

calcanéum qui est très grosse, et à l'antérieure formée par l'articulation métatarso-phalangienne du pouce.

Pendant que dans la station le poids du corps qui presse sur le pied tend à disjoindre ses os et à écraser sa voûte, deux sortes de puissances s'opposent à cet écrasement, des ligaments et des aponévroses qui résistent mécaniquement, des muscles qui le font par une activité toute vitale. Les ligaments sont tous ceux qui, par en bas, unissent entre eux les os du tarse ou du métatarse, et qui résistent à leur séparation. Les aponévroses sont la grande aponévrose plantaire, et les gânes ligamentaires qu'elle concourt à former. Les muscles sont tous les muscles plantaires, moins peut-être le transverse, et puis la couche profonde des muscles postérieurs de la jambe, et plus spécialement le long péronier latéral, ainsi que l'a démontré M. Duchienne (de Boulogne).

La station du pied n'est donc pas inactive, comme on pourrait le croire. Elle exige, au contraire, des actions fort énergiques et continuelles; et si le pied se tient mécaniquement sur le sol où il repose sur une assez large surface, ce n'est qu'après que tous ses os ont été fortement fixés par les muscles. On remarque surtout leur effort, lorsque le corps, pesamment chargé, a besoin d'être soutenu très solidement: c'est alors qu'on voit, en quelque sorte, le pied se cramponner par les orteils sur le plan qui le supporte.

Durée de la station verticale. — Cette attitude ne peut jamais se prolonger pendant longtemps; mais comme on se tient debout sur les deux jambes à la fois, ou sur une seule alternativement, on peut rester debout pendant plusieurs heures sans conserver précisément la même attitude, mais en se portant alternativement sur l'une et l'autre jambe. Dans ce cas, la jambe qui travaille repousse en haut la hanche correspondante, tandis que la hanche opposée s'abaisse et que le membre, sans abandonner le sol, se fléchit dans les articulations de la hanche, du genou et du pied. Enfin, le tronc lui-même se penche du côté de la jambe qui supporte plus particulièrement le poids du corps.

Attitude assise. — Dans cette attitude, si l'homme repose sur un siège sans dossier, la station est la même pour la tête, et à peu près la même pour le tronc que si l'on se tenait debout, mais les cuisses et les jambes ne fatiguent pas. L'équilibre est d'ailleurs plus facile que lorsqu'on se tient debout, parce que le centre de gravité est moins élevé et la base de sustentation plus étendue d'avant en arrière. Si l'homme repose dans un fauteuil sur un dossier plus élevé que la tête, il n'a plus rien à soutenir, il repose sans

effort, comme s'il était couché: seulement les parties inférieures du tronc se fatiguent un peu sous la pression des parties supérieures.

Attitude à genoux. — Le tronc, la tête et les cuisses sont disposés comme dans la station debout; mais comme la base de sustentation ne se prolonge pas en avant où le corps a beaucoup de tendance à tomber, comme d'ailleurs le poids du corps porte surtout sur les genoux, mal disposés pour le soutenir, il résulte que cette attitude est extrêmement fatigante.

De la station sur une seule jambe. — M. Maissiat a fait voir que, dans cette dernière attitude, on pouvait rester plus longtemps debout, parce que la contraction musculaire n'entraîne pas en jeu. Le centre de gravité passe alors du côté de la jambe fixée au sol, et cette jambe, arc-boutée contre la bandelette ilio-fémorale et le *fascia lata*, résiste passivement, aussi peut-on conserver cette attitude pendant longtemps. M. Maissiat a fait voir que l'homme seul possédait cette bandelette et que c'est à elle qu'il devait de pouvoir rester longtemps debout, sans faire intervenir la contraction musculaire. Le singe, ne possédant pas cette bande fibreuse, peut bien se mettre debout, mais seulement dans les limites de la contraction des muscles, limites qui, on le sait, sont très courtes.

Station sur la pointe des pieds. — Quand nous sommes debout sur la pointe des pieds, il n'y a rien de changé à l'attitude debout, si ce n'est l'articulation du cou-de-pied plus ouverte et la base de sustentation, qui est plus étroite d'avant en arrière.

Elle est, au contraire, plus étroite d'un côté à l'autre, lorsqu'on se tient sur un seul pied; le corps s'incline alors du côté du pied qui le supporte, pour reporter de ce côté une partie de son poids et conserver l'équilibre qui est fort peu stable. Ces attitudes sont fatigantes et l'on ne peut les conserver que très peu de temps sans se mouvoir.

