

# Repères et mesures en imagerie ostéoarticulaire

G. Serra-Tosio

*Préface du Pr A. Cotten*



- ▶ Principales mesures pour la pratique quotidienne
- ▶ Valeurs normales et pathologiques
- ▶ Classement par région anatomique

## Chez le même éditeur

**Imagerie musculosquelettique – Pathologies locorégionales,**

par A. Cotten. *Collection Imagerie médicale – Précis*, 2008, 880 pages.

**Imagerie musculosquelettique – Pathologies régionales,**

par A. Cotten. *Collection Imagerie médicale – Précis*, 2005, 784 pages.

**Comprendre l'IRM.** Manuel d'auto-apprentissage, par B. Kastler

et D. Vetter. *Collection Imagerie médicale : diagnostic*. 2011, 7<sup>e</sup> édition, 416 pages.

**Imagerie du sport**, par N. Sans. *Collection Imagerie médicale : précis*. 2011, 736 pages.

**Atlas d'anatomie générale et radiologique.** Pour la pratique courante,

J.P. Dillenseger. 2011, 296 pages.

**Positions et incidences en radiologie conventionnelle.** Guide pratique,

par K. Bontrager. 2011, 332 pages.

**Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie.**

Quand la théorie éclaire la pratique, par J.P. Dillenseger et E. Moerschel. 2010, 416 pages.

**Échographie musculosquelettique**, par N. Sans et F. Lapègue. *Collection Imagerie médicale : pratique*. 2010, 312 pages.

**Anatomie du corps humain – Atlas d'imagerie**, par J. Weir. 2010, 264 pages.

**Pathologie articulaire et péri-articulaire des membres.** Clinique, imagerie, diagnostique et thérapeutique, par J.M. Lerais, D. Krause, B. Kastler et C. Tavernier. 2009, 880 pages.

**Imagerie du pied et de la cheville**, par J.-L. Drapé. *Collection Imagerie médicale : diagnostic*, 2010, 336 pages.

**TDM en traumatologie**, par I. Millet-Cénac, P. Tarouel, *Collection Imagerie médicale : diagnostic*, 2009, 408 pages.



# Repères et mesures utiles en imagerie ostéo-articulaire

Géraldine Serra-Tosio

Praticien hospitalier,  
service de radiologie générale,  
hôpital du Kremlin-Bicêtre

Préface du Professeur Anne Cotten



ELSEVIER  
MASSON



Ce logo a pour objet d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, tout particulièrement dans le domaine universitaire, le développement massif du «photo-copillage». Cette pratique qui s'est généralisée, notamment dans les établissements d'enseignement, provoque une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que la reproduction et la vente sans autorisation, ainsi que le recel, sont passibles de poursuites. Les demandes d'autorisation de photocopier doivent être adressées à l'éditeur ou au Centre français d'exploitation du droit de copie : 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris. Tél. 01 44 07 47 70.

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays.

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (art. L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle).

© 2011, Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés  
ISBN : 978-2-294-71283-8

---

Elsevier Masson SAS, 62, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux cedex  
[www.elsevier-masson.fr](http://www.elsevier-masson.fr)





# Préface

L'utilisation de repères et mesures en imagerie ostéo-articulaire est indispensable à la reconnaissance de bon nombre de pathologies et à la quantification de leur sévérité. Ces données permettent une évaluation objective des anomalies, utile à la prise en charge thérapeutique des patients et à leur suivi.

Dans cet ouvrage pédagogique, clair, synthétique, d'utilisation facile et agréable, le Docteur Géraldine Serra-Tosio nous présente les principales mesures et définitions à connaître dans chaque région anatomique, et ce quel que soit le type d'imagerie.

Nul doute que les radiologues en formation ou confirmés, mais aussi les rhumatologues et orthopédistes, trouveront ce recueil d'informations précises et immédiates très utile dans leur pratique quotidienne.

Pr Anne COTTEN



# Avant-propos

Le présent ouvrage, comme ceux de la collection « Imagerie médicale - Pratique » se veut être un guide avant tout pratique, ayant pour vocation d'aider le radiologue à réaliser et à interpréter les différentes mesures en imagerie ostéo-articulaire.

Nous parlons des cas les plus fréquemment rencontrés, chez l'adulte et l'enfant, dans la pratique quotidienne du radiologue junior ou senior, en secteur hospitalier ou libéral, que ce soit en radiologie standard ou en imagerie en coupes essentiellement.

Nous essayons d'exposer les techniques de mesure de façon claire à l'aide d'images didactiques illustrant les valeurs normales et pathologiques.

Cet ouvrage est bien sûr orienté vers l'intérêt que ces mesures pourront apporter aux cliniciens, orthopédistes essentiellement.

Les déjà bien connus et reconnus ouvrages des professeurs Alain Coussement (*Repères et mesures en radiodiagnostic*, 1980) et Anne Cotten (*Imagerie musculo-squelettique : pathologies locorégionales*, 2008) nous ont été très utiles pour la réalisation de ce livre.



# Remerciements

Nous remercions le professeur Anne Cotten pour la réalisation de la préface.

Merci aux cliniciens et radiologues pour leur aide :

- **Charles Court**, professeur des universités, praticien hospitalier, service d'orthopédie, hôpital du Kremlin-Bicêtre ;
- **Amélie Lesavre**, praticien hospitalier, service de radiologie générale, hôpital du Kremlin-Bicêtre ;
- **Valérie Merzoug**, praticien hospitalier, service de radiologie pédiatrique, hôpital Saint-Vincent-de-Paul ;
- **Anne Miquel**, praticien hospitalier, service de radiologie générale, hôpital Saint-Antoine ;
- **Véronique Molina**, praticien hospitalier, service d'orthopédie, hôpital du Kremlin-Bicêtre ;
- **Raphaël Seringe**, professeur des universités, praticien hospitalier, orthopédiste, hôpital Saint-Vincent-de-Paul ;
- **Marc Soubeyrand**, maître de conférence universitaire, praticien hospitalier, service d'orthopédie, hôpital du Kremlin-Bicêtre ;
- **César Vincent**, chef de clinique assistant, service d'orthopédie, hôpital du Kremlin-Bicêtre.

Nous remercions les médecins, internes, manipulateurs et secrétaires du service de radiologie générale de l'hôpital du Kremlin-Bicêtre, qui ont contribué, au quotidien, à la réalisation de cet ouvrage.

On remercie pour leur aide iconographique :

- **Raphaël Campagna**, praticien hospitalier, service de radiologie B, hôpital Cochin ;
- **Laure Félix**, praticien hospitalier, service de radiologie générale, hôpital de Grenoble ;
- **Stéphanie Franchi**, praticien hospitalier, service de radiologie pédiatrique, hôpital du Kremlin-Bicêtre ;
- **Corinne Miceli**, praticien hospitalier, service de rhumatologie, hôpital du Kremlin-Bicêtre ;
- **Raphaëlle Souillard**, chef de clinique assistante, service de neuroradiologie, hôpital du Kremlin-Bicêtre.



# Abréviations

APS	aponévrose plantaire superficielle
ATM	articulation temporomandibulaire
CAE	conduit auditif externe
DAC	déviation angulaire corrigée
DAG	déviation angulaire globale
DAP	déviation angulaire physiologique
DASA	<i>distal articular set angle</i>
DISI	<i>dorsal intercalated segment instability</i>
EMG	électromyogramme
IAC	index acromioclaviculaire
ILMI	inégalité de longueur des membres inférieurs
IRM	imagerie par résonance magnétique
IRU	index radio-ulnaire
LAC	ligament acromioclaviculaire
LCA	ligament croisé antérieur
LCL	ligament collatéral latéral
LCM	ligament collatéral médial
LCP	ligament croisé postérieur
MIP	<i>maximum intensity projection</i>
PASA	<i>proximal articular set angle</i>
PRP	promonto-rétro-pubien
PTG	prothèse totale de genou
PTH	prothèse totale de hanche
SLAC	<i>scapholunate advanced collapse</i>
TA-GT	distance tubérosité tibiale antérieure - gorge trachéenne
TDM	tomodensitométrie
TFCC	<i>triangular fibrocartilage complex</i>
TM	transverse médian
TTA	tubérosité tibiale antérieure
VISI	<i>volar intercalated segment instability</i>

# Crâne et charnière cervico-occipitale

## ■ PLATYBASIE

- Angle basal – Welcker

## ■ IMPRESSION BASILAIRE

- Ligne de Chamberlain
- Ligne de Mac Gregor
- Distance temporomandibulaire – atlas – Fischgold et Lièvre
- Ligne bimaïloïdienne – Fischgold et Metzger
- Ligne digastrique – Fischgold et Metzger

## PLATYBASIE

Aplatissement congénital ou acquis (maladie de Paget) de la base du crâne.

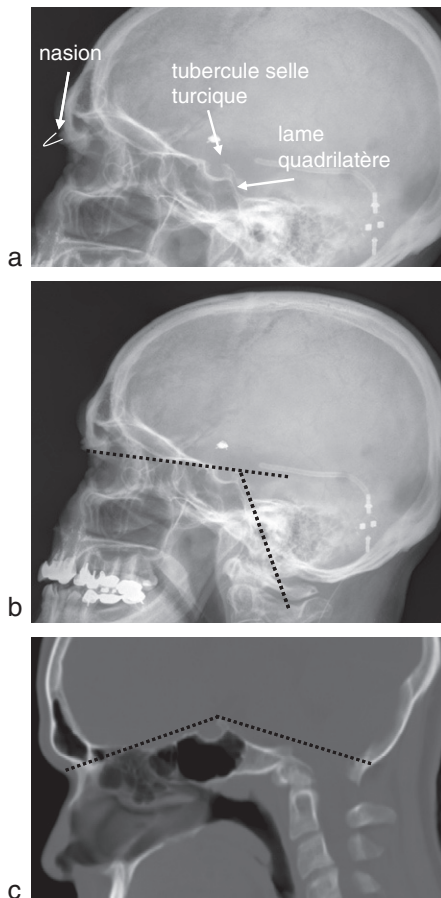
### ANGLE BASAL – WELCKER (Fig. 1.1)

Crâne de profil.

C'est l'angle entre la ligne joignant le nasion et le tubercule de la selle turcique, et la ligne joignant le tubercule de la selle turcique et l'extrémité inférieure de la lame quadrilatère.

■ Normal : 125–143°.

■ Platybasie : > 143°.



**Fig. 1.1**

Angle basal.

*a et b.* Pas de platybasie. *c.* Platybasie congénitale. TDM reconstruction sagittale. Angle basal à 145°.

## IMPRESSION BASILAIRE

Malformation de la charnière craniorachidienne caractérisée par son invagination à l'intérieur du crâne par le trou occipital. Elle est souvent associée à des anomalies de la moelle de type syringomyélie.

Cliniquement, on note une brièveté du cou et un port anormal de la tête. L'anomalie est asymptomatique ou peut entraîner un syndrome de Claude-Bernard-Horner, un syndrome pyramidal ou des signes évoquant une syringomyélie.

Elle est soit :

- congénitale (rare) par hypoplasie de la lame basilaire de l'occipital, aplasie ou hypoplasie des condyles occipitaux ;
- acquise (le plus souvent) par déformation osseuse (maladie de Paget, polyarthrite rhumatoïde...). Dans la maladie de Paget, l'écaille occipitale augmentée de taille peut entraîner une hydrocéphalie par impression basilaire.

Elle est suspectée lorsque les masses latérales C1–C2 sont mal visibles sur le cliché de face bouche ouverte.

Plusieurs repères ont été décrits sur les radiographies de crâne de profil ou de face bouche ouverte.

Sur la radiographie du crâne et rachis cervical de profil centrée sur la charnière :

- ligne de Chamberlain ;
- ligne de Mc Gregor ;
- distance temporomandibulaire–atlas.

Sur la radiographie de face bouche ouverte centrée sur C1–C2 :

- ligne bimastoiïdienne ;
- ligne digastrique.

### LIGNE DE CHAMBERLAIN (Fig. 1.2)

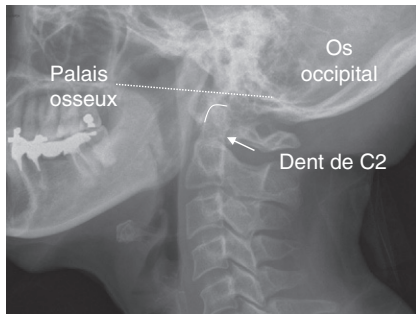
C'est la ligne allant du bord postérieur du palais osseux au bord postérieur du trou occipital.

- Normale : dent de C2 sous la ligne.
- Impression basilaire : la dent de C2 dépasse la ligne de plus de 7 mm.

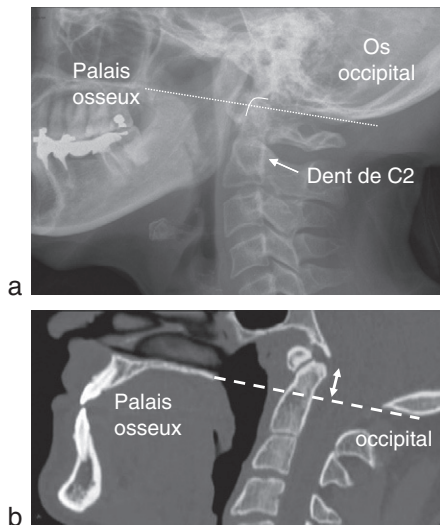
### LIGNE DE MAC GREGOR (Fig. 1.3)

C'est la ligne allant du bord postérieur du palais osseux au bord inférieur du trou occipital.

- Normale : dent de C2 sous la ligne.
- Impression basilaire : la dent de C2 dépasse la ligne de plus de 9 mm (5 mm chez l'enfant de 3–18 ans).

**Fig. 1.2**

Ligne de Chamberlain : pas d'impression basilaire.

**Fig. 1.3**

Ligne de Mac Gregor.

*a.* Pas d'impression basilaire. *b.* Impression basilaire. Reconstruction TDM sagittale. La dent de C2 dépasse la ligne de 10 mm.



## DISTANCE TEMPOROMANDIBULAIRE – ATLAS – FISCHGOLD ET LIÈVRE (Fig. 1.4)

C'est la distance entre le bord supérieur de l'arc antérieur de l'atlas et l'articulation temporo-mandibulaire (ATM).

- Normale : 30 mm.
- Impression basilaire : < 17 mm.

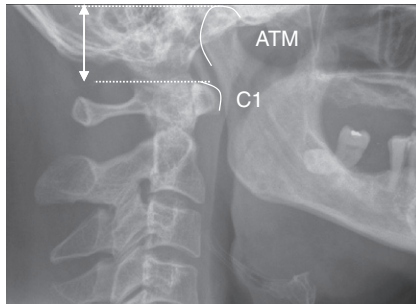


Fig. 1.4

Mesure de la distance ATM-atlas.

## LIGNE BIMASTOÏDIENNE – FISCHGOLD ET METZGER (Fig. 1.5)

C'est la ligne définie par la pointe des mastoïdes.

- Normale : la ligne affleure ou coupe de 2–3 mm la pointe de l'odontoïde.
- Impression basilaire : la dent de C2 dépasse la ligne de plus de 3 mm.

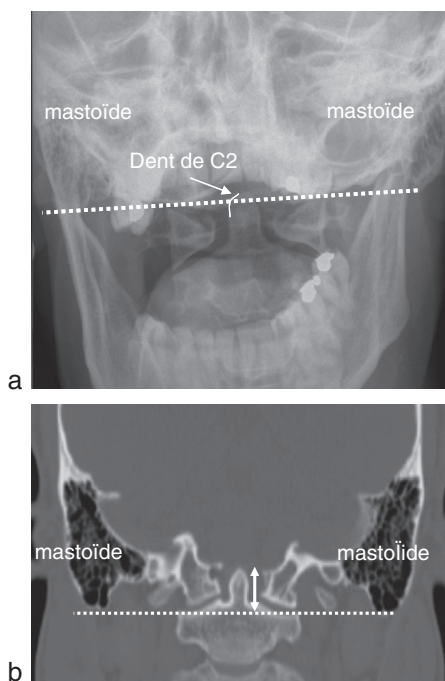


Critique : la longueur des mastoïdes est variable.

## LIGNE DIGASTRIQUE – FISCHGOLD ET METZGER (Fig. 1.6)

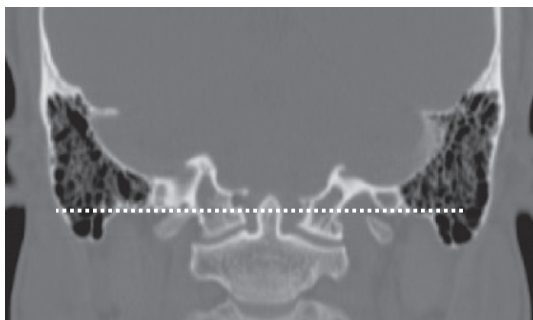
C'est la ligne joignant l'union des mastoïdes et de la base du crâne.

- Normale : dent de C2 en dessous.
- Impression basilaire : la dent de C2 dépasse la ligne.

**Fig. 1.5**

Ligne bimastoïdienne.

*a.* Pas d'impression basilaire. *b.* Impression basilaire. TDM reconstruction frontale. La dent de C2 dépasse la ligne de 12 mm.

**Fig. 1.6**

Ligne digastrique, impression basilaire.

TDM reconstruction frontale.

# Rachis cervical

## ■ SUBLUXATION C1–C2

- Distance atlas–axis (Djian)

## ■ PSEUDO-LUXATION C2–C3 CHEZ L'ENFANT

- Ligne cervicale postérieure (Swischuk)

## ■ CANAL CERVICAL ÉTROIT

## ■ PARTIES MOLLES PRÉVERTÉBRALES CERVICALES

## ■ ENTORSE GRAVE DU RACHIS CERVICAL MOYEN ET INFÉRIEUR

## SUBLUXATION C1–C2

On peut retrouver une subluxation atloïdo-axoïdienne (Fig. 2.1) lors des arthrites C1–C2 de la polyarthrite rhumatoïde avec développement d'un pannus rétro-odontoïdien.

### DISTANCE ATLAS–AXIS (DJIAN)

Rachis cervical de profil.

C'est la distance entre le bord postéro-inférieur de l'arc antérieur de l'atlas et le bord antérieur de l'odontoïde.

■ Chez l'adulte :

- normale :  $\leq 2,5$  mm, constante sur les clichés dynamiques en flexion et extension;
- subluxation : distance  $\geq 3$  mm, ce diastasis ne pouvant apparaître qu'en flexion.

■ Chez l'enfant :

- normale :  $\leq 5$  mm, augmentant en flexion jusqu'à 7 mm.

## PSEUDO-LUXATION C2–C3 CHEZ L'ENFANT

L'aspect de pseudo-luxation de C2 sur C3 est normal chez l'enfant jusqu'à 7–8 ans avec décalage antérieur de 2–3 mm entre les corps vertébraux de C2 et de C3 (Fig. 2.2).

### LIGNE CERVICALE POSTÉRIEURE (SWISCHUK)

Elle permet de différencier cette pseudo-luxation d'un aspect pathologique.

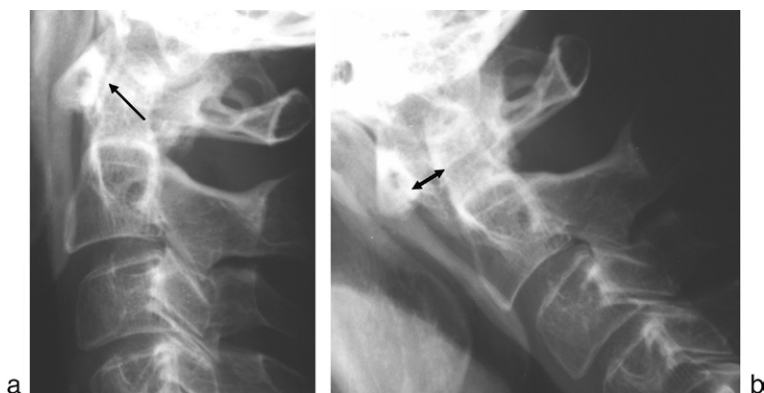


Fig. 2.1

Subluxation atloïdo-axoïdienne.

a. Cliché neutre : pas de diastasis C1–C2. b. Cliché en flexion : apparition d'un diastasis C1–C2 de 4 mm. Notez le décalage des racines des épineuses.

**Fig. 2.2****Pseudo-luxation physiologique C2–C3 chez l'enfant.**

Enfant de 7 ans, raideur cervicale post-traumatique. Décalage antérieur des corps vertébraux de C2 et C3. La ligne cervicale postérieure est normale et la tangente au bord postérieur de C2 est tangente au bord postérieur de C3.

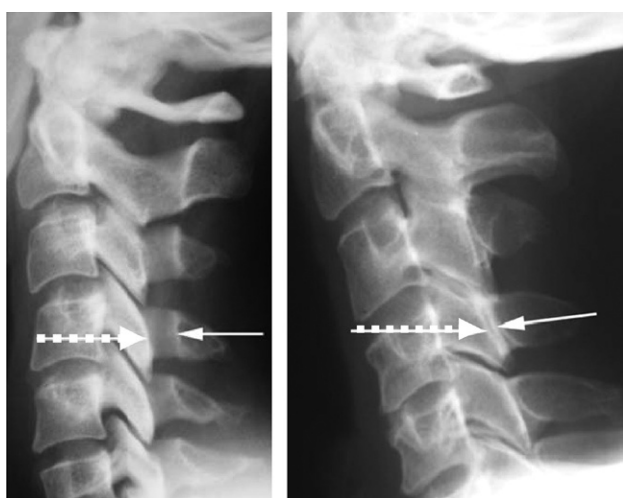
C'est la tangente à la corticale antérieure des arcs postérieurs de C1 et C3.

- Normale : la ligne est tangente ou passe à moins de 1 mm en avant de la corticale antérieure de l'arc postérieur de C2.
- Luxation pathologique C2–C3 : la ligne coupe l'arc postérieur de C2 en arrière de sa corticale antérieure. De plus, la tangente au bord postérieur du corps de C2 coupe le corps de C3.
- Fracture des pédicules de C2 : la ligne passe à plus de 2 mm en avant de la corticale antérieure de l'arc postérieur de C2.

## CANAL CERVICAL ÉTROIT

Sur la radiographie de profil du rachis cervical, on recherche :

- une impossibilité de placer un corps vertébral dans le canal ;
- une diminution ou disparition de l'espace de sécurité avec une ligne spinolamaire se projetant sur le bord postérieur des articulaires postérieures (Fig. 2.3).

**Fig. 2.3**

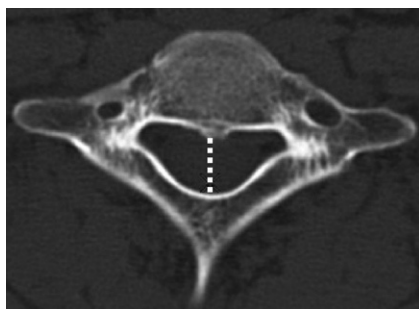
Étude de la projection de la ligne spinolamaire sur le cliché de profil.

*a.* Canal cervical de taille normale : la ligne spinolamaire (flèche pointillée) est à distance du bord postérieur des articulaires (flèche blanche). *b.* Canal cervical étroit : disparition de l'espace de sécurité avec une ligne spinolamaire (flèche pointillée) se projetant sur le bord postérieur des articulaires (flèche blanche).

Sur les coupes axiales TDM, on mesure le diamètre antéropostérieur du canal osseux (Fig. 2.4) :

- normal : 13–14 mm de C3 à C7 ;
- canal cervical étroit  $\leq 10$  mm.

La myélopathie cervicarthrosique est la souffrance de la moelle, secondaire à un rétrécissement dégénératif (discopathie, arthrose articulaire postérieure)

**Fig. 2.4**

Mesure du canal cervical en TDM.

Coupe axiale.

le plus souvent multi-étagé du rachis cervical (de C3 à C7). Ce rétrécissement devient le plus souvent symptomatique (signes de souffrance médullaire : hypersignal T2 en IRM) sur un canal étroit constitutionnel.

L'étude du GETROA (2008) par IRM dynamique en flexion–extension montrait une augmentation du rétrécissement en extension et une meilleure visualisation des hypersignaux T2 intramédullaires en flexion.

Le traitement de la myélopathie cervicarthrosique est chirurgical et vise à élargir le canal pour redonner de la place à la moelle (discectomie et ostéosynthèse antérieure, laminectomie et ostéosynthèse postérieure).

## PARTIES MOLLES PRÉVERTÉBRALES CERVICALES

L'épaisseur prévertébrale peut être augmentée par un hématome, une infection, une tumeur.

Sur la radiographie de profil, on mesure cette épaisseur qui doit rester fine et à bords parallèles.

Épaisseur normale (Fig. 2.5) :

- < 7 mm chez l'enfant et l'adulte entre le coin antéro-inférieur de C2 et le coin antéro-inférieur de C4;
- < 14 mm chez l'enfant et 21 mm chez l'adulte en dessous du coin antéro-inférieur de C4.



**Fig. 2.5**

Épaisseur normale des parties molles prévertébrales cervicales.

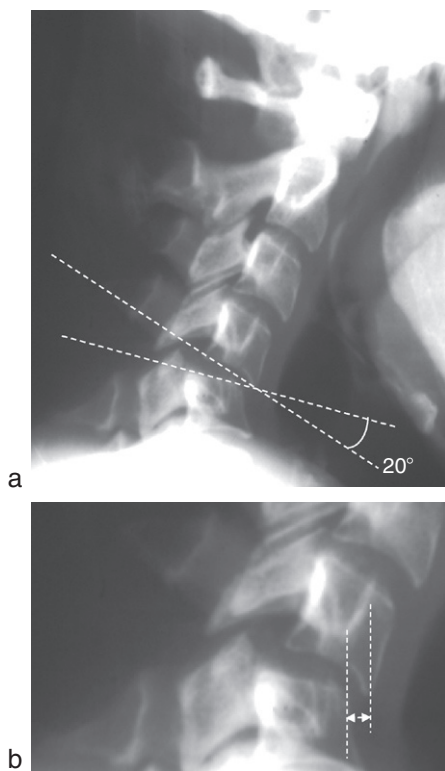
## ENTORSE GRAVE DU RACHIS CERVICAL MOYEN ET INFÉRIEUR

Les entorses graves résultent de la rupture traumatique des moyens d'union intervertébraux conduisant à un déplacement vertébral au-delà des limites physiologiques.

Le stade ultime est la luxation articulaire postérieure bilatérale.

Sur la radiographie du rachis cervical de profil, on recherche les critères de Roy-Camille :

- bâillement interépineux;
- découverte des articulaires postérieures supérieure à 50 %;
- antélisthésis corporéal > 3,5 mm;



**Fig. 2.6**

**Entorse grave C4–C5.**

Rachis cervical en flexion. Découverte des articulaires postérieures de 50 %, bâillement discal de 20° et antélisthésis de C4 de 4 mm.



- cyphose discale de plus de 11°;
- épaississement des parties molles prévertébrales.

Intérêt des clichés dynamiques en flexion–extension (Fig. 2.6) : lorsque le diagnostic est évident sur le cliché au repos, le cliché en extension recherche une réductibilité de la lésion. Le cliché en flexion majeure ou fait apparaître l'instabilité.

### **Remarque**

Les clichés dynamiques sont pratiqués sur un patient assis et conscient, à distance du traumatisme. Il s'agit de manœuvres actives (flexion de la tête jusqu'à ce que le menton touche le sternum, puis extension de la tête jusqu'à ce que la nuque rencontre le haut du dos).



Une entorse qualifiée de « bénigne » avec cliché initial normal ou sub-normal (raideur rachidienne, inversion de courbure) peut se révéler être une entorse grave après disparition de la contracture musculaire réactionnelle à la douleur.

L'IRM peut montrer une saillie discale post-traumatique (atteinte médullaire) et les déchirures discoligamentaires (hyper-T2).

Le traitement est chirurgical par réduction et ostéosynthèse antérieure ou postérieure.

# Rachis lombaire

## Canal lombaire étroit/rétréci

### ■ CANAL LOMBAIRE ÉTROIT (CONSTITUTIONNEL)

- Étroitesse centrale
- Étroitesse latérale

### ■ CANAL LOMBAIRE RÉTRÉCI (ACQUIS)

La sténose du canal peut être d'origine constitutionnelle et/ou acquise et est à l'origine de compressions des racines nerveuses.

Elle concerne le canal central, le récessus latéral et/ou le foramen intervertébral. Il s'agit le plus souvent d'une décompensation d'un canal étroit par remaniements dégénératifs acquis chez un homme de plus de 60 ans. Les lombalgies sont soulagées par la flexion. Le périmètre de marche est réduit (sensation de faiblesse des membres inférieurs).



Les mesures radiologiques sont à corrélér à la clinique. Les valeurs ci-dessous sont des valeurs indicatives, puisque des rétrécissements sévères du canal lombaire ne sont pas incompatibles avec une absence de symptômes et, à l'inverse, des dimensions encore normales sur des examens en décubitus peuvent être significativement réduites en position debout.

Le traitement est :

- médical : corset en délordose, exercices musculaires en cyphose, antalgiques, anti-inflammatoires, infiltrations ;
- chirurgical : laminectomie ou laminotomie de décompression, stabilisation.

## CANAL LOMBAIRE ÉTROIT (CONSTITUTIONNEL)

L'étroitesse peut être segmentaire (L2 à L4) ou intéresser l'ensemble du rachis lombaire.

### ÉTROITESSE CENTRALE

L'étroitesse est le plus souvent bidirectionnelle, à la fois antéropostérieure et transversale.

Sur les radiographies de face et de profil (Fig. 3.1), on recherche :

- une brièveté des pédicules ++ ;
- une réduction de la distance interpédiculaire (ou une absence d'augmentation de la distance interpédiculaire de L1 à L5) ;
- une sagittalisation ou une trop bonne visibilité des interlignes articulaires postérieurs (de façon bilatérale sur au moins trois niveaux consécutifs).

Sur les coupes axiales TDM, on peut mesurer :

- le diamètre antéropostérieur du canal osseux sur la coupe passant par l'anneau osseux fermé à l'étage pédiculaire ++ (Fig. 3.2a) :
  - normal :  $\geq 15$  mm,
  - étroitesse relative : 12–14 mm,
  - étroitesse absolue :  $< 12$  mm,

**Fig. 3.1****Canal lombaire étroit constitutionnel.**

*a.* Rachis lombaire de face : trop bonne visibilité des articulaires postérieures sur plus de trois niveaux consécutifs et de façon bilatérale. *b.* Rachis lombaire de profil : brièveté des pédicules.

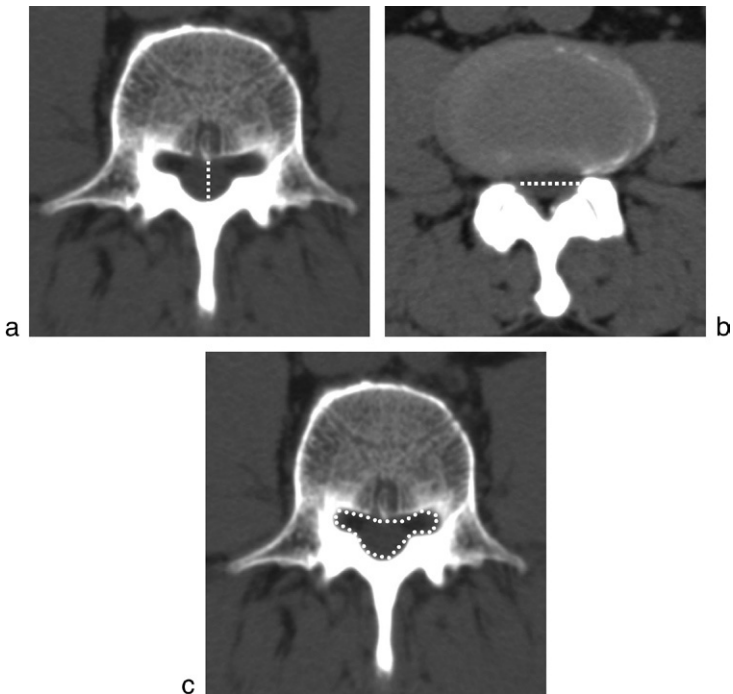
Une étude récente du GETROA (2008) montre que les dimensions normales du canal osseux et du sac dural sont en fait plus petites que celles indiquées classiquement. Ils retrouvent un diamètre antéropostérieur du canal osseux moyen de 15 mm en L3.

Les dimensions du canal dans le plan sagittal diminuent progressivement de L1 à L3 et L4 pour se ré-élargir après ;

- le diamètre transversal interarticulaire sur une coupe passant par le disque (Fig. 3.2b) : étroitesse :  $d \leq 15$  mm,

Les dimensions du canal dans le plan frontal augmentent progressivement de haut en bas ;

- la surface du canal osseux : étroitesse =  $s \leq 145$  mm<sup>2</sup> (Fig. 3.2c).

**Fig. 3.2**

Canal lombaire étroit constitutionnel : mesure de l'étroitesse centrale en TDM.

a. Coupe axiale passant par un anneau osseux fermé : diamètre antéropostérieur du canal à 10 mm. b. Coupe axiale passant par le disque : diamètre transverse interarticulaire à 15 mm. c. Coupe axiale passant par un anneau osseux fermé : surface du canal osseux à 145 mm<sup>2</sup>.

## ÉTROITESSE LATÉRALE

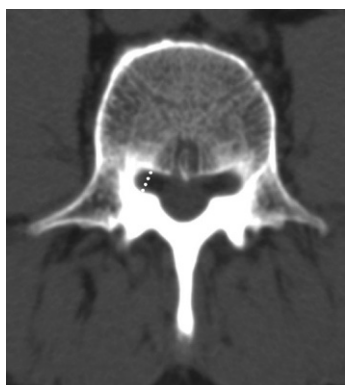
Sur les coupes axiales TDM (Fig. 3.3), on note un aspect trifolié du canal avec un diamètre antéropostérieur du récessus latéral diminué à 3–4 mm.

## CANAL LOMBAIRE RÉTRÉCI (ACQUIS)

Le canal peut être rétréci par des lésions dégénératives, d'origine discale et/ou articulaire postérieure, une lipomatose épidurale ou un spondylolisthésis.

Dans le cas d'une *sténose centrale*, sur les coupes axiales TDM passant par le disque, on mesure la surface du sac dural (Fig. 3.4).

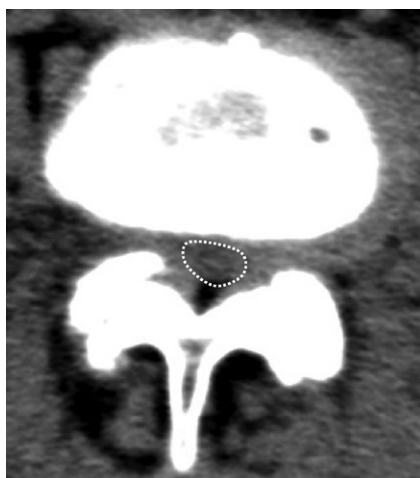
- Rétrécissement relatif : < 100 mm<sup>2</sup>.
- Rétrécissement absolu : < 75–80 mm<sup>2</sup>.



**Fig. 3.3**

Canal lombaire étroit constitutionnel : mesure de l'étroitesse latérale en TDM.

Coupe axiale passant par un anneau osseux fermé : récessus latéral diminué à 3 mm.



**Fig. 3.4**

Canal lombaire rétréci acquis.

Coupe axiale passant par le disque : la surface du sac dural est rétrécie à 50 mm<sup>2</sup> par le débord discal et l'arthrose articulaire postérieure.

# Statique du rachis et du bassin

## ■ ÉQUILIBRE FRONTAL DU BASSIN/INÉGALITÉ DE LONGUEUR DES MEMBRES INFÉRIEURS

- Bassin oblique
- Inégalité de longueur des membres inférieurs

## ■ ÉQUILIBRE SAGITTAL DU RACHIS

- Paramètres rachidiens
- Paramètres pelviens
- Spondylolisthésis lombo-sacré par lyse isthmique

## ■ SCOLIOSE

- Définition
- Différents types de scolioses
- Bilan radiologique standard
- Mesure dans le plan frontal : angle de Cobb
- Mesure dans le plan axial
- Mesure dans le plan sagittal
- Équilibre de la scoliose
- Bilan préopératoire : réductibilité de la scoliose



L'étude de la statique du rachis ou du bassin nécessite des radiographies de face et de profil en charge.

## ÉQUILIBRE FRONTAL DU BASSIN/INÉGALITÉ DE LONGUEUR DES MEMBRES INFÉRIEURS

### BASSIN OBLIQUE

Méthode de mesure : radiographie du bassin de face en charge (Fig. 4.1).

On trace la tangente au pied des deux articulations sacro-iliaques :

- bassin équilibré, normal : la ligne est horizontale ;
- bassin oblique : la ligne est oblique.

On mesure la distance  $d$  qui sépare les tangentes aux pieds des articulations sacro-iliaques :

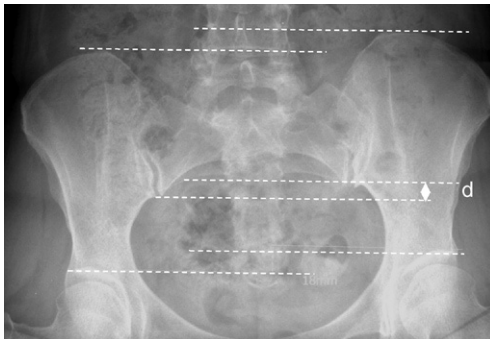
- bascule significative si  $d > 1 \text{ cm}$ .

On peut également prendre comme points de repère le sommet des crêtes iliaques ou les toits des cotyles.



Un bassin oblique peut être d'origine :

- haute : il est associé à une scoliose (sévère neurologique) ;
- basse : en rapport avec une position vicieuse (adduction ou flexion de la hanche le plus souvent) ou une inégalité de longueur des membres inférieurs.



**Fig. 4.1**

Bascule du bassin dans le plan frontal.

Bassin debout de face. La distance entre les tangentes aux pieds des articulations sacro-iliaques est de 18 mm.



On étudie la réductibilité du bassin oblique d'origine basse par la mise en place d'une cale sous le membre inférieur le plus court :

- bassin souple : équilibré par la compensation des membres inférieurs ;
- bassin fixé dans le cas contraire.

## INÉGALITÉ DE LONGUEUR DES MEMBRES INFÉRIEURS

L'inégalité de longueur des membres inférieurs (ILMI) peut être d'origine congénitale ou acquise. Elle peut se situer au niveau de la hanche (coxa vara), du genou (épiphysiodèse), du fémur ou du tibia (séquelles de fracture).

Méthode de mesure :

- cliché des membres inférieurs en entier en charge (pangonogramme) ;
- règle rigide graduée sur le film ;
- après avoir rééquilibré le bassin par des planchettes sous le membre inférieur le plus court (éviter une compensation de l'inégalité par une flexion du genou).

On mesure :

- la longueur globale du membre : c'est la distance allant du sommet de la tête fémorale (ou grand trochanter en cas de retard d'apparition du noyau fémoral supérieur) au plafond de la mortaise tibiofibulaire ;
- la longueur de chaque segment séparément. On prend les repères suivants :
  - pour le fémur, le pôle supérieur de la tête fémorale et le pôle inférieur du condyle latéral,
  - pour le tibia, le sommet du massif des épines tibiales et le plafond de la mortaise tibiofibulaire.

La mesure de la longueur des membres inférieurs est réalisée en position couchée dans deux cas :

- chez le petit enfant avant l'âge de la marche ;
- lors d'attitude vicieuse irréductible du genou ou de la hanche : on mesure séparément chaque segment de membre de face et de profil sur des clichés différents en les plaçant dans un plan parallèle à celui de la cassette.



**L'ILMI peut provoquer une attitude scoliotique (réductible en position assise ou après compensation de l'asymétrie de longueur) ou être responsable d'une véritable scoliose qui s'est « structuralisée » (grandes ILMI de l'enfant).**

Le traitement dépend de l'importance de l'inégalité et de son retentissement fonctionnel :

- $\leq 5$  mm : abstention ;
- 5–20 mm : semelle/talonnette orthopédique ;
- $> 20$  mm : traitement chirurgical (réduction/allongement du membre).

Chez l'enfant, il faut prendre en compte la croissance restante et la taille prévue de l'enfant.

## ÉQUILIBRE SAGITTAL DU RACHIS (Fig. 4.2)

La position du bassin dans le plan antéropostérieur conditionne celle de la colonne lombaire :

- l'antéversion du bassin (basculé en avant des crêtes iliaques) augmente la lordose lombaire ;
- la rétroversion du bassin (basculé en arrière des crêtes iliaques) diminue la lordose lombaire.

## PARAMÈTRES RACHIDIENS



Les principaux paramètres rachidiens et pelviens ci-dessous sont importants à connaître avant une chirurgie du rachis. Leurs valeurs normales sont sujets à de fortes variations interindividuelles. On donne comme indication les valeurs physiologiques moyennes ( $\pm 2$  écarts types) retrouvées dans une cohorte de 250 volontaires (Guigui, 2002).

### Gîte sagittale en T9

Rachis entier de profil en charge.

C'est l'angle ouvert en arrière entre la verticale et la droite joignant le centre de T9 et le centre des têtes fémorales. Il traduit le centre de gravité du tronc par rapport aux têtes fémorales.

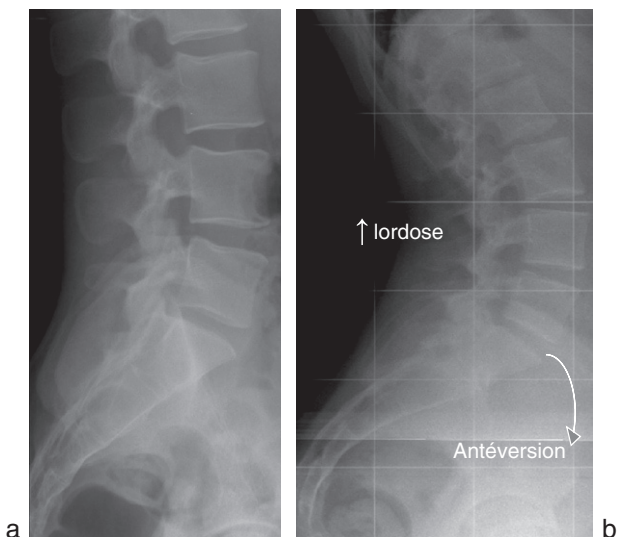


Fig. 4.2

Relation bassin–rachis.

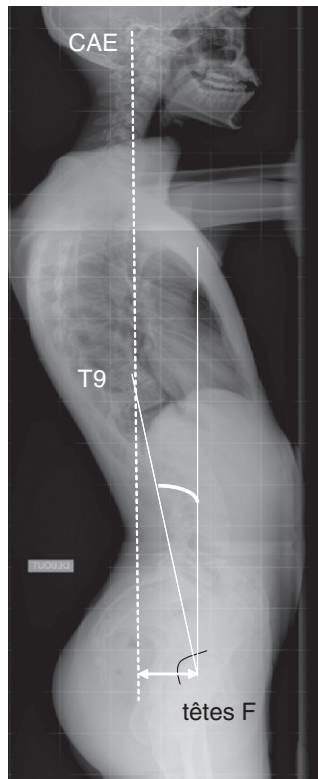
Augmentation de l'antéversion du bassin : augmentation de la lordose lombaire.

- Moyenne  $10^\circ (\pm 6^\circ)$  : l'axe de gravité du tronc doit passer un peu en arrière des têtes fémorales pour une station debout confortable.
- Gîte augmentant : renversement postérieur du tronc.
- Gîte diminuant : renversement antérieur du tronc (le plus fréquent).

## Plumb-line

D'autres repères permettent d'évaluer l'équilibre sagittal global du rachis :

- la verticale abaissée des conduits auditifs externes (CAE) doit passer par le centre des têtes fémorales ou à peine en arrière (7 mm) (Fig. 4.3);
- la verticale abaissée de C7 doit passer par l'angle postérosupérieur de S1.



