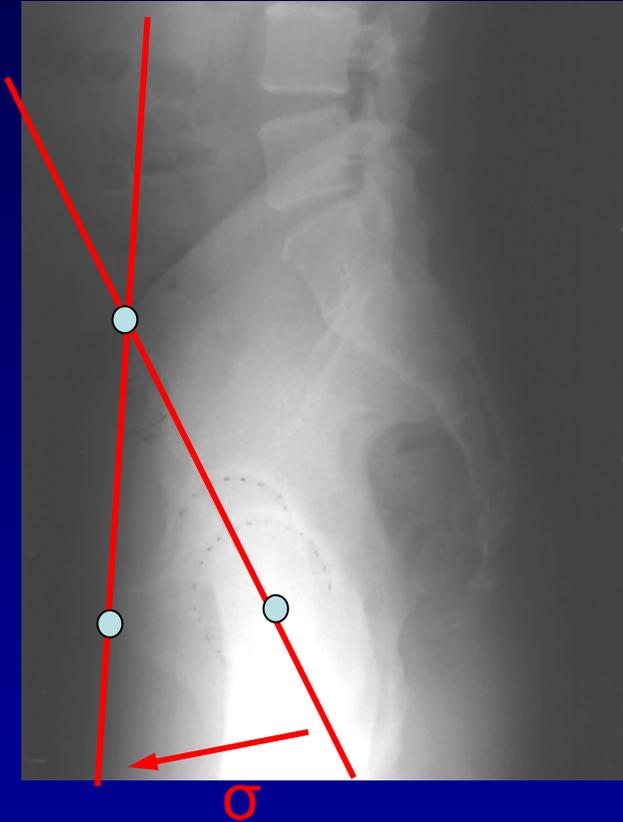
Col
Tige Taille D
Cupule Taille 54

Hip Pilot - SYMBIOS SR 1.4

Vérifiez la stabilité en réalisant des mouvements de la jambe dans le bassin.

DISCUSSION

Orientation du Bassin



Le plan de référence utilisé pour la navigation est le PPA ou plan de Lewinnek.

Introduit dès 1998 par Jaramaz et al., cet outil a prouvé son utilité.

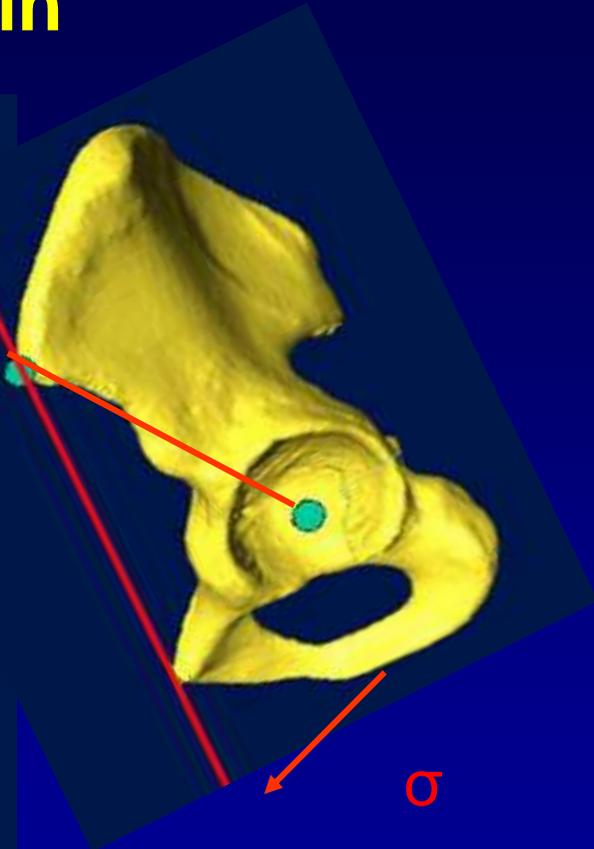
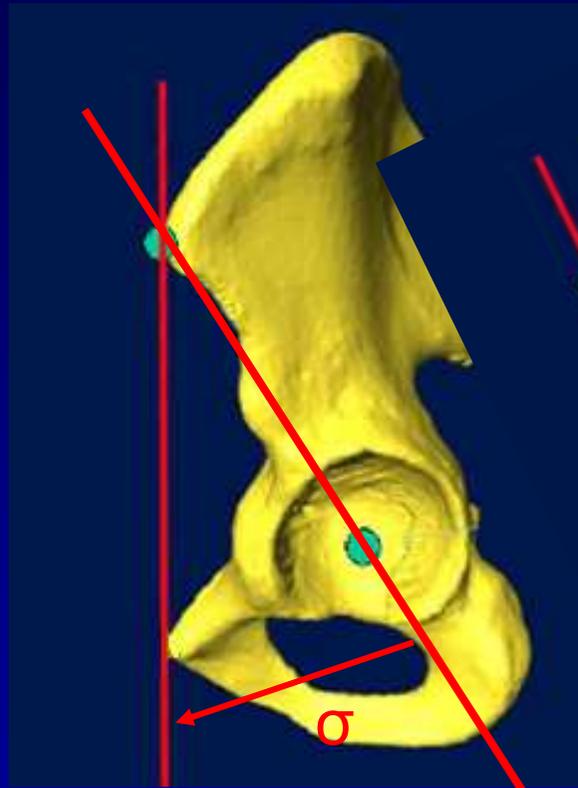
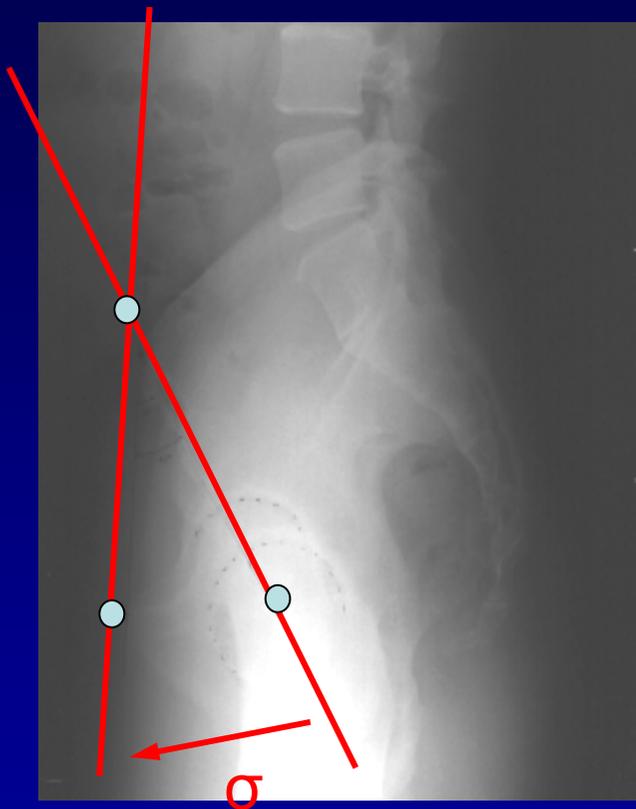
1° Jaramaz B. et al. CORR, 1998, 354: 8-22

2° Blendea S. et al. Rev. Chir. Orthop, 2007, 93, 157 - 164

3° Dardenne G et al. In Troccaz J, Merloz Ph,(eds.). "SURGETICA 2007" Montpellier, Sauramps Medical, 147-150, 2007.

