

dans ses cloisons, de manière à former un réseau capillaire autour des faisceaux primitifs.

2° Nerfs crâniens. — Les nerfs crâniens ne diffèrent pas des nerfs rachidiens, quant à la structure du tronc nerveux et à leur terminaison. Mais ils en diffèrent par l'origine, et, comme nous le verrons plus tard, par leurs fonctions. Nous verrons, en effet, qu'au lieu de former seulement des nerfs mixtes, comme les nerfs rachidiens, ils constituent tantôt des nerfs sensoriels, tantôt des nerfs moteurs, et tantôt des nerfs mixtes.

Origine des nerfs crâniens. — Leur origine n'est pas régulière comme celle des nerfs rachidiens. On les voit émerger de la surface de l'encéphale en des points différents pour chaque nerf : *origine apparente*. Mais on peut suivre les fibres de ces nerfs à travers la substance nerveuse, jusqu'à l'axe gris cérébro-spinal, où ils prennent naissance sur des groupes de cellules, ou *noyaux des nerfs*, (*origine réelle* des nerfs crâniens). Ces noyaux, dont l'existence a été démontrée par Stilling, font partie, pour les nerfs moteurs, des *centres réflexes* du nerf moteur correspondant. (Voy. *Mouvements réflexes*.)

§ 4. — Les ganglions nerveux.

Les *ganglions nerveux* sont des renflements de couleur grisâtre situés sur le trajet des nerfs. En général, ils se rencontrent sur le trajet des nerfs sensitifs (racines postérieures des nerfs rachidiens, racine sensitive du trijumeau). On en rencontre sur le trajet des nerfs mixtes (glosso-pharyngien et pneumogastrique); on en a signalé quelquefois sur des nerfs moteurs. Le grand sympathique en renferme une quantité considérable.

Les cellules nerveuses des ganglions sont en général bipolaires, parce qu'elles sont situées sur le trajet d'une fibre nerveuse dont la gaine se continue avec l'enveloppe de la cellule.

Quelques cellules ganglionnaires donnent naissance à des fibres qui se portent vers la terminaison du nerf, de sorte qu'elles représentent un centre pour ces fibres. On comprend donc que les fibres qui sortent du ganglion peuvent être plus nombreuses que celles qui y pénètrent.

Le névrilème et ses cloisons se comportent sur le ganglion comme

sur le nerf; il en est de même des vaisseaux, dont les capillaires passent entre les cellules nerveuses.

Le volume du ganglion tient uniquement à l'agglomération des cellules et à leur nombre.

CHAPITRE DEUXIÈME

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE DES NERFS

§ 1. — Fibres motrices et fibres sensitives.

Laissant de côté les nerfs sensoriels, on peut dire que tous les nerfs cérébro-spinaux sont formés de fibres sensitives et de fibres motrices.

Cinq nerfs crâniens sur douze (3^e, 4^e, 6^e, 7^e, 12^e paires) sont exclusivement formés, à leur origine, de fibres motrices; les autres sont un mélange en proportions indéterminées de fibres sensitives et de fibres motrices (9^e, 10^e, 11^e paires).

La 5^e paire est également formée de fibres sensitives et de fibres motrices, mais ces fibres ne sont pas mélangées à l'origine du nerf; les motrices forment la petite racine, complètement séparée de la grosse racine, qui est exclusivement sensitive.

Les racines postérieures des nerfs rachidiens ne renferment que des fibres sensitives, et quelques fibres du grand sympathique. Les racines antérieures de ces mêmes nerfs sont formées de fibres motrices, mais elles renferment quelques fibres sensitives récurrentes. Après la réunion des racines antérieures et postérieures, le tronc du nerf rachidien constitue un nerf mixte, renfermant à proportions sensiblement égales des fibres sensitives et des fibres motrices.

§ 2. — Excitation des nerfs.

Les excitations de tout genre portées sur les nerfs mettent en jeu leurs propriétés. Si l'on excite un *nerf sensitif*, ou les racines

postérieures des nerfs rachidiens, on provoque de la *douleur*. Si l'excitation porte sur un *nerf moteur*, ou sur les racines antérieures des nerfs rachidiens, on produit des *contractions musculaires* dans les muscles auxquels se rendent ce nerf moteur ou ces racines.

