

QUELQUES
CONSIDÉRATIONS
SÉMIOLOGIQUES
ET
RADIOLOGIQUES

SÉMIOLOGIE

« Il ne faut pas toujours tout expliquer » (Talleyrand)

Douleur

Définition

C'est le symptôme le plus fréquent en médecine. Il est aussi le plus révélateur et le plus difficile à interpréter.

Les diverses modalités de la douleur lorsqu'un os est atteint par un processus pathologique ne sont pas dépourvues de signification.

Le siège évoqué par l'interrogatoire est en général celui de l'affection en cause. Il arrive que la douleur se manifeste à distance par des irradiations, qui s'expriment selon un trajet précis correspondant à la situation anatomique d'un nerf ou à un point articulaire précis. Ce point peut être situé à distance : douleur de la main pour une pathologie de l'épaule appelé syndrome épaule-main ou douleur du genou pour une affection de la hanche.

Une douleur localisée à une articulation porte le nom d'**arthralgie** ; si elle concerne un muscle précis, on parle de **myalgie**. En revanche, si la douleur survient sur le trajet d'un nerf, elle porte alors le nom de **névralgie**.

La douleur peut signer une affection bénigne, et peut être le premier stigmate d'une maladie rhumatismale ou d'une maladie du système, connectivite par exemple.

La douleur peut révéler une localisation tumorale osseuse ou musculaire.

On distingue la douleur provoquée par la palpation de la douleur spontanée, survenant sans agent physique externe.

La douleur provoquée par une palpation renseigne quant au siège douloureux électif et la profondeur oriente vers le squelette ou au contraire vers les parties molles. Ainsi peut-on distinguer la douleur superficielle de la douleur profonde. On parle aussi de douleur transfixiante lorsque celle-ci traverse un segment de membre ou le tronc, douleur de part en part, douleur thoracique. Elle peut être circonférencielle (empruntant le périmètre d'un membre).

Caractéristiques

Les douleurs peuvent apporter des renseignements fort utiles par l'intensité, la topographie et la chronologie.

- L'intensité peut aller du simple endolorissement à la douleur la plus vive ou à la douleur lancinante. La douleur peut ne survenir qu'à la mobilisation d'un membre ou d'un segment de membre.
- La douleur est dite de type mécanique si elle apparaît à l'appui ou à la mise en charge. Elle peut n'apparaître qu'à l'effort.
- L'horaire de la douleur peut être nocturne ou diurne.

Les douleurs nocturnes peuvent renseigner sur l'étiologie. La douleur de l'ostéome (ostéoïde) ou la douleur du canal carpien sont des douleurs plus souvent nocturnes.

Rachialgie : douleur localisée à l'ensemble du rachis, observée dans l'arthrose étagée de la colonne vertébrale et dans certaines maladies rhumatismales. Il s'agit le plus souvent de douleurs spontanées aggravées par la mobilisation du rachis. On distingue les dorsalgies, siégeant au segment dorsal chez le jeune adolescent, dans le cas d'un trouble de croissance vertébrale qui, associé à une déformation (cyphose), à une raideur, constitue la maladie de Scheuermann. Cette localisation douloureuse peut évoquer d'autres diagnostics : ostéoporose chez la femme âgée, localisation tumorale bénigne ou maligne vertébrale ou intra-rachidienne.

Lumbago : douleur lombaire aiguë associée à un "blocage" entraînant une rigidité anormale du tronc avec parfois une attitude antalgique en flexion antérieure ou en translation latérale. Cette situation en délordose lombaire est liée à une contraction musculaire importante. Elle peut être le signe révélateur d'une lésion organique irréversible.

Cervicalgie : douleur siégeant au rachis cervical, retrouvée le plus fréquemment dans les cervicarthroses. La cervicalgie peut s'associer à un torticolis et peut faire évoquer un trouble discoligamentaire avec hernie discale, entorse cervicale ou arthrose du massif articulaire.

Lombalgie : douleur localisée à l'étage lombaire siégeant souvent à la charnière dorsolombaire ou à la jonction lombosacrée. Elle peut siéger au niveau de la partie moyenne du rachis lombaire, siège de la lordose maximale, c'est-à-dire l'étage L3-L4 ; elle peut être localisée à la ligne interépineuse ou au niveau des gouttières paravertébrales de façon unilatérale ou bilatérale. Elle peut se manifester en ceinture et associe souvent une contracture des muscles des gouttières paravertébrales observée dans la lombarthrose (arthrose de la colonne lombaire), dans la hernie discale lombaire ou dans le spondylosthésis.

Radiculalgie : douleur radiculaire siégeant sur le trajet d'une racine nerveuse émanant du névraxe (rachis) et exacerbée par la mise en pression du liquide céphalorachidien telle que la toux, l'éternuement ou la défécation.

Sciatalgie : radiculalgie siégeant sur le trajet du nerf sciatique. La cruralgie, siégeant sur le trajet du nerf crural, en est un exemple.

Cervicobrachialgie : associe une douleur du rachis cervical à une douleur brachiale. La brachialgie est une douleur du bras qui peut avoir pour étiologie une névralgie cervicobrachiale dans le cadre d'un traumatisme discoligamentaire cervical ou dans le cadre d'une hernie discale au niveau du rachis cervical.

Gonalgie : douleur siégeant au genou et pouvant être consécutive à une entorse, à une lésion méniscale ou plus simplement à une gonarthrose : arthrose du genou. La gonalgie peut aussi être une douleur reportée sur un genou radiologiquement et cliniquement normal. A ce moment-là, la hanche n'est pas douloureuse et la douleur irradie au genou.

Podalgie : douleur siégeant au niveau du pied et pouvant être d'origine multiple (hallux, valgus, ongle incarné, pied creux, cor au pied, œil de perdrix, etc).

