

TROUBLES DE LA STATIQUE DES MEMBRES INFÉRIEURS CHEZ L'ENFANT (HANCHE EXCLUE)

**JF Chateil, M. Brun, A Villette, P Pietrera
Bordeaux**

Les troubles de la statique des membres inférieurs sont fréquents chez l'enfant. Ils peuvent être bénins, volontiers primitifs et d'évolution spontanément favorable, ou au contraire être le témoin d'une pathologie locale, régionale ou générale qui va nécessiter une prise en charge spécifique. Nous verrons au cours de ce chapitre les modes d'étude en imagerie, et les principales étiologies concernant la cuisse, le genou, la jambe. Les étiologies secondaires en rapport avec une épiphysiodèse, responsable d'un trouble de la statique ou d'une inégalité de longueur, sont regroupées dans un seul chapitre spécifique, afin d'éviter de reprendre systématiquement cette étiologie.

1 Méthodes d'exploration en imagerie

Elles ne se conçoivent qu'après un examen clinique qui doit permettre, le cas échéant, d'orienter les explorations complémentaires en imagerie. Celles-ci ne sont pas systématiques et vont être différentes selon l'âge de découverte, le trouble observé : déformation constatée dès la naissance voire lors d'une échographie anténatale, dans les premiers mois de vie, boiterie non douloureuse après l'âge de la marche, constat d'une incurvation de membre, de douleurs du genou, de gêne lors du pas ou de la course. La connaissance des antécédents (affection générale, infection ou traumatisme) est également importante. En fonction de ces anomalies, les examens privilégient la recherche d'une asymétrie de longueur ou d'un trouble de la statique, tout en s'attachant à analyser les aspects pathologiques éventuels visibles au niveau de la morphologie et de la structure osseuses.

1.1 Radiographies simples

Elles constituent presque toujours la première étape des examens complémentaires. Selon le type d'anomalie suspectée, des radiographies d'ensemble peuvent être réalisées sur les membres inférieurs, ou être plus focalisées sur tel ou tel segment. Leur lecture inclut toujours l'appréciation de la structure osseuse, des métaphyses, des épiphyses à la recherche d'anomalies morphologiques ou de troubles de la minéralisation.

1.1.1 Asymétries de longueur et défauts d'axe au niveau des genoux

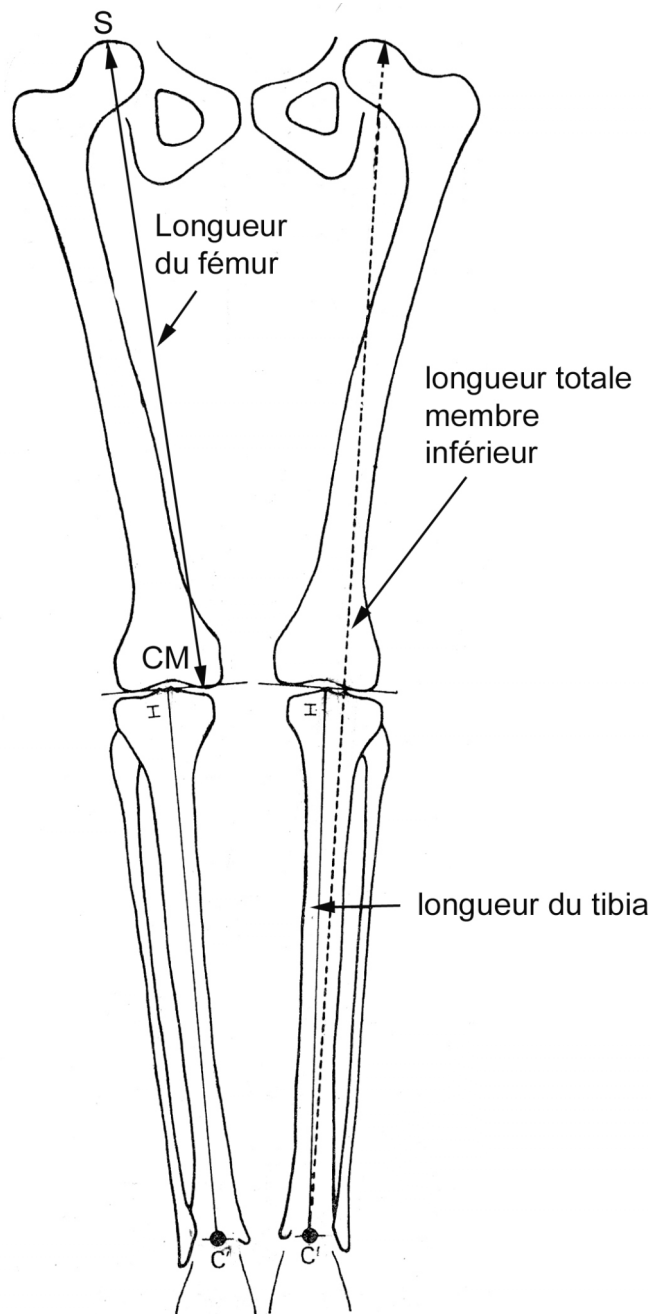
La première difficulté pour le radiologue est liée au trouble qui doit être mis en évidence. La réalisation d'un cliché d'ensemble des membres inférieurs peut effectivement être faite soit en décubitus, soit en orthostatisme. Avant l'âge de la marche, il est évident que ce cliché est réalisé en position couchée. Au delà, quand l'enfant a acquis la station debout, il est important de savoir si le trouble principal recherché est une asymétrie de longueur ou une anomalie angulaire du genou, voire de la cheville. La mesure de longueur s'effectue au mieux en position couchée, pour éviter les erreurs liés par exemple à un fessum du genou, alors que l'appréciation de la statique du genou doit se faire en position debout.

