

Zeitschrift: Bulletins des séances de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 5 (1856-1858)
Heft: 41

Artikel: Recherches sur les fonctions du système nerveux dans les animaux articulés
Autor: Yersin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-284120>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 21.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

RECHERCHES SUR LES FONCTIONS DU SYSTÈME NERVEUX DANS
LES ANIMAUX ARTICULÉS.

(Suite.)

Par M. Yersin, professeur à Morges.

(Séance du 17 juin 1857.)

L'année dernière, j'ai communiqué à la Société les résultats de mes premiers essais sur la physiologie du système nerveux dans les insectes. Dès lors j'ai continué mes recherches, voyant à chaque pas s'étendre le champ des opérations possibles et de nouveaux faits s'ajouter à ceux déjà observés.

Mes premières vivisections ont porté sur les diverses parties du système nerveux; j'ai acquis ainsi une idée générale de ses fonctions, entrevu le champ des opérations à faire et reconnu qu'il n'est prudent de formuler des conclusions qu'en variant beaucoup et en répétant un grand nombre de fois chaque ordre d'opérations et en combinant ensuite l'ensemble des résultats. J'ai reconnu également la nécessité de n'opérer que sur des animaux dont les habitudes me fussent parfaitement connues. Aussi ai-je restreint, pour le moment, mes recherches aux insectes orthoptères en choisissant plus particulièrement dans cet ordre les trois espèces suivantes : le Grillon champêtre (*Gryllus campestris*, Lin.), la Blatte orientale (*Periplaneta orientalis*, Lin.), l'Épacromie glauque (*Epacromia thalassina*, Fab.).

Je ne suis pas encore fixé sur la plupart des points de la neurophysiologie de ces insectes, aussi le but de ma communication est-il de présenter les résultats de quelques-unes de mes nouvelles opérations, me réservant de les reprendre plus tard, pour les combiner avec d'autres et en tirer, par une discussion subséquente, les conséquences générales et particulières qui me paraîtront en découler.

Jusqu'à présent j'ai opéré de deux manières pour étudier le rôle des ganglions; j'essaie d'abord l'effet de lésions ou de sections effectuées directement sur ces organes, puis, sur d'autres insectes de la même espèce, j'isole, sans l'altérer et plus ou moins complètement, le même ganglion du reste de la chaîne. C'est sur le résumé succinct de ces dernières opérations que je me propose d'attirer quelques instants votre attention.

Je dois rappeler, avant de commencer, la distinction déjà admise par la plupart des physiologistes entre les mouvements volontaires et les mouvements réflexes. Je désignerai toujours, sous cette dernière dénomination, ces soubresauts instantanés qui s'observent lorsqu'une cause étrangère détermine, sur l'animal, une sensation plus ou moins vive. Les mouvements réflexes cessent avec la cause qui les provoque.

I

Section des deux cordons à la même hauteur.**A. UNE SEULE SECTION DIVISANT LA CHAÎNE EN DEUX PARTIES SEULEMENT.****1. Section des deux cordons dans la tête entre le ganglion sous-œsophagien et le ganglion sous-œsophagien¹.**

Les faits suivants résument huit opérations sur le grillon, dans lesquelles la section est toujours au-dessous du cordon sous-œsophagien². Immédiatement après la section, l'insecte demeure dans un état d'immobilité complète, qui se prolonge plus ou moins longtemps, rarement au-delà de dix minutes; les antennes seules sont agitées de temps à autres par des mouvements vibratoires très-rapides et peu étendus, qu'elles effectuent presque toujours exactement ensemble. Les dilatations et les contractions continues de l'abdomen dénotent une respiration très-active. En sortant de son repos, l'animal frotte successivement, avec chacune de ses pattes antérieures, les côtés de la tête, qui se penche d'un côté et de l'autre pour faciliter cet acte. Ordinairement les autres membres se déplacent peu à peu et soulèvent la partie antérieure du corps, qui finit par être tellement haute, que les deux pattes antérieures ne peuvent plus atteindre le plan de position; elles frottent alors ensemble les côtés de la tête. Cette dernière s'est associée au mouvement général du corps et porte la bouche en avant et en haut; l'animal a ainsi une tenue des plus singulières et qui rappelle celle que prennent quelquefois les grillons, lorsqu'ils s'élèvent sur leurs pattes, pour boire une goutte de rosée suspendue à une feuille. L'insecte peut demeurer plus ou moins longtemps dans cette position; en général, au bout d'un certain temps, il se replace normalement sur ses pattes, la bouche toujours portée en avant. L'une des pattes antérieures continue à passer sur le côté correspondant de la tête et l'animal se met en marche de manège, à pas très-lents, du côté opposé. Il arrive ainsi que le même grillon marche en tournant à droite, quand la patte gauche frotte la tête et qu'il décrit un cercle à gauche lorsque c'est la patte droite qui passe sur la tête. Le grillon se porte aussi quelques pas devant lui, en marchant régulièrement avec toutes ses

¹ Pour ne pas trop allonger ce résumé, je n'indique pas ici la méthode opératoire que j'ai suivie; elle sera exposée en détail dans le mémoire définitif, avec planches.

² J'ai réellement opéré un plus grand nombre de Grillons pour diviser la chaîne entre les deux ganglions céphaliques; mais je n'ai réussi que sur huit individus. Il est à peine nécessaire de dire que j'ai toujours fait suivre chaque opération d'une dissection aussi soignée que possible et que je ne donne ici que les cas qui ne m'ont laissé aucun doute sur la nature de la section.

pattes; puis il semble éprouver une sorte de contrainte ou d'hésitation; il fait des mouvements sur place en avant et en arrière ou même quelques pas en reculant.

Le jour qui suit celui de l'opération, la tenue de l'insecte est à peu de chose près celle d'un animal non opéré; il demeure ordinairement immobile. Lorsqu'on l'expose brusquement au soleil il fait quelques pas très-lents en marchant devant lui, puis il nettoye ses pattes en les faisant passer dans la bouche. Les mâchoires¹ agissent alors en enlaçant la patte à nettoyer et en la frappant de petits coups, comme cela a lieu dans les insectes non opérés. En plaçant du pain mouillé ou tout autre aliment à la portée de l'animal il le mange avec la même facilité, en apparence, que dans l'état ordinaire.

Comme il est à peu près impossible de faire la section des deux cordons dans la tête, sans compromettre plus ou moins le tube digestif, je n'ai pas cherché combien de temps l'animal ainsi opéré pouvait vivre; 24 heures après l'opération, je le tue par la benzine pour en faire la dissection. Mais auparavant et pour mieux juger de son état, je note quelles sont les conséquences d'excitations sur les divers organes de l'animal.

Remarquons d'abord que le ganglion au-dessus de l'œsophage se trouve complètement isolé du reste de la chaîne et que les antennes sont les seuls organes mobiles qui en reçoivent des nerfs. Lorsqu'on touche l'une des antennes elle s'éloigne vivement sans que la seconde paraisse affectée; il n'est pas même possible, en pinçant l'une, de provoquer des mouvements réflexes de l'autre. Quelquefois, il est vrai, j'ai cru, dans les premiers instants après l'opération, découvrir qu'une excitation sur l'une des antennes déterminait une certaine agitation de l'autre; mais ces cas sont si rares que je n'oserai en inférer une action réflexe d'une antenne sur l'autre. Rappelons toutefois que l'on voit ces organes vibrer avec un ensemble parfait et pendant fort longtemps à la suite de l'opération.