Dans le premier cas, la douleur est transmise aux centres nerveux par les fibres sensibles dans lesquelles l'excitation a déterminé la formation d'un *courant nerveux* ou *influx nerveux*, dit *courant centripète*, parce qu'il va de la périphérie au centre. Dans le second, l'excitation a déterminé également la formation d'un courant nerveux, allant en sens inverse du précédent, c'est-à-dire du centre à la périphérie, et appelé pour cela *courant centrifuge*. On donne quelquefois, par extension, le nom de *fibres centripètes* aux fibres sensibles, et celui de *fibres centrifuges* aux fibres motrices. On a l'habitude de dire courant nerveux; nous verrons bientôt que ce prétendu courant n'est qu'une vibration des nerfs.

§ 3. — Influx nerveux. — Courant nerveux.

L'influx nerveux de nos jours correspond aux *esprits animaux* des anciens.

Naturellement, si l'excitation porte sur un *nerf mixte*, on provoquera en même temps de la *douleur* et des *contractions musculaires*, puisqu'on agit en même temps sur des fibres sensibles et sur des fibres motrices.

Les fibres nerveuses sont des organes conducteurs. — Les fibres nerveuses sont donc des *conducteurs* des impressions senties dans les parties sensibles et de l'incitation motrice qui prend normalement sa source dans les centres nerveux.

Preuves de l'existence du courant nerveux. — Pour prouver que le courant nerveux a bien la direction que nous avons indiquée, on peut avoir recours à l'expérience suivante :

Divisez un nerf moteur (dans lequel le courant est centrifuge), l'animal n'aura plus le pouvoir de contracter les muscles auxquels ce nerf se distribue, parce que le courant moteur est interrompu au niveau de la section. Sur ce même nerf, excitez le *bout central*, c'est-à-dire celui qui tient encore aux centres nerveux, vous n'obtiendrez rien, ni douleur, ni contractions musculaires, parce que

vous agissez sur des fibres motrices, dont le courant est centrifuge. Mais si vous excitez le nerf de l'autre côté de la division, c'est-à-dire le *bout périphérique*, vous provoquerez des contractions violentes dans les muscles qui reçoivent ce nerf.

Divisez au contraire un nerf sensitif, nerf à courant centripète; vous pourrez piquer, pincer, broyer, irriter de toutes les manières les parties sensibles auxquelles se rend ce nerf, l'animal n'éprouvera aucune douleur; il n'en ressentira pas davantage si vous excitez le bout périphérique au niveau de la section, parce que le courant centripète est interrompu. Mais si vous pincez l'extrémité du bout central, vous serez averti par le cri de l'animal que la douleur a été transmise aux centres nerveux.

Nature du courant nerveux. — Le courant nerveux n'est autre chose qu'une vibration moléculaire qui se propage insensiblement le long du nerf, vibration centripète pour les nerfs sensitifs, centrifuge pour les nerfs moteurs. On a mesuré la vitesse avec laquelle se propagent les excitations nerveuses. Helmholtz est le premier qui ait donné des indications précises sur ce point dont se sont occupés d'autres savants : du Bois-Reymond, Marey, etc. On a calculé d'une manière précise que la vitesse du courant nerveux, dans les nerfs sensitifs comme dans les nerfs moteurs, peut être évaluée d'une manière générale à 30 mètres par seconde; ce chiffre varie selon les nerfs sur lesquels on expérimente (Chauveau).

Il est difficile de comparer le courant nerveux au courant électrique, lorsqu'on sait que la vitesse de l'électricité est de plus de 50 millions de mètres par seconde. La chaleur accélère légèrement la vitesse du courant nerveux, et le froid, de même que la fatigue musculaire, la ralentit.

§ 4. — Les fibres sensitives et les fibres motrices ont la même structure.

Les nerfs moteurs et les nerfs sensitifs n'offrent aucune différence anatomique, si ce n'est que les nerfs sensitifs présentent sur leur trajet des ganglions nerveux. Les fibres sensitives et les fibres motrices ont la même structure. Nous devons ajouter que les fibres des nerfs sensitifs sont, d'une manière générale, plus minces que celles des nerfs moteurs. On ne sait pas encore le rôle que

jouent les ganglions nerveux au point de vue de la sensibilité, on ne connaît que leur action *trophique* sur les nerfs.

Les phénomènes électriques sont les mêmes dans les fibres motrices et sensitives. Les agents toxiques agissent de la même manière sur les unes et sur les autres. Les unes et les autres sont soumises aux mêmes lois de la dégénérescence atrophique lorsqu'elles sont séparées de leur centre trophique.

§ 5. — Identité physiologique des fibres sensitives et des fibres motrices.