DISCUSSION

Orientation du Bassin



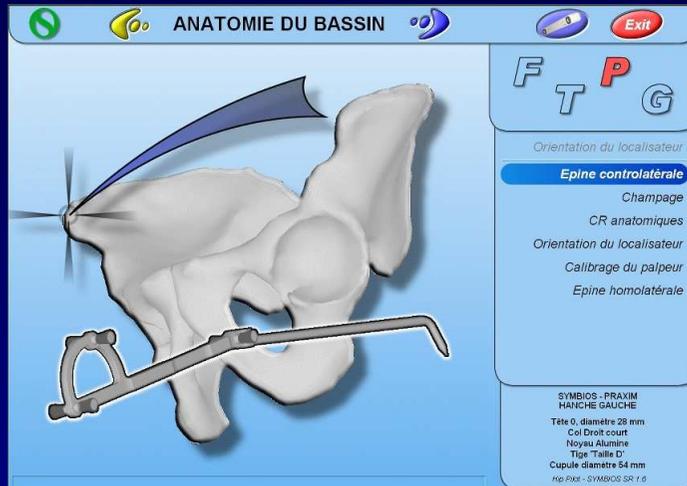
INCIDENCE PELVIENNE
VERSION PELVIENNE
PENTE SACREE

1° Jaramaz B. et al. CORR, 1998, 354: 8-22

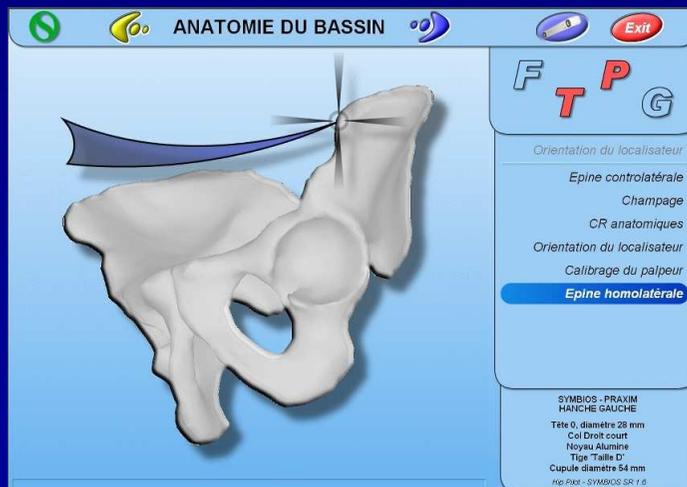
2° Blendea S. et al. Rev. Chir. Orthop, 2007, 93, 157 - 164

3° Dardenne G et al. In Troccaz J, Merloz Ph,(eds.). "SURGETICA 2007"
Montpellier, Sauramps Medical, 147-150, 2007.

Orient the pelvis : ASIS palpation



A l'aide du GRAND PALPEUR, palpez l'épine controlatérale.
Validez avec la pédale bleue



A l'aide du PETIT PALPEUR, palpez l'épine homolatérale.
Validez avec la pédale bleue

DECUBITUS LATERAL



SPECIMEN

HiLoLogics - Universal SR 1.6

Acquisition Fémur **FI**

HANCHE DROITE

EXIT

Incision

Installation F

Position Neutre

Centre Hanche

Laxité

Points de Confiance

Coupe du Col

Crânio-Caudal: 13.0 mm

Médio-Latéral: 7.0 mm

Antéro-Postérieur: 8.0 mm

Testez la laxité du centre hanche. Appuyez sur l'écran pour réinitialiser les valeurs.

« HIPLOC »
 DECUBITUS DORSAL
 Puis DECUBITUS LATERAL
 fiable grâce à un
 système de détrompeur

HiLoLogics - Universal SR 1.6

Navigation Fraise **GIP**

HANCHE DROITE

EXIT

O

R

A

Diamètre de la fraise
 Ø 52 mm

Verticale

~~Lewinnek~~

Calibration HipLoc

Point de confiance:

Inclinaison 47°

Antéversion 1°

Crânial 1 mm

Médial 5 mm

Postérieur 9 mm

Distance à la surface de l'arrière-fond: 5.5 mm

Sélectionnez votre référentiel (Lewinnek/Verticale) et votre mode d'affichage (O.R.A.). Les distances affichées tiennent compte du diamètre de la fraise. Modifiez à l'écran la taille de la fraise chaque fois que vous en changez.

HiLoLogics - Universal SR 1.6

Bilan Final

HANCHE DROITE

EXIT

Cupule	Longueur-Latéralisation
<p>Inclinaison: 40°</p>	<p>Latéralisation Δ 19 mm</p> <p>Longueur Δ 16 mm</p>
<p>Décalages entre le centre cupule prothétique et le centre cotyle initial:</p> <p>Longueur: 6 mm</p> <p>Latéralisation: 1 mm</p> <p>Décalages entre le centre tête fémorale initial et le centre tête prothétique:</p> <p>Longueur: 10 mm</p> <p>Latéralisation: 18 mm</p> <p>Lewinnek</p>	
<p>Antéversion: -15°</p>	

Si vous avez enregistré la position finale de l'impacteur de cupule, alors les angles affichés correspondent à cette position.

STINDEL, LEFEVRE et coll.