Différences de la station suivant les ages. — Dans les premiers mois, la station debout est impossible, parce que les conditions pour que cet acte s'accomplisse sont trop difficiles. En effet, la tête est relativement très grosse, les vertèbres n'ont pas encore d'apophyses épineuses pour les insertions des muscles des gouttières vertébrales, les côtes n'ont point encore d'angles en arrière, le corps des vertèbres n'est pas encore plat, le bassin est petit et ne transmet pas bien le poids du corps à des membres inférieurs dont la faiblesse est encore trop considérable. Dans le vieillard, les muscles s'affaiblissent, les organes tendent à suivre les lois de la pesanteur et alors la colonne vertébrale se courbe en avant. Le centre de gravité se déplace beaucoup: ce qui fait que souvent le vieillard

est obligé d'emprunter un appui étranger pour se garantir contre une chute imminente.

SECTION II.

Des mouvements.

On reconnaît deux espèces de mouvements : les premiers ont pour but de changer la position réciproque des parties du corps ; les seconds changent les rapports du corps avec le sol ; les premiers sont appelés *partiels*, les seconds sont les mouvements de *locomotion* proprement dite ou de *progression*.

§ I. — Des mouvements partiels.

Dans tous ces mouvements il y a des os qui se meuvent et d'autres qui restent immobiles. Ces derniers servent alors de point d'appui ou de *points fixes* aux muscles, les autres en sont les points mobiles. Ces mouvements peuvent se faire dans divers sens comme la *flexion*, l'*extension*, l'*adduction* et l'*abduction*, la *circumduction* et la *rotation*. Ils ont pour but de favoriser l'exercice des sens ou d'une fonction, comme la digestion, etc.

§ II. — Des mouvements de progression.

Ce sont les mouvements par lesquels nous nous transportons d'un lieu dans un autre. Nous en décrirons cinq principaux : 1° la marche, 2° le saut, 3° la course, 4° le grimper, 5° la natation.

De la marche.

C'est l'acte par lequel l'homme se transporte d'un lieu dans un autre par suite de mouvements exécutés dans les jambes, sans se détacher complètement du sol. Tout l'appareil locomoteur agit dans cet acte ; mais les membres inférieurs en sont les principaux agents.

Mécanisme. — Nous l'examinerons d'abord dans les membres inférieurs, puis dans le tronc et les membres supérieurs.

A. — Des membres inférieurs pendant la marche.

Ils sont le siège des cinq phénomènes suivants : 1° Ils s'étendent et poussent le centre de gravité en haut, en avant et de côté ; 2° ils se détachent du sol ; 3° ils se portent en avant ; 4° ils se

réappliquent sur le sol ; 5° ils reçoivent la plus grande partie du poids du corps au moment où ils vont s'y reposer.

1° *Extension.* — Lorsqu'un membre s'étend, c'est par suite de l'extension de la cuisse sur le bassin, de la jambe sur la cuisse, et de la flexion du pied en bas. Alors il s'allonge et s'efforce de repousser la terre sur laquelle il repose et le bassin qu'il supporte, mais le sol résistant à cet effort, le membre se déploie par en haut, réagit sur le tronc et lui donne une impulsion qui le rejette sur le côté opposé.

Quelle est l'augmentation de la longueur des jambes pendant l'extension ? — Les frères Weber ont mesuré avec un mètre tenu verticalement la hauteur du sommet du grand trochanter dans la station droite, tandis que la jambe touchait le sol par la surface entière du pied ; puis ils mesurèrent le bout des pieds quand le tronc était soulevé. Dans le premier cas, 860 millimètres ; dans le second, 919 à 980 millimètres. D'où il suit que l'allongement de la jambe va jusqu'à un septième de sa longueur totale.

2° *Élévation.* — La jambe abandonne le sol et s'en sépare par le pied, et en se repliant de bas en haut dans leurs jointures. Le pied se sépare du sol en s'étendant en bas et en se détachant successivement du talon vers la pointe. Il tourne alors d'arrière en avant sur un axe qui traverse la tête des os du métatarse et se place à peu près à angle droit sur le dos des orteils appuyés sur le sol.