1.1.1.1 Réalisation des incidences

La technique traditionnelle du pangonogramme fait appel à une grande cassette (30x90 cm ou 30x120 cm), mais elle est avantageusement remplacée actuellement par différentes techniques numériques qui permettent de diminuer l'irradiation : ampligraphie numérisée, détecteurs plans matriciels, système EOS. Dans les deux premiers cas, des expositions successives des différents segments sont réalisées, puis une image composite est reconstituée par ordinateur. Le système EOS fait appel à un détecteur spécifique, la « chambre à fil », qui permet un balayage de l'ensemble du squelette jambier avec acquisition progressive d'une seule image. Les deux premières techniques peuvent être employées en orthostatisme et en décubitus, tandis que le système EOS est réservé à une acquisition en position debout ; par contre, celle-ci peut combiner dans un même temps l'obtention des 2 incidences, face et profil, avec modélisation secondaire tridimensionnelle des différents segments de membres. Pour la réalisation du cliché, il est impératif de positionner les rotules dans le plan perpendiculaire au rayon, de bien expliquer à l'enfant la nécessité de ne pas bouger, en se servant le cas échéant de moyens de contention, en particulier pour les acquisitions de type numérique, qui nécessitent un temps de pose plus long du fait des différentes techniques de balayage. La mise en place préalable d'une règle graduée dans le champ d'exploration, au même niveau que le plan des membres, permet de réaliser une mesure fiable en s'affranchissant de l'agrandissement. Les consoles de traitement d'images des techniques numériques permettent secondairement un calibrage des mesures. Lorsque le cliché est fait en position debout et qu'il existe une asymétrie de longueur d'un ou de plusieurs segments qui est connue, il peut être utile de réaliser l'acquisition avec une cale adaptée en hauteur sous le pied, et compenser ainsi la différence de hauteur.

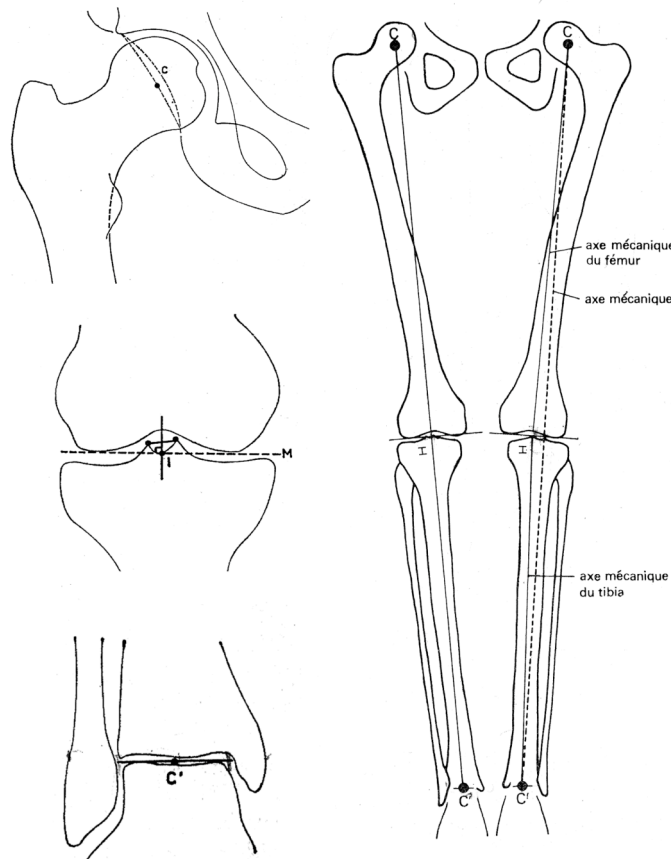
1.1.1.2 Lecture du cliché

- *Mesures de longueur* : les repères préconisés sont les suivants :
 - Pour la mesure totale : distance séparant le point le plus haut de la tête fémorale (S) du point le plus bas du tibia au milieu de la mortaise du talus (C').
 - pour le fémur, distance séparant le point le plus haut de la tête fémorale du point le plus bas du condyle médial (CM).
 - Pour le tibia : distance séparant le sommet des épines tibiales (I) au point le plus bas du tibia au milieu de la mortaise du talus.

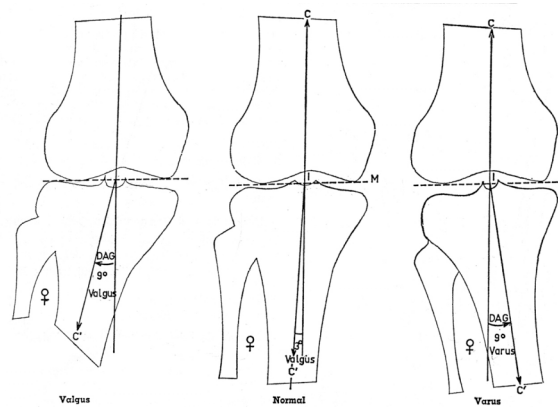


- *Mesures angulaires :*

- Axe mécanique du membre inférieur : apprécié entre le centre de la tête fémorale (C) et le milieu de la mortaise du tibia en vis-à-vis du talus (C').
- Axe du fémur apprécié entre le centre de la tête fémorale et le sommet de l'échancrure inter condylienne (I).
- Axe du tibia apprécié entre le milieu du segment séparant des épines tibiales au milieu de la mortaise du tibia en vis-à-vis du talus.



