

Chapitre 3. LES LEVIERS OSSEUX

« Le paysan le plus ignorant sait partout remuer les plus gros fardeaux par le secours du levier, sans se douter que la puissance faisant équilibre est au poids comme la distance du point d'appui à ce poids est à la distance de ce même point d'appui à la puissance. S'il avait fallu que cette connaissance précédât l'usage des leviers, que de siècles se seraient écoulés avant qu'on eût pu dé ranger une grosse pierre de sa place ! » François-Marie AROUET, dit VOLTAIRE, *Essai sur les mœurs et l'esprit des nations*. Introduction. VII - Des sauvages. 1756.

Nous venons de décrire le mouvement du cycliste, indépendamment des forces qui le produisent, bref de faire de la cinématique. Petit à petit, nous allons cheminer vers la cinétique du pédalage que nous aborderons aux chapitres 7 à 12. Nous verrons alors quelle est la relation entre les forces appliquées et le mouvement observé. D'ici là, quatre chapitres vont nous permettre de mettre en place les acteurs mécaniques de cette machinerie complexe. Tout d'abord, nous allons parler de leviers osseux (chapitre 3). Puis nous évoquerons les axes articulaires sur lesquels les leviers s'appuient (chapitre 4). Enfin nous présenterons les forces musculaires qui agissent sur les leviers (chapitres 5 et 6). En préalable, un deuxième rappel de théorie mécanique est nécessaire, pour partir sur des définitions claires.

3.1. RAPPELS DE MÉCANIQUE : FORCES ET LEVIERS

3.1.1. DÉFINITIONS PRÉALABLES

3.1.1.1. Force

On appelle force toute cause capable de déformer un corps, d'en modifier l'état de repos ou de mouvement. Une force se définit par son point d'application (ex : la face postérieure du calcanéum), sa direction (ex : la direction du tendon d'Achille), son sens (ex : vers le genou) et son intensité (ex : 3 newtons). La représentation d'une force est un vecteur. Nous y reviendrons.

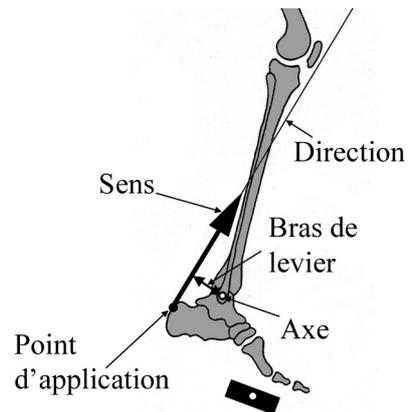


Figure 3.1. Force, axe et bras de levier du triceps sural, extenseur de la cheville.

3.1.1.2. Axe

L'axe est une droite autour de laquelle s'effectue une rotation. Par exemple, la roue d'une bicyclette tourne autour de l'axe du moyeu, le pédalier tourne autour de l'axe du pédalier, la direction tourne autour de l'axe du tube pivot, les mouvements d'une articulation se font autour d'un ou de plusieurs axes. L'axe d'un levier est aussi appelé point d'appui. L'axe peut enfin être une direction : l'axe longitudinal du fémur par exemple.

3.1.1.3. Bras de levier

C'est la distance d'une force à son point d'appui, mesurée perpendiculairement à la direction de cette force.

3.1.1.4. Moment d'une force

Le moment d'une force est le produit de cette force par la longueur du bras de levier perpendiculaire.

3.1.1.5. Poulie

La poulie, si elle fonctionne sans frottement, est une machine qui change la direction d'une force sans en modifier l'intensité. En anatomie, on utilise souvent le terme de poulie pour désigner la forme d'un os, par exemple, la poulie astragalienne. Mais on désigne ainsi des ensembles fonctionnels, nombreux.

Exemples : La poulie fémorale (trochlée) et la rotule permettent de changer la direction de la force de contraction du quadriceps (Voir la figure 3.2). Les poulies malléolaires sur lesquelles se réfléchissent les tendons des extenseurs accessoires de la cheville...

3.1.1.6. Résistance

La résistance, c'est l'opposition à une action ou un mouvement. Dans la vie collective, la résistance est souvent une vertu, une mystique, une hygiène. Sur un vélo, c'est une entrave, une pesanteur, une gêne.

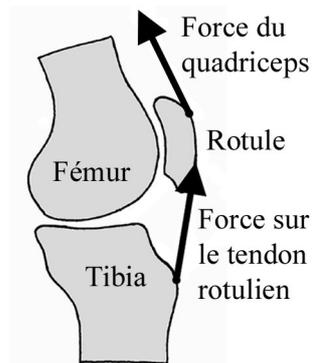


Figure 3.2. Le rôle de la rotule dans la poulie fémorale.

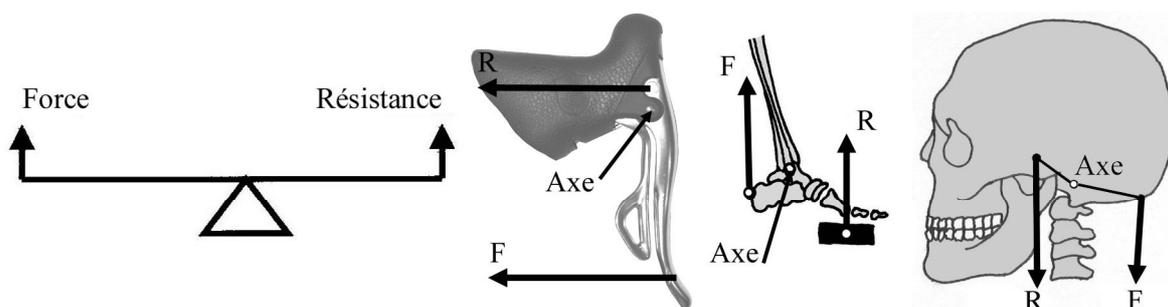
3.1.2. LE LEVIER : UN OUTIL PRIVILÉGIÉ DU CYCLISTE

Le levier est un corps solide, mobile autour d'un point fixe ou d'un point d'appui, permettant de multiplier une force appliquée contre une résistance.

3.1.2.1. Les trois genres de leviers

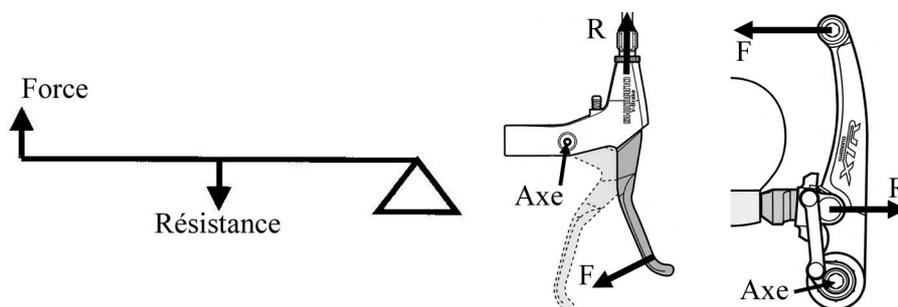
On distingue trois genres de levier.

