

ment. Ces physiologistes ont également montré que le nerf buccal contient des filets vaso-dilatateurs et sécrétoires pour la glande de Nück et la muqueuse de la lèvre inférieure chez le chien. Le trijumeau renferme donc manifestement des fibres vaso-dilatatrices. D'autre part ECKARDT, en excitant le bout périphérique des *nerfs érecteurs* qui proviennent du plexus sacré et se rendent aux corps caverneux, a déterminé le gonflement des tissus érectiles de la verge, l'érection en un mot. Or, l'érection est due à une vaso-dilatation qui permet au sang d'affluer dans les mailles des corps caverneux et du corps spongieux de l'urètre. Les nerfs érecteurs sont donc de vrais nerfs vaso-dilatateurs. Enfin Hédon a indiqué que l'excitation du bout périphérique du nerf laryngé supérieur provoque la rubéfaction de la muqueuse du larynx et la sécrétion de ses glandes muqueuses.

Nous voyons par ces exemples que les nerfs vaso-dilatateurs sont contenus dans les branches des nerfs du système céphalo-rachidien : mais ce n'est pas à dire par là qu'ils ne puissent tirer leur origine du sympathique, tout comme les nerfs vaso-constricteurs, et il n'y a pas, au point de vue de la voie suivie, d'opposition formelle entre les vaso-constricteurs et les vaso-dilatateurs. Effectivement, DASTRE et MORAT ont trouvé que l'excitation du bout céphalique du sympathique cervical (qui, d'après ce qui a été dit plus haut, contient les filets vaso-constricteurs pour la tête) produit la vaso-dilatation bucco-faciale, tout comme l'excitation du maxillaire supérieur. Il en résulte que les filets vaso-dilatateurs bucco-faciaux du nerf maxillaire supérieur viennent de la moelle cervico-dorsale par l'intermédiaire des anastomoses qui unissent le sympathique cervical au trijumeau. Cette expérience démontre aussi qu'un même tronc nerveux, comme le cordon cervical du sympathique, peut contenir tout à la fois, et côte à côte, des filets vaso-constricteurs et des filets vaso-dilatateurs.

Par quel mécanisme se produit la dilatation vasculaire sous l'influence des nerfs vaso-dilatateurs ? La structure des vaisseaux ne permet pas de penser que cette vaso-dilatation soit active, car la disposition des fibres musculaires est telle que leur contraction ne peut que déterminer le resserrement vascu-

laire. Force est donc d'admettre que la dilatation est passive et due à la paralysie momentanée des fibres musculaires. Mais comment se fait-il que l'excitation de certains nerfs puisse amener cette paralysie ? Il n'y a qu'une interprétation plausible, c'est que ces nerfs agissent sur les vaisseaux par inhibition, de la même manière que le pneumogastrique agit sur le cœur. En fait, sur le trajet des nerfs vaso-moteurs, se trouvent des ganglions nerveux qui doivent jouer pour les vaisseaux le même rôle que les ganglions intracardiaques pour le cœur. A l'état normal, les petits vaisseaux sont dans un état d'équilibre ou de *tonus* qui leur fait conserver un certain calibre. Ce tonus vasculaire, dû à la tonicité des fibres musculaires lisses (voy. *Tonicité des muscles*, p. 427) est entretenu par les excitations qui émanent constamment des centres nerveux du bulbe et de la moelle, et aussi des ganglions du sympathique et des petits ganglions disséminés à la périphérie sur le trajet des nerfs vaso-moteurs. Or, l'effet de l'excitation des nerfs vaso-dilatateurs est de rompre ce tonus en développant dans ces centres nerveux une action inhibitoire ou d'interférence, d'où la dilatation des vaisseaux sous l'influence de la pression sanguine qui n'est plus contre-balancée par la réaction des parois vasculaires. Le fait que la vaso-dilatation obtenue par l'excitation des nerfs vaso-dilatateurs est plus considérable que celle qui suit la section des vaso-constricteurs, n'est pas un argument valable contre cette théorie ; car la section des vaso-constricteurs n'abolit pas complètement le tonus vasculaire qui reste encore soumis à l'influence des ganglions périphériques ; on conçoit donc que son action soit moins marquée que celle qui résulte de l'action inhibitoire des vaso-dilatateurs.