- L'angle formé par les axes du fémur et du tibia en regard du genou permet d'apprécier le degré de genu valgus ou varum. Les valeurs varient en fonction de l'âge ; il existe un varus physiologique chez le nouveau-né, jusqu'à 17°, qui se corrige progressivement jusqu'à l'âge de 2 ans. Il existe ensuite un genu valgum qui peut atteindre 11° à 3 ans, puis qui diminue progressivement jusqu'à la puberté, où les valeurs du genu valgum physiologique sont voisines de 2° chez le garçon, 3 à 4° chez la fille.

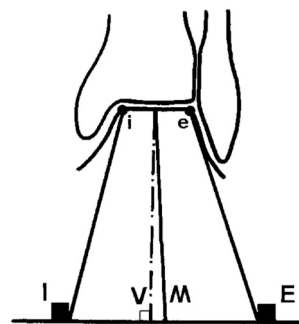


1.1.2 Troubles de la statique dans le plan sagittal

Il faut réaliser une incidence unilatérale si possible en charge pour juger de la statique du genou. Le tracé des axes diaphysaires du fémur et du tibia est complété par celui de la perpendiculaire à l'axe tibial au niveau des plateaux tibiaux. Cette ligne et l'axe du fémur doivent former un angle ouvert en avant qui normalement n'excède pas 96°.

1.1.3 Appréciation des troubles de la statique de l'arrière pied

Cette étude repose sur la radiographie axiale de l'arrière pied en charge : cette incidence est indiquée pour rechercher un valgus ou un varus de l'arrière pied. Elle est réalisée avec un rayon incident postérieur horizontal et en situant 2 repères métalliques de part et d'autre de la zone d'appui du talon. Son analyse se fait en réalisant la construction suivante :



- Les points i et e représentent l'extrémité interne et externe du bord supérieur de la poulie du talus.

- Les points I et E représentent les repères métalliques interne et externe.

- Le quadrilatère i, e, I, E représente le quadrilatère d'appui de l'arrière pied. Ce trapèze est asymétrique à base externe.

L'axe passant par le milieu des bases (M) détermine avec la verticale (V) un angle de valgus physiologique de 8° environ.

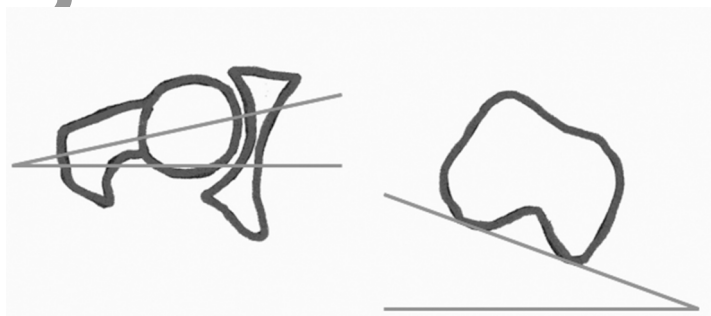
1.2 Tomodensitométrie

Cet examen a pour indication essentielle la mesure des angles de torsion des différents os longs des membres inférieurs. La mesure de la longueur des différents segments peut également être réalisée sur un topogramme de face prenant l'ensemble du squelette des membres inférieurs. Enfin, la tomodensitométrie peut être utile à l'appréciation de la structure osseuse quand une lésion osseuse spécifique mérite plus d'explorations.

1.2.1 Mesure de la torsion des membres

Le patient est installé en position couchée, les pieds calés de façon à ce que la verticale passe par l'axe du 2^e orteil. Après réalisation d'un topogramme de face sur la totalité des membres inférieurs, trois acquisitions sont réalisées au niveau du toit des cotyles jusqu'à la base des cols fémoraux, en regard des condyles fémoraux jusqu'à la tubérosité tibiale antérieure, enfin sur les malléoles, au niveau des chevilles. Ceci permet de mesurer les angles suivants :

- Au niveau de la coupe passant par la fovéa : mesure de l'antéversion du cotyle par rapport au plan sagittal.
- Réalisation d'une image d'addition intéressant la coupe passant par la fovéa et la coupe passant par les cols fémoraux : mesure de l'antéversion du col fémoral : mesure de l'axe formé par la ligne passant par le centre du col et celui de la tête fémorale, par rapport à l'horizontale.
- Sur le plan de coupe passant par le plan bi condylien fémoral, calcul de l'angulation du plan bi condylien par rapport à l'horizontale.
- L'angle de torsion fémorale interne est obtenu par addition de l'angle d'antéversion du col et de l'angle du plan bi condylien :



- Sur le plan de coupe passant par les plateaux tibiaux, mesure de l'angulation des plateaux tibiaux par rapport à l'horizontale.
- Sur la coupe passant au niveau des chevilles, mesure de l'angulation du plan bi malléolaire par rapport à l'horizontale.
- L'angle de torsion tibiale externe correspond à la somme de ces 2 angles.

1.2.2 Appréciation du centrage de la rotule et mesure de la TA-GT

Cet examen est indiqué en cas de suspicion d'instabilité ou de dysplasie fémoro-patellaire. Il permet d'apprécier la congruence entre la trochlée fémorale et la face postérieure de la rotule au repos et lors de la contraction quadricipitale. La mesure de l'écart axial entre la tubérosité tibiale antérieure et la gorge trochléenne (TA-GT) permet d'apprécier le rôle de l'appareil extenseur dans les instabilités rotuliennes.

Les coupes sont réalisées sur les rotules ; il est nécessaire d'apprécier le centrage à différents degrés de flexion du genou (0°, 15° et 30°), sans et avec contraction quadricipitale. La superposition des images réalisées sur la rotule et la tubérosité tibiale antérieure permet la mesure de la TA-GT : mesure de la distance entre la tubérosité tibiale antérieure et le fond de la gouttière trochléenne. Cette distance est mesurée perpendiculairement à la tangente au bord postérieur des condyles fémoraux.