Talalgie : douleur localisée au niveau du talon, rencontrée chez l'adolescent en période de croissance. C'est une douleur

de la partie postérieure du talon correspondant à un trouble de l'ossification de l'apophyse postérieure du calcanéum. Il s'agit d'une maladie de croissance qui s'appelle la maladie de Sever. Chez l'adulte, la douleur peut révéler une épine calcanéenne ou, si elle est latérale interne ou externe, une maladie rhumatismale.

Métatarsalgie : douleur siégeant sous les têtes métatarsiennes et pouvant faire évoquer une polyarthrite rhumatoïde (PR) ou un avant-pied rond antérieur (APRA).

A contrario, la **coxalgie** n'est pas une douleur, il s'agit d'une tuberculose de la hanche. C'est un nom impropre que porte cette maladie depuis que les douleurs de hanche ont été décrites et ont été associées à une tuberculose.

Signe de Tinel : douleur provoquée par la percussion d'un trajet nerveux à un point précis. Ceci entraîne une douleur lancinante en éclair sur le trajet nerveux, de type décharge électrique. La douleur est ainsi réveillée et s'accompagne d'une propagation dans le sens centrifuge. Cette sensation de douleur se manifeste comme un éclair empruntant le trajet du nerf ; par exemple, la percussion antérieure du poignet en hyperextension peut s'associer à un signe de Tinel positif et peut faire évoquer un canal carpien comprimant le nerf médian ou un névrome périphérique.

Douleur de type hyperalgique : cette qualification est donnée à une affection très douloureuse avec une intensité la rendant rebelle à tout traitement antalgique. Ainsi, la hernie discale lombaire hyperalgique est rebelle aux traitements antalgiques les plus forts et peut faire porter une indication opératoire en urgence. Les douleurs hyperalgiques peuvent être retrouvées dans les formes carcinologiques de certaines affections.

Déformation axiale

C'est une attitude aberrante ou une modification pathologique des axes d'un membre, d'un segment de membre ou du rachis.

La déformation peut être congénitale. On parle par exemple de *coxa ante torsa*, qui est l'exagération de l'angle d'antéversion normal (10 à 20° habituellement) du col fémoral ; on cite aussi le **piéd bot varus équin**. La déformation peut être la

conséquence d'une fracture, comme par exemple le raccourcissement en rotation externe du membre inférieur à la suite d'une **fracture du col du fémur**. Au niveau du rachis, la déformation axiale peut se faire dans le plan antéropostérieur, il s'agit alors d'une exagération de la courbure dorsale : c'est la **cyphose**. La **scoliose** est une déformation axiale du rachis dans le plan frontal entraînant la formation d'une gibbosité postérieure paravertébrale gauche ou droite, ou parfois combinée.

Membre supérieur

On peut noter parfois une déformation au membre supérieur. Le *cubitus valgus* physiologique est de l'ordre de 5 à 7° en moyenne. C'est l'orientation de l'axe antébrachial par rapport à l'axe brachial. En revanche, si cette valeur angulaire augmente beaucoup, on parle de *cubitus valgus* pathologique. Si cet angle devient nul avec une situation de l'avant-bras en dedans de l'axe du bras, il s'agit alors d'un *cubitus varus*, séquelle visible après les fractures du coude de l'enfant (voir figure 4).

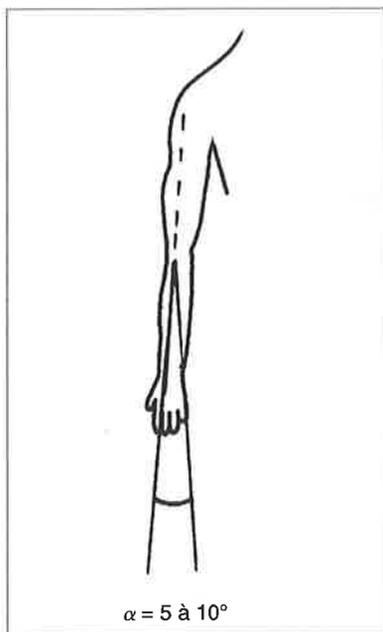


Figure 4
Le coude de l'enfant

Mallet finger ou doigt en maillet : déformation de l'extrémité du doigt avec flectum de l'articulation interphalangienne distale (IPD). L'étiologie de cette déformation est une rupture distale de l'appareil extenseur du doigt. Cette déformation est très disgracieuse et perturbe la fonction de la main. Le doigt en boutonnière est la même lésion, siégeant cette fois au niveau de l'articulation interphalangienne proximale avec une inversion de l'hyperextension de l'articulation interphalangienne distale.

Coup de vent cubital : déformation des doigts et de la main portant la main en dedans dans un plan frontal, c'est-à-dire que les doigts sont vers le cubitus. Il est observé dans les maladies rhumatismales, notamment la polyarthrite rhumatoïde (voir figure 5).

Main botte radiale : déformation du poignet plaçant ce dernier en dehors l'axe antébrachial vers le radius. Il s'agit d'une malformation congénitale ou d'un cal vicieux, séquelle de fracture.

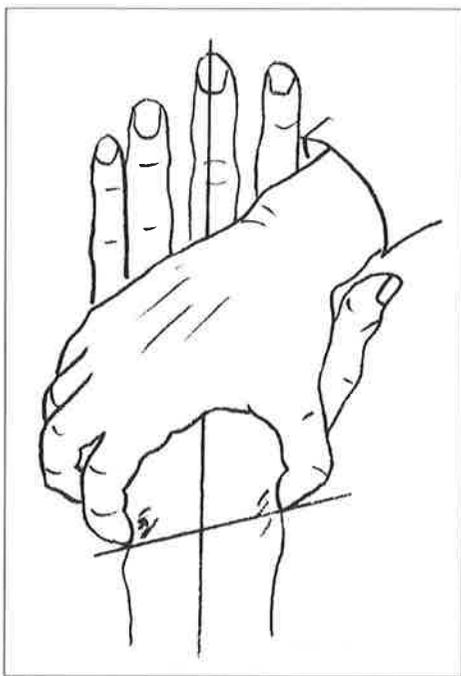


Figure 5
Ligne bistyloïdienne

Maladie de Dupuytren : épaissement de l'aponévrose palmaire moyenne, survenant plus chez l'homme que chez la femme et entraînant la rétraction des quatrième et cinquième doigts. On distingue des nodules et des cordes rétractiles fibreuses sous-cutanés. Ces cordes entraînent une mise en flexion, voire une mise en crochet des quatrième et cinquième doigts et nécessitent un geste chirurgical pour les redresser. Ces gestes chirurgicaux peuvent s'accompagner de plasties cutanées. Les nodules ainsi prélevés et les cordes sous-cutanées peuvent récidiver. L'équivalent de cette maladie au niveau du pied est la maladie de Ledderhose.