L'innervation vaso-motrice que nous venons d'étudier se rapporte aux vaisseaux sanguins. Mais les lymphatiques en ont aussi une semblable. P. BERT et LAFFONT ont vu les vaisseaux chylifères se resserrer sous l'influence de l'excitation des nerfs mésentériques, se dilater au contraire à la suite de l'irritation du splanchnique. CAMUS et GLEY ont montré également que l'excitation du bout périphérique du splanchnique exerce une action vaso-dilatatrice sur la *citerne* de PECQUET.



**2° Centres nerveux vaso-moteurs.** — La section transversale de la moelle dans la région dorsale paralyse les vaisseaux dans la partie du corps située au-dessous de la section, en particulier dans les membres inférieurs qui, en raison de la dilatation vasculaire, s'échauffent de quelques degrés. La section de la moelle a donc séparé un certain nombre de nerfs vaso-moteurs de leurs centres ; la dilatation vasculaire est d'autant plus étendue que les sections de la moelle sont faites plus haut, et elle se généralise à tous les vaisseaux du corps lorsqu'on sectionne le bulbe. Si l'on prend en même temps la pression sanguine dans une grosse artère, on constate qu'elle baisse progressivement, à la suite de ces sections, jusqu'à un minimum qu'elle atteint par la section sous-bulbaire ; c'est qu'en effet, le relâchement des petits vaisseaux, en diminuant la résistance à l'écoulement du sang, a pour conséquence une diminution de pression en amont des capillaires, d'après les conditions d'hydraulique circulatoire que nous avons précédemment exposées. Inversement, en excitant le bout périphérique de la moelle coupée, on détermine une constriction énergique des petits vaisseaux, et la pression sanguine tend à se rétablir à son niveau primitif.

Il découle de ces expériences que le bulbe tient sous sa dépendance le tonus vasculaire et qu'il renferme le centre vaso-moteur. Toutefois l'hypothèse de LUDWIG, SCHIFF, etc., d'un centre vaso-moteur unique siégeant dans le bulbe, paraît être trop exclusive ; en effet, les expériences de VULPIAN et de GOLTZ montrent que si, après avoir pratiqué la section sous-bulbaire et noté la chute de pression sanguine et l'élévation de température des membres occasionnées par cette lésion, on vient à sectionner la moelle au-dessous, il survient encore une légère baisse de pression artérielle et une nouvelle élévation de la température des membres. C'est donc que la moelle contient aussi des centres vaso-moteurs, car si ces centres siégeaient seulement dans le bulbe, il est clair que le maximum d'effet sur la pression et la température serait obtenu d'emblée par la section sous-bulbaire. Il y a donc dans tout l'axe bulbo-médullaire des centres vaso-moteurs échelonnés ; toutefois le centre principal se trouve dans le bulbe.

Les nerfs vaso-moteurs sortent de la moelle par les racines antérieures, par conséquent avec les autres fibres motrices.

Les ganglions du sympathique peuvent aussi jouer le rôle de centres vaso-moteurs : chez la grenouille après la destruction du myélocéphale, l'ablation du ganglion cervical supérieur détermine encore la rubéfaction de la moitié correspondante de la langue.

**2° Réflexes vaso-moteurs.** — A l'état physiologique, l'appareil vasomoteur fonctionne par le mécanisme des actions réflexes. Pour en être convaincu, il suffit d'observer que nos tissus rougissent ou pâlisent à chaque instant sous l'influence de diverses excitations du système nerveux. Il y a des réflexes vaso-constricteurs et des réflexes vaso-dilatateurs.

a. *Réflexes vaso-constricteurs.* — L'excitation d'un nerf sensible, par exemple du bout central du nerf sciatique, détermine une élévation considérable de la pression sanguine, par suite de la constriction plus ou moins généralisée des petits vaisseaux (fig. 79). Voilà donc un exemple de réflexe vaso-constricteur. Le même effet est obtenu par l'application du froid sur la peau.

Si l'on plonge une main dans de l'eau glacée, un thermomètre tenu de l'autre main accuse immédiatement un léger abaissement de température (expérience de BROWN-SÉQUARD et THOLOZAN) ; ce refroidissement si rapide s'explique par une vaso-constriction réflexe des petits vaisseaux de la main qui tient le thermomètre.