1.3 Autres explorations

Elles ont peu de place dans ces indications, mais peuvent être utiles à la caractérisation d'une lésion causale :

- Échographie chez le nourrisson pour apprécier les structures cartilagineuses, à tout âge pour l'étude des tissus mous.
- Imagerie par résonance magnétique pour l'étude d'une lésion focale, du cartilage de conjugaison en cas d'épiphysiodèse.

2 Troubles de la statique dans le plan frontal

2.1 Incurvation et hypoplasie fémorales congénitales

Elles correspondent à différents degrés d'atteinte lors du développement du fémur, allant de l'hypoplasie sévère du tiers proximal du fémur, atteignant la tête fémorale, le col, la diaphyse aux formes plus modérées, simple déficit de taille avec une incurvation. Elles peuvent être associées à des anomalies controlatérales, ou hypoplasie ou une agénésie de la fibula.

La découverte est précoce. Pendant la grossesse, l'échographie peut noter une asymétrie de croissance du fémur, rapportée aux autres données biométriques. La mise en évidence d'une angulation diaphysaire fait également discuter une éventuelle fracture anténatale, dans le cadre d'une ostéogenèse imparfaite. A la naissance ou pendant les premiers mois de vie, l'examen clinique permet de noter la différence entre les deux cuisses. Les radiographies permettent de quantifier le déficit de longueur, l'angulation est le plus souvent à crosse

antéro-externe. L'échographie des hanches permet de s'assurer de l'absence d'anomalie au niveau de l'articulation coxo-fémorale.

2.2 Incurvation développementale du genou

L'augmentation de la densité osseuse et l'incurvation des membres inférieurs en genu varum sont des phénomènes normaux chez le nouveau-né. Cette incurvation latérale en genu varum des membres inférieurs est parfois très proéminente chez certains nourrissons et probablement due à la position intra utérine mais il existe sûrement un facteur génétique dans la mesure où cette incurvation tibio fémorale est beaucoup plus fréquente et marquée chez les enfants de population noire. Cet aspect est, de plus, majoré par une accumulation de la graisse sous-cutanée au niveau des membres inférieurs à cet âge.

Aspects radiologiques : Le terme de genu varum correspond à une adduction du tibia par rapport au fémur et le terme de genu valgum correspond à une abduction du tibia par rapport au fémur. Ces termes ne se rapportent pas à des incurvations intrinsèques d'un os. Dans la mesure où le diagnostic d'incurvation développementale est important pour éviter les traitements inutiles, les aspects typiques doivent être connus. Le varus physiologique persiste jusqu'à environ l'âge de 18 mois avec chez la plupart des enfants une diminution progressive de cette incurvation depuis la naissance. Les aspects sont :

- Le tibia est en adduction par rapport au fémur avec un certain degré de torsion tibiale reconnaissable par une rotation externe de la partie supérieure du tibia et par une rotation interne des malléoles.
- il existe des becs métaphysaires adjacents à la plaque conjugale sur le versant médial et postérieur des métaphyses tibiale et fémorale.
- la corticale médiale du fémur et du tibia est épaissie. Cet épaississement cortical se résorbe progressivement au fur et à mesure que l'angulation se corrige mais peut persister à la phase de valgus.
- l'épiphyse fémorale distale et l'épiphyse proximale tibiale sont incomplètement ossifiées sur leur versant interne donnant un aspect anguleux de ces métaphyses sur leur versant interne. Cet aspect est secondaire à l'excès de pression sur le compartiment interne qui inhibe l'ossification de cette partie du noyau d'ossification.
- le cartilage conjugal de l'extrémité inférieure du tibia est souvent angulé de façon marquée donnant l'apparence que l'enfant « marche sur la partie externe de sa cheville ».

La plupart du temps, les aspects cliniques et l'âge de l'enfant sont caractéristiques et ne nécessitent pas d'exploration radiologique. Il faudra toutefois s'assurer de l'absence de rachitisme carenciel ou hypophosphatémique, d'une chondrodysplasie métaphysaire, d'un traumatisme ou d'une incurvation tibiale congénitale.

2.3 Genu valgum essentiel ou physiologique

Le genu valgum physiologique est surtout observé entre 2 et 7 ans, il est en général symétrique et doit régresser spontanément. Il peut concerner des enfants hyperlaxes ou présentant une surcharge pondérale. Au-delà de 10°, il peut nécessiter une correction chirurgicale.

2.4 Tibia vara ou maladie de Blount

2.4.1 Tibia vara infantile

L'incurvation associée avec le tibia vara infantile est différente en âge, en aspect radiologique et en pronostic du genu varum développemental. Du point de vue physiopathologique, il semblerait qu'il ne s'agisse pas d'une maladie spécifique mais plutôt d'une séquelle du genu varum développemental qui ne se corrige pas lorsque l'enfant grandit et prend du poids. Un jeune enfant qui présente une incurvation tibiale marche avec ses hanches en abduction et en rotation externe et ses genoux fléchis sur les tibias avec une augmentation de la torsion tibiale interne. Il existe alors une répartition du poids du corps sur la partie postérieure et interne des plateaux tibiaux et ceci entraîne une déformation et une augmentation des pressions au niveau de la partie de l'épiphyse correspondante avec une augmentation du stress au niveau du cartilage conjugal.

Cliniquement, l'incurvation est évidente. Elle peut être bilatérale. Il existe parfois une obésité ainsi qu'une hyperlaxité ligamentaire. La tête de la fibula peut être proéminente. Les formes modérées peuvent être régressives vers l'âge de 3-4 ans par traitement conservateur mais les formes plus avancées peuvent nécessiter une ostéotomie de ré-axation.

