

nous proposons de marcher, etc., il est clair que les divers mouvements qui se développent alors n'entraînent pas celui du tronc.

Nous ne décrirons pas ici en particulier les divers mouvements généraux ou partiels que peuvent effectuer les membres; nous traiterons seulement d'une manière abrégée des divers modes de locomotion, c'est-à-dire des mouvements par lesquels le corps est transporté d'un lieu dans un autre, et qui sont la *marche*, la *course*, le *saut*, et le *nager*.

Mouvements de locomotion.

De la Marche.

De la
marche.

L'action de marcher ne s'exécute pas toujours de la même manière : on marche en avant, en arrière, sur les côtés, et dans les directions intermédiaires à celles-là ; on marche sur un plan ascendant ou descendant, sur un sol solide ou mobile ; la marche diffère aussi par la grandeur et la vitesse des pas, etc.

Quel que soit le mode de la marche, elle se compose nécessairement de la succession des pas ; en sorte que la description de la marche n'est que celle de la manière dont on fait une suite de pas. C'est donc le *pas* qu'il convient de faire connaître avec ses principales modifications.

Du pas.

En supposant l'homme debout, les deux pieds

De la
marche.

placés l'un à côté de l'autre, et devant marcher sur un plan horizontal, et d'un pas ordinaire pour l'étendue et pour la vitesse, il doit incliner quelque peu le tronc de côté et en avant, fléchir en même temps la cuisse opposée sur le bassin, et la jambe sur la cuisse, afin de détacher le pied du sol. La flexion de la cuisse entraîne le transport en avant de tout le membre inférieur, qui bientôt s'appuie sur le sol ; c'est d'abord le talon qui pose, et successivement toute la plante. Pendant que ce mouvement s'effectue, le bassin éprouve un mouvement de rotation horizontale sur la tête du fémur du membre qui est resté immobile. Cette rotation du bassin sur la tête du fémur a pour résultat : 1° de porter en avant la totalité du membre qui s'est détaché du sol ; 2° de porter aussi en avant le côté du corps correspondant au membre qui se meut, tandis que le côté correspondant au membre immobile reste en arrière. Ces deux effets sont à peine sensibles dans *les petits pas* ; ils sont très-marqués dans *les pas ordinaires*, mais ils le sont bien davantage dans *les grands pas*. Jusqu'ici il n'y a point eu de progression, la base de sustentation est seulement modifiée. Pour que le pas soit achevé, il faut que le membre resté en arrière se rapproche, se place sur la même ligne, ou dépasse celui qui a été porté en avant. Pour cela, le pied qui est en arrière se détache du sol, successivement du talon vers la pointe, par un mouvement de rotation

Du saut.

articulations fléchies ; les diverses parties du corps sont rapidement élevées avec une force qui surpasse leur pesanteur d'une quantité variable ; ainsi la tête et le thorax sont dirigés en haut par l'extension et le redressement de la colonne vertébrale ; le tronc, en totalité, est dirigé dans le même sens par l'extension du bassin sur les fémurs ; les cuisses, en se relevant rapidement, agissent de la même manière sur le bassin ; les jambes à leur tour poussent les cuisses. De tous ces efforts réunis résulte une force de projection telle que le corps en totalité est lancé en haut, et qu'il s'élève tant que cette force surmonte sa pesanteur ; après quoi, il retombe sur le sol, en présentant les mêmes phénomènes que tout autre corps qui tombe en obéissant à son poids.

Dans la détente générale qui produit le saut, l'action musculaire ne se fait pas partout avec la même intensité ; il est clair qu'elle doit être plus grande là où le poids à soulever est plus considérable ; c'est pourquoi les muscles qui déterminent le mouvement d'extension de la jambe sur le pied sont ceux qui développent le plus d'énergie, puisqu'ils ont à soulever le poids total du corps, et à lui imprimer une impulsion qui surmonte sa pesanteur. Ces muscles présentent aussi la disposition la plus favorable : ils sont extrêmement forts ; ils s'insèrent perpendiculairement au levier qu'ils doivent mouvoir (le calcanéum), et ils agissent

par un bras de levier qui a une longueur considérable.

Il faut remarquer que le saut vertical ne résulte d'aucune impulsion directe, mais qu'il en a une moyenne entre les impulsions opposées qu'éprouvent le corps et les membres inférieurs dans l'instant du saut. 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 des fémurs 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.

Le saut doit-il avoir lieu en avant, 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 et du tibia sur le pied, qui l'emporte, 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

Saut en avant
et saut en
arrière.

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.

Usages des
membres
supérieurs
dans le saut.

Les bras ne sont point inutiles à la production du 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. Les anciens avaient fait cette remarque; ils portaient dans chaque main des poids nommés *haltères*, quand ils voulaient s'exercer au saut. 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.