**Fig. 4.3**  
Équilibre sagittal du rachis.

Rachis en entier de profil en charge. La gîte sagittale T9 est augmentée et la verticale abaissée des CAE passe trop en arrière des têtes fémorales : renversement postérieur du tronc.



Le déséquilibre sagittal est le plus souvent antérieur (l'axe vertical abaissé à partir des CAE tombe en avant des têtes fémorales). Il est le plus souvent « compensé » par une rétroversion du bassin,  $\pm$  hyperextension des hanches  $\pm$  flexion des genoux, qui ramène le tronc vers l'arrière.

### Cyphose thoracique (Fig. 4.4)

Définie par l'angle de Cobb (cf. p. 36) entre le plateau supérieur de T4 et le plateau inférieur de T12.

■ Moyenne :  $41^\circ (\pm 18^\circ)$ .

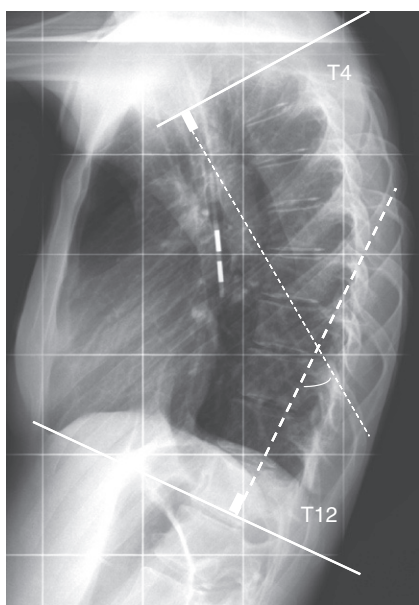


Fig. 4.4

Cyphose thoracique normale.

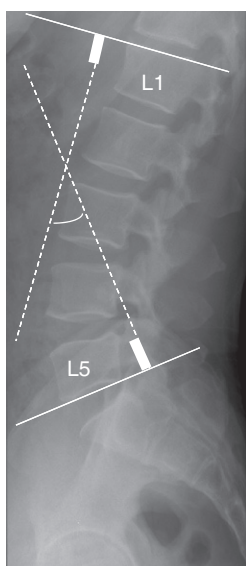
Rachis thoracique de profil debout. Angle de Cobb à  $50^\circ$ .

### Lordose lombaire (Fig. 4.5)

Définie par l'angle de Cobb (cf. p. 36) entre les tangentes aux plateaux supérieur de L1 et inférieur de L5.

■ Moyenne :  $43^\circ (\pm 22^\circ)$ .

Chez l'enfant, la lordose lombaire est acquise à la marche.

**Fig. 4.5**

Lordose lombaire normale.

Rachis lombaire de profil debout. Angle de Cobb à 40°.

## PARAMÈTRES PELVIENS (Fig. 4.6)

On définit trois paramètres pelviens : l'incidence pelvienne, la version pelvienne et la pente sacrée.



L'incidence pelvienne est fixée à la fin de la croissance et est la somme de la version pelvienne et de la pente sacrée.

### Incidence pelvienne

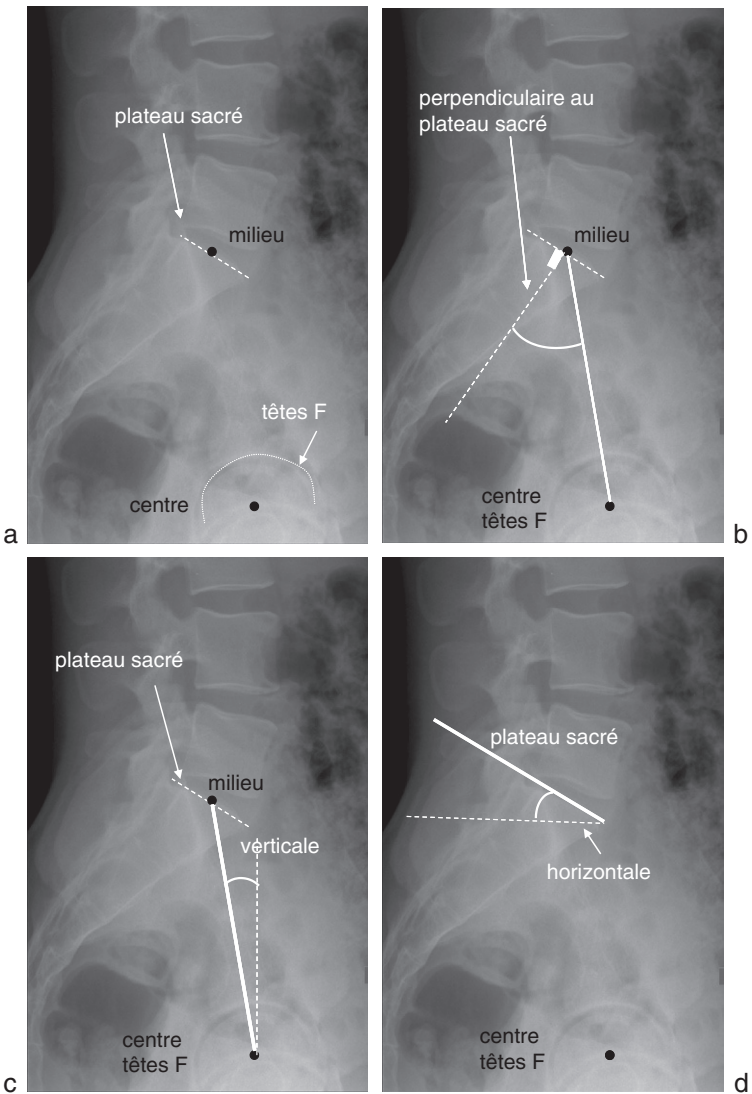
C'est l'angle entre la perpendiculaire au plateau sacré et la droite reliant le centre des têtes fémorales au milieu du plateau sacré.

■ Moyenne : 55° (± 22°).



Ce paramètre anatomique est fixe pour chaque sujet et conditionne l'équilibre du rachis.

Incidence élevée : les courbures sagittales rachidiennes sont importantes (forte lordose lombaire et forte cyphose thoracique) permettant une compensation plus facile d'un déséquilibre sagittal du rachis.

**Fig. 4.6**

Équilibre sagittal du bassin.

Rachis lombo-sacrée de profil debout. *a.* Repères. *b.* Incidence pelvienne. *c.* Version pelvienne. *d.* Pente sacrée. *e.* Les trois paramètres pelviens : incidence pelvienne = version pelvienne + pente sacrée.

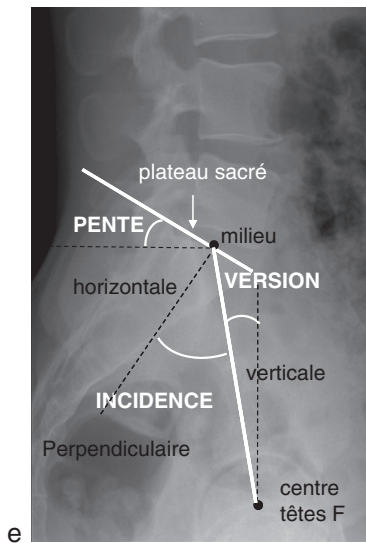


Fig. 4.6 (Suite)

### Version pelvienne

C'est l'angle entre la verticale abaissée sur les têtes fémorales et la droite reliant le centre des têtes fémorales au milieu du plateau sacré.

■ Moyenne :  $13^\circ (\pm 12^\circ)$ .



Cet angle indique la position du bassin : il augmente en cas de rétroversion et diminue en cas d'antéversion du bassin.

### Pente sacrée

C'est l'angle entre l'horizontale et le plateau sacré.

■ Moyenne :  $42^\circ (\pm 16^\circ)$ .



La lordose lombaire est normalement proportionnelle à la pente sacrée : une augmentation de la pente sacrée entraîne soit une augmentation de la lordose lombaire répartie sur l'ensemble des disques lombaires, soit une cassure lombo-sacrée avec un disque L5-S1 ouvert en avant et pincé en arrière.



Chez un individu donné (incidence pelvienne fixée), une version pelvienne donnée détermine une pente sacrée donnée et donc une lordose lombaire donnée. Celle-ci influence toute la statique sagittale du rachis sus-jacent.

Autrement dit, plus l'incidence est grande, plus la pente sacrée est importante et plus la lordose lombaire et la cyphose thoracique sont élevées.

## SPONDYLOLISTHÉSIS LOMBO-SACRÉ PAR LYSE ISTHMIQUE

Le spondylolisthésis est le glissement du corps vertébral par rapport à la vertèbre sous-jacente.

Les porteurs de spondylolisthésis par lyse isthmique (le plus souvent L5) ont une lordose lombaire augmentée (contraintes plus importantes) et donc une incidence pelvienne augmentée. Il s'agit le plus souvent d'une fracture de fatigue de l'isthme par microtraumatismes en hyperextension chez l'adolescent sportif. Il peut être asymptomatique ou donner des lombalgies chroniques, aiguës (fracture récente) ou des radiculalgies.

L'imagerie analyse la pathologie de l'isthme, l'importance et le type de glissement, sa stabilité, la statique pelvi-rachidienne, et le retentissement sur le disque (dégénérescence, hernie sus-jacente) et les foramens (compression de la racine L5 dans le spondylolisthésis L5-S1).

Le bilan radiologique comprend :

- des clichés simples de face et de profil du rachis lombaire ;
- ± les obliques ± face en oblique ascendante ± clichés dynamiques ± imagerie en coupe.



Il est important de reconnaître une fracture récente de l'isthme (trait fin à bords flous non corticalisés, craquement et contracture douloureuse) qui pourra guérir (consolidation) avec un traitement orthopédique.

## Éléments pronostiques péjoratifs

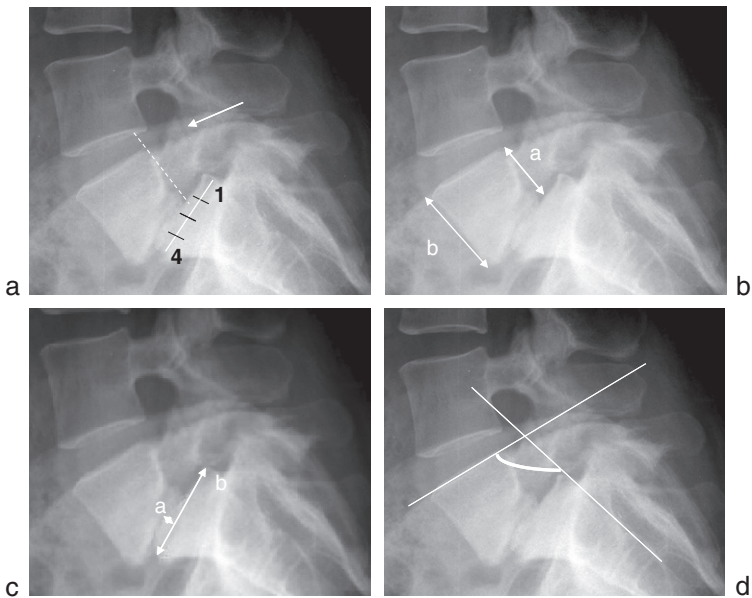
Ces éléments sont associés à un risque élevé d'évolutivité du spondylolisthésis (Fig. 4.7).

### Glissement important

Le déplacement de L5 sur S1 peut être classé selon les cinq stades de Meyerding (Fig. 4.7a). On analyse la projection du mur postérieur de L5 sur le plateau sacré divisé en quatre :

- stade 1 : glissement < 25 % ;
- stade 2 : glissement entre 25 et 50 % ;



**Fig. 4.7****Spondylolisthésis de L5 par lyse isthmique bilatérale.**

*a.* Mesure du glissement selon Meyerding : glissement de stade 2. Notez la lyse isthmique de L5 (flèche). *b.* Indice de dysplasie de L5 selon Taillard : déformation de L5 en forme de trapèze avec un mur antérieur plus haut que le mur postérieur du corps vertébral. *c.* Dysplasie du dôme sacré selon Wiltse : convexité du dôme ici discrète et antérieure. *d.* Angle lombo-sacré de Dubousset : mesure de la cyphose entre L5 et S1. Angle lombo-sacré limite à 100°.

- stade 3 : glissement entre 50 et 75 % ;
- stade 4 : glissement > 75 % ;
- stade 5 : spondyloptose (glissement en avant du plateau sous-jacent).

**Dysplasie de L5 et/ou S1**

Il peut s'agir d'une dysplasie constitutionnelle ou acquise.

Une dysplasie secondaire (si le spondylolisthésis a lieu pendant la croissance) entraîne une déformation trapézoïdale de la vertèbre olisthésique (L5 le plus souvent), l'apparition d'un dôme sur le plateau de S1 et un sacrum dont la concavité antérieure est diminuée.

- L'indice de dysplasie de L5 de Taillard est le rapport de la hauteur postérieure (a) sur la hauteur antérieure (b) du corps vertébral (Fig. 4.7b).
- L'évaluation du dôme sacré selon Wiltse est le rapport de la hauteur du dôme (a) sur la longueur du plateau sacré (b) (Fig. 4.7c).

## Cyphose entre L5 et S1

La déformation en cyphose lombo-sacrée a une valeur pronostique plus importante que le glissement antéropostérieur ++.

Elle est appréciée par l'angle lombo-sacré, décrit par Dubousset, formé par le bord supérieur de L5 et le bord postérieur de S1 (Fig. 4.7d).

- Normal :  $> 100^\circ$ .
- Cyphose sévère :  $< 90^\circ$ . Hyperlordose au-dessus.

Cet angle diminue (la cyphose s'aggrave) en position debout.

## Stabilité du glissement–clichés dynamiques dans le plan sagittal

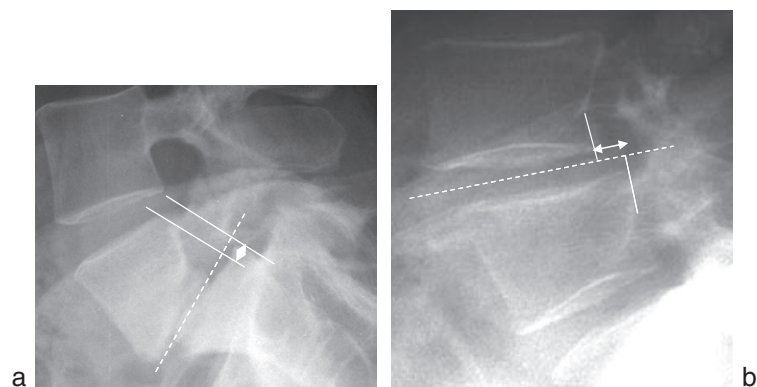
Les clichés dynamiques en flexion–extension permettent d'apprécier la stabilité ou l'instabilité du spondylolisthesis (Fig. 4.8).

Sous contrôle scopique, le cliché en flexion est réalisé assis, et le cliché en extension est réalisé debout jambes tendues et fesses calées.

### Remarque

Pour qu'il y ait instabilité, il faut que la lyse isthmique soit bilatérale et que le disque intervertébral soit altéré.

On analyse la mobilité antéropostérieure et angulaire (pincement ou bâillement discal).



**Fig. 4.8**

**Appréciation de la stabilité du spondylolisthesis : mesure du déplacement antéropostérieur.**

La distance doit être stable sur le cliché en position indifférente comme sur les clichés dynamiques en flexion–extension. *a.* Spondylolisthesis L5 par lyse isthmique bilatérale. *b.* Spondylolisthesis L4 par arthrose articulaire postérieure bilatérale.

Le déplacement antéropostérieur se mesure entre les perpendiculaires à la bissectrice des deux plateaux passant par les coins postérieurs des vertèbres.

Instabilité :

- translation sagittale  $\geq 3-4$  mm entre deux corps vertébraux entre les clichés en flexion et extension ;
- mouvement angulaire supérieur à l'amplitude physiologique (autour de  $20^\circ$  en L2-L3,  $18^\circ$  en L3-L4,  $22^\circ$  en L4-L5,  $20^\circ$  en L5-S1) entre la flexion et l'extension.

### Remarque

L'instabilité lombaire en général peut donc être diagnostiquée par les clichés dynamiques en flexion-extension du rachis dans le plan sagittal.

Les causes principales, à part le spondylolisthésis par lyse isthmique, sont l'arthrose zygapophysaire évoluée et l'instabilité vertébrale postopératoire à l'étage opéré ou aux étages sus- ou sous-jacent à l'arthrodèse.

Les signes radiologiques évocateurs d'instabilité sont la présence de gaz intradiscal, une condensation sous-chondrale des plateaux, un enthésophyte sous-décalé de McNab.

## Équilibre pelvi-rachidien

Cliché du rachis entier de profil en charge prenant les CAE et les têtes fémorales.

Lors du glissement antérieur de L5 sur S1, il existe une translation antérieure du rachis et du centre de gravité T9.

Il se produit donc une verticalisation de S1 (rétroversion du bassin) pour lutter contre le déséquilibre antérieur du tronc.

## SCOLIOSE

### DÉFINITION

La scoliose est une déformation sinueuse de la colonne vertébrale dans les trois plans de l'espace : inclinaison dans le plan frontal, rotation des vertèbres dans le plan horizontal et inversion des courbures dans le plan sagittal.

La déformation est pathologique si l'angle de courbure est d'au moins  $10^\circ$  (angle de Cobb, cf. p. 36).

Il s'agit d'une déformation permanente non totalement réductible.



La composante rotatoire en axiale la différencie de l'attitude scoliotique, qui est une inclinaison latérale dans le plan frontal totalement réductible en position couchée d'origine douloureuse, infectieuse ou tumorale.

## DIFFÉRENTS TYPES DE SCOLIOSES

On peut différencier trois grands types de scolioses : la scoliose idiopathique de l'enfant et de l'adolescent, la scoliose idiopathique de l'adulte, et la scoliose *de novo* dégénérative de l'adulte. Plus rarement, la scoliose est secondaire à une malformation osseuse, une maladie du tissu conjonctif ou neuromusculaire.

### Scoliose idiopathique de l'enfant et de l'adolescent

#### Âge de découverte

- Infantile : avant 3 ans, garçon, thoracique gauche.
- Juvenile : entre 4 et 9 ans, garçon, thoracique droite.
- Adolescence ++ : fille, thoracolombaire.

#### Topographie

- Courbure principale unique (70 %).
- Deux courbures principales (30 %) : deux courbures en sens inverse d'angulation identique (10 % près).

#### Critères d'évolutivité ++

- Âge de découverte (plus elle se révèle tôt, plus elle risque d'être évolutive).
- Progression pendant la puberté ++.
- Topographie (par risque d'évolutivité décroissant : triple courbure, scoliose thoracique, double courbure, lombaire, thoracolombaire).
- Angle de Cobb de chaque courbure.
- Stade de maturations osseuse et sexuelle (courbe de taille, signes pubertaires selon «Tanner», âge osseux, maturation osseuse).

On rappelle que l'âge osseux se mesure au niveau de la main et du poignet gauches de face (Greulich et Pyle) et au niveau du coude de face et profil (Sauvegrain).

La maturation osseuse s'évalue par le test de Risser (radiographie du bassin de face).

L'intervalle de surveillance par radiographie de face debout (angle de Cobb) varie en fonction de l'âge :

- pendant la puberté : tous les 3 mois (minimum 2 fois/an);
- après la puberté : pas de suivi si  $< 20^\circ$ .

#### Traitement

La décision d'opérer dépend de l'âge osseux, de l'importance et du site de la déformation, et de sa vitesse d'évolution.

- De  $0$  à  $20^\circ$  : surveillance attentive.
- De  $20$  à  $40$ – $50^\circ$  : traitement orthopédique par corset.
- Au-dessus de  $40$ – $50^\circ$  et/ou évolutive : chirurgie par correction–fixation–arthrodèse.

## Scoliose idiopathique de l'adulte

Elle est l'évolution de la précédente après maturité osseuse (elle reste stable ou évolue).

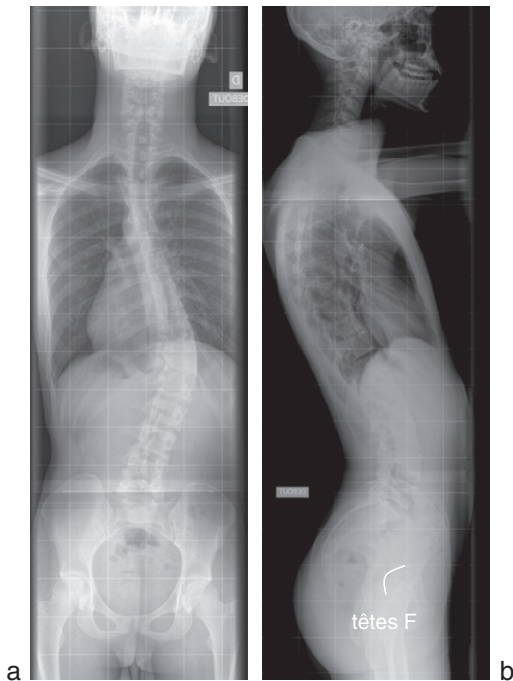
## Scoliose « dégénérative » ou *de novo* de l'adulte

Elle apparaît tardivement (50 ans, ménopause). Elle est due aux dislocations (glissement entre deux vertèbres adjacentes) secondaires aux lésions dégénératives asymétriques discales et/ou articulaires postérieures.

## BILAN RADIOLOGIQUE STANDARD

L'étude d'une scoliose nécessite des radiographies du rachis entier de face et de profil debout *full-spine ++* (Fig. 4.9) :

- cliché de face : bassin parfaitement de face et horizontal équilibré par une éventuelle cale sous le membre inférieur le plus court. Angle de Cobb de chaque courbure ;



**Fig. 4.9**

Bilan radiographique standard d'une scoliose (scoliose thoracique droite et lombaire gauche).

Rachis entier de face et de profil debout, des conduits auditifs externes aux têtes fémorales (qui doivent être visibles), les bras posés en avant à l'horizontale.

- cliché de profil comprenant le bassin avec visibilité des têtes fémorales :
  - trois paramètres rachidiens : gîte sagittale T9, cyphose thoracique, lordose lombaire,
  - trois paramètres pelviens : incidence pelvienne, version pelvienne, pente sacrée.

Il faut ++ :

- préciser le côté de la convexité de la courbure majeure et l'étage concerné;
- mesurer la scoliose (angle de Cobb et sa composante rotatoire);
- estimer l'équilibre de la scoliose (de face et de profil).

### **Remarque**

Le système EOS (détecteur avec du xénon) permet actuellement une réduction considérable de la dose de rayons X (jusqu'à dix fois), l'obtention de clichés simultanés de face et de profil debout du sommet de la tête aux plantes des pieds, ainsi que la possibilité de reconstruction 3D.

## **MESURE DANS LE PLAN FRONTAL : ANGLE DE COBB (Fig. 4.10)**

C'est le principal critère d'évaluation de la scoliose ++.

C'est l'angle formé par les perpendiculaires aux tangentes aux plateaux, supérieur de la vertèbre limite supérieure et inférieur de la vertèbre limite inférieure.

- Les vertèbres « limites » sont les vertèbres les plus inclinées par rapport à l'horizontale sans rotation.
- La vertèbre « sommet » est la vertèbre la moins inclinée par rapport à l'horizontale, siège de la rotation maximale : elle définit le sommet de la courbure.

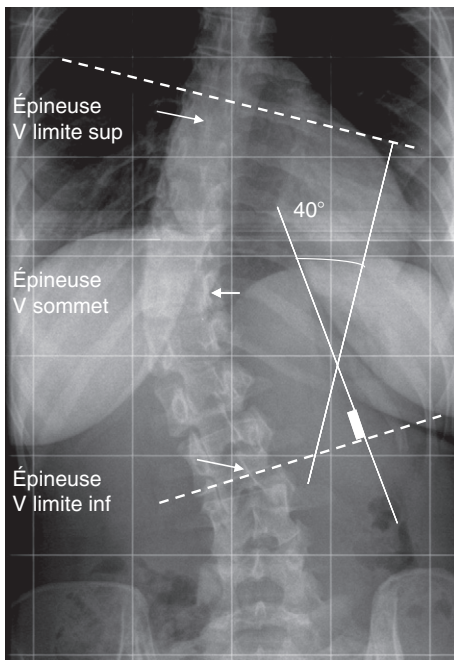
## **MESURE DANS LE PLAN AXIAL**

Pour Nash et Moe, la composante rotatoire de la vertèbre sommet peut être appréciée par la projection de son pédicule convexe par rapport à son corps vertébral (Fig. 4.11).

L'hémi-vertèbre sommet est divisée en trois.

La rotation est classée en cinq grades :

- grade 0 : les pédicules sont symétriques et équidistants;
- grade 1 : déplacement du pédicule convexe par rapport au bord latéral du corps vertébral;
- grade 2 : le pédicule convexe se projette dans le second tiers de l'hémi-vertèbre;



**Fig. 4.10**

**Angle de Cobb selon la méthode de Lippmann-Cobb.**

Scoliose thoracique à convexité droite de 40°. Rachis thoracolombaire debout.

- grade 3 : le pédicule convexe se projette dans le troisième tiers de l'hémi-vertèbre, près du milieu du corps vertébral ;
- grade 4 : le pédicule convexe a franchi la ligne médiane.

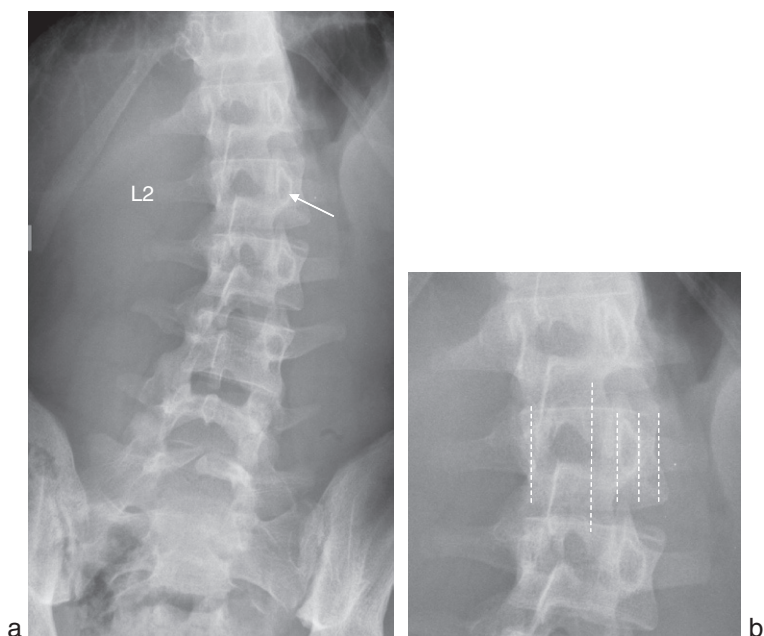
Pour Cobb, les cinq stades sont déterminés en fonction de la projection de l'épineuse de la vertèbre sommet (celle qui a la composante rotatoire la plus importante) par rapport au 1/3 de cette hémi-vertèbre.

## MESURE DANS LE PLAN SAGITTAL

Sur le cliché de profil, on utilise également la technique de Cobb pour mesurer l'angulation de la cyphose thoracique (T4–T12) et de la lordose lombaire (L1–L5) qui sont aux environs de 40° de façon normale.

La réductibilité de la cyphose est mesurée sur un cliché de profil en décubitus dorsal avec un billot placé sous le sommet de la cyphose.

De multiples causes, congénitales ou acquises, sont responsables d'une cyphose pathologique. Chez l'enfant, on recherche une cunéiformisation des

**Fig. 4.11****Méthode de Nash et Moe.**

Rachis lombaire debout. Scoliose lombaire à convexité gauche de vertèbre sommet L2 (vertèbre la plus rotée et la moins inclinée). Rotation de grade 2 : le pédicule convexe (flèche) se projette dans le second tiers de l'hémi-vertèbre. Notez l'anomalie transitionnelle avec lombalisation de S1 et non-fermeture de l'arc postérieur (12 paires de côtes comptées sur la radiographie du rachis entier de face).

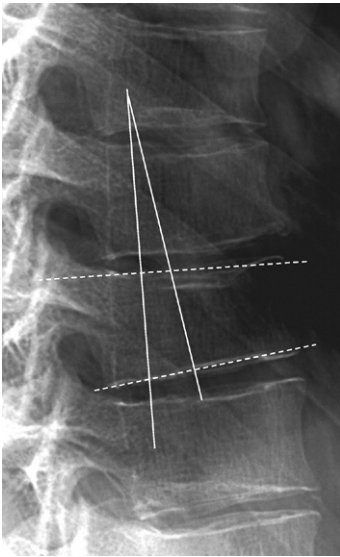
corps vertébraux (maladie de Scheuermann). Chez l'adulte, on retrouve le plus souvent des tassements vertébraux à l'origine de l'hypercyphose.

La *maladie de Scheuermann* (ou épiphysite vertébrale de croissance) est une dystrophie rachidienne apparaissant au cours de la croissance et pouvant provoquer une cyphose thoracique douloureuse chez l'adolescent (garçon le plus souvent) (Fig. 4.12).

Les anomalies radiologiques prédominent au rachis thoracique moyen et inférieur et peuvent associer :

- des anomalies morphologiques des corps vertébraux qui doivent intéresser au moins trois vertèbres contiguës :
  - un aspect irrégulier et feuilleté et/ou des hernies intraspongieuses des plateaux vertébraux,



**Fig. 4.12****Maladie de Scheuermann.**

Aspect feuilleté des plateaux vertébraux thoraciques. Aspect cunéiforme antérieur des vertèbres (angle de 10°).

**Fig. 4.13****Cyphose régionale post-traumatique.**

Rachis lombaire de profil debout. Fracture-tassement de L1. Angle de Cobb de 11° mesurée entre T12 et L2.

- un affaissement de la partie antérieure des corps (listel marginal) : cunéiformisation d'au moins 5°. Elle se mesure par l'angle formé par les tangentes aux plateaux de la vertèbre;
- des pincements discaux;
- une accentuation de la cyphose thoracique (> 50°).

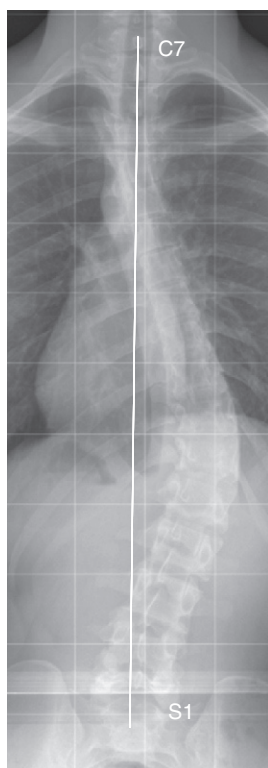
La *cyphose régionale post-traumatique* est une cyphose angulaire pathologique retrouvée dans les fractures-tassements vertébraux (Fig. 4.13).

C'est l'angle entre le plateau supérieur de la vertèbre sus-jacente à la fracture vertébrale et le plateau inférieur de la vertèbre sous-jacente.

## ÉQUILIBRE DE LA SCOLIOSE (Fig. 4.14)

### Dans le plan frontal

- La courbure est équilibrée : la verticale abaissée par le milieu du corps de C7 passe par le milieu du promontoire sacré.
- La courbure est déséquilibrée : l'écart de la verticale avec la médiane sacrée définie et quantifie le déséquilibre rachidien droit ou gauche.



**Fig. 4.14**

Scoliose équilibrée dans le plan frontal.

Rachis en entier de face debout. Scoliose thoracolombaire à convexité gauche.

### Dans le plan sagittal

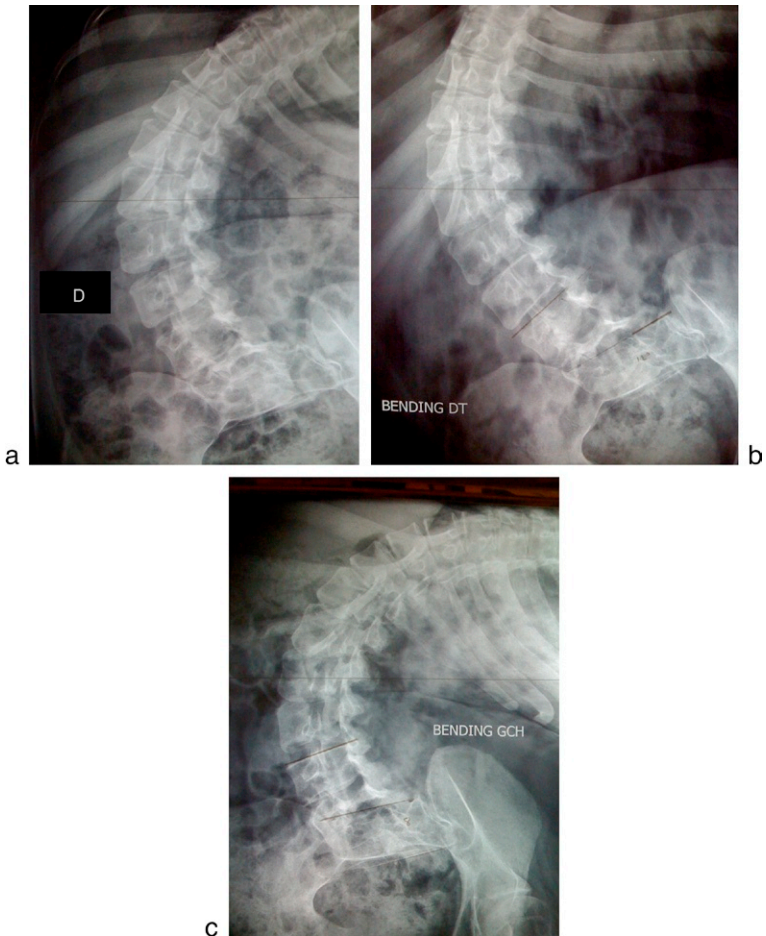
On étudie l'équilibre sagittal du rachis à la recherche d'un déséquilibre le plus souvent antérieur (cf. Équilibre sagittal du rachis p. 24).

## BILAN PRÉOPÉRATOIRE : RÉDUCTIBILITÉ DE LA SCOLIOSE

L'étude de la réductibilité doit permettre de conclure sur la souplesse ou la rigidité de la déformation dans tous les plans de l'espace, et apporter des précisions sur le comportement discal. Ces éléments orientent la technique opératoire et le niveau de l'arthrodèse.

On peut réaliser les clichés dynamiques suivants :

- cliché en traction de face : souplesse globale de la colonne ;
- clichés en inclinaison latérale, droite et gauche, de face couchée (*bendings*) : réductibilité de la courbure principale (Fig. 4.15). L'angle de Cobb de la scoliose diminue lors de l'inclinaison du côté de la convexité ;



**Fig. 4.15**

**Clichés dynamiques en inclinaison latérale de face couchée (*bendings*).**

Scoliose lombo-sacrée à convexité droite et bassin oblique d'origine neurologique.

Bilan préopératoire. *a.* Inclinaison neutre debout. *b.* Inclinaison droite couchée.

Peu de réductibilité en inclinaison du côté de la convexité (angle de Cobb diminué de moins de 30 %) : scoliose raide. *c.* Inclinaison gauche couchée.

■ clichés de profil assis en flexion et extension : réductibilité des déformations sagittales (cyphose, dos plat). Pour les cyphoses, on peut utiliser le cliché en décubitus dorsal de profil avec un billot placé sous le sommet de la cyphose.



On mesure comparativement l'angle de Cobb sur les clichés dynamiques par rapport au cliché debout de référence.

La courbure est dite souple si sa réductibilité atteint ou dépasse 50 % de la valeur initiale de la courbure.

La courbure est dite raide si la réductibilité ne dépasse pas 30 %.

Si la courbure est raide, il peut être nécessaire d'associer à la voie d'abord postérieure classique, une libération chirurgicale antérieure permettant de réaliser des discectomies étagées et d'améliorer la réductibilité de la déformation.

La mesure de l'angle iliolumbaire (Fig. 4.16), entre la tangente au plateau inférieur de L4 et la ligne bicroêtes iliaques permet d'apprécier l'obliquité de l'assise lombaire par rapport au sacrum.



**Fig. 4.16**

**Mesure de l'angle iliolumbaire.**

Angle entre la tangente au plateau inférieur de L4 et la ligne joignant le sommet des deux crêtes iliaques. On analyse ces variations sur les clichés en inclinaison latérale couchée par rapport au cliché de référence réalisé debout.

Plus cet angle est important, plus on observe de douleurs mécaniques siégeant au niveau L4–L5 ou L5–S1.

Le cliché en inclinaison latérale permet d'apprécier la réductibilité de l'obliquité des disques L4–L5 et L5–S1.

Si une réductibilité est observée, l'arthrodèse est stoppée au-dessus de ce segment mobile.

**Remarque**

En cas d'inégalité de longueur des membres inférieurs, la mesure de cet angle est effectuée avec compensation préalable de cette inégalité.

# Ceinture pelvienne

## ■ DISJONCTION TRAUMATIQUE DE LA SYMPHYSE PUBIENNE

### ■ PELVISCANNER

- Diamètre promonto-rétro-pubien
- Diamètre transverse médian
- Indice de magnin
- Diamètre bisiatique (bi-épineux)
- Diamètre bi-ischiatique

## DISJONCTION TRAUMATIQUE DE LA SYMPHYSE PUBIENNE (Fig. 5.1)

Ces lésions se rencontrent lors de traumatismes violents.



Il convient de rechercher une ouverture de l'anneau pelvien postérieur associée (fracture sacrée, iliaque; disjonction sacro-iliaque uni- ou bilatérale).

L'écart interpubien doit être mesuré dans le plan axial mais aussi frontal lorsqu'il existe une disjonction sacro-iliaque associée.

Le traitement dépend de l'importance du déplacement :

- diastasis interpubien  $\geq 10$  mm : traitement orthopédique de décubitus avec hamac de suspension  $\pm$  traction selon l'importance du déplacement vertical ;
- diastasis  $\geq 25$  mm : traitement chirurgical (ostéosynthèse par plaques vissées ou fixateur externe si plaie cutanée).



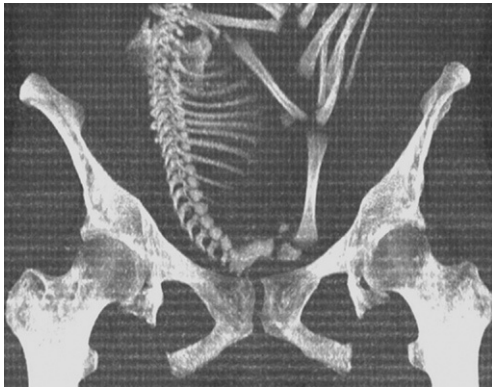
Fig. 5.1

Disjonction de la symphyse pubienne.

Reconstruction en 3D. Écart interpubien de 30 mm.

## PELVISCANNER (Fig. 5.2)

Il permet de mesurer les dimensions du pelvis osseux chez la femme enceinte avant l'accouchement (présentation par le siège et/ou antécédents de traumatismes du bassin).

**Fig. 5.2**

Pelviscanner, reconstruction *maximum intensity projection* (MIP).

Présentation du fœtus en siège, dos à droite.

Les mesures demandées par le gynécologue obstétricien sont les diamètres promonto-rétro-pubien (PRP), transverse médian (TM), bisciatique et  $\pm$  bi-ischiatique.

### **DIAMÈTRE PROMONTO-RÉTRO-PUBIEN** (Fig. 5.3)

C'est la distance entre le promontoire et le point le plus éminent de la face postérieure du pubis.

- Normale > 10,5 cm.

### **DIAMÈTRE TRANSVERSE MÉDIAN** (Fig. 5.4)

Il est mesuré à mi-distance entre le promontoire et le bord supérieur du pubis. C'est la distance entre les parties proéminentes des deux cotyles.

- Normale > 12,5 cm.

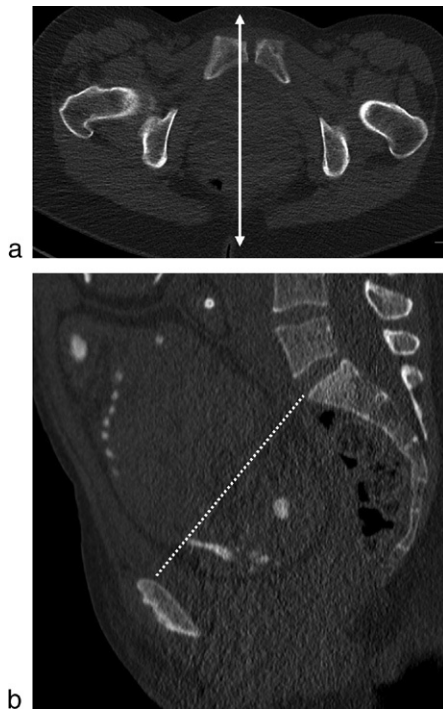
### **INDICE DE MAGNIN**

C'est la somme des deux diamètres précédents (PRP + TM). Il permet de prédire la possibilité d'accouchement par voie basse.

Pronostic :

- normal > 23 cm ;
- favorable > 22 cm ;
- incertain entre 21 et 22 cm ;
- médiocre entre 20 et 21 cm ;
- mauvais si < 20 cm.



**Fig. 5.3**

Diamètre promonto-rétro-pubien.

*a.* Repérage de la coupe sagittale médiane passant par la symphyse pubienne. *b.* Mesure du PRP.

### **DIAMÈTRE BISCIATIQUE (BI-ÉPINEUX) (Fig. 5.5)**

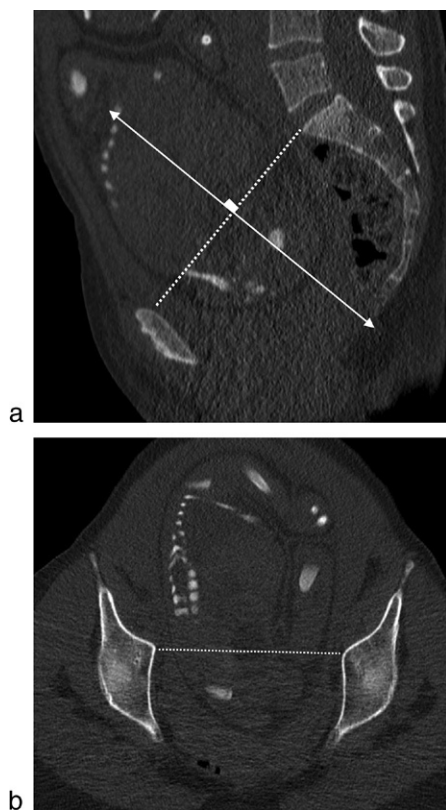
C'est la distance séparant les deux épines sciatiques (entre les deux corticales internes).

■ Normale > 10 cm.

### **DIAMÈTRE BI-ISCHIATIQUE**

C'est la distance mesurée entre les faces internes des deux tubérosités ischiatiques.

■ Normale > 11 cm.

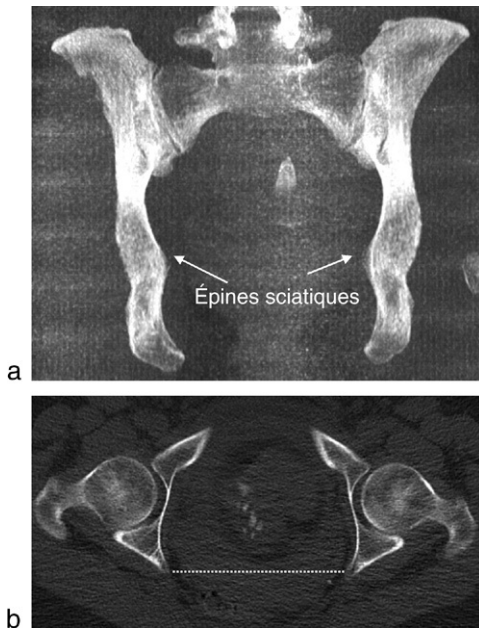


**Fig. 5.4**

**Diamètre transverse médian.**

*a.* Repérage de la coupe axiale oblique perpendiculaire au milieu du diamètre PRP.

*b.* Mesure du TM.