Le diagnostic différentiel est le genu varum développemental sévère, le rachitisme vitamino résistant hypophosphatémique.

Aspects radiologiques :

Les membres inférieurs doivent être radiographiés rotules en position symétrique de face, en position debout. Les radiographies en décubitus permettent une meilleure analyse de la structure osseuse. En pratique, en cas de déformation importante, il peut être difficile d'avoir une bonne incidence de face des deux genoux ensemble, amenant à faire deux incidences unilatérales.

Les aspects rencontrés dans le tibia vara sont facilement reconnaissables dans les formes avancées mais dans la mesure où il existe un continuum entre le genu varum développemental et le tibia vara évident, il est souvent difficile de déterminer s'il s'agit d'un simple genu varum physiologique « un peu tardif » ou d'une évolution vers un tibia vara. Les aspects radiologiques observés dans le tibia vara infantile incluent une déformation qui peut être unilatérale ou plus sévère d'un côté par rapport à l'autre. Le tibia est en varus avec une angulation de la métaphyse proximale. La diaphyse tibiale sous-jacente est en adduction sans incurvation intrinsèque. La ligne corticale de la métaphyse tibiale interne est angulée vers le bas avec un aspect allant d'un bec proéminent jusqu'à une épine hypertrophique présentant une ossification irrégulière et une organisation ostéo-cartilagineuse anormale.

Les aspects de la métaphyse varient selon la durée et d'autre part l'importance des pressions exercées à ce niveau. Il peut exister une subluxation externe du tibia proximal avec un déplacement du plateau tibial interne vers l'échancrure inter condylienne du fémur. La partie interne de l'épiphyse tibiale supérieure est moins développée et présente une déformation anguleuse. Il existe un épaississement de la corticale dans son compartiment postéro interne. Le cartilage conjugal peut être épaissi sur son versant externe, ce qui peut correspondre à un diastasis du cartilage conjugal par un phénomène de distraction ou à une hypertrophie segmentaire du cartilage dans le cartilage conjugal.

L'IRM montre initialement une hypertrophie du cartilage épiphysaire maintenant horizontale la ligne articulaire malgré le bec métaphysaire interne et la dépression du cartilage conjugal. Le ménisque interne est hyper mobile et élargi en hauteur et en épaisseur.

La persistance des contraintes mécaniques entraîne une dépression du cartilage conjugal et une hypertrophie tant méniscale que cartilagineuse qui est insuffisante pour maintenir l'horizontalité de la surface articulaire.

2.4.2 Tibia vara de début tardif chez l'adolescent

Le tibia vara tardif touche les enfants entre 8 et 15 ans et est beaucoup moins fréquent que la forme infantile. Sa cause est inconnue avec un arrêt segmentaire de la croissance de la plaque conjugale. Cet aspect est parfois secondaire, observé après des traumatismes ou des ostéomyélites mais certains cas surviennent spontanément. Dans cette forme primitive, il s'agit le plus souvent d'un garçon, souvent de race noire et presque toujours obèse.

L'augmentation des phénomènes de compression sur le compartiment interne est probablement à l'origine d'une ossification aberrante, la déformation clinique est le plus souvent unilatérale et peut être sévère s'il existe une fermeture du cartilage conjugal.

Comme dans la forme infantile, l'angulation concerne la partie supérieure du tibia avec une diaphyse rectiligne sous jacente. Il existe une diminution de la hauteur du cartilage de croissance de l'extrémité supérieure du tibia sur son versant interne avec une déformation de l'épiphyse tibiale proximale mais avec une déformation moins marquée que dans la forme infantile au niveau du plateau tibial. Il peut exister une ostéosclérose sur les bords du cartilage conjugal probablement secondaire à une réaction au stress. Comme dans la forme infantile, il peut également exister un élargissement du cartilage conjugal de l'extrémité inférieure du fémur.

2.5 Rachitisme

Les déformations du genou en rapport avec une carence en vitamine D sont aujourd'hui proportionnellement rares en France. Les déformations observées seraient plus fréquentes dans les rachitismes vitamino-résistants que dans les formes carencielles.

Les signes radiologiques sont classiques : les métaphyses sont élargies, avec des contours flous, déformées latéralement. Le cartilage de conjugaison est également de hauteur augmentée. Il existe un retard d'ossification des points épiphysaires. Les radiographies d'autres régions permettent d'apporter des arguments complémentaires : main et poignet, thorax.

Au niveau des membres inférieurs, la déformation est le plus souvent en varus au niveau des genoux, s'accroissant avec l'acquisition de la marche.

Le bilan biologique (métabolisme phosphocalcique, fonction hépatique, rénale...) est utile pour déterminer le type de rachitisme et guider la conduite à tenir.

2.6 Maladies osseuses constitutionnelles et anomalies chromosomiques

Un certain nombre de maladies osseuses constitutionnelles peut être responsable d'un genu varum. On peut citer l'achondroplasie, l'ostéogenèse imparfaite, la dysplasie campomélique... Il est rare que le point d'appel initial soit l'anomalie de la statique du genou. Le diagnostic fait appel au contexte clinique, aux données auxologiques, aux radiographies de l'ensemble du squelette. Les déformations dans l'ostéogenèse imparfaite (fragilité osseuse en rapport avec une anomalie du collagène) sont variables selon la sévérité de l'affection. La coexistence de fractures récentes et anciennes, la déminéralisation osseuse associée à des corticales fines doivent permettre d'évoquer le diagnostic.

