

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

POSITION DU CENTRE DE GRAVITÉ

CHEZ

LES INSECTES

PAR

M. FÉLIX PLATEAU.

---

TIRÉ DES ARCHIVES DES SCIENCES DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

Janvier 1872.

*Avec autorisation de la Direction*

---

GENÈVE

IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

1872



## RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

# POSITION DU CENTRE DE GRAVITÉ

## CHEZ LES INSECTES

---

### § I.

Dans tout animal qui se meut, les contractions musculaires et les déplacements des leviers solides concourent vers deux buts distincts d'une égale importance : la progression et le *maintien de l'équilibre*. Pendant le repos à l'état de station, le maintien de l'équilibre exige seul l'action d'un grand nombre des organes actifs et passifs du mouvement.

L'étude des conditions d'équilibre des êtres vivants n'est possible, j'ai à peine besoin de le rappeler, que si l'on connaît, dans chacun d'eux, la situation du *centre de gravité*. Tous les physiologistes, depuis Borelli, ont accordé une grande importance à cette notion, en ce qui concerne l'homme. En est-il de même pour ceux qui se sont occupés spécialement des animaux et, en particulier, pour ceux qui ont fait des insectes l'objet de leurs études ?

Les uns laissent le centre de gravité dans l'oubli le plus complet, les autres en parlent et lui font même jouer un rôle dans leurs démonstrations ; mais ils se

bornent à deviner sa position, à la déduire vaguement de la forme extérieure. Aucun d'eux, enfin, n'a cherché à déterminer expérimentalement la position vraie du centre de gravité d'un insecte.

Aujourd'hui que la mécanique des articulés a fait des progrès considérables, grâce à l'emploi de procédés d'investigation empruntés à la physique, il m'a paru qu'il y aurait une utilité réelle à décrire une méthode facile pour la recherche du centre de gravité des articulés et à exposer les résultats que son application aux insectes m'a permis d'obtenir.

## § II.

### *Instruments et procédés.*

Il existe des instruments très-ingénieux pour la détermination du centre de gravité, telle est la *balance centroscopique* imaginée en 1861 par M. E. Terssen<sup>1</sup> et destinée spécialement aux projectiles de guerre ; mais ces instruments ne peuvent être employés pour des corps très-légers, comme le sont presque tous nos insectes indigènes ; aussi ai-je préféré recourir à l'ancien appareil de Borelli<sup>2</sup>, en le modifiant quelque peu. Tout le monde en a lu la description, soit dans l'ouvrage original du célèbre physiologiste, soit dans les traités modernes : je puis donc me dispenser de la reproduire. Le lecteur séparera aisément, dans les instruments dont je me suis servi, ce qui m'est personnel de ce qui appartient à Borelli.

<sup>1</sup> Nouvelle méthode pour déterminer le centre de gravité des corps (Mém. de la Société royale des Sciences de Liège, tome XVI, p. 312, pl. I et II). Liège, 1861.

<sup>2</sup> *De motu animalium*, page 143, Prop. 134. Tab. X, fig. 2. Hagæ comitum, 1743.

Mes appareils ont des dimensions différentes que je donnerai plus bas ; voici d'abord leur structure commune : disons, en premier lieu, pour fixer les idées, que la partie principale de l'instrument est une sorte de fléau de balance ; supposons-la en équilibre et immobile. Elle se compose d'une petite lame mince, mais rigide, de bois bien sec. Cette lame, rectangulaire, longue et étroite, comme une petite règle plate, n'est point placée de champ, comme le sont les fléaux ordinaires ; ses grandes faces sont, au contraire, horizontales.

Elle porte, fixé transversalement en son milieu, un couteau d'acier reposant, par son tranchant, sur deux plans de même métal.

Dans les fléaux de balance, on ajoute, pour amener le centre de gravité sous l'axe de suspension, une masse métallique additionnelle faisant saillie sous le point d'insertion du couteau. Une saillie analogue, mais en bois, existe dans notre appareil.

Tel que nous venons de le décrire, le fléau de bois, dont les deux moitiés sont égales en longueur et en poids, peut osciller librement et se tient, de lui même, en équilibre dans une position horizontale.

On a collé sur la face supérieure de la règle un petit disque horizontal de carton mince sur lequel sont tracés deux diamètres qui se coupent à angle droit. L'un d'eux est situé exactement au-dessus du tranchant du couteau, le second coïncide avec une ligne marquée sur la face supérieure du fléau, de l'un de ses bouts à l'autre et divisant cette face en deux moitiés égales. La portion tracée sur le disque, ainsi que le diamètre qui la coupe à angle droit, sont divisés en millimètres et demi-millimètres. Le point d'intersection porte le signe *O*. La graduation est

comptée, dans un sens et dans l'autre, à partir de ce zéro et les nombres 5, 10, 15, etc. inscrits de cinq en cinq millimètres facilitent la lecture.

Abandonné à lui-même, l'instrument est en équilibre stable sur le tranchant du couteau; mais un poids très-faible placé au milieu du plateau de carton suffit pour rendre cet équilibre instable, en amenant le centre de gravité de l'ensemble au-dessus de l'axe de suspension. On remédie à cet inconvénient en fixant, sous la portion médiane du fléau, une petite sphère métallique pesante.

J'ai réuni ci-après, sous forme de tableau, les dimensions des trois appareils que j'ai employés. Ces dimensions différentes étaient indispensables pour pouvoir opérer sur des insectes de toutes les tailles et de tous les poids.

	1 <sup>er</sup> APPAREIL	2 <sup>me</sup> APPAREIL	3 <sup>me</sup> APPAREIL
Substance du fléau.	Bois d'acajou.	Bois d'acajou.	Bois de sapin
Longueur du fléau.	6 centimètres.	8 centimètres.	19,5 centim.
Largeur de la face supér.	6 millimètres.	6 millimètres.	12 millimèt.
Épais. verticale au milieu	6 millimètres.	6 millimètres.	12 millimèt.
Épais. de la lame de bois	1 millimètre.	1 millimètre.	4 millimèt.
Diamètre du disque.	3 centimètres.	5 centimètres.	13 centimèt.
Masse pesante métallique	Plomb de chasse n° 5.	Plomb de chasse n° 4.	Sphère de laiton pesant 3 <sup>gr</sup> ,5.

Ces appareils sont extrêmement sensibles; pour donner une idée de cette sensibilité, je dirai qu'il m'a, parfois, été impossible d'opérer lorsqu'il faisait beaucoup de vent à l'extérieur ou lorsqu'il y avait eu un brusque refroidissement de la température. Les petits courants d'air passant par les fentes des portes et des fenêtres closes déterminaient des oscillations continuelles du fléau.

Passons, actuellement, à la manière d'opérer : le support sur lequel pose librement l'instrument étant

placé sur une table bien fixe, située à un mètre ou deux de la muraille de l'appartement et tourné de manière que le fléau oscille dans un plan parallèle à cette muraille, on tend horizontalement, sur celle-ci, à l'aide d'épingles ou de petits clous, un fil d'une teinte tranchée, blanc si la tapisserie est foncée, noir si elle est claire. L'horizontalité du fil se trouve aisément en suspendant, devant lui, un fil à plomb et en modifiant sa position jusqu'à ce qu'il forme, avec la verticale, quatre angles qui paraissent bien égaux. Ce moyen est suffisamment précis pour le genre d'expériences que j'avais à effectuer.

On possède alors une ligne de repère à laquelle la face supérieure du fléau doit être parallèle chaque fois qu'il y a équilibre. Pour constater si ce parallélisme existe, ou pour observer les angles que le fléau fait avec l'horizontale, l'expérimentateur, fermant un œil, se place de manière que le rayon visuel, rasant le plan du disque de carton, aille rencontrer le fil tendu sur le mur.

Supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse de déterminer la position du centre de gravité d'un insecte à l'état de station : l'individu sur lequel on veut faire l'expérience est, préalablement tué ou engourdi <sup>4</sup> à l'aide de la vapeur d'éther ; on le saisit ensuite délicatement, en prenant toutes les précautions pour ne pas le froisser, et on lui écarte les pattes dans une position naturelle. Puis on le pose sur le disque de l'instrument, de façon que

<sup>4</sup> Les individus sur lesquels on se propose d'opérer doivent toujours être tués depuis très-peu de temps ; il est même préférable de se borner à les engourdir ; beaucoup d'insectes que j'ai essayés se sont trouvés dans ce cas et revenaient à leur état normal après les expériences.

l'axe de son corps soit au-dessus du diamètre gradué longitudinal. L'appareil incline alors soit dans un sens soit dans l'autre; à l'aide d'une aiguille emmanchée ou d'une longue épingle, on fait avancer ou reculer l'insecte, jusqu'à ce que le fléau soit horizontal et revienne, de lui-même, après quelques oscillations, à cette position d'équilibre, lorsqu'on l'en écarte.

