augmentée. Le déplacement communiqué au corps dans le sens vertical pendant les sauts de la course est, par la même raison, d'une valeur moindre que le déplacement correspondant de la marche. Tandis que dans la marche, en effet, l'oscillation verticale est de 3 centimètres environ, ce déplacement oscillatoire n'est guère que de 2 centimètres dans la course.

La *vitesse* de la course, c'est-à-dire la grandeur du déplacement (suivant l'horizontale) du centre de gravité du corps, dépend de la longueur des sauts de la course et de leur durée. Nous venons de dire que la longueur du saut pouvait être plus considérable que celle du pas ; c'est en partie pour cela que la course est une allure plus vive que la marche. Mais c'est surtout parce que les jambes oscillent *ensemble* que les sauts de la course sont plus précipités que les pas de la marche. Dans la marche la plus vive, l'intervalle qui sépare l'application sur le sol de chaque pied pris en particulier se compose, en effet, au minimum, de la durée nécessaire à deux transports successifs des membres inférieurs. Dans la course, ces transports s'opèrent en partie simultanément dans les deux membres. D'où il résulte que, dans un même intervalle de temps, l'homme peut exécuter un plus grand nombre de sauts qu'il n'aurait exécuté de pas.

Voici, résumées sous forme de tableau, quelques-unes des observations recueillies par MM. Weber frères relativement à la *durée* et à la *longueur* du pas de course dans leurs rapports avec la *vitesse de la course*, c'est-à-dire avec l'étendue du chemin parcouru.

DURÉE du pas de course, comptée en secondes.	LONGUEUR du pas de course, comptée en mètres.	VITESSE de la course par secondes, comptée en mètres.
0,247	1,753	6,660
0,268	1,542	5,745
0,293	1,284	4,383
0,301	1,209	4,021
0,314	1,138	3,623
0,319	1,018	3,194
0,326	0,934	2,862
0,317	0,819	2,584
0,303	0,718	2,367
0,304	0,610	2,003

On voit par ce tableau que la vitesse maximum du déplacement horizontal en une seconde peut être portée dans la course la plus rapide à $6^m,66$ par seconde, ce qui répond à 400 mètres par minute et 1 kilomètre pour 2 minutes et demie. Si une pareille vitesse pouvait être soutenue pendant longtemps, l'homme parcourrait en une heure 24 kilomètres ($400^m \times 60$).

Mais une course aussi précipitée n'est possible que pendant quelques secondes, ou quelques minutes. Avant même que la fatigue des muscles vienne faire obstacle au mouvement, l'homme éprouve un étouffement, des palpitations ou un point de côté, qui l'arrêtent forcément. Lorsque l'homme veut courir longtemps ou soutenir, comme l'on dit, une course de longue haleine, il règle la vitesse du déplacement de manière à parcourir, dans l'intervalle d'une heure, environ 12 kilomètres de distance (trois lieues). La course réglée, ou course de *résistance*, est celle des coureurs de profession, celle des pompiers qui vont à

l'incendie, etc. ; on la désigne souvent sous le nom de course *gymnastique*. Dans la course gymnastique, comme dans la course vive, le corps quitte complètement le sol, et exécute une série de sauts successifs. Mais les jambes sont moins fléchies que dans la course accélérée ; en conséquence, le centre de gravité du corps est placé moins bas, et le corps est aussi beaucoup moins incliné en avant. Il résulte de là que l'impulsion communiquée par le membre qui se détache du sol agit dans une direction moins oblique, et que le corps s'élève davantage à chaque saut dans la verticale. Ce que le saut gagne du côté de la verticale, il le perd suivant l'horizontale, et, par conséquent, suivant le sens du déplacement.