Peu de temps après la section une légère excitation sur les *cercis* détermine un mouvement de cet organe seul ou des deux *cercis* à la fois. On ne parvient à provoquer un acte défensif des pattes postérieures qu'en pressant assez fort ou en frottant sur la base interne du *cerci*. Plus tard, lorsque l'animal est arrivé à la période de repos, en excitant légèrement l'un des *cercis*, la patte antérieure du même côté frotte la tête et l'animal décrit en marchant quelques cercles du côté opposé; puis il retombe dans une complète immobilité. En posant le doigt au milieu et près de l'extrémité supérieure de l'abdomen, l'animal fait un petit saut en avant, frotte l'abdomen avec

¹ Ce sont les mâchoires et non pas les mandibules, comme je l'ai dit autrefois par erreur, qui nettoient les antennes et les pattes. Les mâchoires seules peuvent faire les mouvements nécessaires en se portant en avant hors de la bouche pour saisir l'organe à nettoyer. Lorsque l'animal prend de la nourriture, les mâchoires agissent exactement de la même manière; elles saisissent les aliments et les portent dans la bouche pour qu'ils soient broyés entre les mandibules.

ses deux pattes postérieures et rentre dans son état de repos. En touchant légèrement chacune des pattes sur le tarse, la patte se soulève instantanément et retombe un peu après. Une pression un peu plus forte, exercée sur le même organe, détermine un violent soubresaut de tout le corps. Lorsque l'on touche l'une des palpes, elle se retire vivement sans que les autres éprouvent la plus légère agitation. Le même organe étant faiblement retenu entre des bruxelles toutes les palpes s'élèvent par un mouvement instantané; enfin, en serrant un peu la palpe, l'agitation s'étend aux pattes et plus particulièrement à l'antérieure du côté de l'organe excité. Quelquefois l'animal, après avoir éprouvé un léger soubresaut, se met en marche et décrit un arc de cercle du côté opposé.

Lorsque l'animal est renversé sur son dos, il agite ses pattes et fait des efforts pour reprendre sa position naturelle, en général il y parvient facilement. Je n'ai pas remarqué qu'il fût astreint à se relever en tournant d'un côté plutôt que de l'autre.

2. *Section des deux cordons entre le second ganglion céphalique et le premier ganglion thoracique.*

J'ai opéré spécialement dans le but de suivre les conséquences de cette section trois individus de la blatte orientale, en leur coupant la tête, et quatre du grillon champêtre. Sur ces derniers, j'ai coupé les deux cordons seulement en évitant autant que possible de léser les organes voisins. Indiquons d'abord les résultats obtenus sur les blattes.

Immédiatement après la décapitation l'insecte, étant renversé sur son dos, agite vivement toutes ses pattes, faisant de vains efforts pour se relever et n'y réussit pas. Notons, à titre de renseignement, qu'un insecte de la même espèce non opéré, auquel il arrive de tomber sur son dos a, le plus souvent, beaucoup de peine à se replacer sur ses pattes. Je relève l'individu en expérience; aussitôt il fait quelques pas lents et incertains, puis il s'arrête et se soulevant sur ses pattes, il amène vers la tête, qui n'existe plus, chacun de ses membres comme pour les passer dans la bouche. Lorsque c'est l'un des membres antérieurs qui s'avance de la sorte, le prothorax conserve sa position ordinaire, mais lorsque c'est l'une des pattes postérieures, le corps se penche sur le côté opposé et le prothorax exécute tous les mouvements qu'il fait dans une blatte ordinaire, lorsqu'elle porte la tête sous le corps, pour atteindre la hanche postérieure. En inquiétant l'insecte, il semble plus disposé à se défendre qu'à fuir. Ainsi en touchant un *cerci*, la patte postérieure du même côté vient repousser le corps étranger, puis frotte l'abdomen et se porte ensuite vers la tête pour se faire nettoyer. Si à l'instant où l'insecte est dans cette position, on touche de nouveau ou pince légèrement l'un des *cercis*, la patte postérieure reprend brusquement sa position normale, et si l'on continue à inquiéter l'animal, il se défend à coups de pieds. Rarement il essaie de fuir en faisant rapidement quelques pas en avant.

Ce corps privé de tête et par conséquent de tout moyen de nourriture, peut vivre un temps assez long. Le premier des corps qui mourut fut celui d'un mâle, sept jours après l'opération; les deux autres appartenant l'un à une femelle et l'autre à une larve ont vécu le premier dix jours, le second douze, manifestant pendant tout ce temps les mêmes caractères que ceux énoncés ci-dessus.

J'ai essayé plusieurs fois l'effet d'excitations exercées sur les pattes, l'insecte étant renversé sur son dos, les résultats ont tellement varié qu'il m'est impossible de les généraliser avant d'avoir répété mes expériences sur d'autres individus, je passerai donc ces résultats sous silence.

La tête, séparée du tronc, conserve assez longtemps sa vitalité pour que l'on puisse constater, dans le plus grand nombre des cas, un mouvement instantané de tous les organes mobiles de la tête, lorsque l'on pince un peu vivement l'un quelconque d'entre eux. Toutefois ces mouvements ne se produisent pas tous avec une égale constance et quelques-uns s'éteignent plus vite que les autres. C'est ainsi que l'action réflexe que j'ai eu le plus de difficulté à bien constater et qui a fait souvent complètement défaut est celle d'une antenne sur l'autre. Il m'est arrivé aussi en pinçant l'une des palpes de ne déterminer d'agitation que sur les autres palpes et l'antenne du même côté.

J'ai suivi d'une manière plus complète les conséquences de la section des deux cordons, entre la tête et le thorax, sur le grillon champêtre. Je rappelle que, sur quatre insectes de cette espèce, la section est pratiquée de manière à ne léser que le moins possible les organes voisins. Les individus opérés m'ont présenté des caractères presque identiques, sauf pour la longévité qui a notablement varié.

L'instant qui suit l'opération se passe toujours dans une complète immobilité, les pattes antérieures sont quelquefois soulevées ensemble sur les côtés de la tête, d'autres fois une seule demeure dans cette position. C'est ordinairement l'une de ces pattes qui rompt la première le repos de l'animal si auparavant il n'a pas fait vibrer ses antennes. Les pattes antérieures commencent par frotter la tête, comme pour la broser, puis chacune d'elles se porte sous la bouche, pour se faire nettoyer; les mâchoires demeurent toujours immobiles ou ne s'occupent aucunement de l'organe à leur portée. Peu à peu et chacune à son tour de rôle, toutes les pattes exécutent des mouvements analogues. Lorsque c'est l'une des pattes postérieures qui se replie pour se porter en avant, l'animal doit se coucher à demi sur le flanc opposé et très-souvent il tombe sur son dos; mais il se relève immédiatement et recommence les mêmes manœuvres plusieurs fois de suite. Les efforts que doit faire le grillon pour conserver son équilibre l'obligent à des mouvements qui ne s'observent pas chez les individus non opérés. On trouve l'explication de cet état dans la position de la tête qui demeure élevée comme pendant la station ordinaire, tandis qu'elle devrait être au-

dessous du corps, à proximité des hanches et des cuisses. Quand accidentellement elle est dans une position convenable, l'animal peut effectuer tous les mouvements que nous venons d'indiquer sans aucune difficulté et sans courir le risque de tomber sur son dos.

Le corps de l'insecte opéré ne semble avoir d'autre préoccupation et d'autre volonté habituelle que celle des soins qu'exige la propreté. Lorsque l'animal est en repos, on peut aisément provoquer tous les actes auxquels nous faisons allusion, en pinçant ou seulement en touchant l'une des pattes; on arrive au même résultat en exposant l'insecte au soleil. Quelquefois alors il s'anime sensiblement, fait quelques pas en marchant régulièrement ou en sautant devant lui. Il arrive aussi qu'il soulève ses élytres et ses ailes et bat l'air, comme pour prendre son vol, en même temps qu'il court avec une certaine animation; mais ces derniers actes ne s'observent que rarement. Un mâle, quarante jours après l'opération, sort brusquement de sa torpeur habituelle, il marche en stridulant du chant d'appel d'une manière parfaitement normale, et fait sortir un spermatophore bien conformé; bientôt après ce grillon cherche à le faire tomber en frottant l'extrémité de son abdomen sur le sol, ce qui exige de tout le corps un ensemble de mouvements assez compliqués. Ce même insecte, placé peu de temps après au-dessous d'une femelle opérée comme lui et dans la position des grillons pendant l'accouplement a fait tous les mouvements que nécessite cet acte. La femelle qui d'abord se débattait vivement, a fini par se prêter aux désirs du mâle et par prendre la position qui facilite le dépôt du spermatophore. Quant aux femelles opérées, je ne les ai pas vu pondre.