A cet instant, le centre de gravité de l'animal qui est situé, ainsi que je le démontrerai plus loin (§ III), dans le plan vertical qui passe par l'axe du corps, est placé au-dessus du point zéro de la graduation. Observant avec une loupe un peu forte, on note, d'abord, la région du corps qui renferme le centre de gravité, proto, méso, métathorax ou anneau abdominal.

Je ferai ici une parenthèse pour expliquer quelques-uns des termes dont je me servirai plus loin. Tous les naturalistes qui ont étudié l'organisation des insectes savent que les zoonites sont loin d'être toujours également développés au-dessus et en dessous; il est donc absolument nécessaire d'indiquer quelle est la face du corps que l'on avait en vue en observant; de là les mots *face tergale*, *face ventrale* qui se rencontrent dans mes tableaux. J'y signale aussi, très-souvent, la position du centre de gravité par rapport aux hanches ou aux trochanters de telle ou telle paire de pattes. En effet chez les insectes à élytres ou dont les ailes sont peu transparentes, on ne voit pas, l'animal étant au repos, la face tergale de l'abdomen; la face ventrale se voit mal et de profil; mais on distingue très-bien les pattes, les trochanters et souvent les hanches. Les mots *trochanters de la deuxième paire*, *trochanters de la troisième paire*, etc. signifient donc, dans mes tableaux, que le centre de gra-

tivité se trouvait au-dessus de la ligne transversale joignant ces pièces des organes locomoteurs <sup>1</sup>.

Revenons à l'expérience : employant encore la loupe <sup>2</sup> et regardant directement par-dessus, on observe à quel point de la graduation (millimètres et fractions de millimètre) répond l'extrémité postérieure de l'abdomen. On obtient ainsi la distance du centre de gravité à l'extrémité postérieure du corps. Cette extrémité est préférable à l'extrémité céphalique où les palpes et les mandibules gênent et permettent difficilement des mesures exactes.

Cela fait, on enlève l'insecte de l'appareil et, à l'aide d'un compas dont on reporte les pointes sur une règle divisée, on mesure 1° la longueur totale, de l'extrémité postérieure du corps au bord antérieur du labre, 2° la largeur du corps dans la région du centre de gravité, 3° sa plus grande largeur.

J'appelle *position relative du centre de gravité*, sa position par rapport à une quelconque des parties du corps, anneau, hanche, trochanter, etc. Je nomme *position absolue du centre de gravité* le nombre qu'on obtient en calculant le rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité postérieure du corps et la longueur totale de l'animal. Les quotients 0,50, 0,67, par exemple, obtenus de cette manière, signifient que la distance du centre de gravité à l'extrémité postérieure est les cinq dixièmes ou les soixante-sept centièmes de la longueur du corps. Ils montrent, immédiatement et indépendam-

<sup>1</sup> On peut, sans inconvénient, et il m'est souvent arrivé de recourir à cette modification, placer l'animal sur le dos ; on voit encore mieux ainsi la situation du centre de gravité par rapport aux hanches ou aux anneaux abdominaux.

<sup>2</sup> L'emploi de la loupe permet d'évaluer très-approximativement les fractions de millimètres.

ment de la forme et de l'étendue des anneaux, si le centre de gravité est au milieu de l'insecte, plus rapproché de la tête ou plus voisin du dernier somite.

Quant aux indications de longueur et de plus grande largeur, elles trouveront leur application dans les paragraphes suivants. Les procédés à employer dans le cas de positions autres que la station, telles que le vol, la natation, etc. <sup>1</sup>, seront également exposés plus loin. Je dirai seulement que, si l'on a pris les précautions convenables, le même insecte peut servir à plusieurs expériences, en lui disposant successivement les membres dans différentes attitudes. J'ai eu fréquemment recours à cette ressource, ce qui explique, dans mes tableaux, la répétition de certains nombres identiques.

### § III.

*Le centre de gravité est situé dans le plan vertical méridien qui passe par l'axe longitudinal du corps.*

On sait que, chez l'homme, la ligne de gravitation, ou la verticale menée par le centre de gravité, est comprise dans le plan vertical qui divise le corps en deux moitiés égales, droite et gauche <sup>2</sup>. Il doit en être ainsi chez tous les animaux à corps symétrique, comme les vertébrés et les articulés.

Les expériences que j'ai faites sur des insectes pour

<sup>1</sup> On me fera certainement le reproche de ne pas parler du saut des insectes. Des circonstances indépendantes de ma volonté m'ont empêché, jusqu'à présent, de réunir assez de résultats exacts concernant cette manifestation toute particulière de l'activité des articulés pour m'en occuper dans ce premier essai.

<sup>2</sup> Weber, *Mécanique des organes de la locomotion chez l'homme.* (Encyclopédie anatomique, tome II, p. 309.) Paris, 1843.

vérifier l'exactitude de cette supposition ne pouvaient donc rien apprendre de nouveau ; néanmoins, les résultats qu'elles m'ont donnés ont leur importance propre, puisqu'ils permettent d'affirmer un fait qui, avant les essais dont il s'agit, ne pouvait être considéré, a priori, comme certain ; car la symétrie qu'on observe dans les parties extérieures des insectes n'existe plus, avec la même exactitude, pour les viscères si développés de l'appareil digestif.

Les expériences ont porté sur le *Dytiscus dimidiatus* femelle et l'*Hydrophilus piceus* femelle, insectes dont le corps est assez large pour permettre des mesures exactes. Ces animaux vivants, mais engourdis par la vapeur d'éther, ont été placés horizontalement sur le dos, les pattes symétriquement disposées et l'axe de leur corps perpendiculaire à l'axe de l'appareil, c'est-à-dire à la ligne médiane divisée qui joint les extrémités du levier.

J'ai trouvé ainsi, après les tâtonnements habituels, que, pour les deux individus, l'instrument était horizontal lorsque le centre de gravité de l'ensemble se trouvait verticalement sous les crêtes sternales des différents zoonites thoraciques, ou sous la ligne médiane des zoonites abdominaux. Ce qui montre donc que le centre de gravité des coléoptères en question se trouvait effectivement dans le plan vertical médian passant par l'axe du corps.

#### § IV.

*Le centre de gravité occupe une position à très-peu près identique chez les insectes de même espèce et de même sexe, dans la même attitude.*

La proposition qui sert de titre à ce paragraphe paraît

évidente a priori. Il était cependant important de s'assurer si l'expérience en démontrait l'exactitude. Elle est, en effet, le point de départ de recherches beaucoup plus intéressantes, et si mes essais m'en avaient prouvé la fausseté, si j'avais trouvé que le centre de gravité pouvait, chez les divers individus de même sexe d'une même espèce, dans la même attitude, occuper des positions notablement différentes, il y aurait eu beaucoup de vague dans l'interprétation des changements de situation du centre de gravité qui résultent des positions relatives des diverses parties de l'animal, dans la marche, le vol ou la natation.

J'ai réuni, dans le tableau suivant, les nombres fournis par quelques expériences faites sur des insectes de même sexe dans la position de la marche naturelle propre à chaque espèce.

Comme il n'y a jamais identité absolue de structure entre deux individus, les valeurs obtenues ne sont que bien rarement mathématiquement égales; mais elles sont toujours si voisines, bien que les expériences faites sur une même espèce aient souvent été affectées à une année d'intervalle, qu'on peut regarder le résultat général comme très-satisfaisant.

Je n'ai pas voulu ajouter à ce tableau les nombres que m'avaient donnés certaines espèces dans des attitudes plus mouvementées, parce qu'ils trouveront mieux leur place dans d'autres parties de cette notice.