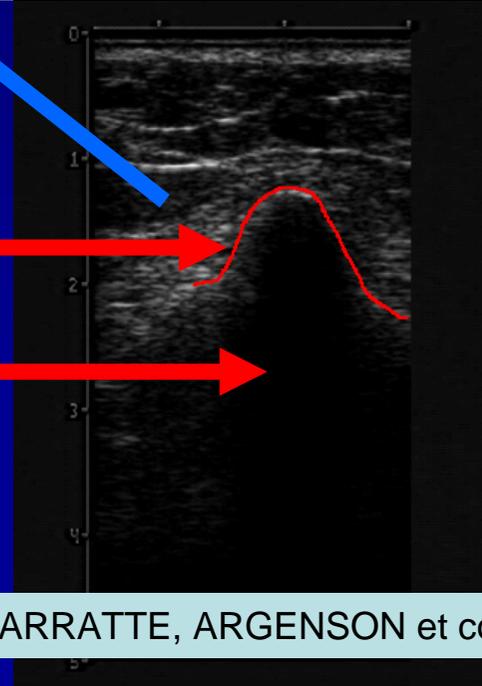
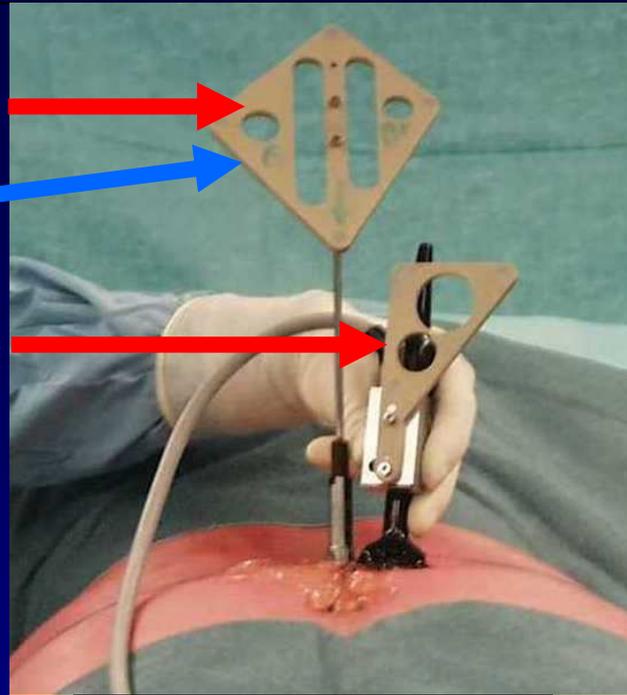
REFERENCE RIGID BODY

3D POINTS

2.5D ULTRASOUND PROBE

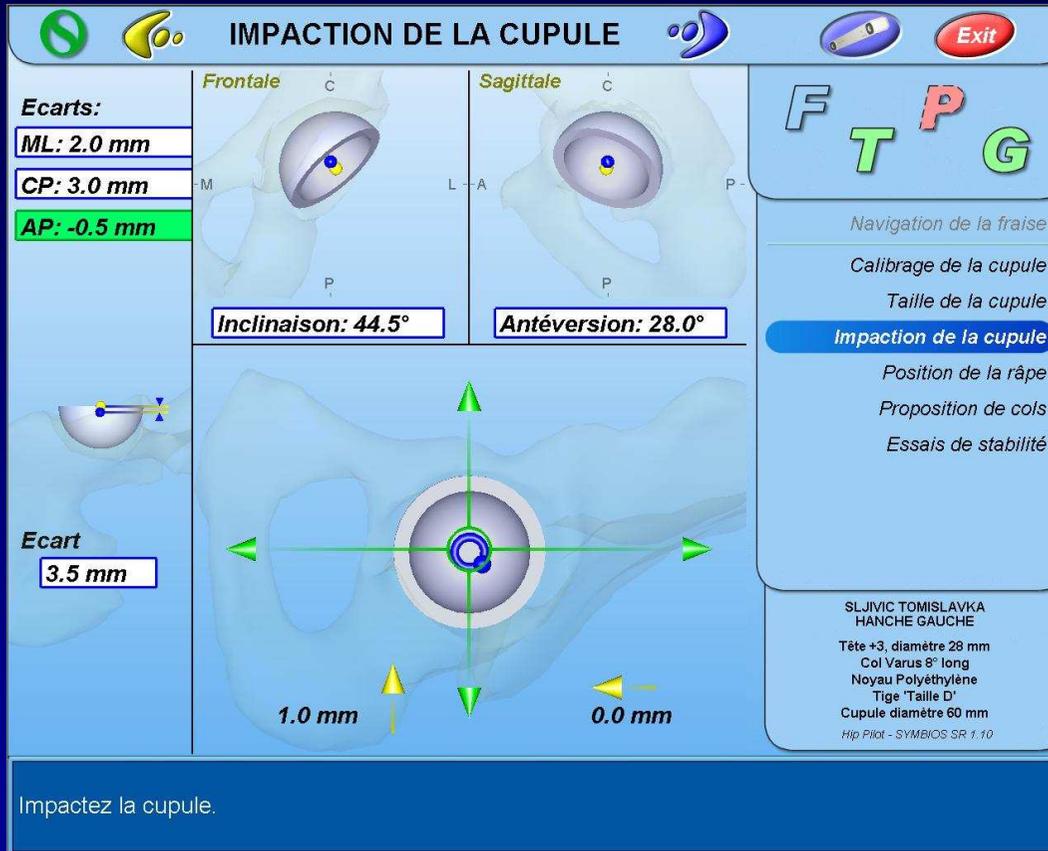
BONE CONTOUR

2D ULTRASOUND IMAGE



PARRATTE, ARGENSON et coll.