Pendant les premiers jours après l'opération, les parties mobiles de la tête étaient presque toujours en mouvement, sans qu'il me fût possible de juger du but de cette agitation. Lorsque je plaçais du pain devant la bouche, en contact avec les palpes, je ne parvenais pas à constater que les mouvements continuels des mâchoires eussent réellement pour but de le saisir. Mais au bout d'une semaine, la tête étant calme, je présentai de nouveau cet aliment aux palpes. Ces organes s'avancèrent frappant de petits coups, puis les mâchoires, s'écartant, vinrent à leur tour déchirer un peu de pain pour le porter entre les mandibules qui immédiatement en effectuèrent la mastication. Elle fut suivie de déglutition. Le grillon continuant à manger avec avidité, l'une des pattes antérieures vint se placer devant la bouche; elle fut saisie avec le pain par les mâchoires, apportée entre les mandibules et mordue assez fort pour faire bondir l'animal, la bouche n'en continua pas moins la mastication des aliments dont elle était remplie. Cet accident, arrivé à l'une des pattes, se reproduisit fréquemment et près de la fin de leur existence, chacun des insectes opérés s'était dévoré quelques-uns de ses membres.

Lorsque l'animal est dans une immobilité complète, on provoque

un mouvement réflexe manifeste de toutes les parties mobiles de la tête, en pinçant l'une quelconque d'entre elles.

Une légère excitation de l'une des pattes provoque un mouvement réflexe de cet organe qui se retire brusquement, et ensuite un acte volontaire, celui de se porter vers la bouche. Lorsque l'excitation est plus vive, toutes les pattes éprouvent un soubressaut, ordinairement accompagné de quelques mouvements volontaires, de locomotion ou de défense. Lorsque l'animal est sur ses pattes, tous ces mouvements du tronc sont analogues à ceux d'un insecte non opéré. Il en est en général de même lorsqu'on réussit à le maintenir quelques instants sur son dos. En excitant l'une des pattes, on détermine une réflexion instantanée sur les autres membres, suivie de mouvements volontaires qui, le plus souvent, ont pour effet de relever le grillon. D'autres fois, si c'est une patte postérieure qui est pincée, elle s'avance vers la bouche, aidée par la patte médiane et même par l'antérieure du même côté. Ordinairement, lorsque l'animal est dans cette posture, en excitant la seconde patte postérieure, la première revient aussitôt à sa position naturelle et c'est la seconde qui s'avance vers la bouche. Toutefois, j'ai vu aussi la seconde patte se porter en avant sans que la première se fût retirée, tellement qu'alors le grillon a ses deux pattes postérieures à la fois sous le corps et maintenues dans cette position par les pattes médianes. Cet état, tout à fait anormal, semble indiquer une certaine indépendance des actes des deux côtés du corps.

En appuyant très-légèrement le doigt sur le dos du grillon, il fait un petit saut en avant et, si on répète un certain nombre de fois cette excitation, il n'est pas rare de provoquer ce tremblement particulier de tout le corps, qui est chez le grillon l'indice de la colère.

Ordinairement en touchant avec la pointe d'une aiguille la base de l'un des *cercis*, l'insecte marche en décrivant un cercle du côté du cerci touché.

Enfin, ajoutons encore que lorsqu'il est sur son dos il se relève aussi facilement d'un côté que de l'autre.

Quant à la durée de la vie chez les insectes opérés, elle ne paraît pas différer de celle du même animal dans son état normal, comme le montrent les chiffres suivants. On fit la section sur les quatre grillons le 18 mai. Un mâle mourut le 3 juin, c'est-à-dire 16 jours après l'opération; vint ensuite une femelle, le 24 juin; or, vers le milieu du même mois, beaucoup de grillons non opérés et dans les conditions ordinaires de la vie, meurent de vieillesse. Une autre femelle mourut le 3 juillet; enfin, le dernier mâle n'a succombé que le 12 juillet, c'est-à-dire à une époque où les grillons, à l'état parfait, deviennent très-rare dans les environs de Morges, il a donc atteint un âge avancé.

3. *Section des deux cordons entre les ganglions thoraciques ou entre ceux de l'abdomen.*

J'ai eu l'occasion d'opérer un très-grand nombre d'individus des trois espèces qui nous servent de type pour la section des deux cor-

dons entre les ganglions thoraciques ; ces opérations, ainsi que celles sur l'abdomen, m'ont constamment conduit aux mêmes résultats généraux que ceux déjà énoncés dans ma précédente communication¹, combinés avec ceux du paragraphe précédent, aussi n'y reviendrai-je pas aujourd'hui.

B. DEUX SECTIONS DES DEUX CORDONS A LA FOIS, AYANT POUR BUT D'ISOLER COMPLÈTEMENT UN GANGLION DU RESTE DE LA CHAÎNE.

Il est deux ganglions que l'on isole complètement du reste de la chaîne par une seule section, ce sont le ganglion sus-œsophagien et le dernier ganglion abdominal. Comme nous avons déjà vu ce qui est relatif au premier nous passerons de suite à ce qui concerne le second.

4. *Dernier ganglion abdominal.* Dans les orthoptères, les cercis et l'oviscape des femelles sont les seules pièces mobiles qui tirent leurs nerfs de ce ganglion. Après la section des cordons, chacun de ces organes conserve sa mobilité et se retire ou s'éloigne lorsqu'il est piqué ou pincé, et détermine une agitation manifeste des parties voisines. Je dois faire observer que dans certains cas ces mouvements peuvent être liés à ceux du dernier segment abdominal et qu'il est parfois fort difficile de bien juger de leur caractère réflexe ou volontaire. Ordinairement l'état de contraction de ces organes persiste longtemps après la cause qui l'a amené. Chez les femelles, les valves de l'oviscape une fois en mouvement par le fait d'une excitation extérieure continuent de s'écarter et de se rapprocher vivement pendant des heures entières. Je n'ai rien vu de pareil sur des insectes non opérés.

5. *Ganglion sous-œsophagien.* Les palpes tirent leurs nerfs de ce ganglion et se prêtent le mieux à l'étude des mouvements réflexes et volontaires ; si donc après avoir pratiqué les deux sections nécessaires pour isoler le ganglion on excite les palpes, on observe les résultats suivants. Dès les premiers instants après l'opération, chacun de ces organes se retire brusquement au contact d'un corps étranger. Quinze à vingt minutes plus tard, on obtient toujours un mouvement réflexe instantané de toutes les palpes et des mâchoires lorsqu'on pince légèrement l'une quelconque d'entre elles. Ces mêmes organes effectuent des mouvements volontaires et pendant longtemps on voit les mâchoires s'avancer hors de la bouche et y rentrer comme lorsqu'elles saisissent un aliment. Lorsque l'on place du pain à proximité des palpes, elles le frappent de petits coups comme pour en apprécier la nature.

6. *Ganglions thoraciques.* On sait que le thorax des orthoptères, comme celui d'un grand nombre d'insectes, contient trois ganglions

¹ Bulletin n° 59, p. 449.

correspondant aux trois segments et aux trois paires de pattes. En isolant chacun d'eux du reste de la chaîne et en excitant l'une des pattes, elle se retire vivement, puis se porte vers la bouche par un mouvement volontaire.

Le premier ganglion thoracique étant isolé, en pinçant brusquement l'une des pattes antérieures on détermine quelquefois des mouvements plus ou moins instantanés de l'autre.

En isolant de même le ganglion du mésothorax et en excitant l'une des pattes médianes, l'autre reste habituellement dans une complète immobilité.

Enfin, l'action réflexe d'une patte postérieure sur l'autre s'observe constamment avec le grillon et l'épacromie. En essayant la même étude sur la blatte les résultats ont tellement varié que je ne puis, pour le moment, présenter l'action réflexe d'une patte sur l'autre, comme probable, que pour les membres postérieurs seulement.

C. SECTIONS DES DEUX CORDONS POUR ISOLER DEUX OU PLUSIEURS GANGLIONS DU RESTE DE LA CHAÎNE.

A l'occasion de la section des deux cordons entre la tête et le thorax, nous avons indiqué quels sont les mouvements réflexes auxquels les ganglions céphaliques donnent lieu lorsqu'ils sont ainsi séparés du reste de la chaîne médullaire. Combinons maintenant les autres ganglions du corps.