La projection exagérée du corps dans le sens vertical amène encore le ralentissement de la course d'une autre manière. Quand la jambe qui oscille se trouve dans la verticale qui passe par les têtes des fémurs, le corps a été soulevé en haut d'une quantité telle que cette jambe ne peut pas toucher terre en ce moment, parce que le corps n'a pas encore opéré son mouvement de descente. Quand le corps est descendu et que la jambe oscillante touche terre, cette jambe a dépassé la verticale qui passe par les têtes des fémurs ; elle a décrit par conséquent *plus* d'une demi-oscillation. La jambe qui touche terre, après avoir ainsi dépassé la verticale qui passe par les têtes des fémurs, ne supporte complètement le poids du corps que quand celui-ci vient, en vertu de sa vitesse acquise, se placer dans la verticale qui passe par les métatarsiens appliqués sur le sol. Pendant le temps qu'emploie le corps à venir se placer dans la verticale qui passe par la base de sustentation (métatarsiens appliqués au sol), le corps est, pour ainsi dire, encore suspendu en l'air, et il ne repose *franchement* sur la jambe qu'au moment où celle-ci peut lui servir d'appui résistant pour le saut suivant. Dans la course de *résistance*, le temps employé par les jambes à décrire le surplus d'une demi-oscillation, et l'augmentation du temps pendant lequel le pied repose sur le sol, concourent donc aussi au ralentissement de la course, lorsqu'on la compare à la course accélérée.

§ 246 *bis*.

Appareils explorateurs de la marche et de la course. — Les instruments employés dans ce genre de recherches ont été imaginés et successivement perfectionnés par M. Marey. Le cylindre tournant sur lequel s'inscrivent les espaces parcourus en fonctions du temps, a reçu le nom d'*odographe*.

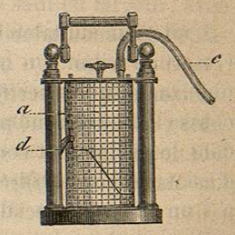

Fig. 166.
L'odographe (Marey).

L'odographe n'est qu'un compteur de petit volume. Il se compose d'un cylindre vertical *a* (Voy. fig. 166) de 10 centimètres de haut sur 5 centimètres de diamètre, tournant d'une manière uniforme et très lente sous l'action de rouages placés dans son intérieur. Ce cylindre est couvert d'un papier gradué millimétriquement. A sa surface se meut un style inscripteur *d* portant une plume chargée d'encre à la glycérine (qui ne se dessèche pas). En vertu d'une disposition mécanique spéciale, le style inscripteur une fois arrivé au sommet de sa course retombe à la partie inférieure du cylindre et recommence une ascension nouvelle. (Chaque millimètre parcouru sur

la circonférence du cylindre correspond par exemple à une minute et chaque millimètre répond à une réduction de mouvement connue).

Le cylindre de l'odographe est divisé en deux parties par un diaphragme intérieur. Le compartiment inférieur renferme le rouage d'horlogerie qui met en marche le cylindre. Le compartiment supérieur renferme l'appareil moteur du style. Ce compartiment supérieur communique avec une ampoule exploratrice par l'intermédiaire du tube *c*. A chaque compression de l'air contenu dans l'ampoule exploratrice (disposée comme nous l'allons voir) correspond dans le compartiment supérieur de l'odographe un mouvement en vertu duquel passe une dent d'*une roue* qui n'est que la tête d'une longue vis logée dans une des colonnes de l'instrument. Cette vis traverse un écrou qui porte le style inscripteur. A chaque tour de vis le style sera élevé de la hauteur d'un pas, soit 1/2 millimètre. Si la roue a 100 dents, il faudra 200 souffleries pour faire parcourir au style 1 millimètre. Quand l'écrou avec son style est arrivé en haut de la colonne, il retombe par son poids, s'embraye de nouveau et recommence une course nouvelle.

L'odographe peut être appliqué à l'inscription de la marche de toute espèce de véhicule, voiture ou wagon de chemin de fer. Pour l'utiliser comme appareil inscripteur de la translation d'un véhicule, on place sur le moyeu de la roue une came qui provoque à chaque tour un échappement, et chacun de ces échappements répond à un tour de roue, c'est-à-dire à une mesure connue.

Lorsqu'on utilise l'odographe aux recherches physiologiques, on lui imprime un mouvement de rotation très lent, à l'aide du mécanisme d'horlogerie qu'il contient.

Voici maintenant comment on actionne l'ampoule exploratrice. Utiliser à cet effet le gonflement des muscles de la cuisse au moment de leur contraction est chose difficile ; mieux vaut utiliser l'appui du pied sur le sol. M. Marey se servait d'abord de chaussures, dont les semelles, formées d'une épaisse couche de caoutchouc, contenaient dans leur épaisseur une petite chambre à air. Excellentes pour actionner l'odographe, ces chaussures sont incommodes pour la marche. Après diverses autres tentatives, voici la disposition à laquelle il s'est arrêté (Voy. fig. 167).