Erreurs de Positionnement



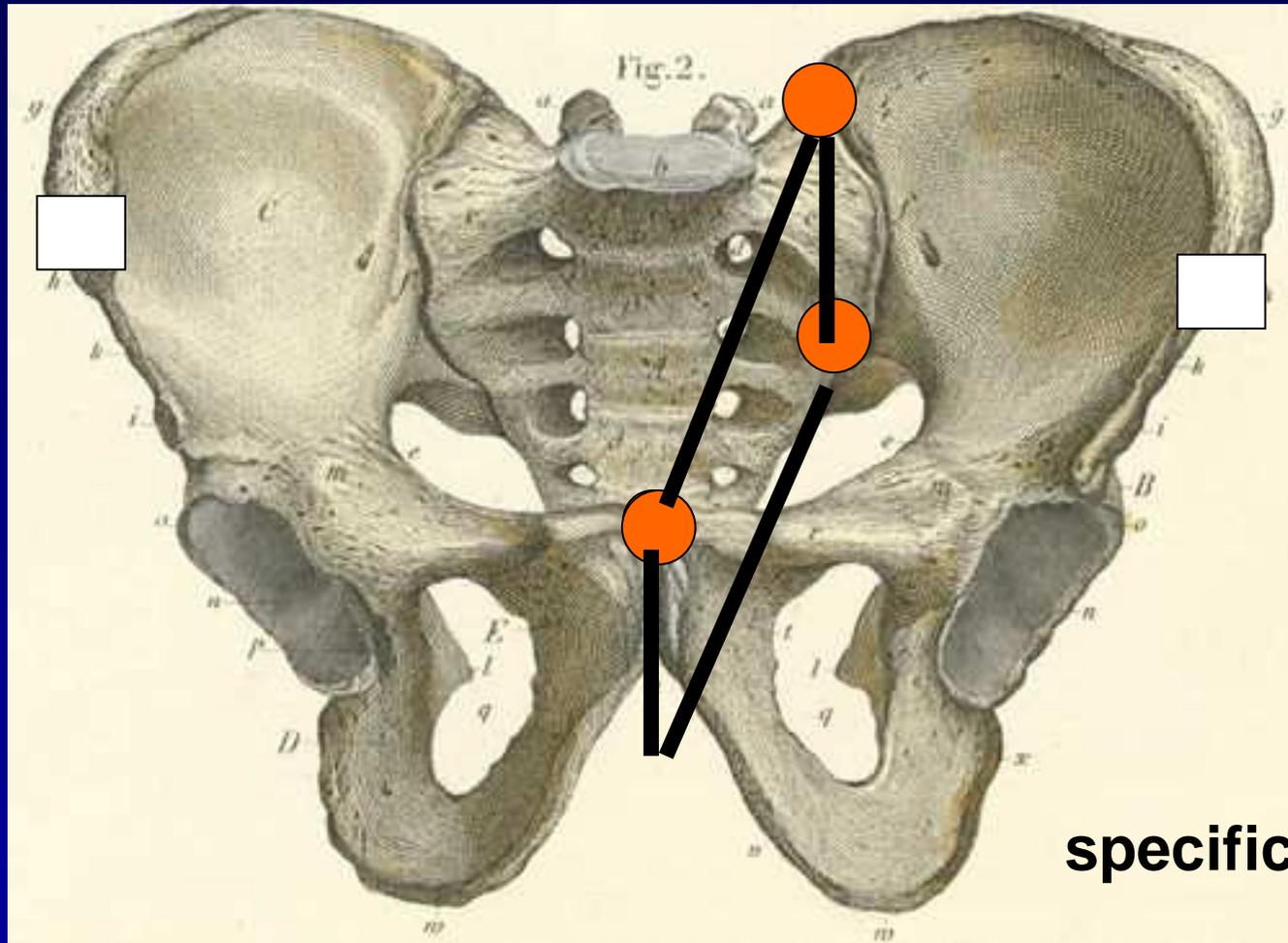
Erreur moyenne d'inclinaison :
 $9,8^{\circ} \pm 6,4^{\circ} [2,1 \text{ à } 16,7^{\circ}]$

Erreur moyenne d'antéversion :
 $11,9^{\circ} \pm 10,3^{\circ} [0,7 \text{ à } 25,3^{\circ}]$