Saut sur un
seul membre
inférieur.

Un seul membre inférieur suffit pour produire le saut, comme il arrive quand on saute à *cloche-pied*; mais on conçoit que 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 à l'instant où il vient toucher le sol.

Aucune espèce d'impulsion ne peut être communiquée au corps par le plan qui le soutient au moment du saut, à moins que ce plan, étant très-élastique, ne joigne sa réaction à l'effort des muscles qui déterminent le mouvement de projection du corps. Dans les cas les plus fréquents, le sol ne sert au saut qu'en résistant à la pression qu'exerce sur lui le pied. Personne n'ignore qu'il est à peu près impossible de sauter quand le sol est mou et qu'il cède à la pression des pieds.

De la course.

La course résulte de la combinaison du pas et du saut, ou plutôt elle consiste dans une suite de sauts exécutés alternativement par un membre, tandis que l'autre se porte en avant ou en arrière pour aller s'appliquer sur le sol et bientôt produire le saut, aussitôt que le premier aura eu le temps de se porter en arrière ou en avant, selon que la course a lieu dans l'une ou l'autre direction. On peut courir avec plus ou moins de rapidité; mais il y a toujours dans la course un moment où le corps est suspendu en l'air, à raison de l'impulsion qui lui est communiquée par le membre resté en arrière, si l'on court en avant. Ce caractère distingue la

De la course.

course de la marche rapide, dans laquelle le pied porté en avant touche le sol avant que celui qui est derrière l'ait quitté.

Pour les mêmes raisons que nous avons indiquées à l'article *de la marche*, la course la moins fatigante est celle qui se fait sur un plan horizontal; celle qui a lieu sur un plan incliné ascendant ou descendant est toujours plus ou moins pénible, et ne peut être continuée long-temps.

Nous ne décrivons pas, même d'une manière abrégée, les nombreuses modifications des mouvements progressifs de l'homme, tels que le *grimper*, l'action de *gravir*, la marche avec des béquilles, des échâsses, des membres artificiels. Il en sera de même pour les divers mouvements que comprend l'art de la danse, soit ordinaire, soit sur le corde tendue ou flexible; ceux qu'exécutent les sauteurs, ceux qui appartiennent à l'escrime, à l'équitation, aux différentes professions ou métiers, etc. : des considérations de ce genre seraient très-importantes, mais elles ne peuvent faire partie que d'un traité complet de mécanique animale, ouvrage qui est encore à faire, malgré ceux de Borrelli et de Barthez : nous dirons seulement quelques mots de la *natation*.

De la natation.

Le corps de l'homme est en général spécifiquement plus pesant que l'eau; par conséquent, aban-

donné au milieu d'une masse considérable de ce 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 du liquide. 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 contrebalance 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, et de déterminer sa progression. Quelle que soit son intention, le nageur doit agir sur l'eau de telle manière, qu'elle présente une résistance suffisante pour soutenir le corps ou pour permettre son déplacement : dans cette vue, il doit la frapper plus vite qu'elle ne peut fuir, et faire en sorte de porter rapidement l'action des mains ou des pieds sur un grand nombre de points différents, parce que la résistance est d'autant plus grande,

que la masse d'eau déplacée est plus considérable. Les mouvements des membres inférieurs dans la manière la plus ordinaire de nager, la *brassée*, ont beaucoup d'analogie avec ceux qu'ils exécutent dans le saut.

Il y a une multitude de façons de nager, mais dans toutes il est nécessaire de frapper ou de presser l'eau plus vite qu'elle ne peut se déplacer.

Du vol.

Du vol.

Il est impossible à l'homme de voler; sa pesanteur, comparée à celle de l'air, est trop considérable, et la force qu'il développe par la contraction de ses muscles est infiniment trop faible. Toutes les tentatives faites avec l'intention de se soutenir dans l'air à l'aide de machines plus ou moins analogues aux ailes des oiseaux, ont été à peu près également infructueuses.

Influence du cerveau sur les mouvements.

Influence
du cerveau
sur les
mouvements
généraux.

Des recherches récentes ont donné des renseignements très-curieux touchant l'influence du cerveau sur les mouvements. La science s'est enrichie de faits entièrement neufs, et qui permettent d'envisager les mouvements d'une manière très-différente de celle dont on s'était contenté jusqu'ici.

Je regrette que la nature de cet ouvrage ne me

laisse pas la possibilité de présenter tous les détails des expériences; mais je tâcherai, dans le résumé que je vais en faire, de n'omettre rien d'important. Je renvoie d'ailleurs à mon *Journal de Physiologie*, où toutes ces recherches sont consignées.

Influence des hémisphères sur les mouvements.