Vulpian et Philipeaux, se basant sur ces analogies entre les fibres sensitives et les fibres motrices, ont pensé qu'on pourrait, par des soudures, transformer un nerf moteur en nerf sensitif, et *vice versa*. Ils ont pleinement réussi. Réunissant le bout périphérique du grand hypoglosse au bout central du lingual et du pneumogastrique et excitant le bout central après cicatrisation, ils obtiennent des mouvements de la langue; donc les fibres du lingual et du pneumogastrique sont devenues fibres motrices. Ils ont fait l'expérience inverse: soudant le bout central de l'hypoglosse au bout périphérique du lingual, ils ont obtenu, après cicatrisation, des douleurs en pinçant le bout du lingual, douleurs transmises par la partie centrale de l'hypoglosse. Ces expériences sont concluantes, mais les auteurs cités, craignant de donner pour certaine une expérience indécise, pensent qu'on peut contester à cette dernière toute sa valeur, à cause de la présence des fibres sensitives récurrentes dans le bout central de l'hypoglosse.

§ 6. — Excitabilité des fibres nerveuses.

On donne le nom d'*excitabilité nerveuse* à la propriété qu'ont les nerfs de fonctionner sous l'influence des excitants. Dans l'expérience que nous avons citée plus haut, nous avons vu la preuve de l'excitabilité des nerfs en provoquant des contractions musculaires par l'excitation du *bout périphérique* du nerf moteur, et des douleurs par l'excitation du *bout central* du nerf sensitif. L'excitabilité des fibres nerveuses est appelée par Lewes et Vulpian *neurilité*, mais nous nous servons de l'expression plus simple d'*excitabilité*. L'étude de la physiologie des nerfs est assez compli-

quée par elle-même pour que nous cherchions à en simplifier, le plus possible, les termes.

Les fibres sont conductrices et excitables. — On voit d'après ce qui précède que les nerfs ne sont pas seulement des *conducteurs*, mais qu'ils sont, en outre, *excitables*.

Motricité. — La propriété qu'ont les nerfs moteurs de provoquer la contraction musculaire, sous l'influence des excitations, a été appelée *force nerveuse* (Haller), *motricité* (Flourens), expression adoptée.

Excito-motricité. — La propriété qu'ont les fibres nerveuses de mettre en jeu l'activité des centres nerveux pour produire des mouvements réflexes sous l'influence des excitations porte le nom d'*excito-motricité*, de *pouvoir excito-moteur*, et l'excitation s'appelle *irritation excito-motrice*.

L'excitabilité est une propriété de la fibre nerveuse. — Il ne faudrait pas croire que l'excitabilité des nerfs soit une émanation des centres nerveux; c'est une propriété de la fibre nerveuse, comme la contractilité est une propriété de la fibre musculaire.

Preuve. — Si elle prenait sa source dans les centres nerveux, il ne serait pas possible de produire l'excitabilité du bout périphérique d'un nerf moteur divisé.

Direction du courant nerveux. — La direction du courant ne tient pas à la nature des fibres nerveuses, mais aux connexions de ces fibres. On peut changer la direction du courant nerveux. M. Bert écorche l'extrémité de la queue d'un rat et la greffe sous la peau du dos de cet animal, puis il la coupe à sa base, de sorte que le rat porte sa queue sur le dos. Au bout de plusieurs mois, cette queue est redevenue sensible, et l'excitation des fibres sensitives se fait de la base libre au sommet soudé de la queue, contrairement à ce qui avait lieu autrefois.

Les expériences de Vulpian et de Philipeaux, sur la soudure du bout central du lingual et du bout périphérique de l'hypoglosse, prouvent de plus: qu'une même fibre peut être en même temps le siège d'un courant centripète et d'un courant centrifuge. En effet, lorsqu'on excite le nerf résultant de la soudure du bout central du lingual avec le bout périphérique du grand hypoglosse, on détermine *simultanément* des mouvements de la langue par l'extrémité périphérique et de la douleur par l'extrémité centrale.

Particularités de l'excitabilité.— 1^o Lorsqu'un nerf sen-

sitif, ou mixte, est excité sur un point quelconque de son trajet, le sujet rapporte toujours l'excitation à l'extrémité périphérique du nerf. C'est ce qui explique pourquoi les amputés se plaignent quelquefois d'une douleur à une main ou à un pied qui n'existe plus.

2° Les nerfs ne sont plus excitables entre le point de section et le point où ils ont été comprimés par une pince. De même, une ligature sur un nerf moteur rend ce nerf inexcitable au-dessus de la ligature, c'est-à-dire entre l'origine du nerf et la ligature, mais il reste excitable au-dessous.