**Fig. 5.5**  
Mesure du diamètre bischiatique.  
TDM coupe axiale.

# Épaule

## ■ RUPTURE DE COIFFE

- Espace sous-acromial

## ■ ARTHROSE GLÉNO-HUMÉRALE (OMARTHROSE)

- Différents types d'omarthroses
- Bilan préopératoire (arthroscanner)
- Choix du type de prothèse

## ■ INSTABILITÉ ANTÉRIEURE DE L'ÉPAULE ET BILAN PRÉOPÉRATOIRE (ARTHROSCANNER)

- Étude de la glène sur la reconstruction sagittale
- Étude de l'encoche humérale sur les coupes axiales

## ■ CONFLITS DE L'ÉPAULE

- Conflit antéromédial
- Conflit antérosupérieur

## ■ CAPSULITE RÉTRACTILE

## ■ LUXATION ACROMIOCLAVICULAIRE

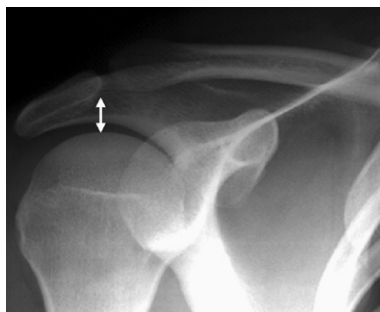
- Radiographies
- Échographie

## RUPTURE DE COIFFE

### ESPACE SOUS-ACROMIAL (Fig. 6.1 et 6.2)

Il s'évalue sur la radiographie de face stricte en décubitus avec rayon droit (Railhac). Il est le reflet de « l'épaisseur » tendineuse de la coiffe des rotateurs.

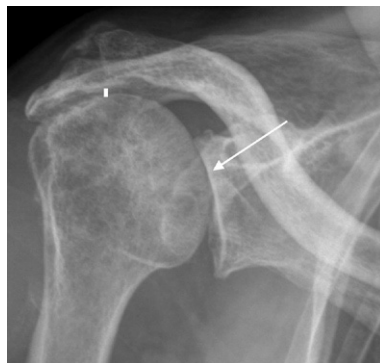
- Normal : 7–15 mm ( $\geq 7$  mm).
- Rupture transfixiante étendue de la coiffe des rotateurs (tendons supra et infra-épineux) :  $\leq 6$  mm.



**Fig. 6.1**

Espace sous-acromial normal.

Incidence de Railhac, permettant l'étude de l'articulation acromioclaviculaire. L'interligne gléno-huméral n'est pas dégagé.



**Fig. 6.2**

Rupture de coiffe.

Face en rotation latérale. Diminution de l'espace sous-acromial après rupture étendue de la coiffe. Néoarthrose acromio-humérale : remaniements des faces inférieure de l'acromion et supérieure de la tête humérale. Arthrose gléno-humérale : pincement de l'interligne gléno-huméral focal (flèche) ou global inférieur à 2 mm, majoré en rotation latérale.

L'ascension de la tête humérale a pour conséquence une néoarthrose acromio-humérale et une omarthrose excentrée.

## ARTHROSE GLÉNO-HUMÉRALE (OMARTHROSE)

### DIFFÉRENTS TYPES D'OMARTHROSES

Par les radiographies simples de l'épaule, on distingue :

- les omarthroses centrées dans le plan frontal, avec coiffe continente et espace sous-acromial normal ;
- les omarthroses excentrées à coiffe rompue et espace sous-acromial diminué.

Par l'étude axiale TDM, il faut dépister une subluxation postérieure de la tête humérale car elle induit une usure postérieure de la glène qui favorise à son tour un excès de rétroversion glénoïdale ou majore une dysplasie glénoïdale pré-existante. Pour les omarthroses centrées, il existe trois grands types morphologiques de glène dans le plan axial (classification de Walch) :

- type A (60 %) : tête humérale centrée et usure centrale de la glène ;
- type B (30 %) : subluxation postérieure de la tête humérale et usure postérieure de la glène ;
- type C : rétroversion glénoïdale  $> 25^\circ$  (glène dysplasique).

### BILAN PRÉOPÉRATOIRE (ARTHROSCANNER)

Avant la mise en place d'une prothèse d'épaule, le radiologue doit analyser plusieurs paramètres :

- la glène : évaluer l'importance de la chondrolyse, le capital osseux et le degré de rétroversion ;
- la tête humérale : rechercher une ostéophytose et une éventuelle subluxation postérieure ;
- la chape musculotendineuse : évaluer la continence de la coiffe, la trophicité l'involution graisseuse des muscles de la coiffe et du deltoïde.

Il faut également dépister une arthrose acromioclaviculaire associée et d'éventuels ostéochondromes qui seront pris en charge dans le même temps.

### Subluxation postérieure de la tête humérale



La subluxation postérieure de la tête humérale conduit à l'omarthrose d'abord postérieure puis globale.

Scanner ou arthroscanner, acquisition en rotation neutre, coupe axiale immédiate sous la coracoïde.

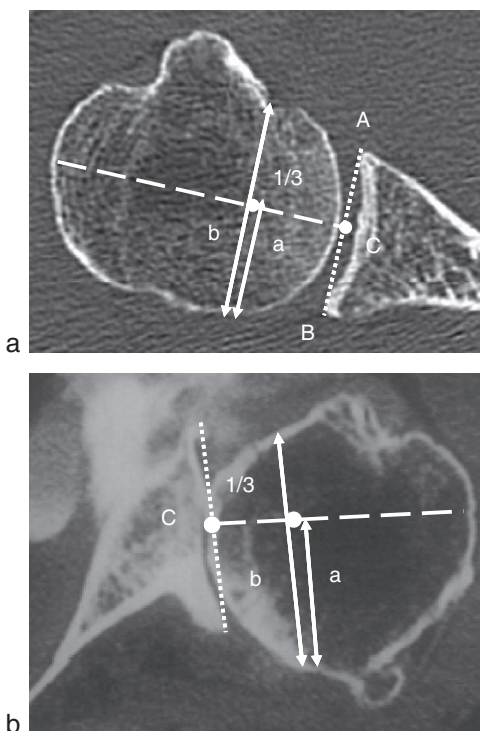
On évalue l'index de subluxation  $a/b$  en pourcentage (Fig. 6.3).

Pour cela, on trace la droite AB entre les bords antérieur et postérieur de la glène et la perpendiculaire à AB passant par C.

$b$  = diamètre de la tête humérale mesuré à partir d'une droite parallèle à AB passant par le 1/3 médial de la tête humérale.

$a$  = diamètre du segment postérieur de la tête humérale.

- Normal :  $a/b$  à 45–55 %.
- $a/b$  supérieur à 55 % : subluxation postérieure de la tête humérale.
- $a/b$  inférieur à 45 % : subluxation antérieure de la tête humérale.



**Fig. 6.3**

**Mesure de la subluxation postérieure de la tête humérale.**

*a.* Pas de subluxation de la tête humérale. Coupe axiale TDM de l'épaule droite passant juste sous la coracoïde. L'index de subluxation  $a/b$  est normal à 50 %. *b.* Subluxation postérieure de la tête humérale. Coupe axiale arthro-TDM de l'épaule gauche. Bilan préchirurgical d'une omarthrose. L'index de subluxation  $a/b$  est de 65 %.



Une subluxation de la tête humérale entraîne une usure postérieure de la glène et est donc une contre-indication à la prothèse totale avec implant glénoïdien.

### Rétroversion glénoïdale

Un excès de rétroversion glénoïdale est un facteur favorisant l'omarthrose.

Scanner ou arthroscanner, acquisition en rotation neutre, coupe axiale immédiatement sous la coracoïde (ou passant par le milieu de la hauteur de la glène).

Elle est définie par l'angle entre la perpendiculaire à l'axe de la scapula et la tangente aux bords antérieur et postérieur de la glène (Fig. 6.4).

L'axe de la scapula est la droite passant par le milieu de la glène et le bord médial de l'écaille.

- normale : 0–8°.
- Rétroversion excessive : > 10°.

Cette rétroversion est de 13° en moyenne dans les omarthroses excentrées et de 16° dans les omarthroses centrées.

Au-delà de 25°, la rétroversion est secondaire à l'usure ostéocartilagineuse d'une glène congénitale dysplasique rétroversée.



La rétroversion glénoïdale excessive est un facteur favorisant la subluxation postérieure et est donc une contre-indication à un implant glénoïdien.

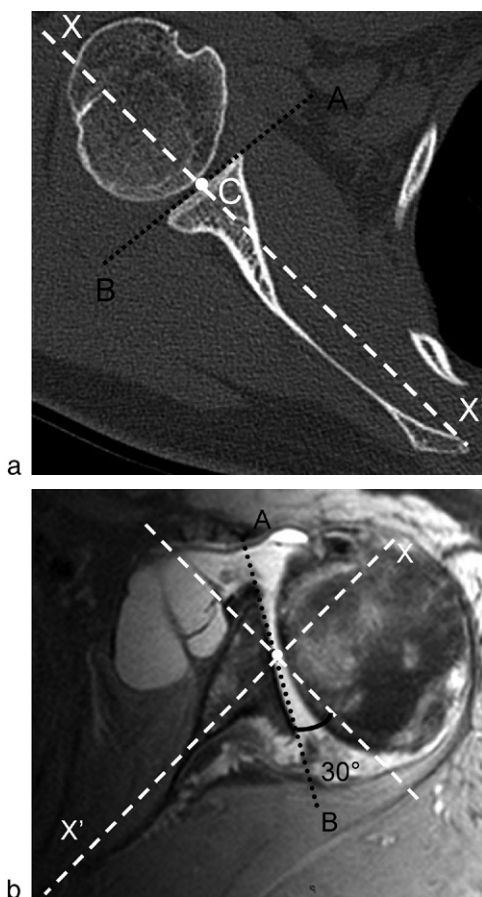
### CHOIX DU TYPE DE PROTHÈSE

Le choix du type de prothèse dépend essentiellement du stock osseux glénoïdal, qui détermine la qualité de l'ancrage osseux, de l'état de la coiffe qui conditionne la stabilité ultérieure de la prothèse, de l'âge du patient et de l'habitude du chirurgien. Il existe des prothèses dites « anatomiques », humérales simple ou totale (remplacement des deux versants), et des prothèses dites « inversées » avec pièce glénoïdienne sphérique et pièce humérale en cupule.

- Omarthrose centrée de type A : prothèse totale.
- Omarthrose centrée de type B et C : prothèse humérale de préférence, compte tenu de la nécessité de fraisage antérieur ou d'autogreffe postérieure de la glène et du risque de descellement ultérieur de celle-ci.
- Omarthrose excentrée avec rupture étendue de la coiffe du patient âgé : prothèse totale inversée.

Cette prothèse, de faible durée de vie, lutte contre le descellement des prothèses glénoïdiennes classiques et permet une récupération rapide de l'abduction malgré l'absence de supra-spinatus.



**Fig. 6.4**

**Mesure de la rétroversion glénoïdale.**

*a.* Rétroversion glénoïdale normale. Coupe axiale TDM de l'épaule droite. L'angle entre la perpendiculaire à l'axe de la scapula (XX') et la tangente aux bords antérieur et postérieur de la glène (AB) est nul. *b.* Rétroversion glénoïdale excessive. Arthro-IRM coupe axiale T2 et suppression de graisse. L'angle entre la perpendiculaire à l'axe de la scapula (XX') et la tangente aux bords antérieur et postérieur de la glène (AB) est augmenté à 30°.

## **INSTABILITÉ ANTÉRIEURE DE L'ÉPAULE ET BILAN PRÉOPÉRATOIRE (ARTHROSCANNER)**

Le chirurgien tient compte notamment du stock osseux de la glène et de la tête humérale pour le choix de la technique opératoire.

Une perte de substance ostéocartilagineuse de plus de 25 % de la surface de la glène et/ou de la tête humérale est un facteur favorisant la récurrence et donc une contre-indication à la stabilisation arthroscopique d'une épaule instable. La chirurgie à ciel ouvert permet de reconstruire la glène par butée cotyloïdienne (technique de Latarjet), ou greffe osseuse, et de combler l'encoche humérale par greffe osseuse.

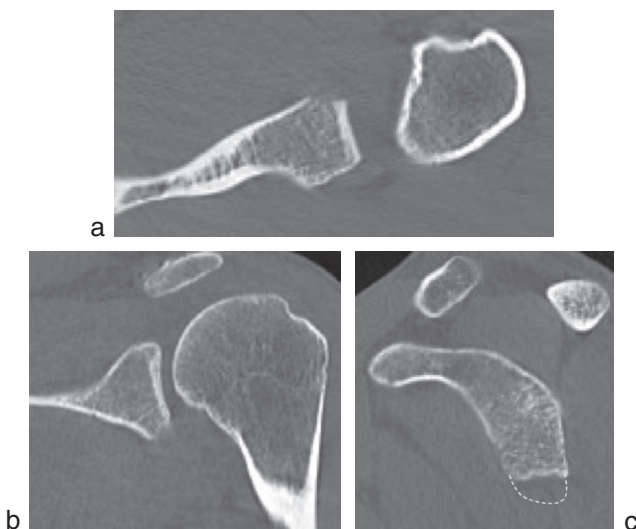
## ÉTUDE DE LA GLÈNE SUR LA RECONSTRUCTION SAGITTALE (Fig. 6.5)

On évalue une fracture ou un émoussement du bord antéro-inférieur de la glène.

## ÉTUDE DE L'ENCOCHE HUMÉRALE SUR LES COUPES AXIALES

On recherche un méplat osseux de la partie postérosupérieure de la tête humérale.

Cette encoche de Malgaigne ou de Hill-Sachs se situe au niveau des deux premiers centimètres de la tête humérale, au-dessus de la coracoïde, sur les coupes axiales passant au niveau de la gouttière bicipitale et la petite

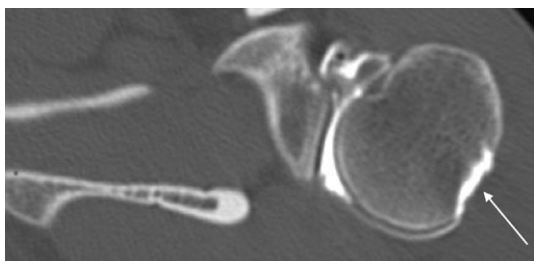


**Fig. 6.5**

Étude de la glène. Amputation de son rebord antéro-inférieur.

a. Coupe axiale. b. Reconstruction frontale. c. Reconstruction sagittale ++.

tubérosité (Fig. 6.6). Elle ne doit pas être confondue avec l'encoche physiologique postérieure de la tête humérale à la jonction entre la tête humérale et le tubercule majeur.



**Fig. 6.6**

Étude de l'encoche humérale de Malgaigne.

Méplat de la partie postérosupérieure de la tête humérale. Coupe axiale arthro-TDM.

## CONFLITS DE L'ÉPAULE

### CONFLIT ANTÉROMÉDIAL

C'est un conflit entre la coracoïde et le tendon subscapulaire appelé aussi conflit sous-coracoïdien de Gerber.

La principale cause est la tendinopathie calcifiante du subscapulaire.

Il est dépisté par les manœuvres dynamiques de rotation médiale et latérale du bras responsables d'un «ressaut» douloureux très bien visible en échographie.

### Distance coraco-humérale (Fig. 6.7)

Une réduction de la distance coraco-humérale est un facteur favorisant au conflit.

C'est la plus courte distance entre la coracoïde et la tête humérale (tubercule mineur).

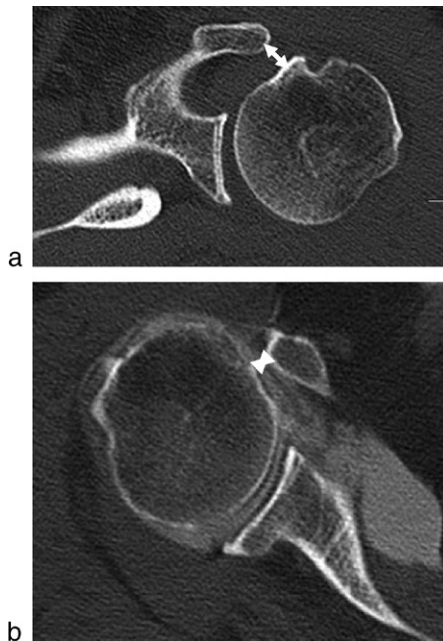
Coupe axiale TDM passant par l'extrémité du processus coracoïde, acquisition en rotation médiale.

Une distance inférieure à 6 mm en rotation médiale est pathologique.

Ce conflit est à l'origine de remaniements osseux du tubercule mineur et de l'extrémité de la coracoïde, et de lésions du tendon subscapulaire ou de la portion horizontale du tendon du long biceps.

### CONFLIT ANTÉROSUPÉRIEUR

C'est le conflit de l'épaule le plus fréquent.

**Fig. 6.7****Distance coraco-humérale.**

*a.* Distance coraco-humérale normale. Coupe axiale TDM de l'épaule gauche en rotation médiale. La distance tubercule mineur–pointe de la coracoïde est de 8 mm. *b.* Distance coraco-humérale diminuée. Coupe axiale arthro-TDM de l'épaule droite en rotation médiale. La distance tubercule mineur–pointe de la coracoïde est diminuée à 4 mm : facteur favorisant le conflit antéromédial.

Il résulte d'une inadéquation entre le contenant (articulation acromioclaviculaire, forme de l'acromion, ligament acromiocracœdien) et le contenu (bourse sous-acromiodeltoïdienne et tendon du supra-spinatus).

Il est dépisté par les manoeuvres dynamiques de rotation médiale et latérale du bras responsables d'un « ressaut » douloureux et d'un bombement du ligament acromiocracœdien (LAC) qui peut être épaisi.

**Longueur du ligament acromiocracœdien (Fig. 6.8)**

Pour Brasseur, un ligament acromiocracœdien court (longueur inférieure à 20 mm) serait un facteur prédisposant au conflit.

Ce conflit est à l'origine d'un épaissement focal des parois de la bourse (> 2 mm) ± épanchement et de lésions de la face superficielle du tendon supra-épineux.

**Fig. 6.8**

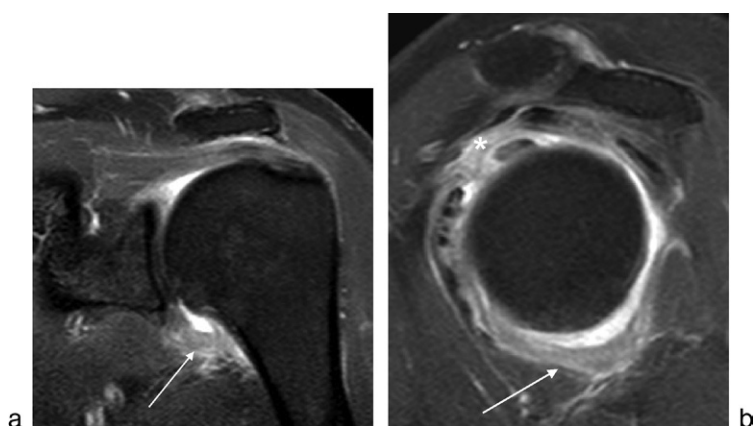
**Ligament acromioclaviculaire.**

Coupe échographique entre l'acromion et la coracoïde. Le LAC a une longueur normale supérieure à 20 mm.

## **CAPSULITE RÉTRACTILE** (Fig. 6.9)

Le diagnostic est clinique avec une évolution en trois phases : phase douloureuse, phase d'enraidissement (limitation des amplitudes articulaires actives et passives) et phase de récupération sur plusieurs mois.

L'arthrographie retrouve une diminution de la capacité articulaire (inférieure à 10 mL) et une sensation de résistance lors de l'injection du produit de contraste.

**Fig. 6.9**

**Capsulite rétractile.**

Coupes IRM frontale (a) et sagittale (b) T1 après gadolinium et saturation du signal de la graisse. Épaississement capsulolabral et rehaussement de l'intervalle des rotateurs (\*) et du récessus axillaire (flèche).

L'IRM retrouve un épaississement et un rehaussement capsulosynovial de l'intervalle des rotateurs et du récessus axillaire avec :

- un épaississement  $\geq 7$  mm du complexe ligamentaire capsulaire de l'intervalle des rotateurs (ligament coraco-huméral en superficie et ligament gléno-huméral supérieur en profondeur du tendon du long biceps) ;
- un épaississement capsulosynovial du récessus axillaire supérieur à 4 mm.

## LUXATION ACROMIOCLAVICULAIRE

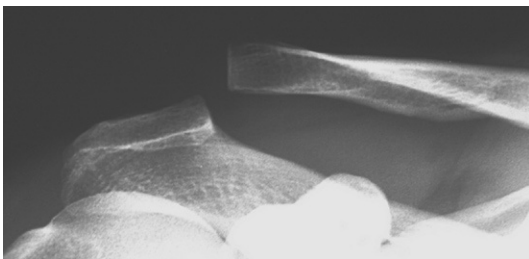
La stabilité de l'articulation acromioclaviculaire est assurée par les ligaments acromioclaviculaires, coracoclaviculaires et les muscles trapèze et deltoïde.

La luxation résulte le plus souvent d'un choc direct sur le moignon de l'épaule. L'interligne articulaire est élargi et l'extrémité distale de la clavicule est déplacée en haut et en arrière.

La classification de Rockwood distingue six stades de disjonction acromioclaviculaire de gravité croissante.

L'examen clinique et les radiographies permettent notamment de différencier le stade 2 du stade 3 (traité chirurgicalement chez le jeune patient sportif ou travailleur).

- Stade 1, entorse acromioclaviculaire (distension de l'appareil capsuloligamentaire acromioclaviculaire) : *radiographies normales*.
- Stade 2, subluxation acromioclaviculaire (rupture de l'appareil capsuloligamentaire acromioclaviculaire) : *diastasis horizontal de 5–7 mm et décalage vertical des surfaces articulaires de moins de 50 %*. L'incidence dynamique de la « sieste » montre la réductibilité de ce décalage vertical minime.
- Stade 3, luxation acromioclaviculaire (rupture de l'appareil capsuloligamentaire acromioclaviculaire et des ligaments coracoclaviculaires) : *instabilité horizontale et verticale avec décalage vertical des surfaces articulaires de plus de 50 %* (Fig. 6.10).



**Fig. 6.10**

**Luxation acromioclaviculaire droite (stade 3).**

Touche de piano et tiroir antérieur. Face rayon droit. Diastasis horizontal et décalage vertical de plus de 50 % des surfaces articulaires. Ce jeune patient a été opéré.

## RADIOGRAPHIES

Les clichés sont de réalisation parfaite, bilatéraux et comparatifs ++.

Radiographies statiques :

- face de Railhac ;
- face rayon ascendant de  $30^\circ$  : étude du diastasis dans le plan horizontal ;
- face rayon descendant de  $15^\circ$  : étude du décalage vertical et distance coracoclaviculaire.

Radiographies dynamiques :

- face avec port de charge ( $\geq 5$  kg) : différencier les stades 1 et 2 (mettre en évidence une subluxation) ;
- incidence de la sieste (face en abduction de  $90^\circ$  et rotation latérale, patient assis, mains derrière la tête) : différencier les stades 2 et 3.

## ÉCHOGRAPHIE

On peut mesurer la largeur de l'interligne acromioclaviculaire (Fig. 6.11) – dans le plan frontal, membres supérieurs en traction – et l'index acromioclaviculaire (IAC) – largeur de l'interligne sain/largeur de l'interligne du côté pathologique.

- Stade 1 (entorse) : interligne  $< 6$  mm, IAC = 1.
- Stade 2 (subluxation) : diastasis à 10 mm, IAC = 0,5.
- Stade 3 (luxation) : diastasis à 22 mm, IAC = 0,25.



**Fig. 6.11**

Articulation acromioclaviculaire normale en échographie.

Coupe frontale échographique. La largeur de l'interligne est normale de façon bilatérale à 5 mm.

# Coude

## ■ COUDE TRAUMATIQUE ET CLICHÉS STANDARD

- Lignes graisseuses
- Ligne humérale antérieure
- Ligne capitelloradiale

## ■ SYNDROME DU TUNNEL DU NERF ULNAIRE



## COUDE TRAUMATIQUE ET CLICHÉS STANDARD

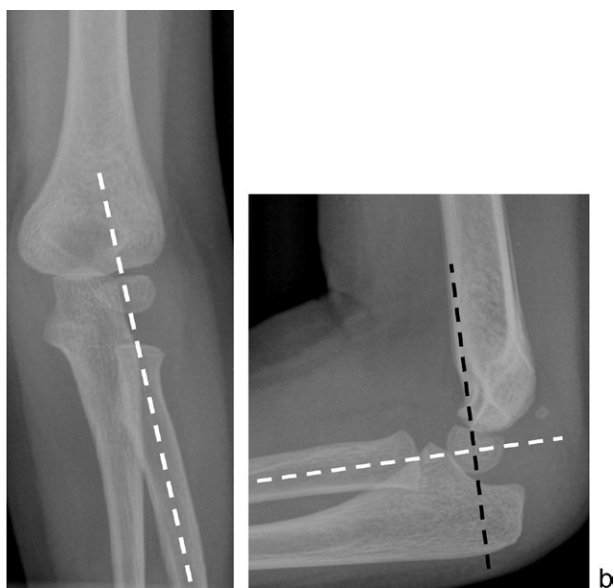
### LIGNES GRAISSEUSES

La présence d'un épanchement articulaire refoule les lignes graisseuses antérieure et postérieure à distance de la corticale humérale. Dans un contexte traumatique, cette hémarthrose amène à rechercher une fracture articulaire.

### LIGNE HUMÉRALE ANTÉRIEURE

C'est la tangente à la corticale antérieure de l'humérus.

- Normale : la ligne passe par le 1/3 moyen du noyau d'ossification du capitellum (Fig. 7.1).
- Déplacement du noyau d'ossification du capitellum : la ligne ne passe plus par le 1/3 moyen du noyau d'ossification du capitellum conduisant au diagnostic de fracture supracondylienne (Fig. 7.2) ou de décollement épiphysaire chez l'enfant.



**Fig. 7.1**

Repères normaux.

Coude gauche de face et de profil. Ligne humérale antérieure (pointillés noirs) et ligne capitelloradiale (pointillés blancs).

**Fig. 7.2****Fracture supracondylienne.**

Coude droit de face et de profil. La ligne humérale antérieure passe par le 1/3 antérieur du point condylien : bascule postérieure du point condylien. Notez le refoulement des lignes graisseuses antérieure et postérieure par l'hémarthrose (flèches).

## LIGNE CAPITELLORADIALE

- Normale (Fig. 7.1) : l'axe de la diaphyse radiale passe par le centre du capitellum de face et de profil, quel que soit le degré de flexion du coude.
- Luxation de la tête radiale (Fig. 7.3) : l'axe de la diaphyse radiale ne passe plus par le centre du capitellum.

## SYNDROME DU TUNNEL DU NERF ULNAIRE (Fig. 7.4)

L'atteinte du nerf ulnaire au coude est la seconde neuropathie périphérique en fréquence après le syndrome du canal carpien.

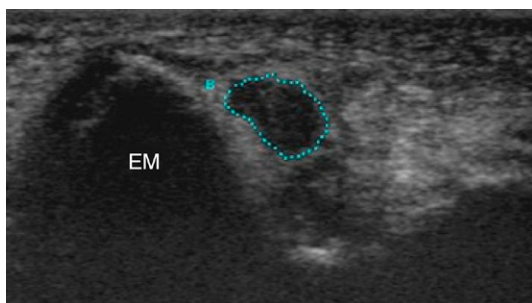
Lors de son trajet du bras vers l'avant-bras, le nerf ulnaire traverse plusieurs sites potentiels de compression. Le nerf ulnaire au coude passe dans un tunnel ostéo-fibreux composé par le rétinaculum du tunnel ulnaire en superficie, le ligament collatéral médial et la capsule articulaire en profondeur, et l'épicondyle médial et l'olécrane sur les côtés.

Il peut se manifester par des douleurs médiales du coude ou des paresthésies du bord ulnaire de la main.

Le nerf ulnaire peut être comprimé lors d'une diminution du contenant (muscle anconé accessoire, chef médial du triceps, ostéophytes, hypertrophie

**Fig. 7.3****Luxation de la tête radiale.**

Coude gauche de face et de profil. L'axe radial (pointillés blancs) ne passe plus par le capitellum. Notez que la ligne humérale antérieure (pointillés noirs) est normale.

**Fig. 7.4****Surface de section du nerf ulnaire au coude, syndrome du tunnel ulnaire.**

Clinique et EMG en faveur d'une atteinte du nerf ulnaire droit. Augmentation de la surface de section à 17 mm<sup>2</sup>, aspect hypoéchogène avec perte de l'aspect fibrillaire.

synoviale, etc.) ou sujet à des microtraumatismes répétés (élongation ou subluxation lors des mouvements de flexion).

L'échographie recherche un épaissement hypoéchogène avec perte de l'aspect fibrillaire du nerf ± hyperhémie doppler avec augmentation de sa surface.

■ Surface normale de 4 à 11 mm<sup>2</sup>.

# Poignet

## ■ CRITÈRES DE QUALITÉ DES CLICHÉS RADIOGRAPHIQUES

### ■ MESURES SUR LE POIGNET DE FACE

- Cohérence des os du carpe entre eux
- Variance ulnaire ou index radio-ulnaire distal (IRU)
- Inclinaison de la glène radiale dans le plan frontal

### ■ MESURES SUR LE POIGNET DE PROFIL

- Angle scapholunaire
- Angles radiolunaire et lunocapital
- Inclinaison de la glène radiale dans le plan sagittal

### ■ PATHOLOGIES

- Conflit ulnocarpien
- Maladie de Kienböck
- Instabilités du carpe
- Instabilité radio-ulnaire distale
- Fracture de l'extrémité inférieure du radius
- Syndrome du canal carpien en échographie

## CRITÈRES DE QUALITÉ DES CLICHÉS RADIOGRAPHIQUES



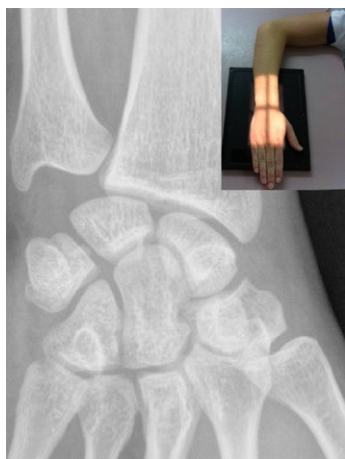
Toutes les mesures que nous décrivons nécessitent des clichés du poignet de réalisation parfaite.

Critères de qualité du cliché de face (Fig. 8.1) :

- main contre la plaque (pronation), inclinaison neutre, coude fléchi à 90°;
- alignement radius–capitatum–troisième métacarpien;
- bonne visibilité des interlignes;
- continuité entre la corticale médiale de l'ulna et du processus styloïde.

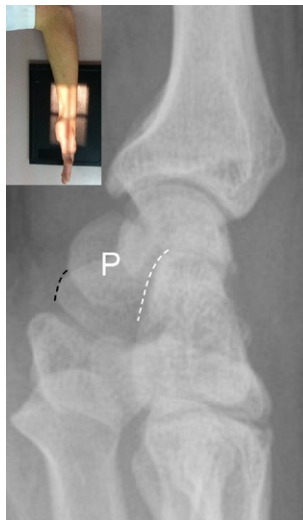
Critères de qualité du cliché de profil (Fig. 8.2) :

- bord latéral de la main contre la plaque, inclinaison neutre, coude fléchi à 90°;
- alignement radius–lunatum–capitatum–troisième métacarpien;
- superposition du radius et de l'ulna, la styloïde ulnaire se projetant au milieu de la tête ulnaire;
- projection du pisiforme (P) entre la corticale antérieure du sommet du capitatum en arrière (pointillés blancs) et la corticale antérieure du pôle distal du scaphoïde en avant (pointillés noirs).



**Fig. 8.1**

Critères de qualité du cliché de face.



**Fig. 8.2**  
Critères de qualité du cliché de profil.

## MESURES SUR LE POIGNET DE FACE

### COHÉRENCE DES OS DU CARPE ENTRE EUX

Les trois arcs de Gilula dessinent des courbes harmonieuses. Le premier unit les faces supérieures des os de la première rangée, le second leur face inférieure, le troisième la face supérieure du capitatum et de l'hamatum. Leur rupture signe l'instabilité du carpe.

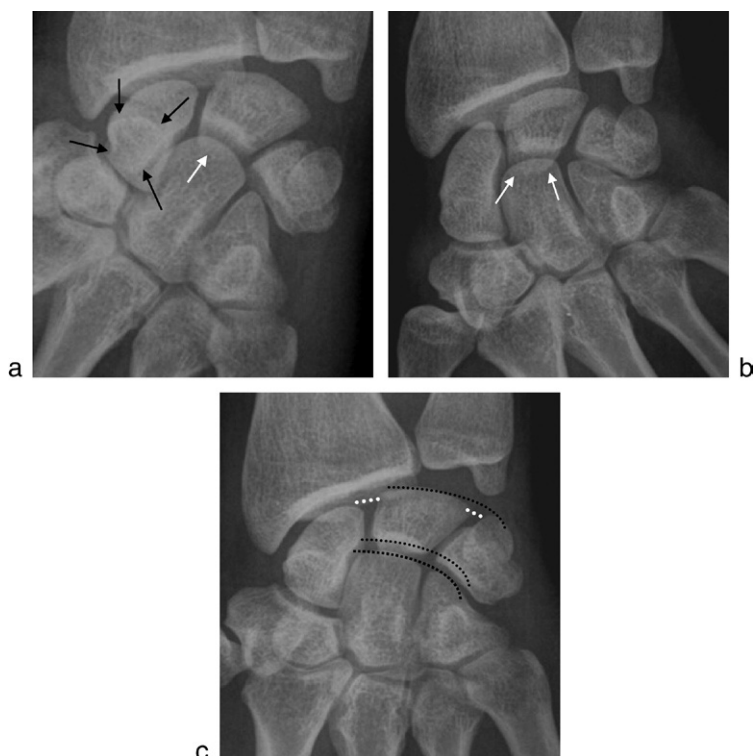
- Normale : les interlignes articulaires carpiens sont inférieurs à 3 mm d'épaisseur et sont parallèles (Fig. 8.3).
- Lésion ligamentaire : diastasis  $\geq 3$  mm sauf en cas d'hyperlaxité où il existe un diastasis physiologique (clichés bilatéraux comparatifs ++).

### VARIANCE ULNAIRE OU INDEX RADIO-ULNAIRE DISTAL (IRU)

Cet index mesure la différence de longueur entre le radius et l'ulna. C'est la distance entre la perpendiculaire à l'axe radial, passant par le bord médial de la surface articulaire radiale, et la parallèle tangente à la surface articulaire distale de la tête ulnaire.

- IRU distal normal : 0–2 mm.

La variance ulnaire normale est donc un peu négative – ulna plus court que le radius de moins de 2 mm – ou neutre – ulna aussi long que le radius (Fig. 8.4).

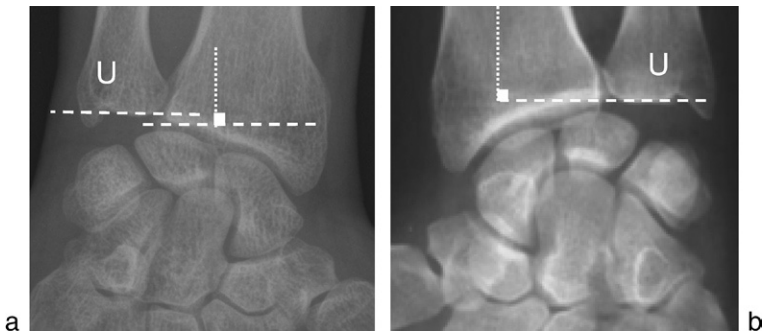
**Fig. 8.3****Mobilité normale des os de la première rangée du carpe.**

Poignet gauche de face. Les interlignes articulaires ne dépassent pas 3 mm (pointillés blancs) et les arcs de Gilula sont harmonieux (pointillés noirs). *a.* Inclinaison radiale : le scaphoïde et le lunatum sont en flexion. Le scaphoïde est horizontalisé (« se couche »), son tubercule antérieur dessinant le signe de l'anneau (flèches noires), et le lunatum est en bascule palmaire dégageant sa corne postérieure petite et pointue (flèche blanche). *b.* Inclinaison ulnaire : le scaphoïde et le lunatum sont en extension. Le scaphoïde est verticalisé et le lunatum est en bascule dorsale dégageant sa corne antérieure large et carrée (flèches blanches). *c.* Inclinaison neutre : le scaphoïde est en position intermédiaire. Les cornes antérieure et postérieure du lunatum sont superposées.

## INCLINAISON DE LA GLÈNE RADIALE DANS LE PLAN FRONTAL

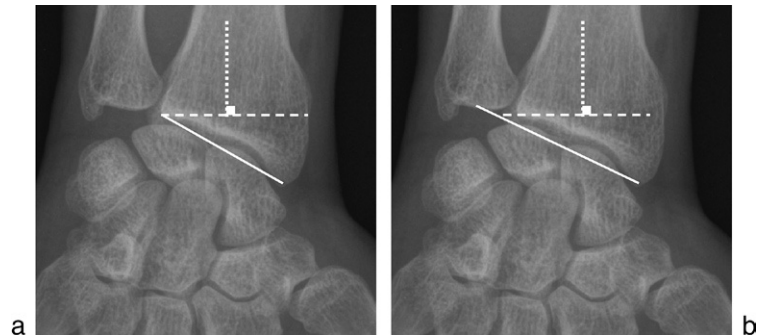
C'est l'angle entre la perpendiculaire à l'axe du radius et la tangente aux extrémités distales des marges latérale et médiale de l'épiphyse radiale.

- Pente radiale normale (Fig. 8.5) : 22° (15–30°).

**Fig. 8.4**

Variances ulnaires normales.

*a.* Un peu négative de moins de 2 mm. *b.* Neutre.

**Fig. 8.5**

Inclinaison radiale normale.

*a.* Pente radiale. *b.* Ligne bistyloïdienne.

Les orthopédistes utilisent également la ligne bistyloïdienne qui est la ligne unissant les extrémités distales des têtes radiale et ulnaire. Elle doit faire un angle de 15° par rapport à l'horizontale.

## MESURES SUR LE POIGNET DE PROFIL

### ANGLE SCAPHOLUNAIRE (Fig. 8.6)

C'est l'angle entre la tangente au bord palmaire du scaphoïde et l'axe longitudinal du lunatum (perpendiculaire à la tangente passant par ses cornes antérieure et postérieure).

- Normal : 30–70°.
- > 70° : bascule dorsale du lunatum en DISI (*dorsal intercalated segment instability*) dans l'instabilité scapholunaire.
- < 30° : bascule ventrale du lunatum en VISI (*volar intercalated segment instability*) dans l'instabilité lunotriquétrale.





Fig. 8.6

Angle scapholunaire normal.

### Remarque

Certains utilisent l'angle entre la tangente au bord palmaire du scaphoïde et la ligne passant par les cornes antérieure et postérieure du lunatum.

## ANGLES RADIOLUNAIRE ET LUNOCAPITAL

L'angle radiolunaire (Fig. 8.7) est l'angle formé par l'intersection des axes longitudinaux du radius et du lunatum.

L'angle lunocapital est l'angle formé par l'intersection des axes longitudinaux du lunatum et du capitatum.

- Normaux entre  $-15^\circ$  et  $+15^\circ$  : il existe donc un alignement du radius, du lunatum, du capitatum et du troisième métacarpien (Fig. 8.8).

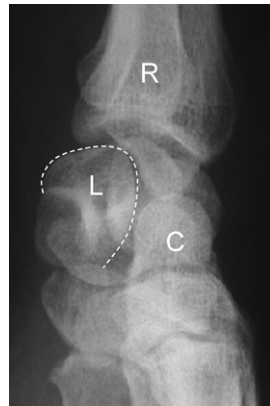
## INCLINAISON DE LA GLÈNE RADIALE DANS LE PLAN SAGITTAL

C'est l'angle entre la perpendiculaire à l'axe du radius et la tangente aux marges distales antérieure et postérieure du radius.

- Antéversion normale de  $10^\circ$  ( $0-28^\circ$ ) : la surface articulaire du radius regarde en bas et en avant (Fig. 8.9).



**Fig. 8.7**  
Angle radiolunaire normal.



**Fig. 8.8**  
Luxation périlunaire du carpe.  
Notez la perte de l'alignement radius–lunatum–  
capitatum–M3 avec un lunatum en situation  
palmaire (pointillés blancs).



**Fig. 8.9**  
Antéversion glénoïdale normale.

## **PATHOLOGIES**

### **CONFLIT ULNOCARPIEN**

Il peut être idiopathique, avec comme facteur favorisant inconstant un « ulna long » (Fig. 8.10), ou secondaire à un raccourcissement post-traumatique du radius.



**Fig. 8.10**

**Ulna long.**

*a.* Variance ulnaire positive. *b.* Conflit ulnocarpien : anomalie de signal osseux du lunatum (hypersignal T2, saturation de graisse).

Ce conflit évolue vers une arthrose ulnocarpienne par perforation du TFCC, atteinte du bord ulnaire du lunatum, du bord radial du triquétrum et du ligament lunotriquétral.

### **MALADIE DE KIENBÖCK**

C'est l'ostéonécrose du lunatum dont les facteurs congénitaux favorisants évoqués seraient un ulna court et une pente radiale faible ( $< 20^\circ$ ) responsables de microtraumatismes répétés du lunatum contre le radius (Fig. 8.11).

### **INSTABILITÉS DU CARPE**

Les entorses graves du carpe avec instabilité « statique » permanente sont dépistées sur les radiographies de face et de profil du poignet. Les clichés dynamiques de face, en inclinaison ulnaire et poing serré, permettent la détection d'un diastasis scapholunaire non permanent témoignant d'une instabilité « dynamique ».



**Fig. 8.11**

**Ostéonécrose du lunatum.**

La variance ulnaire est négative de plus de 2 mm (ulna court). Le lunatum présente une modification de sa forme et de sa densité.

L'instabilité scapholunaire est la plus fréquente et la plus grave car elle évolue vers l'arthrose (SLAC wrist : *scapholunate advanced collapse*), tandis que l'instabilité lunotriquétrale est plus rare et évolue rarement vers l'arthrose hamatotriquétrale.

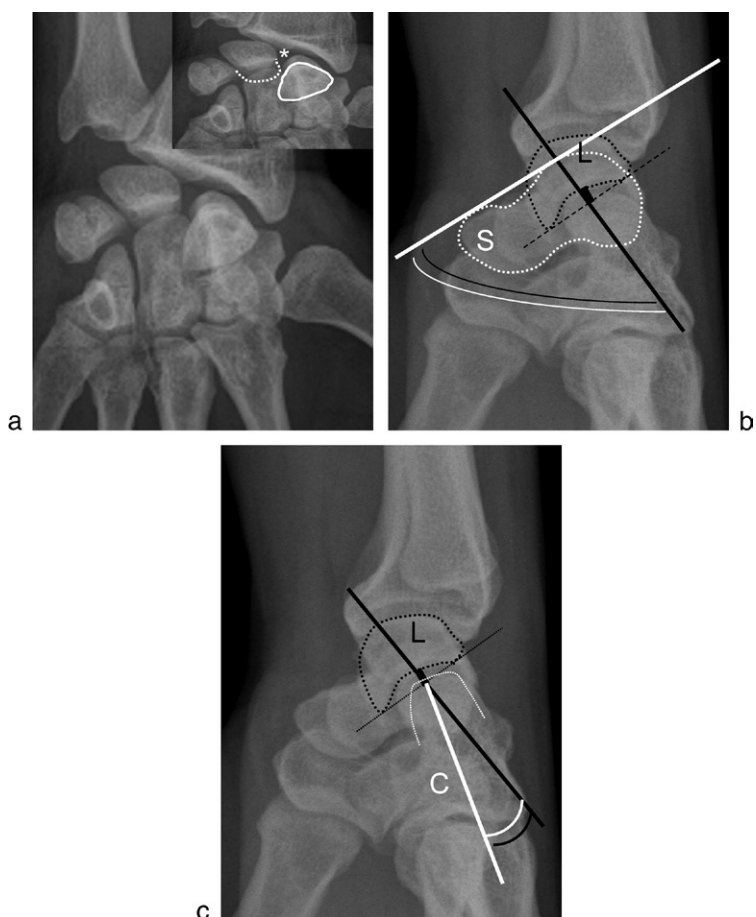
## **Instabilité scapholunaire**

Sur la radiographie de face (Fig. 8.12a), on recherche :

- un diastasis scapholunaire  $> 3$  mm ;
- une dissociation scapholunaire avec bascule dorsale du lunatum qui est en extension (corne antérieure large et carrée visible), contrastant avec la flexion du scaphoïde qui « se couche » (signe de l'anneau par projection de son tubercule antérieur).