Le syndrome de Turner (dysgénésie gonadique avec caryotype 47 X0) peut être responsable d'un genu varum spécifique. Sur le plan clinique, selon l'âge de découverte, il existe un retard de croissance, un retard pubertaire. La déformation observée au niveau du genou correspond

au signe de Kosowicz : le plateau tibial interne est concave, oblique en bas et en dedans. La métaphyse sous-jacente est élargie, parfois prolongée par un bec. Les condyles fémoraux sont asymétriques, le condyle interne étant plus haut. La trame osseuse peut avoir un aspect grossier, modérément déminéralisée. Les autres signes (retard d'âge osseux, brièveté du IV^e et du V^e métacarpien, etc...), parfois associés à des malformations viscérales (rein en fer à cheval, coarctation de l'aorte..) doivent faire réaliser une échographie pelvienne et surtout un caryotype.

2.7 Incurvation de la jambe à sommet postéromédial

Elle est en principe bénigne, constatée dans les premières semaines de vie, souvent associée à une malposition du pied (pied bot talus). La radiographie ne montre pas d'anomalie de la structure osseuse, il existe un épaississement de la corticale dans la concavité de la courbure, qui intéresse surtout le tibia, mais également la fibula. L'évolution spontanée est en principe favorable, parfois avec une asymétrie de longueur des tibias en fin de croissance, nécessitant alors un traitement spécifique à la fin de la croissance.

2.8 Incurvation de la jambe à sommet antéromédial

Elle est rare, souvent associée à une hypoplasie fibulaire partielle ou totale. Elle peut également être associée à une hypoplasie du fémur, vue plus haut, une agénésie des derniers rayons du pied, avec déviation en valgus au niveau de l'arrière pied. Le pronostic est lié au déficit de croissance de la jambe atteinte et aux anomalies associées au niveau du pied.

2.9 Courbure antérolatérale de la jambe et pseudarthrose congénitale du tibia

Elles sont très évocatrices de neurofibromatose de type 1 (NF1). Ces anomalies sont présentes chez 5% des sujets porteurs d'une NF1. À l'inverse, la grande majorité des enfants présentant une courbure congénitale antérolatérale ou une pseudarthrose ont une NF1, les autres cas s'intégrant dans une dysplasie fibreuse, ce qui nécessite de rechercher ces deux affections lorsque l'atteinte osseuse est révélatrice.

La courbure congénitale atteint préférentiellement le tibia ou plus rarement la fibula. Le tibia est incurvé en arrière et en dedans, la courbure se situant au niveau du tiers inférieur. Sur le plan radiologique, la corticale est épaissie dans la concavité de la courbure, avec parfois une zone arrondie radio-transparente au sommet de la courbure correspondant à une lésion fibreuse. Le diamètre du canal médullaire est souvent réduit. Cette courbure peut rester stable ou se compliquer d'une fracture ou d'une pseudarthrose. Celle-ci peut être soit d'emblée présente à la naissance, soit être la conséquence d'une fracture au sommet de la courbure,

voire succéder à une ostéotomie non appropriée. La pseudarthrose, comme la courbure, siège habituellement au tiers inférieur de la jambe, plus rarement au tiers supérieur. Il existe une condensation des berges osseuses, avec parfois un aspect de “ néo-articulation ” entre les deux fragments. Le traitement est difficile et souvent long, pouvant faire appel à des systèmes de contention orthopédiques externes ou intra-osseux.

2.10 Autres lésions fibreuses du tibia responsable d'une incurvation de jambe

2.10.1 Dysplasie fibrocartilagineuse focale

Elle correspond à une lésion fibreuse bénigne du tiers supérieur du tibia. Cliniquement, il existe un tibia vara découvert dans les premières années de vie, sans autre symptomatologie. Les radiographies montrent une ostéolyse allongée, à limites nettes, oblique en bas et en dehors, en regard du tiers supérieur de la corticale interne du tibia. cet aspect radiologique doit être connu car il est pathognomonique et ceci permet de préconiser une simple surveillance, l'évolution étant spontanément régressive.

2.10.2 Ostéofibrodysplasie de Campanacci

Cette lésion bénigne est remarquable par sa topographie et son histoire naturelle. Elle est suspectée pendant les premières années de la vie en présence d'une déformation de la jambe, en valgus et/ou recurvatum le plus souvent. La survenue d'une fracture peut également être le mode de découverte. Radiologiquement, il existe au niveau du tiers moyen du tibia une plage d'ostéolyse avec saillie de la corticale amincie et condensation adjacente. La localisation sur la fibula est rare. Parfois plusieurs lacunes sont présentes. La lésion est constituée de tissu fibreux avec des travées osseuses immatures. L'évolution spontanée est le plus souvent favorable, avec régression des images et de la déformation. Le traitement chirurgical ne doit être envisagé qu'après 5 ans.

2.11 Tibia valgus post-traumatique

Un trouble de la croissance du tibia peut être noté après une fracture juxta métaphysaire du tibia. À la phase initiale de la fracture, la réduction est satisfaisante mais secondairement, au fur et à mesure que la zone fracturaire s'éloigne de la métaphyse avec la croissance, il existe une incurvation progressive en valgus du tibia. la cause est inconnue : parmi les hypothèses, une sur-stimulation de la physe au voisinage de la fracture est évoquée. Sur le plan radiologique, il existe une courbure externe du tibia, parfois avec un épaissement de la corticale externe du tibia. Un retentissement sur la croissance du condyle latéral fémoral a été

décrit. La correction chirurgicale doit être prudente, il faut si possible temporiser car la croissance peut corriger secondairement cette incurvation tibiale externe.

3 Troubles de la statique dans le plan sagittal

3.1.1 Genu recurvatum congénital

Le genou recurvatum se définit par une projection en avant du tibia par rapport à l'axe du fémur. Parmi les causes rares, il faut citer le syndrome de Larsen, avec une dislocation congénitale des genoux, le syndrome d'Elhers-Danlos.