Les hémisphères cérébraux peuvent être coupés profondément dans les divers points de leur face supérieure sans qu'il en résulte d'altération dans les mouvements.

Influence
des lobes
sur les
mouvements.

Leur ablation totale même, si elle ne s'étend pas jusqu'aux corps striés, ne produit pas non plus d'effet bien appréciable, et qui ne puisse être facilement rapporté à la souffrance qu'entraîne une pareille expérience.

Les résultats ne sont pas semblables dans toutes les classes de vertébrés; ceux que je viens de décrire ont été observés sur les mammifères, et particulièrement sur les chiens, les chats, les lapins, les cochons d'Inde, les hérissons, les écureuils.

Sur les oiseaux, la soustraction, la destruction des hémisphères, les tubercules optiques restant intacts, donnent lieu souvent à un état d'assoupissement et d'immobilité qui a été décrit pour la première fois par Rolando; mais j'ai vu dans nombre de cas des oiseaux courir, sauter, nager, leurs

De la
marche.

dont le centre est dans l'articulation des os du métatarse avec les phalanges, de manière qu'à la fin de ce mouvement le pied ne touche plus le sol que par ces dernières. De ce mouvement du pied résulte un allongement du membre, dont l'effet est de porter le côté correspondant du tronc en avant, et de déterminer la rotation du bassin sur la tête du fémur du membre primitivement porté en avant. Une fois ce mouvement produit, le membre se fléchit; le genou est dirigé en avant, le pied détaché du sol; puis, la totalité du membre exécute les mêmes mouvements qu'a précédemment exécutés celui du côté opposé.

Par la succession de ces mouvements des membres inférieurs et du tronc, s'établit la marche, dans laquelle les têtes des fémurs sont tour-à-tour les points fixes sur lesquels le bassin, tourne comme sur un pivot, en décrivant des arcs de cercle d'autant plus étendus que les pas sont plus grands.

Pour que la marche se fasse en ligne droite, il faut que les arcs de cercle décrits par le bassin et que l'extension des membres, lorsqu'ils sont portés en avant, soient égaux : sans quoi on se déviara de la ligne droite, et le corps sera dirigé du côté opposé du membre dont les mouvements seront plus étendus; et, comme il est difficile de faire exécuter successivement aux deux membres exactement la même étendue de mouvement, on tend toujours à

se dévier, et l'on se devierait réellement si la vue ne nous avertissait de la nécessité de corriger cette déviation. On peut se convaincre de cette vérité en marchant quelque temps les yeux fermés.

Nous avons exposé le mécanisme du marcher en avant, il ne sera pas difficile de se faire une idée de la marche en arrière et de la latérale.

Dans le pas que l'on fait pour reculer, 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.

Lorsque nous voulons exécuter le pas latéral, 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 l'appuyons sur le sol; nous rapprochons immédiatement l'autre membre de celui qui

Marche
en arrière.Marche
latérale.

a été d'abord déplacé, et ainsi de suite. Dans ce cas il ne peut y avoir de rotation du bassin sur les fémurs.

Marche
sur un plan
ascendant.

Si nous marchons sur un plan ascendant, la fatigue se fait bientôt sentir : c'est 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 beaucoup dans l'action de monter un escalier ou tout autre plan ascendant.

Marche
sur un plan
descendant.

Pour une raison opposée, la marche sur un plan descendant est aussi plus pénible que celle qui se fait sur un plan horizontal. Ici, ce sont les muscles postérieurs du tronc qui doivent se contracter avec force pour s'opposer à la chute du corps en avant.

Tous les modes de progression que nous venons de décrire rapidement, nécessitant des mouvements faciles de toutes les articulations des membres inférieurs et une égale action de la part de chacun de ces membres, la moindre gêne dans les glissements des surfaces articulaires, la moindre

différence dans la longueur ou dans la forme des os des deux membres, ainsi que dans la force de contraction des muscles, entraînent nécessairement des altérations sensibles dans la progression, et la rendent plus ou moins difficile.

Du saut.

Si l'on examine avec attention le mode de mouvement qui va nous occuper, on reconnaîtra que le corps de l'homme y devient un véritable projectile, et qu'il en suit toutes les lois.

Du saut.

Le saut doit avoir lieu directement en haut, en avant, en arrière ou latéralement, etc.; mais, dans tous les cas, il faut y considérer les phénomènes qui le précèdent et ceux qui l'accompagnent. Toute espèce de saut nécessite la flexion antécédente d'une ou de plusieurs articulations du tronc et des membres inférieurs; l'extension subite des articulations fléchies est la cause particulière du saut.

Supposons le saut vertical exécuté de la manière la plus ordinaire : 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; ordinairement le talon ne presse que légèrement le sol, ou l'a abandonné entièrement. A cet état de flexion générale succède brusquement une extension de toutes les

Saut vertical