7. Lorsque les trois ganglions du thorax, réunis entre eux, sont isolés du reste de la chaîne par deux sections des cordons, l'une entre la tête et le thorax, l'autre entre le thorax et l'abdomen, les conséquences de l'excitation de l'une des pattes ne sont pas notablement différentes de celles que nous avons signalées lorsque la chaîne n'est interrompue qu'entre la tête et le thorax. Nous ajouterons toutefois que, dans ce cas, les pattes, du côté de celle que l'on pince, éprouvent en général une action réflexe plus vive, plus instantanée que celles du côté opposé, et parmi celles-ci la patte médiane est, semble-t-il, beaucoup plus lente dans ses mouvements que les deux autres.

8. Les ganglions du prothorax et du mésothorax, régulièrement unis entre eux, isolés, par deux sections, de la tête et du reste du tronc. Ce qui suit résume neuf opérations sur la blatte et cinq sur le grillon. En pinçant plus ou moins fort l'une des pattes de ces deux segments, on détermine toujours, outre le retrait de la patte pincée, une action réflexe sur la seconde patte du même côté, action qui s'étend ordinairement, mais d'une manière plus ou moins prononcée, aux deux pattes de l'autre côté. Je suis dans le doute pour savoir si je dois envisager les mouvements de ces deux dernières pattes comme volontaires ou comme réflexes. Ces mouvements sont quelquefois instantanés, ordinairement ils ne commencent que quel-

ques instants après ceux du côté en expérience ou bien seulement à la suite d'une excitation plus ou moins prolongée.

Quelle que soit la nature de ces mouvements, nous croyons devoir insister sur ce fait qu'une excitation sur une patte antérieure détermine le plus ordinairement une agitation marquée des deux pattes médianes; ajoutons que la seconde patte antérieure se débat aussi et plus fort que les médianes. Les mouvements que l'on provoque en pinçant l'une des pattes médianes sur l'antérieure du même côté tout d'abord, puis sur les deux autres pattes, méritent également une attention spéciale. N'oublions pas, en effet, qu'il est difficile, sinon impossible, de provoquer une agitation quelconque d'une patte médiane en excitant la seconde patte de la même paire, lorsque le ganglion du mésothorax est isolé de tous les autres, et qu'une pareille réflexion ne s'observe pas ordinairement entre les pattes antérieures lorsque le ganglion qui leur fournit des nerfs est également isolé.

9. Lorsque le ganglion du mésothorax est en communication naturelle avec celui du métathorax et que ces deux ganglions sont isolés de tous les autres, les choses se passent d'une manière analogue quoique un peu différente. Je n'ai encore étudié cette combinaison que sur le grillon, ce que nous allons dire ne peut donc s'appliquer qu'aux insectes de cette espèce.

Toutes les fois que l'on touche ou pince légèrement l'une des pattes médianes, on détermine un soubresaut instantané et très-vif des deux pattes postérieures; il faut pincer assez fort et pendant un temps assez long, pour provoquer quelques légers mouvements de la seconde médiane. En touchant légèrement le tarse de l'une des pattes postérieures, la seconde patte de la même paire se porte instantanément vers celle excitée. Lorsque l'on saisit légèrement la cuisse du même membre entre des bruxelles, c'est la patte médiane du même côté qui seule se porte rapidement en arrière à la défense de l'organe. Dès que l'on serre la cuisse d'une manière un peu sensible, l'on provoque de violents mouvements réflexes de la seconde patte postérieure et de la médiane du côté de l'organe pincé. Cette agitation ne gagne que plus tard la seconde patte médiane et ne l'affectant le plus souvent que fort peu; quelquefois elle saisit la cuisse de la patte postérieure de son côté comme pour l'aider à se porter vers la cuisse pincée.

10. A la suite d'une première section entre le second et le troisième ganglion du thorax, le troisième ganglion thoracique n'est plus réuni qu'à la chaîne abdominale. Dans la blatte, on obtient ordinairement une légère action réflexe d'une patte postérieure à l'autre, et en touchant les cercis ou l'abdomen on provoque un soubresaut très-vif des deux mêmes pattes; l'instant après elles frottent l'organe touché, puis s'avancent vers la tête. Lorsque l'on coupe les cordons entre les deux derniers ganglions abdominaux, l'action réflexe d'une patte postérieure sur l'autre s'affaiblit et dispa-

raît quelquefois ; mais on continue à déterminer de violents soubresauts et des actes défensifs de ces deux pattes en touchant les parties de l'abdomen antérieures à la dernière section.

Avec le grillon et l'épacromie, les mêmes résultats sont plus prononcés et, de plus, la réflexion directe d'une patte postérieure sur l'autre est toujours très-vive.

II.

Lésions sur les ganglions céphaliques.

Je crois bon, avant d'aller plus loin, de rappeler quelques-uns des résultats de certaines lésions sur les ganglions céphaliques dans le grillon champêtre ; ces résultats devant se reproduire en partie lorsque l'on coupe l'un seulement des cordons. N'étant pas ici dans l'intention de présenter un résumé complet sur ces lésions, je choisirai un cas particulier pour chacun de ces ganglions convenablement adapté à mon sujet.

11. Je divise sur une femelle de grillon le ganglion sus-œsophagien en deux parties très-inégales par une section verticale voisine du bord droit. Les nerfs antennaires et oculaires droits, ainsi que le cordon du même côté, s'insèrent sur la partie du ganglion la moins volumineuse.

Pour faciliter l'exposition suivante, je compterai le temps à partir de l'opération.

A l'instant où l'insecte vient d'être opéré, il décrit d'un pas rapide quelques cercles en marchant à gauche ; l'antenne, du même côté, est très-animée ; la droite immobile. A 5 minutes, repos ; un peu après je pince l'antenne droite et crois remarquer un très-léger mouvement de tout le corps ; je pince de même l'antenne gauche, l'animal éprouve un violent soubresaut. A la suite de ces excitations, la patte antérieure droite passe plusieurs fois sur le côté correspondant de la tête. En se frottant ainsi, le grillon recommence à marcher en tournant lentement à droite, de manière à décrire un cercle de deux à trois centimètres de diamètre. Sa marche de manège ne tarde pas à s'accélérer et 9 minutes après l'opération, il tourne presque sur place à droite avec une vivacité assez grande. La patte antérieure droite, après avoir frotté la tête, semble chercher à saisir un objet placé au-dessus de l'animal ; insensiblement toute la partie antérieure du corps s'élève en se tordant, de sorte que le côté droit est beaucoup plus haut que le gauche, sur lequel le corps se renverse peu à peu, puis l'animal tombe sur son dos et aussitôt, avec une rapidité incroyable, il se relève en tournant à droite. A peine est-il replacé sur ses pattes que le côté droit s'élève de nouveau et finit au bout d'un temps plus ou moins long par provoquer une nouvelle rotation dans le même sens. L'insecte continue pendant ce temps sa marche de manège à droite. A 15 minutes,

l'animal inquieté essaie de fuir en courant ¹ et décrit encore un cercle d'un grand diamètre à droite. Peu à peu sa marche prend un caractère plus modéré, il parcourt une longueur de plus d'un mètre en ligne droite ; enfin, sans changer d'allures, il commence à tourner à gauche en décrivant des cercles de plus en plus petits. Effrayé, l'animal accélère sa marche, mais ne change plus le sens de sa rotation. Le corps reste penché à gauche, 30 minutes après l'opération on provoque également un soubresaut quelle que soit l'antenne pincée.

Les jours suivants l'animal continue la marche de manège à gauche, et se relève toujours à droite lorsqu'il est renversé sur son dos.

12. Sur un grillon mâle, je divise transversalement en deux parties à peu près égales le ganglion sous-œsophagien. Après l'opération les deux segments du ganglion s'éloignent notablement l'un de l'autre. Les nerfs qui naissent de l'organe lésé n'ont pas été compromis et ils sont à peu près également distribués de part et d'autre de la section.