Le point de départ des réflexes vaso-constricteurs peut être aussi dans les centres nerveux ; on n'ignore pas que, sous l'influence d'émotions violentes, le visage pâlit. D'autres émotions comme la honte, provoquent au contraire la rougeur du visage en déterminant un réflexe vaso-dilatateur.

b. *Réflexes vaso-dilatateurs.* — Lorsque les glandes fonctionnent, nous savons qu'elles deviennent rouges et que la circulation y est plus active ; cette dilatation vasculaire se produit par action réflexe, tout comme la sécrétion. La rougeur des muqueuses qui apparaît dans les différentes parties du tube digestif au moment où les aliments arrivent à leur contact, est



aussi le résultat de réflexes vaso-dilatateurs. Mais le type de ces réflexes se trouve dans la vaso-dilatation obtenue par l'excitation du *nerf déresseur* ou nerf de Cyon. Ce nerf confondu avec le pneumogastrique chez la plupart des animaux, en est distinct chez d'autres (lapin, chat), et forme un petit filet qui côtoie le sympathique au cou (voy. fig. 78) et se rattache par

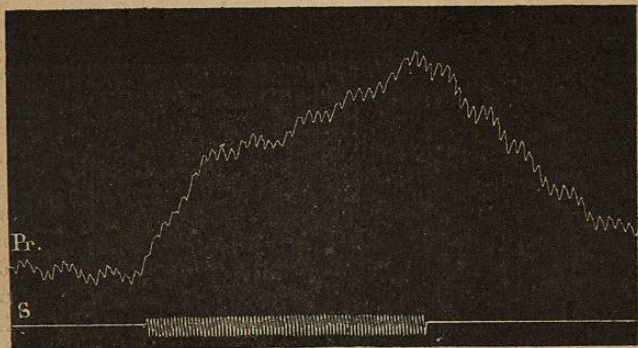


Fig. 79.

Élévation de la pression sanguine par vaso-constriction, sous l'influence de l'excitation du bout central du nerf sciatique, chez un chien curarisé.

Pr, pression carotidienne inscrite avec le manomètre métallique de Marey.  
S, signal électrique.

deux racines au pneumogastrique et au laryngé supérieur. C'est un nerf sensitif du cœur; l'excitation de son bout périphérique ou cardiaque ne produit rien, mais, ainsi que Cyon l'a découvert, l'irritation de son bout central est suivie d'une chute considérable de la pression sanguine (atteignant 5 à 6 centimètres de Hg, fig. 80). Cette dépression sanguine est due principalement à la vaso-dilatation réflexe des vaisseaux abdominaux: elle est empêchée en effet par la section préalable des nerfs splanchniques. Le nerf déresseur à l'état physiologique transmet donc au bulbe des impressions venant du cœur, et le bulbe réagit

en exerçant une action inhibitoire sur les centres nerveux qui tiennent sous leur dépendance le tonus vasculaire. Lorsque le cœur est soumis à une réplétion sanguine trop forte, sa sensibilité mise en jeu intervient pour dilater par action réflexe les petits vaisseaux et diminuer la résistance des capillaires; le nerf de Cyon remplit de la sorte un rôle très important dans la

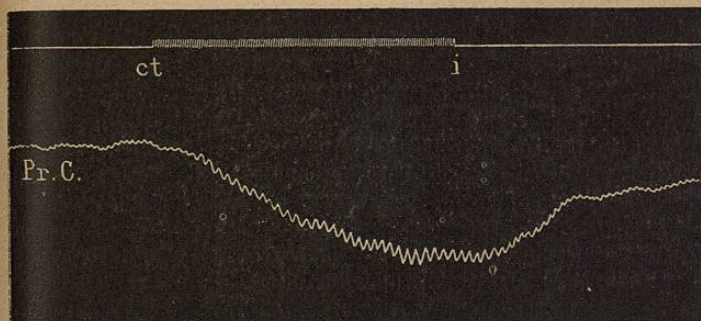


Fig. 80.