3° L'excitabilité est augmentée sur le bout périphérique des nerfs, par la section même du nerf. Elle est augmentée encore, mais faiblement, par la simple mise à nu du nerf. La strychnine portée dans la circulation l'augmente considérablement, au point que le contact d'un cheveu ou l'action de souffler sur la peau provoquent des convulsions. Elle est diminuée par l'action du bromure de potassium.

4° Les excitations répétées finissent par épuiser l'excitabilité des nerfs; celle-ci ne revient que lorsque le nerf s'est reposé pendant un certain temps.

5° L'excitabilité des fibres nerveuses persiste plus longtemps après la mort chez les animaux à sang froid; c'est pour cette raison qu'on emploie si utilement ces animaux dans les expériences. Voici quelques particularités remarquables des fibres nerveuses chez les animaux à sang froid: 1° leur excitabilité se conserve plus longtemps lorsque la température est froide; 2° lorsque la température s'abaisse et que la circulation se ralentit, l'activité des phénomènes nerveux diminue; elle augmente dans les conditions opposées; 3° après la mort, l'excitabilité des fibres nerveuses disparaît d'autant plus vite qu'elle était plus intense pendant la vie.

Action des métaux sur les fibres sensibles. — Voici un phénomène bien curieux, relativement à l'action des métaux sur l'excitabilité des extrémités terminales des fibres sensibles, et découvert en 1849 par Burq, à Paris. Lorsque la sensibilité a disparu, comme chez les hystériques, qui ont fréquemment de l'anesthésie, l'application de métaux sur la peau suffit souvent à rappeler l'excitabilité des fibres sensibles.

M. Burq a vu, entre autres cas, une anesthésie absolue de tout le côté gauche du corps disparaître sur les points de la peau où l'on avait appliqué des bracelets d'or monnayé, pendant 15 minutes. Le zinc, le cuivre, l'or, produisent des résultats

surprenants, mais on ne peut pas dire quel est le métal qui convient dans tel ou tel cas, parce que chaque malade présente son *idiosyncrasie*, c'est-à-dire une aptitude spéciale à être influencé par tel ou tel métal. Ces résultats n'ont jamais été obtenus chez l'homme ni dans le cas où l'anesthésie était due à une cause matérielle appréciable, centrale ou périphérique; on ne les a observés que chez des hystériques.

Modifications de l'excitabilité. — L'excitabilité des fibres nerveuses peut disparaître dans plusieurs circonstances. Lorsque les fibres motrices ne peuvent plus être excitées par les centres nerveux et produire des mouvements volontaires, il y a paralysie du mouvement (*paralysie générale* lorsqu'elle occupe tout le corps, *paraplégie* lorsqu'elle occupe les deux membres inférieurs, *hémiparaplégie* si elle affecte une moitié latérale du corps, *monoplégie* si un seul membre est paralysé).

Les muscles paralysés, qui ne se contractent pas sous l'influence de la volonté, peuvent être le siège de *contractions réflexes*, comme on peut l'observer dans la paraplégie qui se montre dans le mal de Pott.

Lorsque la paralysie reconnaît pour cause une division des nerfs ou une lésion de leur point d'origine, qui interrompt leur communication avec les cellules nerveuses centrales, les fibres nerveuses sont atteintes de dégénérescence et elles perdent, au bout de quatre jours, leur excitabilité (voyez *Centres trophiques et Dégénérescence des nerfs*). Naturellement, une paralysie du mouvement peut tenir à une lésion du système musculaire, les nerfs restant intacts.

Les nerfs sensitifs perdent aussi quelquefois la propriété de transmettre les impressions aux centres nerveux; on dit alors qu'il y a paralysie de la sensibilité ou *anesthésie*. Les parties affectées sont absolument insensibles, et cette insensibilité peut varier; le plus souvent elle est complète, c'est-à-dire qu'il y a perte de la sensibilité générale et tactile. Dans quelques cas, la sensibilité générale est perdue et la sensibilité tactile conservée, c'est ce qu'on nomme *analgésie*.

La sensibilité générale des nerfs peut être exagérée douloureusement; il y a alors *hyperesthésie*. Dans ce cas, la sensibilité tactile est ordinairement diminuée.

La perte de l'excitabilité nerveuse a lieu, dans les nerfs moteurs séparés des centres nerveux, du centre à la périphérie; mais lorsqu'ils tiennent aux centres nerveux, elle a lieu de la périphérie vers le centre (Cl. Bernard).