		Position relative du centre de gravité.		
SEXE	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Longueur de l'animal.	Rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur du co ps.	
	Millimètres	Millimètres		
Carabus auratus . . . . .	Femelle. 41,3 Femelle. 43,0	23,0 25,0	0,49 0,52	Articulation des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire avec les trochanters. Idem.
Hydrophilus piceus . . . . .	Femelle. 21,0 Femelle. 20,5	43,0 42,5	0,48 0,48	Extrémités externes des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire. Idem.
Lacon murinus . . . . .	Male. 6,7 Male. 6,5	13,5 13,0	0,50 0,50	Milieu du métathorax. Idem.
Melolontha vulgaris . . . . .	Femelle. 43,2 Femelle. 44,3	26,5 29,2	0,50 0,49	Bord postérieur du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal. 0 <sup>me</sup> , 5 du bord postérieur du 4 <sup>er</sup> anneau abdominal.
Melolontha vulgaris . . . . .	Male. 43,5 Male. 43,5	27,5 27,5	0,49 0,49	Tiers antérieur du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal (face ventrale). Idem.
Oryctes nasicornis . . . . .	Male. 42,8 Male. 42,3	31,4 30,6	0,44 0,40	Bord antérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire. Idem.
Telephorus lividus . . . . .	Femelle. 6,5 Femelle. 7,3	13,0 14,0	0,50 0,52	Articulation des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire avec les trochanters. Idem.
Forficula auricularia . . . . .	Femelle. 5,5 Femelle. 6,0	15,0 15,0	0,37 0,40	Milieu du 2 <sup>e</sup> anneau abdominal. Idem.
Oedipoda grossa . . . . .	Male. 42,3 Male. 43,0	22,5 23,5	0,55 0,55	Articulation des cuisses avec les trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire. Idem.
Bombus terrestris . . . . .	Male. 7,0 Male. 8,2	13,5 17,0	0,51 0,48	Pédoncule entre le thorax et l'abdomen. Idem.
Pieris brassicae . . . . .	Male. 8,5 Male. 8,5	18,0 19,0	0,46 0,45	Bord postérieur du 2 <sup>e</sup> anneau abdominal. Idem.
Liparis dispar . . . . .	Femelle. 8,5 Femelle. 40,0	18,0 20,0	0,47 0,50	Bord postérieur du 2 <sup>e</sup> anneau abdominal. Idem.

Quelques-unes des mesures inscrites dans ce tableau doivent recevoir un mot d'explication: Pour les forficules, la mesure de la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et celle de la longueur du corps ont été obtenues en ne tenant pas compte des appendices en forme de pince. Ces appendices sont, du reste, si légers que leurs différences de longueur n'influent pas sur la position relative du centre de gravité.

Pour les Oedipodes, l'attitude des insectes pendant les expériences n'a pas été absolument celle de la marche. Les cuisses postérieures étaient verticales et les jambes parallèles aux cuisses.

#### § V.

*Le centre de gravité est-il toujours situé dans la portion la plus large du corps de l'insecte ?*

Dans les nombreuses expériences auxquelles j'ai soumis les insectes pour la détermination de la position de leur centre de gravité, j'ai toujours pris note: 1° de la largeur de la région qui comprend le centre de gravité; 2° de la plus grande largeur du corps.

Il semble, au premier abord, que le centre de gravité d'un insecte doit être constamment situé dans le zoonite qui offre le plus grand diamètre; les mesures que j'ai prises avaient pour but de rechercher s'il en était réellement ainsi.

Dans le cas où l'expérience aurait confirmé cette hypothèse, il en serait résulté que la seule inspection de la forme extérieure de l'animal suffit pour désigner, à fort peu près, l'endroit du corps où se trouve le centre de gravité; mais l'expérience donne, en général, un résultat

absolument différent. Il est rare que le centre de gravité tombe dans la portion du corps qui présente la plus grande largeur, et la forme extérieure ne permet que dans des cas particuliers de deviner la situation du point en question.

Un premier groupe d'articulés chez lesquels le centre de gravité doit se rencontrer dans l'anneau le plus large, comprend les animaux qui, vus au-dessus, présentent un contour sensiblement elliptique, et dont l'épaisseur du corps croît régulièrement de la périphérie vers le milieu de cette ellipse. Aussi voit-on, par exemple, le centre de gravité situé au milieu du corps et dans sa partie la plus large chez les crustacés isopodes du genre porcellion. Il en est à peu près de même pour plusieurs de nos coléoptères aquatiques, pour les scarabéiens, les élatérides et les méloés. J'ai noté le fait chez les espèces suivantes :

<i>Acilius sulcatus</i> ,	femelle.
<i>Hydrophilus piceus</i> ,	femelle.
<i>Anisoplia horticola</i> ,	femelle.
<i>Anomala Frischii</i> ,	femelle.
<i>Melolontha vulgaris</i> ,	mâle.
<i>Lacon murinus</i> ,	mâle.
<i>Meloe proscarabæus</i> ,	mâle.

Un deuxième groupe est celui des insectes à corps linéaire et à peu près aussi large dans toutes ses régions, c'est ce que vérifient les :

<i>Telephorus fuscus</i> ,	femelle.
<i>Telephorus lividus</i> ,	femelle.
<i>Ocypus morio</i> .	

Si, au contraire, le corps présente une suite d'anneaux à diamètres très-variables, comme, par exemple, dans le cas d'un thorax robuste et d'un abdomen long et étroit,

il ne sera plus possible de se figurer, a priori, la position occupée par le centre de gravité, et il suffira de très-petites différences dans la forme et les dimensions de tel ou tel anneau pour que le centre de gravité se rencontre ou ne se rencontre pas dans la région la plus large du corps chez des insectes très-voisins. Je citerai, à l'appui de ce que j'avance ici, les résultats que m'a donnés la famille des Odonates; tous ses représentants ont presque le même aspect extérieur, et cependant, malgré cette quasi-identité de structure, j'ai trouvé, dans les positions relatives du centre de gravité, les différences suivantes :

<i>Agrion puella</i> (femelle)	Premier tiers du 3 <sup>me</sup> anneau abdominal.
<i>Agrion sanguinea</i>	Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdomin.
<i>Libellula conspurcata</i> (femelle)	Bord postérieur du métathorax.
<i>Libellula vulgata</i> (femelle)	Sillon entre le métathorax et l'abdomen.
<i>Cordulia metallica</i> (femelle)	Bord postérieur du métathorax.
<i>Aeschna grandis</i> (femelle)	Milieu du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal <sup>1</sup> .

Chez l'*Agrion puella* seule, le centre de gravité s'observe au point le plus large du corps.

Je pourrais multiplier les exemples; je me bornerai à donner la position du centre de gravité dans trois espèces du groupe également très-naturel des Muscides.

<i>Musca corvina</i>	Premier anneau abdominal.
<i>Lucilia Cæsar</i>	Bord postérieur du métathorax.
<i>Calliphora vomitoria</i>	Sillon entre l'abdomen et le métathorax.

Enfin, il existe des insectes, comme les Hyménoptères du genre *Bombus*, où le centre de gravité tombe dans la région la plus étroite du corps, le pédoncule qui unit l'abdomen au thorax <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Pour que les résultats fussent comparables, tous les insectes de ce groupe ont été placés sur l'appareil avec les ailes étendues horizontalement dans la position du vol.

<sup>2</sup> *Bombus terrestris*, *Bombus muscorum*, *Bombus lapidaria*.

Je conclus de ces faits que, toutes les fois que dans les recherches sur la mécanique des animaux, on a besoin, pour asseoir un raisonnement ou une théorie de la position du centre de gravité d'une espèce donnée, on ne saurait, avec quelque certitude, se borner à déduire la situation relative de ce point de la forme extérieure du corps; il faut déterminer cette situation expérimentalement<sup>2</sup>. Ainsi, pour citer un exemple, malgré tous les travaux scientifiques dont le cheval a été l'objet, on est surpris et peiné de trouver encore le passage suivant dans le remarquable traité de physiologie de M. G. Colin<sup>1</sup>: « Le centre de gravité dont la position exacte n'a jamais été déterminée correspond, à peu près, à l'intersection de deux lignes, l'une verticale tombant en arrière de l'appendice xiphoïde du sternum, l'autre horizontale séparant le tiers moyen du tiers inférieur du corps. Conséquemment, la ligne de gravitation (est) voisine du plan de la huitième côte..... »

## § VI.

### *De la situation du centre de gravité dans les deux sexes d'une même espèce.*

Le centre de gravité occupe évidemment des positions absolues et relatives très-différentes chez les deux sexes

<sup>1</sup> Ce sont évidemment des considérations de cette nature qui ont engagé M. Monoyer à déterminer par l'expérience la position du centre de gravité chez les poissons. On sait combien les résultats que ce savant a obtenus lui ont fait modifier la théorie de l'équilibre et de la natation de ces animaux (Contribution à l'étude de l'équilibre et de la locomotion chez les poissons. Annales des Sciences natur., 5<sup>me</sup> série, tome VI, page 5, 1866).