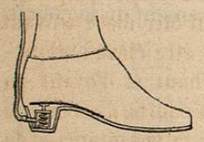

Fig. 167.
Chaussure destinée à actionner l'odographe (Marey).

L'intérieur du talon de la chaussure contient une caisse à air renfermant un ressort de laiton. Un bouton saillant à l'intérieur de la chaussure est placé sous une languette d'acier formant semelle. La pression du pied sur cette languette chasse l'air, à chaque pas, à travers un tube qui monte derrière le talon, s'engage dans le pantalon et communique avec l'odographe. On peut encore faire usage d'*une semelle à soufflet* pouvant se glisser dans toute chaussure et n'exigeant pas un appareil spécial.

Pour étudier plus particulièrement les *mouvements du pied* pendant la marche et pendant la course, M. Marey se sert de fils attachés aux pieds, et qui communiquent avec le compteur ou odographe. A l'aide d'une série de roues dentées, on réduit sur le compteur les mouvements qui sont trop étendus pour être inscrits avec leurs dimensions réelles ; on les réduit, par exemple, au centième. Les choses étant dans cet état, on fait parcourir au sujet en expérience

une même distance avec des allures différentes. Les tracés ainsi obtenus expriment tout ce qui est relatif au transport du pied dans la marche ; ils montrent le temps pendant lequel le pied est à l'appui et au levé, ainsi que les phases du mouvement.

Lorsqu'on se sert des semelles à soufflet pour mesurer les vitesses comparées des différentes allures, on obtient à l'aide de l'odographe deux tracés simultanés obtenus à l'aide d'appareils appliqués sous chaque pied. Les élévations et les abaissements des courbes alternent naturellement comme les mouvements des pieds eux-mêmes. La courbe, donnant les appuis et les relevés de chaque pied, indique le nombre des pas. Quant aux temps employés pour parcourir des espaces déterminés, ils se mesurent sur l'axe des abscisses de l'odographe.

L'examen des *tracés de l'odographe* apprend encore que :

Le pas de l'homme n'a pas l'uniformité des tours de roue d'un véhicule ;

Le pas s'*allonge* sur une bonne route et à la descente moyenne ;

Le pas se *raccourcit*, sur les terrains boueux, empierrés, sablonneux ou montants ;

Le pas humain est d'une remarquable égalité pour un même individu marchant sur une route semblable, dans les mêmes conditions de température. La distance parcourue en montée ou en descente étant comme 9 est à 10, on en peut conclure que chaque pas de montée est de un dixième plus court que chaque pas de descente.

§ 247.

Saut. — Le mouvement en vertu duquel le corps quitte terre dans la course constitue une première espèce de saut. Nous n'y reviendrons pas. Mais on peut sauter encore autrement. Les deux membres inférieurs reposant ensemble sur le sol peuvent *s'étendre ensemble*, et les pieds quitter le sol en même temps. Le corps projeté par la détente subite des deux membres peut être élevé suivant la verticale : c'est le saut vertical sur place. Le corps peut être élevé obliquement de bas en haut et d'arrière en avant, ou de bas en haut et d'avant en arrière, de manière à décrire une parabole ; parabole dont la courbe d'ascension est déterminée par l'impulsion des membres l'emportant sur la pesanteur, et la courbe de descente par la pesanteur l'emportant sur la force d'impulsion. Tel est le saut à pieds joints, en avant ou en arrière. Une autre manière de sauter, très connue aussi, est celle qu'on désigne sous le nom de saut en largeur, avec élan. Disons un mot sur le mécanisme particulier de ces divers modes de déplacement.

Lorsque le corps doit s'élever par un saut vertical sur place, les pieds se rapprochent et le corps se fléchit fortement dans toutes ses articulations. La jambe est fléchie sur le pied, la cuisse sur la jambe, le tronc sur la cuisse ; la colonne vertébrale elle-même exagère sa courbure antérieure. Le pied repose sur le sol par la tête des métatarsiens et les orteils.