Effets de la compression, de la contusion et du tiraillement. — La compression des nerfs, plus ou moins longtemps prolongée, produit des effets singuliers. Ainsi lorsque, après avoir été mal assis, on se relève avec un engourdissement de la jambe et cette sensation douloureuse de fourmillement qui empêche de poser le pied à terre, on constate tout simplement les effets de la compression du grand sciatique. La compression des fibres motrices produit l'engourdissement, et la douleur est due à la modification de l'excitabilité des fibres sensitives. (Les fourmillements se montrent dans le pied, quoique la compression ait eu lieu à la cuisse; nous avons déjà vu que l'individu rapporte toujours à l'extrémité des nerfs sensitifs l'excitation d'un point quelconque du trajet de ces nerfs. C'est encore l'histoire des amputés qui souffrent d'un membre qu'ils n'ont plus.)

C'est un phénomène analogue qui se produit lorsqu'on se réveille avec un engourdissement plus ou moins complet et douloureux de la main, dû à la compression des nerfs du bras par le corps de l'individu.

§ 7. — Autres propriétés des nerfs.

A toutes les époques on a voulu identifier les actions nerveuses et les actions électriques (Galvani), comparer le fluide nerveux au fluide électrique. (Nous avons déjà vu que le prétendu courant nerveux est considéré aujourd'hui comme une vibration dont on a calculé la vitesse.) Il s'est trouvé des savants du plus grand mérite qui ont combattu cette manière de voir (Longet, etc.). Dans ces dernières années, du Bois-Reymond et Matteucci ont cherché à faire revivre l'hypothèse de Galvani, et leurs expériences étaient si séduisantes que plusieurs savants ne voient aujourd'hui aucune différence entre le courant galvanique et le courant nerveux. Hâtons-nous de dire que la question est encore à l'étude et qu'elle attend de nouvelles expériences. En France, on repousse absolument, d'une manière générale, jusqu'à preuve du contraire, l'hypothèse de Galvani.

Force électro-motrice des nerfs. — Ce nom ou celui de *pouvoir électro-moteur* est donné par du Bois-Reymond à la propriété suivante des nerfs : il excise un segment, un tronçon de nerf, ou bien il opère sur le bout périphérique ou sur le bout central d'un nerf divisé; mettant alors en communication, au

moyen des fils d'un *multiplicateur*, la surface produite par la section du nerf et la surface naturelle, névrilématique, du nerf, il constate la production d'un courant qui se dirige de la surface naturelle vers la surface de section. C'est ce courant que du Bois-Reymond considère comme le *courant normal des nerfs*, et qu'il appelle *force électro-motrice des nerfs*. Cette force électro-motrice s'observe sur les nerfs moteurs, les nerfs sensitifs, les nerfs sensoriels, les nerfs mixtes, et sur la moelle épinière.

Force électro-tonique des nerfs. — Du Bois-Reymond isole sur un animal un cordon nerveux, moteur, sensitif ou mixte, et il met deux de ses points en contact avec les extrémités d'un galvanomètre; l'aiguille reste à zéro. Mais s'il fait passer un courant électrique continu sur le nerf, au-dessus ou au-dessous du galvanomètre : l'aiguille de l'appareil dévie fortement et indique qu'un courant, ayant la même direction que celui de la pile qui sert à l'expérience, s'est produit non-seulement dans la portion électrisée du nerf, mais dans toute sa longueur. Cette propriété particulière est appelée *force électro-tonique des nerfs*.

Oscillation négative des nerfs. — Lorsque le nerf fonctionne, lorsque son excitabilité est mise en jeu, le pouvoir électro-moteur du nerf disparaît, et l'aiguille rétrograde vers le zéro. Dès que le nerf est au repos, le pouvoir électro-moteur reparait. C'est cette disposition de la force électro-motrice qu'on nomme *oscillation négative des nerfs*.

Les phénomènes nerveux dont nous venons de parler s'observent aussi bien dans un sens que dans l'autre, sur le bout périphérique comme sur le bout central des nerfs divisés.

§ 8. — Excitants des fibres nerveuses.

Les excitants des nerfs sont naturels ou artificiels.

Les *excitants naturels* ou *physiologiques* sont : 1^o les impressions périphériques qui déterminent l'excitabilité des fibres sensitives, centripètes; 2^o les centres nerveux qui mettent en jeu l'excitabilité des fibres motrices, centrifuges.

Les *excitants artificiels* sont ceux dont nous nous servons dans les expériences pour remplacer la volonté, et ceux-ci peuvent être chimiques, physiques, ou mécaniques.

a. Excitants chimiques. — Les principaux sont la bile, le chlorure de sodium et la glycérine.