<sup>2</sup> Traité de physiologie comparée des animaux, 2<sup>me</sup> édit., pp. 416 et 417, fig. 52 et 54. Paris, 1871.

d'espèces telles que le *Lampyrus noctiluca*, le *Lucanus cervus*, le *Liparis dispar*, etc., dont le mâle et la femelle se distinguent par des caractères si tranchés qu'une personne peu familiarisée avec l'entomologie ne les rangerait pas dans le même genre. J'ai laissé ces cas exceptionnels de côté pour ne porter mon attention que sur les espèces rentrant dans la loi commune:

La grande majorité des insectes femelles diffère des mâles par un port plus massif et surtout un abdomen plus volumineux; aussi étais-je persuadé, au début de mes recherches, que le centre de gravité des femelles était presque toujours placé plus en arrière que chez l'autre sexe.

L'expérience ne confirme cependant pas cette prévision, et l'on voit, par le tableau qui suit, que l'inverse peut aussi exister. De huit espèces essayées, cinq présentent effectivement le centre de gravité plus voisin de l'extrémité anale et, par suite, un rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur totale du corps plus petit chez les femelles que chez les mâles; mais trois autres montrent, chez les femelles, le centre de gravité plus rapproché de la tête et un rapport plus grand. Ce qu'il y a de plus singulier encore, c'est que les deux dispositions contraires se rencontrent chez des espèces voisines ou, tout au moins, appartenant au même groupe; comme les *Libellula conspurcata* et *Libellula vulgata*, les *Melolontha vulgaris* et *Oryctes nasicornis*.

	SEXE	DISTANCE	Longueur de l'insecte.	RAPPORT entre la distance du centre de gravité à l'ex- trémité de l'abdomen et la longueur du corps.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	OBSERVATIONS
		du centre à l'extré- mité de l'abdomen Millimètres				
Melolontha vulgaris..	Mâle.	13,5	27,5	0,49	Bord antérieur du 2 <sup>e</sup> anneau abdominal (face ventrale).	Moyenne de 2 individus.
Melolontha vulgaris..	Femelle.	13,5	29,7	0,45	Bord postérieur du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal.	Moyenne de 6 individus.
Locusta viridissima ..	Mâle.	17,0	37,0	0,46	3 millim. en arrière des trochanters des pattes postér.	Mesures prises en négligeant les pièces anales.
Locusta viridissima ..	Femelle.	15,0	37,0	0,40	1 millim. en arrière des trochanters des pattes postér.	Mesures prises en négligeant l'oviscapite.
Libellula conspurcata.	Mâle.	30,3	46,0	0,66	Milieu du prothorax.	Mesures prises en négligeant les pièces anales.
Libellula conspurcata.	Femelle.	27,0	44,5	0,61	Bord postérieur du métathorax.	Id.
Notodonta dictœa ...	Mâle.	12,5	21,0	0,59	Bord postérieur du 4 <sup>er</sup> anneau abdominal.	
Notodonta dictœa ...	Femelle.	16,5	30,0	0,55	Milieu du 3 <sup>me</sup> anneau abdominal.	Pleine d'œufs.
Lucilia Cœsar .....	Mâle.	5,0	9,5	0,54	Bord postérieur du mésothorax.	
Lucilia Cœsar .....	Femelle.	4,7	11,0	0,43	Bord postérieur du métathorax.	

## POSITION DU CENTRE DE GRAVITÉ

	SEXE	DISTANCE du centre de gravité à l'extré- mité de l'abdomen	Longueur de l'insecte.	RAPPORT entre la distance du centre de gravité à l'ex- trémité de l'abdomen et la longueur du corps.	POSITION RELATIVE du CENTRE DE GRAVITÉ	OBSERVATIONS
Oryctes nasicornis ..	Mâle.	12,5	30,8	0,40	Bord antérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	Moyenne de 2 individus.
Oryctes nasicornis ..	Femelle.	15,5	34,5	0,45	Tiers antérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	
Libellula vulgata . . . .	Mâle.	23,0	35,0	0,66	Tiers postérieur du métatho- rax.	
Libellula vulgata . . . .	Femelle.	23,7	35,5	0,67	Sillon entre le thorax et l'ab- domen.	
Agriion puella . . . . .	Mâle.	21,5	33,5	0,64	Deuxième tiers du 3 <sup>me</sup> an- neau abdominal.	
Agriion puella . . . . .	Femelle.	23,5	36,0	0,65	Milieu du 3 <sup>me</sup> anneau abdo- minal.	

Ces faits sur lesquels, du reste, je n'insisterai pas plus longuement, doivent trouver leur explication naturelle, non exclusivement dans le volume plus ou moins grand de l'abdomen, mais aussi dans sa forme. Ainsi, nous voyons exister les deux situations contraires du centre de gravité chez les deux sexes de *Melolontha vulgaris* et de l'*Oryctes nasicornis*, ce qui paraît inexplicable tant qu'on n'a pas calculé, pour les deux sexes, le rapport de la plus grande largeur du corps à sa longueur. Voici les nombres en question :

		Rapport de la plus grande largeur à la longueur.
<i>Melolontha vulgaris</i> ...	mâle.....	0,42
	femelle....	0,46
<i>Oryctes nasicornis</i> ....	mâle.....	0,53
	femelle....	0,50

Chez le hanneton, l'abdomen de la femelle comparé à celui du mâle est donc plus large relativement à la longueur du corps, aussi le centre de gravité est-il plus reculé; chez l'*Oryctes*, nous observons le contraire, et le centre de gravité est plus voisin de la tête.

Les mesures prises sur les libellules nous montrent également que, si le centre de gravité est situé plus en avant chez la *L. vulgata* femelle, c'est que son abdomen est plus étroit proportionnellement à la longueur que celui du mâle. Chez la *L. conspurcata*, le rapport de la longueur à la largeur est le même dans les deux sexes; mais l'abdomen de la femelle est un peu plus allongé, d'une manière absolue, ce qui ramène le centre de gravité en arrière.

		Rapport de la plus grande largeur à la longueur.
Libellula vulgata . . . . .	{ mâle . . . . .	0,12
	{ femelle . . . . .	0,11
Libellula conspurcata . . . . .	{ mâle . . . . .	0,15
	{ femelle . . . . .	0,15

En résumé, le centre de gravité n'occupe pas la même position dans les deux sexes d'une même espèce; il est tantôt plus, tantôt moins reculé chez les femelles que chez les mâles, et sa situation dépend des rapports existant entre les diverses dimensions des individus.

### § VII.

*Le centre de gravité se déplace-t-il lors du changement de la larve en insecte parfait chez les insectes à métamorphoses complètes?*

La forme de la larve est généralement si éloignée de celle de l'insecte parfait qu'on pouvait légitimement s'attendre à constater une différence notable entre les positions du centre de gravité dans les deux états extrêmes d'une même espèce. La nymphe ou chrysalide devait, comme état intermédiaire, offrir une position intermédiaire aussi du centre de gravité.

C'est ce qu'on observe effectivement quant à la situation relative du point en question. On verra, par les exemples qui suivent, pris chez les Lépidoptères diurnes, nocturnes et chez les grands Coléoptères, que le centre de gravité, qui est abdominal chez les larves, se rapproche de la tête et tend à devenir thoracique chez les insectes parfaits.

POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ.

	LARVES	NYMPHES OU CHRYSALIDES	INSECTES PARFAITS
Hydrophilus piceus.	Milieu du 3 <sup>me</sup> anneau abdominal.	.....	Extrémités externes des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire (femelle).
Dytiscus marginalis.	Milieu du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal.	.....	Tiers postérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire (mâle).
Oryctes nasicornis.	Entre le 4 <sup>me</sup> et le 5 <sup>me</sup> anneau abdominal (côté tergal) <sup>1</sup> .	Milieu du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal (côté tergal), bord postérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire (femelle).	Premier anneau abdominal (côté tergal) et tiers antérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire (femelle).
Liparis dispar.	Entre le 3 <sup>me</sup> et le 4 <sup>me</sup> anneau abdominal.	Milieu du 3 <sup>me</sup> anneau abdominal.	Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal.
Vanessa urticae.	Entre le 6 <sup>me</sup> et le 7 <sup>me</sup> anneau abdominal.	.....	Articulations des cuisses sur les hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.

<sup>1</sup> On sait que les énormes larves d'*Oryctes nasicornis* ont, comme celles du hanneton, la partie postérieure du corps recourbée en dessous; mais lorsque l'animal a été tué par la vapeur d'éther, cette région du corps s'étend presque entièrement, de sorte qu'on peut, sans grande erreur, mesurer la distance du centre de gravité à l'extrémité réelle de la larve.

Mais les résultats se présentent avec une tout autre signification, si on envisage la question au point de vue de la position absolue du centre de gravité. En calculant pour les insectes déjà cités, le rapport existant entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur totale de l'animal, on constate que ce rapport est toujours plus petit chez l'insecte parfait que chez la larve; ce qui montre que l'insecte parfait a son centre de gravité plus rapproché de l'extrémité postérieure du corps. L'inverse existe chez les nymphes; leur centre de gravité est plus éloigné de l'extrémité postérieure que chez les larves et que chez les insectes parfaits.