Le bord postérieur du pied se détache du sol par l'effet d'une flexion du genou, pendant laquelle les pieds et les orteils demeurent étendus. De cette manière le pied ne tourne pas d'arrière en avant, mais se soulève presque verticalement, d'où il suit que son soulèvement du sol a lieu sans frottement et instantanément. Si le pied éprouvait une flexion sur la jambe, par le moyen de ses muscles fléchisseurs, les orteils glisseraient sur le sol, car, en ce moment, l'articulation du pied se trouve verticalement au-dessus du bout du pied, auquel une rotation dans l'articulation tarsienne imprimerait un mouvement de translation horizontal. Au contraire, la jambe a, dans ce moment, une position très inclinée qui se rapproche de l'horizontalité, et une rotation dans l'articulation du genou soulève presque perpendiculairement la jambe avec le pied entier, surtout parce qu'en même temps le genou se porte aussi en avant, entraînant à sa suite la jambe et le pied. Cette élévation est de 0^m,178 pour le talon et de 0^m,092 pour la pointe du pied.

3° *Projection en avant.* — Quand la jambe a été détachée du sol, elle se porte en avant et elle tend à former un angle plus ou moins ouvert en bas avec celle qui reste attachée sur le sol. Com-

ment se fait cette projection? Quelles sont les conditions qui la fournissent.

Nous avons déjà dit (voy. t. I, p. 233), que les frères Weber avaient démontré expérimentalement l'influence de la pression atmosphérique sur l'articulation coxo-fémorale. Or, le membre inférieur attaché au bassin peut osciller comme un pendule, mais c'est un pendule brisé; le segment supérieur représenté par le fémur étant plus court, parcourt un espace plus long que le segment inférieur qui, alors, reste en arrière; ainsi se produit une flexion dans l'articulation du genou, flexion qui est due uniquement à un fait physique et qui a pour effet d'empêcher que le pied touche le sol pendant l'oscillation. Il répugne toujours un peu de croire que la contraction musculaire n'est pour rien dans un acte où quelques physiologistes la regardaient comme la base, mais les recherches des frères Weber et de M. Maissiat sont si précises qu'il faut leur attribuer une grande valeur; néanmoins nous voyons avec plaisir un physiologiste réclamer en faveur de l'action des muscles dans la marche.

M. Duchenne (de Boulogne) pense que les mouvements oscillatoires des membres inférieurs ne peuvent être produits sans l'intervention de la contraction musculaire. Ses arguments sont tirés de l'observation des faits pathogéniques. Il a remarqué que consécutivement à la paralysie ou à l'affaiblissement des muscles fléchisseurs de la cuisse sur le bassin, ou des muscles fléchisseurs de la jambe sur la cuisse, ou des membres fléchisseurs du pied sur la jambe, il survient un grand trouble dans le second temps de la marche. Mais, à supposer que la paralysie soit bien nettement localisée dans les muscles fléchisseurs, est-ce bien nécessairement le défaut de contraction musculaire qui rend difficile le transport du membre d'arrière en avant? Dans l'état normal, quand le membre placé en arrière est arrivé à l'extension maximum et qu'il se détache du sol, les extenseurs cessent d'agir; le membre inférieur a donc une tendance à prendre la position moyenne d'équilibre qui s'accommode le mieux avec le relâchement des extenseurs et des fléchisseurs. En d'autres termes, la tonicité des fléchisseurs qui avait été portée à ses dernières limites par l'extension des muscles, ne suffit-elle pas quand l'extension cesse (aidée qu'elle est d'ailleurs par le mouvement pendulaire du levier brisé qui représente le membre), pour fléchir légèrement le membre inférieur dans ses articulations mobiles, et pour faire éviter au pied la rencontre du sol?

Pendant que la jambe se détache du sol et pendant qu'elle oscille

le pied se fléchit sur la jambe, c'est-à-dire que sa face dorsale se rapproche un peu de la face antérieure de la jambe; ce mouvement de flexion, qui était nécessaire pour que la pointe du pied ne rencontrât pas le sol, a été démontré par M. Duchenne (de Boulogne). Cet auteur pense même qu'un simple affaiblissement dans l'action des muscles de la partie antérieure de la jambe peut amener un trouble notable dans la marche.

4° *Du poser du pied sur le sol.* — Le pied rencontre le sol tantôt par toute sa face inférieure à la fois, tantôt par la pointe et c'est le cas le plus ordinaire, tantôt par le talon.