1^o *Bile.* — Si l'on trempe le bout périphérique du nerf divisé dans la *bile pure* ou dans une *solution concentrée* de taurocholate ou de glycocholate de soude, on voit les muscles agités de mouvements convulsifs, véritable tétanos, tant que dure le contact de la bile et du nerf. Les mêmes liquides mis en contact avec les muscles provoquent la contractilité musculaire. Si on délaye ces liquides dans l'eau, au-dessous de la proportion de 2 d'acide pour 100 d'eau, ce liquide agit encore sur les muscles, mais nullement sur les nerfs (Budge et Kühne).

2^o *Chlorure de sodium.* — Même action que la bile en solution concentrée. Le même sel en solution étendue n'agit plus que sur les muscles (Eckhard).

3^o *Glycérine.* — Elle n'agit sur le nerf que si elle est pure, et elle est sans influence sur les muscles; mais étendue d'eau, elle agit sur les muscles.

Mode d'action de ces excitants. — Leur action se transmet insensiblement le long du nerf. Lorsqu'on les met en contact avec le bout périphérique du nerf sciatique divisé d'une grenouille, par exemple, on voit les contractions musculaires se montrer d'abord dans les muscles de la partie antérieure de la cuisse, puis dans ceux de la jambe, enfin dans ceux des pieds.

Ils agissent aussi sur les nerfs sensitifs. — Si on touche le bout central d'un nerf sensitif ou mixte avec un de ces excitants chimiques, l'excitabilité des fibres sensitives est mise en jeu de la périphérie vers le centre. On constate d'abord des frémissements musculaires dans les muscles qui avoisinent la colonne vertébrale, puis dans la cuisse du côté opposé, puis dans la jambe, puis dans le pied, frémissements qui font place ensuite à de grands mouvements par lesquels l'animal manifeste la douleur qu'il ressent.

Les agents chimiques exercent donc leur action sur les fibres sensitives et sur les fibres motrices.

b. Excitants physiques et mécaniques. — La *chaleur* et le *froid* sont des excitants des nerfs. Le *fluide électrique* est l'excitant le plus fréquemment employé et le plus propre à mettre en jeu l'excitabilité des nerfs moteurs, mais il ne faudrait pas croire que les nerfs agissent comme conducteurs de l'électricité.

Les nerfs sont de mauvais conducteurs. — Il est démontré que les nerfs sont de très-mauvais conducteurs de l'électricité, à peu près comme les autres tissus et comme l'eau salée, qui conduisent l'électricité des millions de fois moins bien que les métaux. C'est donc comme agent de l'excitabilité nerveuse, agent fort curieux, qu'on emploie le fluide électrique. On se sert rarement de l'électricité statique fournie par la machine électrique, on a recours au contraire à l'électricité dynamique.

On peut se servir des courants continus ou des courants intermittents.

Les courants continus peuvent être faibles ou intenses.

1^o Pendant que le nerf moteur est traversé par un courant continu intense, produit par une dizaine d'éléments de la pile de Bunsen, il se produit dans les muscles correspondants des contractions énergiques continues pendant toute la durée du courant.

2^o Si l'on emploie un courant continu faible, on observe deux secousses musculaires, c'est-à-dire deux contractions : au moment où l'on ferme et au moment où l'on ouvre le courant, c'est-à-dire au moment où l'on applique les deux rhéophores et au moment où on les enlève, mais il n'y a aucune contraction pendant que le courant reste appliqué.

3^o Si le courant employé est un courant continu très-faible, l'excitabilité des fibres motrices ne se montre qu'au point de contact du pôle négatif, c'est-à-dire au point de sortie du courant (Chauveau). Pour constater nettement ce résultat, il faut placer les deux pôles sur deux faisceaux différents du même nerf, comme sur deux branches du facial. On voit alors se contracter seulement les muscles animés par le rameau nerveux sur lequel est appliqué le pôle négatif.

Les courants intermittents sont plus souvent employés, parce que le nerf reçoit une excitation à chaque interruption du courant; aussi son épuisement survient-il plus vite. Ce sont des appareils à courants intermittents qu'on emploie le plus fréquemment dans les services d'hôpitaux.

Action particulière des courants électriques sur les nerfs. — Les courants continus ou intermittents épuisent rapidement l'excitabilité d'un nerf, et pour obtenir de nouveau son excitabilité, il faut laisser reposer le nerf pendant un certain temps. Eh bien, lorsque le nerf est épuisé, il y a un moyen de lui rendre, à l'instant même, son excitabilité: il suffit de renverser le courant.