RAPPORTS DONNANT LA SITUATION ABSOLUE  
DU CENTRE DE GRAVITÉ.

	LARVES	NYMPHES	INSECTES PARFAITS	
<i>Hydrophilus piceus</i>	0,55		0,48	Moyenne de deux individus femelles (pour les insectes parfaits).
<i>Dytiscus marginalis</i>	0,53		0,43	
<i>Oryctes nasicornis</i>	0,47	0,52	0,45	Moyennes de trois individus pour les trois états.
<i>Liparis dispar</i>	0,51	0,54	0,46	
<i>Vanessa urticae</i>	0,47		0,46	

Si donc nous ne considérons que les phases extrêmes, nous arrivons à ces deux conclusions en apparence contradictoires que, pendant le cours des métamorphoses, le centre de gravité se rapproche de la tête relativement aux différents zoonites, tandis qu'il s'en éloigne relativement aux dimensions du corps.

Il est facile d'expliquer cette contradiction : le thorax des larves est généralement très-réduit et les anneaux de

l'abdomen nombreux ; le centre de gravité y tombe donc inévitablement dans un anneau abdominal. Chez l'insecte parfait, au contraire, le thorax a acquis des dimensions considérables, et le nombre des anneaux abdominaux a diminué. Le thorax se prolongeant donc davantage en arrière, a marché, en quelque sorte, à la rencontre du centre de gravité, qui reste sensiblement dans la région médiane du corps et, l'abdomen se raccourcissant, la distance de son extrémité au point en question diminue.

En résumé, tandis que le centre de gravité progresse vers l'extrémité antérieure du corps, la portion postérieure de celui-ci se raccourcit et le raccourcissement l'emporte un peu sur le déplacement du centre de gravité.

Quant au fait observé chez les nymphes, il doit être attribué à la position tout exceptionnelle des organes du vol repliés sous la région thoracique et présentant là, condensée sur un petit espace, une quantité notable de matière qui se répartira, plus tard, le long de la face dorsale de l'abdomen, lorsque les ailes et les élytres seront devenues libres.

### § VIII.

#### *De la situation du centre de gravité pendant la station et la marche.*

Strauss-Durckheim commence ainsi le chapitre intitulé *De la station des insectes* <sup>1</sup> : « Les trois paires de pattes étant insérées sur le corps en avant de son centre de gravité, ordinairement placé <sup>2</sup> à la base de l'abdomen ou

<sup>1</sup> Considérations générales sur l'anatomie comparée des animaux articulés, page 179.

<sup>2</sup> Le texte de Strauss porte *placées* : mais c'est évidemment une faute d'impression.

*dans la partie postérieure du thorax*, on conçoit que ces animaux ne pourraient se soutenir librement si leurs pattes, et surtout les postérieures, appuyaient sur des points placés perpendiculairement sous ceux de leur insertion.... »

L'opinion émise sur la situation du centre de gravité par le célèbre auteur de l'anatomie du hanneton est parfaitement exacte et se trouve vérifiée par la plupart de mes essais. On verra figurer dans les tableaux qui accompagnent ce paragraphe les données concernant 46 espèces d'insectes appartenant à des groupes très-divers. Parmi ces 46 espèces, 35 ont le centre de gravité situé dans l'abdomen et, en général, dans l'un des premiers anneaux de cette partie du corps; 11 ont le centre de gravité placé dans le thorax, savoir, 6 dans le métathorax, 4 dans le mésothorax et une seule dans le prothorax.

Je tiens à faire remarquer, pour l'intelligence des tableaux que j'ai dressés, qu'il faut bien se garder, lors de leur lecture, de considérer comme thoracique un centre de gravité situé, ainsi que cela arrive chez beaucoup d'insectes, à la hauteur des trochanters de la troisième paire de pattes. Il en résulte, au contraire, fort souvent que le centre de gravité est abdominal. Je citerai les Carabiques chez lesquels les hanches de la troisième paire se prolongent si loin en arrière que les trochanters correspondants se trouvent, à peu près, à la moitié de la longueur de l'abdomen <sup>1</sup>.

Passons actuellement à l'examen du premier tableau concernant la station <sup>2</sup>; les insectes y sont groupés suivant

<sup>1</sup> L'abdomen étant considéré par le côté dorsal.

<sup>2</sup> Pages 29, 30, 31 et 32.

leurs affinités zoologiques. Si nous portons d'abord notre attention sur les positions relatives du centre de gravité des différentes espèces, nous constatons une fois de plus ce que j'ai déjà exposé au § V, c'est-à-dire que la position du centre de gravité relativement aux anneaux ou à d'autres parties du corps varie beaucoup pour de petites différences de structure ; qu'il arrive souvent que le centre de gravité situé dans tel zoonite est placé dans le précédent ou le suivant chez une autre espèce très-rapprochée de la première. En essayant de classer les espèces d'après les positions relatives du centre de gravité, on obtiendrait une série étrange renfermant souvent côte à côte les espèces les plus dissemblables.

Mais il n'en est plus de même des rapports donnant la *situation absolue* du centre de gravité ; ces rapports sont généralement très-voisins chez les insectes possédant, quelle que soit leur taille, le même facies, la même structure extérieure et, par conséquent, chez ceux faisant partie du même groupe naturel.

Il y a plus, il n'est pas nécessaire que deux insectes appartiennent à la même subdivision zoologique pour que la position absolue de leurs centres de gravité soit, à fort peu près la même, il suffit qu'il y ait entre eux de grandes analogies de formes. Prenons, par exemple, un Orthoptère l'*Agrion sanguinea* et un Hyménoptère la *Sphex sabulosa*, tous deux ont quatre ailes membraneuses minces et très-déliques dont le poids aura peu d'influence, un thorax assez développé et un abdomen très-long ; or le rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen et la longueur totale du corps est pour l'agrion 0,69 et pour la sphex 0,68 <sup>1</sup>.

<sup>1</sup> La *Sphex sabulosa* se trouve dans le second tableau.

Citons encore le rapprochement qu'on peut établir, à cet égard, entre les Hyménoptères soit diptères, soit mellifères et les Diptères muscides et syrphiens.

Voici les rapports que m'ont fournis les espèces essayées :

Bombus lapidaria.....	0,50
Dasypoda hirtipes.....	0,51
Vespa vulgaris.....	0,56
Sarcophaga carnaria.....	0,55
Lucilia Cæsar.....	0,53
Syrphus ribesii.....	0,50
Eristalis tenax.....	0,54

Si le principe des classifications parallèles était en usage en entomologie et si nous possédions une classification semblable soigneusement faite, ainsi que les nombres représentant la position absolue du centre de gravité pour toutes les espèces types, je ne doute pas qu'on n'observe fréquemment des faits du même ordre que ceux que j'ai pu mettre en lumière à l'aide d'un nombre restreint d'expériences.

(Voir les tableaux-N<sup>o</sup> I des pages 29, 30, 31 et 32).

Le deuxième tableau contient les résultats que m'ont donnés un certain nombre d'espèces isolées et ne pouvant, conséquemment former des groupes d'une certaine valeur théorique. On y retrouvera la *Sphex (ammophila) sabulosa* et la *Vespa vulgaris* dont il a été question plus haut. Je donne ce tableau afin de ne point abandonner dans un oubli complet des nombres qui pourraient offrir une certaine utilité pour des travaux ultérieurs.

(Voir le tableau N<sup>o</sup> II de la page 33.)

N° 1	Longueur du corps.	DISTANCE du centre de gravité à l'extré- mité de l'abdomen	RAPPORT		POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ
			dominant la position absolue du centre de gravité.	de gravité	
Millimètres					
<b>Coléoptères Carabiques.</b>					
<i>Carabus auratus</i> (femelle).....	23,0	11,3	0,49		Articulations des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire avec les trochanters.
<i>Nebria brevicollis</i> .....	12,0	5,6	0,46		Bord antérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.
<i>Feronia cuprea</i> (mâle).....	12,5	5,6	0,45		Bord antérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.
<i>Feronia (Omasceus) melanaria</i> (femelle).....	16,6	7,2	0,43		Bord antérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.
<b>Coléoptères Cétonides et Melolonthides.</b>					
<i>Anisoplia horticola</i> (femelle).....	10,0	4,7	0,47		Trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire.
<i>Melolontha vulgaris</i> (mâle).....	27,5	13,5	0,49		Bord postérieur du 4 <sup>er</sup> anneau abdominal (face ventrale).
<i>Anomala Frischii</i> .....	15,0	7,7	0,51		Articulations des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire avec le métathorax.
<b>Orthoptères Locustaires.</b>					
<i>Locusta viridissima</i> (mâle)....	37,0	17,0	0,46		3 <sup>mm</sup> en arrière des trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire.
<i>Decticus</i> sp? (mâle).....	18,0	7,5	0,42		0 <sup>mm,5</sup> en arrière des trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire.