L'insecte passe les deux ou trois minutes qui suivent l'opération dans une complète immobilité, puis ses antennes vibrent. Un peu après il amène chacune des pattes de gauche vers la bouche ; toutes les pièces de celle-ci demeurent dans une complète immobilité. Dans les tentatives qu'il fait pour porter la patte postérieure gauche vers la tête, le corps perd son équilibre et se renverse sur le dos. Je replace l'animal sur ses pieds et je le touche sur l'abdomen, pour l'exciter à marcher ; je ne provoque que des soubresauts et le grillon fait à peine plus d'un pas en avant d'une manière régulière. — 15 minutes ; après quelques instants de repos il soulève peu à peu la tête et toute la partie antérieure du corps en se tordant sur lui-même. La patte antérieure droite paraît chercher un point d'appui placé au-dessus de l'animal. Celui-ci se trouve ainsi couché à demi sur le flanc gauche. Lorsqu'il est dans cette position, je détache les crochets des tarsi gauches, implantés dans le sol, le grillon se renverse alors complètement sur le dos et à l'instant même il achève le cercle autour de son axe et se relève en tournant à droite. Le même fait se reproduit plusieurs fois de suite. Je profite d'un instant où l'animal est régulièrement sur ses pattes pour essayer de le renverser sur son dos en le faisant tourner à gauche ; je ne puis y réussir, l'animal revient toujours instantanément à la position normale ; tandis qu'au contraire, il demeure tordu ou à demi couché, lorsque j'élève un peu le flanc droit et je parviens toujours, sans difficulté, à l'amener ainsi sur son dos ; mais dès qu'il est dans cette position il tourne à droite et se relève.

Une heure ; en touchant le *cerci* droit l'insecte marche et saute en décrivant un cercle à droite ; il fait un cercle à gauche lorsque

¹ Dans tous les cas d'insectes opérés d'une manière analogue, j'ai remarqué que l'animal ne cherche plus à échapper à un danger par le saut ; il paraît avoir oublié complètement ce mode de locomotion.

j'excite le *cerci* du même côté. Les antennes ont conservé toute leur sensibilité ; elles s'éloignent vivement lorsqu'on les touche ; l'action réflexe de l'une sur l'autre est douteuse.

Les palpes et les parties mobiles de la bouche sont restées dans un état d'insensibilité et d'immobilité absolue, pendant les vingt premières minutes. Au bout de ce temps, en touchant chaque palpe elle se retire vivement. Je ne parviens pas à constater d'action réflexe d'un de ces organes sur les autres. Les pattes du côté gauche exécutent des mouvements plus grands que celles du côté droit lorsqu'elles sont excitées, et elles paraissent être plus sensibles. Lorsque l'animal est penché à gauche, le flanc droit élevé, on le ramène instantanément à sa position normale en pinçant légèrement l'une des pattes gauche ; à droite la même cause ne produit pas cet effet au même degré.

III.

Section d'un seul cordon sur un seul point de la chaîne.

13. *Entre les ganglions céphaliques.* Six grillons ont été opérés, trois pour le cordon droit, autant pour le cordon gauche. Quatre fois la section a porté sur le cordon latéral, au-dessous du cordon sous-œsophagien, en avant du second ganglion céphalique ; deux fois le cordon sous-œsophagien s'est trouvé compromis dans la section du cordon latéral. Tous ces cas ont présenté une similitude telle que la dissection seule m'a appris la différence dans l'opération. Je résume les faits observés sur ces six grillons en supposant que la section porte sur le cordon droit.

Après l'opération l'insecte demeure pendant quelques minutes dans un repos absolu, puis il commence, à pas lent, une marche de manège à gauche. Bientôt la tête se penche de côté et à chaque halte de l'animal la patte antérieure droite frotte le côté correspondant de la tête. La marche, d'abord très-lente, s'anime de plus en plus et la patte antérieure droite frotte la tête, même pendant la marche. L'antenne gauche a conservé toute sa mobilité et elle se dirige un peu dans toutes les directions, pendant la locomotion. L'antenne droite traîne fréquemment sous le corps, ou n'exécute pas de mouvement ; toutefois elle est encore sensible, et lorsqu'on la touche ou la pince, elle se retire avec une certaine vivacité.

Au bout d'un temps plus ou moins long, un jour ou deux, l'insecte semble avoir repris son état naturel. Il marche en ligne droite et paraît boire et manger, avec plaisir, l'eau et les aliments qu'on lui présente. Toutefois, dès qu'il est troublé ou inquiet, la marche reprend un caractère anormal, le grillon court quelques pas directement devant lui ou en arc de cercle à *droite*, puis, bientôt après, reprend la marche de manège à gauche. Souvent même après avoir marché pendant un certain temps d'une manière naturelle et en ligne droite, il recommence les cercles à gauche sans cause appré-

ciable. Notons encore qu'il est rare que l'insecte opéré demeure longtemps auprès d'une brise de pain, à laquelle il semble manger avec avidité, il se déplace peu à peu latéralement à gauche et l'aliment se trouve hors de sa portée. En rapprochant le pain de la bouche du grillon, il recommence à manger, puis s'éloigne encore et de nouveau attaque le pain toutes les fois qu'on le lui présente; mais il semble être dans l'impossibilité de s'en approcher volontairement.

Nous avons déjà vu que l'antenne droite se retire lorsqu'elle est touchée ou pincée, ordinairement cette excitation provoque sur la seconde antenne un très-léger mouvement instantané et le corps éprouve un faible soubresaut, un peu après, si l'animal était en repos, il reprend la marche de manège à gauche. En touchant ou pinçant très-légèrement l'antenne gauche on détermine un violent soubresaut de l'animal qui se porte brusquement à droite puis court quelques pas devant lui ou circulairement à gauche. Lorsqu'on touche le *cerci* droit l'animal court en arc de cercle à droite ou devant lui ou en arc de cercle à gauche. Toutes les fois qu'on excite de même le *cerci* gauche, manège rapide à gauche.

Lorsque l'animal est renversé sur son dos, il se relève presque toujours et avec une grande facilité à *droite*, il ne se relève à gauche que très-rarement et avec beaucoup de difficulté.

14. *Section d'un seul cordon entre la tête et le thorax.* Sur six grillons j'ai coupé le cordon gauche et sur trois le cordon droit. Comme les résultats présentent une similitude complète, nous résumerons ces neuf opérations pour le cas de la section du cordon gauche.

Dès que l'animal est opéré sa tenue est notablement modifiée; il n'y a plus équilibre entre les deux côtés du corps, l'animal se soulève sur les pattes du côté gauche et s'affaisse sur celles du côté droit; lorsqu'il marche, pendant les premières minutes après l'opération, ce sont les pattes droites qui semblent être les plus actives et elles agissent comme si elles tiraient le corps à elles, néanmoins le grillon se meut obliquement à gauche, en décrivant, dans cette direction, un arc de cercle d'un rayon assez grand. Au bout d'un temps plus ou moins long, il change assez brusquement la direction de sa marche et décrit, au pas de course, de petits cercles à *droite*. Il demeure toujours un peu penché sur ce dernier côté. Dans la locomotion, l'antenne droite exécute tous les mouvements habituels à ces organes, la gauche demeure immobile, ordinairement penchée vers le point sur lequel l'insecte paraît se diriger.

En pinçant légèrement l'antenne droite l'animal éprouve un violent soubresaut et se porte à gauche, quelquefois il fait deux ou trois pas en arc de cercle dans la même direction. Lorsqu'on excite l'antenne gauche on détermine un très-léger mouvement instantané de l'insecte, puis, si l'animal n'a pas encore commencé la marche de manège à droite ou s'il est en repos, il recommence cette marche. En touchant

le *cerci* gauche, on provoque quelques pas de manège à gauche; et en pinçant celui de droite, quelques pas en arc de cercle à droite.

En renversant un grand nombre de fois l'animal sur son dos, je le vois se relever presque toujours à gauche, rarement à droite.

15. *Section d'un seul cordon entre le ganglion du prothorax et celui du mésothorax.* Je n'ai encore opéré dans ce but que trois grillons¹, dont deux pour le cordon gauche et un pour le cordon droit; ce dernier n'a pas pu être convenablement observé; nous ne faisons donc, dans ce qui suit, que le résumé des deux opérations qui ont amené la section du cordon gauche.