Ainsi, si le nerf a été épuisé par un *courant inverse*, c'est-à-dire par un courant dont le pôle négatif a été appliqué du côté des racines du nerf et le pôle positif du côté de l'extrémité terminale, il suffit de renverser la position des pôles, c'est-à-dire de transformer le courant inverse en *courant direct* pour obtenir sur-le-champ l'excitabilité du nerf épuisé. On peut ainsi répéter l'expérience autant de fois qu'on le désire, en renversant le courant sans laisser le nerf au repos. Ce phénomène, connu de Volta, a reçu le nom d'*alternatives voltaïques*.

Nous ne quitterons pas ce sujet sans dire que l'excitant électrique est le plus propre à réveiller l'excitabilité des fibres sensibles et la motricité des fibres motrices; les nerfs sont très-sensibles à ce genre d'excitation, quoique, nous le répétons, ils soient très-mauvais conducteurs de l'électricité.

§ 9. — La motricité des fibres nerveuses et la contractilité musculaire sont indépendantes.

Lorsqu'on considère la contraction musculaire se produisant à l'instant même où les nerfs moteurs sont excités, on se demande si la contractilité musculaire ne dépend pas de l'excitabilité des nerfs moteurs, *motricité*. En effet, quelque petit que soit le bout du nerf attaché au muscle, son excitation suffit pour provoquer la contraction du muscle, et l'on est en droit de se demander, lorsqu'une excitation directe du muscle produit une contraction, si celle-ci ne résulte pas de l'excitation des fibres terminales du nerf moteur.

Preuves de cette indépendance. — Ces deux propriétés, excitabilité nerveuse et contractilité musculaire, sont parfaitement distinctes. On peut le prouver de deux manières :

1^o Lorsqu'un nerf est divisé, le bout périphérique, par suite de sa séparation de son centre trophique (voyez *Centres trophiques* et *Dégénérescence des nerfs*), subit la dégénérescence atrophique dans toute son étendue, jusque dans ses fibres terminales, contenues dans l'épaisseur du muscle. Cependant si l'on excite directement les fibres musculaires, on provoque leur contraction.

2^o Le curare, poison violent dont se servent certains sauvages pour empoisonner leurs flèches, sert à prouver l'indépendance des nerfs et des muscles. Ce poison, introduit dans l'économie, et porté par les vaisseaux dans l'épaisseur de tous les tissus, offre la

singulière propriété d'agir uniquement sur les extrémités terminales des nerfs moteurs en les paralysant dans l'épaisseur des faisceaux primitifs des muscles. L'animal empoisonné par le curare n'a plus la faculté de contracter un seul muscle, et cependant les excitations directes portées sur les fibres musculaires provoquent leur contraction. Pour constater que les nerfs sensitifs ont conservé toute leur sensibilité, on lie les vaisseaux d'un membre à une grenouille que l'on veut curariser. Le curare agit sur tout le corps excepté sur le membre dont les vaisseaux liés n'ont pas porté sur les nerfs la substance toxique. On remarque alors que les excitations des membres paralysés provoquent les contractions des muscles du membre qui a été lié; preuve évidente que les premiers ont conservé leur sensibilité, mais qu'ils ont perdu la motricité.

Vulpian, contrairement à Cl. Bernard, admet que le curare interrompt la communication entre les fibres nerveuses motrices et les fibres musculaires, et n'altère pas les extrémités nerveuses, attendu que les fibres motrices conservent leurs propriétés physiologiques. Funke a prouvé que les nerfs d'un animal empoisonné par le curare conservaient la force électro-motrice, la force électro-tonique et l'oscillation négative qu'ils possédaient à l'état normal.

§ 10. — Sensibilité récurrente.

Définition. — On appelle *sensibilité récurrente*, ou *en retour*, une espèce de sensibilité qui existe sur les racines antérieures motrices des nerfs rachidiens et sur les nerfs crâniens moteurs. Elle diffère de la sensibilité ordinaire en ce que celle-ci se manifeste sur les fibres centripètes des nerfs sensitifs, tandis que la sensibilité récurrente est centrifuge. Nous allons nous expliquer.

Historique. — Elle fut découverte en 1822 par Magendie, à propos d'expériences instituées dans le but de contrôler la découverte de Charles Bell qui avait avancé, avec raison, que les racines antérieures des nerfs rachidiens étaient motrices et que les postérieures étaient sensitives. L'expérience de Magendie répétée un grand nombre de fois donna toujours des résultats semblables, mais plus tard il fut impossible aux expérimentateurs, Magendie, Longet, Claude Bernard, de retrouver le phénomène de la sensibilité récurrente, qui ne se manifestait plus dans les expériences.