N° I (suite)	Longueur du corps.	DISTANCE du centre de gravité à l'extré- mité de l'abdomen	RAPPORT dominant la position absolue du centre de gravité.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	
				Millimètres	Millimètres
<b>Orthoptères Libellulines.</b>					
<i>Libellula vulgata</i> (mâle) .....	35,0	23,0	0,66	Tiers postérieur du métathorax.	
<i>Libellula conspurcata</i> (mâle) ..	46,0	30,3	0,66	Milieu du prothorax.	
<i>Cordulia metallica</i> (femelle) ..	54,5	38,5	0,70	Milieu du métathorax.	
<i>Aeschna grandis</i> (femelle) ....	69,0	46,0	0,67	Milieu du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal.	
<b>Orthoptères Agrionines.</b>					
<i>Agrion puella</i> (femelle) .....	36,0	23,5	0,65	Deuxième tiers du 3 <sup>me</sup> anneau abdominal.	
<i>Agrion sanguinea</i> .....	37,5	26,0	0,69	Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal.	
<b>Hyménoptères Apiaires.</b>					
<i>Bombus terrestris</i> .....	47,0	8,2	0,47	Pédoncule unissant le thorax à l'abdomen.	
<i>Bombus lapidarius</i> .....	46,0	8,0	0,50	Pédoncule unissant le thorax à l'abdomen.	
<i>Dasygaster hirtipes</i> .....	40,5	5,4	0,51	Pédoncule unissant le thorax à l'abdomen.	

N° I (suite)	Longueur du corps.	DISTANCE du centre de gravité à l'extré- mité de l'abdomen	RAPPORT		POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ
			dominant la position absolue du centre de gravité		
Millimètres					
<b>Lépidoptères Pieridines.</b>					
<i>Pieris brassicæ</i> (mâle).....	18,0	8,3	0,46		Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal.
<i>Pieris napi</i> .....	19,5	8,6	0,44		Deuxième anneau abdominal.
<b>Lépidoptères Nymphalines.</b>					
<i>Vanessa polychloros</i> .....	24,0	9,7	0,40		Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal.
<i>Vanessa urticae</i> .....	20,0	9,5	0,47		Articulations des hanches et trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire.
<b>Lépidoptères Satyrines.</b>					
<i>Satyrus hyperanthus</i> .....	16,0	8,4	0,52		Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal.
<i>Satyrus megera</i> .....	15,5	9,0	0,58		Deuxième anneau abdominal.
<b>Lépidoptères Sphingines.</b>					
<i>Smerinthus tilæ</i> (mâle).....	28,0	16,0	0,57		Bord postérieur du deuxième anneau abdominal (côté tergal).
<i>Macroglossastellatarum</i> (mâle)	24,0	13,5	0,56		Milieu du premier anneau abdominal.

N° I (suite)		DISTANCE RAPPORT		POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ
		Longueur du corps.	du centre de gravité à l'extré- mité de l'abdomen de gravité.	
Millimètres				
<b>Diptères Muscides.</b>				
Sarcophaga carmaria.....	12,0	6,6	0,55	Entre les trochanters des 2 <sup>me</sup> et 3 <sup>me</sup> paires (métathorax côté tergal).
Lucilia Cœsar (mâle).....	9,5	5,0	0,53	
<b>Diptères Syrphiens.</b>				
Syrphus ribesii.....	12,0	6,0	0,50	Trochanters de la deuxième paire.
Eristalis tenax.....	16,0	8,7	0,54	Trochanters de la troisième paire.
<b>Diptères Tipulicns.</b>				
Tipula oleracea.....	19,0	10,3	0,55	Tiers postérieur du deuxième anneau abdominal.
Pachyrina crocata.....	19,0	11,0	0,58	Milieu du cinquième anneau abdominal.

No II	Longueur du corps.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	Rapport donnant la position absolue du centre de gravité.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ.
	Millimètres.	Millimètres.		
<i>Oryctes nasicornis</i> (mâle)	31,1	12,8	0,41	Bord antérieur des hanches de la 3 <sup>e</sup> paire (2 <sup>e</sup> anneau abdominal (côté tergal)).
<i>Lacon murinus</i>	13,5	6,7	0,49	Milieu du métathorax.
<i>Lampyrus noctiluca</i> (femelle)	11,3	7,0	0,61	Bord postérieur du 2 <sup>e</sup> anneau abdominal.
<i>Telephorus fuscus</i> (femelle)	15,5	7,7	0,49	Trochanters de la 3 <sup>e</sup> paire.
<i>Meloe proscaraboeus</i> (mâle)	19,5	9,0	0,46	Milieu des trochanters de la 3 <sup>e</sup> paire.
<i>Hydrometra slagnorum</i>	11,0	6,7	0,60	Bord postérieur des hanches de la 2 <sup>e</sup> paire.
<i>Nepa cinerea</i> <sup>1</sup>	23,0	12,0	0,52	Bord postérieur du premier anneau abdominal.
<i>Forficula auricularia</i> <sup>2</sup>	15,0	5,5	0,36	Milieu du 2 <sup>e</sup> anneau abdominal.
<i>Vespa vulgaris</i>	13,0	7,3	0,56	Trochanters de la 2 <sup>e</sup> paire.
<i>Sphex (ammophila) sabulosa</i>	19,0	13,0	0,68	Extrémités externes des hanches de la 3 <sup>e</sup> paire.
<i>Liparis dispar</i> (femelle)	18,0	8,5	0,47	Deuxième anneau abdominal.
<i>Notodonta dictaea</i> (mâle)	21,0	12,5	0,59	Bord postérieur du premier anneau abdominal.
<i>Acronycta leporina</i>	19,0	10,0	0,53	Bord postérieur du 3 <sup>e</sup> anneau abdominal.
<i>Plusia gamma</i>	20,0	9,0	0,45	Hanches de la 2 <sup>e</sup> paire.

<sup>1</sup> Les appendices respiratoires de l'abdomen ont été négligés dans les mesures.<sup>2</sup> Les pinces ont été négligées.

L'une des espèces qui figurent dans ce tableau, l'*Oryctes nasicornis*, m'a servi à une vérification de mes procédés de détermination du centre de gravité ; vérification que je veux décrire, parce qu'elle est de nature à montrer que les valeurs que j'ai obtenues sont très-rapprochées des valeurs exactes : j'avais trouvé, par mon appareil, que le centre de gravité de deux *Oryctes* mâles était placé dans le plan vertical qui passe par la région tergale du deuxième anneau abdominal et le bord antérieur des hanches de la troisième paire. Or, si c'était là la véritable position du centre de gravité, il fallait que toute la partie du corps située au delà du plan dont je viens de parler eût exactement le même poids que la partie située en deçà. J'ai donc coupé en deux, à l'aide de ciseaux fins, les deux animaux en question, en suivant exactement les limites indiquées et j'ai mis dans les plateaux d'une bonne balance de précision, d'un côté les deux abdomens avec leurs portions d'ailes et d'élytres, de l'autre les deux thorax auxquels adhéraient les fragments correspondants des organes du vol. La différence de poids a été en faveur des abdomens, mais elle était excessivement faible : 0<sup>gr</sup>,009, les deux insectes pesant ensemble à l'état entier, 4<sup>gr</sup>,53. En moyenne, pour un seul *Oryctes*, le poids de la partie du corps postérieure au centre de gravité déterminé par l'expérience ne surpassait, par conséquent, le poids de la partie antérieure que de quatre milligrammes et demi ou 0,002 du poids total de l'insecte.

Si on compare tous les rapports donnant la position absolue du centre de gravité chez des insectes à l'état de station, on trouve que les soixante-dix valeurs obtenues soit dans les expériences citées dans ce paragraphe soit

dans celles décrites plus haut ou dont il me reste encore à parler, oscillent entre 0,40 et 0,70 ; mais que quarante-trois, c'est-à-dire près des deux tiers, sont comprises entre les limites assez restreintes de 0,46 à 0,55. D'où nous tirons la conclusion générale que, dans le plus grand nombre des cas, le centre de gravité d'un insecte au repos est à très-peu près, situé au milieu de la longueur du corps.