5° Les membres reçoivent et supportent le centre de gravité un peu différemment au premier pas et dans les pas suivants. Dans le premier pas, le membre qui reste immobile reçoit le centre de gravité, chassé doucement sur lui par le membre qui se porte en avant. Cette impulsion douce fait qu'il a moins de tendance à se porter au delà des limites de la base du pied immobile et qu'il est plus tranquillement soutenu. Néanmoins le membre cède et s'incline en avant et à gauche en s'infléchissant légèrement dans ce sens-là, sur le cou-de-pied. Dans les pas suivants, chaque membre reçoit la plus grande partie du corps au moment même où il s'applique sur le sol, parce que la ligne de gravité, qui se porte alors rapidement en avant, sort au moment même, ou vient de sortir immédiatement auparavant des limites de la base de sustentation que lui offrait le pied immobile resté en arrière. (Gerdy.)

Cette coïncidence de l'arrivée du pied antérieur sur le sol au moment même où la ligne de gravité abandonne le pied immobile, est admirable, parce que, sans autre moyen de mesurer la force des actions musculaires que le sentiment obscur qui nous décèle directement ces actions et leur énergie, même sans que nous y pensions, nous donnons au poids du corps, ou si l'on veut au centre de gravité d'une part, et à l'un des membres inférieurs, d'autre part, une impulsion tellement proportionnée à leur résistance et au chemin qu'ils ont à parcourir pour se porter en avant, que la ligne de gravité sort des limites de la base de sustentation que lui offrait le pied de derrière à l'instant même où celui de devant va s'appliquer sur le sol. C'est pour cela qu'il tombe toujours pesamment et que le corps éprouve à chaque pas un ébranlement, très sensible, par exemple, au panache qui orne la tête d'un militaire. En voulez-vous d'autres preuves? voyez ce qui se passe chez l'homme qui, montant un escalier dans l'obscurité, franchit le dernier degré et croit en avoir encore un à franchir.

Mais nous avons dit que le pied qui s'applique sur le sol y tombe surchargé de la plus grande partie du poids du corps qu'il vient de

recevoir immédiatement, et non de sa totalité. Vous pouvez vous en assurer aisément : marchez quelques pas avec attention, et vous remarquerez que le pied de derrière touche encore le sol par sa pointe et supporte par conséquent une petite partie du poids du corps, à l'instant où le pied opposé tombe pesamment sur la terre. Mais ce moment est court : à peine le pied de devant repose-t-il que celui de derrière se détache, en achevant de pousser le poids du corps sur le pied immobile ; et le membre correspondant, cédant à ce mouvement, d'oblique en bas et en avant qu'il était, devient perpendiculaire et, quand il chasse aussitôt à son tour le centre de gravité en avant, il devient oblique en bas et en arrière, en se mouvant comme un rayon sur un axe qui traverserait horizontalement l'astragale d'un côté à l'autre, et entraîné par l'impulsion même qu'il a servi à communiquer au corps.

B. — *Du tronc dans la marche.*

On peut trouver plusieurs phénomènes dans le tronc :

1° Le corps se porte alternativement à droite et à gauche sur le membre qui s'applique et reste immobile un instant sur le sol. Cependant, quoique à chaque pas il se porte alternativement en avant et de côté sous l'influence des impulsions obliques des membres inférieurs, il s'avance, en définitive, directement, parce qu'en général les impulsions sont égales. Le calcul démontre que la ligne droite qu'il suit alors est la résultante d'une série de parallélogrammes construits sur ces impulsions obliques.

2° Le tronc s'élève et s'abaisse alternativement : il s'élève chaque fois que l'un des pieds, s'élevant lui-même sur la pointe, communique une nouvelle impulsion et se détache du sol ; il s'abaisse, au contraire, aussitôt après, tandis que le membre détaché se replie sur lui-même et se porte en avant.

Dans la marche, le tronc est incliné en avant et cette disposition est nécessaire pour marcher aisément. En effet, il est impossible de mouvoir en avant, sans qu'elle tombe, une verge perpendiculaire qu'on balance sur ses doigts. Si l'on voulait marcher le corps droit, il faudrait qu'à chaque instant la force musculaire rétablît l'équilibre dérangé par la résistance de l'air. Dans la marche rapide l'inclinaison du tronc est augmentée.

Dans la marche sur un plan horizontal, le tronc est transporté presque en ligne droite ; les frères Weber ont montré que les oscillations par lesquelles il se rapproche et s'éloigne du sol s'élèvent à environ 32 millimètres.

Il résulte de là, qu'à chaque pas, le tronc prend par rapport au

sol une situation plus basse que dans la station. Il s'abaisse d'autant plus que la marche est plus rapide.

3° Le bassin se porte en avant, en tournant horizontalement sur le fémur immobile de la jambe qui reste en arrière, et il suit en même temps le membre qui se dirige en avant par le côté correspondant à ce membre.