Sur la radiographie de profil (Fig. 8.12b et c), on recherche :

- une bascule dorsale du lunatum en DISI avec un angle scapholunaire  $> 70^\circ$  ;
- une perte de l'alignement radius–lunatum–capitatum–M3 (augmentation des angles radiolunaire et lunocapital  $> 15^\circ$ ).

**Fig. 8.12****Instabilité scapholunaire.**

*a.* Cliché de face : notez le diastasis scapholunaire (\*), le signe de l'anneau du scaphoïde (ligne continue) et la bascule dorsale du lunatum qui montre sa corne antérieure (ligne pointillée). *b et c.* Clichés de profil : l'angle scapholunaire est augmenté :  $> 70^\circ$  (*b*); l'angle lunocapital est augmenté :  $> 15^\circ$  (*c*).

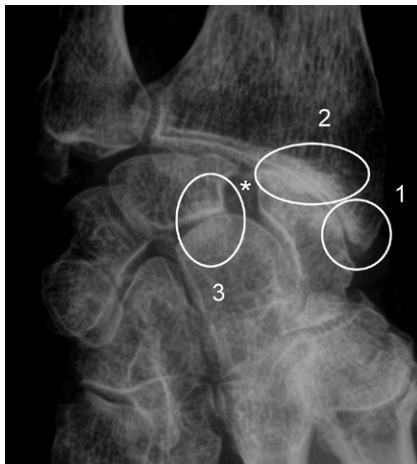


Le signe de l'anneau du scaphoïde n'a de valeur que sur une incidence en inclinaison neutre ou ulnaire du poignet. En effet, en inclinaison radiale, il existe une flexion physiologique du scaphoïde qui « se couche ».

L'instabilité scapholunaire évolue vers l'arthrose ou «SLAC *lesions*» avec une arthrose styloïdoscaphoïdienne (SLAC 1), puis radioscaphoïdienne (SLAC 2) et enfin lunocapitale (SLAC 3 : Fig. 8.13).

Le traitement chirurgical de l'instabilité scapholunaire dépend de l'état du cartilage ( $\pm$  arthroscanner) :

- dans l'entorse fraîche (de moins de 3 semaines), le patient peut bénéficier d'une réduction du diastasis et d'une ligamentoplastie ;
- dans l'entorse plus ancienne à cartilage respecté, une ligamentoplastie est discutée. Au stade d'arthrose, un rabotage de la styloïde ulnaire, une résection de la première rangée du carpe ou une arthrodèse sont envisagés en fonction du stade de l'arthrose.



**Fig. 8.13**

#### Arthrose SLAC 3.

Stade évolué de l'instabilité scapholunaire par rupture du ligament scapholunaire. Notez le diastasis scapholunaire (\*) et l'arthrose styloïdoscaphoïdienne (1), radioscaphoïdienne (2) et lunocapitale (3). Le patient a bénéficié d'une arthrodèse.

### Instabilité lunotriquétrale

Sur la radiographie de face (Fig. 8.14a), on recherche :

- une rupture des deux premiers arcs de Gilula avec décroché en regard de l'interligne lunotriquétral et chevauchement lunotriquétral (rarement diastasis) ;
- une bascule palmaire du lunatum (corne postérieure petite et pointue visible).

Sur la radiographie de profil (Fig. 8.14b et c), on recherche :

- une bascule palmaire du lunatum en VISI avec un angle scapholunaire  $< 30^\circ$  ;
- une perte de l'alignement radius–lunatum–capitatum–M3 (augmentation des angles radiolunaire et lunocapital  $> 15^\circ$ ).

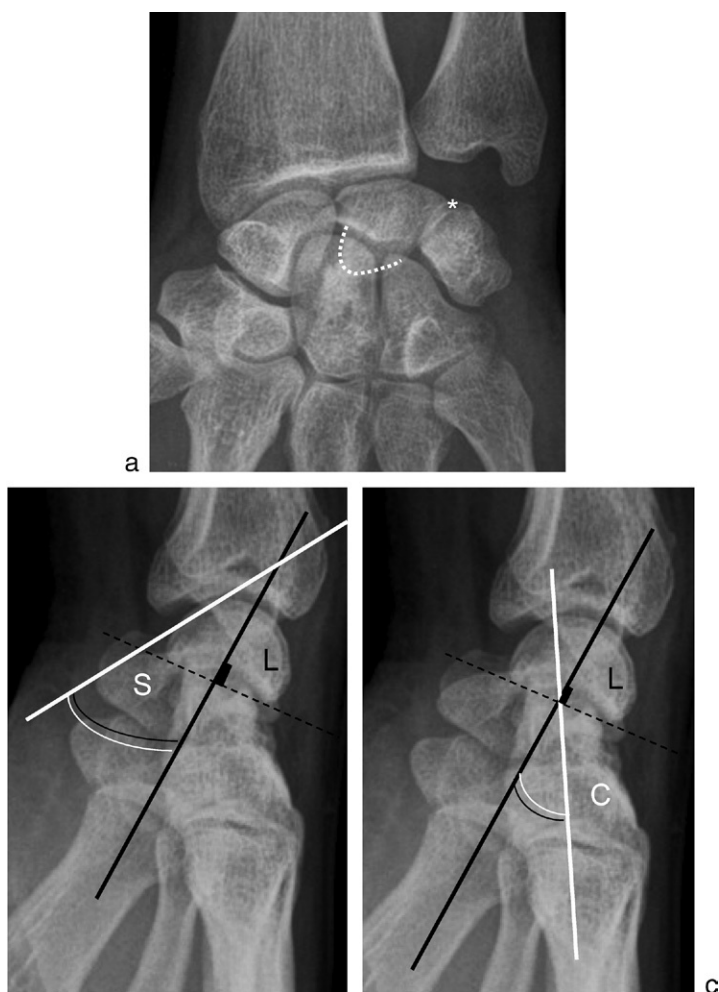


Fig. 8.14

**Instabilité lunotriquetrale.**

*a.* Cliché de face : notez le chevauchement lunotriquetral (\*) et la bascule palmaire du lunatum qui montre sa corne postérieure (pointillés). *b et c.* Clichés de profil : l'angle scapholunaire est diminué :  $< 30^\circ$  (*b*); l'angle lunocapital est augmenté :  $> 15^\circ$  (*c*).

**INSTABILITÉ RADIO-ULNAIRE DISTALE**

La stabilité de l'articulation radio-ulnaire distale fait intervenir le TFCC, la membrane interosseuse et la congruence articulaire radio-ulnaire distale.

Les principales causes de l'instabilité sont une fracture du radius intra- ou extra-articulaire, une fracture avulsion du TFCC ou une arthropathie radio-ulnaire distale.

Elle se manifeste par une douleur du versant ulnaire du poignet à la pronosupination et/ou une mobilité anormale de la tête ulnaire.

## Radiographies

Le diagnostic peut être difficile, notamment en cas de subluxation.

Les clichés de face et de profil, de réalisation stricte, sont comparés au côté sain ++ :

- face : diastasis radio-ulnaire distal (le plus souvent) ou diminution de l'interligne radio-ulnaire distal ;
- profil : ulna et radius non superposés avec translation dorsale (le plus souvent) ou palmaire de la tête ulnaire (Fig. 8.15 et 8.16).



La moindre pronosupination du poignet peut être responsable de faux positifs avec radius et ulna non superposés.



**Fig. 8.15**

**Mesure de la translation de la tête ulnaire par rapport au radius sur les radiographies de profil strict bilatérales et comparatives.**

On rappelle que le pisiforme se projette entre les corticales antérieures du sommet du capitatum (*pointillés blancs*) et du pôle distal du scaphoïde (*pointillés noirs*). On mesure : la distance pisoscapoïdienne (*ligne blanche*), séparant les extrémités palmaires du scaphoïde et du pisiforme. Cette distance doit être comparable (différence de moins de 3 mm) entre les deux côtés pour s'assurer du positionnement identique des poignets ; la distance radio-ulnaire (*double flèche blanche*), séparant les corticales dorsales du radius et de l'ulna. Une différence de plus de 6 mm entre les deux côtés signe la (sub)luxation radio-ulnaire distale.



**Fig. 8.16****Luxation radio-ulnaire distale.**

Syndrôme d'Essex-Lopresti associant une fracture de la tête radiale et une luxation radio-ulnaire distale (rupture de la membrane interosseuse et du TFCC). *a.* Diastasis radio-ulnaire distal (\*): notez l'aspect d'ulna long (faux raccourcissement du radius par ascension post-traumatique). *b.* Translation dorsale de l'extrémité distale de la tête ulnaire.

**Scanner**

Le diagnostic est plus facile.

Coupes axiales sur l'articulation radio-ulnaire distale des deux poignets, en position neutre (paumes perpendiculaires au plan de la table), pronation et supination.

Différentes méthodes permettent de confirmer et quantifier l'instabilité radio-ulnaire distale.

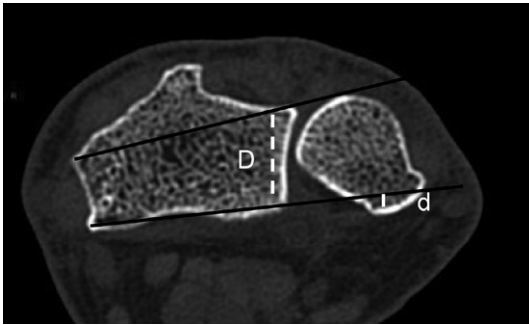
*Méthode du tracé radio-ulnaire modifiée* (Fig. 8.17) : on trace deux droites, l'une passant par les bords médial et latéral de la face dorsale du radius, et l'autre passant par les bords médial et latéral de la face palmaire du radius. La distance  $d$  est la distance maximale avec laquelle la tête est subluxée, la distance  $D$  est le diamètre de l'incisure ulnaire du radius.

- Normal :  $d$  est inférieure au  $1/4$  de  $D$ . La tête ulnaire est quasiment située entre ces deux droites.

Le traitement de l'instabilité radio-ulnaire distale consiste en une réduction-immobilisation  $\pm$  réparation des structures de la stabilité ou arthrodèse en cas d'arthrose radio-ulnaire distale associée.

**FRACTURE DE L'EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DU RADIUS** (Fig. 8.18)

Le traitement est chirurgical s'il existe une horizontalisation de la pente radiale, et/ou une variance ulnaire anormale, et/ou une perte de l'antéversion physiologique de la glène radiale.

**Fig. 8.17**

Mesure de la subluxation radio-ulnaire distale.

Coupe axiale TDM. La distance  $d$  est inférieure au  $1/4$  de  $D$  : pas de subluxation radio-ulnaire distale.

**Fig. 8.18**

Fracture de l'extrémité inférieure du radius.

Notez la fracture de la styloïde ulnaire associée. Indication chirurgicale par réduction-ostéosynthèse. *a*. La pente radiale est horizontalisée ( $< 15^\circ$ ). *b*. La glène radiale est rétroversée (perte de l'antéversion physiologique).

## SYNDROME DU CANAL CARPIEN EN ÉCHOGRAPHIE

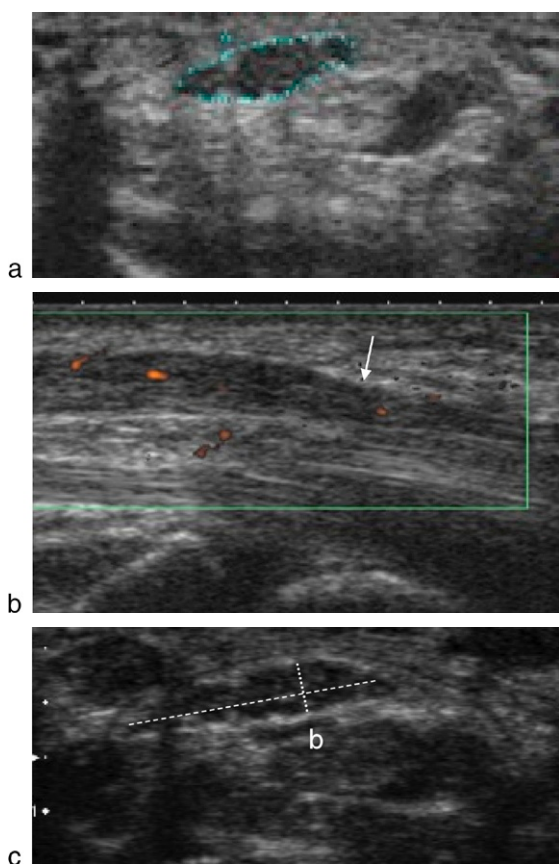
Le canal carpien est un tunnel ostéofibreux composé par le rétinaculum des fléchisseurs en superficie et les os du carpe en profondeur et sur les côtés. Il est délimité par le tubercule du scaphoïde et le pisiforme en proximal et le tubercule du trapèze et le crochet de l'hamatum en distalité. Il contient les tendons fléchisseurs des doigts en profondeur et le nerf médian en superficie.

Le syndrome du canal carpien est un ensemble de signes fonctionnels et physiques liés à la souffrance du nerf médian qui est comprimé dans le canal. Il est d'origine idiopathique ou secondaire (processus occupant intracanalalaire, facteurs endocriniens ou métaboliques...).

Le diagnostic est clinique, confirmé par l'électromyogramme (EMG). L'échographie peut être utile en cas de symptomatologie atypique, de discordance entre la clinique et l'EMG ou pour rechercher une cause.

### Critères morphologiques (Fig. 8.19)

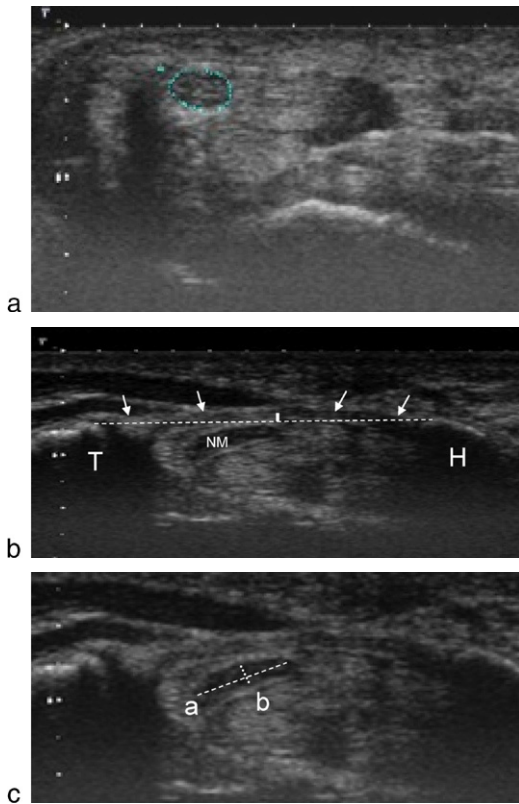
Épaississement hypoéchogène avec perte de l'aspect fibrillaire du nerf ± hyperhémie doppler en amont de la sténose ± un signe de l'encoche (disparité de calibre visible sur la coupe sagittale).



**Fig. 8.19**

**Syndrome du canal carpien.**

*a.* Coupe juste au-dessus de l'orifice proximal du canal : la surface de section du nerf médian est augmentée à 17 mm<sup>2</sup>. *b.* Coupe sagittale : épaississement hypoéchogène du nerf avec hyperhémie doppler en amont de la sténose qui est visible par le signe de l'encoche (flèche). *c.* Coupe au niveau de l'orifice distal du canal : le nerf médian est aplati avec un index d'aplatissement augmenté à 5.

**Fig. 8.20**

**Critères quantitatifs échographiques normaux du nerf médian dans le canal carpien.**

*a.* Coupe juste au-dessus de l'orifice proximal du canal : la surface de section du nerf médian est de  $10 \text{ mm}^2$ . *b.* Coupe au niveau de l'orifice distal du canal : le rétinaculum n'est pas trop bombé. *c.* Coupe au niveau de l'orifice distal du canal : le nerf médian n'est pas trop aplati avec un index d'aplatissement inférieur à 3.

Critères quantitatifs (Fig. 8.20)

- Augmentation de la surface de section du nerf médian juste en amont de l'orifice proximal  $\geq 12 \text{ mm}^2$  (sauf si bifidité ou division précoce du nerf). Il existe beaucoup de variations interindividuelles avec des valeurs normales pouvant aller de 9 à  $15 \text{ mm}^2$ .
- Bombement palmaire du rétinaculum des fléchisseurs au-dessus de la tangente joignant les sommets du tubercule du trapèze et du crochet de l'hamatum sur la coupe passant par l'orifice distal :
  - normal :  $\leq 2 \text{ mm}$  ;
  - pathologique :  $> 2\text{--}4 \text{ mm}$ .

- Indice d'aplatissement du nerf  $> 3$  sur la coupe axiale passant par l'orifice distal. L'indice d'aplatissement du nerf se définit comme le rapport entre son diamètre transversal  $a$  et son diamètre antéropostérieur  $b$  ( $I = a/b$ ).
- Diminution de la mobilité du nerf sous le rétinaculum lors de la flexion-extension (comparaison au côté controlatéral).

gratuitlivre.blogspot.com

AIA UNE! e de (climatologie & paléoclimatologie ) Chercher... Ok

**www.Gratuitlivre.blogspot.com**

Télécharger gratuitement vous meilleur livres en PDF

ACCUEIL ÉCONOMIE INFORMATIQUE MATHÉMATIQUES PHYSIQUE CHIMIE BIOLOGIE GÉOLOGIE MÉDECINE MORE

**BIENVENUE**

Chers visiteurs !  
Notre site est spécialement fait pour vous , vous y trouvez tous ce qui vous concernent , Cours , Exercices , Devoirs , Livres , Et plus....

**ARTICLES RÉCENTS**

**Les 100 questions préférées d'un entretien**

Voici une liste de 100 questions classique avec réponses posées en entretien d'embauche pour vous entraîner et arriver au top le jour de votre entretien. Taille ...

**entretien d'embauche avec 100-questions-classiques**

Voici une liste de 100 questions classique avec réponses posées en entretien d'embauche pour vous entraîner et arriver au top le j...

**Livre de flash**

Cet ouvrage 100 % pratique propose en 34 ateliers une découverte progressive des principales fonctionnalités de Flash, que vous ayez la version CS3 ou une version antérieure....

**ARTICLES POPULAIRES**

**Livre de géophysique avec des exercices corrigés**

Ce livre fournit les notions de base de la physique du globe et de la géophysique fondamentale et appliquée : mesure, gravimétrie, pesan...

**entretien d'embauche avec 100-questions-classiques**

Voici une liste de 100 questions classique avec réponses posées en entretien d'embauche pour vous entraîner et arriver au top le j...

**Livre ( chimie & physique )**

Les informations qui suivent concernent les écoles d'ingénieurs recrutant au niveau Bac +2

CHAPITRE

9

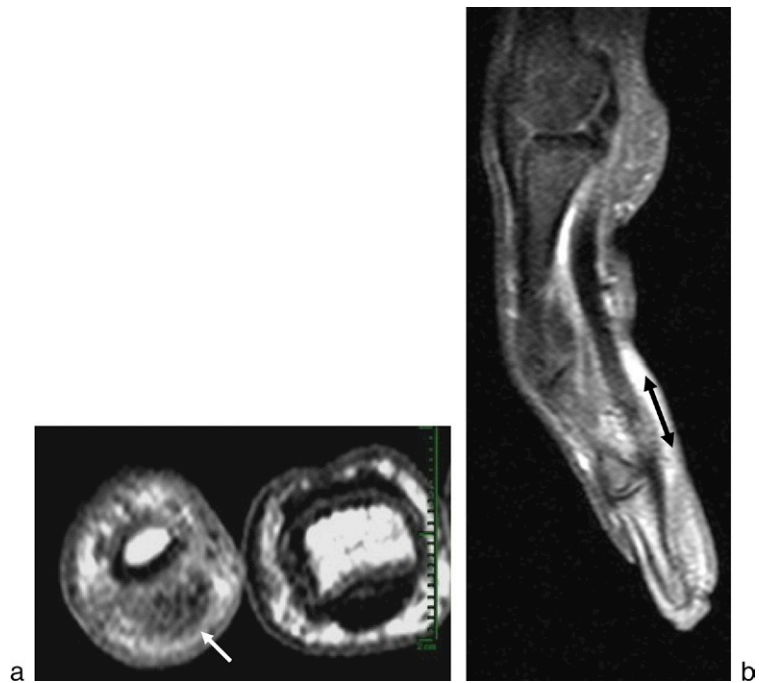
# Main

## Complications des tendons opérés

Les principales complications d'un tendon opéré au niveau de la main sont les adhérences avec fibrose péri-tendineuse, la re-rupture et le cal d'allongement du tendon.

Mesure du cal tendineux d'allongement (Fig. 9.1) :

- la formation d'un cal tendineux est normale après réparation chirurgicale. L'imagerie doit évaluer sa qualité et sa longueur (échographie ou IRM) ;
- en IRM (pondération T1), le cal mature est en bas signal sur les coupes axiales et la longueur du cal est mesurée sur les coupes sagittales ;
- quand la longueur du cal est supérieure à 10 mm, la fonction tendineuse est compromise, alors qu'un cal mature de moins de 10 mm est acceptable et incite à la poursuite de la rééducation.



**Fig. 9.1**

Mesure du cal d'allongement du tendon fléchisseur du cinquième doigt.

Coupes axiale et sagittale T1. Suture tendineuse après plaie, 2 mois auparavant.

La longueur du cal est estimée sur la coupe sagittale.

# Hanche

## ■ COXOMÉTRIE

- Coxométrie standard
- Coxométrie au scanner

## ■ COXARTHROSES SECONDAIRES

- Dysplasie de hanche
- Protrusion acétabulaire
- Conflit fémoro-acétabulaire
- Ostéonécrose de la tête fémorale

## ■ POSITIONNEMENT DES PROTHÈSES TOTALES DE HANCHE (PTH)

- Malposition des implants prothétiques et luxation récidivante
- Migration des implants et descellement

## ■ LUXATION CONGÉNITALE DE HANCHE (NOUVEAU-NÉ/NOURRISSON)

- Échographie
- Radiographie

## ■ ÉPIPHYSIOLYSE (ADOLESCENT)

- Hanche de profil
- Bassin de face

## ■ ÉPANCHEMENT ARTICULAIRE EN ÉCHOGRAPHIE



## COXOMÉTRIE

Ce sont les mesures angulaires du cotyle et du col fémoral.

### COXOMÉTRIE STANDARD

Radiographie du bassin de face debout et faux profil de hanche (Lequesne).

Sur le cliché de face, on mesure l'obliquité du toit acétabulaire, l'angle cervico-diaphysaire et la couverture latérale de la tête fémorale (Fig. 10.1a).



**Fig. 10.1**

**Bilan radiographique standard pour la mesure des angles : critères de qualité.**

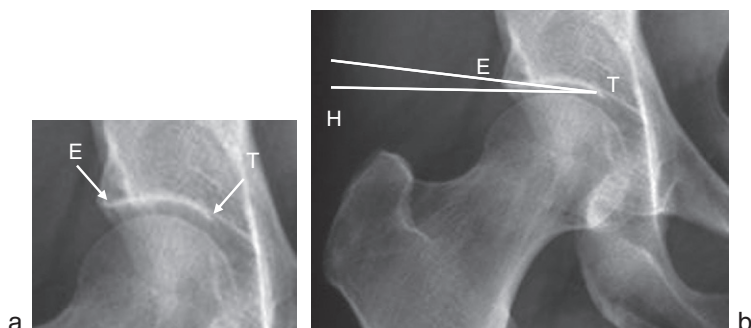
*a.* Bassin de face debout : le coccyx se projette au-dessus (25 à 55 mm) et dans l'axe de la symphyse pubienne. Les pieds sont en rotation médiale de 15–20° : les petits trochanters sont visibles mais peu saillants, barrés par la corticale médiale de la diaphyse. *b.* Faux profil droit de Lequesne : c'est un cliché réalisé debout. Les deux têtes fémorales doivent être à peu près sur la même horizontale et distantes entre elles de l'épaisseur d'une tête environ.

Sur le cliché en faux profil, on mesure la couverture antérieure de la tête fémorale (Fig. 10.1b).

### Obliquité du toit acétabulaire (Fig. 10.2)

C'est l'angle HTE avec, H l'horizontale, E et T les extrémités latérale et médiale du toit acétabulaire (ligne dense).

- Normal :  $\leq 10^\circ$ .
- Hanche limite :  $10-12^\circ$ .
- Dysplasie :  $> 12^\circ$  (toit acétabulaire trop oblique).



**Fig. 10.2**  
Obliquité normale du toit acétabulaire.

#### Remarque

L'horizontale H est parallèle au bord inférieur du cliché et n'est plus parallèle à l'horizontale du bassin en cas de bascule de celui-ci.

### Angle cervicodiaphysaire (Fig. 10.3)

C'est l'angle CC'D avec C le centre de la tête fémorale, C' le milieu du col, CC' l'axe du col et C'D l'axe de la diaphyse fémorale.

- Normal :  $120-137^\circ$ .
- Hanche limite :  $138-140^\circ$ .
- Dysplasie :  $< 120^\circ$  (coxa vara),  $> 140^\circ$  (coxa valga).

Chez l'enfant, CC'D est de  $145^\circ$  environ entre 1–3 ans.

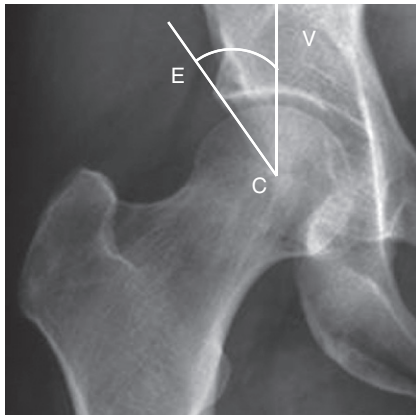
### Couverture latérale de la tête fémorale (Fig. 10.4)

C'est l'angle VCE avec V la verticale, C le centre de la tête fémorale et E l'extrémité latérale du toit acétabulaire (ligne dense).

- Normal :  $\geq 25^\circ$ .
- Hanche limite :  $20-25^\circ$ .
- Dysplasie :  $< 20^\circ$  (insuffisance de couverture),  $\geq 40^\circ$  (excès de couverture).



**Fig. 10.3**  
Angle cervicodiaphysaire normal.



**Fig. 10.4**  
Couverture latérale normale de la tête fémorale.

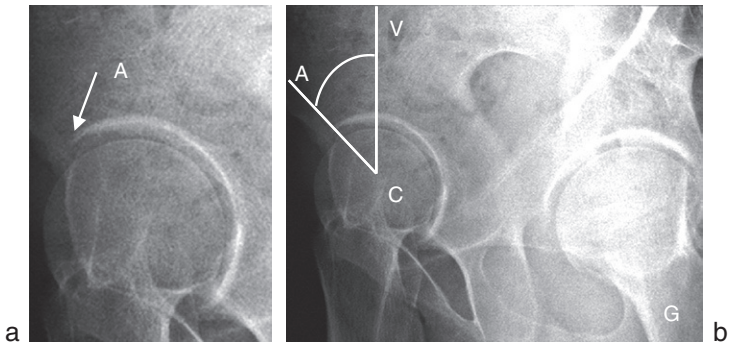
**Remarque**

La verticale V est parallèle au bord latéral du cliché et n'est plus parallèle à la verticale du bassin en cas de bascule de celui-ci.

### Couverture antérieure de la tête fémorale (Fig. 10.5)

C'est l'angle VCA avec V la verticale, C le centre de la tête fémorale et A l'extrémité antérieure du toit acétabulaire (ligne dense).

- Normal :  $\geq 25^\circ$ .
- Hanche limite :  $20-25^\circ$ .
- Dysplasie :  $< 20^\circ$  (insuffisance de couverture),  $\geq 40^\circ$  (excès de couverture).



**Fig. 10.5**  
Couverture antérieure normale de la tête fémorale.  
Faux profil de hanche droite.

## COXOMÉTRIE AU SCANNER

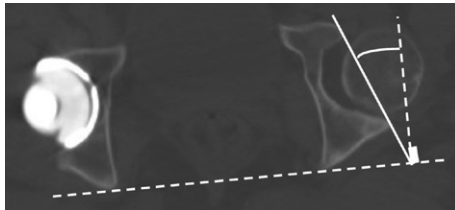
Coupes axiales permettant la mesure de l'antéversion du col fémoral et du cotyle.

### Antéversion de l'acétabulum (Fig. 10.6)

Coupe axiale passant par le centre des têtes fémorales et les épines sciatiques. C'est l'angle entre la droite passant par les rebords antérieur et postérieur de l'acétabulum, et la perpendiculaire à la ligne biscliatique.

- Normal :  $20-25^\circ$  environ.

Chez l'enfant, l'antéversion de l'acétabulum est de  $10^\circ$  à la naissance et augmente ensuite.



**Fig. 10.6**  
Antéversion normale de l'acétabulum gauche.  
Coupe axiale oblique. Notez la rétroversion de la cupule acétabulaire droite.

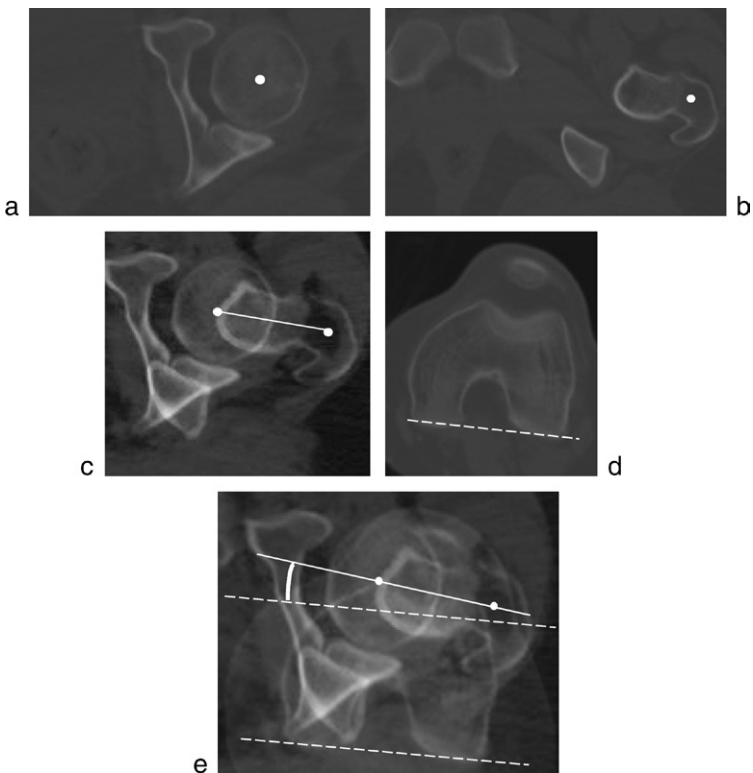
### Antéversion du col fémoral (Fig. 10.7)

Elle nécessite l'addition de trois coupes axiales.

C'est l'angle entre l'axe du col et l'axe bicondylien postérieur.

■ Normal : 10–20°.

Chez l'enfant, l'antéversion du col fémoral est élevée à la naissance (35° environ) et diminue progressivement jusqu'à l'âge de 15 ans. Elle est de 20 à 25° entre 5 et 10 ans.



**Fig. 10.7**

**Antéversion normale du col fémoral gauche.**

*a, b et d.* Addition de trois coupes axiales passant respectivement par le centre de la tête fémorale (*a*), la base du col (*b*) et l'échancrure intercondylienne (*d*). *c.* Addition des deux coupes *a* et *b* : axe du col fémoral. *d.* Coupe passant par l'échancrure intercondylienne arrondie en arche romane : axe bicondylien postérieur (tangente au bord postérieur des condyles). *e.* Addition des trois coupes *a, b* et *d* : l'angle entre l'axe du col et l'axe bicondylien postérieur est de 10° d'antéversion.

## COXARTHROSES SECONDAIRES

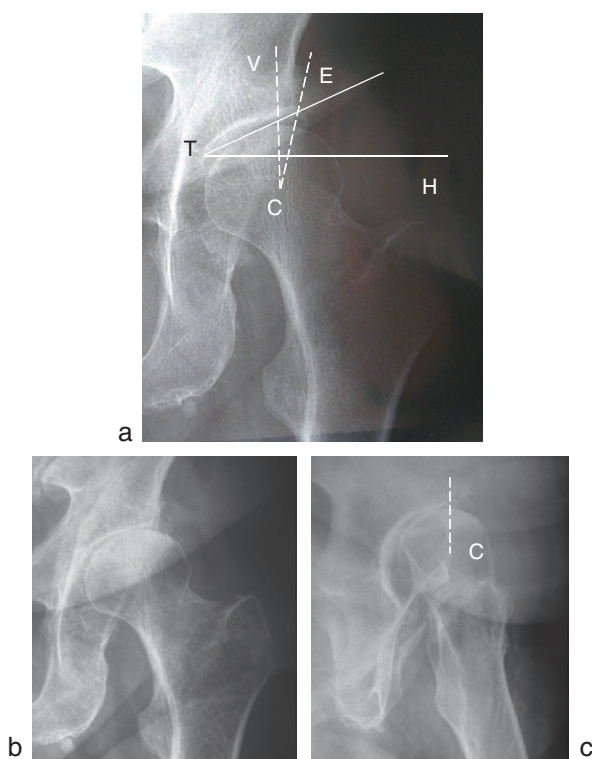
Elles représentent 60 % des coxarthroses. Des anomalies architecturales doivent être systématiquement recherchées dans le cas des coxarthroses précoces.

### DYSPLASIE DE HANCHE (Fig. 10.8)

Elle s'observe préférentiellement chez la femme de 30–40 ans. Il s'agit d'une coxarthrose supérolatérale et antérieure.

Les valeurs angulaires pathologiques de la coxométrie à rechercher sont :

- sur le cliché de face, une coxa valga ( $CC'D > 140^\circ$ ), une trop forte obliquité du toit de l'acétabulum ( $HTE > 12^\circ$ ) et/ou une insuffisance de couverture latérale de la tête fémorale ( $VCE < 20^\circ$ );



**Fig. 10.8**

**Dysplasie de hanche.**

*a.* Hanche gauche de face debout. Trop forte obliquité du toit de l'acétabulum (HTE), insuffisance de couverture latérale de la tête fémorale (VCE). *b* et *c.* Évolution vers une coxarthrose supérolatérale et antérieure. Notez l'insuffisance de couverture antérieure de la tête fémorale ( $VCA \approx 0^\circ$ ) sur le faux profil (*c*).

- sur le faux profil, une insuffisance de couverture antérieure de la tête fémorale ( $VCA < 20^\circ$ );
- sur les coupes axiales TDM, une antéverson exagérée du col fémoral ( $> 25^\circ$ ).

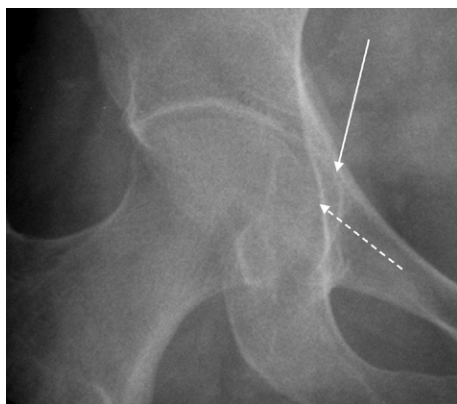
## PROTRUSION ACÉTABULAIRE (Fig. 10.9)

Elle s'observe préférentiellement chez la femme avec raideur et coxarthrose précoce supéromédiale et postérieure.

La tête fémorale apparaît encastrée dans l'acétabulum dont le fond fait saillie dans la cavité pelvienne.

Sur le cliché du bassin de face :

- protrusion acétabulaire : le fond de l'acétabulum se projette en dedans de la ligne ilio-ischiatique (plus de 3 mm chez l'homme et 6 mm chez la femme);
- coxa profunda : le fond de l'acétabulum touche la ligne ilio-ischiatique ou se projette en dedans de celle-ci.



**Fig. 10.9**

**Protrusion acétabulaire/coxa profunda.**

La ligne acétabulaire (flèche continue) se projette en profondeur par rapport à la ligne ilio-ischiatique (flèche pointillée).

La protrusion acétabulaire peut être associée à une couverture excessive de la tête fémorale ( $VCE > 40^\circ$ ), une coxa vara ( $CC'D < 120^\circ$ ), un toit acétabulaire plat ou négatif ( $HTE$  de  $0$  à  $-10^\circ$ ) et/ou une rétroversion du col fémoral.

## CONFLIT FÉMORO-ACÉTABULAIRE

Des anomalies architecturales sur le versant fémoral et/ou acétabulaire peuvent être responsables d'un conflit fémoro-acétabulaire évoluant vers des lésions du cartilage et/ou du labrum.

Ce conflit survient chez des sujets jeunes, sportifs avec des douleurs en flexion-rotation médiale et associe le plus souvent des anomalies architecturales sur les deux versants (80 % des cas).

### Sur le versant fémoral : effet came

Ce conflit est dû à une perte de la sphéricité de la tête fémorale avec comblement de la jonction cervicocéphalique. Il apparaît des lésions du cartilage de la paroi antérolatérale de l'acétabulum puis du labrum.

On recherche une saillie osseuse de la jonction tête-col sur la radiographie de face  $\pm$  profil de hanche (incidence de Dunn). Le scanner permet l'étude de la jonction cervicocéphalique au moyen de deux mesures, l'offset cervicocéphalique et l'angle de Notzli.

### « Bump » cervicocéphalique

C'est la saillie osseuse de la jonction tête-col (Fig. 10.10).



Fig. 10.10

Saillie osseuse jonction tête-col.

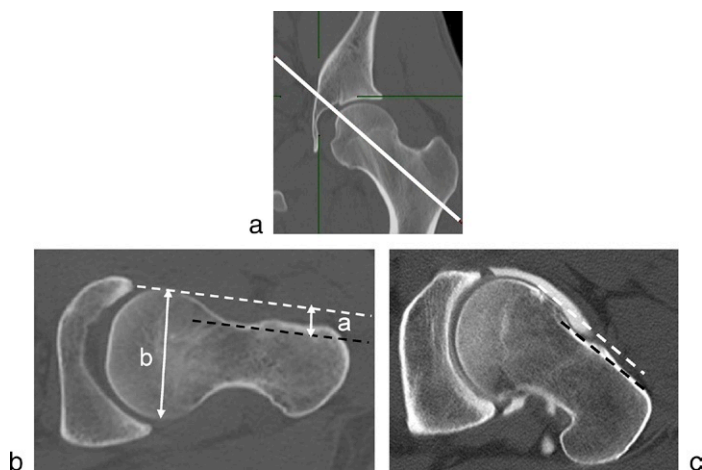
#### Remarque

L'incidence de Dunn permet de dégager la zone antérolatérale du col. Le patient est en décubitus dorsal, le rayon est vertical, la hanche est en flexion 90°, abduction de 25–30° (col fémoral parallèle à la plaque) et rotation médiale de 15° environ (annule l'antéversion fémorale, petit trochanter déjeté en arrière).

### Offset cervicocéphalique (Fig. 10.11)

Il correspond au rapport entre le débord antérieur de la tête fémorale par rapport au bord antérieur du col  $a$ , et le diamètre antéropostérieur de la tête fémorale  $b$ .



**Fig. 10.11****Offset cervicocéphalique.**

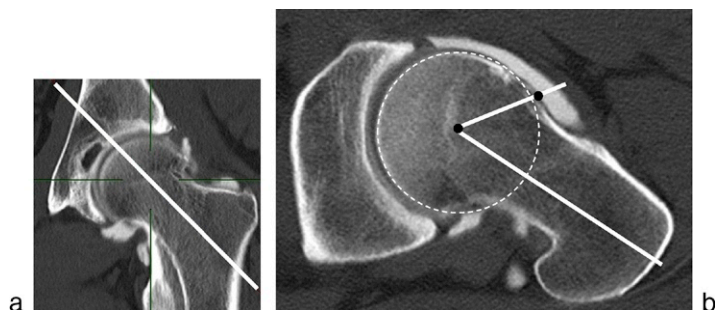
Coupes TDM axiales obliques dans l'axe du col (*a*). *b*. Offset normal : tangente au bord antérieur du col (pointillés noirs). *c*. Offset diminué : faible débord antérieur de la tête fémorale par rapport au col (effet came).

Effet came : offset  $a/b < 0,15$  (faible débord antérieur de la tête par rapport au col) ou débord antérieur de la tête fémorale par rapport au col  $a < 7$  mm, mais cette mesure ne tient pas compte de la taille variable des patients.

**Angle de Notzli (Fig. 10.12)**

C'est l'angle entre la droite, joignant la jonction cervicocéphalique et le centre de la tête fémorale, et l'axe du col.

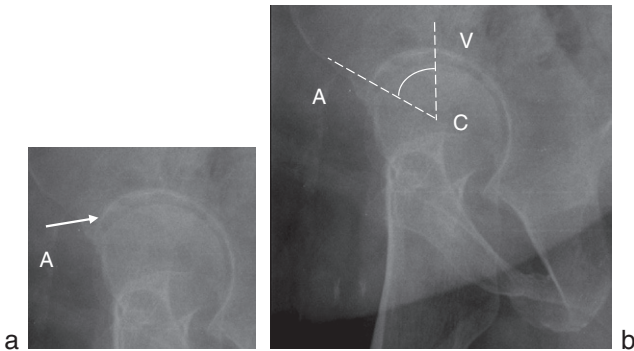
- Normal :  $< 50^\circ$ .
- Effet came :  $\geq 55^\circ$ .

**Fig. 10.12****Augmentation de l'angle de Notzli.**

*a*. Coupe TDM axiale oblique dans l'axe du col. *b*. Angle de Notzli à  $55^\circ$  : effet came.

## Sur le versant acétabulaire : effet pince

Ce conflit est dû à une couverture acétabulaire antérieure excessive (Fig. 10.13) qui entraîne un contact anormal précoce entre le col fémoral et le rebord acétabulaire (le labrum est lésé avant le cartilage).



**Fig. 10.13**

Couverture antérieure excessive de la tête fémorale.

*a et b.* Hanche droite en faux profil : angle VCA augmenté à 70° (*b*).

Cette situation peut être secondaire à une protrusion acétabulaire, une rétroversion acétabulaire, une proéminence de la paroi antérieure de l'acétabulum, ou à une hyperlordose lombaire avec bascule antérieure du bassin.

## Radiographie du bassin de face

On recherche :

- une protrusion acétabulaire (le fond acétabulaire se projette en dedans de la ligne ilio-ischiatique) ;
- un signe du croisement (signe du 8) correspondant au croisement des bords antérieur et postérieur de l'acétabulum (excès de couverture antéro-supérieure) (Fig. 10.14) ;
- un signe de la paroi postérieure correspondant à une projection du centre de la tête fémorale en dehors du bord postérieur de la paroi acétabulaire (défaut de couverture postérieure) (Fig. 10.14).

### Remarque

Ces signes (du 8 et de la paroi postérieure) peuvent être visualisés à tort si la radiographie du bassin n'est pas de réalisation parfaite et s'il existe une bascule antéropostérieure du bassin.

Sur la radiographie du bassin de face bien réalisée sans bascule du bassin, il existe une parfaite symétrie droite-gauche et la distance entre le sommet de la symphyse pubienne et la jonction sacro-coccygienne est comprise entre 32–55 mm chez l'homme et 25–47 mm chez la femme.