Doigt à ressort : sensation de craquement lors de la mise en extension du doigt. La lésion siège au niveau de l'articulation interphalangienne et du côté fléchisseur. Il s'agit d'une hypertrophie de la poulie avec une métaplasie tissulaire. Le traitement est chirurgical, il consiste en la section de celle-ci.

Membre inférieur

Quintus varus : déformation en dedans du 5^e orteil.

Hallux valgus : déformation en dehors du gros orteil (voir figure 53).

Pied bot varus équin : déformation congénitale. Il est préférable d'utiliser le terme de malformation car cette maladie, fréquente chez le garçon, associe un équinisme (flexion plantaire irréductible du pied) à un varus de l'arrière-pied (talon en dedans) et à une abduction de l'avant-pied (le pied est situé dedans).

Au niveau du genou, on parle de *genu valgum*, qui est une déviation axiale dans le plan frontal plaçant le tibia en dehors du fémur. Entre le tibia et le fémur, il existe un axe de valgus physiologique de 3 à 7° normalement (3° chez l'homme et 7° chez la femme). Le *genu varum* est l'absence de ce valgus physiologique et au contraire la situation interne du tibia par rapport à l'axe long du fémur. Le *genu recurvatum* est une déformation dite en bateau située dans le plan sagittal avec un angle à sommet postérieur et à sinus antérieur. Le flexum est une déformation du genou en flexion avec un angle à sommet antérieur et sinus postérieur (voir figure 48).

Troubles fonctionnels

Impotence fonctionnelle

L'impotence fonctionnelle est la difficulté, voire l'impossibilité d'effectuer un mouvement volontaire d'un membre ou d'un segment de membre. L'impotence peut être totale ou relative.

Elle survient après un traumatisme qui a entraîné une fracture. Celle-ci rompt le tuteur du membre (l'os) et désorganise l'architecture anatomique en perturbant la fonction.

L'impotence fonctionnelle liée à une fracture associe une douleur à une notion de traumatisme, que l'on peut, par l'interrogatoire, recueillir auprès du malade ou de son entourage. La déformation constitue le 3^e pilier de la triade qui signe la présence d'une fracture déplacée :

- douleur ;
- déformation ;
- impotence fonctionnelle.

Traumatisme = douleur et/ou déformation et/ou impotence fonctionnelle.

L'impotence fonctionnelle relative interdit certains mouvements et en respecte d'autres. L'adduction de l'épaule est impossible dans la luxation antéro-interne de l'épaule et cette impotence devient pathognomonique si les autres mouvements de l'épaule restent possibles. L'extension impossible du genou signe la lésion méniscale du genou en « anse de seau » surtout si le bilan radiologique élimine une fracture osseuse ou un arrachement ostéochondral.

Raideur

La raideur est la perte totale ou partielle de la mobilité d'une articulation. C'est une limitation involontaire de l'amplitude articulaire, impotence fonctionnelle siégeant à l'articulation. Cette perturbation de la fonction de l'articulation peut être liée, lorsque cette limitation est totale, à une ankylose (soudure spontanée des deux extrémités formant une articulation).

Dérobement

Le dérobement est une instabilité involontaire, lors d'un mouvement actif, d'une articulation d'appui telle que le genou. On dit que le genou « lâche », « flanche » ou « se dérobe ».

Ce signe, s'il est répétitif, reflète une instabilité chronique liée à une lésion capsulo-ligamentaire du genou consécutive à une entorse plus ou moins grave.

Le dérobement nécessite un examen direct passif du genou en décubitus dorsal sur une table d'examen stable et/ou un plan dur, suivi d'un bilan radiologique dynamique réalisé en décubitus dorsal.

Examen du genou (voir figure 6)

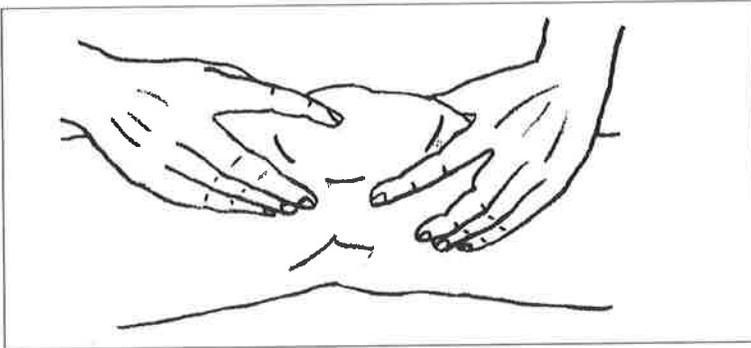


Figure 6.a

Examen du genou : recherche du choc rotulien

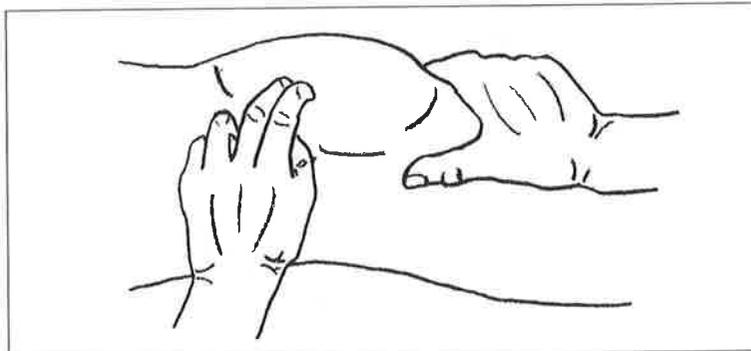


Figure 6.b

Recherche du choc rotulien devant un épanchement

Genou en extension : la recherche d'une laxité latérale interne ou externe se fait en extension sur un plan dur. Normalement, le genou est stable en extension. Il n'y a pas de laxité du tibia par rapport au fémur. Dans le cas inverse, s'il existe un jeu articulaire, on parle alors de laxité (voir figure 7).