Dans les leviers inter-appui, la force et la résistance se trouvent de part et d'autre du point fixe. Exemples : Un arrache-clou, des ciseaux, les leviers de freins de route, le pied autour de la cheville lors de la contraction du triceps sural. Ce type de levier est plutôt rare dans le corps humain.



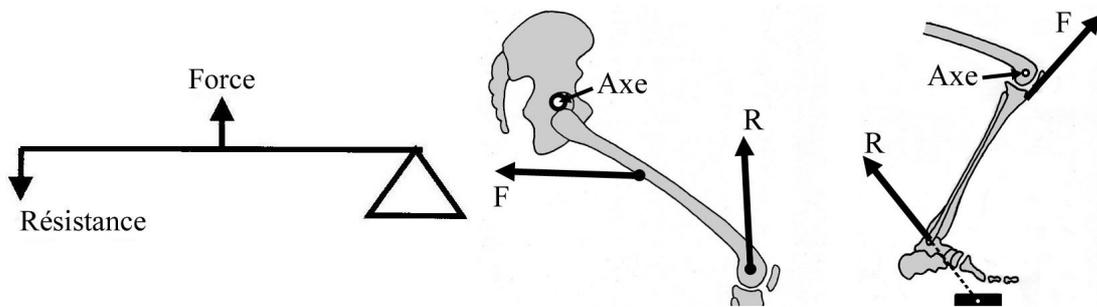
Figures 3.3, 3.4, 3.5 et 3.6. Leviers inter-appui : Schéma théorique, une poignée de frein de route Campagnolo, le pied mobilisé par le triceps sural, le crâne en équilibre sur l'atlas et l'axis grâce aux extenseurs du rachis cervical.

Dans les leviers inter-résistant, la résistance se situe entre la force et le point fixe. Exemples : la brouette, le casse-noisettes, les manettes de dérailleur, les poignées de frein VTT, les freins cantilever ou V brake... Ce type de levier n'existe pas dans le système squelettique.



Figures 3.7, 3.8 et 3.9. Leviers inter-résistant : Schéma théorique, une poignée de frein VTT et un frein V brake de chez Shimano.

Enfin dans les leviers inter-moteur, la force appliquée se trouve entre le point d'appui et la résistance. Exemples : Une pince à épiler, l'action du psoas iliaque ou du grand fessier sur le fémur, du quadriceps sur le tibia... Ce type de levier est le plus fréquent dans l'organisme.



Figures 3.10, 3.11 et 3.12. Levers inter-moteur : Schéma théorique, l'action du grand fessier sur le fémur (extension de la hanche), l'action du quadriceps crural sur le tibia (extension du genou).

3.1.2.2. Avantage mécanique des leviers

L'avantage mécanique d'un levier est mesuré par le rapport des bras de levier de la force et de la résistance :

$$AM = \text{bras de levier de la force} / \text{bras de levier de la résistance}$$

Si $AM > 1$, le système de levier est efficace sur le plan de la force. Si $AM < 1$, il est peu efficace.

3.1.2.3. Avantage cinématique des leviers

L'avantage cinématique d'un levier est l'inverse de l'avantage mécanique. Il témoigne de l'amplitude ou de la rapidité potentielle du mouvement. Avec ce « levier de vitesse », ce que l'on perd en force on le gagne en déplacement et donc en vitesse. Il est mesuré par le rapport des bras de levier de la résistance et de la force :

$$AC = \text{bras de levier de la résistance} / \text{bras de levier de la force}$$

Si $AC > 1$, le système de levier est efficace sur le plan de la rapidité. Si $AM < 1$, il est peu efficace.

3.1.2.4. Intérêt des différents genres de leviers

Si l'on privilégie la force, il est donc préférable d'avoir un bon avantage mécanique. Si l'on recherche la vitesse, il vaut mieux avoir un bon avantage cinématique. Et si l'on donne la priorité à la précision du mouvement, il faudra trouver le moins mauvais compromis ! Le mouvement du cycliste est à la fois une recherche de force et de vélocité, mais jamais de précision puisque les leviers du membre inférieur et de la machine vélocipédique sont soumis à des déplacements contraints par la fixité du bassin et du cercle de révolution de la pédale.

Le levier inter-résistant, du deuxième genre, a un avantage mécanique toujours positif et un avantage cinématique toujours négatif. C'est pour ça qu'on l'utilise sur les leviers de freins, par exemple, pour privilégier la puissance du freinage. À l'inverse, le levier inter-moteur est peu efficace sur le plan mécanique mais présente un avantage cinématique quelquefois très élevé. Ce type de levier, le plus fréquent dans l'organisme humain, privilégie la rapidité du mouvement sur la force. En ce qui concerne les leviers inter-appui, tout dépend des bras de levier respectifs. La plupart du temps, c'est le bras de levier de la résistance qui est le plus long. La rapidité du geste prime, là encore, sur sa force.

3.2. LES OS

Les os sont les pièces rigides du squelette de l'homme et des animaux qui forment la charpente du corps. Ils sont reliés entre eux par les articulations. Ce sont de véritables leviers sur lesquels agissent les muscles.

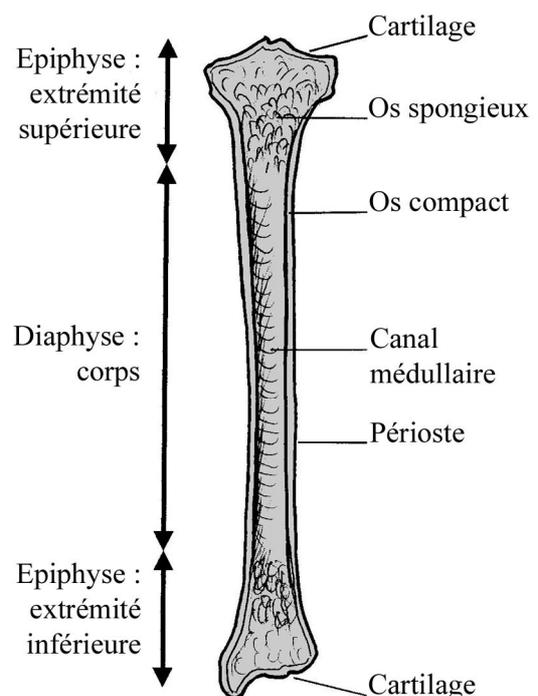


Figure 3.13. Les différentes parties et composants d'un os long (exemple du tibia).