Les choses étant en cet état, le corps se redresse brusquement dans toutes ses articulations, exactement comme une tige élastique qu'on presserait sur le sol par une de ses extrémités et qu'on abandonnerait ensuite à elle-même. La détente du corps réagit sur l'appui solide du sol et détermine un mouvement ascensionnel, capable de vaincre le poids du corps et de l'élever au-dessus de terre. L'impulsion communiquée au corps par la brusque extension des arti-

culations, et par le soulèvement rapide du pied, diminue à mesure que le corps s'élève; et, quand il est parvenu au plus haut point de sa course, il redescend par l'effet de la pesanteur. L'élévation à laquelle on peut ainsi porter le corps dépend de plusieurs conditions. Elle dépend du *poids* du corps, de l'*étendue* du redressement et de la rapidité avec laquelle le mouvement de redressement s'opère. Le degré de flexion du corps au moment préparatoire et le degré d'énergie de la contraction des extenseurs sont les principales conditions de l'élévation du saut, et expliquent les inégalités individuelles que présente ce mode de déplacement. L'étendue du redressement dépend, dans une certaine mesure, de la longueur des membres inférieurs. Plus les articles de ces membres ont de longueur, plus la valeur du redressement qui suit la flexion est considérable. La plupart des animaux sauteurs (non seulement parmi les vertébrés, mais encore parmi les insectes) sont remarquables par la longueur des membres postérieurs.

On conçoit aisément que le saut est plus facile sur un sol résistant que sur un sol humide ou mouvant. Au moment, en effet, où le corps se redresse en pressant le sol, une partie de l'effort de redressement se perd dans le sol, en le déprimant. Le saut est, au contraire, singulièrement favorisé par l'élasticité du plan sur lequel reposent les pieds, comme dans l'exercice du tremplin, par exemple. Alors, en effet, le ressort bandé par le poids du corps ajoute à l'impulsion communiquée par la détente des articulations l'impulsion due à son retour élastique, au moment où le corps l'abandonne.

Lorsqu'on veut sauter en large à pieds joints, on prend à peu près la même position que pour sauter en hauteur, c'est-à-dire que le corps se fléchit dans les articulations ; seulement la flexion du tronc sur le bassin est exagérée. Le pied repose sur le sol, soit par la plante entière, soit seulement par l'extrémité antérieure des métatarsiens et des phalanges. La flexion de la jambe sur le pied tend, il est vrai, à relever le talon, dans ce mode de progression comme dans les précédents ; la position à plat du pied sur le sol, avant le saut, ne peut donc être maintenue que par un certain effort, mais lorsque le corps repose sur la plante entière des pieds, le saut y gagne en étendue. Au moment où le corps quitte terre par l'extension subite du pied, la cuisse ne s'étend point sur la jambe, ni le corps sur le bassin, comme dans le saut vertical ; le corps reste, au contraire, fortement incliné en avant. En même temps, les bras sont violemment projetés dans le même sens. La résultante de l'effort d'extension du pied contre le sol se produit dès lors dans une direction oblique de bas en haut et d'arrière en avant.

Dans le saut en arrière, les membres inférieurs sont pareillement fléchis dans leurs articulations, ainsi que le bassin sur les cuisses; mais la colonne vertébrale est droite. Au moment du départ, le pied quitte le sol, non pas du talon vers la pointe, mais de la pointe vers le talon, tandis que la colonne vertébrale et la tête sont vivement rejetées en arrière. Ce mode de déplacement a beaucoup moins d'étendue que le précédent. En effet, il ne peut guère être secondé par les bras, et, de plus, les mouvements d'extension de la colonne vertébrale sont assez bornés.

Dans le saut en large avec élan, la vitesse acquise par le corps, au moment où il se détache du sol, s'ajoute à l'impulsion du saut lui-même, et augmente beaucoup l'étendue de l'espace franchi. Dans ce mode de déplacement, les pieds ne

sont pas sur la même ligne au moment où ils quittent la terre ; c'est le membre placé en arrière qui, en se détendant, détermine surtout le saut. Aussitôt que les pieds ont abandonné la terre, les membres inférieurs s'étendent vivement en avant, et les membres supérieurs sont projetés également dans le même sens. Le corps et aussi les membres qui font partie du corps étaient animés, au moment du saut, par une certaine quantité de mouvement ; cette projection des bras et des jambes augmente donc encore le résultat.