4° La poitrine, les épaules surtout, et particulièrement lorsque nous balançons les bras, tournent horizontalement autour d'un axe vertical qui semble passer par la colonne vertébrale ; et, dans ce mouvement, les épaules se portent alternativement en avant et en sens inverse des côtés du bassin et des membres inférieurs correspondants. Ainsi, il se passe habituellement et simultanément un mouvement de rotation inverse à chaque extrémité du tronc, et le corps en est pour ainsi dire tordu. Celui du bassin est très évident ; celui de la poitrine et des épaules l'est un peu moins ; mais il le sera, j'ose l'assurer, pour tous les hommes attentifs, au moins dans les épaules et, pour tout le monde, dans la poitrine même, si on l'observe, soit chez certains hommes où il est très prononcé, soit dans la course où il devient très sensible encore et où il est accompagné d'un balancement très étendu des bras. La rotation de la poitrine est due aux muscles obliques du ventre, agissant pour soutenir le côté du bassin et le membre qui se porte en avant.

5° Chacun des côtés du bassin s'élève et s'abaisse alternativement, et c'est toujours du côté correspondant au pied sur lequel se décharge et s'appuie le poids du corps que s'observe l'élévation. Dans cette inclinaison, le bassin se meut en bascule de haut en bas, sur la tête du fémur immobile et autour d'un axe qui la traverserait horizontalement d'avant en arrière.

6° Pendant ce temps-là, le corps se balance au-dessus du bassin par un mouvement d'inclinaison qui, se faisant en sens inverse de celui du bassin, infléchit latéralement l'axe du tronc sur l'axe de cette cavité. A chaque pas, en effet, le corps se penche du côté du bassin qui s'élève et l'épaule correspondante s'abaisse. Ce mouvement, qui part des vertèbres lombaires, se propage et devient de plus en plus frappant de bas en haut, parce qu'alors on l'observe plus loin de son origine et à l'extrémité d'un bras de levier ou d'un rayon plus étendu. C'est pour cela qu'on le distingue plus aisément en jetant les yeux par derrière, sur la tête ou les épaules d'un homme qui marche. On est alors frappé des grandes oscillations latérales du corps et particulièrement de celles des épaules et de la tête. Ainsi la simultanéité de ces mouvements d'inclinaison du bassin et du rachis produit la flexion alternative du corps à droite et à gauche, et ce phénomène se répète à chaque pas.

7° Il se passe dans le tronc et particulièrement dans les gouttières vertébrales, de continuel efforts, sensibles à la main chez un homme recouvert de ses vêtements, sensibles à l'œil chez un homme nu. Le premier de ces efforts produit un gonflement et une augmentation manifeste de consistance dans les muscles vertébraux correspondants au côté dont le pied se détache du sol, s'élève et reste suspendu; l'autre gonfle aussi, mais beaucoup moins, les mêmes muscles du côté correspondant au pied immobile. Ces deux efforts succèdent immédiatement l'un à l'autre et celui de droite alterne avec celui de gauche, comme les pas de nos membres. Je nomme le premier *effort d'élevation*, parce qu'il est dû à la contraction des muscles sacro-spinaux qui font effort pour élever ou pour fixer le bassin, et par suite pour détacher le membre du sol et le maintenir suspendu en l'air. Le second agit pour modérer l'impulsion communiquée au tronc par le pied qui se trouve en arrière et prévenir la chute du corps en avant; on le nomme *effort de station*, parce que c'est le même qui, dans la station, s'oppose au renversement du tronc en avant et qu'il est le principal agent de l'équilibre de la marche.

Par suite de tant de mouvements, le tronc est dans une agitation continuelle pendant la marche; mais par suite du transport alternatif du corps sur l'une et l'autre jambe, par suite de ses inflexions latérales, et même par suite de la rotation des épaules, il oscille latéralement à chaque pas.

G. — Des membres supérieurs dans la marche.

Leurs mouvements se font habituellement en sens inverse de ceux des membres inférieurs. Ils sont les analogues de ceux des membres antérieurs des quadrupèdes et particulièrement du cheval, dans la marche ordinaire. Ils disparaissent lorsque nous marchons les bras croisés sur la poitrine, derrière le dos, ou les mains dans les poches de nos vêtements, en un mot toutes les fois que les bras restent attachés au tronc et perdent leur liberté; et alors les mouvements de rotation du bassin se propagent jusqu'aux épaules qui se portent en avant, chacune en même temps que la jambe correspondante s'y porte elle-même. Dans ce cas, il n'y a qu'un seul mouvement de rotation dans le tronc, et la marche de l'homme rappelle, pour ainsi dire, la marche des animaux connue sous le nom d'*amble*. Ainsi l'homme, dans son marcher, ressemble plus aux bêtes qu'il ne s'en doute.