Genou en flexion : recherche d'un tiroir (voir figure 8), signe pathologique qui consiste par la mobilisation, de façon passive, du tibia par rapport au fémur, à rechercher une position anormale du tibia (tiroir direct antérieur ou postérieur). Ceci témoigne d'une lésion ligamentaire (ligaments croisés antérieurs ou postérieurs).

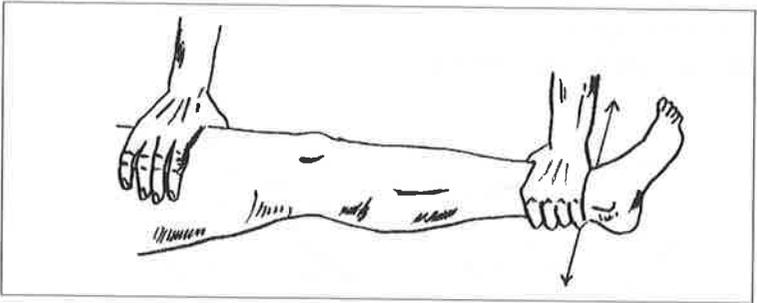


Figure 7
Recherche des mouvements de latéralité du genou

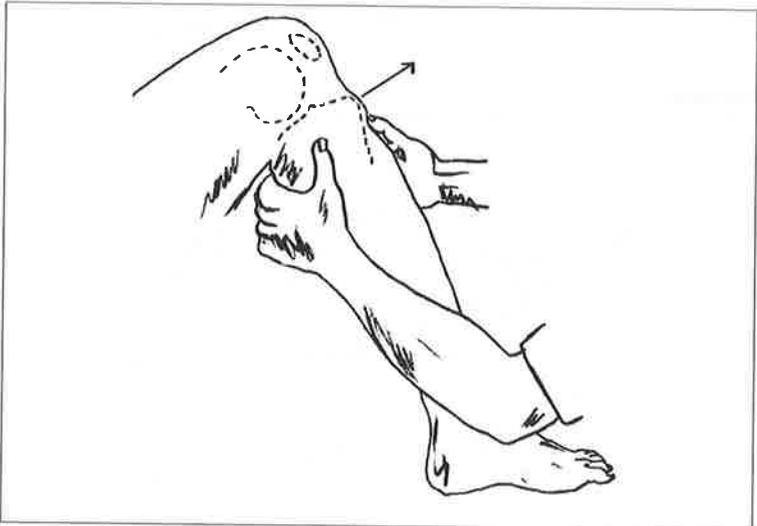


Figure 8
Recherche du signe du tiroir antérieur

Genou demi-fléchi : le genou de l'examineur est placé sous le genou du blessé et la recherche du tiroir antéropostérieur se fait dans un plan perpendiculaire au plan dur, donc dans un sens vertical. On parle de signe de Lackmann lorsque ce tiroir existe. Le ressaut est un signe de grande laxité interne et antérieure qui témoigne d'un très grand dérangement au niveau du genou et nécessite dans certains cas une plastie chirurgicale.

Marche et boiterie

Plusieurs types de boiteries ont été décrits. Pour les connaître et les "reconnaître", il paraît utile de bien comprendre les différentes séquences de la marche et les différents temps du pas. Il faut savoir aussi que plusieurs muscles interviennent et qu'il existe une synchronisation parfaite entre les différentes contractions musculaires, voilà pourquoi *la marche est un système complexe sophistiqué* plus ou moins automatique qu'un rien peut déséquilibrer : une petite ingestion d'alcool, par exemple, provoque une marche hésitante.

Pour mieux situer le problème, il faut savoir que la locomotion bipède ne se fait que grâce à 48 muscles dans chacun des deux membres inférieurs et qu'il existe 29 degrés de liberté au niveau de chacun de ces membres inférieurs.

La marche est une activité dynamique équilibrée, c'est un mode de locomotion bipède, avec une activité alternée des deux membres inférieurs à laquelle se superpose une activité alternée des deux membres supérieurs dans une synchronisation presque parfaite.

Le pas est l'unité de la marche. C'est une activité séquentielle des deux membres inférieurs. C'est le temps qui s'écoule entre la pose du talon et celle du talon opposé. Le pas est aussi l'empreinte du pied au sol. Le pas sert de mesure (trois pas et quelques centimètres font un mètre).

L'angle du pas est en général de 10 à 15° en dehors (voir figure 9.a). En effet, lorsqu'un individu se déplace, le pied forme un angle de 15° avec une ligne droite se confondant avec la trajectoire de son déplacement. S'il marche en rotation externe, l'angle du pas est supérieur à 15° (*coxa retro-torsa*), si au contraire l'angle est inférieur à 15°, voire négatif, il s'agit d'une *coxa ante-torsa* ou d'une déformation avec torsion tibiale interne.