§ 248.

Du grimper. — Ce mode de déplacement nous donne avec les animaux une certaine ressemblance, attendu que les membres supérieurs prennent part à la progression. Quelquefois la part des membres supérieurs est aussi grande et même plus grande que celle des postérieurs.

Lorsque l'homme grimpe le long d'un plan incliné, il saisit avec ses mains les aspérités du sol, et tire à lui la partie inférieure du corps du côté des mains. Les membres inférieurs ne restent pas inactifs. Après s'être préalablement raccourcis et fixés au sol par les orteils, ils s'étendent et poussent ainsi le corps par en haut, tandis que les bras l'attirent.

Lorsque l'homme grimpe sur un arbre, les bras constituent d'ordinaire les principaux agents de l'ascension. Il commence, en effet, par saisir les branches avec les mains, ou par entourer le tronc avec les bras, puis le corps est attiré vers les mains ou vers les bras par la contraction des muscles de l'épaule. Quand ce mouvement est opéré, l'arbre est alors saisi entre les jambes et les cuisses ; le tronc se repose sur ce nouveau point d'appui, les mains et les bras sont reportés plus haut, se fixent, et attirent de nouveau le corps par en haut. L'exercice dont nous parlons est assez fatigant, parce que les muscles des bras et de l'épaule doivent à chaque instant supporter et élever la charge du corps. Les membres inférieurs, en se fixant dans les temps d'arrêt, constituent surtout des points d'appui et permettent aux membres supérieurs de se reporter plus haut. Rigoureusement, les membres inférieurs concourent cependant aussi à la progression ascensionnelle. Au moment, en effet, où les jambes embrassent solidement l'arbre, le bassin (et par conséquent le corps) se relève sur l'articulation du genou par l'extension de la cuisse. Lorsque l'arbre offre un grand diamètre, ce mouvement est peu sensible ; il l'est davantage sur un arbre de moyenne grosseur.

Le mode de déplacement de l'homme, dans le grimper, offre une grande analogie avec la progression des chenilles, celle des sangsues et celle de beaucoup d'animaux rampants, qui commencent par fixer une des extrémités de leur corps et qui attirent vers ce point les autres parties, ou bien les projettent en avant (Voy. § 350).

§ 249.

Natation. — La natation offre avec le saut une certaine analogie. Il y a cette différence, toutefois, que l'eau ne fournit pas aux membres qui se détendent la même solidité d'appui que le sol ; une partie de la force d'impulsion est perdue.

Le poids spécifique de l'homme l'emportant un peu sur celui de l'eau, il ne se maintient à la surface que par l'agitation du liquide. Lorsque l'homme est

sans mouvement, il tend à gagner le fond ; c'est ce qu'on peut facilement observer sur le cadavre [1]. La différence entre le poids du corps et celui du volume d'eau déplacé est assez faible. Dans les profondes inspirations, l'air contenu dans la poitrine diminue assez le poids spécifique du corps pour qu'il devienne plus léger que l'eau. L'homme n'a donc besoin que de faibles mouvements pour se maintenir à la surface du liquide, et ces mouvements ne sont même rigoureusement nécessaires qu'au moment de l'expiration. C'est ce dont on peut se convaincre en se renversant sur le dos, en inclinant la tête en arrière et en soulevant la poitrine vers le niveau de l'eau. Au moment de l'inspiration, on peut rester immobile, mais au moment de l'expiration il faut agiter les mains par un léger mouvement latéral et de haut en bas, pour ne pas descendre.

Lorsqu'on veut progresser dans l'eau, on peut se placer dans des situations diverses. Les positions qui conviennent le mieux à la natation sont celles dans lesquelles le corps est allongé plus ou moins horizontalement dans les couches supérieures du liquide. Il peut, d'ailleurs, être étendu soit sur le ventre, soit sur le dos. La natation sur le ventre est la plus commune. La natation sur le dos est plutôt une attitude de repos ; elle n'est pas comparable à la première pour la rapidité.