Le balancement des bras, lorsqu'ils sont libres, est dû à la rotation des épaules et de la poitrine, que nous avons décrite avec les

mouvements du tronc, et en définitive, vous le savez, à l'action de plusieurs muscles obliques du tronc, mais particulièrement de ceux du ventre, qui sont les principaux rotateurs du corps.

Du pas. — Le pas est produit par l'écartement des deux membres inférieurs, auquel on ajoute la longueur du pied. Aussi plus le pied et le membre inférieur sont longs, plus le pas est large. La longueur ordinaire du pas, chez une personne de taille moyenne, est de 0^m, 8656. La durée d'un pas est de 40'', 33, dans la marche la plus rapide. Cette durée dans la marche habituelle peut varier, suivant les personnes, entre 0'', 33 et 0'', 38. Les frères Weber ont démontré aussi que la durée du pas dans la marche la plus rapide est un peu moindre, quand nous appuyons, non le talon, mais le bout du pied.

Variétés de la marche. — Dans la marche en arrière, l'une des cuisses se fléchit sur le bassin en même temps que la jambe se fléchit sur la cuisse, l'extension de la cuisse sur le bassin succède, et la totalité du membre est portée en arrière; ensuite la jambe s'étend sur la cuisse, la pointe du pied touche le sol et bientôt toute sa surface inférieure. Au moment où le pied dirigé en arrière s'applique sur le sol, celui qui est demeuré en avant s'élève sur la pointe; le membre correspondant se trouve allongé; le bassin, poussé en arrière, fait une rotation sur le fémur du membre dirigé en arrière: le membre qui est en avant quitte entièrement le sol, et se porte lui-même en arrière, afin de fournir un point fixe à une nouvelle rotation du bassin qui sera produite par le membre opposé.

Dans la marche latérale, nous fléchissons d'abord légèrement l'une des cuisses sur le bassin, afin de détacher le pied du sol; nous portons ensuite tout le membre dans l'abduction, puis nous appuyons sur le sol; nous rapprochons immédiatement l'autre membre de celui qui a été d'abord déplacé, et ainsi de suite. Dans ce cas, il ne peut y avoir rotation du bassin sur les fémurs.

Quand on marche sur un plan ascendant, la fatigue se fait bientôt sentir, parce que dans ce genre de progression, la flexion du membre porté d'abord en avant doit être plus considérable et que le membre resté en arrière doit non-seulement faire exécuter au bassin le mouvement de rotation dont il vient d'être question, mais il faut encore qu'il soulève le poids total du corps, afin de le transporter sur le membre qui est en avant. La contraction des muscles antérieurs de la cuisse portée en avant est la cause principale de ce transport du corps; aussi ces muscles se fatiguent-ils plus en montant un escalier ou un autre plan ascendant.

Pour une raison opposée, la marche sur un plan descendant doit être moins fatigante. Ici, ce sont les muscles postérieurs du tronc qui doivent se contracter avec force pour s'opposer à la chute du corps en avant.

Du saut. — Le saut est un mouvement par lequel l'homme se projette lui-même en l'air, et retombe sur le sol aussitôt que l'impulsion est détruite.

Dans le saut vertical, la tête est un peu fléchie sur le cou, la colonne vertébrale est courbée en avant, le bassin est fléchi sur la cuisse, la cuisse sur la jambe et celle-ci sur le pied ; le talon presse légèrement le sol ou l'abandonne entièrement. A cet état succède brusquement une extension de toutes les articulations fléchies, les diverses parties du corps sont rapidement élevées avec une force qui surpasse leur pesanteur d'une quantité variable. De l'extension de toutes ces articulations, résulte une force de projection en haut. Après que cette force a agi, le corps tombe sur le sol en suivant les lois de la pesanteur.

Dans cette détente générale qui produit le saut, les muscles de la jambe sont ceux qui déploient la plus grande énergie ; ces muscles d'ailleurs présentent des dispositions favorables à ce but.