Au premier instant l'état de l'insecte ne paraît pas notablement modifié; il fait quelques pas en marchant naturellement devant lui; bientôt après il s'arrête, saisit plusieurs fois de suite l'antenne gauche, avec la patte antérieure du même côté et fait passer l'antenne entre ses mâchoires. Plus tard, lorsqu'il recommence à marcher, ses mouvements sont lents et les pattes médianes et postérieures gauches traînent sur les côtés du corps ou ne se meuvent que d'une manière passive; l'animal a une tendance prononcée à décrire un cercle d'un grand rayon en tournant à gauche. Lorsqu'il est effrayé et quelquefois sans cause apparente, le grillon fait brusquement un ou deux petits cercles de manège à droite en courant très-vite et avec toutes ses pattes. On provoque également ces cercles à droite, en touchant ou pinçant légèrement la patte médiane ou la patte postérieure gauche; en touchant ou excitant de même l'une des autres pattes la même marche de manège ne se reproduit pas ordinairement. Lorsque l'animal est renversé sur son dos, il fait de grands efforts avec toutes ses pattes et plus particulièrement avec celles du côté opéré, pour se relever à gauche; il n'y parvient que difficilement. Le grillon n'essaie pas même de se retourner à droite.

Lorsque l'on réussit à maintenir l'animal sur son dos dans une complète immobilité, on reconnaît qu'en touchant légèrement la patte antérieure gauche on provoque des mouvements instantanés dans toutes les pattes du côté droit; presque toujours la patte postérieure gauche s'associe entièrement à ces mouvements. En excitant la patte médiane gauche, réflexion instantanée sur les deux pattes postérieures et sur toutes celles du côté droit, l'antérieure gauche demeure immobile ou ne se met en mouvement qu'un peu plus tard. En touchant l'une des pattes du côté droit, réflexion vive sur les autres du même côté, et aussi et seulement sur la patte postérieure gauche.

16. *Section d'un cordon entre le ganglion du mésothorax et celui du métathorax.* Ici encore je n'ai à résumer que trois opérations sur

¹ La section de l'un des cordons est facile sur l'épacromie entre les ganglions du thorax, toutefois, je m'abstiens pour le moment de parler des résultats de ces opérations, désirant auparavant les revoir pour les compléter. Je n'ai pas encore essayé ce genre de sections sur la blatte orientale.

le grillon, dont deux sur le cordon gauche et une sur celui de droite. Soit donc le cordon gauche coupé entre les ganglions précités.

Pendant les premiers instants qui succèdent à l'opération, l'animal ne présente rien de particulier, on remarque seulement que lorsqu'il est effrayé, il se détourne habituellement à gauche, et qu'en courant devant lui il a une légère tendance à dévier du même côté. Plus tard la marche prend un caractère plus anormal, la patte postérieure gauche traîne sur les côtés du corps, sans le soutenir, ou n'exécute que des mouvements purement passifs. Quelques minutes après l'opération, plus ou moins suivant les individus, la patte antérieure gauche frotte la tête et passe ensuite dans la bouche. Le même acte ne se répète pas à droite. A peu près dans le même temps, la patte postérieure gauche frotte longuement le côté de l'abdomen, puis elle se replie brusquement pour se porter vers la bouche. Celle-ci ne s'occupe aucunement de cette patte et la tête n'a manifestement aucune conscience de l'acte qui vient de s'accomplir. J'ai vu tous ces mouvements de la patte postérieure se produire pendant que l'animal marchait devant lui, et, à l'instant où la patte s'est repliée sous le corps, le grillon fait, très-rapidement, deux ou trois petits cercles de manège à droite. La même marche circulaire s'est reproduite pendant que l'animal était occupé à nettoyer sa tête et ses deux paires de pattes antérieures.

En saisissant chacune des antennes on détermine un violent soubresaut de tout l'animal, un peu plus fort avec l'antenne de droite qu'avec celle de gauche. En pinçant modérément la patte postérieure gauche, réflexion vive sur la postérieure droite seulement. En touchant le *cerci* gauche, mouvement de la patte postérieure du même côté avant qu'aucun autre organe n'ait bougé. Au plus léger attouchement du *cerci* droit, mouvement rapide des antennes; puis si l'on continue à inquiéter l'animal il donne un coup de pied en arrière avec la patte postérieure droite.

Renversé sur son dos le grillon se relève presque toujours à gauche.

17. *Section d'un seul cordon entre le dernier ganglion thoracique et le premier ganglion abdominal.* N'ayant encore qu'un seul cas j'indiquerai seulement les résultats qui me paraissent pouvoir se généraliser.

Après la section du cordon gauche aucun trouble bien apparent dans la locomotion, l'animal effrayé semble se détourner plus facilement à gauche qu'à droite.

En pinçant le *cerci* gauche on détermine une torsion de l'abdomen. Fréquemment un petit mouvement brusque de la patte postérieure droite, la patte gauche ne s'associe que rarement au mouvement de celle de droite. En excitant le *cerci* droit agitation générale, marche ou saut. Quelquefois tout se borne à un mouvement de la patte postérieure droite qui repousse l'objet en contact avec le *cerci*.

Le grillon étant renversé sur son dos se relève instantanément en tournant à gauche.

IV.

Combinaisons diverses des sections d'un seul et de deux cordons.

18. Sections du cordon droit seul entre les ganglions céphaliques et des deux entre la tête et le thorax.

Nous résumons trois cas sur le grillon. Les observations suivantes ne sont recueillies que pendant la première demi-heure après l'opération.

L'antenne droite est complètement immobile et paraît insensible pendant les premiers instants ; l'antenne gauche conserve sa mobilité, ou, si elle la perd, c'est pour un temps très-court. En pinçant l'antenne droite on obtient quelquefois un petit mouvement instantané de la gauche et toujours un soubresaut plus ou moins étendu des mâchoires et des palpes. Ces derniers organes s'agitent plus facilement encore quand on excite l'antenne gauche ; mais je n'ai jamais constaté une réflexion de l'antenne gauche à l'antenne droite. Il ne m'a pas été possible de déterminer un mouvement réflexe certain sur les antennes, en pinçant les palpes.

19. Section des deux cordons de la chaîne entre la tête et le thorax et d'un seul, celui de droite, entre les ganglions du méso et du méta-thorax. Trois cas dans le grillon champêtre.

L'insecte étant renversé sur son dos, toute excitation de la patte postérieure droite détermine une agitation plus ou moins vive dans toutes les parties du côté gauche, la patte antérieure et la médiane droite demeurent au contraire en repos ; quelquefois néanmoins, quand l'excitation est vive ou prolongée, la patte antérieure droite associe ses mouvements à ceux des pattes gauches. En pinçant la patte antérieure droite, battements brusques de la médiane du même côté et des trois du côté opposé ; la patte postérieure droite éprouve ordinairement un petit mouvement réflexe, puis s'attache au sol et fait effort pour remettre l'animal sur ses pieds. Une légère excitation de l'une des pattes du côté gauche détermine un violent soubresaut des deux autres pattes du même côté et un faible mouvement de la postérieure droite.

La section de la chaîne entre le thorax et l'abdomen n'apporte aucune modification aux résultats que nous venons d'énoncer.

20 a. Section du cordon droit entre les ganglions céphaliques et du cordon gauche entre la tête et le thorax. Cette double opération isole les pattes du côté gauche des ganglions céphaliques et ne laisse communiquer celles du côté droit qu'avec le ganglion sous-œsophagien. — Deux cas seulement sur le grillon.

Immédiatement après l'opération, atonie générale et insensibilité des antennes ; au bout de peu de temps, les mouvements et la sensibilité réapparaissent. Je vois, une fois, l'animal marcher en arc de cercle à gauche ; j'obtiens aussi quelques pas en ligne droite à la

suite d'une excitation sur la palpe gauche ; dans ce cas, en marchant, le grillon frotte à terre le côté gauche de la tête.