Lorsque l'homme placé sur le ventre veut s'avancer dans le liquide, il place d'abord ses membres dans la flexion ; les talons sont rapprochés du côté des fesses, la pointe des pieds tournée en dehors (position la plus naturelle de flexion) ; les mains, appliquées l'une contre l'autre par leurs faces palmaires, sont rapprochées en avant, à la partie antérieure de la poitrine. Alors, par un mouvement rapide, il étend ses membres, de manière à représenter une ligne rigide. Les pieds ont frappé l'eau par la face plantaire et aussi, mais plus obliquement, par la face postérieure des cuisses et la face antérieure des jambes ; le corps est poussé en avant ; les mains, en s'allongeant suivant leur tranche, ont présenté à l'eau le moindre obstacle possible au mouvement de progression. L'effort de progression a eu à vaincre la résistance offerte à la surface de la poitrine, dans la direction du mouvement ; la force déployée par les membres postérieurs a été en partie absorbée par la résistance incomplète du fluide. En résumé, cependant, l'impulsion produite par la détente des membres postérieurs, déduction faite des pertes, a été assez efficace pour faire progresser le corps dans l'eau.

Au mouvement d'extension succède le mouvement de flexion. Les cuisses et les pieds se replacent dans la position initiale ; mais, tandis que leur extension avait été brusque, leur flexion se fait avec une certaine lenteur, afin de ne pas frapper l'eau en sens opposé. Quant aux bras, ils se séparent pendant ce temps l'un de l'autre ; les mains se mettent à plat, et viennent, en décrivant un mouvement circulaire, se rejoindre sous la poitrine. Pendant ce deuxième temps de la natation, les membres antérieurs ne restent pas inutiles. Les mains, en effet, en décrivant leur courbe pour se rapprocher, pressant sur l'eau de haut en bas, et, en même temps, suivant une direction légèrement oblique en arrière, font l'office de véritables rames. De cette manière, le corps se trouve maintenu à la

[1] Les cadavres flottent souvent sur l'eau ; mais c'est là un effet de la putréfaction, qui tient au développement des *gaz* dans l'intérieur des cavités splanchniques. Ces gaz, augmentant le *volume* du corps sans augmenter son poids, diminuent par conséquent sa *pesanteur spécifique*.

surface du liquide, et l'impulsion communiquée au corps par les membres postérieurs est continuée.

Le mouvement de progression dans la natation sur le dos s'opère par l'extension rapide des membres postérieurs, qui frappent l'eau par la plante du pied, par la partie postérieure des cuisses et par la partie antérieure de la jambe. Pendant tout le temps de la natation, les mains, placées à plat sur les côtés du corps, exécutent de légers mouvements destinés à soutenir le tronc à la surface de l'eau. Souvent les bras, préalablement étendus à angle droit, sont rapprochés vivement sur les côtés du corps, en même temps que les membres postérieurs s'étendent, et contribuent à la progression. On rend ainsi ce mode de natation plus rapide qu'il ne l'est ordinairement ; mais il en résulte que, les mains ne faisant plus l'office de rames de soutien, la tête s'enfonce facilement au-dessous du niveau de l'eau, surtout quand l'impulsion des membres postérieurs se fait horizontalement, au lieu de se faire suivant une direction oblique de bas en haut.

§ 250.

Des mouvements dans la série animale. — Les mouvements des animaux dépendent, comme ceux de l'homme, de l'action des puissances musculaires sur des segments mobiles diversement disposés. Chez les animaux vertébrés, les segments mobiles sont des os ; mais, dans beaucoup d'animaux inférieurs, les parties sur lesquelles viennent se fixer les muscles sont des organes de diverse nature. Tantôt ce sont des leviers cornés ou testacés dont le squelette est intérieur ou extérieur aux puissances motrices, tantôt ce sont des anneaux, tantôt des appendices de diverse nature, tantôt le derme cutané lui-même. Les organes de locomotion sont d'ailleurs accommodés au milieu dans lequel l'animal est appelé à vivre. Quand il se meut sur le sol, il est généralement pourvu de membres plus ou moins nombreux et composés d'un nombre variable d'articles. Quand il se meut dans l'air, ses membres antérieurs sont souvent modifiés sous forme d'ailes (oiseaux), ou bien, tout en présentant un certain nombre de membres destinés à la locomotion terrestre, l'animal présente en outre, à la partie supérieure du corps, des appendices ailés qui n'ont plus leur analogue dans les animaux supérieurs (insectes). Quand l'animal se meut dans l'eau, ses membres profondément modifiés et réduits à la partie qui correspond aux phalanges des mammifères n'offrent plus que des rayons réunis par une membrane (nageoires des poissons). Enfin, beaucoup d'animaux qui vivent sur la terre ou dans l'eau, ou à la fois sur la terre et dans l'eau, n'ont pas de membres apparents et se meuvent par des mouvements de totalité, etc.