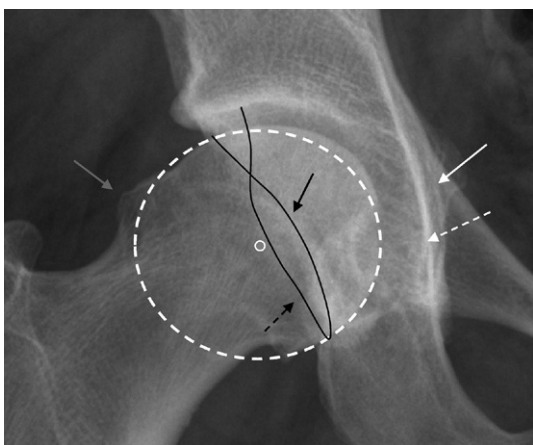


Fig. 10.14

**Signe du croisement et signe de la paroi postérieure.**

Le bord antérieur (*flèche noire*) et le bord postérieur (*flèche noire pointillée*) de l'acétabulum se croisent et le centre de la tête fémorale se situe en dehors du bord postérieur de l'acétabulum. Notez la protrusion acétabulaire : le fond acétabulaire (*flèche blanche*) se projette en dedans de la ligne ilio-ischiatique (*flèche blanche pointillée*). Notez la bosse ou « bump » de la jonction cervicocéphalique (*flèche grise*). Ici, l'effet came et l'effet pince sont donc associés.

**Scanner**

On recherche :

- une rétroversion acétabulaire ( $\geq 15^\circ$ ) sur la coupe axiale passant par le centre des têtes fémorales et les épines sciatiques. C'est l'angle entre la droite passant par les rebords antérieur et postérieur de l'acétabulum et la perpendiculaire à la ligne biscliatique (cf. p. 95) ;
- une augmentation de la profondeur de l'acétabulum sur la coupe axiale oblique passant par l'axe du col et le centre de la tête fémorale.

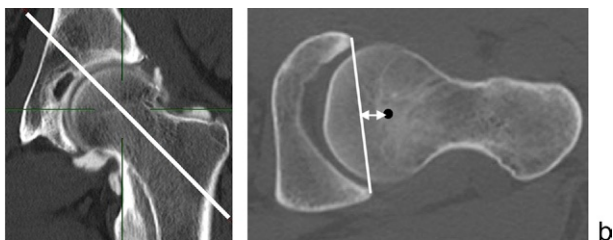


Fig. 10.15

**Mesure de la profondeur de l'acétabulum.**

a. Coupe TDM axiale oblique dans l'axe du col : profondeur normale de l'acétabulum (b).

La profondeur de l'acétabulum est la distance entre le centre de la tête fémorale et la ligne reliant les bords antérieur et postérieur de l'acétabulum sur la coupe TDM axiale oblique dans l'axe du col (Fig. 10.15).

- Normale : le centre de la tête est en dehors de cette ligne.
- Effet pince : le centre de la tête est en dedans et à plus de 5 mm de cette ligne.

## OSTÉONÉCROSE DE LA TÊTE FÉMORALE

Il s'agit de la nécrose épiphysaire la plus fréquente et la plus grave. Plusieurs facteurs favorisants sont décrits. Elle est le plus souvent bilatérale et touche l'homme de 50 ans. La douleur est brutale de type mécanique.

L'ostéonécrose est classée en quatre stades radiographiques selon Ficat : stade 1 – radiographie normale, stade 2 – anomalies de densité, ostéocondensation en bande, stade 3 – perte de sphéricité, signe de la coquille d'œuf, stade 4 – coxarthrose secondaire.

L'IRM est nécessaire dans les stades débutants (1 et 2) et recherche les éléments de mauvais pronostic qui sont un signal hétérogène de la zone de nécrose (perte du signal graisseux), un oedème médullaire périlésionnel important, une nécrose étendue et en zone portante (antérosupérieure).

L'étendue de la nécrose peut être quantifiée par l'index modifié selon Cherian et permet de suivre l'évolution (Fig. 10.16).

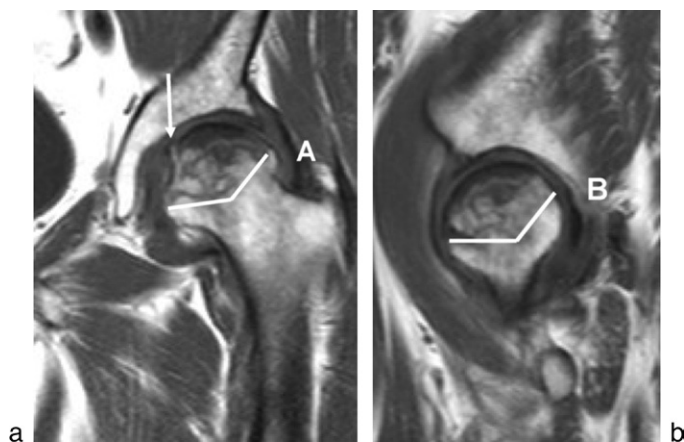


Fig. 10.16

Calcul de l'étendue de la nécrose selon l'index modifié.

Ostéonécrose de la hanche gauche. Coupes frontale et sagittale où la nécrose est maximale. L'angle est de 130° en sagittal et frontal, ce qui fait un index modifié à 50 environ. Le risque d'effondrement était ici important : plage de nécrose de signal non strictement graisseux de localisation antérosupérieure avec un index modifié supérieur à 40. Notez l'effondrement sous-chondral en hyposignal T1 (flèche).

Il s'évalue sur les coupes frontale et sagittale où la nécrose est maximale.

- A : angle de l'arc de la nécrose sur la coupe frontale.
- B : angle de l'arc de la nécrose sur la coupe sagittale.
- Index =  $(A/180) \times (B/180) \times 100$ .

Le risque d'effondrement sous-chondral de la zone nécrotique est d'autant plus important que la nécrose est étendue (seuil à 40).

## POSITIONNEMENT DES PROTHÈSES TOTALES DE HANCHE (PTH)

### MALPOSITION DES IMPLANTS PROTHÉTIQUES ET LUXATION RÉCIDIVANTE

La malposition des pièces prothétiques favorise les luxations récidivantes. On analyse l'inclinaison de la cupule acétabulaire dans le plan frontal ainsi que l'antéversion de l'acétabulum et du col fémoral dans le plan axial.



Ces mesures sont bilatérales et à comparer au côté controlatéral.

### Inclinaison de la cupule acétabulaire dans le plan frontal (Fig. 10.17)

C'est l'angle entre le plan d'ouverture équatorial de la cupule et la ligne joignant les «U» radiographiques.

- Normal : 45–55°.

### Antéversion de l'acétabulum prothétique dans le plan axial (Fig. 10.18)

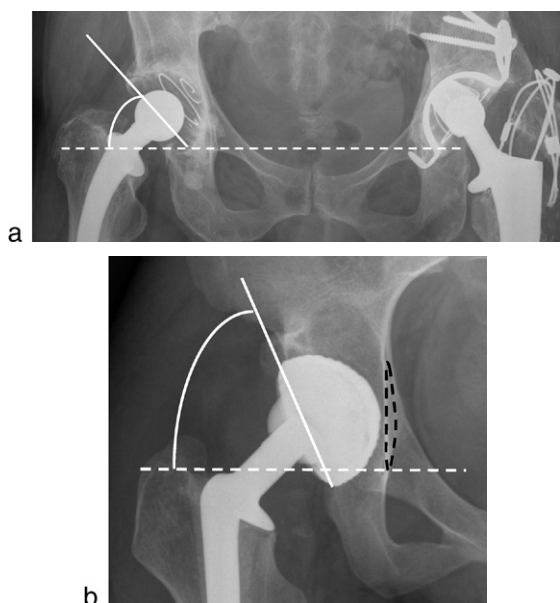
Coupe axiale TDM passant par le centre des têtes fémorales et les épines sciatiques.

C'est l'angle entre la droite passant par les rebords antérieur et postérieur de l'acétabulum et la perpendiculaire à la ligne biscliatique.

- Antéversion normale de la cupule acétabulaire : 10 à 30°.

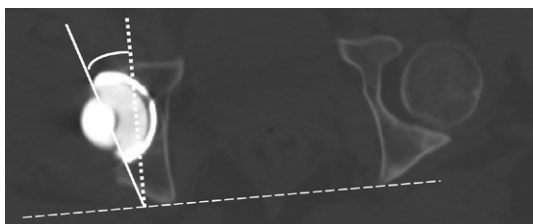
#### Remarque

La valeur de l'antéversion acétabulaire dépend de la position spatiale du bassin (version pelvienne) qui est différente en position debout. Lors d'une rétroversion du bassin (les épines iliaques antérosupérieures se dirigent vers l'arrière, la version pelvienne diminue), l'acétabulum recouvre en arrière la tête fémorale (l'antéversion cotyloïdienne augmente).

**Fig. 10.17**

**Inclinaison de la cupule acétabulaire dans le plan frontal.**

*a.* Inclinaison normale de la cupule droite. Bassin debout de face. Angle de  $45^\circ$  par rapport à l'horizontale. *b.* Cupule trop inclinée dans le plan frontal. Hanche droite debout de face chez un patient présentant des luxations récidivantes. Angle de  $60^\circ$  par rapport à l'horizontale. Notez le « U » radiographique (ligne pointillée noire).

**Fig. 10.18**

**Rétroversion de l'acétabulum prothétique.**

Jeune patient présentant des luxations récidivantes de la PTH droite. Coupe axiale TDM passant par le centre des têtes fémorales et les épines sciatiques. L'angle entre la droite passant par les rebords antérieur et postérieur du cotyle et la perpendiculaire à la ligne bischiatique est de  $16^\circ$  de rétroversion. Notez l'antéversion normale de l'acétabulum controlatéral.

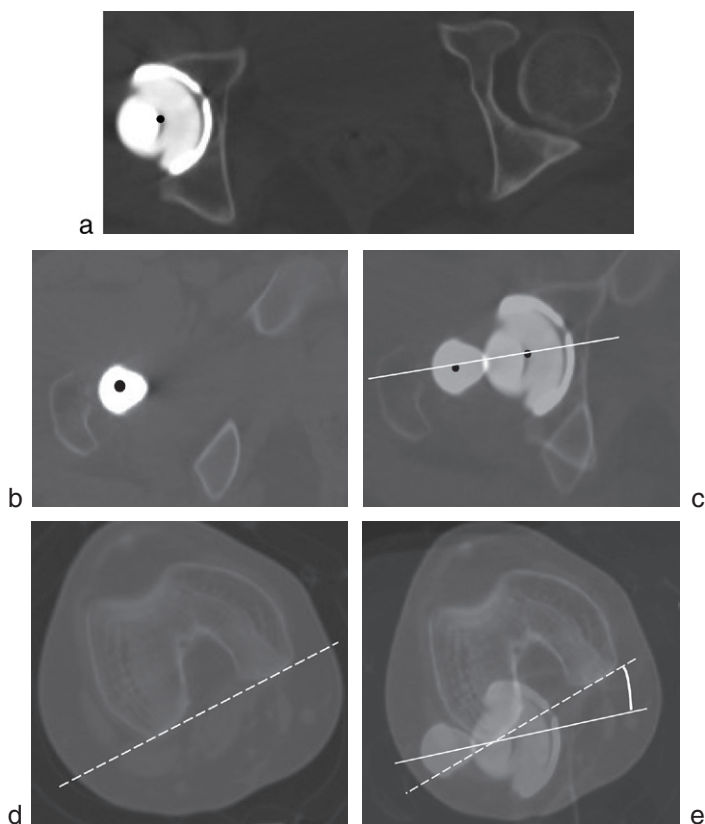
## Antéversion du col fémoral prothétique dans le plan axial

Il nécessite l'addition de trois coupes axiales TDM passant par le centre de la tête fémorale, la base du col et l'échancrure intercondylienne (Fig. 10.19).

L'acquisition se fait sur les hanches et sur les genoux en coupes épaisses.

C'est l'angle entre l'axe du col et l'axe bicondylien postérieur.

■ Normal : 10–20°.



**Fig. 10.19**

### Rétroversion du col prothétique.

Jeune patient présentant des luxations récidivantes de la PTH droite. Addition de trois coupes TDM passant respectivement par le centre de la tête prothétique (a), la base du col prothétique (b) et l'échancrure intercondylienne (d). c. Addition des deux coupes a et b : axe du col prothétique. d. Coupe passant par l'échancrure intercondylienne arrondie en arche romane : axe bicondylien postérieur (tangente au bord postérieur des condyles). e. Addition des trois coupes a, b et d : l'angle entre l'axe du col et l'axe bicondylien postérieur est de 15° de rétroversion.

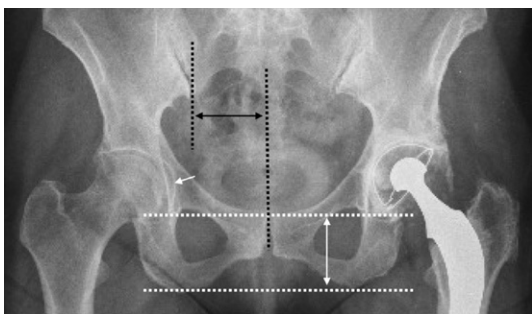


Le mauvais positionnement des implants (acétabulum trop incliné par rapport à l'horizontale, défauts d'antéversion de l'acétabulum et du col prothétique) favorise les luxations récurrentes.

## MIGRATION DES IMPLANTS ET DESCELLEMENT

Sur les clichés successifs et comparables du bassin de face (Fig. 10.20), on recherche :

- un liseré clair périprothétique de plus de 2 mm (os-ciment ou ciment-prothèse), qui est apparu ou qui évolue;
- une migration des pièces prothétiques.



**Fig. 10.20**

Critères de comparaison des radiographies.

Pour que deux clichés soient comparables, il faut une variation de moins de 5 mm des deux distances suivantes : celle entre les lignes joignant les ischions et les « U » radiographiques (*double flèche blanche*); celle entre les lignes verticales passant par les articulations sacro-iliaques et la symphyse pubienne (*double flèche noire*). Notez la bonne visibilité du « U » radiographique droit (*flèche blanche*).

## Position du pivot fémoral (Fig. 10.21)

Un descellement est suspecté devant :

- un axe du pivot par rapport à celui de la diaphyse fémorale en valgus ou en varus;
- un enfoncement de la tige fémorale de plus de 5 mm par rapport au sommet du grand trochanter sur des clichés successifs. Un enfoncement supérieur peut être normal dans certains cas mais doit être limité dans le temps (moins de 6 mois).



**Fig. 10.21****Mesure de l'enfoncement du pivot fémoral.**

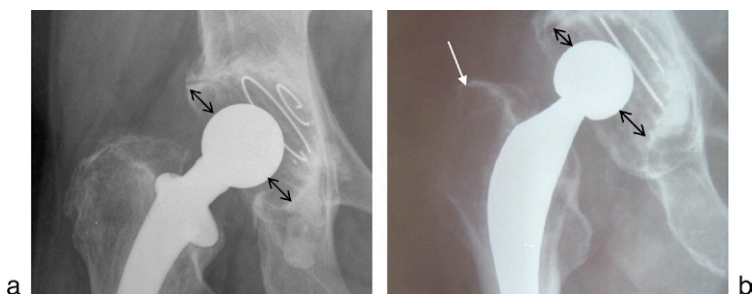
C'est la distance entre le sommet du grand trochanter et l'épaule de la prothèse.

Notez que l'axe du pivot fémoral est en position neutre par rapport à celui de la diaphyse (flèche).

**Position de la tête prothétique (Fig. 10.22)**

La tête prothétique doit être centrée par rapport à la cupule acétabulaire.

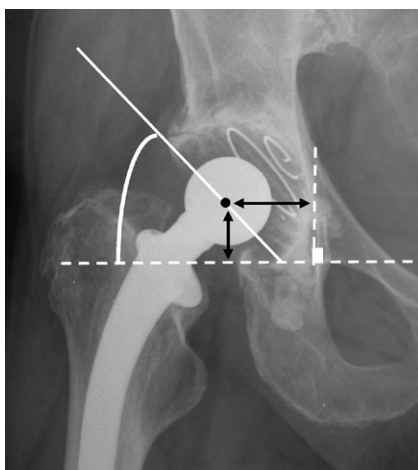
Une excentration de la tête par rapport à la cupule témoigne d'une usure du polyéthylène favorisant les luxations récidivantes et le descellement inflammatoire (en réaction aux particules de polyéthylène).

**Fig. 10.22****Mesure de la position de la tête prothétique.**

*a.* La tête prothétique est bien centrée. *b.* La tête prothétique est excentrée vers le haut : usure du polyéthylène. Notez la plage d'ostéolyse bien limitée en zone non portante du grand trochanter (flèche blanche) : descellement inflammatoire.

### Position de la cupule prothétique (Fig. 10.23)

Une migration de la cupule est suspectée en cas de déplacement angulaire de plus de 5° de l'inclinaison de la cupule dans le plan frontal et/ou de déplacement vertical ou horizontal de plus de 5 mm.



**Fig. 10.23**

#### Position de la cupule.

L'inclinaison est déterminée par l'angle entre le plan d'ouverture équatorial de la cupule et la ligne joignant les « U ». Le déplacement de la cupule est apprécié par la distance (double flèche noire) séparant le centre de la cupule de deux droites orthogonales passant par les « U » (pointillés blancs).

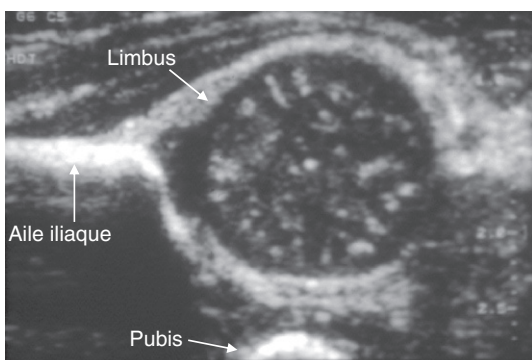
## LUXATION CONGÉNITALE DE HANCHE (NOUVEAU-NÉ/NOURRISSON)

La luxation se définit par un déplacement de la tête fémorale par rapport à la cavité acétabulaire et englobe les hanches luxées et instables. Le dépistage précoce est primordial avec un traitement d'autant plus efficace qu'il est réalisé tôt. L'échographie est réalisée avant la fin du premier mois si l'examen clinique est anormal ou à titre de dépistage en cas de facteurs de risque (siège, gros fœtus, certaines anomalies orthopédiques, antécédents familiaux, fille, etc.).

La radiographie du bassin est réalisée à 4 mois chez les nouveau-nés à risque, lorsque l'échographie n'a pas été effectuée ou lorsqu'il existe une discordance entre l'examen clinique et les résultats de l'échographie.

### ÉCHOGRAPHIE (Fig. 10.24)

La coupe de référence est réalisée dans le plan frontal latéral (de Graf), sonde sur le grand trochanter, avec bon relâchement musculaire. On étudie le

**Fig. 10.24****Critères de qualité de la coupe frontale latérale de référence.**

Bonne visibilité du bord latéral de l'aile iliaque rectiligne parallèle au plan cutané (ligne de base), du limbus, de la cavité acétabulaire dans sa plus grande profondeur, de la tête fémorale dans son plus grand diamètre, et du noyau pubien hyperéchogène en cupule.

recouvrement osseux de la tête fémorale, l'épaisseur du fond acétabulaire et l'aspect morphologique du toit acétabulaire.

Technique :

- sonde linéaire haute fréquence ;
- examen de chacune des deux hanches, genoux et hanches fléchis à 90° ; au repos puis en manœuvre luxante (adduction et rétropulsion).

L'étude dynamique permet de rechercher une instabilité avec mobilité entre la position de repos et la manœuvre luxante.

**Recouvrement osseux de la tête fémorale**

On mesure le pourcentage de recouvrement osseux relatif de la tête fémorale par l'acétabulum osseux.

On trace trois lignes tangentielles respectivement au bord latéral de l'aile iliaque (ligne de base), au bord latéral et au bord médial de la tête fémorale.

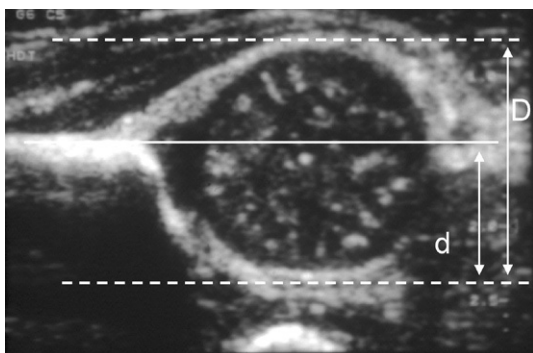
On mesure la distance  $d$ , entre la ligne médiale et la ligne de base, et la distance  $D$ , entre la ligne médiale et la ligne latérale.

On obtient le pourcentage de recouvrement osseux de la tête fémorale :  $(d/D \times 100)$ .

- Normal : couverture osseuse de la tête fémorale supérieure à 50 % ++ (noyaux cartilagineux bien centrés).

Ce pourcentage varie en fonction de l'âge et doit être supérieur à 50 % à l'âge de 1 mois (Fig. 10.25) et supérieur à 75 % vers 2–3 mois.

- Recouvrement insuffisant : inférieur à 30 %.
- Recouvrement douteux : 30–50 %.



**Fig. 10.25**

Recouvrement osseux normal de la tête fémorale par l'acétabulum.

Nouveau-né de 1 mois. Coupe frontale latérale de hanche. Pourcentage à 60 %.

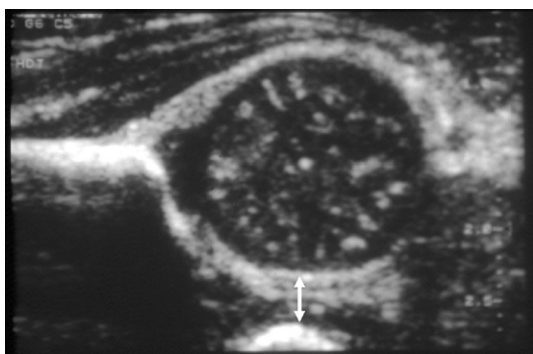
### Épaisseur du fond acétabulaire (Fig. 10.26)

C'est la distance entre le noyau pubien et le bord médial de l'épiphyse fémorale.

- Normale :  $\leq 6$  mm jusqu'à l'âge de 3 mois. Cette épaisseur est symétrique par rapport au côté controlatéral et ne varie pas avec l'âge.
- Son augmentation traduit le décentrage de la tête fémorale avec hypertrophie du pulvinar et du ligament rond.

#### Remarque

Une augmentation isolée de l'épaisseur du fond acétabulaire peut être due à une hypertonie des adducteurs du décubitus latéral.



**Fig. 10.26**

Mesure de l'épaisseur du fond acétabulaire.

Coupe frontale latérale de hanche.

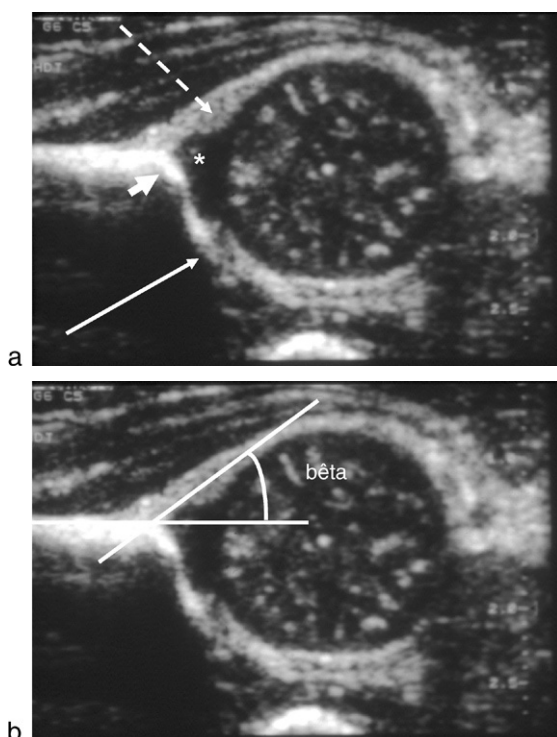
## Aspect morphologique du toit acétabulaire (Fig. 10.27)

On recherche :

- un toit osseux bien creusé (non plat);
- un rebord osseux latéral bien angulaire (non émoussé);
- un toit cartilagineux et un limbus recouvrant avec pointe orientée en bas et en dehors (non horizontal ou éversé).

L'étude angulaire de Graf est moins utilisée : l'angle bêta évalue la qualité de la couverture cartilagineuse de la tête. Il est formé par l'intersection de la ligne de base et de la ligne joignant le centre du limbus et le rebord acétabulaire osseux latéral :

- normal : inférieur à 55°;
- pathologique : supérieur à 77°.



**Fig. 10.27**

**Toit acétabulaire osseux et cartilagineux normal.**

Coupes frontales latérales. *a.* Le toit osseux est bien creusé (flèche), le rebord osseux latéral est angulaire (tête de flèche), le toit cartilagineux (astérix) et le limbus (flèche pointillée) sont recouvrants. *b.* L'angle bêta est normal à 40°.



Les critères de normalité à 1 mois sont donc : une hanche stable entre l'étude statique et dynamique, une couverture osseuse de la tête fémorale supérieure à 50 %, un fond acétabulaire d'épaisseur  $\leq 6$  mm, un limbus recouvrant, un toit acétabulaire osseux bien creusé et un rebord osseux latéral angulaire.

## RADIOGRAPHIE

La radiographie du bassin de face de bonne qualité technique (symétrie ++)  
permet d'apprécier la morphologie du modelage osseux acétabulaire et le centrage de la tête fémorale (Fig. 10.28).

Critères de qualité du bassin de face (Fig. 10.28) :

- bassin strictement de face : la verticale passant par le milieu du sacrum passe par le milieu de la symphyse pubienne. Les ailes iliaques et les trous obturateurs sont symétriques ;
- contrôle de la lordose (cousin sous les genoux pour limiter l'extension complète des cuisses) : les cartilages en Y doivent être bien dégagés, la ligne des cartilages en Y (ligne pointillée) (horizontale tracée à partir du point le plus bas des os iliaques : Fig. 10.28, *ligne pointillée*) doit être tangente à la pointe du sacrum ;
- contrôle de la position des fémurs : les diaphyses fémorales doivent être perpendiculaires à la ligne des Y, les petits trochanters pas trop visibles.



Fig. 10.28

Critères de qualité du bassin de face.

## Modelage osseux du toit acétabulaire

L'acétabulum est concave et condensé dans les 2/3 médiaux. Le talus (limite latérale du cotyle) doit être aigu et bien dessiné (non émoussé).

L'angle acétabulaire est l'angle mesuré entre la ligne des Y et la ligne joignant les extrémités médiale et latérale du toit de l'acétabulum.

La valeur de l'angle est dépendante de la lordose lombaire et de l'antéversion du bassin.

- Normal :  $30^\circ$  à la naissance et diminue ensuite de  $2^\circ$  par mois jusqu'à 6 mois (Fig. 10.29).
- Dysplasie du toit : plus de  $35^\circ$  à la naissance.

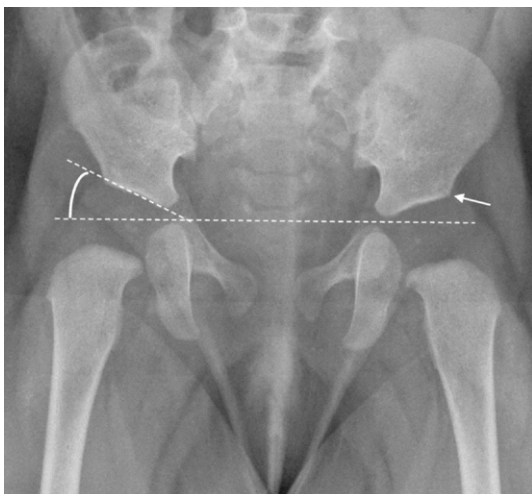
## Centrage de la tête fémorale

Plusieurs constructions géométriques permettent d'apprécier le centrage de la tête fémorale.

Avant 3 mois, les noyaux épiphysaires n'étant pas visibles (non ossifiés), on utilise les constructions géométriques de Putti, Perkins ou de Hilgenreiner.

Après 3 mois, les noyaux épiphysaires deviennent visibles et l'on utilise la construction d'Ombredanne.

Les noyaux d'ossification fémoraux supérieurs apparaissent à un âge très variable, souvent entre 3–6 mois mais parfois plus tôt ou plus tard (jusqu'à 1 an).



**Fig. 10.29**

**Toit acétabulaire normal.**

Nourrisson de 3 mois. Angle acétabulaire entre  $20$  et  $25^\circ$ . Notez que le talus est aigu, bien dessiné (flèche).

**Ligne de Putti (Fig. 10.30)**

La verticale tangente au bec métaphysaire coupe l'acétabulum dans sa moitié médiale.

**Ligne de Perkins (Fig. 10.31)**

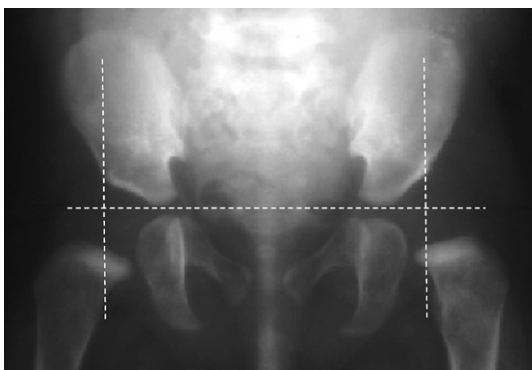
La perpendiculaire à la ligne des Y passant par le bord latéral du talus doit couper le bec métaphysaire de façon symétrique.



**Fig. 10.30**

Ligne de Putti.

Nourrisson de 3 mois.



**Fig. 10.31**

Ligne de Perkins, hanche gauche dysplasique.

Nourrisson de 3 mois. L'extrémité supérieure fémorale gauche est excentrée, le toit acétabulaire n'est pas creusé et trop oblique, le talus est émoussé.

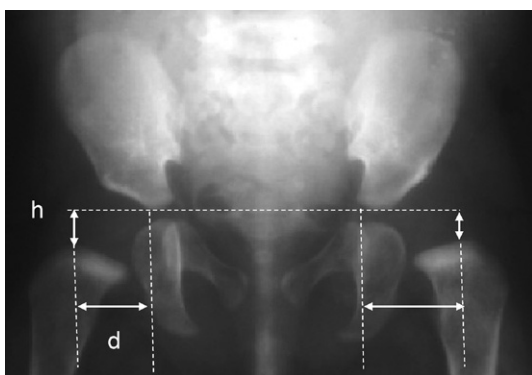


### Repères de Hilgenreiner (Fig. 10.32)

La distance  $h$  est la distance du sommet métaphysaire à la ligne des cartilages en Y.

La distance  $d$  est la distance entre le point le plus bas de l'os iliaque et la projection sur la ligne des Y du plus haut point de la métaphyse fémorale supérieure.

- Normale : les distances  $h$  et  $d$  doivent être égales au côté opposé.
- La distance  $h$  est de 8–10 mm à la naissance et 13–21 mm à 3–4 mois.
- La distance  $d$  est de 14–16 mm à la naissance et 5–12 mm à 3–4 mois.
- Dysplasie : diminution de  $h$  et augmentation de  $d$  par rapport au côté opposé.



**Fig. 10.32**

Repères de Hilgenreiner, hanche gauche dysplasique.

La distance  $h$  est diminuée et la distance  $d$  est augmentée par rapport au côté droit.

### Construction d'Ombredanne (Fig. 10.33)

Le noyau épiphysaire doit se situer dans le quadrant inféromédial, délimité par la ligne d'Ombredanne perpendiculaire à la ligne des cartilages en Y et passant par le point le bord latéral du talus.



Au terme de l'étude clinique et radiologique, la hanche peut être dite normale, hyperlaxe (période néonatale), instable (subluxable ou luxable), luxée (réductible ou non) ou dysplasique (anomalie architecturale de l'actéabulum).

Le but du traitement est d'obtenir la réduction de la tête dans le cotyle, stabiliser la hanche et corriger la dysplasie acétabulaire. Les méthodes orthopédiques ont une place prépondérante de type langage en abduction–flexion ou mise en abduction progressive par traction puis plâtre dans les cas plus sévères.

**Fig. 10.33**

**Construction d'Ombredanne, dysplasie de la hanche droite.**

Nourrisson de 4 mois. Hanche gauche normale. La hanche droite est dysplasique avec excentration et ascension fémorale. Notez le retard d'ossification du noyau épiphysaire droit par rapport au côté controlatéral.

## ÉPIPHYSIOLYSE (ADOLESCENT)

C'est un glissement de l'épiphyse fémorale supérieure chez l'adolescent entre 8 et 15 ans. L'atteinte, chronique (plus de 3 semaines) ou aiguë, est le plus souvent unilatérale (75 %) à prédominance gauche, chez le garçon en surcharge pondérale.

Le glissement est le plus souvent postérieur, puis médial et inférieur.

Le diagnostic se fait sur les radiographies du bassin de face et des hanches de profil (membres inférieurs rigoureusement dans la même position).

### HANCHE DE PROFIL

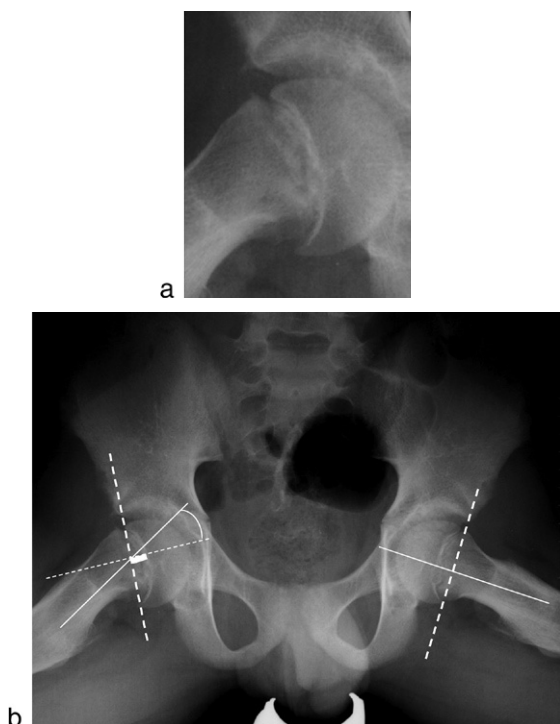
Cliché fondamental, le plus sensible et le plus spécifique ++.

Il s'agit soit d'un profil vrai (urétral) soit d'une incidence « en grenouille » de Lauenstein.

La perpendiculaire à la ligne passant par les deux becs épiphysaires est normalement parallèle à l'axe du col.

L'importance du déplacement peut être évaluée par deux mesures (Fig. 10.34) :

- selon la position du bord antérieur de l'épiphyse, on parle de glissement inférieur, égal ou supérieur au tiers de la métaphyse ;
- selon la bascule, qui est l'angle formé par l'axe du col et l'axe de l'épiphyse fémorale supérieure (perpendiculaire à la tangente aux deux extrémités antérieure et postérieure de l'épiphyse). On distingue trois stades : stade 1 : bascule < 30°, stade 2 : bascule 30–60°, stade 3 : bascule > 60°.



**Fig. 10.34**

#### Épiphyse fémorale supérieure droite de stade 1.

Incidence de Lauenstein. Bascule postérieure de l'épiphyse fémorale droite. Le glissement épiphysaire est inférieur au tiers de la métaphyse et l'angle de bascule est inférieur à  $30^\circ$ . Notez l'élargissement du cartilage de croissance à bord métaphysaire irrégulier.

### BASSIN DE FACE

La ligne de Klein est la tangente au bord supérieur du col fémoral qui coupe normalement l'épiphyse fémorale supérieure (Fig. 10.35).

- La portion polaire supérieure de l'épiphyse coupée doit être égale des deux côtés.
- Plus petite, elle objective un glissement inférieur de la tête.

Il peut exister une diminution de hauteur du noyau épiphysaire (bascule en arrière).

L'évolution naturelle de l'épiphyse se fait vers la progression du glissement jusqu'à fusion du cartilage de croissance.

La complication principale étant la nécrose épiphysaire, il faut éviter toute manipulation intempestive des formes instables ++.



**Fig. 10.35**

Épiphysiolyse fémorale supérieure droite, ligne de Klein.

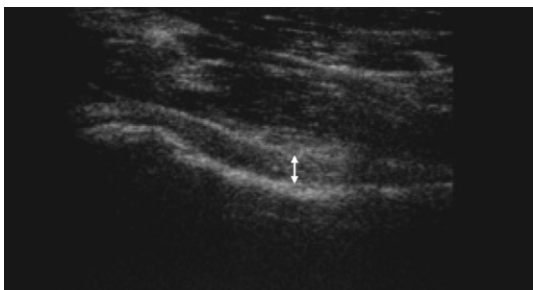
Bassin de face. La ligne de Klein ne coupe pas l'épiphysie fémorale supérieure droite.

Le caractère instable de l'épiphysiolyse est défini par la présence d'une impotence fonctionnelle totale et/ou la présence d'un épanchement articulaire en échographie (forme aiguë).

Le choix thérapeutique dépend de la stabilité de l'épiphysie, de l'importance du déplacement et du caractère chronique ou aigu.

## ÉPANCHEMENT ARTICULAIRE EN ÉCHOGRAPHIE

La présence de liquide au sein de l'articulation coxofémorale distend la capsule (Fig. 10.36).



**Fig. 10.36**

Épaisseur normale de la capsule articulaire.

Coupe échographique dans l'axe du col. Distance col-capsule à 4 mm.

Les deux hanches sont examinées en position identique.

La distance col fémoral–capsule antérieure varie avec l'âge :

- normale :  $\leq 7$  mm au-delà de 8 ans et  $\leq 5$  mm chez l'enfant de moins de 4 ans ;
- épanchement articulaire :  $> 7$  mm chez l'adulte et/ou différence de 2 mm par rapport au côté controlatéral.

# Genou

## ■ INSTABILITÉ FÉMOROPATELLAIRE

- Dysplasie de la trochlée
- Hauteur de la patella
- Distance tubérosité tibiale antérieure–gorge trochléenne (TA-GT)
- Bascule latérale de la patella
- Translation latérale de la patella
- Dysplasie de la patella
- Instabilité fémoropatellaire en pratique

## ■ CLICHÉS DYNAMIQUES DU GENOU

- Instabilité ligamentaire
- Bilan préopératoire des prothèses totales de genou
- Suivi des prothèses totales de genou

## ■ MESURE DES DÉVIATIONS ANGULAIRES DES MEMBRES INFÉRIEURS : GONIOMÉTRIE

- Chez l'adulte et le grand enfant (après 7 ans)
- Chez le jeune enfant (avant 7 ans)

## ■ POSITIONNEMENT DES PROTHÈSES TOTALES DU GENOU

- Positionnement des prothèses totales de genou dans le plan frontal
- Positionnement des prothèses totales de genou dans le plan sagittal
- Positionnement des prothèses totales de genou dans le plan axial

## ■ LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR

- Rupture du ligament croisé antérieur en IRM
- Positionnement des tunnels osseux après ligamentoplastie du ligament croisé antérieur

## ■ FRACTURE DU PLATEAU TIBIAL

## ■ OSTÉONÉCROSE MÉCANIQUE DES CONDYLES FÉMORAUX EN IRM

## INSTABILITÉ FÉMOROPATELLAIRE

C'est une affection caractérisée par le fait qu'au cours de la flexion du genou, la patella ne s'engage pas ou mal dans la trochlée fémorale pouvant s'en échapper et se luxer en latéral.

Les facteurs anatomiques favorisant à rechercher sont :

- une dysplasie de la trochlée, facteur fondamental constant ++ ;
- une patella alta ;
- une tubérosité tibiale antérieure (TTA) trop latérale ;
- une bascule latérale de la patella ;
- une translation latérale de la patella ;
- une dysplasie de la patella.

Le bilan radiologique comprend au minimum les incidences de face et de profil strict flexion 30°, et les incidences fémoropatellaires à 30° de flexion.

Les incidences fémoropatellaires à 60 et 90° n'ont pas d'intérêt ici car la patella est alors toujours centrée dans la gorge trochléenne.

## DYSPLASIE DE LA TROCHLÉE

La trochlée dysplasique apparaît peu profonde, parfois plate ou convexe. Il existe un comblement osseux de la gorge trochléenne maximal à sa partie haute. Plusieurs lignes et mesures peuvent être effectuées que cela soit sur les radiographies ou en imagerie en coupe.

### Sur le cliché de profil strict, flexion 30°

#### Profondeur de la trochlée (Fig. 11.1)

C'est la distance entre la gorge trochléenne et le bord antérieur des condyles mesurée 1 cm au-dessous de la limite supérieure de la trochlée. C'est la moyenne des distances séparant la gorge (G) des berges latérale (L) et médiale (M) de la trochlée :  $GL + GM/2$ .

- Normale : plus de 5–6 mm.
- Dysplasie de la trochlée : moins de 5 mm.

#### Saillie de la trochlée

C'est la projection plus ou moins antérieure du sommet de la trochlée par rapport à la corticale antérieure du fémur sur ses dix derniers centimètres. C'est cette saillie qui exprime le comblement du fond de la trochlée.

- Normale : saillie quasi nulle.
- Dysplasie de la trochlée : saillie positive de plus de 3 mm (la gorge trochléenne se projette en avant de la tangente à la corticale antérieure du fémur) (Fig. 11.2).

**Fig. 11.1****Mesure de la profondeur de la trochlée.**

Genou de profil strict, flexion 30°. Les berges latérale et médiale de la trochlée sont ici superposées. La gorge de la trochlée est indiquée par la flèche. La profondeur de la trochlée est mesurée (double flèche) à une distance de 1 cm sous son sommet (double flèche pointillée).

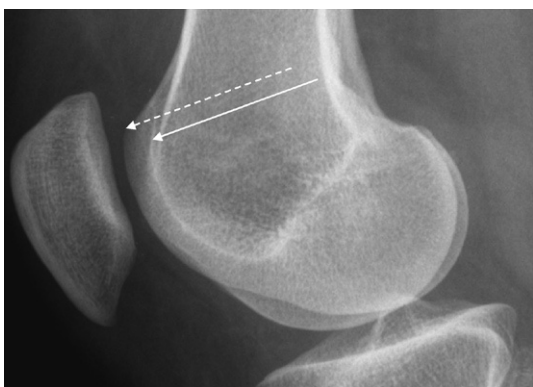
**Fig. 11.2****Mesure de la saillie de la trochlée.**

Genou de profil strict, flexion 30°. C'est la distance entre le point le plus antérieur de la gorge trochléenne et la tangente à la corticale antérieure du fémur. Elle est ici positive.

**Signe du croisement**

Les deux lignes denses de la berge latérale et de la gorge trochléenne ne se croisent jamais chez les sujets normaux (Fig. 11.3).



**Fig. 11.3**

**Trochlée normale, pas de signe du croisement.**

Genou de profil strict, flexion 30°. La ligne du fond de la trochlée (flèche continue) ne croise pas le bord antérieur du condyle latéral (flèche pointillée).

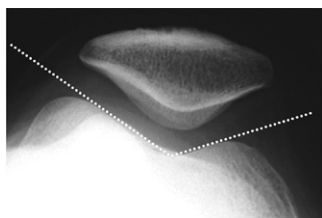
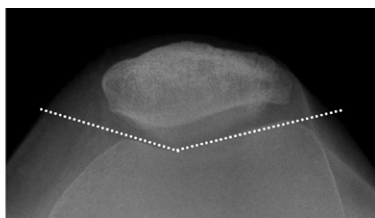
Lorsque la trochlée est dysplasique et insuffisamment creusée, ces deux lignes se rejoignent et réalisent « le signe du croisement ».

## Sur l'incidence fémoropatellaire à 30°, quadriceps décontracté

### Angle trochléen

C'est l'angle entre la partie haute des deux berges trochléennes (Fig. 11.4). Cette incidence ne permet qu'une étude incomplète de la trochlée correspondant à une coupe axiale située 2 cm sous son sommet. Une dysplasie n'affectant que la partie toute proximale de la trochlée ou la sus-trochlée ne sera pas dépistée.