Erreur clinique d'inclinaison :
 $7,2^{\circ}$

Erreur clinique d'antéversion :
 11°

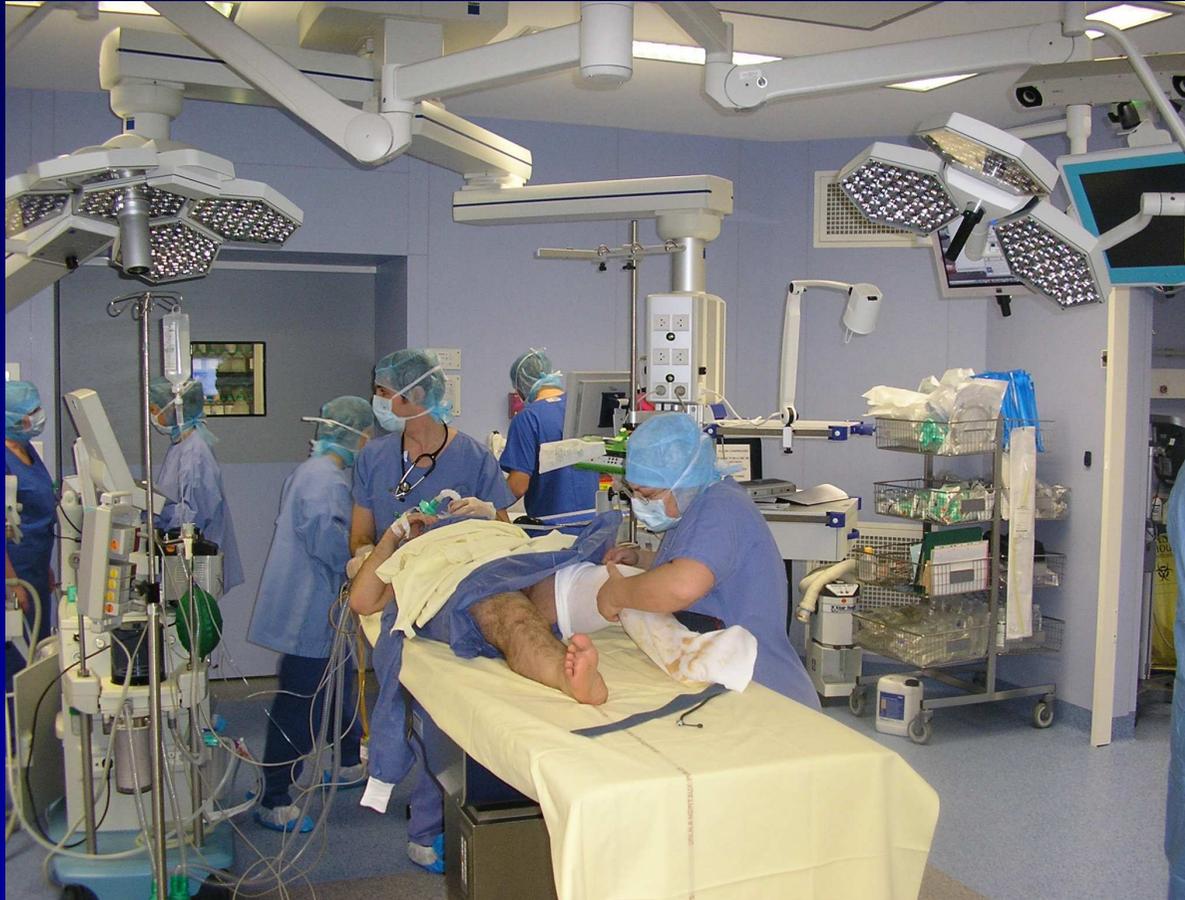
Perception: bony landmarks



specific points

COBB

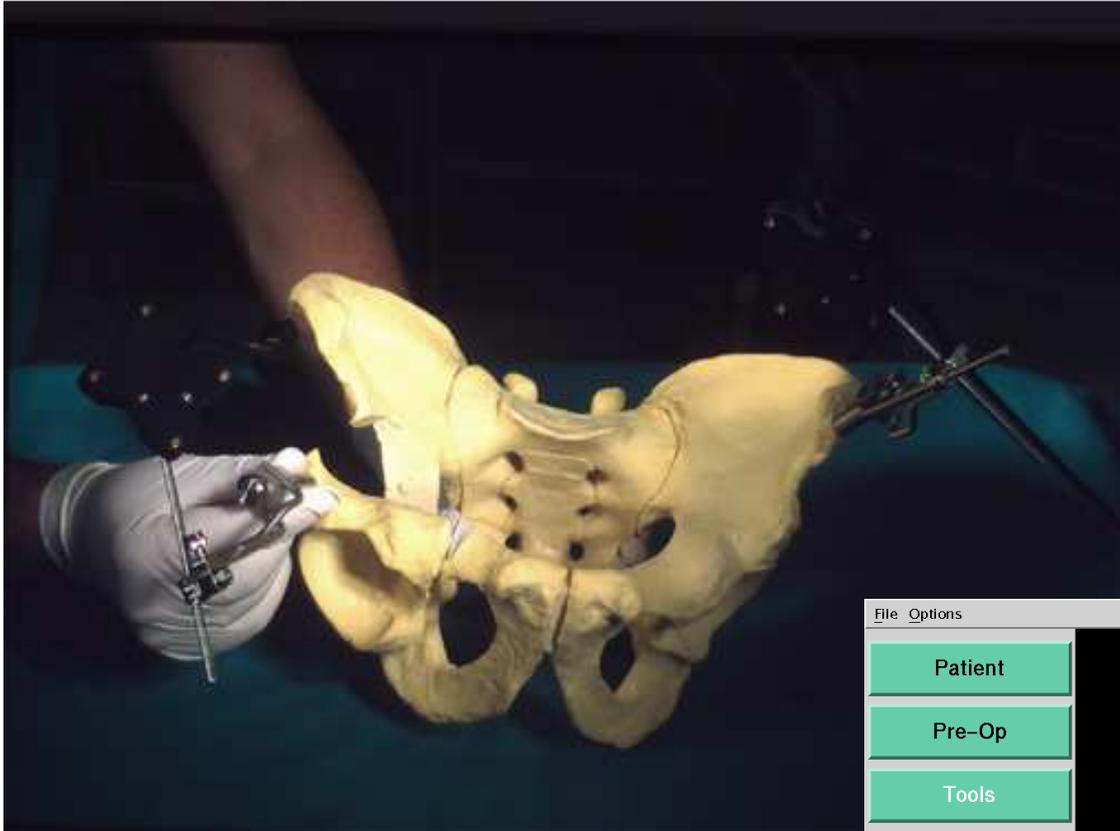
Plan Fémoral



**NAVIGATION des
Tiges
Cotyles
Et des reprises**

Perpendiculaire au plan fémoral sagittal

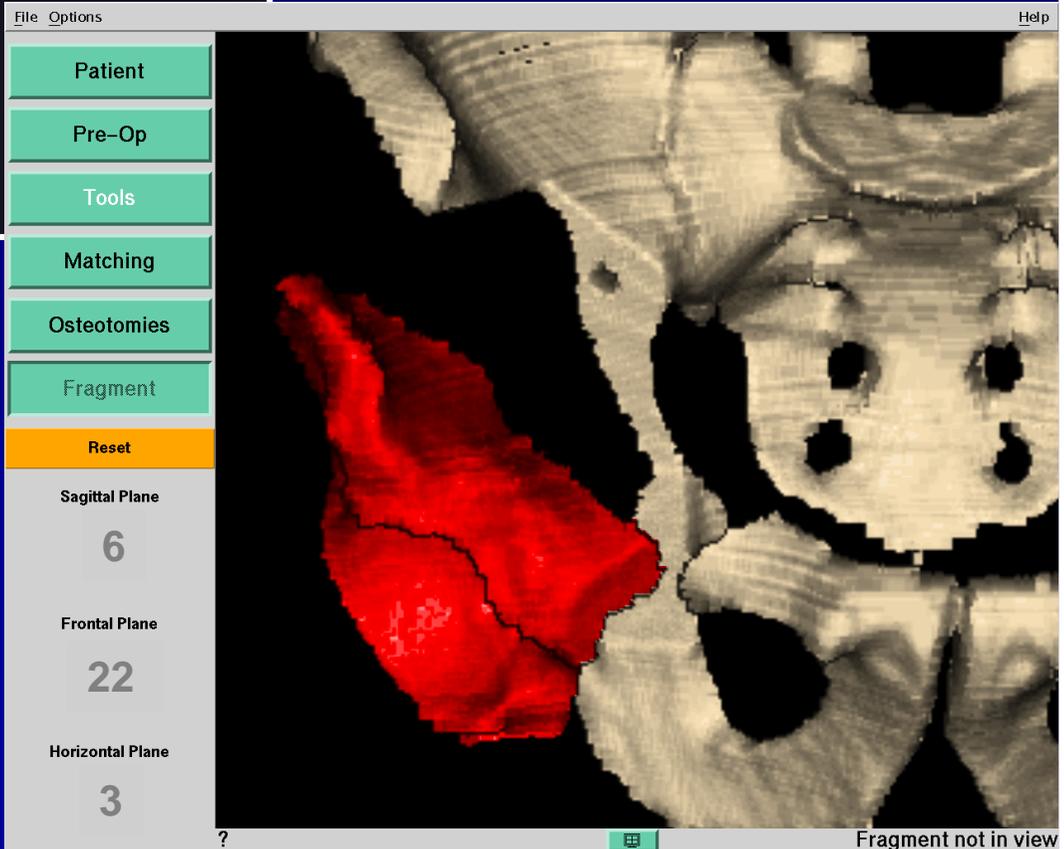
Judet, Carret, Guyen



TDM

R. Ganz

MIB LP Nolte ; Bern



SurgiGATE Prosthetics: Intra-op 1.0b

File Help

Patient
Pre-Op
Tools
Matching
Guidance

Hanspeter
Right THR

Plan:
Cup: Half-Sphere
Size: 48 mm
Anteversion: 15°
Inclination: 45°

Diameter: 56.0 mm
Tool Size
Accuracy Check

AXIAL PLANE

FRONTAL PLANE

HANSPETER

Impactor

