

contient également du tissu élastique. Parmi les Reptiles, les Ptérodactyles de l'ancien monde étaient des animaux volans; mais le doigt externe seul s'allongeait en support de la membrane, et les quatre autres, réduits aux dimensions ordinaires, portaient des ongles, comme le pouce des Chéiroptères.

D'autres animaux de différentes classes ont bien une membrane volitante tendue soit entre les doigts courts, et tous armés de griffes, soit entre le bras et l'avant-bras, ou entre les bras et les jambes; mais cette membrane ne fait l'office que d'une espèce de parachute, comme chez les Galéopithèques. On peut en rapprocher la membrane étalée entre les membres antérieurs et postérieurs des *Pteromys* et des *Petaurus*, ainsi que celle qui couvre les côtes postérieures allongées des Dragons.

Certains Poissons (*Dactylopterus*, *Exocoetus*) peuvent se soutenir quelque temps au dessus de l'eau à l'aide de leurs nageoires pectorales, qui ont une grande longueur.

### III. Reptation.

Dans la reptation et la marche, c'est un corps solide qui oppose la résistance. Ces deux mouvemens ne diffèrent pas essentiellement l'un de l'autre; seulement, dans le second, des membres spéciaux servent à l'appui et à la projection du corps, tandis que, dans le premier, ces deux effets dépendent de parties aliquotes d'un corps allongé en forme de ver. Pendant la marche, les angles des jambes sont alternativement étendus et fermés; pendant la reptation, c'est le corps même qui s'arque et se détend. Les deux mouvemens peuvent avoir lieu ou dans l'eau ou dans l'air. La manière de ramper varie beaucoup. Le mode qui se rapproche le plus de la marche, est celui dans lequel il n'y a que deux points du corps qui touchent au sol, tous les autres étant soulevés. Les Sangsues,

par exemple, fixent la partie postérieure de leur corps au sol à l'aide de la ventouse, allongent le corps, fixent de même l'extrémité antérieure, attirent à elles l'arrière-train, le fixent à son tour, et reportent le corps en avant. Chez d'autres Vers, tels que celui de terre, ce jeu se répète plusieurs fois dans la longueur du corps, et la Sangsue peut aussi ramper de même; il y a là beaucoup de parties qui s'appuyent, tandis que d'autres sont poussées en avant du point d'appui. Les moyens de fixation sont ou des anneaux, ou des soies, ou des moignons de pattes couverts d'aspérités, comme chez les Chenilles. Ce qu'il y a de plus remarquable et de plus énigmatique, c'est la reptation des Limaçons sur la surface de leur pied. En plaçant un de ces Mollusques sur une plaque de verre, on voit le corps s'avancer d'une manière parfaitement uniforme, et l'on n'aperçoit qu'un mouvement ondulatoire à la surface du pied. Comme il n'y a pas d'autres appareils pour procurer l'appui nécessaire au mouvement dans une direction, on doit présumer que certaines parties du pied s'élèvent ou agissent en manière de ventouse, et opèrent ainsi une fixation momentanée, qui est bientôt transmise à d'autres parties.

La reptation des Serpens s'opère d'une manière toute spéciale, le corps s'avancant continuellement et rapidement dans la direction d'une ligne horizontale onduleuse, par laquelle toutes ses parties passent l'une après l'autre. L'appui a lieu au moyen de l'extrémité des côtes et des écailles; l'animal tire à lui les parties situées en arrière, et projette les antérieures en avant.