- Normal : 124–145°.
- Dysplasie de la trochlée : au-delà de 150°.

**a****b****Fig. 11.4**

**Angle trochléen.**

Incidences fémoropatellaires à 30°. *a*. L'angle est normal à 130°. *b*. L'angle est augmenté à 150° avec une patella dysplasique (facette médiale petite et convexe).

## En scanner ou en IRM

### Pente latérale de la trochlée et de la sus-trochlée (Fig. 11.5)

Cet angle, mesuré entre le plan bicondylien postérieur et la facette latérale de la trochlée ou de la sus-trochlée, serait plus fiable que la mesure de l'angle trochléen.

Il peut être évalué à trois niveaux de coupes successifs : la sus-trochlée, le sommet de la trochlée et la coupe passant par l'arche romane.

Sa mesure peut nécessiter l'addition de deux coupes afin d'avoir le plan bicondylien postérieur (coupe passant par l'arche romane).

■ Au niveau de la sus-trochlée :

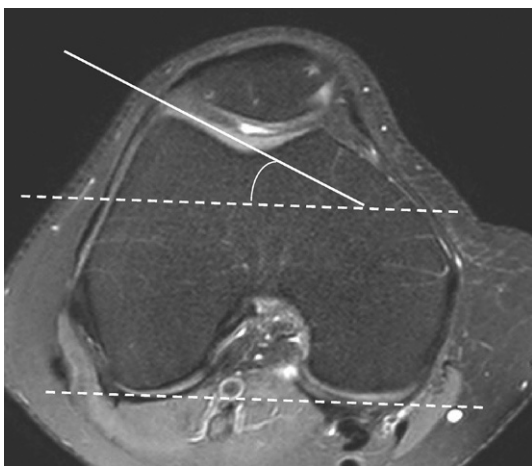
- normal :  $17^{\circ} \pm 9$  ;
- lorsque cet angle est nul ou négatif, la sus-trochlée est « éversée ».

■ Au sommet de la trochlée (première coupe où le cartilage trochléen latéral est visible) :

- normal :  $15\text{--}30^{\circ}$  ;
- dysplasie de la trochlée :  $\leq 11^{\circ}$ .

### Symétrie des facettes trochléennes (Fig. 11.6)

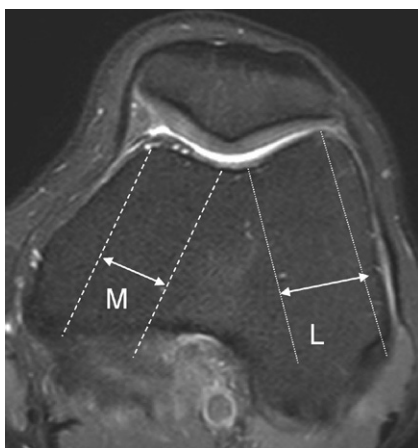
Sur une coupe axiale TDM ou IRM, à une hauteur de 3 cm de l'interligne fémoro-tibial, on évalue le rapport : taille de la facette médiale/taille de la facette latérale  $\times 100$ .



**Fig. 11.5**

**Pente latérale normale de la trochlée.**

Coupe axiale IRM au niveau de l'arche romane. L'angle entre la pente latérale de la trochlée et le plan bicondylien postérieur est supérieur à  $11^{\circ}$ .

**Fig. 11.6****Symétrie des facettes trochléennes.**

Genou gauche, coupe axiale IRM à 3 cm au-dessus de l'interligne fémorotibial. Rapport M/L  $\times 100$  supérieur à 40 % : pas d'hypoplasie du massif trochléen médial.

Un pourcentage inférieur à 40 % témoigne d'une dysplasie avec hypoplasie du massif trochléen médial.

**HAUTEUR DE LA PATELLA**

Plusieurs index existent pour mesurer cette hauteur.

**Index de Caton et Deschamps (Fig. 11.7)**

Sur un genou de profil, flexion 30°.

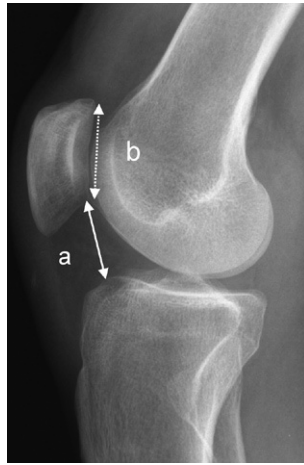
C'est le rapport  $a/b$  avec  $a$ , distance entre le bord inférieur de la surface articulaire patellaire et le coin antérosupérieur du tibia (pas toujours nettement identifiable) et  $b$ , hauteur de la surface articulaire patellaire :

- patella normale :  $a/b = 0,8 - 1,2$  ;
- patella alta :  $a/b \geq 1,2$  ;
- patella infera :  $a/b \leq 0,8$ .

Une patella trop haute entraîne un engagement tardif sur la trochlée et favorise l'instabilité. Une patella trop basse est source d'hyperpression.



Cet index ne dépend pas du degré de flexion du genou (valable entre 10 et 90°).



**Fig. 11.7**  
**Index de Caton.**

Patella de hauteur normale ( $a/b$  proche de 1).

Sur un genou de profil en extension, quadriceps contracté, la méthode de Bernageau mesure la distance entre deux points, l'extrémité inférieure de la surface articulaire de la patella et l'extrémité supérieure de la trochlée, qui sont normalement en regard l'une de l'autre sur un genou en extension.

La patella est trop haute ou trop basse si cette distance est supérieure à 6 mm. Cette méthode nécessite un cliché supplémentaire en extension et l'extrémité supérieure de la trochlée est parfois difficile à repérer.

Sur le scanner, on évoque une patella haut située si celle-ci n'est pas visible sur la coupe axiale dite en « arche romane ».

## **DISTANCE TUBÉROSITÉ TIBIALE ANTÉRIEURE–GORGE TROCHLÉENNE (TA-GT) (Fig. 11.8)**

Coupes axiales TDM à 30° de flexion et/ou en extension.

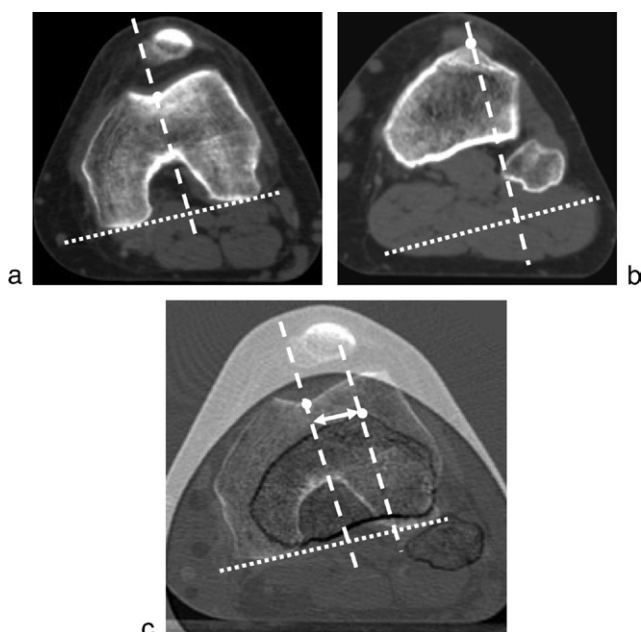
C'est la mesure, due à Goutallier, du décalage entre l'insertion du ligament patellaire sur la tubérosité tibiale antérieure (TTA) et la partie haute de la gorge trochléenne.

Cette distance est mesurée au scanner en préopératoire avant chirurgie éventuelle de transposition de la TTA.

Protocole scanner :

- patient en décubitus dorsal, rotules au zénith ;
- étude bilatérale ++.

Les membres inférieurs doivent être parfaitement immobilisés et l'axe des membres inférieurs doit être parallèle à la table.

**Fig. 11.8****Mesure de la distance TA-GT.**

Coupes axiales TDM à 30° de flexion du genou gauche. *a.* Coupe fémorale : c'est la coupe axiale passant par l'échancrure intercondylienne arrondie en arche romane. L'axe bicondylien postérieur est la tangente au bord postérieur des condyles. On trace la perpendiculaire à l'axe bicondylien postérieur passant par le centre de la gorge trochléenne. *b.* Coupe tibiale : c'est la coupe axiale passant par l'insertion distale du ligament patellaire sur la TTA. On trace la perpendiculaire à l'axe bicondylien postérieur passant par le milieu de l'insertion du ligament patellaire sur la TTA. *c.* Addition des deux coupes axiales TDM : distance TA-GT entre la TTA et la gorge trochléenne (double flèche).

La mesure à 30° doit être effectuée avec horizontalité du plan bicondylien, pour ne pas fausser le résultat par une rotation du membre inférieur. La mesure en extension est plus précise car dans cette position, la rotation fémoropatellaire est bloquée.

Addition de deux coupes axiales, fémorale et tibiale.

La distance TA-GT est la distance entre deux perpendiculaires à l'axe bicondylien postérieur, l'une passant par la gorge trochléenne et l'autre par le milieu de l'insertion du ligament patellaire sur la TTA.

Sa valeur dépend du degré de flexion du genou ++ :

- normale : 9 mm  $\pm$  4 mm en flexion 30° ;
- normale : 15  $\pm$  4 mm en extension.



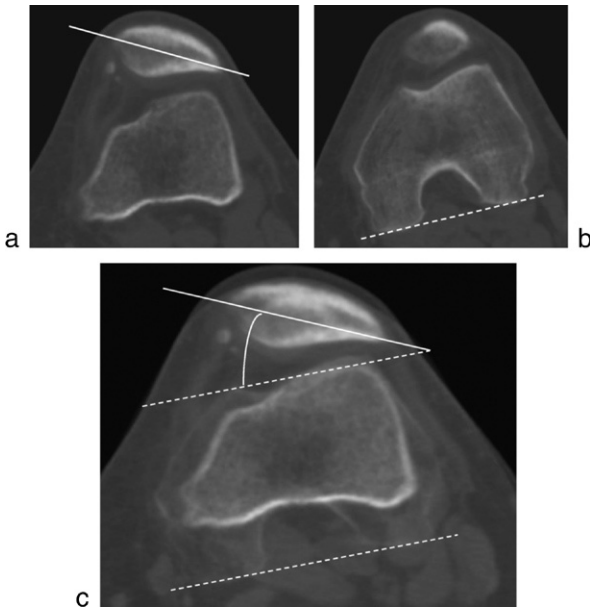
Quand la distance TA-GT est augmentée au-delà de 14 mm en flexion 30° et/ou 20 mm en extension, il existe une translation latérale de la TTA par rapport à la gorge trochléenne.

La distance TA-GT est plus élevée en extension, car il existe alors une rotation latérale du squelette jambier.

La valeur de la TA-GT à 30° ne se modifie pas avec l'âge, contrairement à la valeur en extension qui diminue avec le vieillissement.

### BASCULE LATÉRALE DE LA PATELLA (Fig. 11.9)

Coupes axiales TDM en extension sans et avec contraction quadricipitale, coupes axiales TDM à 15° de flexion, ou incidence fémoropatellaire à 30°. C'est l'angle entre le grand axe de la patella et l'axe bicondylien postérieur.



**Fig. 11.9**

**Mesure de la bascule latérale de la patella.**

Coupes axiales TDM à 15° de flexion. *a.* Grand axe de la patella. *b.* Axe bicondylien postérieur. *c.* Addition des deux coupes axiales TDM : angle de bascule de la patella entre le grand axe de la patella et l'axe bicondylien postérieur, augmenté à 30°.

En extension :

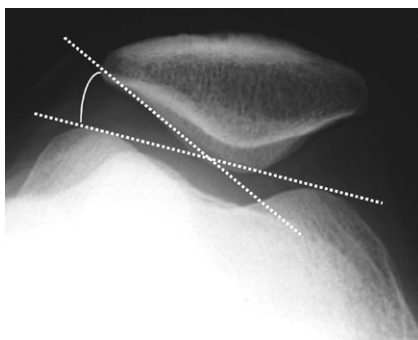
- normale : entre 10 et 20° (moyenne des deux valeurs, sans et avec contraction du quadriceps);
- bascule latérale excessive de la patella : au-delà de 20°.

La contraction du quadriceps augmente cette bascule, ce qui traduit un déséquilibre entre les muscles vaste médial et vaste latéral.

Cette bascule peut également être évaluée par l'angle de Laurin (Fig. 11.10), angle fémoropatellaire latéral, compris entre la tangente à la facette patellaire latérale et la ligne joignant les berges trochléennes médiale et latérale.

- Normal : angle ouvert en dehors.

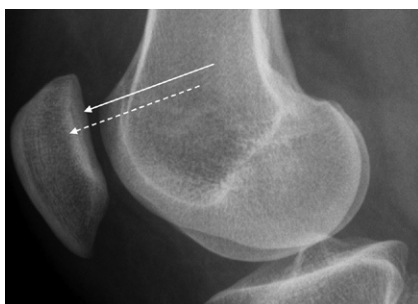
Sur le cliché de profil, la facette patellaire latérale se projette normalement en avant de sa crête (Fig. 11.11). Lors d'une bascule excessive de la patella, la facette patellaire latérale se projette sur la crête puis en arrière.



**Fig. 11.10**

**Angle de Laurin.**

Incidence fémoropatellaire à 30° du genou droit : angle de Laurin ouvert en dehors signifiant une bascule normale de la patella.



**Fig. 11.11**

**Bascule normale de la patella.**

Genou de profil. La facette patellaire latérale (flèche pointillée) se projette en avant de la crête patellaire (flèche continue).

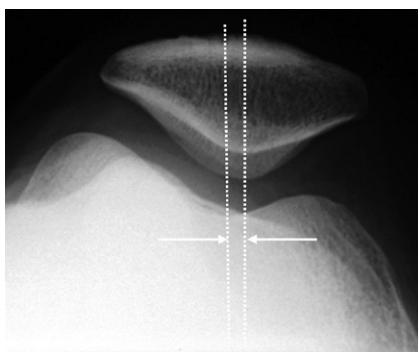
## TRANSLATION LATÉRALE DE LA PATELLA

Coupes axiales TDM à 15° de flexion sans et avec contraction du quadriceps ou incidence fémoropatellaire à 30°.

C'est la distance entre la crête patellaire et la gorge trochléenne.

- Normale < 5 mm : patella bien centrée (Fig. 11.12).
- Au-delà de 5 mm : subluxation latérale de la patella.

La subluxation latérale de la patella est potentialisée lors de la contraction quadricipitale ou de la rotation latérale du squelette jambier (pieds en rotation latérale).



**Fig. 11.12**

**Patella bien centrée.**

Incidence fémoropatellaire à 30° du genou droit. La crête de la patella et la gorge de la trochlée se situent quasiment en regard l'une de l'autre.

## DYSPLASIE DE LA PATELLA

Incidence fémoropatellaire à 30°.

On définit plusieurs types de patellas selon la morphologie de la facette patellaire médiale.

Le type 3 de Wiberg correspond à une patella dysplasique avec facette médiale courte et convexe en arrière (cf. Fig. 11.4b).

## INSTABILITÉ FÉMOROPATELLAIRE EN PRATIQUE

Le cliché de profil strict à 30° et les incidences fémoropatellaires à 30° recherchent une dysplasie de la trochlée et de la patella, et une patella alta.



Le scanner, en l'absence de précision de la part du chirurgien, permet :

- la mesure de la TA-GT à 30° de flexion (valeur seuil à 14 mm) et/ou en extension (valeur seuil à 20 mm) ;
- l'évaluation de la bascule latérale de la patella en extension sans et avec contraction des quadriceps (valeur seuil à 20°) ;
- l'évaluation de la translation latérale de la patella à 15° de flexion ± contraction du quadriceps (valeur seuil de 5 mm).

Le traitement chirurgical vise à corriger les facteurs de l'instabilité fémoropatellaire : trochléoplastie, médialisation ou abaissement de la TTA, ou plastie des parties molles (retension du plan musculocapsulaire médial et section de l'aileron patellaire latéral) peuvent être proposées.

## CLICHÉS DYNAMIQUES DU GENOU

Les clichés dynamiques ont un intérêt dans le bilan des laxités post-traumatiques d'origine ligamentaire, mais également pour savoir si une déformation arthrosique est réductible au non en préopératoire avant mise en place d'une prothèse de genou.

### INSTABILITÉ LIGAMENTAIRE

Les clichés dynamiques quantifient l'importance de la laxité secondaire à une lésion ligamentaire ou capsuloligamentaire.

Ils peuvent être réalisés manuellement ou par des appareillages permettant de quantifier la force appliquée (en newtons ou en kilogrammes avec 1 kg = 10 N environ).

Ils sont toujours réalisés de façon bilatérale et comparative en raison des laxités constitutionnelles ++.

- Clichés dynamiques de profil :
  - le tiroir antérieur à 20° de flexion teste le ligament croisé antérieur (LCA) ++;
  - le tiroir postérieur à 90° de flexion teste le ligament croisé postérieur (LCP).
- Clichés dynamiques de face en varus/valgus forcés :
  - en flexion 10°, les clichés en varus ou valgus testent respectivement les ligaments collatéraux latéral (LCL) ou médial (LCM) ;
  - en extension, ils recherchent une lésion de la capsule associée.

### Cliché dynamique de profil en « tiroir antérieur »

(Fig. 11.13 et 11.14)

Le plus fréquemment demandé.

Il quantifie la translation tibiale antérieure dans les ruptures du LCA.



**Fig. 11.13**

**Technique de radiographie dynamique mécanique en « tiroir antérieur » (type Telos).**

Patient placé en décubitus latéral, cuisse bloquée en avant au-dessus de la patella, cheville bloquée en avant. Cet appareil permet d'exercer une contrainte reproductible en exerçant une force de 250 N par exemple.

Le tiroir antérieur mesure le décalage entre les bords postérieurs des plateaux tibiaux et des condyles.

■ **Technique :**

- flexion 20°;
- mise en tension du LCA par pression postérieure avec appuis antérieurs fémoraux et tibiaux fixes.

■ **Critère de réussite :** condyles et plateaux tibiaux superposés (contrôle scopique).

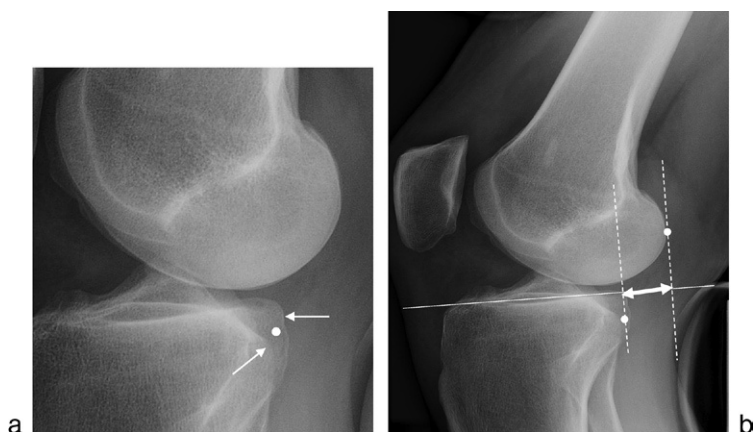
■ **Résultats :** un tiroir antérieur de 8 mm en valeur absolue ou mieux une différentielle de 4 mm par rapport au genou sain controlatéral signe une rupture du LCA.

## **Cliché dynamique de profil en « tiroir postérieur »**

Il quantifie la translation tibiale postérieure dans les ruptures du LCP.

■ **Technique :**

- flexion 90°;



**Fig. 11.14**

**Tiroir antérieur, rupture du LCA.**

Radiographie dynamique mécanique « en tiroir antérieur » du genou droit. *a.* On repère le milieu de la distance entre les bords postérieurs des plateaux tibiaux (flèches). *b.* On trace la tangente aux plateaux tibiaux (ligne continue). Le tiroir antérieur (double flèche) est la distance entre deux perpendiculaires à la tangente aux plateaux tibiaux, l'une passant par le bord postérieur des condyles et l'autre par le bord postérieur des plateaux tibiaux. On mesure un tiroir antérieur de 12 mm, ce qui confirme la rupture du LCA.

- rotation neutre du squelette jambier (la projection de la corticale antérieure de la diaphyse fibulaire est à proximité de celle de la corticale postérieure de la diaphyse tibiale) ;
- mise en tension du LCP par pression antérieure au niveau de la tubérosité tibiale antérieure.

■ Critères de réussite : condyles superposés et rotation du squelette jambier identique entre le genou pathologique et le genou sain (contrôle scopique).

■ Résultats : on superpose les clichés des deux genoux (un des deux clichés étant retourné droite-gauche). Le tiroir postérieur différentiel est la distance qui sépare les corticales postérieures parallèles des deux tibias.

Pour une force de 150 N, un tiroir postérieur différentiel de 5 mm par rapport au genou sain controlatéral signe une rupture du LCP.

## Cliché dynamique de face en « varus/valgus »

Il évalue les plans ligamentaires latéraux et la capsule.

■ Technique :

- légère flexion  $10^\circ \pm$  extension ;
- genou parfaitement de face, cuisse maintenue en place, jambe mise en varus puis en valgus forcés.

■ Résultats = bâillement anormal de l'interligne du côté de la lésion ligamentaire mesuré en millimètres :

- laxité en flexion : atteinte du plan ligamentaire latéral :
  - en varus : atteinte du LCL,
  - en valgus : atteinte du LCM;
- laxité en extension : atteinte de la capsule associée.

## BILAN PRÉOPÉRATOIRE DES PROTHÈSES TOTALES DE GENOU (PTG)

- But : savoir si la déviation angulaire du membre inférieur, en valgus ou en varus, est réductible car cela conditionne la technique opératoire.
- Technique : goniométrie en charge  $\pm$  clichés dynamiques de face en varus/valgus (Fig. 11.15).



Fig. 11.15

Clichés dynamiques avant pose de PTG.

Arthrose fémorotibiale médiale du genou droit. Clichés dynamiques en varus (a)/ valgus (b). Le pincement fémorotibial médial est réductible en valgus (b) : il n'y a donc pas de rétraction du plan ligamentaire médial et donc pas de nécessité de libération chirurgicale ligamentaire médiale.

## SUIVI DES PROTHÈSES TOTALES DE GENOU

Une laxité est dépistée par les clichés dynamiques dans le plan sagittal à la recherche de tiroir, et dans le plan frontal (valgus/varus) à la recherche d'un bâillement articulaire, témoignant d'un mauvais équilibre ligamentaire. Les mouvements forcés en valgus, varus ou en hyperflexion peuvent aussi mettre en évidence une mobilité des implants avec liserés périprothétiques.

## MESURE DES DÉVIATIONS ANGULAIRES DES MEMBRES INFÉRIEURS : GONIOMÉTRIE CHEZ L'ADULTE ET LE GRAND ENFANT (APRÈS 7 ANS)

La mesure des déviations angulaires des membres inférieurs nécessite une radiographie des membres inférieurs en entier (pangonogramme) de face, en appui bipodal symétrique, patellas au zénith.

Elle a un intérêt en préopératoire de prothèse de genou ou d'ostéotomie.

Ces déviations angulaires sont calculées à partir des axes mécaniques du fémur et du tibia, tracés à partir de trois points selon la méthode de Duparc et Massare.

### Les trois points

Le point C est le centre de la tête fémorale, le point I, le centre du genou et le point C', le centre de la cheville (Fig. 11.16, 11.17 et 11.18).

### Les axes mécaniques

L'axe mécanique fémoral est l'axe joignant le centre de la tête fémorale au centre du genou (droite CI).

L'axe mécanique tibial est l'axe joignant le centre du genou au centre de l'articulation tibiotarsienne (droite IC').

On parle de déviation en valgus lorsque I est en dedans de CC' (le genou passe en dedans de l'axe mécanique du membre), et de déviation en varus lorsque I est en dehors de CC' (le genou passe en dehors de l'axe mécanique du membre).

### Les angles

L'angle de déviation angulaire global (DAG) est l'angle CI-IC' du patient.

L'angle de déviation angulaire physiologique (DAP) est l'angle CI-IC' du sujet normal soit un valgus de 2° chez l'homme et de 3° chez la femme.

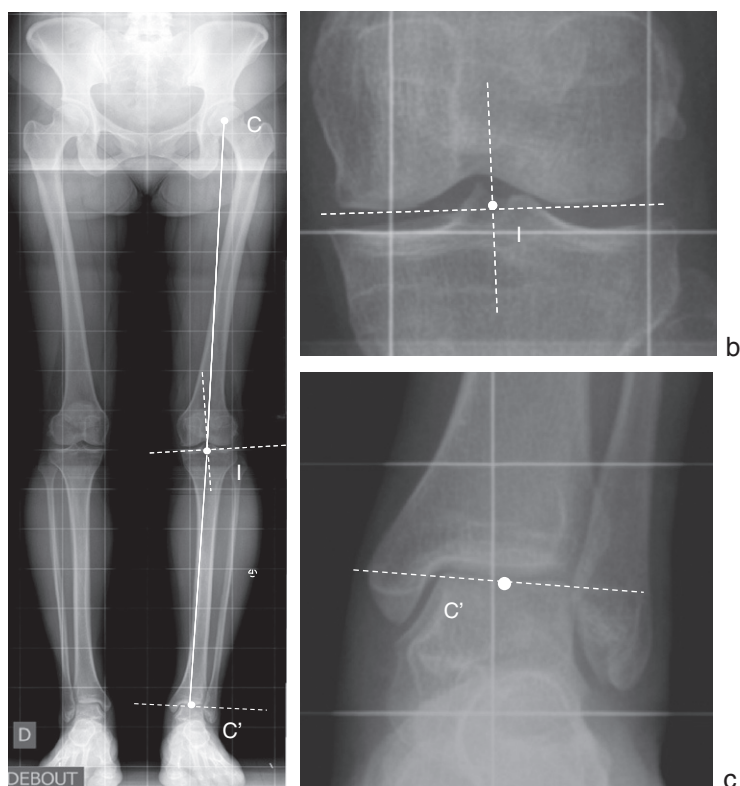


Il existe donc un genu valgum physiologique qui est de 2° chez l'homme et de 3° chez la femme.

L'angle de déviation angulaire corrigée (DAC) est l'angle dont le chirurgien doit tenir compte :

- en valgus,  $DAC = DAG - DAP$  ;
- en varus,  $DAC = DAG + DAP$ .

Les déviations angulaires des membres inférieurs évoluent vers l'arthrose fémoro-tibiale dont le traitement est différent selon qu'elle est débutante ou évoluée



a DEBOUT

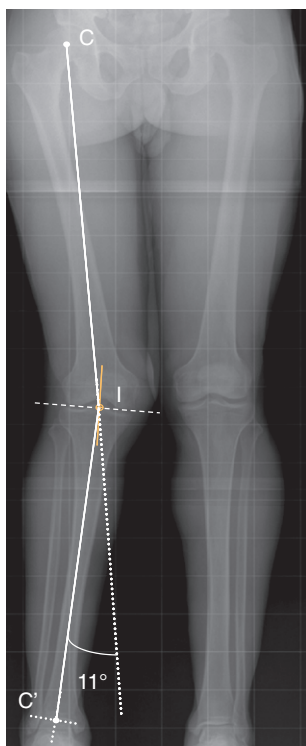
Fig. 11.16

Mesure des déviations angulaires des membres : goniométrie.

a. Pangenogramme chez un homme. On trace les trois points C, I et C'. b. Centre du genou : I est l'intersection entre la tangente aux condyles fémoraux et la perpendiculaire passant au milieu de l'éminence intercondylaire (anciennement entre les deux épines tibiales). c. Centre de la cheville : c'est le milieu de la distance intermalléolaire tangente au dôme talien.

L'angle de déviation angulaire global est l'angle CI-IC' du patient, mesuré à 0°. L'angle de déviation angulaire corrigé est de 2° ( $DAC = DAG + DAP$ , soit  $0 + 2^\circ$ ). Il s'agit donc d'une déviation de 2° dans le sens du varus par rapport à un homme normal.

et selon l'âge du patient. Une arthrose fémorotibiale évoluée bénéficie d'une prothèse totale le plus souvent. Une arthrose fémorotibiale débutante, chez un jeune avec déviation angulaire du membre, bénéficie d'une ostéotomie pour correction de la désaxation (genu varum : ostéotomie tibiale de valgisation ; genu valgum : ostéotomie fémorale de varisation).

**Fig. 11.17****Genu valgum.**

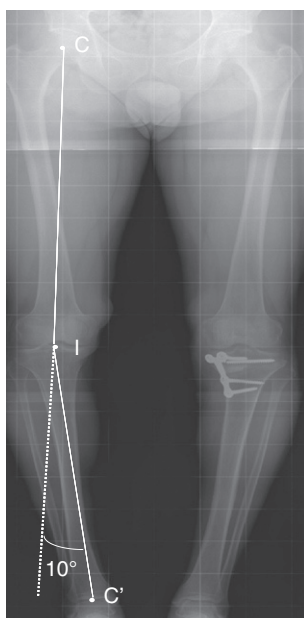
Pangonogramme chez une femme. Le centre du genou I est en dedans de l'axe mécanique CC' du membre inférieur. L'angle de déviation angulaire global est de 11°. L'angle de déviation angulaire corrigé est un valgus de 8° ( $DAC = DAG - DAP = 11 - 3$ ).

**CHEZ LE JEUNE ENFANT (AVANT 7 ANS)** (Fig. 11.19)

On étudie l'angle tibiofémoral, obtenu en traçant les axes centrodiaphysaires du fémur et du tibia.

L'interprétation doit être rapportée aux variations physiologiques des mesures angulaires en fonction de l'âge : ainsi, au cours de la croissance, l'axe du membre évolue d'un genu varum néonatal vers le genu valgum de l'adulte.

- Avant 2 ans : genu varum parfois très marqué à la naissance (jusqu'à 20°), plus discret vers 18 mois (8° environ), disparaissant dans les 6 mois suivants l'acquisition de la marche.
- 2 ans : le membre est à peu près en rectitude.
- Au-delà de 2 ans : genu valgum physiologique maximum vers 3 ans (8° environ), moins marqué par la suite (4°), se corrigeant progressivement pour évoluer vers la statique de type adulte à l'âge de 7 ans.

**Fig. 11.18****Genu varum.**

Pangonogramme chez un jeune homme. Le centre du genou I est en dehors de l'axe mécanique  $CC'$  du membre inférieur. L'angle de déviation angulaire global est de  $10^\circ$ . L'angle de déviation angulaire corrigée est de  $12^\circ$  ( $DAC = DAG + DAP = 10 + 2$ ). Du côté gauche, le patient a bénéficié d'une ostéotomie tibiale de valgisation.

Attention au faux genu varum accompagnant une torsion latérale excessive du squelette jambier et au faux genu valgum de l'enfant obèse (grosses cuisses).



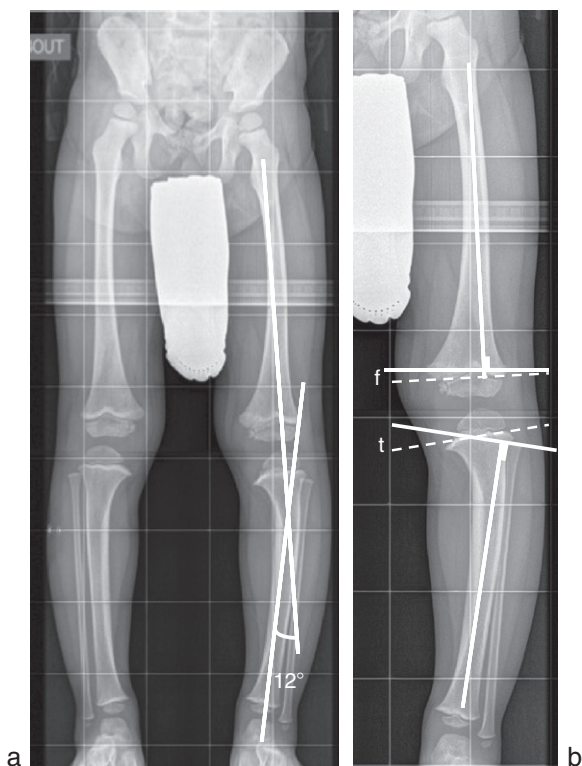
**Le genu varum du nourrisson de moins de 2 ans est donc physiologique.**

Il faut s'assurer de l'absence de rachitisme ou d'évolution vers un tibia vara (maladie de Blount).

L'angle métaphysodiaphysaire normal du tibia est de  $0$  à  $11^\circ$ . Il est mesuré entre la perpendiculaire à l'axe diaphysaire tibial et la tangente à la métaphyse tibiale.

Dans la maladie de Blount ou ostéochondrose tibiale déformante, l'angle métaphysodiaphysaire tibial est supérieur à  $11^\circ$  avec un rapport entre les angles métaphysodiaphysaires fémoral/tibial inférieur à 1.





**Fig. 11.19**

**Genu varum.**

Gonométrie en charge chez un garçon noir de 2 ans et demi. *a.* L'angle fémorotibial est mesuré à 12° de varum. *b.* L'angle métaphysodiaphysaire tibial (*t*) est augmenté à 15°, l'angle métaphysodiaphysaire fémoral (*f*) est normal à 5°, le rapport *f/t* est inférieur à 1 : suspicion de maladie de Blount (tibia vara).

## POSITIONNEMENT DES PROTHÈSES TOTALES DU GENOU (Fig. 11.20)

Plusieurs complications sont possibles après mise en place de prothèses totales de genou (PTG). En plus du descellement et de l'infection, d'une subluxation ou bascule de l'implant patellaire, d'une nécrose ou fracture de la patella (notamment quand l'épaisseur osseuse résiduelle est de moins de 11 mm), on recherche une malposition des pièces prothétiques et une instabilité.

- But : rechercher une malposition des pièces prothétiques pouvant être responsable de douleurs.
- Technique : goniométrie en charge, clichés du genou face et profil en charge ± clichés dynamiques ± coupes axiales TDM.



**Fig. 11.20**

Goniométrie en charge en postopératoire de PTG.

L'angle de déviation angulaire global est normal à 0°.

## **POSITIONNEMENT DES PROTHÈSES TOTALES DE GENOU DANS LE PLAN FRONTAL** (Fig. 11.21)

Genou de face en charge.

L'interligne articulaire doit être horizontal.

La tangente aux condyles doit être perpendiculaire à l'axe mécanique fémoral.

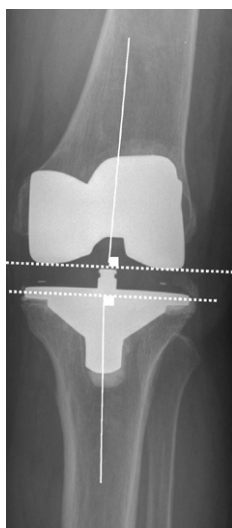
La tangente au plateau tibial doit être perpendiculaire à l'axe mécanique du tibia.

On rappelle que l'axe mécanique fémoral relie les centres de la hanche et du genou et que l'axe mécanique tibial relie les centres du genou et de la cheville (pangonogramme).

## **POSITIONNEMENT DES PROTHÈSES TOTALES DE GENOU DANS LE PLAN SAGITTAL** (Fig. 11.22)

Genou de profil en charge.

La coupe fémorale inférieure doit être perpendiculaire à l'axe anatomique du fémur.

**Fig. 11.21**

**Bon positionnement des pièces prothétiques dans le plan frontal.**

Genou gauche de face en charge. Prothèse totale « à glissement » cimentée avec plateau tibial en métal et polyéthylène (pièce radiographique transparente dans l'interligne).

La pente postérieure tibiale varie de  $0^{\circ}$  (embase perpendiculaire à l'axe anatomique du tibia) à  $7^{\circ}$ , permettant la stabilité et la flexion de la prothèse.

On rappelle que les axes anatomiques sont les axes des diaphyses (pangonogramme).

## POSITIONNEMENT DES PROTHÈSES TOTALES DE GENOU DANS LE PLAN AXIAL

Coupes axiales TDM.

Mesurer la rotation des pièces fémorale et tibiale (technique de Berger).  
Décubitus dorsal, patellas au zénith.

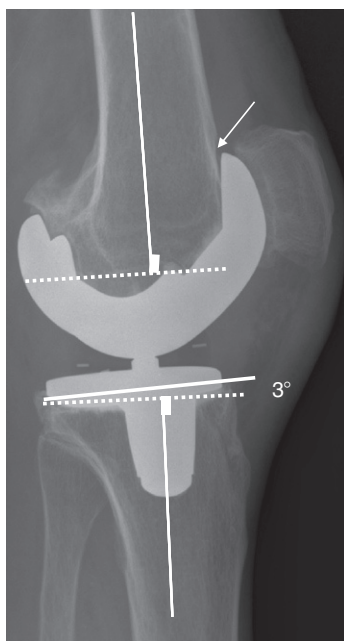
Mesures bilatérales et comparatives ++.

### Rotation de la pièce fémorale (Fig. 11.23)

Coupe axiale passant par les épicondyles.

C'est l'angle entre la ligne bi-épicondylienne et la ligne bicondylienne postérieure.

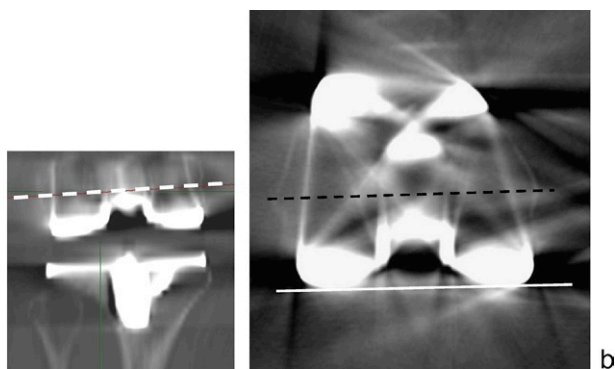
- Valeur normale  $0-5^{\circ}$  : la pièce fémorale doit être en rotation latérale de  $0$  à  $5^{\circ}$  par rapport à ligne bi-épicondylienne.

**Fig. 11.22**

Bon positionnement des pièces prothétiques dans le plan sagittal.

Genou gauche de profil en charge. La pente tibiale postérieure est normale à 3°.

On vérifie aussi l'absence d'encoche corticale antérieure (flèche).

**Fig. 11.23**

Rotation normale de la pièce prothétique fémorale.

Coupe axiale TDM passant par les épicondyles du genou droit. L'angle entre la ligne bi-épicondylienne (noire) et la ligne bicondylienne postérieure (blanche) est de 0°.

## Rotation de la pièce tibiale (Fig. 11.24)

Addition de trois coupes passant respectivement sous le plateau tibial prothétique, par la tubérosité tibiale antérieure (TTA) et par l'insert (hypodense) en polyéthylène du plateau tibial prothétique.

C'est l'angle entre l'axe prothétique et l'axe de la TTA.

- Valeur normale  $18^\circ$  : la pièce prothétique tibiale doit être en rotation médiale de  $18^\circ$  par rapport à la TTA.

## Rotation des pièces fémorale et tibiale en TDM : rédaction du compte rendu

Pour le patient des Fig. 11.23 et 11.24, porteur de PTG du genou droit, la pièce fémorale est en rotation médiale de  $0^\circ$  par rapport à la ligne bi-épicondylienne pour une valeur normale de  $0$  à  $5^\circ$ , et la pièce tibiale est en rotation médiale de  $7^\circ$  par rapport à l'axe de la TTA pour une valeur normale à  $18^\circ$  : rotation médiale insuffisante de la pièce tibiale.

## LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR

### RUPTURE DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR

#### EN IRM (Fig. 11.25)

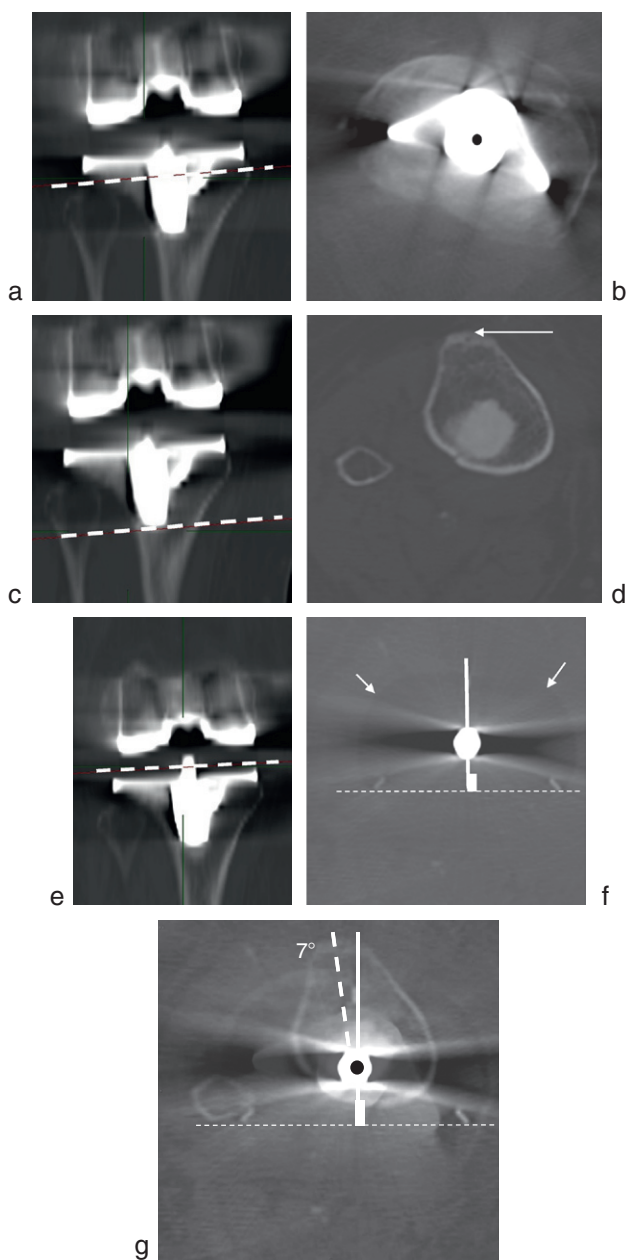
En IRM, Le ligament croisé antérieur (LCA) normal est rectiligne, continu quasiment parallèle au toit de l'échancrure (ou ligne de Blumensaat). La tangente à son bord antérieur forme un angle d'environ  $55^\circ$  avec le plan du plateau tibial médial.

Un angle inférieur à  $45^\circ$  est fortement évocateur d'une rupture du LCA.

**Fig. 11.24**

#### Rotation médiale insuffisante de la pièce prothétique tibiale.

Addition des trois coupes suivantes (*b, d, f*). *a-b*. Coupe juste sous le plateau tibial prothétique : repérer le centre géométrique de l'extrémité supérieure du tibia (point noir). *c-d*. Coupe passant par la TTA : repérer la TTA (flèche). *e-f*. Coupe passant par l'insert hypodense du plateau tibial prothétique : déterminer l'axe prothétique (ligne continue). L'axe prothétique est la perpendiculaire à la tangente au bord postérieur de l'insert. *g*. Addition de ces trois coupes axiales TDM. L'axe de la TTA (ligne en pointillés) est la ligne joignant la TTA au centre géométrique de l'extrémité supérieure du tibia. L'angle de rotation de la pièce tibiale est l'angle entre l'axe prothétique (ligne continue) et l'axe de la TTA (ligne en pointillés). La pièce prothétique tibiale est en rotation médiale de  $7^\circ$  par rapport à la TTA au lieu de  $18^\circ$ .





**Fig. 11.25**

Pas de rupture du LCA.

IRM coupes sagittales T2 avec saturation de la graisse. Le LCA forme avec la tangente au plateau tibial médial un angle de 55°.

## POSITIONNEMENT DES TUNNELS OSSEUX APRÈS LIGAMENOTOPLASTIE DU LIGAMENT CROISÉ ANTÉRIEUR (Fig. 11.26)

Radiographies de face et de profil en extension.

### Tunnel fémoral

Sur la face, l'origine du tunnel osseux fémoral est située sur la face médiale du condyle latéral.

Sur le profil, l'origine du tunnel osseux fémoral est située à l'intersection de la ligne fémorale corticale postérieure et la ligne de Blumensaat.

### Tunnel tibial

Sur la face, le tunnel osseux est étendu de la tubérosité tibiale antérieure à l'émittance intercondyalaire.