Anteversion

Inclination

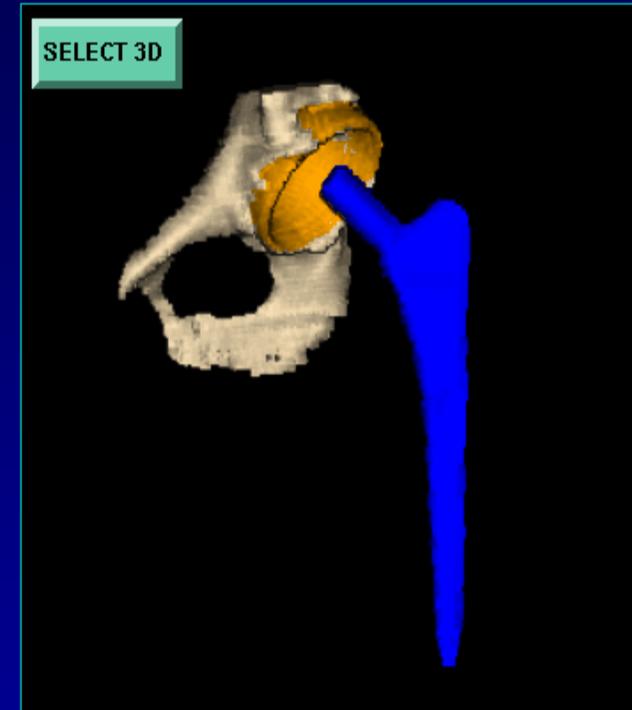
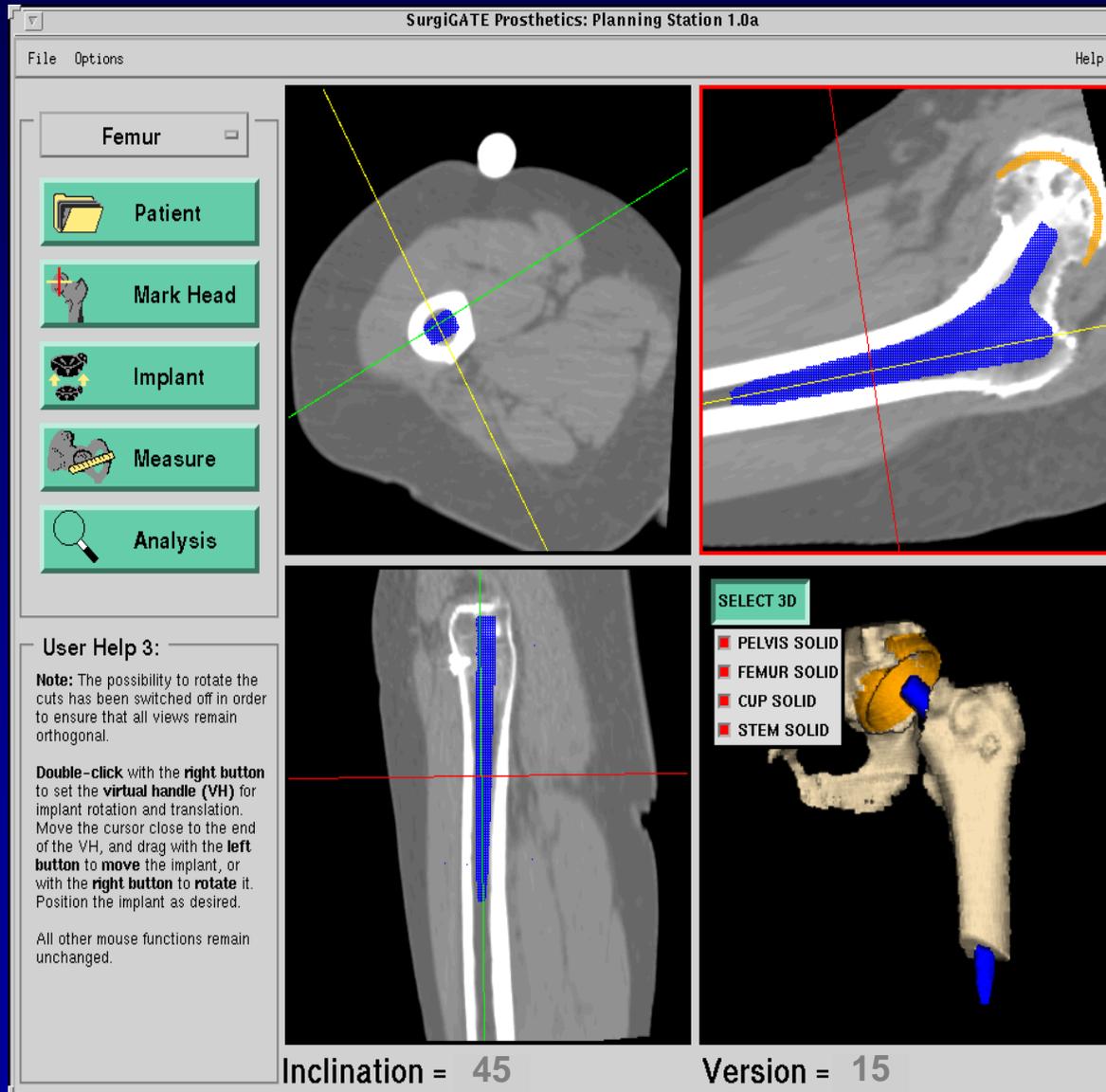
Inclination = 39°
Anteversion = 18°
Depth = 1 mm

Impactor

R. Ganz

MIB LP Nolte ; Bern

Acetabular Planning



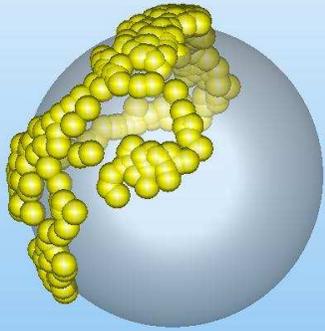
R. Ganz

MIB LP Nolte ; Bern



GAUCHE
COUCHE

HU GRENOBLE UNIVERSITE



0 10 20 3mm

F T P G

Epine homolatérale

Position debout

Epicondyles

Grand trochanter

Centre cheville

Fossette digitale

BoneMorphing® du fémur

Vérification BoneMorphing®

Ostéotomie, axe diaphysaire

Diamètre 56.5 mm

305 points

Palpez un nombre suffisant de points (minimum 50) sur un maximum de 305 points sur le fémur. Appuyez sur la pédale bleue pour démarrer.