Station et progression des quadrupèdes. — La station des quadrupèdes est plus solide que celle de l'homme. Leur base de sustentation, représentée par le parallélogramme tracé entre les quatre points par lesquels ils touchent le sol, offre, en effet, une grande étendue (Voy. § 243). La station quadrupède n'est, pas plus que la station bipède, une attitude passive, et si l'animal la supporte plus longtemps que l'homme, elle détermine néanmoins la fatigue. Dans la station quadrupède, les muscles *extenseurs* des membres doivent, en effet, lutter par leur contraction contre le poids du corps, qui tend à fléchir les segments des membres dans leurs diverses articulations. Chez les quadrupèdes, comme chez l'homme, la contraction musculaire se trouve soulagée, au moment de la

sustentation, par certaines parties ligamenteuses sur lesquelles se répartit une portion de la charge. Tel est, entre autres, chez les solipèdes et chez les ruminants, l'appareil fibreux, très solide, désigné sous le nom de *ligament suspenseur du boulet*, ligament qui tend à prévenir la flexion de la région digitée sur le métacarpe dans les membres antérieurs, et sur le métatarse dans les membres postérieurs.

Le cheval offre, dans son mode de station, quelque chose d'analogue à la *station hanchée* de l'homme (Voy. § 243). Dans l'état le plus ordinaire, il ne repose *franchement* que sur trois pieds. L'un des membres postérieurs est légèrement fléchi et ne touche le sol que par la *pince*.

Les mouvements des quadrupèdes peuvent être, comme chez l'homme, distingués en mouvements sur place et en mouvements de locomotion. Parmi les premiers, on peut signaler l'attitude en vertu de laquelle les quadrupèdes se dressent momentanément sur leurs pieds de derrière. Ce mouvement, connu chez le cheval sous le nom de *cabrer*, se produit chez lui assez difficilement ; il est beaucoup plus facile chez le singe et chez l'ours, et, par l'éducation, on peut aussi accoutumer le chien à ce genre d'exercice. Cet exercice ne dure généralement que peu de temps. Chez le cheval, il est rare que le centre de gravité puisse se placer dans la verticale de la base de sustentation ; aussi a-t-il une tendance naturelle à retomber sur ses pieds de devant aussitôt que l'effort d'élévation est arrivé à ses dernières limites. Lorsque le redressement a été porté au point qu'il se trouve en équilibre sur les sabots de derrière, cet équilibre ne peut durer qu'un instant, parce que la masse du corps est si grande, par rapport à l'étroitesse de la base de sustentation, qu'il suffit d'un faible mouvement du tronc pour déplacer le centre de gravité. Aussi arrive-t-il très souvent alors que le moindre effort du cavalier décide la chute du cheval. Le chien, qui a moins de masse et qui écarte les pattes, le singe et l'ours, qui ont la plante du pied beaucoup plus étendue, peuvent rester plus longtemps dans cette position ; mais elle devient promptement plus fatigante pour eux, parce qu'ils n'ont point, comme l'homme, les muscles si puissants du mollet, qui s'opposent à la chute en avant. Lorsque l'animal quadrupède veut se dresser sur les pieds de derrière, il détache du sol la partie antérieure du corps par un mécanisme analogue à celui du saut (§ 247), c'est-à-dire qu'il étend les membres antérieurs par un mouvement brusque, accompagné d'une contraction violente des muscles des gouttières vertébrales. L'animal qui veut se dresser a besoin d'un moment de préparation, pendant lequel il fléchit préalablement les membres antérieurs dans leurs articulations, pour les étendre brusquement ensuite.