### IV. Marche et course.

Dans la natation, le corps est porté par l'eau, ou en totalité, ou en partie, et sa force ne sert guère qu'à la projection de la masse. Dans le vol, le milieu ne porte pas le corps, et l'animal est obligé d'employer assez de force pour compenser la chute



après chaque projection. Dans la marche, le corps est porté et mu par sa propre force, et ce mouvement a cela de particulier encore qu'alternativement le corps se trouve porté par un membre appuyé contre le sol, tandis que l'autre le projette en avant. Un bateau que l'on ferait mouvoir à l'aide d'un croc implanté dans le sol, représenterait une moitié de ce mouvement. Ce que l'eau fait ici pour le port du fardeau, l'une des jambes doit l'opérer pendant le mouvement de la marche dans l'air. Dans le saut, où le corps reste quelque temps en l'air par suite de la projection qui lui a été communiquée, ce second temps du mouvement manque jusqu'à la fin du saut; ici le corps se soutient, comme dans le vol, par le même mouvement qui l'a projeté, mais le milieu servant d'appui diffère, puisque c'est un corps solide. A la fin de l'effet d'un coup d'aile, le corps de l'Oiseau se trouve garanti de la chute par un nouveau mouvement de projection; à la fin du saut, c'est en se soutenant lui-même que le corps prévient sa chute.

Le moyen à l'aide duquel ces mouvemens s'accomplissent est l'extension de deux articulations ployées en sens inverse, celle du pied et celle du genou. Par-là se trouve opérée la projection du centre de gravité, tandis que l'autre membre porte le fardeau vers l'extrémité de cette projection. Les deux membres alternent ensemble pour le port et le mouvement du fardeau. Comme ces mouvemens partent toujours du côté, le membre qui s'étend donne au tronc une impulsion, non seulement en avant, mais encore un peu du côté opposé. Quant au bras, il s'avance toujours du côté de l'extrémité qui s'étend.

Les recherches d'E. Weber sur les articulations et celles d'E. Weber et W. Weber sur les mouvemens de la marche et de la course (1) ont signalé un grand nombre de faits remarquables, qui ont trait à ces deux modes de locomotion, et qu'on avait négligés. Elles ont porté cette branche de la phy-

(1) *Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge*, Göttingue, 1836. — Gerdy, *Bulletin de l'Académie roy. de médecine*, Paris, 1839, t. III, p. 758.

siologie à un degré de précision rationnelle inconnu jusqu'ici. Je vais en présenter les résultats les plus importants.

En tête, et comme clef d'une foule d'autres faits remarquables, se place la découverte d'E. Weber, que la pesanteur du membre inférieur ne peut éloigner la tête du fémur de la surface de la cavité cotyloïde, qui s'y adapte exactement; la seule pression de l'air suffit pour l'y retenir appliquée, et c'est dans cette situation que ses mouvemens s'exécutent. On a beau couper tous les muscles qui entourent l'articulation coxo-fémorale, le poids du membre ne détache pas la tête de la cavité qu'elle remplit. Mais, dès que l'air peut agir sur la surface de cette tête, à l'aide d'un trou pratiqué par le bassin, sur-le-champ elle tombe. Les frères Weber ont aussi examiné l'influence de la machine pneumatique sur l'articulation; j'étais présent à leurs expériences, avec Magnus. L'articulation coxo-fémorale d'un homme fut dépouillée de toutes les parties qui l'entourent; on scia le fémur au dessous des trochanters, on ouvrit la capsule avec circonspection, par une incision circulaire, on attacha un poids de deux livres au fémur, et on suspendit l'articulation dans une cloche. Lorsqu'on eut enlevé assez d'air pour réduire la pression à un pouce, la tête s'abaissa rapidement de sept lignes, sans cependant abandonner le rebord cartilagineux; en laissant rentrer l'air, on la vit remonter non moins vite. Alors même qu'on l'avait violemment éloignée de la cavité cotyloïde, puis réappliquée avec force, de manière à chasser tout l'air intermédiaire, elle tenait assez pour qu'il fût difficile de la retirer par une traction verticale; l'articulation, plongée dans le vide, présentait les mêmes phénomènes; mais alors la tête sortait réellement de la cavité, quand la pression était réduite à un pouce. Toutes les amphiarthroses paraissent être dans le même cas. D'après cette importante découverte, la seule pression de l'air suffit pour faire que le membre pendant conserve ses rapports avec l'articulation dans tous les