La substance osseuse est particulièrement solide, mais elle est aussi malléable dans le temps. Ceci permet à l'os de s'adapter sur le plan fonctionnel à des contraintes imposées, par exemple par le développement des masses musculaires. Ainsi, au bout d'un certain temps, les os des membres inférieurs d'un cycliste ne seront pas les mêmes que ceux d'un joueur de ping-pong.

On distingue trois types d'os. Les os longs sont ceux dont une dimension, la longueur, prédomine sur la largeur et l'épaisseur. On les trouve dans les membres : fémur, tibia, péroné... Les os plats sont caractérisés par la prédominance de la longueur et de la largeur sur l'épaisseur. Exemples : l'os iliaque, l'omoplate. Les os courts sont ceux dont les trois dimensions sont à peu près égales. Exemple : les os du tarse.

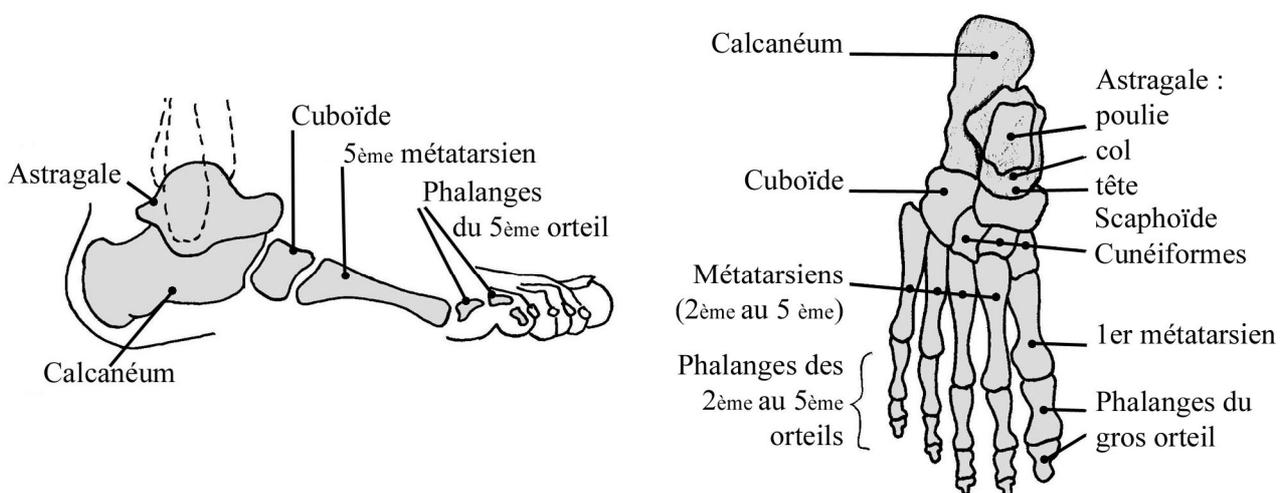
Les os ont quatre qualités. Ils sont d'abord rigides, ceci leur permet de jouer les rôles de charpente, de protection, de soutien et, pour le sportif, de leviers chargés de transmettre la force musculaire. Ils sont flexibles et élastiques en même temps, surtout dans le jeune âge, cela peut améliorer leur efficacité mécanique et leur résistance. Ils sont ensuite légers, cette qualité très recherchée par les cyclistes, notamment sur leur bicyclette, est due au tissu spongieux et au canal médullaire des os longs. Ils sont, enfin, mécaniquement très perfectionnés et solides à cause de leur conception tubulaire, pour les os longs, et de leur architecture interne très sophistiquée. Les lignes de force mécaniques y sont particulièrement adaptées aux contraintes qu'ils subissent. Les fabricants de cadres de vélo en composite et en fibres de carbone n'ont fait qu'imiter la charpente osseuse.

3.3. LES OS DU PIED

Le squelette du pied est constitué de 26 os répartis en trois groupes. Le premier groupe s'appelle le tarse et se compose de l'astragale, du calcanéum, du cuboïde, du scaphoïde et des trois cunéiformes. Les cinq os longs du métatarse font le deuxième groupe. Et les phalanges des cinq orteils, le troisième. Nous n'examinerons ici que les deux os les plus postérieurs : l'astragale et le calcanéum.

3.3.1. L'ASTRAGALE

L'astragale est un os court, légèrement aplati de haut en bas et allongé d'avant en arrière. La face supérieure est occupée par une surface articulaire : la poulie astragalienne. Elle s'articule avec la face inférieure de l'extrémité basse du tibia. Cette surface articulaire est plus large en avant qu'en arrière. La face inférieure s'articule avec le calcanéum. La face externe s'articule avec la malléole externe (extrémité inférieure du péroné) et la face interne avec la malléole interne (extrémité inférieure du tibia). Enfin, la face antérieure s'articule avec le scaphoïde. L'astragale est un os particulier pour trois raisons : Tout d'abord, il joue un rôle mécanique considérable, notamment de répartition du poids dans la station debout. Ce rôle est minoré dans le cyclisme. Ensuite, il ne reçoit aucune insertion musculaire mais tous les muscles qui viennent de la jambe passent en pont autour de lui, sur les côtés, en avant et en arrière. Enfin, il est entièrement recouvert de surfaces articulaires et d'insertions ligamentaires.



Figures 3.14 et 3.15. Les os du pied : A gauche, pied droit vu de profil, de l'extérieur. A droite pied droit vu du dessus.

3.3.2. LE CALCANÉUM

C'est le plus volumineux des os du pied. Il est situé en-dessous de l'astragale et se prolonge en arrière pour former la saillie du talon. On lui reconnaît six faces. La face supérieure est, dans sa moitié antérieure, articulaire avec l'astragale. La face inférieure est le lieu d'insertion de nombreux muscles et ligaments participant à la stabilité de la voûte plantaire et permettant la transmission à l'avant-pied du mouvement d'extension de la cheville. La face postérieure reçoit le tendon d'Achille. La face antérieure est articulaire avec le cuboïde. Les faces interne et externe sont le lieu de passage de nombreux tendons de muscles venant de la jambe.