En 1844, Claude Bernard eut l'idée d'opérer différemment et de se placer dans des conditions identiques à celles des premières expériences de Magendie. Il obtint un plein succès et donna les indications nécessaires pour arriver d'une manière certaine à l'obtenir dans tous les cas.

Opération. — Pour constater la sensibilité récurrente, on ouvre le canal rachidien d'un animal, dans une étendue de dix centimètres environ, au niveau de la crête iliaque, d'après le procédé de Cl. Bernard, décrit in *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, 1858.

Le canal étant ouvert, on écarte légèrement la racine postérieure avec un petit crochet, et on soulève la racine antérieure du nerf rachidien, sous laquelle on passe un fil qu'on laisse en place pour saisir, plus tard, cette racine au moment de l'expérience.

Condition nécessaire au succès de l'expérience. — La recherche de la sensibilité récurrente est une des opérations les plus délicates de la physiologie expérimentale. Si l'on opère sur un animal fatigué, épuisé, l'expérience ne réussira pas. Il en sera de même si l'opération a été longue, et si l'animal a beaucoup souffert. De même, aussi, s'il y a eu une perte de sang abondante. Pour réussir, il faut avoir soin d'opérer sur un animal jeune, vigoureux, et de le laisser au repos pendant un temps variable, deux heures en moyenne avant de faire l'expérience, afin de permettre à l'animal de se remettre de l'épuisement que lui a causé l'opération.

Expérience. — 1^o On soulève la *racine antérieure* d'un nerf rachidien avec le fil qui a été placé pendant l'opération; on la pince et l'on constate qu'elle est sensible.

2^o Si l'on divise cette racine, on obtient deux bouts, l'un qui tient à la moelle, *bout central*, et l'autre qui tient au nerf, *bout périphérique*. Si l'on pince le bout central, on le trouve complètement insensible; le bout périphérique, au contraire, a conservé toute sa sensibilité.

3^o En divisant la *racine postérieure* correspondante, c'est-à-dire appartenant au même nerf rachidien, on obtient un nouveau bout central et un nouveau bout périphérique. Pinçant alors le bout périphérique de la racine antérieure divisée, tout à l'heure sensible, on constate que toute sensibilité a disparu. Le bout périphérique de la racine postérieure est insensible également, ce qui n'a rien d'extraordinaire, puisqu'il s'agit ici de la sensibilité ordinaire cen-

tripète. Le bout central de la racine postérieure divisée est seul sensible.

Explication de l'expérience. — Il résulte de cette expérience que les racines antérieures des nerfs rachidiens sont sensibles, contrairement à ce qu'on admettait avant Magendie, d'après les expériences de Ch. Bell, qui affirmait l'insensibilité des racines antérieures.

Le bout périphérique de la racine antérieure divisée étant seul sensible, il est évident que sa sensibilité est transmise aux centres nerveux par les racines postérieures, seul point d'union du nerf aux centres nerveux. Le courant nerveux est d'abord centrifuge, pour devenir ensuite centripète à la racine postérieure. C'est ce détour de la sensibilité qui lui a fait donner le nom de *sensibilité récurrente*.

Organes de la sensibilité récurrente. — Il est certain que cette sensibilité est due à des fibres nerveuses qui viennent des racines postérieures sensibles et remontent le long des racines antérieures motrices, *fibres récurrentes*.

Lorsqu'on divise le nerf rachidien, nerf mixte, à une petite distance du point de réunion des racines, on constate l'insensibilité des racines antérieures, c'est-à-dire l'absence de sensibilité récurrente. Cette expérience prouve que les fibres sensibles ne passent pas dans les racines motrices au point de fusion des deux espèces de racines, mais plus loin. C'est à la périphérie, vers les extrémités terminales des branches nerveuses, dans les plexus nerveux, cervical, brachial, lombaire, etc., que les fibres sensibles remontent le long des faisceaux moteurs jusqu'aux racines antérieures, et même jusqu'à la moelle.

Pour faire retenir le phénomène de la sensibilité récurrente, nous avons l'habitude de dire dans nos cours que *tout, dans les racines antérieures*, fibres motrices et fibres récurrentes, a un *courant centrifuge*, et que *tout, dans les racines postérieures*, a un *courant centripète*.

Application aux faits pathologiques. — Dans ces dernières années, on a beaucoup parlé de faits extraordinaires, dans lesquels le bout périphérique de nerfs divisés avait recouvré la sensibilité au bout d'un temps trop court (vingt-quatre heures, dans un cas) pour pouvoir admettre raisonnablement la cicatrisation de la blessure nerveuse. Nous faisons allusion aux observations de section du nerf médian rapportées par Laugier, Richey, etc.