modes de rotation, et il n'est pas possible à la tête du fémur de quitter la cavité cotyloïde par le seul fait du relâchement des muscles. Au contraire, lorsqu'on gravit une haute montagne, où l'air est très-raréfié, la force des muscles devient nécessaire pour maintenir les têtes des os dans leurs cavités articulaires, et il paraît que c'est à cela qu'il faut attribuer le genre particulier de lassitude qu'éprouvent ceux qui voyagent dans des régions très-élevées. Ainsi, c'est seulement dans un espace où l'air est raréfié que les articulations peuvent devenir lâches et mal assurées.

Les frères Weber ont appelé aussi l'attention sur l'importance du rôle que les oscillations des membres jouent dans la marche. Lorsqu'on a l'une des jambes placée sur un support élevé, l'autre, mise en mouvement, peut osciller comme une pendule. Ces vibrations peuvent aussi avoir lieu quand on a l'une des jambes sur un sol plat, et qu'on fléchit l'autre assez pour qu'elle ne pose point à terre. Leur durée, comme celle des oscillations d'un pendule, dépend de la longueur de la jambe et de la manière dont sa masse est répartie. Aussi sont-elles plus rapides chez les hommes à jambes courtes, et plus lentes chez ceux qui ont les jambes longues. Mais leur nombre est toujours le même, dans un temps donné, chez un même sujet. Cette propriété des jambes, jointe à la circonstance que le pas de la jambe postérieure, préalablement tendue, commence toujours par une oscillation, fait que les pas peuvent avoir la plus grande régularité, même alors que notre attention ne se porte point d'une manière spéciale sur la marche. Dans la marche, la jambe agitée du mouvement oscillatoire est un peu fléchie, pour ne pas heurter contre le sol.

Voici maintenant quel est le mécanisme de la marche. Les deux jambes alternent ensemble dans la fonction de porter le tronc, et le moment où l'extrémité porte fait promptement place à celui où, par le soulèvement du talon, elle pro-

jette en même temps le tronc. Au moment où le mouvement de projection est accompli par la jambe de derrière A, le corps repose sur la jambe B; mais, pendant le mouvement de projection du corps, ce membre portant prend une direction oblique, afin de pouvoir, tandis que la jambe A exécute son oscillation en avant pour le nouveau pas, s'allonger en détachant la plante du pied du sol, et donner une nouvelle impulsion au corps. Le membre A, qui se trouve osciller en avant, devient alors celui qui sert d'appui, etc. Les frères Weber comparent le détachement de la plante du pied au roulement d'une roue sur le sol; il allonge le pas de toute la longueur du pied. On peut distinguer deux temps dans chaque pas; l'un pendant lequel le corps n'est en contact avec le sol que par une seule jambe, et l'autre, plus court, pendant lequel ce sont les deux jambes à la fois qui établissent ce contact. La marche très-rapide, qui tient de près à la course, est la seule durant laquelle une jambe commence à porter lorsque l'autre cesse de le faire. Dans la marche ordinaire, il y a, entre ces deux états, une transition qui dure depuis le moment où la jambe de devant s'applique sur le sol jusqu'à celui où la jambe de derrière l'abandonne. Suivant Weber, cet intervalle, dans la marche lente, est à peu près moitié du temps qu'on reste sur une jambe; plus on marche vite, et plus il se raccourcit.