3.4. LE TIBIA ET LE PÉRONÉ

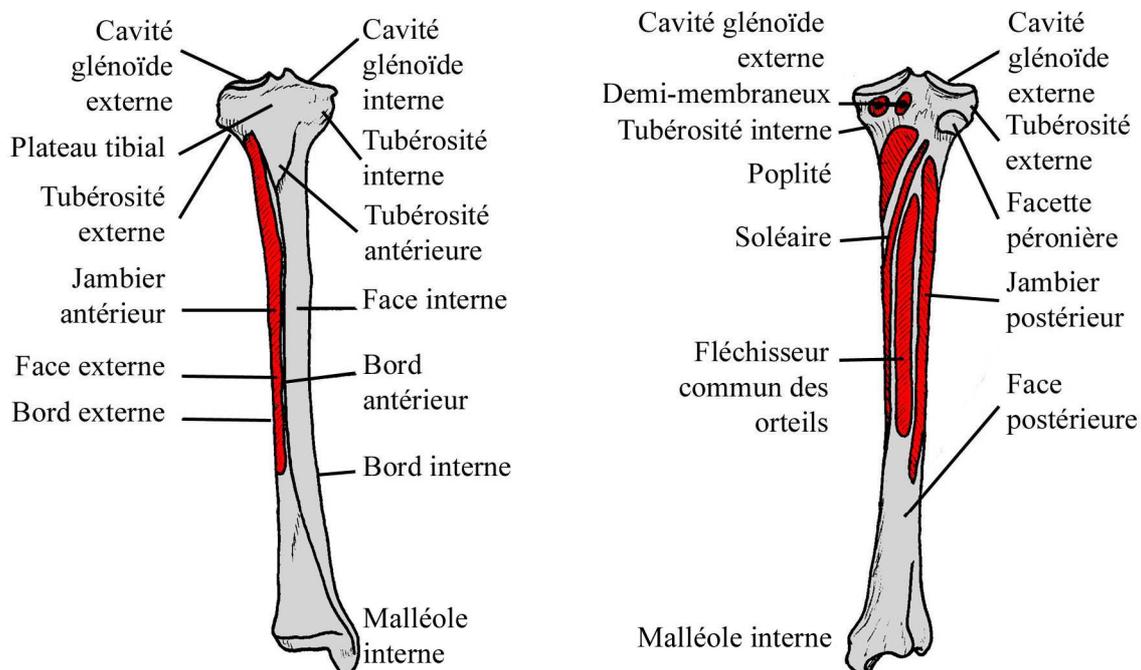
Le squelette de la jambe est constitué par deux os longs, le tibia volumineux et en position interne, et le péroné plus grêle et en position externe. Ils sont articulés entre eux à leurs deux extrémités par les deux articulations péronéo-tibiales. Sur le reste de leur longueur, ils sont séparés par l'espace interosseux.

3.4.1. DESCRIPTION DU TIBIA

Le tibia s'articule en haut avec le fémur et en bas avec l'astragale. Comme tout os long il possède un corps, une extrémité supérieure et une extrémité inférieure.

3.4.1.1. L'extrémité supérieure

Elle est volumineuse et allongée transversalement. Elle est constituée par trois tubérosités. Les deux tubérosités externe et interne supportent le plateau tibial, avec ses deux surfaces articulaires, dénommées cavités glénoïdes. Les cavités glénoïdes répondent aux surfaces condyliennes du fémur. La tubérosité externe porte un peu en arrière la facette articulaire avec le péroné. La tubérosité antérieure, triangulaire à base supérieure, est située en avant. Elle est sous cutanée et reçoit le tendon quadricipital.



Figures 3.16 et 3.17. Le tibia. A gauche vue antérieure et à droite vue postérieure. Différentes parties, points de repère et insertions musculaires.

3.4.1.2. La diaphyse

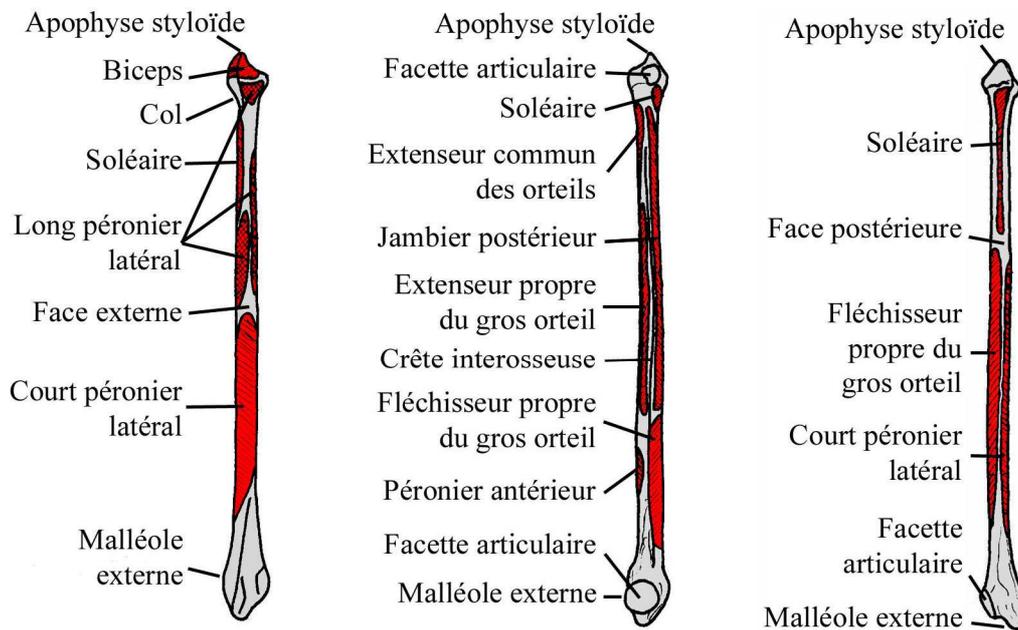
Le corps du tibia est un prisme triangulaire, donc à trois faces et trois bords. Le bord antérieur est tranchant et très bien perceptible sous la peau. On l'appelle crête tibiale.

3.4.1.3. L'extrémité inférieure

Elle est moins volumineuse que son homologue supérieure, mais elle est plus étendue latéralement que dans le sens antéro-postérieur. Elle a une forme grossièrement cubique. Sa face externe s'articule avec l'extrémité inférieure du péroné. Sa face interne se prolonge en bas par une volumineuse apophyse aplatie transversalement. C'est la malléole interne qui est sous-cutanée. La face inférieure est articulaire et répond à la poulie astragalienne. Elle se continue sur la face externe de la malléole interne.

3.4.2. DESCRIPTION DU PÉRONÉ

Le péroné est plus grêle, mais il est tout aussi bien équipé que le tibia avec un corps, une extrémité supérieure et une extrémité inférieure. Il s'articule en bas avec l'astragale. L'extrémité supérieure, la tête du péroné, s'articule avec le tibia dans sa partie interne. L'extrémité inférieure constitue la malléole externe. Elle est allongée de haut en bas et, elle aussi, aplatie transversalement. Sa face externe est sous-cutanée et sa face interne s'articule avec l'astragale.