En pinçant modérément l'antenne gauche on détermine un mouvement réflexe sur les palpes et les pattes ; l'excitation doit être beaucoup plus forte sur l'antenne droite pour obtenir le même résultat. La différence est tout aussi prononcée, mais en sens inverse, en pinçant les palpes ; c'est-à-dire que la réflexion des parties droites de la bouche sur les pattes du même côté est toujours très-forte, tandis qu'elle est relativement faible et affecte seulement les membres du côté droit quand on excite les pièces de la partie gauche de la bouche. Habituellement la patte postérieure gauche exécute de légers mouvements en même temps que celle de droite. En touchant chacune des pattes antérieures on obtient une réflexion très-vive sur toutes les pattes et sur la bouche.

Lorsque l'insecte est renversé sur son dos il se relève ordinairement à droite.

Pour étudier plus complètement la marche de l'action réflexe de la tête sur les pattes, j'opère encore les deux grillons de la manière suivante :

20 b. *Section du cordon droit entre le ganglion du prothorax et celui du mésothorax.* Cette nouvelle opération ne laisse en communication directe avec le ganglion sous-œsophagien que la patte antérieure droite qui se trouve elle-même privée de toute relation par les cordons avec les autres pattes, auxquelles elle est néanmoins reliée par le ganglion du prothorax.

Dans cet état, l'insecte étant placé sur son dos, on détermine des mouvements instantanés des palpes et de la patte antérieure droite, en excitant l'antenne gauche ; quelquefois aussi en pinçant très-fort l'antenne droite. Chaque excitation sur les palpes détermine une action réflexe intense sur les autres parties de la bouche et la patte antérieure droite. J'excite maintenant cette dernière : j'observe une agitation médiocre des pièces mobiles de la bouche et un mouvement réflexe, très-vif, des pattes du côté gauche et moins rapide et moins étendu de la postérieure droite.

Ainsi la patte antérieure droite produit un mouvement réflexe sur les autres pattes, lorsqu'elle est directement excitée, tandis que lorsqu'elle se meut sous l'influence des palpes son agitation ne s'étend pas aux membres avec lesquels elle n'est pas en communication par le cordon de son côté.

21 a. *Section du cordon gauche entre le ganglion sous-œsophagien et le premier ganglion thoracique, et du cordon droit entre le premier et le second ganglion thoracique.* De cinq cas sur le grillon, trois sont dans l'ordre indiqué et deux en sens inverse ; c'est-à-dire : section du cordon droit entre la tête et le thorax et du cordon gauche entre les deux premiers ganglions thoraciques. Pour plus de simplicité je résume ces opérations dans l'ordre indiqué plus haut. Ainsi la

patte antérieure droite communique seule, directement, avec les ganglions céphaliques, et le ganglion du prothorax n'est lié au reste de la chaîne que par le cordon gauche.

L'insecte étant sur ses pattes, chaque fois qu'on l'inquiète en touchant la tête ou les antennes, il fait de violents efforts pour fuir avec la patte antérieure droite, les autres membres demeurent complètement immobiles. Toutefois, lorsqu'à la suite de ces efforts, le corps de l'animal est déplacé, la patte antérieure gauche fait quelques mouvements pour revenir à la position d'équilibre.

Lorsqu'on pince l'une des antennes ou des palpes, tout le corps éprouve un léger soubresaut, il devient très-prononcé lorsque l'excitation porte sur la patte antérieure droite. Pour mieux juger de ces mouvements, il faut renverser l'animal sur son dos, on voit alors l'action réflexe, provenant d'une excitation sur la tête, se propager de la patte antérieure droite à la patte médiane gauche et aux deux pattes postérieures; celle de gauche est ordinairement plus agitée que celle de droite. Lorsque l'excitation s'exerce sur la patte antérieure droite les mouvements des pattes que nous venons d'indiquer sont beaucoup plus vifs, et aussitôt après tous les membres font effort pour relever l'animal qui tourne à gauche.

J'ai essayé si par des excitations sur les pattes, autre que l'antérieure droite, j'obtiendrais un mouvement réflexe sur la tête, et j'ai constamment observé qu'en touchant légèrement la hanche de la patte médiane gauche on provoque un soubresaut des palpes. Une excitation un peu plus prononcée du même membre produit ordinairement un mouvement réflexe de toutes les pattes.

En remplaçant l'animal sur ses pieds et en touchant les *cercis*, j'ai vu les pattes postérieures chercher à repousser le corps étranger, jamais une tentative de marche avec le concours de la patte antérieure droite.

Avant de poursuivre cette étude, je crois bon d'insister sur les résultats précédents et d'attirer particulièrement l'attention sur ce fait, qu'aucun ordre de la volonté en rapport avec les ganglions céphaliques et la partie droite du ganglion du prothorax, n'a pu se communiquer aux organes moteurs tirant leurs nerfs des autres parties du système nerveux; tandis qu'au contraire les actions purement réflexes ont passé de la tête et de la patte antérieure droite aux organes sur lesquels la volonté s'est trouvée impuissante. Et réciproquement aucune manifestation de la volonté n'a pu passer de l'abdomen, des pattes postérieures, médianes et de l'antérieure gauche à la tête et à la patte antérieure droite; nous avons vu certaines excitations de la hanche médiane gauche déterminer des mouvements réflexes sur la bouche et la patte antérieure droite.

Pour compléter l'étude de ces mouvements réflexes, opérons encore les individus en expérience comme il suit :

21 b. *Section du cordon gauche entre les ganglions du mésothorax et du métathorax.* Le ganglion du prothorax ne communique plus

maintenant qu'avec la tête par le cordon droit, et avec le second ganglion thoracique par le cordon gauche; ce dernier ganglion ne se rattache à celui du métathorax et à la chaîne abdominale que par le cordon droit. Dans cet état, en pinçant la patte antérieure droite du grillon, on provoque quelquefois des mouvements des pattes antérieures et médianes gauches; mais cette agitation a rarement le caractère instantané des mouvements réflexes. Jamais on ne détermine de réflexion sur les pattes postérieures quelque vive que soit l'excitation sur l'un ou l'autre des membres de la première paire. Si maintenant on pince la patte médiane gauche on détermine encore des mouvements réflexes des palpes et des pattes antérieures et aussi une réflexion vive et bien déterminée sur les deux pattes postérieures, plus forte, il est vrai, et plus constante sur celle de droite que sur celle de gauche.

Nous concluons de ces résultats que la réflexion de la patte antérieure droite sur les pattes postérieures (21 a), passe par le ganglion des pattes médianes et le cordon gauche, entre les ganglions des deux dernières paires de pattes. Afin de ne conserver aucun doute et après avoir obtenu sur cinq individus les résultats que nous venons d'énoncer, nous avons pratiqué sur un sixième les deux sections 21 a, et ensuite :

21 c. *La section du cordon droit entre le mésothorax et le métathorax*, en ayant soin de ne pas léser le cordon gauche entre les mêmes ganglions. A la suite de cette opération, en excitant la patte antérieure droite, on obtient encore une réflexion bien nette sur les pattes postérieures.

22. *Sections du cordon droit entre les deux premiers ganglions thoraciques, et du cordon gauche entre le second et le troisième.* Dans ce cas, trois pattes communiquent directement avec les ganglions céphaliques, ce sont les deux antérieures et la médiane gauche; les trois autres membres ne sont en relation avec ces centres nerveux que par le ganglion du mésothorax qui, lui-même, n'est lié à la tête que par le cordon gauche. J'ai étudié les résultats de ces deux sections sur trois grillons.

En général, à l'instant où l'insecte vient d'être opéré, toutes les pattes sont dans une vive agitation, mais pour atteindre des buts différents. Les trois pattes qui communiquent avec la tête entraînent l'animal par des mouvements locomoteurs réguliers et aussi rapides que possible. Dans cette marche les deux membres de gauche tirent un peu le corps de leur côté. Quant aux pattes postérieures elles portent l'abdomen sans prendre aucune part à la locomotion, et après tombent, ainsi que la médiane droite, sur les côtés du corps, ou bien elles troublent la marche en se portant vers la tête. Evidemment la volonté céphalique, que l'on veuille bien me permettre cette expression, est sans action sur les trois pattes postérieures aux sections, et jamais les mâchoires ne les saisissent pour les nettoyer. Ces

membres sont donc dans l'impossibilité de communiquer avec les ganglions antérieurs aux sections.