Le centre de gravité de l'organisme est situé quelque part au niveau du bassin, au milieu du tronc, c'est-à-dire un peu plus bas et en arrière de l'ombilic ; il doit en principe évoluer selon une ligne horizontale parallèle au plan d'évolution. En fait, le centre de gravité de l'organisme d'un individu qui marche décrit une courbe hélicoïdale symétrique si la marche est à vitesse constante et si le plan d'évolution est horizontal (voir figure 9.c).

Le déplacement des épaules est le balancement symétrique des membres supérieurs opposés au déplacement des membres inférieurs. Toute limitation de ce balancement peut favoriser l'apparition d'une boiterie, on parle d'ailleurs de "boiterie des épaules".

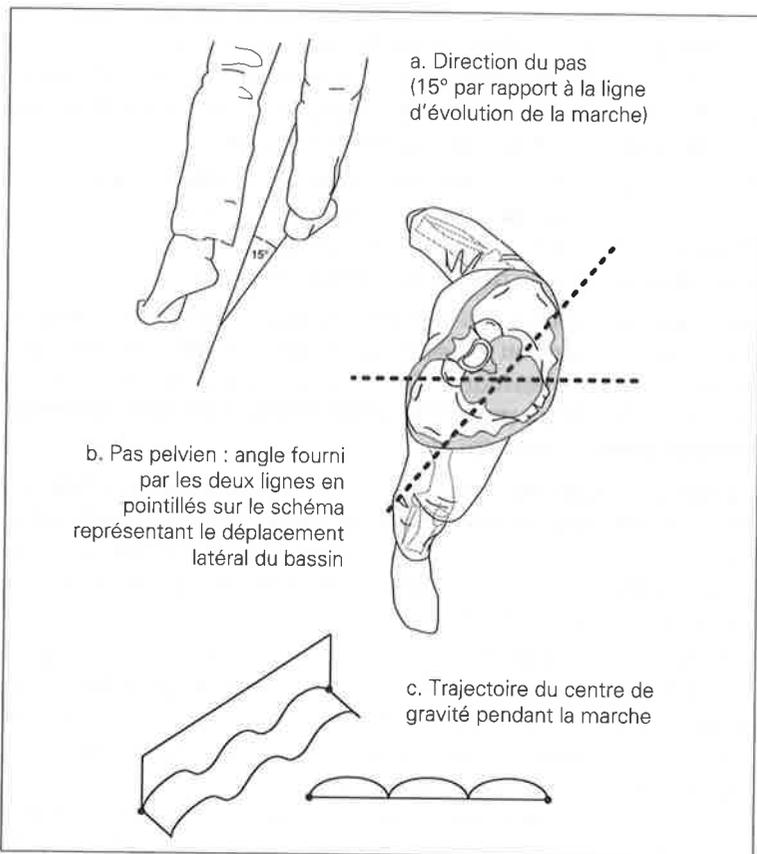


Figure 9

Le cycle de la marche est le temps qui sépare l'appui d'un pied au sol du temps où ce même pied reprend contact avec le sol. Le cycle de la marche représente donc à peu près deux pas. La marche humaine est divisée en deux phases, la phase d'oscillation et la phase d'appui.

La phase d'oscillation est celle où le membre inférieur "passe" le pas, c'est-à-dire qu'il oscille sans être en contact avec le sol (voir figure 10.1).

La phase d'appui est celle où le membre appuie au sol. Il est habituel de distinguer l'appui monopodal, lorsque l'individu ne garde avec le sol que le contact d'un seul pied, de l'appui bipodal, lorsque l'individu est en appui sur les deux pieds (voir figure 10.1).

Le pas pelvien permet de faire avancer le membre oscillant afin d'éviter une trop longue course de ce membre ; pour travailler à l'économie, le bassin "bascule" et "avance" : il s'abaisse du côté non porteur et avance de quelques centimètres (voir figure 9.c). Ce pas pelvien permet de diminuer la course que doit effectuer le membre oscillant.

Boiterie

La boiterie est une asymétrie de la marche entraînant une bascule soit du bassin, soit des épaules et l'exagération ou la suppression d'un temps de la marche.

On distingue les boiteries douloureuses ou antalgiques des boiteries fonctionnelles.

Les boiteries antalgiques : on peut boiter parce que l'on souffre à cause d'un cor au pied, d'une épine calcanéenne, d'une chaussure mal adaptée, d'une gonarthrose, d'une coxarthrose ou d'une douleur musculaire (claquage), on souhaite alors appuyer le moins possible sur le membre qui souffre. On a tendance à raccourcir la durée d'appui, ce qui rend asymétrique la marche et on parle alors de boiterie antalgique (voir figure 10.2.a).

La boiterie fonctionnelle n'est pas obligatoirement douloureuse. L'inégalité de longueur des membres inférieurs (ILMI) supérieure à 3 cm fait boiter car le bassin « bascule » ; il s'y associe une chute de l'épaule et ceci entraîne une marche asymétrique.