Chute de la pression sanguine et ralentissement des battements du cœur par l'excitation du nerf déresseur de *ct* à *i*.

régulation de la pression sanguine. En même temps que la pression s'abaisse sous l'action du nerf déresseur, le cœur ralentit aussi ses battements; il y a donc en outre excitation réflexe des centres frénateurs cardiaques; mais ce second phénomène, bien qu'il concoure au même résultat que le premier, en est indépendant, et on peut l'éliminer par la section des nerfs pneumogastriques sans empêcher l'abaissement de la tension sanguine à la suite de l'excitation du déresseur (fig. 81).

Nous pouvons citer encore d'autres exemples de réflexes vaso-dilatateurs à effet local: la dilatation des vaisseaux de l'oreille sous l'influence de l'excitation du bout central du nerf auriculaire, branche du plexus cervical; la dilatation de l'artère saphène par l'excitation du bout central du nerf péronier, chez



le lapin (réflexe de LOVEN) ; et à l'état pathologique, les rougeurs de la peau avec inflammation (érythème) qui s'observent à la suite d'excitations de nature diverse (coup de soleil, action de la lumière électrique, etc.). Il semble d'ailleurs que tout tronc nerveux contienne des fibres sensibles capables de déterminer la vaso-dilatation par action réflexe, à côté de celles qui provoquent le réflexe vaso-constricteur. On peut les mettre en

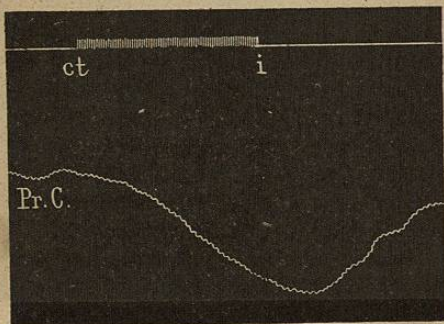


Fig. 81.

Chute de pression sanguine sans ralentissement des battements du cœur par l'excitation du nerf dépresseur, les pneumogastriques ayant été coupés au préalable.

évidence par un artifice expérimental, en paralysant par exemple les fibres qui produisent le réflexe vaso-constricteur. Ainsi HOWELL a montré que l'excitation du bout central du sciatique refroidi amène une chute de pression par vaso-dilatation. Or, comme on se le rappelle, c'est toujours une élévation de pression par vaso-constriction que l'on obtient par l'excitation du sciatique normal.

**4° Nerfs vaso-sensibles.** — Les petits vaisseaux doivent contenir, outre leurs fibres nerveuses motrices, des fibres sensibles (nerfs centripètes) dont l'excitation peut être le point de départ de réflexes cardiaques ou vasculaires. Ainsi HÉGER a pu

provoquer ces réflexes par l'irritation de la paroi interne des vaisseaux par le nitrate d'argent, la nicotine, etc. D'autre part, DELEZENNE a donné une démonstration élégante de l'existence de ces nerfs vaso-sensibles : sur un chien A une des pattes postérieures est amputée circulairement, sauf toutefois le nerf sciatique, de telle sorte que les deux tronçons du membre ne soient plus reliés entre eux que par ce nerf ; on abouche alors les vaisseaux fémoraux (artère et veine) de la patte coupée avec les bouts centraux des vaisseaux fémoraux d'un autre chien B. De la sorte le membre amputé appartient à A pour l'innervation, à B pour l'irrigation sanguine. Vient-on maintenant à provoquer d'une manière quelconque une élévation de pression sanguine chez B (par l'excitation d'un nerf sensible par exemple), alors on voit aussi la pression carotidienne s'élever chez A. Ce résultat ne peut s'interpréter que par l'excitation des fibres nerveuses sensibles des vaisseaux de l'extrémité isolée, sous l'influence de la distension de ces vaisseaux causée par l'augmentation de la pression sanguine.

**5° Rôle des vaso-moteurs.** — Les vaso-moteurs règlent les circulations locales ; de même que les robinets placés sur différents points d'une canalisation permettent de régler l'écoulement d'un liquide, de même les vaso-moteurs ont pour fonction de rétrécir ou élargir le calibre des vaisseaux, de façon à fournir à chaque organe la quantité de sang qui lui est nécessaire suivant ses besoins. Lorsqu'un organe fonctionne, il doit recevoir plus de sang ; alors ses capillaires se dilatent, la pression sanguine augmente dans les artérioles et les veinules relâchées, tandis qu'elle baisse au contraire dans les grosses artères afférentes ; c'est ce qui se produit quand on lève la vanne d'une écluse barrant un cours d'eau. Inversement, lorsque l'organe est au repos, le calibre de ses vaisseaux se rétrécit, et la pression sanguine augmente dans les artères afférentes et diminue dans les veines.