Le tronc reste incliné en avant pendant la marche, et cette disposition est nécessaire pour marcher aisément; car il y a impossibilité 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, il y a inclinaison plus grande du corps, on reste très-peu ou même on ne reste pas du tout sur les deux jambes à la fois, enfin les pas sont grands et précipités. Les conditions fondamentales de tous ces effets tien-



nent, comme l'ont fait voir E. et H. Weber, à la hauteur moindre qu'on donne aux deux têtes des fémurs au dessus du sol. Lorsque ces têtes sont portées bas, les pas sont plus grands, parce que la jambe qui doit être menée en avant ne peut s'éloigner que très-peu de la ligne verticale quand son extrémité supérieure est située haut. Mais les pas ont moins de durée aussi en pareille circonstance; car plus les têtes des fémurs sont basses pendant la marche, plus la jambe qui sert d'appui est inclinée, et plus le mouvement qu'elle imprime au tronc est rapide. Quant à ce qui concerne le nombre des pas dans un temps donné, il dépend en partie de la longueur de la jambe qui se porte en avant, en partie du plus ou moins de durée des oscillations qu'elle exécute. Plus la jambe est longue, plus ses oscillations sont lentes, abstraction faite de l'accélération que leur imprime l'effort musculaire. Aussi, en laissant de côté cette dernière circonstance, y a-t-il, pour chaque homme, un certain nombre de pas qu'il ne peut outrepasser sans être gêné dans sa marche; ce plus grand nombre possible de pas, compatible d'ailleurs avec une marche commode, a lieu quand la jambe oscillante se pose après avoir exécuté la moitié seulement de son oscillation. Mais la succession des pas peut être ralentie quand on laisse à la jambe oscillante le temps de parcourir, avant qu'elle se pose, plus de la moitié de son arc d'oscillation.

Il est dans la nature de la marche que, après chaque impulsion, le corps s'élève un peu, puis s'abaisse. Cependant, comme les jambes peuvent s'allonger et se raccourcir, ces oscillations verticales sont très-courtes, et ne s'élèvent qu'à environ trente-deux millimètres, selon Weber.

Les oscillations des bras ont toujours lieu en sens inverse de celles des jambes. La jambe archoutée communique au tronc une impulsion dont la suite pourrait être la projection de la jambe opposée et des deux bras. Cependant, avec la jambe opposée, il ne part jamais que le bras correspondant à

la jambe archoutée, celui de l'autre côté se trouvant en oscillation rétrograde. Cette répartition des oscillations, qui nous est devenue tellement familière qu'elle s'établit d'elle-même à notre insu, ne contribue pas peu à la bonne tenue et au maintien de l'équilibre. Ainsi il se projette à la fois d'eux-mêmes, d'un côté une jambe, et de l'autre côté un bras, ce qui corrige les fautes qui pourraient, dans le mouvement du tronc, résulter de l'oscillation en avant de la jambe.

Ce qui caractérise la course, c'est qu'il n'y a jamais qu'une seule jambe qui touche terre, au lieu qu'à un certain moment, dans la marche, les deux extrémités inférieures se trouvent en contact avec le sol. Durant la course rapide, il y a même un instant où le corps ne s'appuie ni sur l'une ni sur l'autre, et demeure suspendu en l'air, en vertu du mouvement de projection qu'il a reçu.

La marche des Quadrupèdes a lieu, en général, d'après les mêmes principes que celle des Bipèdes; seulement elle présente un plus grand nombre de modifications relativement à la manière dont les animaux appuient sur le sol et à la succession ou à la simultanéité des actions de leurs membres. Certains animaux, comme les Singes, les Ours, etc., marchent sur la plante des pieds. Le tarse s'élève déjà chez les Marsupiaux. Les Digitigrades et les Carnivores ne s'appuient que sur les doigts seulement; les Chats marchent sur les deux dernières phalanges, les premières, ou les onguéales, étant rétractées par des ligamens élastiques. Les Cochons, les Solipèdes, les Ruminans ne prennent leur appui que sur la phalange onguéale; les Ruminans sur celles de deux orteils seulement, les autres n'atteignant pas jusqu'au sol; les Solipèdes sur une seule.