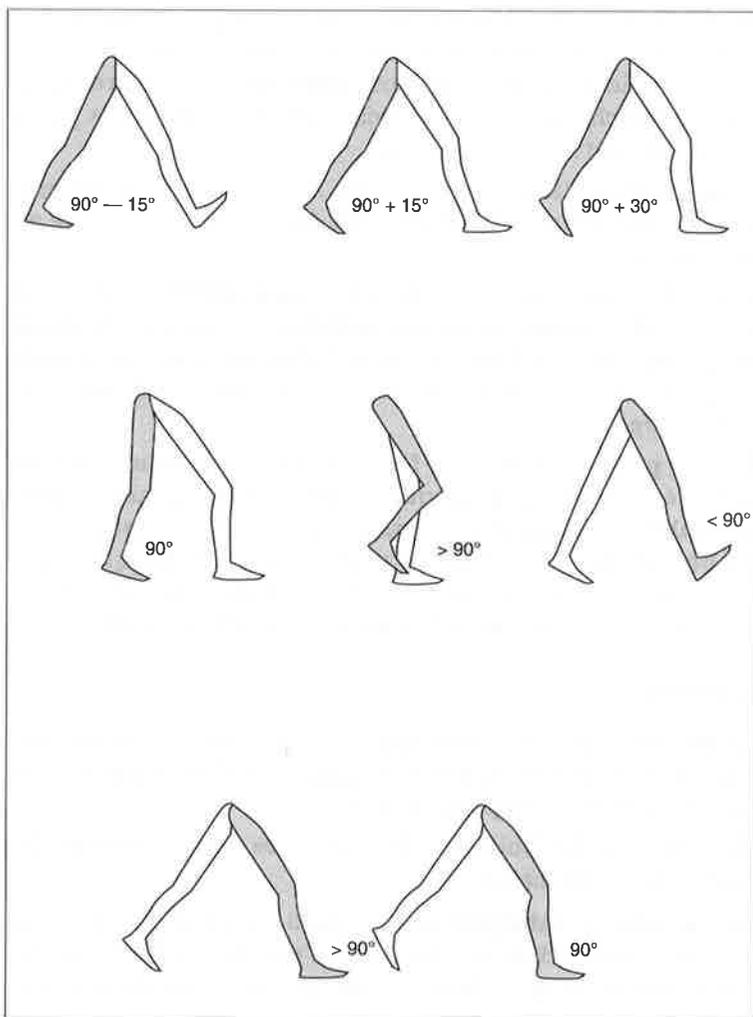


Figure 10.1
La marche

La boiterie "pas court-pas long" est une asymétrie où l'élément déséquilibré est lié à l'inégalité entre la longueur des pas. Dans ce type de boiterie, le patient soulève rapidement le pied du membre atteint ; c'est le cas de la boiterie de l'individu amputé de jambe chez qui l'action des muscles de la cuisse n'est limitée par aucun frein musculaire provenant de la loge musculaire jambière antérieure.

La salutation antérieure : dans certaines conditions, le blocage de la cheville par une ankylose ou une arthrodèse fait que le tronc se projette en avant et donne l'impression que le patient salue. Ceci réalise une asymétrie de la marche constituant ainsi une boiterie appelée « boiterie en salutation antérieure de Ducroquet ».

Le verrouillage manuel : l'appareil extenseur doit pouvoir "bloquer" en extension le genou à la fin de la phase d'appui du membre car ce n'est que dans cette position que le poids du corps peut passer sur le membre en appui (voir figure 10.2.c) afin que l'autre membre, qui a quitté le sol, puisse osciller, entraînant ainsi la description d'un pas et permettant une avancée. Si le blocage du genou ne peut se faire par une activité volontaire de l'appareil extenseur, ce qui est le cas dans la poliomyélite ou dans l'hémiplégie, qui peuvent entraîner l'une ou l'autre des paralysies unilatérales d'un ou plusieurs muscles tels que le quadriceps, le genou "lâche" alors et l'individu risque de tomber. Pour éviter cet inconvénient, le patient place sa main sur le genou et réalise ce que l'on appelle "le verrouillage manuel". Dans le cas contraire, le blocage peut se faire par une mise en recurvatum du genou afin de pouvoir passer le pas.

Le steppage est une boiterie le plus souvent unilatérale liée à la paralysie des releveurs du pied. Pour marcher normalement l'individu doit attaquer le sol avec le talon, ce qui suppose que l'angle entre la jambe et le pied, dit angle tibio-tarsien, soit égal ou inférieur à 90°. Si cet angle fait plus de 90°, le pied est en équin et risque de toucher le sol avant le talon. Pour éviter cet inconvénient du pied tombant (*drop foot*), l'individu soulève le bassin du même côté et avance latéralement, ce qui exagère le pas pelvien et oblige l'individu à montrer de façon visible le déplacement de cette partie du corps. Habituellement, le bassin "bascule" en tombant un peu et le pas pelvien est