Il est à remarquer aussi que le saut ne résulte d'aucune impulsion directe, mais d'une moyenne dépendant de plusieurs autres. En effet, le redressement de la tête, de la colonne vertébrale et du bassin, porte autant le tronc en arrière qu'en haut ; le mouvement de rotation du fémur sur les tibias porte, au contraire, le tronc autant en avant qu'en haut. C'est l'opposé pour le mouvement de la jambe, qui tend à diriger le tronc en haut et en arrière ; quand le saut doit être vertical, les efforts qui portent le tronc en avant ou en arrière se détruisent les uns les autres ; l'effort en haut est le seul qui ait son effet.

Quand le saut doit avoir lieu en avant (*saut tangentiel*), le mouvement de rotation de la cuisse prédomine sur les impulsions en arrière et le corps est transporté dans ce sens ; le saut se fait-il en arrière, c'est le mouvement d'extension de la colonne vertébrale qui prédomine, etc.

La longueur des os des membres inférieurs est avantageuse pour l'étendue du saut. Le saut en avant, par lequel on franchit des espaces plus considérables qu'avec aucune des autres manières de sauter, doit cet avantage à la longueur du fémur.

Quelquefois on fait précéder le saut d'une course plus ou moins longue, on prend son élan, comme on dit ; l'impulsion qu'acquiert le corps par cette course préliminaire s'ajoute à celle qu'il reçoit

à l'instant du saut, d'où il résulte que celui-ci a plus d'étendue.

Usage des membres supérieurs dans le saut. — Les bras ne sont point inutiles dans le saut ; ils sont rapprochés du corps dans le moment où les articulations sont fléchies ; ils s'en écartent, au contraire, dans le moment où le corps abandonne le sol. La résistance qu'ils présentent aux muscles qui les élèvent donne occasion à ces muscles d'exercer sur le tronc une traction en haut, qui concourt au développement du saut. Les bras rempliront d'autant mieux cet usage, qu'ils présenteront une certaine résistance à la contraction des muscles qui les élèvent. Par le balancement préliminaire des bras, on peut aussi favoriser la production du saut horizontal, en imprimant une impulsion en avant ou en arrière de la partie supérieure du tronc.

Du saut sur un seul membre inférieur. — On peut sauter sur un seul membre, comme quand on joue à cloche-pied. Dans ce cas, le saut doit nécessairement être moins étendu que lorsqu'il est exercé simultanément par les deux membres inférieurs. Tantôt on saute les deux pieds rapprochés et parallèles, ou à *pieds joints* ; tantôt l'un des pieds se porte en avant, pendant la projection du corps : c'est alors ce pied qui reçoit le poids du corps au moment où il touche le sol.

De la course. — Pour bien comprendre le mécanisme de la course, nous étudierons avec M. M. Weber la marche sur l'extrémité antérieure des métatarsiens. Or, il résulte des expériences de ces physiologistes, que la marche sur les extrémités antérieures des orteils diffère de celle-ci, en ce que le pied ne s'y déroule pas sur le sol que par une portion beaucoup plus petite de la surface, et qu'en général la longueur du pas y est moindre de toute l'étendue de la surface du pied qui ne se déroule point sur le sol.

Dans la marche, le corps est constamment soutenu soit par une jambe, soit par les deux à la fois. Dans la course, au contraire, le corps n'est pas toujours soutenu ; périodiquement il se détache du sol et flotte librement en l'air pendant un court espace de temps. Ici, de même que dans la marche, l'état dans lequel la jambe s'arc-boute et celui dans lequel elle se trouve suspendue en l'air, alternent ensemble par chaque membre, et l'on observe une succession de temps égaux, les pas, dans lesquels les jambes exécutent alternativement les mêmes mouvements. Comme dans la marche, c'est également après la durée de deux pas que la même jambe recommence les mêmes mouvements.

Dans la course, le corps lancé de bas en haut flotte quelque temps dans l'air entre l'appui d'une jambe et celui de l'autre, de

sorte qu'on peut donner aux pas qui se font le nom de *sauts* et diviser chacun d'eux en un temps pendant lequel le corps est soutenu par une jambe, et un temps pendant lequel il n'est soutenu ni par l'une ni par l'autre, c'est-à-dire flotte en l'air.