Maintenant que nous connaissons la situation du centre de gravité durant la station, voyons ce qu'il devient pendant la marche.

M. P. Bert, qui a étudié avec soin la marche du *Carabus auratus*, s'exprime ainsi, à propos du centre de gravité (situé d'après mes déterminations au-dessus des articulations des hanches de la 3<sup>me</sup> paire avec les trochanters) : « .... Jamais il ne sort de la base de sustentation ni ne tend à en sortir. La marche n'est donc pas ici, comme chez les bipèdes et les quadrupèdes, une série de chutes arrêtées, dans lesquelles le centre de gravité porté en avant détermine le mouvement. Il y a simple traction et propulsion. »

« De plus, les articulations se mouvant dans le sens horizontal et non dans le sens vertical, le centre de gravité n'est pas, comme chez les bipèdes et les quadrupèdes, alternativement élevé, puis abaissé. Sa trajectoire, en un mot, est horizontale et sensiblement rectiligne, tandis que chez les animaux dont je viens de parler, elle décrit des oscillations à la fois dans une direction verticale et dans une direction horizontale <sup>1</sup>. »

<sup>1</sup> Notes diverses sur la locomotion chez plusieurs espèces animales (Mém. de la Société des Sciences phys. et natur. de Bordeaux, 1<sup>er</sup> cahier (suite), 1866, page 31).

Les déplacements du centre de gravité, considéré *dans le corps même de l'animal*, sont le résultat des mouvements des membres locomoteurs qui modifient continuellement et dans un certain ordre déterminé la distribution de la matière pesante. Il ne pouvait guère être question de mesurer ces déplacements chez la plupart de nos insectes dont les pattes ont, en général, un poids excessivement faible. Les Orthoptères sauteurs seuls ont une paire de membres, la postérieure, suffisamment développée; aussi me suis-je borné à prendre la *Locusta viridissima* et l'*Oedipoda grossa* comme sujets d'expériences. On verra que, malgré le volume des cuisses et la longueur des jambes de la troisième paire, les mouvements de ces membres n'ont qu'une faible influence.

Afin d'obtenir des résultats un peu marqués, j'ai fait agir les deux pattes à la fois et exagéré les attitudes, plaçant successivement les membres postérieurs dans les trois attitudes suivantes :

1° Toutes les articulations fléchies; cuisse verticale, jambe verticale parallèle à la cuisse; tarses horizontaux.

2° Demi-flexion, cuisse oblique faisant avec la verticale un angle de 30°, jambe oblique faisant avec la cuisse un angle de 45°, tarses horizontaux.

3° Extension complète; cuisse, jambe, tarse dirigés horizontalement en arrière.

Les déplacements du centre de gravité sont considérés à deux points de vue différents dans le tableau qui suit<sup>4</sup>: Les nombres inscrits dans la colonne intitulée *déplacement absolu* sont ceux qu'on obtient en soustrayant, pour chaque insecte, la distance du centre de gravité à l'ex-

<sup>4</sup> Voyez page 38.

trémité de l'abdomen dans l'attitude affectée par l'animal, de la même distance mesurée lorsque ce dernier était dans une attitude précédente prise comme point de comparaison. La colonne intitulée *déplacement relatif* contient, pour chaque espèce, le rapport de la valeur absolue du déplacement du centre de gravité à la longueur totale du corps. Ainsi les nombres 0,027, 0,042 signifient que le centre de gravité s'est déplacé des vingt-sept millièmes ou des quarante-deux millièmes de la longueur de l'animal.

(Voir le tableau à la page suivante.)

Le mouvement d'extension des deux pattes postérieures amène donc un déplacement du centre de gravité vers l'extrémité postérieure du corps de l'animal; mais ce déplacement est très-faible puisque le plus considérable ne dépasse pas les quarante-deux millièmes de la longueur du corps.

Si l'on considère que les orthoptères sauteurs sont des insectes à organes locomoteurs exceptionnels et que, chez la grande majorité des autres, les pattes postérieures sont proportionnellement bien plus courtes; si l'on se rappelle de plus que, dans la marche proprement dite, jamais un insecte ne pose ou ne lève, à la fois, comme dans nos expériences, les pattes d'une même paire<sup>1</sup>, de sorte que l'effet produit par le mouvement en avant d'une patte est, en grande partie, compensé par le maintien en arrière de celle du côté opposé, on arrive à cette conclu-

<sup>1</sup> Strauss-Durckheim, op. cit., p. 181. — Lacordaire, Introduction à l'Entomologie, tome I, p. 440. Paris, 1834. — Dugès, Traité de physiologie comparée de l'homme et des animaux, tome II, p. 169, fig. 212. Paris et Montpellier, 1838. — Paul Bert, op. cit. p. 31.

	Attitude A.			Attitude B.			Attitude C.				
	Toutes les articulations du membre postérieur sont fléchies.			Membres postérieurs en demi-flexion.			Membres postérieurs étendus en arrière.				
	Longueur du corps.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	Rapport entre la distance du centre de gravité à l'extrémité postérieure et la longueur du corps.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	Déplacement par rapport à A.		Position relative du centre de gravité.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	Déplacement par rapport à A.		Position relative du centre de gravité.
	Millim.	Millim.		Millim.	Absolu	Relatif		Millim.	Absolu	Relatif	
<i>Locustia viridissima</i> (femelle).	37,0	15,5	0,42	15,0	0,5	0,013	1 <sup>mm</sup> en arrière du trochanter de la 3 <sup>me</sup> paire, ou milieu du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal.	14,5	1,0	0,027	1 <sup>mm</sup> ,5 en arrière du trochanter de la 3 <sup>me</sup> paire, ou bord antérieur du 3 <sup>me</sup> anneau abdominal.
<i>Edipoda grossa</i> (mâle).	29,5	12,3	0,55	12,0	0,5	0,022	0 <sup>mm</sup> ,5 en avant du trochanter de la 3 <sup>me</sup> paire	11,7	0,6	0,027	Bord postérieur des trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire.
<i>Edipoda grossa</i> (mâle).	23,5	13,0	0,55	12,5	0,5	0,021	0 <sup>mm</sup> ,5 en avant du trochanter de la 3 <sup>me</sup> paire	12,0	1,0	0,042	0 <sup>mm</sup> ,5 en arrière du trochanter de la 3 <sup>me</sup> paire.

sion que, pendant la marche normale d'un insecte de forme ordinaire, d'un coléoptère par exemple, les déplacements du centre de gravité autour de sa position moyenne doivent être si minimes qu'il est inutile, ainsi que je le disais plus haut, de tenter de les mesurer.

Terminons ce qui concerne la marche par quelques mots sur une attitude particulière aux Staphyliniens. Tout le monde sait que, lorsque ces animaux sont inquiétés, ils relèvent d'une façon menaçante la partie postérieure du corps. L'abdomen presque entier se recourbe vers le dos. L'espèce sur laquelle ont porté mes essais est l'*Ocypus morio*.

Je ne pouvais, dans ce cas tout particulier, mesurer la distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen. J'ai donc compté la distance de ce point à partir du bord antérieur du labre. On obtient ainsi, dans les deux attitudes répondant, l'une à la station normale et l'autre à la flexion de l'abdomen sur le dos.

OCYPUS MORIO.						
STATION NORMALE.			ABDOMEN RELEVÉ		Valeur du déplacement.	
Longueur du corps.	Distance du centre de gravité au labre	Position relative du centre de gravité.	Distance du centre de gravité au labre.	Position relative du centre de gravité.	Absolu.	Relatif.
Millim.	Millim.					
17,0	8,3	Premier anneau abdominal.	6,5	mésothorax. Milieu du	1,8	0,10

Comme on devait s'y attendre, le déplacement est considérable; il égale un dixième de la longueur du corps et le centre de gravité d'abdominal est devenu mésothoracique.

## § IX.

*Situation et déplacements du centre de gravité pendant le vol.*

Les ailes de la plupart des insectes offrent une grande surface, et, par conséquent, malgré la délicatesse de leur structure un poids qui n'est pas négligeable et dont les déplacements soit pendant le vol, soit en passant de la position du repos à celle affectée durant le vol, doivent nécessairement avoir une influence sur la situation du centre de gravité de l'ensemble du corps.

Rappelons-nous, en outre, que dans le vol il n'y a pas seulement que les ailes qui exécutent des mouvements, mais que, d'après les recherches déjà anciennes de Jurine et de Chabrier <sup>1</sup>, les parois du thorax subissent des modifications telles que la forme de cette région du corps change continuellement : lors de l'abaissement des ailes, le thorax se raccourcit et les pièces tergaes s'élèvent; lorsque les ailes se relèvent, au contraire, les pièces tergaes s'abaissent et le thorax s'allonge. Enfin, tout entomologiste observateur a pu constater que, pendant le vol, les insectes disposent ordinairement leurs pattes d'une autre façon que pendant la marche ou la station; nouvelle cause qui peut influer sur la situation du centre de gravité.