Sur le profil, il doit être parallèle à la ligne de Blumensaat (tangente à la corticale du fond de l'échancrure intercondyalaire) et s'ouvrir dans le deuxième quart antérieur du plateau tibial. Le diamètre du tunnel tibial peut augmenter de façon normale durant les 2 ans suivant la plastie (jusqu'à 20 mm). À différencier d'un élargissement pathologique en rapport avec une dégénéres-

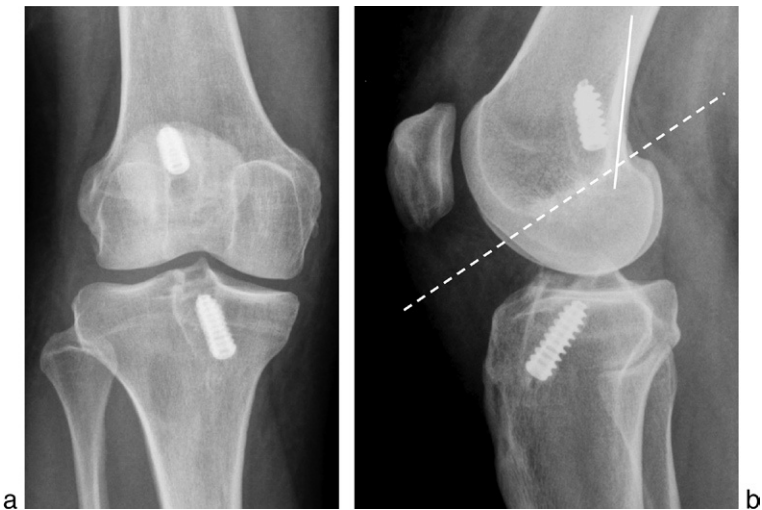


Fig. 11.26

**Bon positionnement des tunnels osseux après ligamentoplastie du LCA.**

Genou droit face et profil. Notez que le profil n'est pas réalisé en extension, d'où l'horizontalisation de la ligne de Blumensaat (ligne pointillée), ce qui donne l'impression d'une fausse verticalisation du tunnel tibial.

cence kystique du greffon ou une ostéolyse périgreffon par mouvements anormaux de la plastie.

## FRACTURE DU PLATEAU TIBIAL

Il existe trois grands types de fracture des plateaux tibiaux : la séparation, l'enfoncement et la lésion mixte.

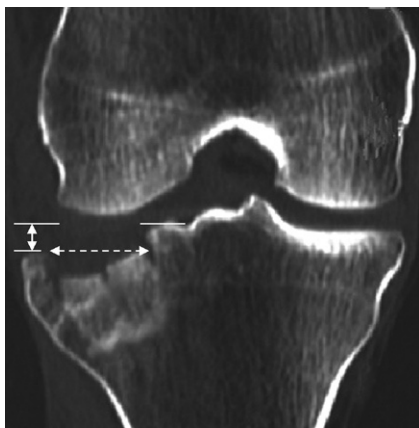
La fracture unitubérositaire du plateau tibial latéral de type mixte séparation-enfoncement est la plus fréquente (Fig. 11.27).

Le bilan radiographique simple a tendance à sous-estimer les lésions. Le scanner permet de quantifier l'importance de l'enfoncement et ainsi prévoir la nécessité ou non d'un comblement osseux, le but de la chirurgie étant de rétablir la surface articulaire afin d'éviter l'évolution arthrosique.

- Pour la fracture-séparation, un diastasis interfragmentaire supérieur à 2 mm nécessite une chirurgie de réduction.
- Pour la fracture-enfoncement, un enfoncement supérieur à 4 mm nécessite un relèvement du plateau chirurgicalement par greffe osseuse ou substitut osseux de comblement.

On précise au chirurgien l'étendue et la localisation de l'enfoncement.





**Fig. 11.27**

Fracture du plateau tibial latéral de type séparation–enfoncement.

Reconstruction TDM frontale du genou droit. Notez l'importance du diastasis (double flèche pointillée) et de l'enfoncement (double flèche) nécessitant le recours à la chirurgie avec greffe osseuse chez ce jeune patient.

## OSTÉONÉCROSE MÉCANIQUE DES CONDYLES FÉMORAUX EN IRM

L'ostéonécrose siège le plus souvent au niveau du condyle médial en zone portante (Fig. 11.28).



**Fig. 11.28**

Lésion ostéochondrale du condyle médial.

IRM sagittale T2.

La taille de la nécrose sous-chondrale informe sur le risque évolutif : lorsque sur les coupes sagittales T2, la plage en hyposignal a une épaisseur supérieure à 4 mm et/ou une longueur supérieure à 14 mm, le risque d'effondrement est plus important.

CHAPITRE  
**12**

# Jambe

- **TORSION DU SQUELETTE JAMBIER**
- **INDEX CORTICODIAPHYSAIRE**

## TORSION DU SQUELETTE JAMBIER

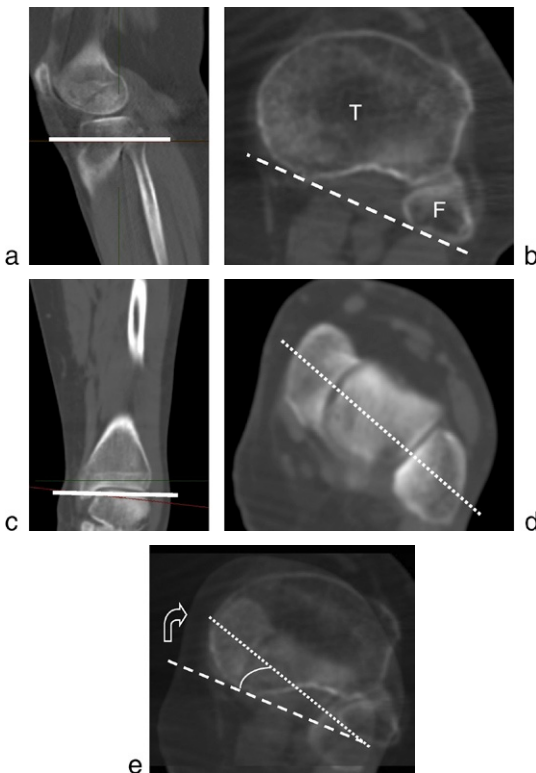
Indication rare de TDM, les mesures cliniques restent très valables.

La torsion du squelette se définit comme une torsion de l'os autour de son axe. Au niveau du squelette du membre inférieur, ces anomalies se situent le plus souvent sur le fémur (antéversion ou rétroversion fémorale) ou sur le tibia (torsion tibiale latérale ou médiale).

Les anomalies de torsion peuvent être d'origine congénitale, secondaires à un problème neurologique, post-traumatique ou postopératoire.

Technique :

- décubitus dorsal, patellas au zénith ;
- addition de deux coupes axiales TDM, passant respectivement par l'articulation tibiofibulaire proximale et le dôme talien : c'est l'angle entre la tangente aux bords postérieurs du tibia et de la fibula et la ligne bimalléolaire.



**Fig. 12.1**

**Torsion tibiale latérale normale.**

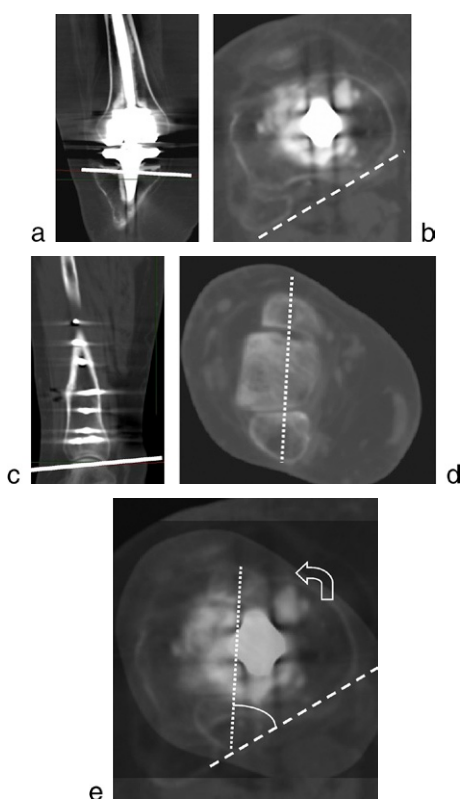
Coupes axiales TDM de la jambe gauche. *a et b.* Coupe passant par l'articulation tibiofibulaire proximale : axe jambier proximal. *c et d.* Coupe passant par le dôme talien : axe jambier distal. *e.* Addition des deux coupes précédentes : torsion tibiale latérale à 16°.

Chez l'adulte, la torsion tibiale latérale normale est de 15 à 40° (Fig. 12.1).

Chez l'enfant, il existe une torsion tibiale médiale à la naissance ( $-10^\circ$ ), qui se résout et évolue spontanément vers une torsion tibiale latérale inférieure à  $10^\circ$  avant 1 an, de 10 à  $20^\circ$  entre 3 et 4 ans, et atteignant les valeurs de l'adulte vers 8 ans.



La torsion tibiale est donc considérée comme anormale si une torsion médiale persiste après 4 ans ou si une torsion latérale est supérieure à  $40^\circ$  chez l'adulte (Fig. 12.2).



**Fig. 12.2**

**Torsion tibiale latérale excessive.**

Coupes axiales TDM de la jambe droite (PTG et fracture ostéosynthésée du tibia). Examen en préopératoire avant correction d'un trouble de rotation du squelette jambier sur cal vicieux. *a et b.* Coupe passant par l'articulation tibiofibulaire proximale : axe jambier proximal. *c et d.* Coupe passant par le dôme talien : axe jambier distal. *e.* Addition des deux coupes précédentes : torsion tibiale latérale à  $60^\circ$ .

## INDEX CORTICODIAPHYSAIRE (Fig. 12.3)

Tibia de face.

But : évaluation de l'ostéoporose.

$I$  = largeur des corticales ( $d + d'$ )/largeur totale diaphysaire au milieu de la diaphyse ( $D$ ).

Valeurs normales :

- de 18 mois à 50 ans,  $I = 0,48 \pm 0,09$ ;
- < 18 mois, non interprétable;
- 0–6 mois : index augmenté (corticale épaisse : ostéosclérose physiologique);
- 6–18 mois : index abaissé (amincissement cortical : ostéoporose physiologique).



**Fig. 12.3**

Index corticodiaphysaire normal.

a. Tibia de face chez un enfant de 22 mois. b.  $(d+d')/D = 0,48$  environ.

# Cheville et pied

## ■ ENTORSES DE CHEVILLE

- Instabilité latérale et clichés dynamiques
- Entorse tibiofibulaire distale

## ■ MESURES DE LA STATIQUE DU PIED CHEZ L'ADULTE : PODOMÉTRIE

- Pieds de profil en charge
- Pieds de face en charge
- Chevilles de face en charge avec cerclage (Méary-Toméno)
- Incidence de Walter-Müller-Guntz

## ■ TROUBLES DE LA STATIQUE DU PIED CHEZ L'ADULTE

- Pied plat
- Pied creux
- Hallux valgus

## ■ PODOMÉTRIE CHEZ L'ENFANT (DE MOINS DE 7 ANS)

- Pieds de profil en charge
- Pieds de face en charge
- Déformations élémentaires
- Pied bot varus équin

## ■ FRACTURE DU CALCANÉUS

- Angle de Böhler

## ■ TENDON CALCANÉEN ET APONÉVROSE PLANTAIRE SUPERFICIELLE

## ENTORSES DE CHEVILLE

### INSTABILITÉ LATÉRALE ET CLICHÉS DYNAMIQUES

Les entorses de cheville sont fréquentes, se produisent pour la majorité en varus équin et intéressent le ligament collatéral latéral.

Le ligament collatéral latéral est constitué de trois faisceaux dont la rupture a lieu dans l'ordre suivant : le faisceau antérieur (talofibulaire antérieur), puis le faisceau moyen (calcanéofibulaire) et enfin, rarement, le faisceau postérieur (talofibulaire postérieur).

Le bilan radiologique initial associe trois clichés de cheville : une face stricte, une face en rotation médiale de 15–20° pour dégager l'angle postérolatéral du talus et un profil. Un cliché de 3/4 déroulé du pied en cas de doute sur le médio-pied, et notamment sur la base du cinquième métatarsien, complète le bilan.

Les lésions à rechercher sont les fractures–arrachements osseux liées à la désinsertion d'un faisceau, les fractures ostéochondrales du dôme talien et les lésions de la syndesmosse tibiofibulaire (arrachement osseux tibial).



Les clichés dynamiques de cheville sont réalisés à distance des douleurs, en bilan préopératoire des instabilités de cheville après entorse grave (rupture complète de un à trois faisceaux).

Ils permettent de mettre en évidence et de quantifier la laxité talocrurale dans le plan frontal (varus forcé) et dans le plan sagittal (tiroir antérieur). Ces tests ont une faible sensibilité et n'ont de valeur que s'ils sont positifs.

#### Remarque

Le seuil de significativité pour le diagnostic d'entorse grave se situe au-dessus de 10° pour le varus et de 8 mm pour le tiroir antérieur.

De nombreux facteurs peuvent influencer ces valeurs : la douleur, la technique utilisée et la force appliquée (mouvement forcé manuel par le radiologue, instrumenté, ou en « auto-varus » effectué par le patient), la position du pied (varus ou varus équin), et la laxité constitutionnelle (clichés bilatéraux et comparatifs ++).

Les techniques instrumentées (Telos) permettent d'appliquer des forces de 50 à 150 N (soit environ 15 kPa) et sont reproductibles. Le pied est en léger équin (flexion plantaire de 10–15°).

#### Cliché dynamique de face en « varus forcé » (Fig. 13.1)

Il consiste en la mise en tension des trois faisceaux du ligament collatéral latéral.

Critère de qualité : l'interligne tibiotalien doit être dégagé.





**Fig. 13.1**  
Réalisation du cliché en varus forcé (Telos).

Résultats : on recherche un bâillement tibiotalien latéral (Fig. 13.2) correspondant à l'angle formé par les tangentes au dôme talien et au pilon tibial.

- Normal : bâillement de moins de  $10^\circ$ .
- Bâillement de plus de  $10^\circ$  : rupture du faisceau antérieur.
- Bâillement de plus de  $15^\circ$  : rupture des faisceaux antérieur et moyen.
- Bâillement de plus de  $25^\circ$  : rupture des trois faisceaux.



**Fig. 13.2**  
Bâillement tibiotalien latéral.

Cliché en varus forcé (Telos). Entorse grave du ligament collatéral latéral. L'angle tibiotalien latéral est de  $12^\circ$  : rupture du faisceau antérieur.

En cas de laxité constitutionnelle, on retient un minimum de  $10^\circ$  de différentiel par rapport au côté sain.

Les manœuvres d' « auto-varus » effectuées par le patient en appui complet sur le bord latéral du pied sont de plus en plus utilisées (Fig. 13.3).



**Fig. 13.3**

Réalisation du cliché en « auto-varus ».

Patient debout chaussé en appui bipodal soulagé du côté radiographié avec appui progressif non douloureux sur le bord latéral du pied.

### **Cliché dynamique de profil en « tiroir antérieur »** (Fig. 13.4)

Il consiste en la mise en tension du faisceau antérieur du ligament collatéral latéral et de la capsule antérieure qui est rompue en cas d'entorse grave .



**Fig. 13.4**

Réalisation du cliché en tiroir antérieur (Telos).

**Fig. 13.5****Tiroir antérieur.**

Entorse grave du ligament collatéral latéral. Le tiroir antérieur est de 11 mm.

Critères de qualité : l'interligne tibiotalien doit être visible sur toute sa longueur et la fibula doit être superposée au milieu du tibia.

Résultats : on mesure la distance entre les deux berges de l'articulation tibio-talienne.

- Tiroir de plus de 8 mm : rupture du faisceau antérieur au minimum (Fig. 13.5).

En cas de laxité constitutionnelle, on retient un minimum de 3 mm de différentiel par rapport au côté sain.

## ENTORSE TIBIOFIBULAIRE DISTALE

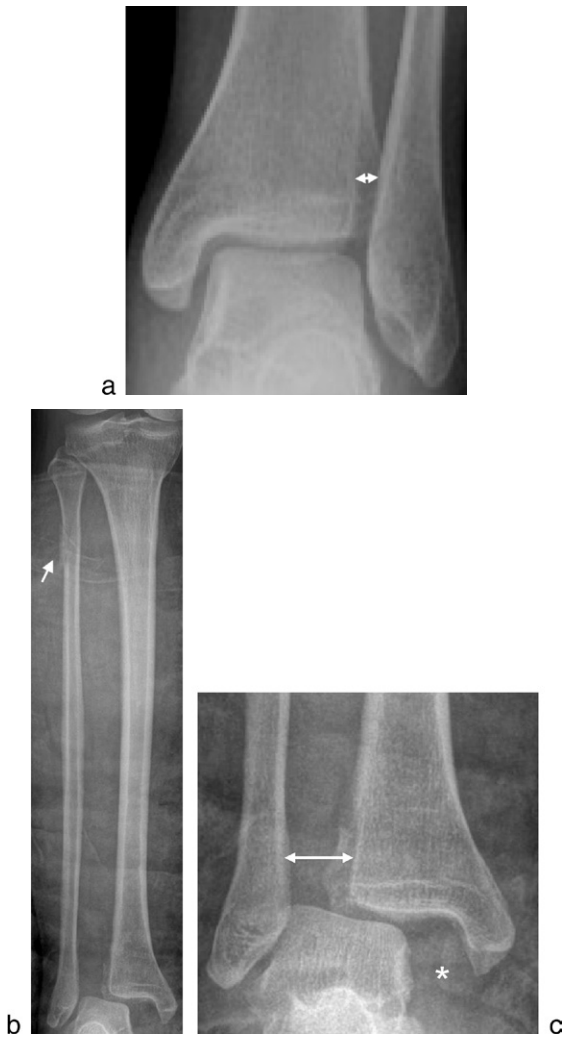
L'entorse de la syndesmosse est rare et le plus souvent associée à une fracture bimalléolaire. Elle est souvent méconnue et à l'origine d'instabilité persistante et d'arthrose talocrurale.



Sa reconnaissance est importante car elle nécessite une immobilisation en flexion plantaire (contrairement aux entorses des ligaments collatéraux où l'orthèse empêche les mouvements en valgus-varus).

Résultats : sur le cliché de cheville de face, on mesure la distance entre le bord médial de la fibula et l'incisure fibulaire du tibia.

Pathologique : diastasis  $\geq 6$  mm. Le diastasis tibiofibulaire distal n'a de valeur que s'il est positif et se majore lors de la dorsiflexion du pied (Fig. 13.6).

**Fig. 13.6****Mesure du diastasis tibiofibulaire distal.**

*a.* Cheville normale : l'espace entre l'incisure fibulaire et le tibia est ici de 4 mm : pas de diastasis. *b et c.* Diastasis tibiofibulaire distal : entorse grave du ligament collatéral médial (\*) et de la syndesmoïse tibiofibulaire distale (double flèche) associée à une fracture du col de la fibula (flèche), équivalent de fracture de Maisonneuve.

## MESURES DE LA STATIQUE DU PIED CHEZ L'ADULTE : PODOMÉTRIE

L'examen clinique suffit le plus souvent à faire le diagnostic des troubles de la statique du pied.

Le bilan radiologique permet de les quantifier par l'étude de certains axes et angles.



On réalise des clichés bilatéraux en charge : pieds de profil, pieds de face, chevilles de face avec cerclage, et incidence de Walter-Müller-Guntz.

Pour une étude plus approfondie de l'avant-pied, on peut réaliser les clichés de face et de profil en charge en position « schuss ».

### PIEDS DE PROFIL EN CHARGE

Sujet en appui bipodal, plaque placée sur la face médiale de la cheville, le rayon incident horizontal est centré sur le naviculaire (Fig. 13.7).

Plusieurs angles et axes permettent d'apprécier la statique sagittale du pied.

#### Angle de Djian-Annonier

C'est l'angle de l'arche médiale du pied.

Son sommet est le point le plus déclive de l'interligne talonaviculaire. Les deux autres points sont les points les plus déclives du sésamoïde médial, en avant, et du calcanéus en arrière.

- Normal : 120–130° (Fig. 13.8).
- Pied creux < 120°.
- Pied plat > 130°.

#### Axe de Méary-Tomeno

C'est l'axe talométatarsien reliant le talus et le premier métatarsien.

L'axe du premier métatarsien est parallèle à la corticale dorsale de cet os, l'axe du talus est la bissectrice des droites passant par les deux points les plus hauts et les deux points les plus bas du talus.

- Normal : axe rectiligne (Fig. 13.8).
- Pied plat : cassure à concavité supérieure, axe du talus verticalisé.
- Pied creux : cassure à concavité inférieure, axe du talus horizontalisé.

Cette cassure, dont l'angle peut être précisé, se situe le plus souvent au niveau de l'interligne talonaviculaire (moins souvent naviculocunéiforme ou cunéométatarsien).



**Fig. 13.7**  
Pieds de profil en charge.  
Réalisation du cliché.



**Fig. 13.8**  
Angle de Djian-Annonier et axe de Méary-Toméno.  
Pied de profil en charge. L'axe de Méary est rectiligne normal (ligne blanche), l'angle de l'arche médiale du pied selon Djian est normal à  $130^\circ$  (pointillés blancs).

### Pente du calcaneus (incidence calcanéenne)

C'est l'angle formé par la tangente à la face plantaire du calcaneus et le plan d'appui.

Pente du calcaneus :

- normale :  $20^\circ$  environ ( $15-25^\circ$ ) (Fig. 13.9);
- elle est diminuée dans le pied plat;
- elle est augmentée dans le pied creux postérieur.



Fig. 13.9

**Pentes du calcanéus et du premier métatarsien.**

Pied de profil en charge. La pente du calcanéus (pointillés blancs) est normale à 25°.

La pente du premier métatarsien (pointillés noirs) est normale à 22°.

**Remarque**

Son augmentation peut être en rapport avec un morphotype de pied cambré ou une dorsiflexion de l'arrière-pied. Sa diminution peut être liée à un morphotype de pied plat ou à un équinisme de l'arrière-pied.

**Pente des métatarsiens**

C'est l'angle formé par l'axe des métatarsiens et le plan d'appui. Cet angle d'attaque des métatarsiens diminue normalement régulièrement du premier (17–22°) au cinquième métatarsien (5°).

Pente du premier métatarsien :

- normale : 20° environ (Fig. 13.9);
- elle est diminuée dans le pied plat;
- elle est augmentée dans le pied creux antérieur.

**Divergence talocalcanéenne**

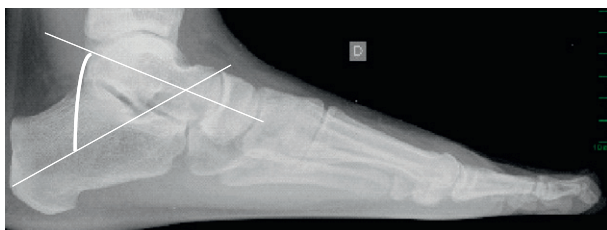
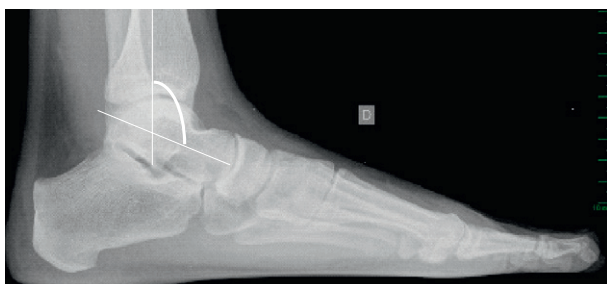
C'est l'angle entre l'axe longitudinal du talus et celui du calcanéus.

- Normal : 15–25° (Fig. 13.10).
- Augmenté : valgus de l'arrière-pied.
- Diminué : varus de l'arrière-pied.

**Angle tibiotalien**

C'est l'angle entre l'axe longitudinal du tibia et celui du talus.

- Normal : 105° (Fig. 13.11).
- Augmenté : équinisme de l'arrière-pied.
- Diminué : dorsiflexion de l'arrière-pied.

**Fig. 13.10****Divergence talocalcanéenne.**Angle talocalcanéen normal à  $20^\circ$ .**Fig. 13.11****Angle tibiotalien.**Angle entre le tibia et le talus normal à  $105^\circ$ .

## PIED DE FACE EN CHARGE

Ce cliché est réalisé avec un rayon incident de  $15^\circ$  (perpendiculaire au dos du pied) : l'interligne C1–M1 est nettement visible et les têtes métatarsiennes de M2 et M3 sont arrondies (Fig. 13.12). Une variation de l'angle du rayon incident ( $0$  à  $20^\circ$ ) entraîne des variations de la longueur de M1 et de l'angle C1–M1.

### Angle d'ouverture de l'avant-pied – largeur de l'éventail métatarsien

C'est l'angle formé par les axes des premier et cinquième métatarsiens.

- Normal :  $15$ – $25^\circ$  (Fig. 13.13).
- Augmenté : avant-pied étalé ou triangulaire.

### Divergence talocalcanéenne

C'est l'angle entre l'axe longitudinal du talus et celui du calcaneus (bissectrices).

- Normal :  $15$ – $25^\circ$  (Fig. 13.14).
- Augmenté : valgus de l'arrière-pied.
- Diminué : varus de l'arrière-pied.





**Fig. 13.12**

Pieds de face en charge.

Réalisation du cliché, rayon incident à 15°.

### **Remarque**

La radiographie du pied de face en charge en incidence bifocale (Fig. 13.10) permet de mieux apprécier les contours du calcanéus et du talus.

Cette technique en double exposition permet d'avoir l'avant-pied et l'arrière-pied nets sur le même cliché. Il s'agit de réaliser deux expositions successives du pied en faisant faire un pas en avant et un pas en arrière du pied non radiographié.

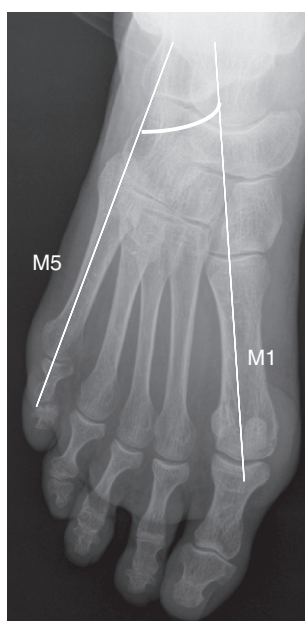
Cette incidence bifocale est de moins en moins utilisée : les contours de calcanéus et du talus peuvent être visualisés sur l'incidence classique du pied en charge en une seule exposition en faisant varier la luminosité sur le consoles des clichés numériques.

### **Angle talus–premier métatarsien (colonne médiale)**

C'est l'angle entre l'axe longitudinal du talus et celui du premier métatarsien.

■ Normal : nul avec un axe du talus aligné avec celui de M1 (Fig. 13.14).

Il renseigne sur la valeur globale de l'adduction ou de l'abduction du pied, ne permettant pas d'en définir le siège.

**Fig. 13.13**

**Angle d'ouverture de l'avant-pied.**

Pied de face en charge. L'angle M1–M5 est normal à 20°.

### **Angle calcanéus–cinquième métatarsien (colonne latérale)**

C'est l'angle entre l'axe longitudinal du calcanéus et celui du cinquième métatarsien.

- Normal : nul avec un axe du calcanéus aligné avec celui de M5 (Fig. 13.14).

Il apparaît un angle lorsqu'il existe une adduction ou abduction du pied.

Cette anomalie peut siéger seulement à deux niveaux, cuboïdométatarsien et/ou calcanéocuboïdien.

### **Varus du premier métatarsien**

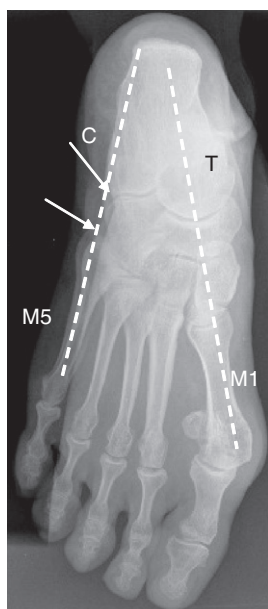
C'est l'angle formé par les axes des premier et deuxième métatarsiens.

- Normal : varus physiologique de M1 de 5–10° (Fig. 13.15).
- Métatarsus varus de M1 : > 10°.

### **Angle métatarsophalangien du premier rayon**

C'est l'angle formé par les axes du métatarsien et de la première phalange du premier rayon.

- Normal : valgus physiologique de 8–12° (15° chez la femme) (Fig. 13.16).
- Hallux valgus : > 12° (15° chez la femme).

**Fig. 13.14**

Pied de face en charge en incidence bifocale.

Divergence talocalcanéenne normale (angle talocalcanéen à  $18^\circ$ ). Alignement normal de la colonne latérale (angle calcanéux-M5 nul). Alignement normal de la colonne médiale (angle talus - M1 nul).

### Angle interphalangien du premier rayon

C'est l'angle entre les deux premières phalanges de l'hallux.

- Normal : valgus physiologique de  $13^\circ$ .
- Augmenté : hallux valgus siégeant dans l'interphalangienne (Fig. 13.16).

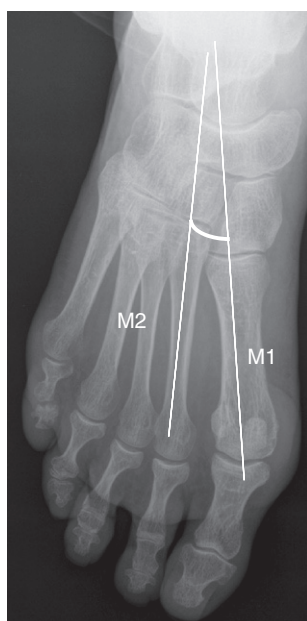
### Angle cunéométatarsien

C'est l'angle formé par les axes du premier cunéiforme et du premier métatarsien.

- Normal :  $10-20^\circ$ .
- Augmenté : interligne oblique (Fig. 13.17).
- Diminué : interligne transversal.

#### Remarque

La valeur de cet angle dépend de l'orientation du rayon incident. Il augmente lorsque le rayon est vertical, il diminue lorsque le rayon est incliné de  $15-20^\circ$ .

**Fig. 13.15**

**Varus du premier métatarsien.**

Pied de face en charge. L'angle M1–M2 est normal à 8°.

### Angle métatarsophalangien du cinquième rayon

C'est l'angle formé par les axes du métatarsien et de la première phalange du cinquième rayon.

- Normal : varus physiologique de 8–10°.
- Quintus varus : > 12°.

### Valgus du cinquième métatarsien

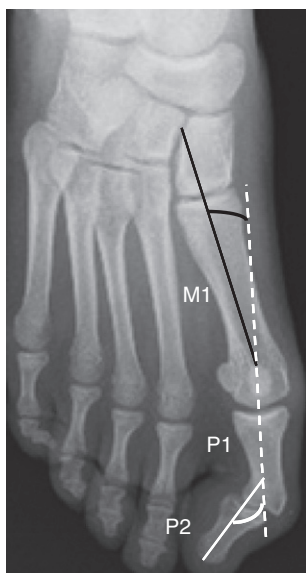
C'est l'angle entre les quatrième et cinquième métatarsiens.

- Normal : valgus physiologique de 12–15° (Fig. 13.18).
- Métatarsus valgus de M5 : > 15°.

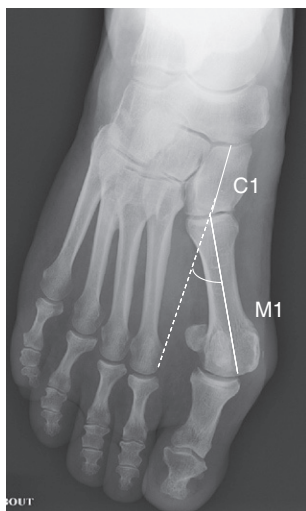
Formule des orteils et formule métatarsienne (Fig. 13.19) :

- formule des orteils : la longueur du premier rayon est comparée à celle du deuxième ; elle peut être supérieure (pied égyptien, 50 %), égale (pied carré, 27 %) ou inférieure (pied grec, 23 %) ;
- formule métatarsienne normale :  $M1 < M2 > M3 > M4 > M5$ .

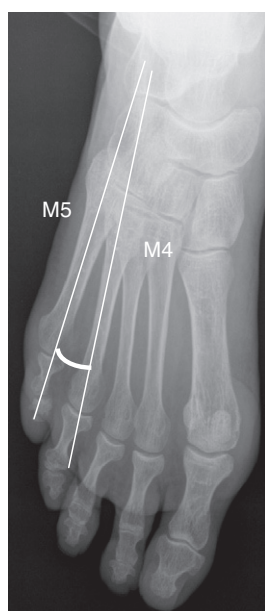
Le repère de Maestro est la perpendiculaire à l'axe de M2 tracée à partir du centre du sésamoïde latéral.

**Fig. 13.16****Valgus de l'hallux.**

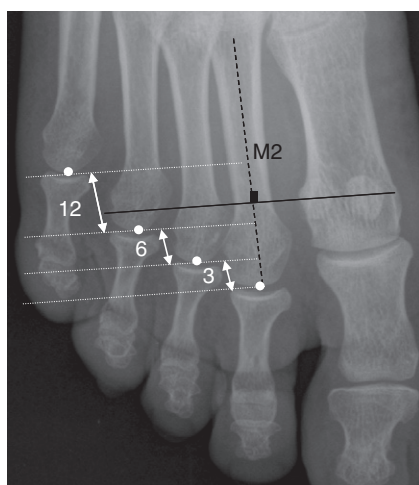
Pied de face en charge. L'angle M1-P1 (en noir) est normal à  $10^\circ$ . L'angle P1-P2 (en blanc) est augmenté à  $40^\circ$  : le valgus de l'hallux siège au niveau de l'interphalangienne.

**Fig. 13.17****Angle cunéométatarsien.**

Pied de face en charge. Angle C1-M1 augmenté : interligne oblique.

**Fig. 13.18.****Valgus de M5.**

L'angle M4-M5 est normal à 12°.

**Fig. 13.19****Formule métatarsienne normale.**

Pied de face en charge. Le repère de Maestro (ligne noire) permet de définir la position des têtes métatarsiennes entre elles. Notez qu'il s'agit ici d'un pied égyptien.

Il passe par la tête de M4, Le niveau de chaque tête décroissant de dedans en dehors selon une progression géométrique (3, 6 et 12 mm).

La tête de M1 est donc un peu en arrière de celle de M2, qui est elle-même située en avant de celle de M3, la limite antérieure des têtes de M3–M4–M5 décroissant progressivement et dessinant une courbe inclinée en arrière et en dehors.

### **Remarque**

Toute modification de cet alignement horizontal entraîne des surcharges sur certaines têtes métatarsiennes.

## **CHEVILLES DE FACE EN CHARGE AVEC CERCLAGE (MÉARY-TOMÉNO)**

C'est un cliché de cheville de face en charge, en légère rotation médiale, les talons surélevés par une cale radiotransparente (2–3 cm), avec cerclage de l'arrière-pied (fils plombés à la verticale des malléoles), afin de repérer l'appui plantaire (Fig. 13.20).

Il permet de quantifier une déviation de l'arrière-pied (valgus ou varus) et son éventuelle réductibilité (rajout d'une talonnette réduisant la déformation). Il permet aussi l'étude de l'articulation talocrurale.

Critère de qualité : l'interligne tibiotalien doit être horizontal (cf. Fig. 13.22).

Résultats : deux méthodes permettent de quantifier la déformation frontale de l'arrière-pied. La zone de désaxation se situe le plus souvent au niveau de l'articulation sous-talienne (parfois tibiotalienne).

### **Méthode de Méary (Fig. 13.21a)**

Elle étudie la projection de l'axe du tibia par rapport à la zone d'appui du talon.

L'axe tibial est défini par la verticale passant par le milieu du dôme talien ou comme la perpendiculaire à la tangente au dôme talien passant par le milieu du dôme.

- Normal : l'axe tibial coupe la zone d'appui talonnier à l'union 1/3 médial–2/3 latéraux, il existe donc un valgus physiologique de l'arrière-pied.
- Valgus de l'arrière-pied : l'axe tibial coupe l'appui talonnier dans le 1/3 médial.
- Varus de l'arrière-pied : l'axe tibial se rapproche du milieu de la zone d'appui.

### **Méthode de Djian (Fig. 13.21b)**

Elle repose sur la construction d'un quadrilatère dont les côtés horizontaux sont le dôme du talus et la zone d'appui du talon.

**Fig. 13.20**

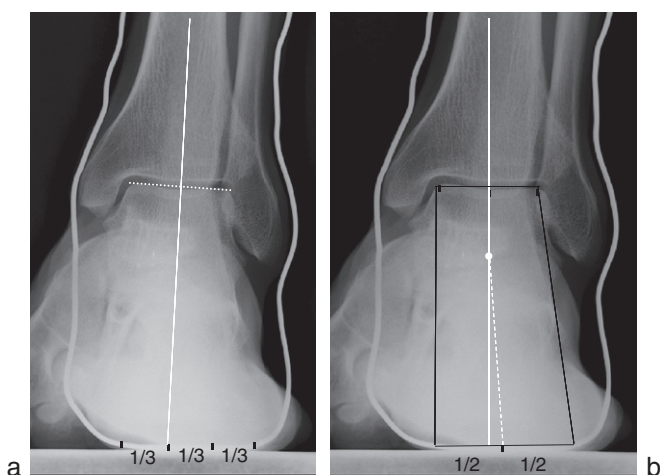
Réalisation du cliché de Méary.

Notez l'inclinaison normale ( $23^{\circ}$  environ) de l'interligne sous-talien par rapport à l'horizontale (flèches blanches).

On mesure l'angle entre la verticale et la droite reliant le milieu de la zone de désaxation (articulation sous-talienne ou moins souvent le dôme talien) et le milieu de la zone d'appui talonnière.

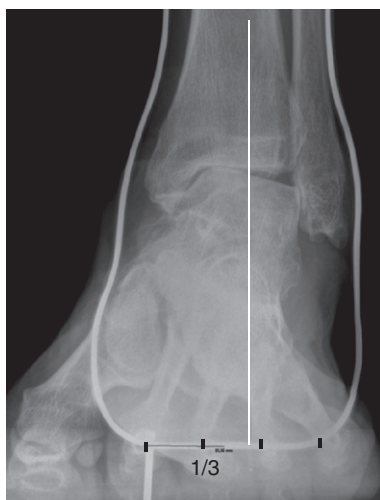
- Normal : valgus physiologique de  $3-5^{\circ}$ . Le trapèze est légèrement asymétrique avec un côté latéral discrètement plus oblique que le médial.
- Valgus : l'angle de Djian est augmenté. Le trapèze est asymétrique avec un côté latéral plus oblique que le médial.
- Varus : l'angle de Djian diminue. Le trapèze devient symétrique.



**Fig. 13.21**

Cheville de face en charge avec cerclage.

Valgus physiologique de l'arrière-pied. *a.* Méthode de Méary. *b.* Méthode de Djian.

**Fig. 13.22**

Cheville de face en charge avec cerclage. Bilan avant arthrodèse.

L'interligne tibiotalien n'est pas horizontal : il s'agit donc d'un varus de cheville et non pas de l'arrière-pied par bâillement tibiotalien latéral séquellaire d'une entorse latérale grave. La déviation en varus se fait ici dans l'articulation talocrurale qui est arthrosique : c'est une indication d'arthrodèse talocrurale et non pas sous-talienne.

## INCIDENCE DE WALTER-MÜLLER-GUNTZ (Fig. 13.23)

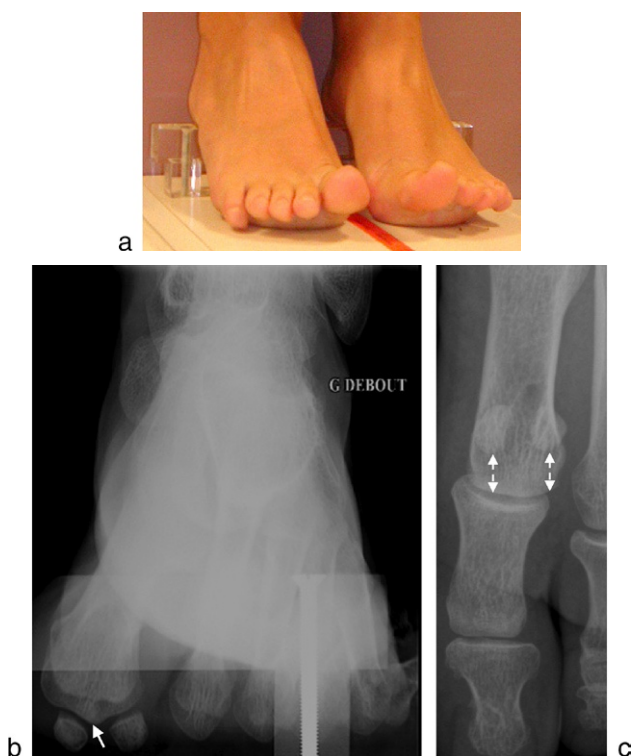
Elle permet l'étude de l'arche antérieure du pied.

Le patient surélève les orteils en flexion dorsale maximale prenant appui sur la talonnette.

- Normale : les têtes des métatarsiens en charge sont à équidistance du sol et les sésamoïdes sont de part et d'autre de la crête sésamoïdienne.

But : objectiver des zones de sur-appui ou de défaut d'appui (clinique).

Morphologie de sésamoïdes : partition, fracture, ostéonécrose.



**Fig. 13.23**

### Étude des sésamoïdes.

*a et b.* Incidence de Guntz. Les sésamoïdes sont de part et d'autre de la crête sésamoïdienne (flèche). Les têtes métatarsiennes sont à équidistance du sol. *c.* Pied de face en charge. Les sésamoïdes sont centrés par rapport à la tête de M1 et à une distance de 1–4 mm de l'interligne métatarsophalangien. (Une augmentation de la distance entre les sésamoïdes et l'interligne de plus de 10 mm évoque une rupture de la plaque plantaire du premier rayon.)

Position des sésamoïdes : subluxation médiale de la tête de M1 par rapport aux sésamoïdes dans l'hallux valgus.

Arthropathie métatarsosésamoïdienne (interligne).

## TROUBLES DE LA STATIQUE DU PIED CHEZ L'ADULTE

### PIED PLAT (Fig. 13.24)

Le diagnostic est clinique reposant sur la constatation d'un affaissement de l'arche médiale chez un sujet debout. Il est associé à une déviation en valgus de l'arrière-pied.

Le pied plat « essentiel » de l'adulte est la forme la plus fréquente. Le plus souvent, il succède au pied plat de l'enfant et reste asymptomatique ou se manifeste par de simples douleurs plantaires. L'examen clinique s'attache à s'assurer de la réductibilité du pied plat : la flexion dorsale passive de l'hallux chez un sujet debout recrée l'arche médiale.

Rarement, des douleurs plus invalidantes peuvent apparaître par atteinte dégénérative secondaire des articulations sous-talienne et médiotarsienne.

Des tensions douloureuses du mollet doivent faire rechercher un pied plat avec tendon d'Achille court.