Le cheval, l'âne, le mulet, se dressent souvent sur leurs membres antérieurs par un mouvement opposé au précédent, comme, par exemple, dans la *ruade*. Mais ce mouvement d'élévation, accompagné d'une projection violente en arrière des membres postérieurs, est promptement suivi du retour au sol des membres soulevés, le centre de gravité de l'animal n'étant jamais porté aussi près de la verticale que dans le mouvement opposé. L'animal qui veut ruer commence par abaisser la tête et par incliner l'encolure, pour reporter autant que possible en avant le centre de gravité. Puis un mouvement rapide d'extension dans les muscles des membres postérieurs élève la croupe, tandis que les membres qui ont quitté le sol obéissent à leur extension maximum. Chacun

sait qu'en élevant la tête de l'animal, il a une grande difficulté à exécuter ce mouvement.

Dans les mouvements de *progression* des quadrupèdes, les jambes quittent alternativement le sol par des mouvements d'extension analogues à ceux de l'homme, et, comme chez lui, le membre qui a quitté la terre se dirige en avant dans un état de demi-flexion. Ajoutons que, dans la plupart des mouvements de progression, c'est principalement dans les membres postérieurs que se développe la puissance qui fait progresser le corps en avant.

Les allures du cheval ont été mieux étudiées que celles des autres quadrupèdes. Chacun sait que le cheval peut aller au pas, à l'amble, au trot ou au galop. L'allure la plus lente, le pas, et l'allure la plus rapide, le galop, sont communes à presque tous les animaux. Lorsque le cheval commence le *pas*, ses pieds se détachent du sol dans l'ordre suivant : le membre antérieur droit, je suppose, puis le postérieur gauche, l'antérieur gauche, le postérieur droit. Pendant tout le temps qu'il marche, il a toujours un pied en l'air et un pied sur le sol d'un même côté. Ce n'est qu'au moment où le cheval *entame* le pas que, partant d'abord d'un seul pied, il repose pendant un instant sur trois jambes. L'*amble*, ou le pas *relevé*, n'est qu'une sorte de pas précipité, caractérisé par le jeu alternatif des deux membres du même côté. A tous les moments de cette allure, le cheval a deux pieds levés et deux pieds à l'appui du même côté. Le *trot* est une allure dans laquelle deux membres, en diagonale, sont successivement et simultanément levés et appuyés. Le *galop* est l'allure la plus rapide du cheval ; c'est une succession de sauts dans lesquels le corps quitte tout à fait le sol pendant un temps variable. Le corps, qui retombe, fait entendre quatre ou trois battues, suivant que les pieds touchent le sol les uns après les autres, ou que deux d'entre eux le touchent simultanément. Dans les sauts du galop, comme dans tous les sauts auxquels peut se livrer le cheval, c'est par la détente des membres postérieurs qu'il se détache du sol. Dans l'allure du galop, le cheval peut atteindre à une grande vitesse : il n'est pas rare de rencontrer des bêtes de course qui font 4 kilomètres en cinq minutes.

Les allures du cheval peuvent être étudiées comme les allures de l'homme et figurées par des courbes à l'aide des appareils enregistreurs. La plupart des résultats obtenus à l'aide de ces méthodes nouvelles d'investigations ont confirmé les données recueillies depuis longtemps à l'aide des *empreintes* imprimées sur un sol détrempé. A l'aide de ces marques déposées (en quelque sorte *enregistrées*) sur le sol et qui accusent la succession des appuis des différents pieds de devant ou de derrière, on peut en effet juger de sa taille ; savoir quelle était son allure ; s'il allait au pas, au trot, à l'amble, au galop ; si cette allure était lente, moyenne, précipitée, régulière, etc. [1].

Les quadrupèdes, de même que l'homme, sont capables de se mouvoir dans l'eau ou de nager. La natation est chez eux plus facile que chez l'homme. D'une part, ils conservent dans l'eau leur position naturelle ; d'autre part, ils se

[1] M. Mathias Duval a récemment donné une représentation en quelque sorte animée des mouvements du cheval.

Une série de figures représente l'animal aux *divers moments* de la macrhe, une autre le représente aux *divers moments* du trot, une autre aux *divers moments* du galop.

En plaçant ces figures dans le *phénakisticope* et en imprimant à l'appareil des mouvements lents ou rapides, on peut se faire une très juste idée de la succession, de la durée et de l'enchaînement des *appuis* et des *relevés*, dans ces diverses allures.