Or, les organes ne fonctionnent pas tous à la fois avec la même activité, et tandis que les uns sont richement vascularisés, les autres sont plus ou moins anémiés ; il en résulte qu'il



existe un continuel *balancement* entre les circulations locales, et que la répartition de la masse du sang dans l'ensemble du système circulatoire varie constamment. C'est ce que Mosso démontre d'une façon très saisissante en plaçant un homme étendu sur une planche faisant l'office d'un fléau de balance : l'équilibre une fois obtenu, on constate qu'il est rompu très fréquemment, et que c'est tantôt la tête, tantôt les pieds qui l'emportent. Ce phénomène provient du déplacement du centre de gravité par suite des variations dans la répartition de la masse sanguine, sous l'influence de divers états de l'organisme (veille, sommeil entre autres) ou sous l'action de diverses excitations morales ou physiques.

Ce balancement entre les circulations locales est aussi évident quand on envisage les rapports qui relient la circulation des organes profonds à celle de la peau. Tantôt le sang afflue à la périphérie dans les capillaires de la peau, diminuant d'autant la masse sanguine des gros vaisseaux et organes splanchniques, tantôt il reflue par suite du resserrement des vaisseaux cutanés dans les organes internes en les congestionnant. C'est précisément par ce procédé que les vaso-moteurs constituent, comme nous le verrons plus loin, un important appareil de régulation thermique. Le dicton populaire « main froide, cœur chaud », pris au sens absolu, a du vrai.

Les vaso-moteurs jouent aussi un rôle important dans les phénomènes pathologiques. La rougeur, la chaleur, le gonflement des tissus dans l'inflammation, ne sont-ils pas le résultat d'actions vaso-motrices ? Les congestions des différents organes, l'œdème peuvent être liés aussi à des troubles vaso-moteurs. RANVIER a montré l'influence que la paralysie des vaisseaux exerce sur la production de l'œdème. Si on lie la veine fémorale chez un animal, la stase veineuse occasionne l'œdème de la patte ; mais cet œdème est beaucoup plus accentué si l'on coupe de plus le nerf sciatique. Dans d'autres cas, il se produit au contraire un resserrement anormal des petits vaisseaux sous l'action exagérée des vaso-constricteurs, d'où l'anémie des tissus pouvant aller jusqu'à troubler leur nutrition (asphyxie locale).

#### CHAPITRE IV

### RESPIRATION

Tous les êtres vivants respirent, c'est-à-dire consomment de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique. Chez les animaux inférieurs, les tissus puisent directement l'oxygène dans le milieu ambiant ; mais chez les êtres plus élevés en organisation, les échanges gazeux se font par l'intermédiaire du milieu intérieur, par le sang qui porte l'oxygène aux éléments anatomiques et reçoit les produits de combustion. L'absorption de l'oxygène par le sang et l'exhalation de  $\text{CO}_2$  se font au niveau des organes qui constituent l'appareil respiratoire : branchies chez les animaux aquatiques, trachées et poumons chez les animaux aériens. On distingue ainsi trois sortes de respirations : la respiration branchiale dans laquelle les échanges gazeux se font au moyen d'expansions vasculaires flottant dans l'eau, comme chez les poissons ; la respiration trachéale dans laquelle l'air est distribué dans tout le corps de l'animal par des tubes ramifiés ou trachées, comme chez les insectes, et la respiration pulmonaire dans laquelle l'air est introduit, par un mécanisme spécial, dans des sacs membraneux richement vascularisés ou poumons. Cette dernière, qui est propre aux animaux supérieurs et à l'homme, est la seule qui nous intéresse.

Le poumon peut être comparé à un sac en communication avec l'air extérieur par un tube (bronche et trachée). La cavité de ce sac est plus ou moins divisée par des cloisons qui en augmentent notablement la surface intérieure. Tel est le poumon très simple des reptiles, de la grenouille. Mais chez les