Figures 3.18, 3.19 et 3.20. Le péroné. De gauche à droite : vues externe, interne et postérieure. Différentes parties, points de repère et insertions musculaires.

3.4.3. INSERTIONS MUSCULAIRES SUR LE TIBIA ET LE PÉRONÉ

Le ligament interosseux de la jambe unit de haut en bas le tibia et le péroné en laissant, toutefois, le passage à quelques artères. Il s'insère sur la face interne du péroné et sur le bord externe du tibia. Les muscles qui s'insèrent sur le tibia et le péroné participent aux mouvements du genou et de la cheville bien entendu, mais aussi de la hanche et du pied, comme nous allons le voir.

3.4.3.1. Les insertions sur le tibia

Sur la tubérosité antérieure s'insèrent le tendon rotulien du quadriceps, les expansions des vastes et, au bord externe, le tenseur du fascia lata).

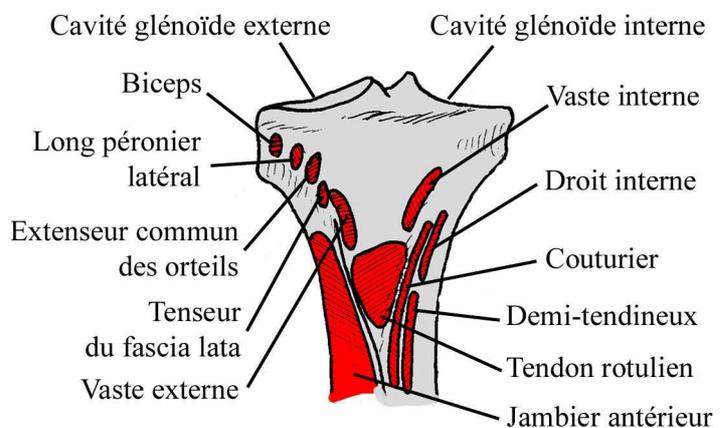


Figure 3.21. Le tibia : les insertions musculaires sur la face antérieure de l'extrémité supérieure.

Sur la tubérosité externe, s'insèrent l'extenseur commun des orteils, le long péronier latéral et le biceps crural. En arrière de la tubérosité interne, c'est le demi-membraneux. Sur les 2/3 supérieurs de la face externe, le jambier postérieur. Sur la face interne de la diaphyse, et uniquement en haut, les trois muscles de la patte d'oie, c'est-à-dire le couturier, le droit interne et le demi-tendineux. Sur la face postérieure de la diaphyse, on trouve enfin le poplité, le soléaire (qui s'insère aussi sur le bord interne) le jambier postérieur et le fléchisseur commun des orteils.

3.4.3.2. Les insertions sur le péroné

Sur la tête, on trouve le long péronier latéral et le biceps crural. Sur la face externe, ce sont le soléaire et le long péronier latéral dans sa moitié supérieure, le court péronier latéral dans sa moitié inférieure. Sur la face postérieure, on trouve encore le soléaire en haut et le fléchisseur propre du gros orteil en dessous. Enfin, sur la face interne, ce sont, en avant du ligament interosseux l'extenseur propre du gros orteil et l'extenseur commun des orteils, en arrière du ligament interosseux le jambier postérieur et en bas le péronier antérieur.

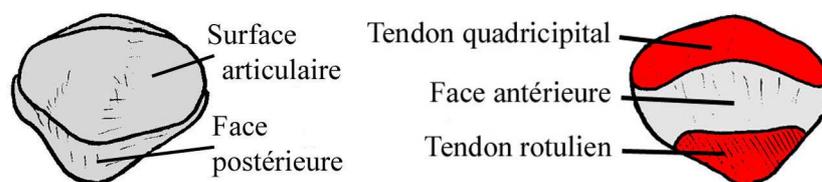
3.4.3.3. Au total

Il est assez facile de prévoir l'action des muscles sur les articulations de la cheville et du genou. S'ils sont postérieurs et qu'ils agissent sur la cheville, ils seront extenseurs. S'ils agissent sur le genou, ils seront fléchisseurs. A l'inverse, s'ils sont antérieurs, ils fléchiront la cheville et provoqueront l'extension du genou. S'ils sont plutôt internes, ils porteront le pied en dedans. S'ils sont externes, ils le porteront en dehors.

3.5. LA ROTULE

La rotule est située à la partie antérieure du genou, en avant de la trochlée fémorale. Elle est développée dans le tendon du quadriceps et elle porte le qualificatif d'os sésamoïde, ce qui veut dire en forme de grain de sésame. Elle est triangulaire à base supérieure et aplatie d'avant en arrière. La face postérieure s'articule avec la trochlée du fémur. La surface articulaire est divisée en deux par une crête mousse verticale, en rapport avec la gorge de la trochlée. De chaque côté, se trouve une facette latérale concave s'adaptant au versant correspondant de la trochlée. Cette surface est recouverte d'un cartilage très épais de 4 à 5 mm, le plus épais de tout l'organisme.

Le tendon quadricipital s'insère - si l'on peut dire, puisque la rotule fait partie du tendon quadricipital - sur les bords supérieur et latéraux et sur la partie supérieure de la face antérieure. Au-dessous de la rotule, le tendon quadricipital s'appelle tendon rotulien. Il s'insère sur la pointe et sur le segment inférieur de la face antérieure de la rotule. La rotule joue un rôle très important dans l'appareil d'extension du genou comme nous le verrons et ce rôle est essentiel chez le cycliste.



Figures 3.22 et 3.23. La rotule. A gauche, face postérieure, articulaire. A droite, face antérieure d'insertion du quadriceps et du tendon rotulien.

3.6. LE FÉMUR

Le fémur est un os long qui forme à lui seul le squelette de la cuisse. Il s'articule en haut avec l'os iliaque et en bas avec le tibia. En position debout, l'axe de la diaphyse fémorale n'est pas situé dans l'axe du squelette de la jambe. Cela est dû au porte-à-faux du col fémoral. Mais les trois centres articulaires du membre inférieur (hanche H, genou G et cheville C) sont alignés. Cette droite est l'axe mécanique du membre inférieur. Elle se confond avec l'axe du squelette de la jambe mais fait un angle d'environ 6° avec l'axe du fémur.