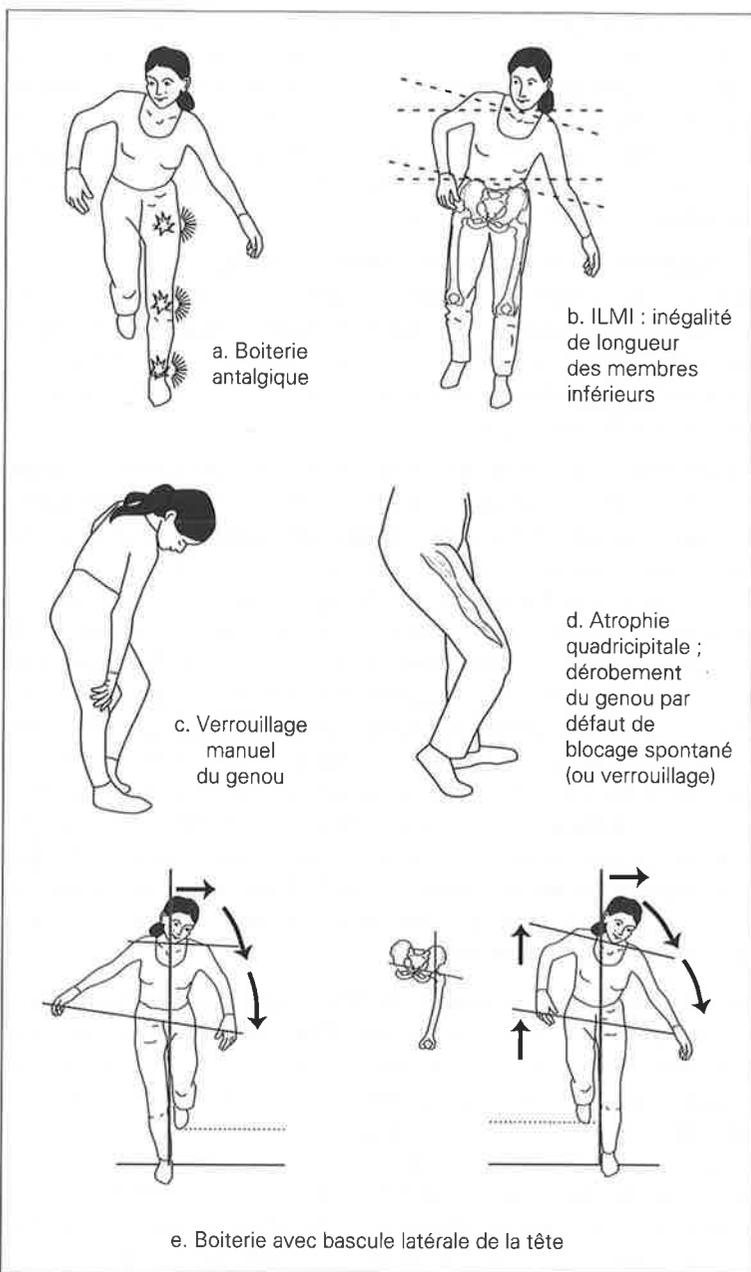


Figure 10.2
Les boîtiers

réalisé. Le steppage est donc une exagération du pas pelvien. L'individu peut compenser la chute du pied, c'est-à-dire l'absence de releveurs, par un autre mouvement, le fauchage.

Le fauchage est une boiterie où le membre malade décrit un mouvement pendulaire externe pour éviter de surélever le bassin ; ainsi, en éloignant en abduction le membre inférieur, la longueur surajoutée du pied tombant fait que le pied ne s'accroche plus au sol et l'individu peut "passer" le pas. L'association des deux est possible : l'individu peut stepper et faucher.

La boiterie de Tredlenbourg (voir figure 10.2.e) : le bassin s'effondre lors de l'appui monopodal, la hanche est alors placée en abduction (en dedans) pour mettre en tension les muscles fessiers qui peuvent être détendus ou paralysés. L'épaule peut partir du côté de la lésion ou du côté opposé selon que l'affection est périphérique ou centrale.

Déroulement du pas et roulements du pied

Le déroulement du pas pendant la marche s'effectue de la façon suivante. Le pied attaque le sol par le talon et l'appui se fait sur la partie postérieure du talon, suivi d'un appui sur le bord externe du talon, puis sur le bord externe du médiopied pour arriver à la projection de la tête du cinquième métatarsien ; à partir de là, l'appui passe ou roule sur les cinq têtes métatarsiennes pour arriver sous la première tête métatarsienne et le pas se termine alors par un appui sur le gros orteil et la pulpe du gros orteil, qui joue le rôle de stabilisateur ou de propulseur (voir figure 11).

Le déroulement du pas est le temps chronologique du pas. Toute rééducation, tout soin doivent faire "remarcher" le patient selon ces séquences chronologiques. Dans cet appui et dans ce déroulement, le pied a une empreinte plantaire qui décrit une partie antérieure et une partie postérieure (triangle d'appui antérieur et triangle postérieur). Elles sont séparées par une zone, un rétrécissement d'appui qui porte le nom d'isthme. Si l'isthme est très élargi et débordant, on dit que le pied est plat. Si l'isthme est très important et qu'il existe une séparation entre la zone d'appui antérieur et postérieur, on parle alors de pied creux (voir figure 12).

Pour bien étudier l'appui du pied au sol et donc pour comprendre la marche et la boiterie, on dispose de ce qu'on appelle une *podométrie*. Il s'agit de l'empreinte en examen statique qui peut se faire sur un appareillage donnant un résultat en deux dimensions ou par une podométrie computerisée, qui porte le nom de *baropodométrie*, et dont le résultat peut être représenté en trois dimensions.

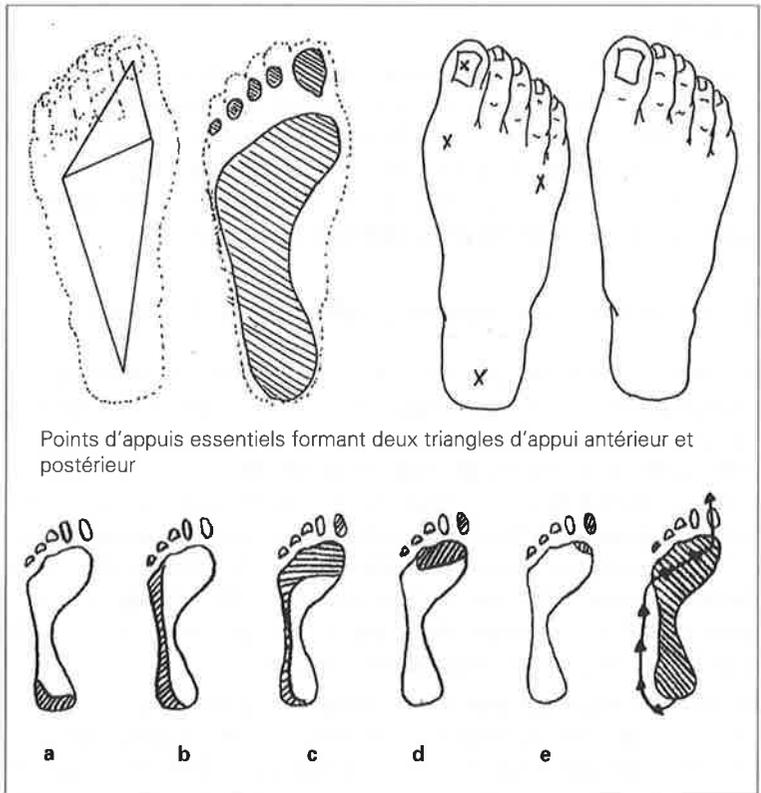


Figure 11

Déroulement du pas

- a. Attaque du talon, pied en éversion (supinatus)
- b. Appui sur le bord externe du pied, le gros orteil est dans le vide
- c. Déroulement des têtes métatarsiennes du V^e au I^{er}. Le pied est en éversion (pronatus)
- d. Le talon décolle du sol, le pied n'appuie plus qu'avec le gros orteil
- e. Le pied a quitté le sol, seule la pulpe digitale du gros orteil est en contact avec le sol.