Femur bone morphing

ANATOMIE DU FÉMUR

Frontale C 0 10 20 3mm

Sagittale A-P 0 10 20 3mm

Axiale M-L 0 10 20 3mm

F T P G

Epine homolatérale

Position debout

Epicondyles

Grand trochanter

Centre cheville

Fossette digitale

BoneMorphing® du fémur

Vérification BoneMorphing®

Ostéotomie, axe diaphysaire

SLJIVIC TOMISLAVKA
HANCHE GAUCHE

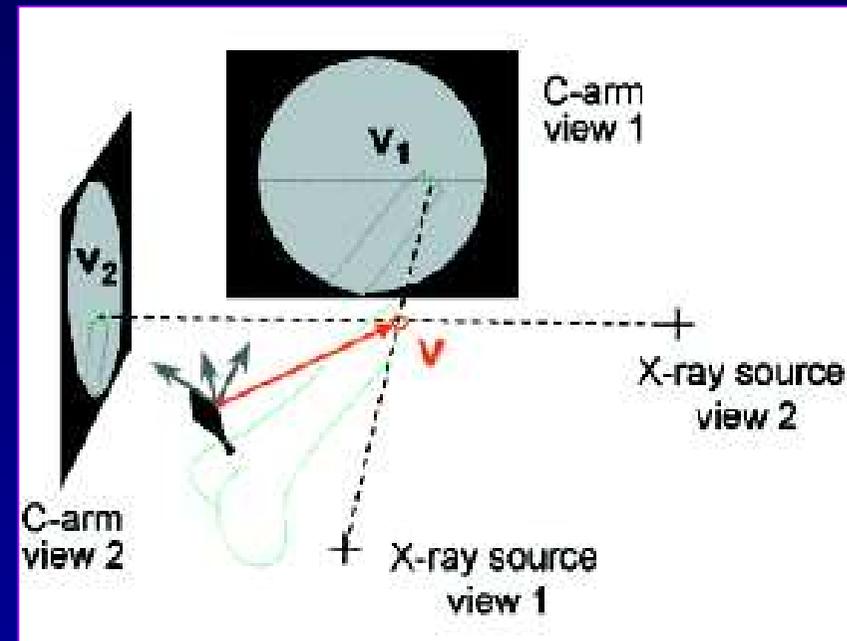
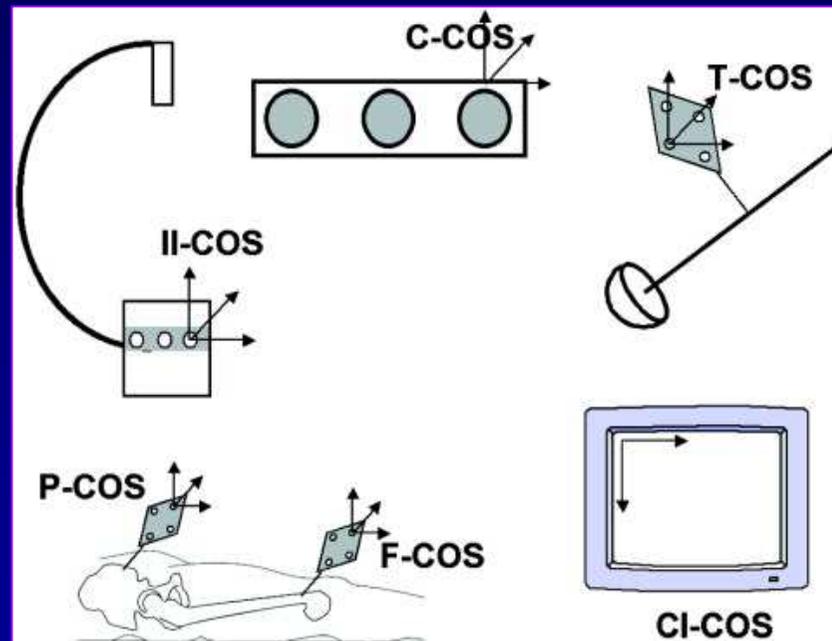
Tête +3, diamètre 28 mm
Col Varus 8° long
Noyau Polyéthylène
Tige 'Taille D'
Cupule diamètre 60 mm

Hip Pilot - SYMBIOS SR 1.10

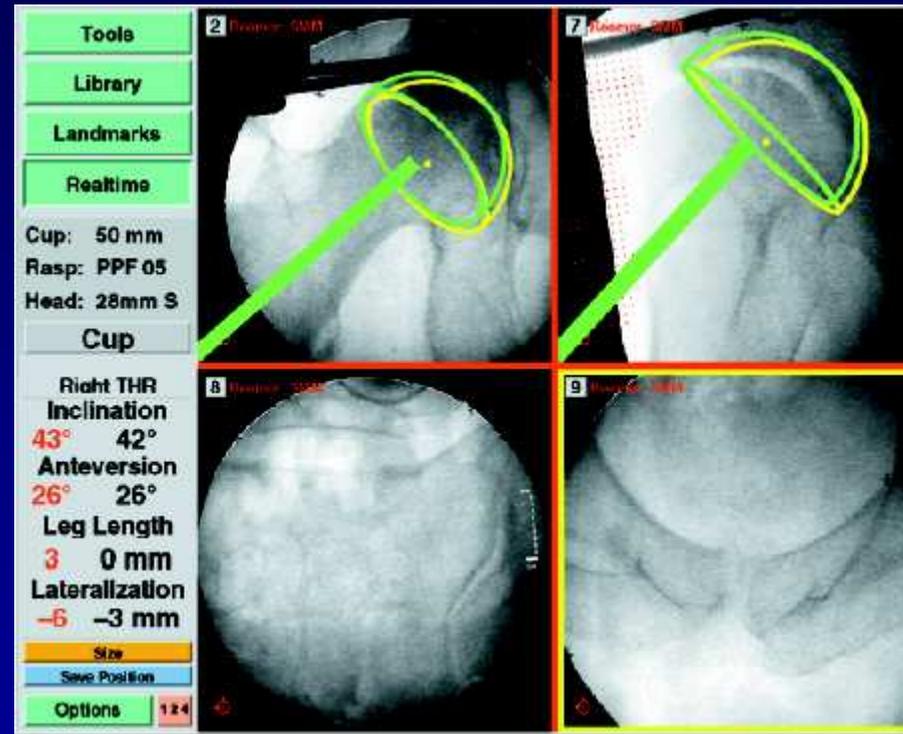
257 points

Palpez un minimum de 100 points sur les parties non hachurées du reste du fémur. Appuyez sur la pédale bleue pour démarrer.