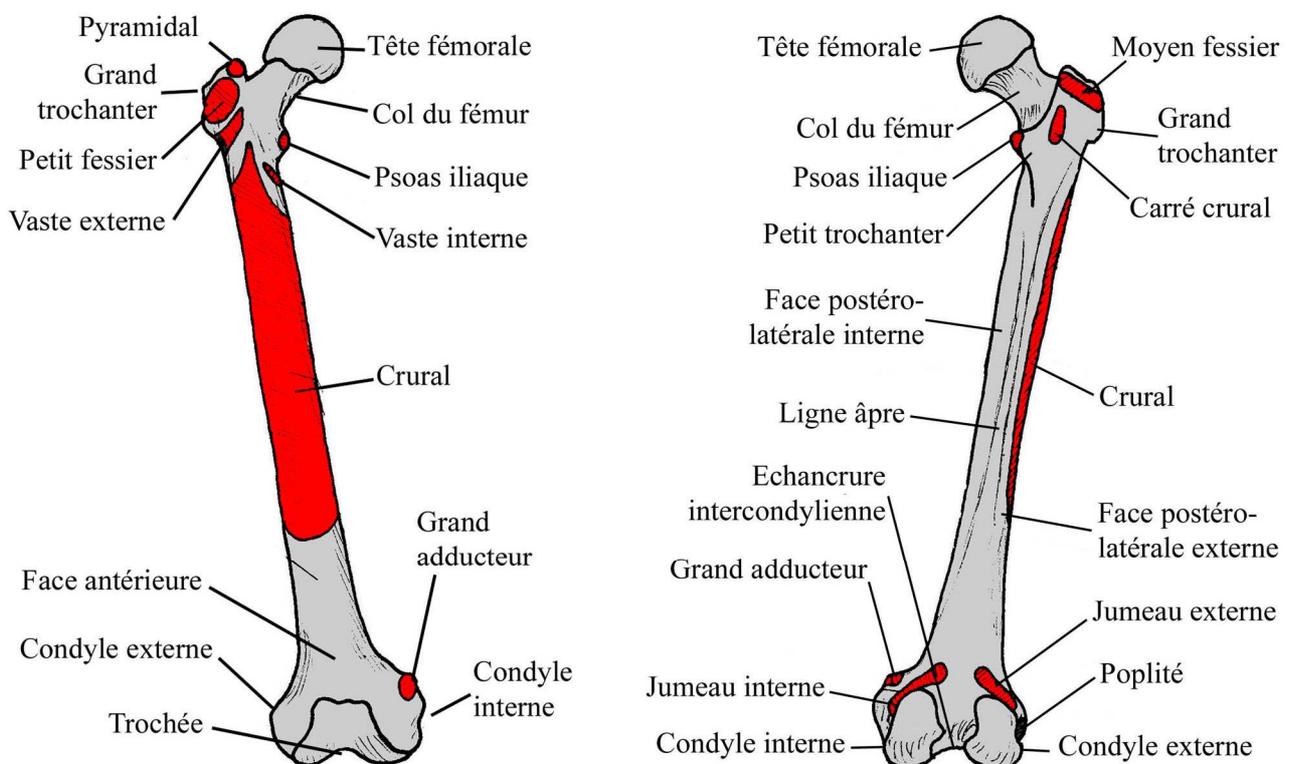
3.6.1. DESCRIPTION DU FÉMUR

3.6.1.1. L'extrémité supérieure

Elle comprend quatre parties. La tête du fémur est une sphéroïde de 20 à 25 mm de rayon. Elle s'articule avec la cavité cotyloïde de l'os iliaque. Le col du fémur est un segment cylindroïde qui fait avec la diaphyse fémorale un angle de 130° environ. Il relie la tête fémorale aux trochanters. Le grand trochanter est une saillie quadrangulaire située dans le prolongement du corps du fémur. Il est bien perceptible sous la peau, latéralement, au-dessus et en avant de la fesse. Le petit trochanter est un petit cône situé à l'union du col et de la face postéro-interne de la diaphyse.

3.6.1.2. Le corps du fémur

Prismatique et triangulaire, il présente trois faces et trois bords. Le bord postérieur est désigné sous le nom de ligne âpre et reçoit de nombreuses et très importantes insertions musculaires comme nous allons le voir.



Figures 3.24 et 3.25. Le fémur. A gauche vue antérieure et à droite vue postérieure. Différentes parties, points de repère et insertions musculaires.

3.6.1.3. L'extrémité inférieure du fémur

Volumineuse, elle est divisée en deux éminences articulaires latérales interne et externe, bien perceptibles sous la peau, appelées condyles. Elles sont séparées en arrière par l'échancrure intercondylienne qui se prolonge en dessous et en avant par la gorge de la trochlée fémorale. Les condyles s'articulent avec le tibia et la trochlée avec la rotule.

3.6.2. INSERTIONS MUSCULAIRES

3.6.2.1. Sur la diaphyse

De très nombreux muscles s'insèrent sur la diaphyse, concernant la hanche et le genou. Les faces antérieure et postéro-externe ne reçoivent que le crural et une petite partie du vaste interne, constituant du quadriceps. La ligne âpre est par contre le siège d'insertions multiples de muscles essentiels pour le pédalage.

Ce sont (figure 3.26), de dehors en dedans, le vaste externe (avec une extension sur le grand trochanter), le grand fessier et le court biceps, le grand adducteur, le petit adducteur, le pectiné, le moyen adducteur.

3.6.2.2. Sur l'extrémité supérieure

Le grand trochanter reçoit le petit fessier, le moyen fessier, le pyramidal, les obturateurs externe et interne, les jumeaux supérieur et inférieur et le carré crural. Le petit trochanter est réservé au seul psoas-iliaque. Ces muscles agissent sur la seule hanche.

3.6.2.3. Sur l'extrémité inférieure

Les muscles s'insèrent sur les deux condyles. Sur l'interne : le grand adducteur est extenseur de la hanche, le jumeau interne et le plantaire grêle sont fléchisseurs du genou. Sur l'externe : le jumeau externe est fléchisseur du genou et le poplité est un extenseur du genou.

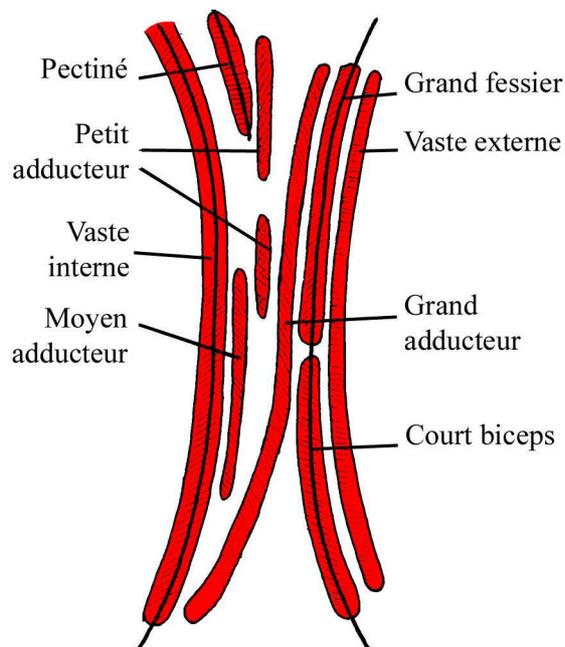


Figure 3.26. Le fémur. Représentation schématique des insertions musculaires sur la ligne âpre.