Lorsque le grillon est renversé sur son dos, il fait de grands efforts pour se relever, avec les trois pattes en relation avec la tête, et il n'y parvient qu'autant qu'il n'est pas trop affaibli par l'opération. En profitant des instants où l'animal est complètement immobile, on reconnaît que toute excitation de l'une ou de l'autre des pattes médianes détermine une vive agitation de tous les membres antérieurs et une réflexion bien marquée sur les deux pattes postérieures. On provoque aussi des actions réflexes avec tous les organes d'un côté des sections, sur ceux de l'autre. Pour bien constater ce résultat, il faut s'entourer de nombreuses précautions et opérer avec prudence pour n'être pas induit en erreur par l'ébranlement imprimé à tout le corps, lors de certains mouvements trop vifs de quelques-unes des pattes.

Le cas que nous venons d'examiner nous conduit donc aux mêmes conclusions que le précédent, c'est-à-dire que l'on détermine, à l'aide d'excitations, des mouvements réflexes au travers d'un ganglion que la volonté paraît impuissante à franchir.

23. *Sections du cordon gauche entre les ganglions céphaliques et du cordon droit entre le premier et le second ganglion thoraciques.* Il résulte de cette double opération que toutes les pattes du côté gauche ne communiquent directement qu'avec le ganglion sous-œsophagien et qu'à droite la patte antérieure seule est liée aux deux ganglions céphaliques.

Les mouvements réflexes que m'a présentés le grillon unique que j'ai opéré de la sorte peuvent tous se déduire des opérations précédentes, aussi me dispenserai-je de les énumérer; je ne traiterai que de l'influence de l'opération sur la locomotion.

A la suite de cette double section le grillon marche peu, il est plus souvent immobile. Pendant la locomotion, il décrit habituellement de petits cercles à droite. La patte médiane droite et la postérieure du même côté sont à peu près inactives, tandis qu'au contraire la patte antérieure droite a, dans l'ensemble de ses mouvements, un caractère de volonté et de précision que je ne remarque pas habituellement dans la patte correspondante à gauche; toutefois cette différence est faible, et c'est surtout au moment où l'insecte commence à marcher qu'elle est sensible; en effet, c'est toujours alors la patte antérieure droite qui part la première pour déplacer le grillon. Le membre antérieur gauche m'a semblé le plus actif dans la marche rectiligne et dans un cas où le grillon a décrit lentement un cercle à gauche. Lorsqu'il est renversé sur son dos il se relève plus souvent à gauche qu'à droite.

Sans vouloir tirer des conclusions rigoureuses de ce cas unique, je n'en demeure pas moins frappé du peu de différence de l'action des membres antérieurs pendant la locomotion.

L'ensemble des faits présentés dans ce résumé nous conduit aux réflexions suivantes :

24. Les ordres de la volonté ne peuvent se transmettre que directement dans chaque cordon sans effet croisé appréciable. Les actions réflexes se transmettent plus facilement au travers d'un même cordon que par effet croisé ; toutefois ce dernier mode de transmission est de toute évidence dans le grillon champêtre.

25. Lorsqu'un grillon est sur son dos et qu'il cherche à se relever, j'ai toujours cru remarquer que les membres du côté autour duquel il tourne ont la plus grande part dans les efforts de l'animal. Rappelons que les grillons opérés pour un cordon, sur un seul point, se relèvent en tournant précisément sur le côté de la section.

Dans la marche de manège qui a lieu du côté opéré à l'autre, les membres du premier côté exécutent des mouvements plus étendus que ceux du second.

En rapprochant ces faits il nous semble que les deux rotations pourraient bien être la conséquence d'une seule et même cause, la prépondérance des mouvements du côté opéré sur ceux de l'autre. Peut-être faut-il chercher, en partie au moins, la cause de cette prépondérance dans les actions réflexes. Pour mieux faire comprendre notre pensée, supposons, comme dans 14, que l'on ait pratiqué la section du cordon gauche entre la tête et le thorax. Les mouvements volontaires des pattes du côté gauche ne semblent plus devoir être que la conséquence d'actions réflexes exercées sur ce côté du corps, tandis que les mouvements des pattes du côté droit seront subordonnés à la volonté normale ou céphalique de l'animal. Il en résultera tout d'abord, qu'à la suite de la section, les pattes de gauche, à cause de l'action réflexe provenant du contact du sol, tiendront, comme cela a effectivement lieu, ce côté du corps plus élevé que l'autre. Les membres de droite soumis à la volonté affectée par l'opération, demeurent affaissés sur eux-mêmes. Lorsqu'ensuite l'animal veut marcher les pattes de droite ont seules, pendant un certain temps, des mouvements actifs, jusqu'à ce qu'à la suite d'actions réflexes, dont l'appréciation est difficile, les pattes de gauche entrent aussi en activité ; dans ce cas, si les pattes de droite ne font pas des mouvements d'une même étendue, il y aura marche de manège. L'expérience nous apprend que c'est presque toujours le côté opéré qui l'emporte sur l'autre ; il semble même, dans beaucoup de cas de marche de manège, que les pattes du côté de la section sont seules actives, l'animal tourne alors sur place et quelquefois avec une très-grande rapidité.

Supposons maintenant l'animal renversé sur son dos. Le contact du sol détermine sur tout le corps une action réflexe qui n'a pas les mêmes conséquences des deux côtés. A droite elle est dominée ou subordonnée à la volonté céphalique de l'insecte ; à gauche l'action réflexe provoque immédiatement les mouvements nécessaires pour

relever le grillon qui, dans le plus grand nombre des cas, est en effet remis sur pied par les pattes du côté opéré. Ce qui se passe ici ne nous paraît être qu'un cas particulier d'un mouvement volontaire succédant instantanément à une action réflexe, comme nous en avons cité un grand nombre d'exemples dans les diverses parties de cette notice.

Nous ne prétendons pas avoir donné une explication satisfaisante et complète de tous les cas de rotation de manège et suivant l'axe, dans le grillon; mais nous désirons, par ce qui précède, provoquer de nouvelles recherches et une discussion sur ce sujet.

26. Si l'on se souvient des mouvements qui succèdent à la section d'un ou de deux cordons, il est difficile de n'être pas frappé du besoin qu'éprouve l'insecte de frotter les organes antérieurs à la section et particulièrement les antennes et la tête. Ne trouverait-on pas là l'indice d'un état de sensibilité surexcitée ou d'irritabilité, qui pourrait aider l'explication de certains phénomènes et en particulier la rotation suivant l'axe et du côté opéré, dans le grillon (17) chez lequel le cordon gauche est coupé entre le thorax et l'abdomen?

J'attends pour me prononcer définitivement sur ce point comme sur beaucoup d'autres qu'il m'ait été possible de compléter mes recherches sur le grillon et les autres insectes qui me servent de type.



LES DUNES DE SABLE MOUVANT DE SAXON EN VALAIS.

Par **M. Morlot**, professeur.

(Séance du 17 juin 1857.)

Le fond de la vallée du Rhône entre Saxon et Martigny est parfaitement nivelé et dressé, comme toutes les plaines alluviales. Aussi l'œil est-il surpris de rencontrer à mi-chemin entre Saxon et Martigny de petites collines interrompant la régularité de la plaine. La grande route les traverse et le chemin de fer en a fortement entamé la plus grande. Leur étude se trouve donc très-facilitée. Elles sont entièrement composées de sable assez fin, à grain bien uniforme, et sans aucun mélange de quoi que ce soit d'étranger; on n'y trouve pas le moindre galet. Elles sont recouvertes d'un maigre gazon entamé sur divers points; le vent les attaque sur ces points, il les ronge et en transporte le sable sur le revers opposé, où il enfouit peu à peu le gazon. Un creux une fois formé s'élargit facilement, car le vent mine le gazon par dessous, et celui-ci s'éboule en petites mottes aisément emportées par les raffales. De cette façon tantôt une partie, tantôt une autre avance, et en fin de compte la dune entière marche. Cette marche se trouva constatée par la présence dans un de ces creux, en voie d'agrandissement par l'action du vent, de deux troncs d'arbre en place, d'environ un demi-pied de diamètre