Perception: virtual fluoroscopy



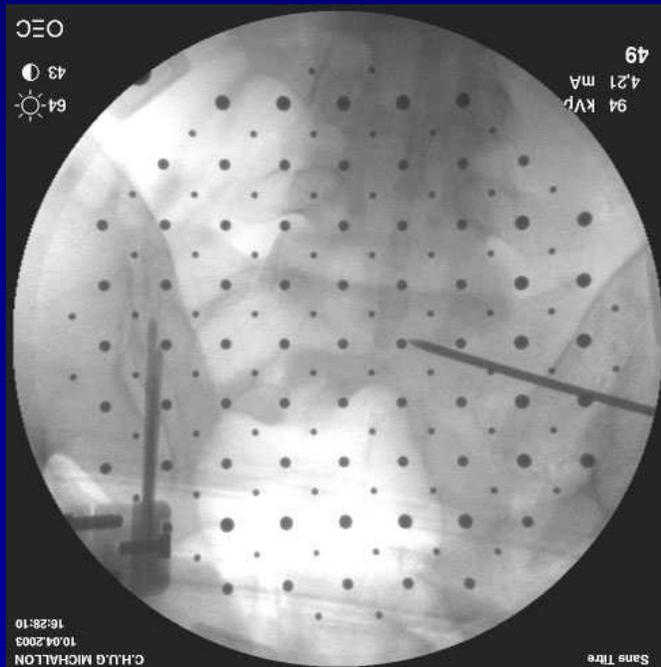
Perception: virtual fluoroscopy



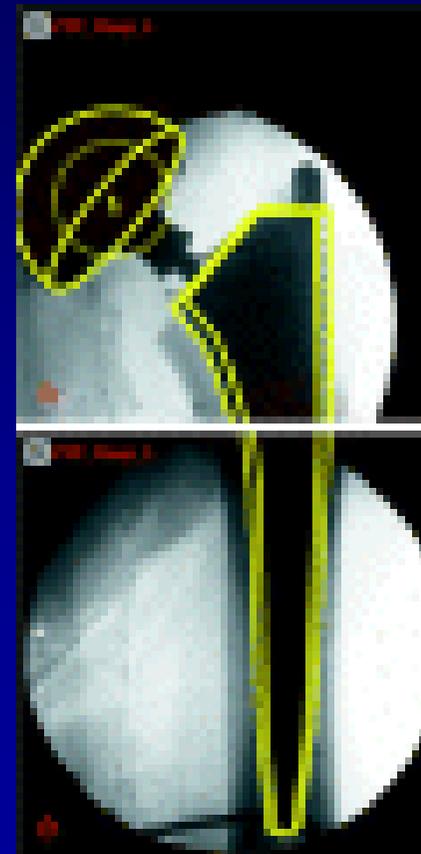
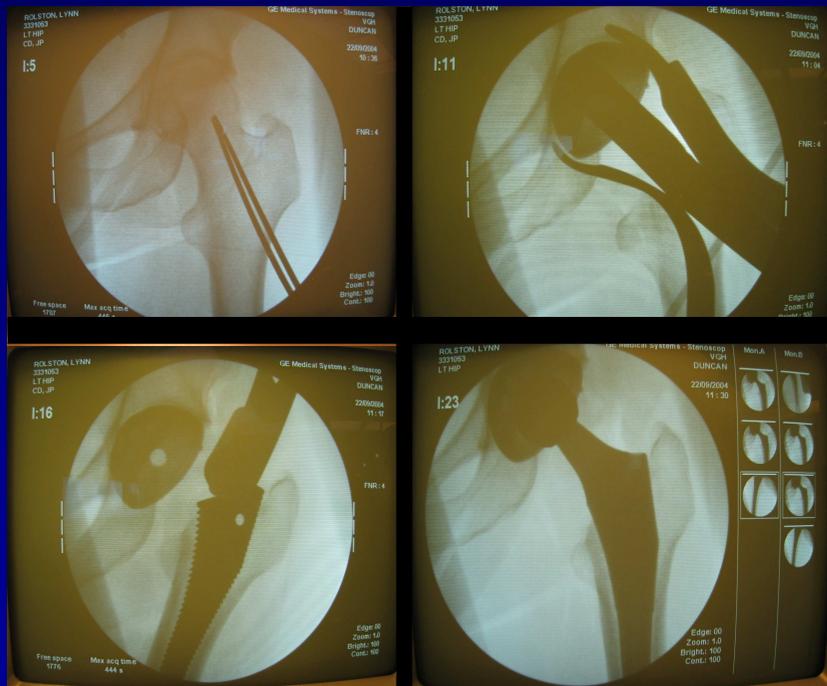
Grützner et al.: C-arm based navigation in THA. Injury. 2004

Perception: virtual fluoroscopy

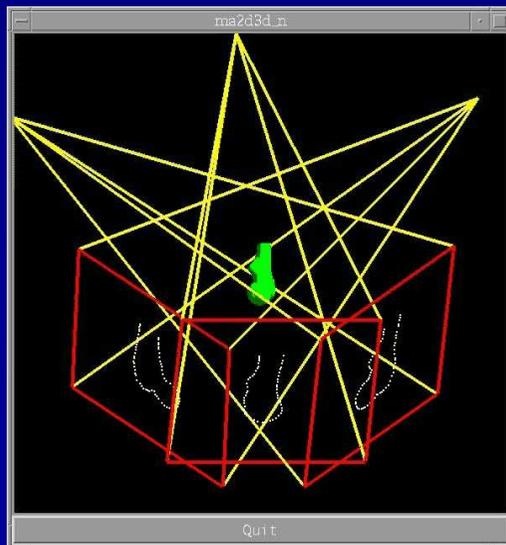
Weakness image distortion & accuracy



Perception: virtual fluoroscopy



MIB, Bern University



DIGITAL X – RAYS DETECTOR

CONCLUSION

- Aucun référentiel n'est réellement fiable (Hanche)
- Extrêmes variations de l'orientation du cotyle
- Planification 3D
- Navigation 3D
- Evaluation 3D
- et dynamique (marche...)