3.7. L'OS ILIAQUE ET LE BASSIN

Les deux os iliaques, le sacrum et le coccyx sont articulés entre eux. Ils forment la ceinture osseuse du bassin. Sacrum et coccyx sont situés en arrière et constituent le segment inférieur de la colonne vertébrale. Les os iliaques définissent les parties latérales et antérieure du bassin. Ils sont unis en avant par la symphyse pubienne. Ils relient les membres inférieurs au tronc par les deux hanches.

3.7.1. DESCRIPTION DE L'OS ILIAQUE

L'os iliaque, ou os coxal, est un os plat et large composé de trois parties : En haut, l'aile iliaque, ou ilion, est aplatie et très large. En bas, le pubis en avant et l'ischion en arrière encadrent le trou ischio-pubien ou trou obturateur. Ce segment est moins large que l'aile iliaque mais la déborde en avant. Au milieu, la cavité cotyloïde est formée par un os plus épais et étroit. C'est elle qui reçoit la tête fémorale.

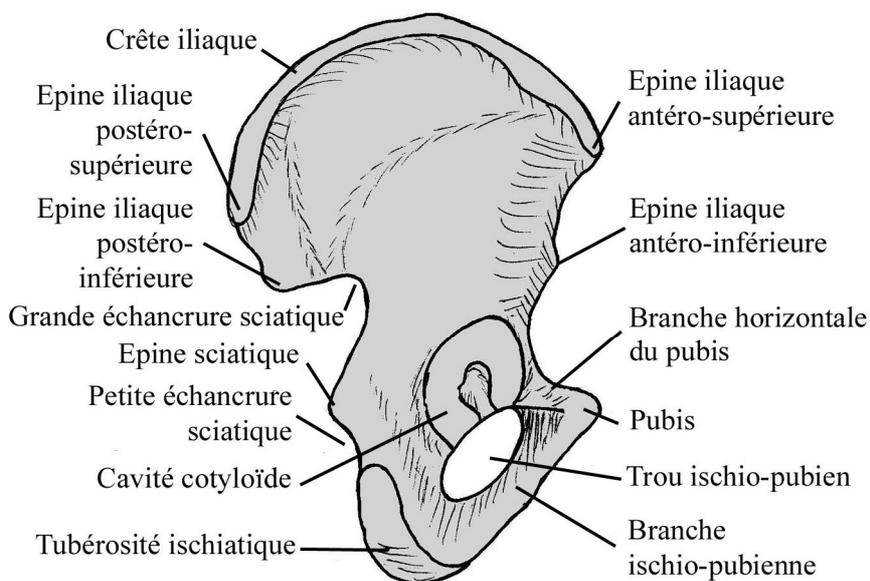


Figure 3.27. L'os iliaque. Face externe. Différentes parties et points de repère.

On peut donc définir à l'os iliaque deux faces, externe et interne, et quatre bords, supérieur, antérieur, postérieur et inférieur. D'une manière très schématique, on peut dire que la face interne sert de limite à la cavité pelvienne et que la face externe porte en son centre la cavité cotyloïde. Le bord supérieur est dénommé crête iliaque. Le bord antérieur déroule sa courbe de l'épine iliaque antéro-supérieure au pubis en passant par l'épine iliaque antéro-inférieure et le bord supérieur de la branche horizontale du pubis. Le bord postérieur part de l'épine iliaque postéro-supérieure pour atteindre son homologue postéro-inférieure, franchir les grande et petite échancrures sciatiques et se terminer sur la tubérosité ischiatique. Le bord inférieur va de la symphyse pubienne à l'ischion en formant le bord inférieur de la branche ischio-pubienne.

3.7.2. INSERTIONS MUSCULAIRES

De très nombreux muscles s'insèrent sur le bassin ce qui témoigne de sa situation centrale et de son rôle clé par rapport à la statique et à la mobilité de l'être humain en général et du cycliste en particulier.

3.7.2.1. Certains muscles servent essentiellement au maintien de la position

Ils servent au maintien d'une « attitude correcte ». Ce sont les haubans de la colonne vertébrale et les acteurs de la tonicité abdominale. Les muscles de la paroi abdominale (grand droit, pyramidal, grand oblique, petit oblique, transverse) s'insèrent sur la partie antérieure de la crête iliaque et sur le pubis. Les muscles « para-vertébraux » (grand dorsal, carré des lombes, masse sacro-lombaire) s'insèrent sur la partie postérieure de la crête iliaque. On reverra ces muscles au chapitre neuf (en 9.2.4).

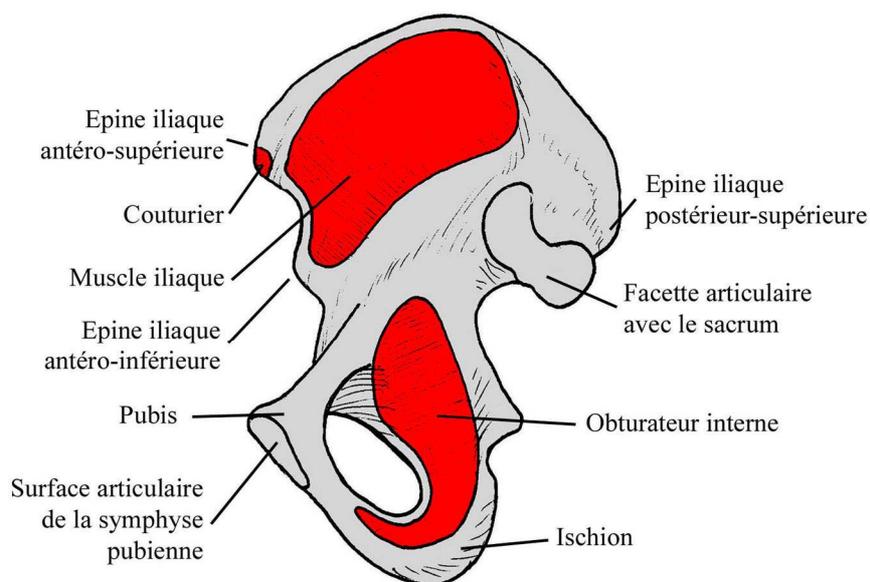


Figure 3.28. L'os iliaque. Face interne.
Différentes parties, points de repère et insertions musculaires.