3.1.2 Genu flessum congénital

Dans ce cas, l'extension complète du genou est impossible. De façon congénitale, ceci peut être dû à une luxation congénitale des rotules. Radiologiquement le diagnostic est facile quand la rotule est ossifiée (3 ans chez la fille, 5 ans chez le garçon) ; elle peut être hypoplasique. Avant cet âge, l'échographie permet de bien étudier la position de la rotule.

4 Inégalité de longueur des membres inférieurs

Il est fréquent d'observer une minime asymétrie de longueur des membres inférieurs. Il est habituel de considérer que celle-ci n'est pas significative en deçà de 1 cm de différence. Au-delà cette asymétrie de longueur entraîne une bascule du bassin et une scoliose secondaire peut se développer pour compenser le trouble de la statique pelvienne.

Selon les circonstances, cette asymétrie peut être due à une hypoplasie congénitale, comme celle déjà décrite au niveau du fémur, à un défaut de croissance d'un côté ou à une croissance excessive de l'autre côté. Il reste difficile de prédire avec précision quelle sera la taille finale du segment de membre ou du membre en entier à la fin de la croissance, car tous les troubles n'obéissent pas à la même dynamique.

4.1 Défaut de croissance d'un membre

Les principales causes sont les suivantes :

- L'immobilisation prolongée pour une affection d'une hanche par exemple peut s'accompagner d'un défaut de croissance.
- Les causes neurologiques sont fréquentes : hémiplégie cérébrale infantile en particulier d'origine ischémique néonatale, séquelles de poliomyélite.
- Les séquelles des pathologies de hanche chez le nourrisson et l'enfant peuvent être responsables d'un défaut de croissance, avec participation de l'affection causale et le cas échéant d'un geste chirurgical de correction.

- Les séquelles infectieuses ou post traumatiques, vues dans le chapitre spécifique des épiphysiodèses.

4.2 Croissance excessive d'un membre

Plusieurs affections peuvent être responsables d'une stimulation anormale de la croissance.

4.2.1 Hémi-hypertrophie corporelle

Elle peut être isolée ou s'intégrer dans le cadre d'un syndrome de Beckwith-Wiedemann avec viscéromégalie, d'une neurofibromatose de type I, d'un syndrome de Protée. Dans les deux premiers cas, le risque de survenue d'une tumeur maligne (néphroblastome en particulier) dans les premières années de vie est un élément capital à prendre en compte. La surveillance en imagerie fait appel à l'échographie, jusqu'à l'âge de 7 à 8 ans. Des excès de croissance ont également été décrits dans le syndrome de Silver.

Sur le plan radiologique, il existe d'une part un allongement de membre, mais aussi parfois un élargissement des structures osseuses. L'hémi-hypertrophie intéresse également les tissus mous. Des anomalies du tarse, des polydactylies ou des syndactylies peuvent être notées.

4.2.2 Autres circonstances avec stimulation de la croissance d'un membre

Les malformations vasculaires et le syndrome de Klippel-Trenaunay peuvent provoquer un excès de croissance osseuse et des tissus mous. En imagerie, cette hypertrophie est visible au niveau de l'os et des parties molles, parfois avec un épaississement cortical, des irrégularités de la structure osseuse, des phlébolithes visibles spontanément. Le diagnostic et le bilan d'extension reposent sur l'échographie d'une part, l'imagerie par résonance magnétique d'autre part.

Une hyperhémie régionale peut également être responsable d'une stimulation de la croissance épiphysaire, comme dans les arthrites chroniques inflammatoires, les synovites de l'hémophilie, les hémangiomes de la synoviale.

5 Anomalies rotationnelles dans le plan axial

Elles se caractérisent par une rotation anormale au sein de chaque segment de membre, entre la partie supérieure et l'articulation sous jacente. De la hanche à la cheville, les orientations suivantes sont observées : le cotyle regarde en avant et en dehors, d'environ 15°. Le col fémoral est également orienté en avant et en dedans, ceci définissant l'antéversion du col. Il existe ensuite une torsion axiale interne de la diaphyse fémorale, le plan bi-condylien regardant en avant et en dedans (angle d'antétorsion fémorale). Une torsion externe au niveau du tibia est présente entre le plan des plateaux tibiaux et le plan bi-malléolaire (angle de

détorsion tibiale externe), le pied étant normalement orienté dans l'axe de la marche. Toute anomalie de torsion par excès ou par défaut peut retentir sur la marche ou la course (pieds en dedans ou en dehors), sur la mécanique du genou en particulier au niveau de l'appareil extenseur sur l'axe quadriceps-rotule-tubérosité tibiale antérieure.

Au cours de la croissance, il existe une modification progressive de ces angles, avec une diminution de la valeur des angles d'antétorsion fémorale et de détorsion tibiale externe.

Les valeurs normales en fonction de l'âge sont les suivantes :

- l'antétorsion fémorale est d'environ 35° à la naissance, elle diminue rapidement dans les premières années et elle est de 20 à 25° entre 5 et 10 ans, pour atteindre 10 à 15° à l'adolescence.
- La torsion tibiale externe est nulle à la naissance, d'environ 10° à 3 ans, 20° après 4 ans. Chez l'adulte la moyenne est de 25°.

5.1.1 Troubles de torsion

Un trouble de torsion peut être suspecté cliniquement devant une gêne à la marche, des douleurs des genoux, voire des signes de conflit fémoro-patellaire. L'étude de la marche, de la course « spontanée » de l'enfant permet d'apprécier la position du pied lors du pas.