**Une raideur douloureuse doit faire rechercher une synostose talocalcanéenne ou calcanéonaviculaire chez l'adolescent.**

Bilan radiologique :

- pied de profil en charge ++ ;
  - axe de Méary-Toméno : cassure à concavité supérieure (axe du talus verticalisé),

#### Fig. 13.24

##### Pied plat.

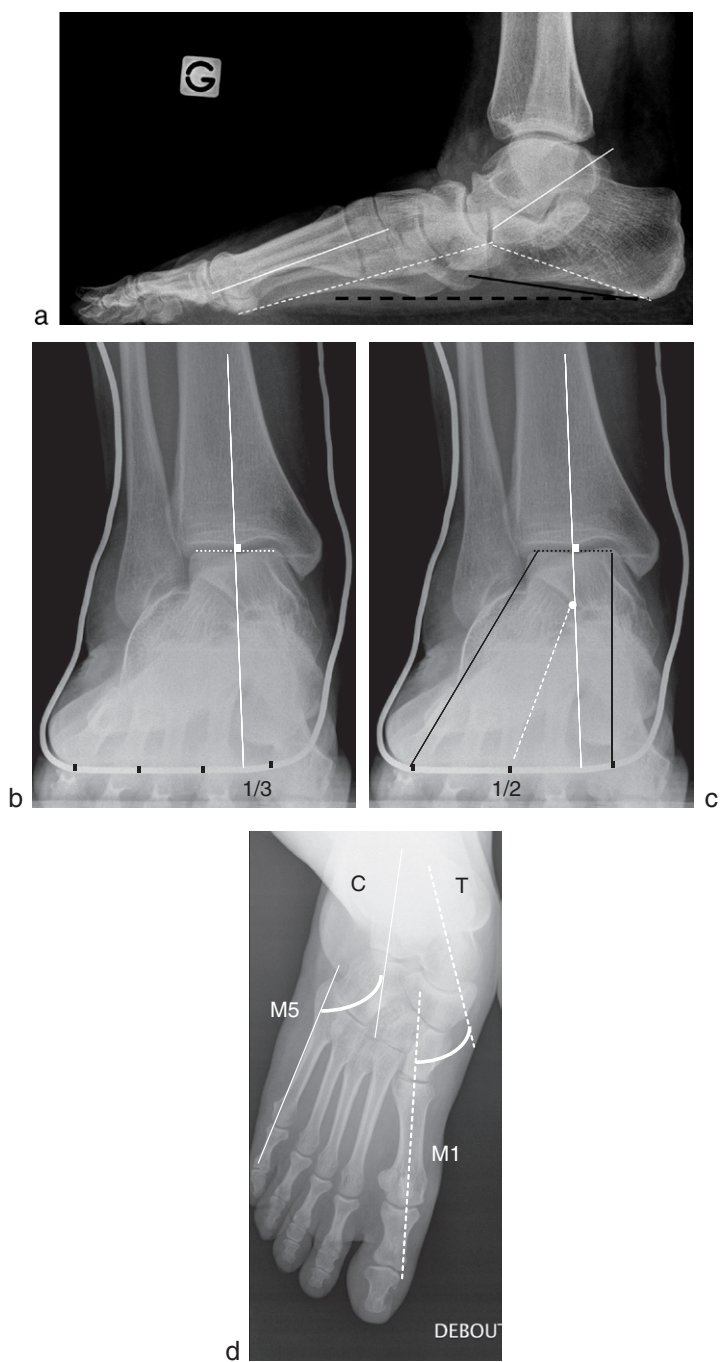
a. Pied de profil en charge. L'angle de Djian (pointillés blancs) est augmenté à 140°.

L'axe du talus est verticalisé (ligne blanche) par rapport à celui de M1 : l'axe de Méary-Toméno n'est pas rectiligne et présente une cassure à concavité supérieure. La pente du calcanéus (ligne noire) est diminuée avec un calcanéus horizontalisé.

b. Cliché cerclé de Méary, méthode de Méary. Valgus de l'arrière-pied : l'axe tibial coupe l'appui talonnier dans le 1/3 médial. c. Cliché cerclé de Méary, méthode de Djian.

Valgus de l'arrière-pied qui se situe au niveau de l'articulation sous-talienne dans le pied plat : l'angle de Djian est augmenté à 15°. Le trapèze est asymétrique avec un côté latéral plus oblique que le médial. d. Pied de face en charge.

Abduction du pied avec apparition d'un angle entre le calcanéus et M5 ainsi qu'entre le talus et M1.



- angle de Djian-Annonier augmenté  $> 130^\circ$ ,
- pentes de M1 et du calcanéus diminuées  $< 20^\circ$ ;
- cheville de face avec cerclage : valgus de l'arrière-pied et remaniements dégénératifs de l'articulation talo-curale;
- pied de face en charge :
  - divergence talocalcanéenne augmentée : reflet du valgus de l'arrière-pied,
  - $\pm$  abduction du pied avec apparition d'un angle entre l'axe du calcanéus et celui de M5,
  - $\pm$  découverte médiale de la tête du talus;
- pied déroulé (de 3/4 interne) : recherche d'une synostose.

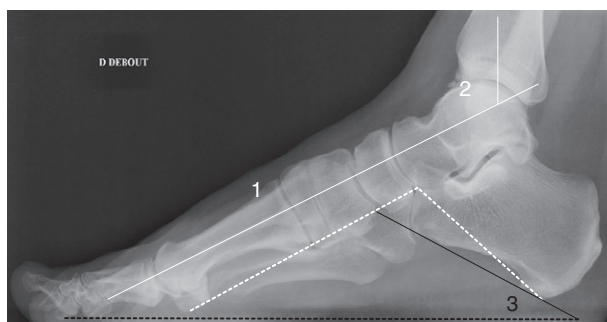
Les complications du pied plat sont les arthropathies dégénératives (talonaviculaires surtout), les lésions du tendon tibial postérieur et/ou du Spring ligament, et l'hallux valgus sous l'effet de l'augmentation de longueur de l'arche médiale.

### PIED CREUX (Fig. 13.25)

Il correspond à l'exagération de la hauteur de l'arche longitudinale du pied.

Il peut s'accompagner d'un varus de l'arrière-pied (pied creux varus équin) et peut être d'origine neurologique ou « essentiel ».

Il est bien toléré ou responsable de douleurs (hyperappui sur certaines têtes métatarsiennes dans les pieds creux antérieurs, talalgies dans les pieds creux postérieurs).



**Fig. 13.25**

#### Pied creux postérieur.

Angle de Djian (pointillés blancs) diminué à  $115^\circ$ . Pas de cassure de l'axe de Méary-Toméno (1). Angle tibiotalien augmenté (2). Augmentation de la pente du calcanéus (3).

Il existe trois types de pied creux :

- pied creux direct, déformation exclusivement longitudinale de la voute plantaire :
  - antérieur – cassure de l'axe de Méary-Toméno ++ :
    - pente métatarsienne augmentée,
    - angle tibiotalien diminué : verticalisation du calcaneus secondaire à la dorsiflexion de l'articulation talocrurale;
  - postérieur – pas de cassure de l'axe de Méary-Toméno ++ :
    - verticalisation du calcaneus (pente du calcaneus augmentée > 30°),
    - angle tibiotalien augmenté;
  - mixte – cassure de l'axe de Méary-Toméno :
    - verticalisation de l'avant-pied et verticalisation du calcaneus,
    - angle tibiotalien normal;
- pied creux varus : soulèvement plus important et marqué de l'arche longitudinale médiale. Association à un varus de l'arrière-pied;
- pied creux valgus : soulèvement également marqué de l'arche latérale (l'angle de Djian peut être peu diminué ++). Association à un valgus de l'arrière-pied.

Bilan radiologique :

- pied de profil en charge :
  - axe de Méary-Toméno : cassure à concavité inférieure (axe du talus horizontalisé),
  - angle de Djian-Annonier diminué < 120°,
  - pente du calcaneus augmentée dans le pied creux postérieur > 30°,
  - pente de M1 augmentée dans le pied creux antérieur;
- cheville de face avec cerclage : déformation frontale de l'arrière-pied (varus ou valgus);
- pied de face en charge :
  - ± divergence talocalcanéenne diminuée : reflet du varus de l'arrière-pied,
  - ± adduction du pied (apparition d'un angle entre l'axe du calcaneus et celui de M5).

## HALLUX VALGUS (Fig. 13.26 et 13.27)

C'est une déformation du premier rayon associant une déviation médiale du premier métatarsien en varus et une déviation latérale de l'hallux en valgus. C'est la subluxation, voire la luxation médiale de la tête du premier métatarsien par rapport aux sésamoïdes, qui forme un « bunion » responsable des douleurs (conflit avec la chaussure).

L'hallux valgus, souvent bilatéral, atteint préférentiellement la femme. Il peut être acquis (70 %) – vieillissement, surcharge, microtraumatismes – ou congénital (30 %).

**Fig. 13.26****Hallux valgus.**

*a.* Pied de face en charge. Angle M1–P1 augmenté à 30°. Angle M1–M2 augmenté à 20° : varus de M1. Angle M1–M5 augmenté à 30° : étalement de la palette métatarsienne. Interligne C1–M1 oblique (flèche). Déviation médiale de la tête de M1 par rapport aux sésamoides. *b.* Incidence de Guntz. La tête de M1 est subluxée en médial par rapport aux sésamoides (crête intersésamoïdienne désignée par la flèche). Notez l'excès d'appui sur les têtes métatarsiennes voisines.

Les facteurs favorisants sont :

- le sexe féminin, l'hérédité ;
- le port de chaussures étroites, pointues, courtes, à talons ;
- le pied égyptien (premier orteil plus long que le second) ;
- le métatarsus varus de M1 ;
- l'excès d'obliquité de l'interligne cunéométatarsien ;
- le valgus de l'arrière-pied (pied plat valgus) ;
- une dysplasie de la MTP1 : anomalie d'orientation de la tête de M1 (PASA) et/ou de la base de P1 (DASA), tête de M1 ronde instable.

L'angle PASA (*proximal articular set angle*) quantifie l'anomalie d'orientation de la tête de M1. C'est l'angle entre la ligne joignant les deux extrémités de la surface



a

**Fig. 13.27****Hallux valgus congénital.**

Patiente de 20 ans. *a.* Hallux valgus.

Angle M1-P1 augmenté à 30°. Angle

M1-M2 augmenté à 15° : varus de M1.

Angle interligne C1-M1 oblique (flèche).

*b.* Dysplasie de la MTP1. La tête de M1 est

trop ronde. La surface articulaire de la tête

de M1 n'est pas dans l'axe de la diaphyse

avec un angle PASA augmenté à 24°.

*c.* Après correction chirurgicale : angle

M1-P1 normal et angle PASA rétabli à 6°.



b



c



articulaire de la tête de M1 et la perpendiculaire à l'axe de la diaphyse de M1 (bissectrice).

- Normal : 5–10°.
- Augmenté (> 15°) dans la dysplasie de la MTP1 (Fig. 13.27).

Bilan radiologique :

- pied de face en charge ++ :
  - l'angle M1–P1 est augmenté (> 15°) et quantifie l'hallux valgus,
  - longueur du premier rayon (M1, P1),
  - recherche un varus de M1 (angle M1–M2 augmenté > 10°), un interligne C1–M1 oblique, une dysplasie de la MTP1 (anomalie d'orientation de la tête de M1), une augmentation de l'angle P1–P2;
- incidence axiale des sésamoïdes (Guntz) : étudie la position des sésamoïdes par rapport à la crête métatarsienne intersésamoïdienne;
- pied de profil en charge ± cheville de face avec cerclage : recherche un pied plat et un valgus de l'arrière-pied.

Les complications de l'hallux valgus sont :

- une arthrose latérale de la MTP1, métatarsosésamoïdienne, cunéométatarsienne;
- un conflit entre les bases de M1 et M2 (encoche, ostéophyte);
- un hyperappui sur les têtes métatarsiennes moyennes : métatarsalgies de transfert, syndrome du deuxième rayon par rupture de la plaque plantaire, orteils en griffe (luxation dorsale des phalanges proximales).

### **Remarque**

L'hallux rigidus, qui atteint plutôt l'homme, est une double arthrose métatarsophalangienne et métatarsosésamoïdienne, ostéophytique et ankylosante sans désaxation angulaire.

## **PODOMÉTRIE CHEZ L'ENFANT (DE MOINS DE 7 ANS)**

Chez l'enfant avant l'âge de la marche, les clichés de face et de profil sont réalisés après fixation d'un plan rigide sous la plante des pieds et en position de correction maximale avec un agrandissement de 100 %.

## PIEDS DE PROFIL EN CHARGE (Fig. 13.28)

### Divergence talocalcanéenne

C'est l'angle entre l'axe longitudinal du talus et celui du calcanéus.

- Normal : 40° environ (30–50°).

Le talus est incliné dans l'axe de métatarsiens et le calcanéus est incliné en haut et en avant : l'angle est ouvert en arrière.

### Pente du calcanéus (incidence du calcanéus)

C'est l'angle formé par la tangente à la face plantaire du calcanéus et le plan d'appui.

- Normal : 20° environ.
- Diminué dans le pied plat.

La pente du calcanéus peut être diminuée (5–10°) ou augmentée (25–30°) dans les pieds normaux à variété respectivement plate ou cambrée.

### Angle calcanéus–cinquième métatarsien

C'est l'angle formé par les tangentes aux corticales inférieures du calcanéus et du cinquième métatarsien.

- Normal : 150–175°.



**Fig. 13.28**

Pied droit de profil en charge normal.

Enfant de 15 mois. Angle talocalcanéen (a) : 40° ouvert en dehors. Pente du calcanéus (b) : 20°. Angle calcanéus–M5 (c) : 150°. Angle tibiotalien (d) : 95°.

Cet angle renseigne sur l'atteinte de la colonne latérale dans les pieds creux.

### Angle tibiotalien

C'est l'angle entre l'axe du tibia et le grand axe du talus.

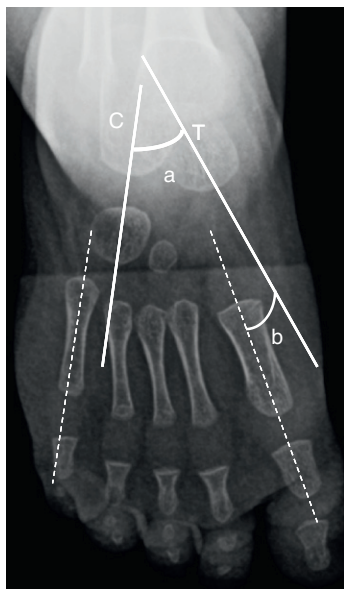
- Normal 90° environ : l'axe de la jambe est perpendiculaire à l'axe du pied.
- Augmenté dans le pied équin : supérieur à 95°.

#### Remarque

L'angle de Djian n'est pas valable chez l'enfant (absence de sésamoïdes).

### PIEDS DE FACE EN CHARGE (Fig. 13.29)

On apprécie la situation relative de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied.



**Fig. 13.29**

Pied droit de face en charge normal.

Enfant de 15 mois. Angle talocalcanéen (a) : 35°. Angle talus-M1 (b) : 10°, axe du talus en dedans de celui de M1. Les axes de M5 et du calcaneus sont parallèles.

## Divergence talocalcanéenne

C'est l'angle entre l'axe longitudinal du talus et celui du calcaneus.

- Normal : 40° chez le nouveau-né, puis diminue à 20° environ à 5 ans. Il est donc plus important chez le petit enfant que chez l'adulte.
- Augmenté : valgus de l'arrière-pied.
- Diminué : varus de l'arrière-pied.

## Angle talus-premier métatarsien

C'est l'angle entre l'axe longitudinal du talus et celui du premier métatarsien.

- Normal : nul chez l'enfant avec un axe du talus aligné avec l'axe de M1.

Chez le nouveau-né, l'axe du talus passe un peu en dedans de l'axe de M1 avec un angle de 10–15°.

Il renseigne sur la valeur globale de l'adduction ou de l'abduction du pied, ne permettant pas d'en définir le siège.

## Angle calcaneus-cinquième métatarsien

C'est l'angle entre l'axe longitudinal du calcaneus et celui du cinquième métatarsien.

- Normal : nul chez l'enfant et le nouveau-né avec un axe du calcaneus aligné avec celui de M5.

Il apparaît un angle lorsqu'il existe une adduction ou abduction du pied.

Cette anomalie peut siéger seulement à deux niveaux, cuboïdométatarsien et/ou calcaneocuboïdien.

## DÉFORMATIONS ÉLÉMENTAIRES

Les déformations congénitales des pieds sont reconnues cliniquement, sont nombreuses et affaire de spécialistes.

Les radiographies sont demandées pour la surveillance du traitement ou en préopératoire et sont faites en position de correction maximale de la déformation.

Si on exclut l'avant-pied, on distingue neuf groupes de déformations principales.

### Sur l'incidence de face

- *Pied valgus*, la marche se fait sur le bord médial du pied : angle talocalcanéen augmenté.
- *Pied varus*, la marche se fait sur le bord latéral du pied : angle talocalcanéen diminué.
- *Pied adductus*, la marche se fait avec la pointe du pied déviée en dedans :
  - le plus fréquemment, il s'agit d'une désaxation au niveau de l'interligne de Lisfranc ;

- angle talocalcanéen normal ;
  - angle calcanéus–M5 augmenté.
- *Pied abductus*, la marche se fait avec la pointe du pied déviée en dehors.

## Sur l'incidence de profil

- *Pied calcanéus* (anciennement pied talus), pied en flexion dorsale :
  - angle tibiotalien diminué ;
  - divergence talocalcanéenne augmentée ;
  - angle calcanéus–M5 diminué.
- *Pied équin*, pied en flexion plantaire :
  - angle tibiotalien augmenté ;
  - divergence talocalcanéenne diminuée ;
  - angle calcanéus–M5 augmenté  $\pm$  inversé.
- *Pied creux*, rapprochement entre les appuis des têtes métatarsiennes et l'appui talonnier. On distingue plusieurs types de pieds creux selon que la déformation est purement sagittale ou associée à une déformation de l'arrière-pied (cf. Pied creux p. 176).
- *Pied plat*, aplatissement global de l'empreinte plantaire. Le pied plat valgus de l'enfant est le plus souvent secondaire à une hyperlaxité ligamentaire physiologique qui se corrige lentement pour disparaître à l'âge de 7 ans. Une raideur douloureuse doit faire rechercher une synostose du tarse (talocalcanéenne ou calcanéonaviculaire) ++ :
  - sur le profil :
    - la pente du calcanéus est diminuée  $< 20^\circ$  (calcanéus trop horizontal),
    - la divergence talocalcanéenne est normale ( $40^\circ$  environ) ou augmentée avec verticalisation du talus ;
  - sur la face :
    - la divergence talocalcanéenne est augmentée dans le cas d'un valgus calcanéen associé ;
    - il peut s'associer une abduction du pied avec apparition d'un angle entre le calcanéus et M5.
- *Pied convexe*, il y a une perte de l'appui postérieur du talon et souvent une perte de l'appui des têtes métatarsiennes, avec une prédominance voire une exclusivité de l'appui médioplat.

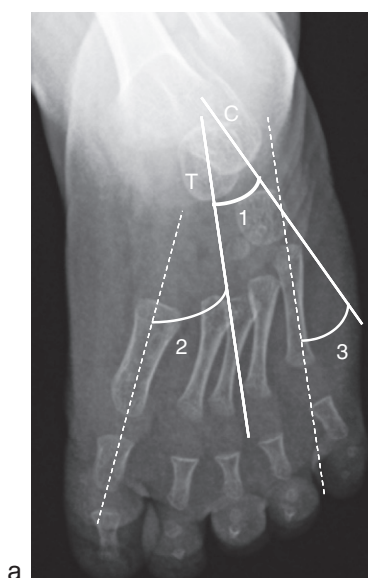
## PIED BOT VARUS ÉQUIN (Fig. 13.30)

Malformation fréquente.

Il associe un pied varus (dévié en dedans) et un pied équin (déficit de flexion dorsale).

Le diagnostic est clinique et le bilan radiographique est demandé pour la surveillance du traitement ou en préopératoire.

Diagnostic clinique chez le nourrisson : traitement orthopédique.

**Fig. 13.30****Pied bot varus équin gauche.**

Enfant de 15 mois. *a.* Face. Angle talocalcanéen (1) diminué à  $25^\circ$ . Adduction du pied : l'axe du talus passe en dehors de celui de M1 (2) et apparition d'un angle calcaneus-M5 (3). *b.* Profil en flexion dorsale maximale. Angle tibiotalien augmenté, angle talocalcanéen diminué.

Bilan préopératoire (vers le 9<sup>e</sup> mois) : deux incidences radiographiques en charge dans la position de correction maximale.

### Face en correction maximale de l'adduction

- Angle talocalcanéen diminué (superposition du talus et du calcanéus).
- Angle talus-M1 inversé (l'axe du talus passe en dehors de l'axe de M1) : valeur globale de l'adduction.
- Apparition d'un angle calcanéus-M5.

### Profil en flexion dorsale maximale

- Angle tibiotalien augmenté, supérieur à 95°.
- Angle talocalcanéen diminué avec parallélisme entre les axes du talus et du calcanéus.

## FRACTURE DU CALCANÉUS

Elles sont relativement fréquentes et résultent d'une chute sur les pieds. Le cliché de profil permet la mesure de l'angle de Böhler qui reflète l'enfoncement de la surface articulaire sous-talienne postérieure.

### ANGLE DE BÖHLER (Fig. 13.31)

C'est l'angle mesuré entre les droites AB et BC : A, point culminant de l'apophyse antérieure du calcanéus ; B, point culminant de l'articulation sous-talienne postérieure ; C, point culminant de la tubérosité du calcanéus.

- Normal : 25–40°.
- Diminué, nul ou négatif dans les fractures du calcanéus.

Important enfoncement de l'articulation sous-talienne postérieure.

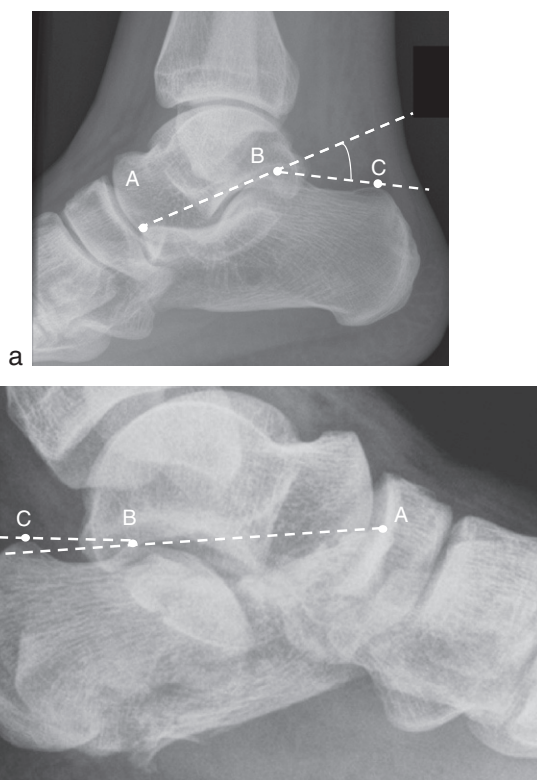
L'angle de Böhler est négatif à 5° : le point culminant de la tubérosité postérieure du calcanéus (point C) se situe plus bas que le point culminant de la sous-talienne postérieure (point B).

Le scanner peut évaluer notamment l'importance de l'enfoncement thalamique et la congruence articulaire sous-talienne postérieure avant traitement chirurgical.

## TENDON CALCANÉEN ET APONÉVROSE PLANTAIRE SUPERFICIELLE (Fig. 13.32)

En échographie ou en IRM, on parle d'épaississement lorsque l'épaisseur (diamètre antéropostérieur) est de plus de 6 mm pour le tendon calcanéen et de plus de 4,5 mm pour l'aponévrose plantaire superficielle (APS).

Il peut s'agir d'une enthésopathie (mécanique ou rhumatismale des spondylarthropathies), d'une tendinopathie fusiforme ou nodulaire du tendon calcanéen, ou d'une aponévropathie corporéale de l'APS.

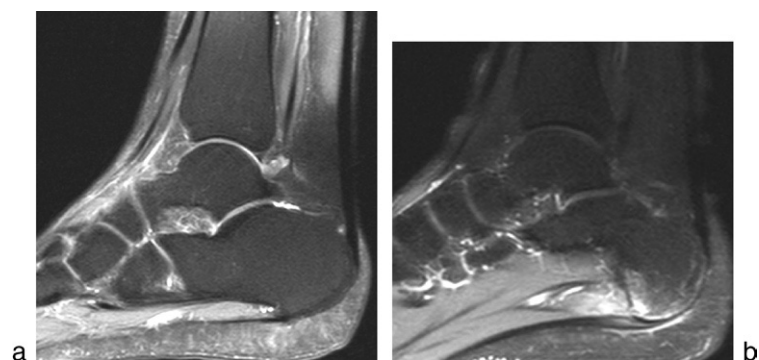


**Fig. 13.31**

**Angle de Böhler.**

*a.* Pied normal. L'angle est ici de 30°. *b.* Fracture du calcanéus.





**Fig. 13.32**

**Tendon calcanéen et aponévrose plantaire superficielle.**

Coupes sagittales IRM. *a.* Tendon calcanéen et APS normaux. *b.* Enthésopathie inflammatoire de l'APS qui est épaissie en hypersignal sur la séquence T2 avec suppression de graisse. Notez l'œdème osseux du calcaneum.



# Bibliographie

## PARTIE 1

- Cotten A. Imagerie musculo-squelettique : pathologies locorégionales. Issy-les-Moulineaux Masson ; 2008.
- Cotton A. Imagerie musculo-squelettique : pathologies régionales. Issy-les-Moulineaux : Masson 2009.
- Cotten A, Larédo JD. Étude critique de la mensuration des sténoses du canal lombaire central. GETROA, opus XXV. Montpellier : Sauramps médical ; 1998.
- Coussement A. Repères et mesures en radiodiagnostic. Paris : Expansion scientifique française ; 1980.
- Coussement A. Radiothérapie en pratique courante. Issy-les-Moulineaux : Masson ; 2001.
- Dietemann JL. Imagerie des sténoses du canal rachidien. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). 1995.
- Drapé JL. Examens d'imagerie dans la pathologie lombaire dégénérative. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). 2004.
- Feydy A, Ferey S, Merzoug V et al. Imagerie de la scoliose. Place du système EOS. Le rachis. GETROA-GEL. Montpellier : Sauramps médical ; 2008.
- Filipe G, Damsin JP, Carlzioz H. Inégalités de longueur des membres inférieurs. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris).
- Guigui P, Morvan G. Les troubles de la statique rachidienne de l'adulte. J Radiol, sept 2002 ; 83 : 1143-7 .
- Khoury N, Vialle R, Mary P, Biot B. Scoliose idiopathique en période de croissance. Indications et programmes thérapeutiques. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris).
- Khoury N, Vialle R, Mary P, Marty C. Scoliose idiopathique. Stratégie diagnostique, physiopathologie et analyse de la déformation. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris).
- Malghem J, Le couvet F, Willems X et al. Dimensions normales du canal lombaire : étude GETROA. Le rachis. GETROA-GEL. Montpellier : Sauramps médical ; 2008.
- Marty-Poumarat C, Carlier R. Histoire naturelle des scolioses enfant et adulte. Le rachis. GETROA-GEL. Montpellier : Sauramps médical ; 2008.
- Morvan G. L'imagerie des sténoses lombaires. J Radiol, sept 2002 ; 83 : 1165-75 .
- Morvan G, Wybier M, Mathieu P et al. Clichés simples du rachis : statique et relations entre rachis et bassin. J Radiol, mai 2008 ; 89 : 654-63 .
- Morvan G, Wybier M, Mathieu P et al. Clichés simples du rachis : dynamiques et points de sémio-logie. J Radiol, mai 2008 ; 89 : 667-76 .
- Physiopathologie et imagerie de la spondylolyse et du spondylolisthésis lombaire. In : Hauger O, Diard F, Pelé E. Le rachis. GETROA-GEL. Montpellier : Sauramps médical ; 2008.
- Verbiest H. Pathomorphologic aspects of developmental lumbar stenosis. Orthop Clinics North Am 1975 Jan ; 6 (1) : 177-96.
- Vital JM, Aurouer N, Obeid I. Statique rachidienne dans le plan sagittal : le normal, le patho-logique, les pièges de l'imagerie. Le rachis. GETROA-GEL. Montpellier : Sauramps médical ; 2008.
- Vital JM, Biot B, Vadier F et al. Scoliose idiopathique de l'adulte. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris).
- Vital JM, Pedram M. Spondylolisthésis par lyse isthmique. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris).

Zeitoun-Eiss D, Pascal-Moussellard H, Renoux J et al. Intérêt de l'IRM dynamique du rachis cervical dans les myélopathies cervicarthrosiques. Le rachis. GETROA-GEL. Montpellier : Sauramps médical ; 2008.

## PARTIE 2

- Blum A, Tavernier T, Brasseur JL et al. L'épaule, une approche pluridisciplinaire. GETROA. Montpellier : Sauramps médical.
- Boutry N, Maynou A, Cotten A. Imagerie préopératoire de l'omarthrose. L'épaule, une approche pluridisciplinaire. GETROA. Montpellier : Sauramps médical.
- Demondion X, et al. Les radiographies simples du poignet et de la main. J Radiol, mai 2008 ; 89 : 640-51.
- Denis A. Radiographies de l'épaule : les incidences utiles en pratique courante. J Radiol, juil-août 2008 ; 89 : 873-9.
- Drapé JL, Cohen M. Imagerie des complications des tendons opérés. Poignet et main. GETROA-GEL. Montpellier : Sauramps médical.
- Dumontier C, Larédo JD. Anatomie radiologique du poignet normal et du poignet instable. Montpellier : Sauramps médical.
- Gerber C, Nyffeler RW. Classification of gleno-humeral joint instability. Clin Orthop 2002 ; Jul (400) : 65-76.
- Pidhorz L, Pidhorz L, Brechet I. Traumatismes de la ceinture scapulaire. Encyc Méd Chir. (Elsevier, Paris). Traité de l'appareil locomoteur. 1998.
- Sans N, Railhac JJ. Coude : radiographies standard. J Radiol, mai 2008 ; 89 : 633-8.
- Soubeyrand M, Dumontier C. Traumatismes ligamentaires aigus du poignet. Lett Med Phys Readapt, mars 2009 ; 25 (1) : 43-54.
- Vandenbussche E, Nich CH, Augereau B. Prothèses de l'épaule : les différents types et leurs indications en 2005. L'épaule, une approche pluridisciplinaire. GETROA. Montpellier : Sauramps médical.

## PARTIE 3

### Chapitre 10 (Hanche)

- Argenson JN. Three-dimensional anatomy of the hip in osteoarthritis after developmental dysplasia. J Bone Joint Surg Br 2005 Sep ; 87 (9) : 1192-6.
- Armbruster TG et al. The adult hip. An anatomic study. Part. I : the bony landmarks. Radiology 1978 Jul ; 128 (1) : 1-10.
- Cherian SF et al. Quantifying the extent of femoral head involvement in ostéonécrose. J Bone Joint Surg Am 2003 Feb ; 85-A(2) : 309-15.
- Godefroy D, Chevrot A, Morvan G, Rousselin B, Sarazin L. Les clichés simples du bassin. J Radiol, mai 2008 ; 89 : 679-90.
- Kalteis T et al. Position of the acetabular cup accuracy of radiographic calculation compared to CT-based measurement. Eur J Radiol 2006 May ; 58 (2) : 294-300.
- Le Breton C. Imagerie de la hanche normale et pathologique. Encyc Méd Chir (Elsevier, Paris).
- Lequesne M, Morvan G. Description of the potential of an arthrometer for standard and reduced radiographs suitable to measurement of angles and segments of hip. Joint Bone Spine 2002 May ; 69 (2) : 282-92.
- Notzli HP, et al. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. J Bone joint Surg Br 2002 May ; 84 (4) : 556-60.
- Penneçot GF. Epiphysiolysse fémorale supérieure. Encyc Méd Chir (Elsevier, Paris).
- Seringe R. Dysplasies et luxations congénitales de hanche. Encyc Méd Chir (Elsevier, Paris).

### Chapitre 12 (Genou–Jambe)

- Berger RA, Rubash HE. Rotational instability and malrotation after total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 2001 oct; 32 (4) : 639-47.
- Bernageau J, Goutallier D. Mesure de la torsion des membres inférieurs et mesure de la TAGT, étude de l'engagement rotulien, tomodensitométrie corps entier. 2<sup>nde</sup> édition. Paris : Vigot; 1990.
- Caton J, Neyret P, Falaise C, Ait Si Selmi T. Anomalies de torsion du squelette au membre inférieur. *Encycl Méd Chir. (Elsevier. Paris), 1997.*
- Dejour H. Instabilités de la patella. *Encycl Méd Chir. Elsevier, Paris : 1996.*
- Deltour F, Ceccaldi JP. La radiographie dynamique dans l'étude des ruptures du LCA et du LCP. 2001.
- Fantino O, Deroche C, Imbert JC et al. Imagerie du ligament croisé antérieur : pourquoi ? quand ? comment ? Le genou une approche pluridisciplinaire. GETROA-GEL. Montpellier : Sauramps médical. 2006.
- Godefroy D, Morvan G. Examen radiologique conventionnel du genou. Techniques et résultats normaux. *Encycl Méd Chir. Elsevier, Paris : 1999.*
- Goutallier D, Bernageau J, Lecudonnec B. Mesure de l'écart tubérosité tibiale antérieure-gorge de la trochlée : TAGT. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 1978; 64 (5) : 423-8.
- Maldague B. Apport du cliché de profil du genou dans le dépistage des instabilités rotuliennes. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 1985; 71 suppl 2 : 5-13.
- Malghem J, Lecouvet F, Galant CH et al. Fracture par insuffisance et nécroses spontanées du genou. Le genou une approche pluridisciplinaire. GETROA-GEL. Montpellier : Sauramps médical; 2006.
- Molina E. Imagerie des prothèses de genou. *JFR* 2007.
- Nordin JY, Court C. Diagnostic et conduite à tenir devant une prothèse de genou douloureuse. *Encycl Méd Chir. Elsevier, Paris : 2002.*
- Schatzker J, Broom RMC, Bruce D. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop Relat Res* 1979 Jan-Feb; (138) 94-104.
- Trojan CH, Lemaire M, Jacquot N, et al. Lésions ménisco-ligamentaires associées aux fractures du genou : revue de la littérature. In : *Fractures du genou : approche pratique en orthopédie-traumatologie. Springer-Verlag; 2005.*

### Chapitre 13 (Cheville–Pied)

- Bonnomet F, Clavert P, Kempf JF. Entorses de la cheville. *Encycl Méd Chir. Elsevier Paris, Appareil locomoteur. 1999.*
- Godefroy D. Bilan radiologique arrière-pied et cheville. Imagerie du pied et de la cheville. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson; 2010.
- Groulier P, Curvale G, Piclet-Legré B. Hallux valgus. *Encycl Méd Chir. Elsevier, Paris : Appareil locomoteur. 1997.*
- Groulier P, Curvale G, Rochewerger A. Métatarsalgies statiques. *Encycl Méd Chir. Elsevier, Paris : Appareil locomoteur. 1997.*
- Mouliès D, Mabit C. Pied plat valgus statique. *Encycl Méd Chir. Elsevier, Paris : Appareil locomoteur. 1999.*
- Seringe R, Besse JL, Wicart P. Analyse segmentaire des déformations et nouvelle classification. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson; 2010.
- Seringe R, Besse JL, Wicart P. Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson; 2010.
- Tomeno B. Pied plat, pied creux de l'adulte. Imagerie du pied et de la cheville. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson; 2010.
- Wybier M, Mathieu P, Morvan G et al. Radiologie osseuse : cheville et pied de l'adulte. *J Radiol*, mai 2008; 89 : 711-24.



# Index

## A

Acétabulaire, 104  
Acétabulum  
– fond acétabulaire, 111  
– toit acétabulaire, 112, 114  
Angle  
– basal – Welcker, 4  
– calcanéus–cinquième métatarsien, 165, 181, 183  
– cervicodiaphysaire, 93  
– cunéométatarsien, 166  
– d'ouverture de l'avant-pied, 163  
– de Böhler, 186  
– de Cobb, 36  
– de déviation angulaire global, 136  
– de Djian-Annonier, 160  
– de Notzli, 100  
– iliolumbaire, 41  
– interphalangien du premier rayon, 166  
– métaphysodiaphysaire du genou, 139  
– métatarsophalangien du cinquième rayon, 167  
– métatarsophalangien du premier rayon, 165  
– radioluminaire, 74  
– scapholunaire, 73  
– talus–premier métatarsien, 164, 183  
– tibiotarsien, 162, 182  
Antéversion du, 104  
– col fémoral prothétique, 106  
– de l'acétabulum, 95  
– du col fémoral, 96  
– glène radiale, 74  
Aponévrose plantaire superficielle, 186  
Arcs de Gilula, 71

Arthrose gléno-humérale, 55  
Attitude scoliotique, 33  
Axe de Méary-Tomeno, 160

## B

Bassin  
– équilibré, 22  
– oblique, 22  
Bump cervicocéphalique, 99

## C

Cal tendineux d'allongement, 88  
Canal cervical  
– diamètre antéropostérieur, 12  
– étroit, 11  
Canal lombaire  
– diamètre antéropostérieur, 17  
– étroit, 17  
– rétréci, 19  
– surface du sac dural, 19  
Capsulite rétractile, 62  
Clichés dynamiques  
– bilan préopératoire de scoliose, 41  
– de cheville, 155  
– du genou, 132  
– du rachis cervical, 10, 15  
– du rachis lombo-sacré, 32  
Conflit fémoro-acétabulaire, 98  
– effet came, 99  
– effet pince, 101  
Conflit ulnocarpien, 76  
Conflits de l'épaule  
– antéromédial, 60  
– antérosupérieur, 60  
Couverture de la tête fémorale, 93, 95  
Coxarthrose, 97

- Coxa
  - profunda, 98
  - valga, 93
  - vara, 93
- Coxométrie, 92
- Cyphose
  - lombo-sacrée selon Dubousset, 32
  - régionale post-traumatique, 40
  - thoracique, 26, 38

## D

- Descellement de PTH, 107
- Diamètre
  - bi-ischiatique, 47
  - bischiatique, 47
  - promonto-rétro-pubien, 46
  - transverse médian, 46
- Diastasis
  - acromioclaviculaire, 63
  - C1–C2, 10
  - intercarpien, 71
  - interpubien, 45
  - radio-ulnaire distal, 81
  - scapholunaire, 77
  - tibiofibulaire distal, 158
- DISI, 73, 77
- Disjonction traumatique de la symphyse pubienne, 45
- Distance
  - atlas–axis, 10
  - coraco-humérale, 60
  - temporomandibulaire – atlas – Fischgold et Lièvre, 7
  - tubérosité tibiale antérieure–gorge trochléenne (TA-GT), 127
- Divergence talocalcanéenne, 162
  - chez l'enfant, 181, 183
- Dysplasie
  - de hanche, 93, 97
  - L5 et/ou S1, 31

## E

- Échographie de hanche, 109
  - tête fémorale, acétabulum, 110
- Entorse
  - acromioclaviculaire, 63
  - de cheville, 155
  - du carpe, 76

- du rachis cervical moyen et inférieur, 14
- tibiofibulaire distale, 158
- Épiphysiolyse de hanche, 117
- Équilibre
  - sagittal du rachis, 24
  - de la scoliose, 40
- Équilibre frontal
  - du bassin, 22
- Espace sous-acromial, 54

## F

- Faux profil de hanche (Lequesne), 92
- Formule
  - des orteils, 167
  - métatarsienne, 167
- Fracture
  - de l'extrémité inférieure du radius, 82
  - du calcanéus, 186
  - du plateau tibial, 147
  - du coude supracondylienne, 66

## G

- Genu
  - valgum, 138
  - varum, 139
- Gîte sagittale en T9, 24
- Goniométrie, 136

## H

- Hallux
  - rigidus, 180
  - valgus, 177
  - valgus congénital, 179

## I

- Impression basilaire, 5
- Incidence pelvienne, 27
- Index
  - corticodiaphysaire, 153
  - modifié selon Cherian, 103
- Indice de Magnin, 46
- Inégalité de longueur des membres inférieurs, 22
- Instabilité
  - fémoropatellaire, 122, 131
  - latérale de cheville, 155

- ligamentaire du genou, 132
- lunotriquétrale, 79
- radio-ulnaire distale, 80
- scapholunaire, 77
- Instabilité de l'épaule
  - antérieure, 58
  - encoche humérale, 59
  - glène, 59
- Interligne gléno-huméral, 54

**L**

- Ligament acromioclaviculaire, 61
- Ligament croisé antérieur, 144, 146
- Ligne
  - bimaïstoidienne – Fischgold et Metzger, 7
  - capitelloradiale, 67
  - cervicale postérieure (Swischuk), 10
  - d'Hilgenreiner, 116
  - d'Ombredanne, 116
  - de Chamberlain, 5
  - de Klein, 118
  - de Mac Gregor, 5
  - de Perkins, 115
  - de Putti, 115
  - digastrique – Fischgold et Metzger, 7
  - graisseuse du coude, 66
  - humérale antérieure, 66
  - ilio-ischiatique, 98
  - spinolamaire, 11
- Lordose lombaire, 26
- Luxation
  - acromioclaviculaire, 63
  - C2–C3, 10
  - congénitale de hanche, 109
  - de la tête radiale, 67
  - de PTH, 104
  - périlunaire du carpe, 75

**M**

- Maladie de Kienböck (ostéonécrose du lunatum), 76
- Maladie de Scheuermann, 38
- Méary, 170

**N**

- Nash et Moe (composante rotatoire des scolioses), 36

- Nerf médian, 83
  - indice d'aplatissement, 86
  - rétinaculum des fléchisseurs, 85
  - surface de section, 85
- Nerf ulnaire, 67

**O**

- Offset cervicocéphalique, 99
- Ostéonécrose
  - de la tête fémorale, 103
  - des condyles fémoraux, 148
- Ostéonécrose du lunatum (maladie de Kienböck), 77
- Ostéoporose, 153
- Ostéosclérose, 153

**P**

- Parties molles prévertébrales cervicales
  - épaisseur, 13
- Patella
  - bascule latérale, 129
  - dysplasie, 131
  - hauteur (Caton), 126
  - translation latérale, 131
- Pelviscanner, 45
- Pente
  - des métatarsiens, 162
  - du calcanéus, 161, 181
- radiale, 72
- sacrée, 29
- Pied
  - abductus, 184
  - adductus, 183
  - bot varus équin, 184
  - calcanéus, 184
  - convexe, 184
  - creux, 176, 184
  - équin, 184
  - plat, 174, 184
  - valgus, 183
  - varus, 183
- Platybasie, 4
- Plumb-line, 25
- Podométrie, 160
- Positionnement des PTH
  - col fémoral prothétique, 104
  - cupule acétabulaire, 104

Prothèse d'épaule, 57  
Prothèse totale du genou  
– bilan préopératoire, 135  
– positionnement, 140  
– suivi, 135  
Protrusion acétabulaire, 98, 101

## R

Radiographie du bassin, 113  
– acétabulum, 114  
– tête fémorale, 114  
Réductibilité  
– cyphose, 37  
– entorse cervicale, 15  
– scoliose, 41  
Rétroversion  
– acétabulaire, 102  
– glénoïdale, 57  
Roy-Camille, 14  
Rupture  
– de coiffe, 54  
– du LCA, 132

## S

Scoliose, 33  
– idiopathique de l'enfant  
  et de l'adolescent, 34  
Sésamoïdes, 173  
Signe  
– de la paroi postérieure, 101  
– du croisement, 101  
SLAC lesions, 79  
Spondylolisthésis  
– entorse du rachis cervical, 14  
– lombo-sacré par lyse isthmique, 30  
– stades de Meyerding, 30  
Subluxation  
– C1–C2, 10  
– de la tête humérale, 55  
– radio-ulnaire distale, 83

Syndrome  
– du canal carpien, 83  
Synostose du pied, 174

## T

Telos, 133, 155  
Tendon calcanéen, 186  
Tibia vara (maladie de Blount), 139  
Tiroir antérieur  
– du LCA, 132  
– de cheville, 157  
Tiroir postérieur du genou, 133  
Toit acétabulaire, 93  
Torsion du squelette jambier, 151  
Trochlée  
– angle trochléen, 124  
– dysplasie, 122  
– pente latérale, 125  
– profondeur, 122  
– saillie, 122  
– signe du croisement, 123  
– symétrie des facettes, 125

## U

Ulna  
– court, 76  
– long, 76

## V

Valgus du cinquième métatarsien, 167  
Variance ulnaire, 71  
Varus  
– de cheville, 155  
– du premier métatarsien, 165  
Varus/valgus du genou, 134  
Version pelvienne, 29  
VISI, 73, 79

## W

Walter-Müller-Guntz, 173