Il suit de là que la loi d'après laquelle la force d'extension opère la progression dans la marche, ne saurait s'appliquer à la course et qu'elle doit y subir une modification essentielle. Dans la marche, la force était modérée autant que possible, de telle manière que sa portion verticale soulevât bien le poids du corps, mais ne lui imprimât pas un mouvement ascensionnel. Dans la course, le corps n'a aucun soutien pendant une partie de chaque saut, et rien, durant ce laps de temps, n'agit en sens inverse de la pesanteur; il doit alors tomber. Mais, pour qu'il ne s'abaisse pas de plus en plus pendant les sauts successifs, ce qui finirait par le faire tomber à terre, il doit, durant le premier moment, quant il est soutenu par l'une des jambes, s'élever d'autant que la pesanteur le fera baisser dans le suivant, afin qu'il ne descende pas au-dessous de la ligne horizontale par-dessus laquelle il s'était élevé d'abord. La force d'extension diffère donc, dans la course, de ce qu'elle est dans la marche, en ce qu'elle n'agit pas d'une manière continue sur le corps, mais ne fait que lui communiquer périodiquement un élan.

Du grimper. — C'est un mode de progression aussi complexe que les précédents. Dans un premier acte, nous saisissons au-dessus de notre tête les branches d'un arbre, par exemple, avec nos mains, ou bien son tronc avec nos bras. Par un second mouvement, nous portons nos cuisses aussi près que possible de nos bras, pour embrasser l'arbre avec nos cuisses et nos jambes; et puis, reportant nos bras ou nos mains plus haut, nous y amenons encore les parties inférieures de notre corps, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la fatigue nous arrête ou que nous ayons atteint le but où nous voulons arriver. Nous grimpons quelquefois comme les singes, en saisissant des branches peu élevées et en y sautant avec nos pieds, tandis que nous attirons notre corps avec nos mains.

De la natation. — Le corps de l'homme est en général spécifiquement plus pesant que l'eau (1,010), par conséquent, abandonné au milieu d'une masse considérable de liquide, il tendra à aller se placer à sa partie inférieure; ce transport se fera d'autant plus facilement que la surface par laquelle il pressera l'eau sera moins étendue. Si, par exemple, le corps est placé verticalement, les pieds en bas et la tête en haut, il arrivera beaucoup plus vite

au fond que si le corps était placé horizontalement à la surface de l'eau.

Quelques nageurs, à large thorax, parviennent cependant à se rendre plus légers que l'eau, et par conséquent à rester sans aucun effort à sa surface. Leur procédé consiste à inspirer une grande quantité d'air dont la légèreté comparative contre-balance la tendance de leur corps à plonger dans le liquide.

Ce n'est pas en suivant cette pratique que les nageurs se maintiennent ou se meuvent à la surface de l'eau, mais par les mouvements qu'ils font exécuter à leurs membres. Ces mouvements ont le double but de maintenir le corps à la surface de l'eau et de déterminer sa progression.

Ce double but est atteint par un seul ordre de mouvements, mais simultanés. Plus grande est la partie du corps qui plonge dans l'eau plus petit est l'effort à faire pour le mouvoir, parce qu'il perd davantage de son poids spécifique, en déplaçant plus d'eau, aussi nage-t-on plus vite sous l'eau qu'à sa surface lorsqu'on a l'habitude de l'effort sans respirer. La natation consiste essentiellement en ce que, à l'aide des membres antérieurs tendus en avant, des postérieurs repliés près du tronc, l'animal prend un point d'appui incessamment variable (d'où la difficulté de cette locomotion) sur l'eau contre laquelle il presse en ramenant les quatre membres en arrière. L'eau cède à cette pression, mais par une réaction proportionnée à sa résistance, bien qu'inégale à l'action et transmise au tronc, celui-ci cède en sens inverse, est porté en avant et entraîne avec lui les organes locomoteurs. Ce dernier fait retarde d'autant sa progression, surtout dans la pression sur l'eau en direction opposée à la précédente, exécutée par les membres qui se reportent en avant après leur détente en arrière. Ce retard est diminué chez les bons nageurs, reconnus tels lorsqu'ils ont l'habitude de n'exécuter ce mouvement-là qu'alors que le glissement du tronc est achevé. Dans la natation à la *brassée*, l'avantage tient à ce qu'un seul bras est porté en avant à la fois, qu'il alterne avec l'autre et à ce qu'il est porté au plus haut degré possible d'extension, ce qui augmente d'autant le point d'appui sur l'eau. Ces données sont suffisantes pour se rendre compte par la réflexion des autres variétés de la natation.

Mouvements partiels de l'homme dans la projection des corps et dans les choes. — Le corps est établi sur une base assez large, les pieds écartés d'avant en arrière, les genoux légèrement fléchis: le tronc porté en arrière et surtout aussi l'épaule du bras qui frappe ou qui lance; son avant-bras fléchi sur le bras; la