En imagerie, l'examen tomodensitométrique est actuellement l'exploration de référence pour apprécier ces troubles de torsion. L'IRM a également été proposée, permettant les mêmes mesures que celles qui ont été définies dans le chapitre « technique ». Ces mesures vont permettre, le cas échéant et lorsque le retentissement mécanique est important, une éventuelle correction chirurgicale. Les anomalies qui peuvent être constatées sont :

- L'excès d'antétorsion fémorale interne est la plus fréquente, avec une marche en rotation interne du pied. Comme cette antéversion se corrige avec la croissance, il faut être prudent avant de poser une indication chirurgicale formelle.
- L'excès de détorsion tibiale externe est rare, souvent associée à une antétorsion fémorale interne également exagérée.

5.1.2 Anomalies de l'appareil extenseur du genou

Le déséquilibre fémoro-patellaire et la luxation récidivante sont les pathologies les plus fréquentes. Elles se révèlent en période péri-pubertaire entre 10 et 15 ans, touche plus souvent les filles que les garçons.

Sur les radiographies, la radiographie de profil du genou à 15° de flexion en superposant bien les condyles permet le diagnostic d'instabilité : normalement, il existe à la face postérieure de la rotule deux lignes : la ligne antérieure dense correspond à la facette externe, la ligne

postérieure fine à la crête trochléenne. En cas d'instabilité, la bascule rotulienne modifie cet aspect et la ligne dense de la facette externe se projette sur la crête, ou en arrière d'elle. L'incidence axiale de la rotule à 30° de flexion permet d'analyser la position de la rotule par rapport à la trochlée et la qualité de l'interligne fémoro-patellaire. La tomодensitométrie permet l'analyse du défilé fémoro-patellaire à 15° de flexion quadriceps contracté et décontracté, la mesure de TA-GT et l'analyse complète de la torsion du squelette des membres inférieurs en cas de troubles rotationnels associés. La gorge trochléenne forme un V ouvert d'environ 140° à l'âge de 15 ans. La distance TA-GT est normalement inférieure à 12 mm à l'âge de 15 ans. L'instabilité se caractérise par la bascule et par l'excentration. L'augmentation de l'angle de la trochlée fémorale supérieure à 145°, signe la dysplasie trochléenne.

6 Troubles secondaires de la statique ou asymétrie de longueur

En dehors des affections vues précédemment, directement responsables d'anomalies de la statique ou de la taille des différents segments, une atteinte d'un cartilage de conjugaison au cours de la croissance va engendrer le même type d'anomalie. Les deux principales étiologies sont post-traumatiques et post-infectieuses. Ces affections, en détruisant tout ou partie de la physe, vont entraîner une épiphysiodèse totale ou partielle d'un cartilage de conjugaison (voir plusieurs). Si l'épiphysiodèse est totale ou centrale, la conséquence sera essentiellement sur la longueur définitive du segment de membre. Si l'épiphysiodèse est partielle, elle va provoquer une inclinaison progressive de la plaque métaphysaire par rapport à l'axe de la diaphyse. Ceci s'observe au niveau de la métaphyse inférieure du fémur, des métaphyses supérieure et inférieure du tibia, plus rarement de la fibula.

Le diagnostic clinique repose sur la confrontation des antécédents, traumatiques ou infectieux, et de la gêne ou de la déformation constatée. En traumatologie, les fractures métaphysaires de type Salter et Harris IV et V sont les plus à risque d'entraîner ce type de complication. En cas d'antécédents infectieux, les ostéo-arthrites du nourrisson, les atteintes ischémiques dans le cadre d'un purpura fulminans constituent les étiologies les plus fréquentes.

En imagerie, les radiographies simples permettent de constater la déformation. Il est important, lorsque cela est possible, de disposer de l'ensemble des clichés réalisés au cours de l'évolution de l'affection, afin de bien comprendre le mécanisme et de situer le siège de l'épiphysiodèse. Celle-ci peut être difficile à mettre en évidence sur les radiographies conventionnelles, en particulier à la phase de début, et il est nécessaire de faire appel à d'autres techniques. La tomодensitométrie permet de reconnaître la constitution de ponts osseux trans-métaphysaires. La scintigraphie peut également mettre en évidence un défaut

d'activité en regard du pont d'épiphysiodèse. L'IRM est plus performante à la phase précoce. L'utilisation des coupes pondérées T2, de séquences avec suppression du signal graisseux, d'acquisitions et de reconstructions 3D, permet de bien analyser l'hypersignal normal du cartilage de conjugaison, qui est interrompu en cas d'épiphysiodèse.

7 Suivi en imagerie des corrections chirurgicales

En fonction de l'étiologie et de la sévérité de l'anomalie, une correction chirurgicale des anomalies décrites aux chapitres précédents peut être envisagée. Elle fait appel à différentes techniques, parfois associées. Le plus souvent, une ou des ostéotomies sont pratiquées, immobilisées de différentes façons :

- Embrochage de part et d'autre du foyer d'ostéotomie
- Mise en place de broches ou de clou centromédullaires
- Contention par fixateur externe, avec le cas échéant allongement progressif : méthode d'Ilizaroff. L'importance de la distraction réalisée et la réossification progressive et peuvent être suivies par échographie itérative en regard du foyer d'ostéotomie.

Le traitement chirurgical de « désépiphysiodèse » est difficile, aidé là aussi par une immobilisation temporaire par un système de distraction externe. A l'inverse, il est possible de proposer, en fin de croissance, de compenser une désaxation ou une asymétrie de longueur en réalisant un agrafage du côté sain (corticale opposée ou membre controlatéral en cas d'asymétrie de longueur) de part et d'autre de la métaphyse, pour provoquer une épiphysiodèse plus rapide et limiter ainsi l'angulation ou l'asymétrie de croissance. La détermination radiologique de l'âge osseux peut être utile à l'orthopédiste pour choisir le moment opportun à réaliser ce geste.