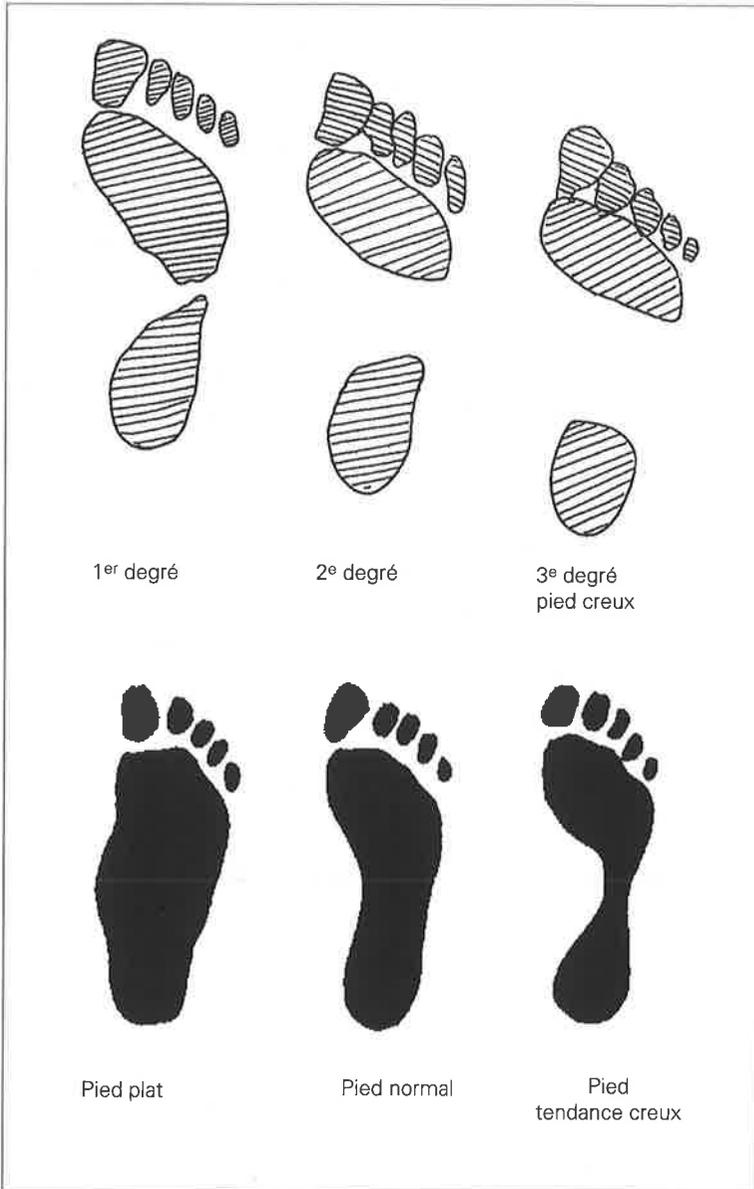


Figure 12
Empreintes plantaires

Les différents roulements du pied (voir figure 13) lors de la marche se définissent ainsi : le pied attaque le sol par le talon et, à ce moment-là, l'ensemble du membre roule autour de l'apophyse postérieure qui est en contact avec le sol : *c'est le premier roulement du pied*, différent du déroulement du pas (voir figures 10.1 et 11).

Ensuite, lorsque le talon est bien appliqué, le squelette jambier « roule » ou bascule et décrit alors un angle rotatoire autour de l'articulation tibio-tarsienne : *c'est le deuxième roulement du pied*.

Lorsque le pied prend appui, il « roule » à ce moment-là autour de la tête métatarsienne et *c'est le troisième roulement du pied*.

En fin de mouvement, lors du décollage du pas, en fin de période d'appui et au début de la période d'oscillation, la pulpe digitale appuie sur le sol et l'ensemble du membre roule autour de ce point, *c'est le quatrième roulement du pied*.

Il est donc important de spécifier et de distinguer le déroulement du pas des différents roulements du pied, qui sont chacun, à un stade précis, la source d'un déséquilibre qui entraîne une asymétrie de la marche et qui porte le nom de boiterie (voir figure 13).

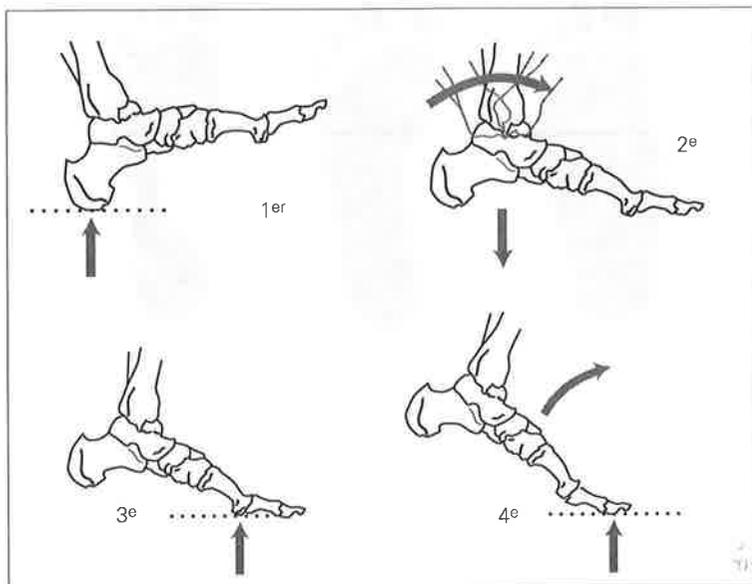


Figure 13. Les quatre roulements du pied