Le concours des quatre extrémités varie beaucoup dans la marche. C'est par les pattes de derrière et le déploiement de leurs articulations que la première impulsion est donnée au mouvement. Les pattes de devant servent principalement à



l'appui. Dans certains cas néanmoins, où ces dernières sont construites d'une manière défavorable à la marche, l'animal porte ses pattes antérieures en avant, et s'en sert pour tirer son corps. Tel est le cas des Paresseux.

Le *pas* se compose de quatre actions différentes, et les quatre jambes s'avancent l'une après l'autre dans un ordre déterminé <sup>a b</sup>/<sub>c d</sub>; d'abord *a*, puis *d*, ensuite *b*, et enfin *c*. Ainsi les jambes diagonales se portent en avant l'une après l'autre, et elles forment l'appui, tandis que le corps reçoit l'impulsion par le déploiement des articulations de la jambe postérieure restée en arrière. Pendant cette projection sur l'appui des jambes diagonales portées en avant, la jambe antérieure diagonale à celle de derrière qui fait archoutant se porte en avant, et celle-ci ne tarde pas à la suivre. Alors les membres diagonaux qui servaient d'appui changent de rôle avec les deux autres; la jambe de derrière sur laquelle l'animal s'appuyait est devenue la plus postérieure, et c'est elle qui pousse. Tel est le mode de progression le plus ordinaire tant chez les Mammifères que chez les Reptiles.

Dans l'*amble*, le corps repose alternativement sur les bipèdes latéraux, en sorte qu'il oscille d'un côté à l'autre. On observe cette marche chez les Poulains, chez les chevaux ruinés, et aussi chez la Girafe.

Le *trot* n'a que deux temps, à chacun desquels se soulèvent les deux jambes diagonales. C'est la marche accélérée ordinaire des Mammifères; on la rencontre aussi dans la classe des Reptiles, par exemple chez les Salamandres.

Le *galop* présente trois mouvemens. Le corps entier se soulève sur les jambes de derrière, dont l'effort le rejette en avant. Les jambes de devant se lèvent en deux temps, c'est-à-dire l'une après l'autre, de droite à gauche (galop à droite), ou de gauche à droite (galop à gauche), puis la partie postérieure du corps se détache du sol par le déploiement des arti-

culations, et les jambes de derrière sont portées en avant, etc. Plus les jambes de derrière sont hautes, plus l'animal, en les archoutant pour mouvoir le tronc en avant, est obligé de soulever la partie antérieure de son corps, afin que celui-ci ne tombe pas. C'est ce que sont forcés de faire, par exemple, les Lièvres et les Souris. Ces animaux marcheraient peu commodément à la manière des autres Quadrupèdes. Leur marche ressemble au temps du saut. Sur un sol plat, les Rongeurs avancent les pattes de devant, et tirent ensuite celles de derrière, sorte de mouvement dont les Grenouilles offrent aussi l'exemple.

Dans le *galop forcé*, il y a deux temps. Il diffère du galop simple, en ce que les jambes de devant se lèvent aussi en même temps l'une que l'autre.

Cuvier avait déjà fait remarquer que, dans les mouvemens des Mammifères, leurs articulations se fléchissent et s'étendent suivant des plans presque parallèles à la colonne vertébrale. Chez les Quadrupèdes ovipares, comme les Lézards et autres, les articulations du genou et du coude sont, au contraire, dirigées souvent fort en dehors, ce qui influe sur la position des pattes; de là vient qu'il est si facile de distinguer la trace de ces animaux de celle d'un Mammifère.

#### V. Saut (1).

Le saut est un déplacement ayant pour caractère que le corps demeure plus long-temps tout-à-fait détaché du sol. Il a lieu par l'extension de trois articulations qui, auparavant, se trouvaient fléchies en sens inverse les uns des autres, celles de la hanche, du genou et du pied. Avant le saut, l'animal s'appuie ou sur la plante entière du pied, ou sur les orteils seulement: dans le premier cas, la plante entière se

(1) TREVIRANUS, dans *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. IV, p. 87.