3.7.2.2. D'autres muscles n'ont d'utilité que par rapport à la cavité pelvienne

Ils forment le plancher du périnée et participent aux fonctions viscérales ayant leur siège dans la cavité pelvienne. Ce sont le releveur de l'anus, l'ischio-coccygien, le transverse profond et l'ischio-caverneux. Ils s'insèrent sur la limite inférieure de la ceinture pelvienne

3.7.2.3. Les derniers muscles, enfin, servent à mobiliser la hanche

Deux muscles seulement s'insèrent sur la face interne de l'os iliaque, le chef iliaque du psoas-iliaque et l'obturateur interne. Les muscles qui s'insèrent sur la face externe sont par contre légion. On en dénombre près de 20 répartis dans deux régions : la région fessière et la cuisse.

Les muscles de la région fessière sont le petit fessier, le pyramidal, l'obturateur externe, les jumeaux supérieur et inférieur, le carré crural, le moyen fessier, le grand fessier et le tenseur du fascia lata.

Les muscles de la cuisse sont le droit antérieur, le couturier, le grand adducteur, le petit adducteur, le pectiné, le moyen adducteur, le droit interne, le demi-membraneux, le demi-tendineux et le biceps crural.

Nous ne décrivons ici que les insertions des muscles actifs sur la hanche. Par rapport aux mouvements de flexion et d'extension, il est assez facile de prévoir les effets sur la hanche des muscles qui s'insèrent sur la face externe de l'os iliaque. Faisons apparaître (sur la figure 3.29) les projections de l'axe de la cuisse (droite HG) en flexion maximale et en flexion minimale de la hanche pendant le mouvement de pédalage. L'axe de flexion-extension de la hanche se trouve à l'intersection de ces deux projections. Les muscles dont les insertions sont en arrière de l'axe de flexion-extension sont a priori extenseurs et, inversement, les muscles dont l'insertion est en avant sont probablement fléchisseurs. Quatre zones sont délimitées sur le schéma ci-dessus. Pendant le pédalage, on peut penser que les muscles de la zone I sont toujours extenseurs, que ceux de la zone III sont toujours fléchisseurs et que ceux des zones II et IV ont une action variable en extension ou en flexion selon le degré de flexion de la hanche. Nous verrons au chapitre 5 (en 5.5) que c'est bien le cas.

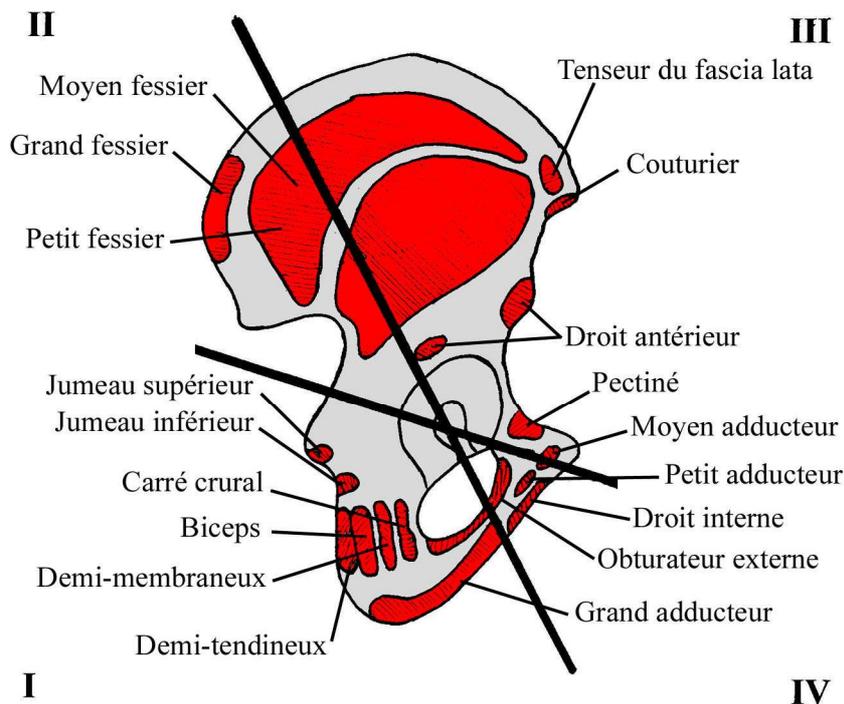


Figure 3.29. L'os iliaque. Face externe. Les différentes insertions musculaires réparties sur quatre zones délimitées par l'axe de la cuisse, pendant le pédalage, d'une part en position de flexion maximale de la hanche, d'autre part en position de flexion minimale.

3.7.3. LE SACRUM ET LE COCCYX

Le sacrum résulte de la réunion des cinq vertèbres sacrées. Il est situé à la partie postérieure du bassin, où il prolonge en bas la colonne lombaire, entre les deux os iliaques. Le coccyx lui fait suite et termine en bas la colonne vertébrale. Il est formé de quatre à six vertèbres atrophiées. On verra au chapitre 4 ce que sont les ligaments. Sans attendre, disons que les ligaments sacro-sciatiques sont tendus entre le sacrum, le coccyx et les deux os iliaques. Ils occupent l'intervalle compris entre ces os à la partie postéro-latérale du bassin. Le grand fessier s'insère sur les faces postérieures du sacrum, du coccyx et des ligaments sacro-sciatiques.

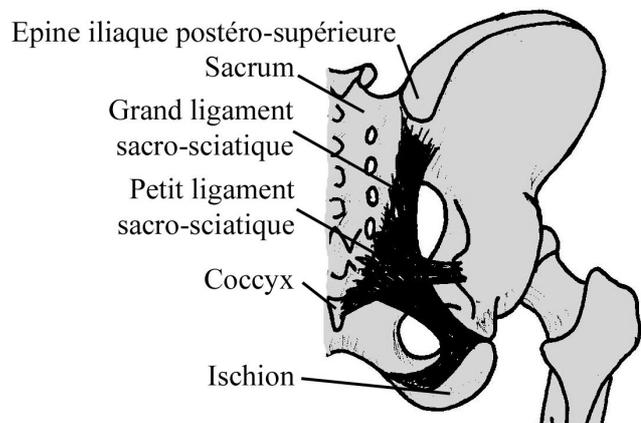


Figure 3.30. Le sacrum et le coccyx. Vue postérieure montrant les très solides ligaments sacro-sciatiques.