Comme les déplacements du centre de gravité résultant des mouvements des ailes *dans le vol proprement dit* sont trop petits pour pouvoir être mesurés par les méthodes que j'ai mises en usage, j'ai dû borner mes recherches à l'examen de la valeur du déplacement que subit le centre de gravité lorsque les insectes ailés des diffé-

<sup>1</sup> Essai sur le vol des insectes (Mém. du Museum, tomes VI, VII et VIII). Paris, 1820-1822.

rents ordres passent de la position du repos à celle du vol.

Disons d'abord quelques mots de la façon dont les expériences ont été effectuées : La position du centre de gravité ayant été déterminée avec les précautions indiquées au § II, on écarte les ailes de l'animal, les ailes et les élytres, si c'est un coléoptère, en leur donnant, autant que possible, la disposition qu'elles présentent dans le vol naturel. Cette opération est difficile; il faut éviter de manier le corps même de l'insecte et il faut, de plus, que les ailes restent, sans soutien étranger, dans la situation qu'on leur a donnée. Dans tous les cas un peu douteux où les ailes ont été froissées, ou bien où elles ne conservaient pas une situation convenable, l'expérience n'a pas été continuée et aucune mesure n'a été prise. J'ajouterai que, presque toujours, on obtient de bons résultats en couchant l'animal sur le dos; la petite adhérence des ailes à la surface de l'appareil les maintenant en place. Enfin, j'ai cherché à donner aux pattes la position qu'elles prennent pendant le vol, me rapprochant ainsi, autant que faire se peut, des conditions naturelles du phénomène.

Je ne suivrai pas, à proprement parler, de classification zoologique dans l'exposé de mes résultats, je me laisserai guider par la manière dont les animaux en question disposent leurs organes du vol à l'état de station et à l'état actif.

Les dénominations de *déplacement absolu* et de *déplacement relatif* employées dans mes tableaux ont la signification que je leur ai donnée dans le paragraphe précédent; c'est-à-dire que le déplacement absolu est la différence entre les deux distances du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen mesurées, l'une pendant la station, l'autre pendant le vol, et que le déplacement relatif

est le rapport de la valeur absolue du déplacement du centre de gravité à la longueur totale du corps. Ce sont ces rapports qui nous permettront d'établir jusqu'à un certain point, des comparaisons entre les différents types d'insectes.

#### A.

Un premier groupe comprend les insectes dont les ailes, horizontales au repos, sont situées à très peu près, dans cette attitude, comme pendant le vol. Il ne peut y avoir chez eux de déplacements du centre de gravité appréciables à l'aide de mes appareils. Telles sont les libellulines parmi les odonates. Je me suis occupé de ces insectes dans les §§ V, VI et VIII, il n'en sera donc plus question ici.

#### B.

Le deuxième groupe renferme les insectes dont les ailes verticales à l'état de repos se bornent à peu près à se rabattre à droite et à gauche lorsque l'animal prend appui sur l'air pour voler. Les lépidoptères diurnes (Achalinoptères de Blanchard) et les agrionines <sup>1</sup> nous présentent cette disposition. Ici non plus il n'y a guère de déplacement de matière ni en avant ni en arrière et, par conséquent pas de déplacement du centre de gravité dans le sens horizontal, ou un déplacement excessivement faible <sup>2</sup>. Voici ce que m'ont donné quelques espèces :

<sup>1</sup> Les *Lestes* exceptées.

<sup>2</sup> Il est bien entendu que dans les expériences de ce genre il faut, lorsqu'on ouvre les ailes, leur donner une position naturelle et non les ramener en avant d'une manière exagérée comme chez les Lépidoptères desséchés de beaucoup de collections. Je n'entends pas critiquer par là la méthode adoptée par les entomologistes collecteurs qui cherchent à rendre plus facilement appréciables tous les caractères spécifiques, mais prémunir contre une cause d'erreur qui, dans mes essais, aurait amené des déplacements du centre de gravité notablement trop grands.

	REPOS. AILES VERTICALES.		VOL. AILES HORIZONTALES.		Déplacement du centre de gravité.	
	Longueur du corps	Position relative du centre de gravité.	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Position relative du centre de gravité.	Absolu.	Relatif.
					Millim.	Millim.
<i>Pieris brassicæ</i> (mâle)	18,0	Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal	8,3	Deuxième anneau abdominal	0,2	0,011
<i>Pieris brassicæ</i> (mâle)	19,0	Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal	8,5	Deuxième anneau abdominal	0,2	0,010
<i>Pieris napi</i>	19,5	Deuxième anneau abdominal	8,6	Deuxième anneau abdominal	0,0	0,000
<i>Vanessa urticæ</i>	20,0	Trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire	9,5	Trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire	0,0	0,000
<i>Vanessa polychloros</i>	24,0	Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal	9,7	Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal.	0,0	0,000
<i>Satyrus hyperanthus</i>	16,0	Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal	8,4	Deuxième anneau abdominal.	0,1	0,006
<i>Satyrus megæra</i>	15,5	Deuxième anneau abdominal	9,0	Deuxième anneau abdominal	0,0	0,000
<i>Agrian sanguinea</i>	37,5	Bord postérieur du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal	26,0	Deuxième anneau abdominal	0,5	0,013

## C.

J'ai réuni, en un troisième groupe, tous les insectes chez lesquels les ailes-couchées, au repos, sur le dos, en toit ou croisées, se portent en avant en s'écartant du corps pendant le vol. Ce déplacement des ailes ou des ailes et des élytres, lorsqu'il en existe, reportant une certaine quantité de matière vers la tête, amène, ainsi que je l'ai dit au début de ce paragraphe, un déplacement inévitable du centre de gravité dans la même direction. Les tableaux suivants permettront de saisir immédiatement la valeur de ce déplacement.

(Voir les tableaux des pages 45, 46, 47 et 48.)

De l'examen de ces tableaux ressortent deux faits généraux : 1° *Chez les insectes dont les ailes sont couchées ou croisées sur ou le long du dos, à l'état de repos, le changement de position des ces ailes pour passer à l'état actif ou du vol amène toujours un déplacement du centre de gravité horizontal et d'arrière en avant*; 2° *ce déplacement est ordinairement très-petit.*

En ne considérant que les insectes assez nombreux pour pouvoir les réunir en groupes, on voit que les déplacements les plus considérables ont été présentés par les Coléoptères. Le déplacement relatif du centre de gravité, par le fait du mouvement de l'appareil du vol, varie chez eux de 0,059 à 0,023; la moyenne de tous les essais donne 0,042. Chez les Hyménoptères, il est compris entre 0,016 et 0,047, la moyenne est 0,030; chez les Diptères qui présentent, du reste, à ce sujet, beaucoup d'analogie avec les précédents, les limites sont 0,017 et 0,037, moyenne 0,027. Enfin, le déplacement est le plus

	Longueur du corps,	REPOS (Ailes le long du dos ou croisées, élytres clos.)		VOL (Élytres ouverts, ailes ouvertes et étalées.)		Déplacement du centre de gravité.	
		DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	Absolu	Relatif.
<i>Feronia cuprea</i> . . .	12,5	5,6	Bord antérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	6,0	Bord postérieur du métathorax.	0,4	0,032
<i>Colymbetes notatus</i>	13,0	7,0	Milieu des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	7,6	Milieu du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal (côté tergal).	0,6	0,046
<i>Agabus bipustulatus</i> . . . . .	10,5	5,0	Articulation des hanches et des trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire	5,6	Milieu du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal (côté tergal).	0,6	0,036
<i>Acilius sulcatus</i> . . .	17,0	8,0	Bord postérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	9,0	Milieu du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal (côté tergal).	1,0	0,059
<i>Dytiscus dimidiatus</i> (femelle)	33,5	17,3	Milieu des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	18,8	2 <sup>me</sup> du bord antérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	1,5	0,045
<i>Dytiscus marginalis</i> (mâle)	35,5	15,3	Tiers postérieur des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	17,0	Milieu des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	1,7	0,048
<i>Hydrophilus picus</i> (femelle)	42,5	20,5	Extrémités externes des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	21,7	Bord postérieur du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal (côté tergal).	1,2	0,028
<i>Hydrous caraboides</i>	17,0	7,8	Milieu du métathorax (face ventrale).	8,6	Milieu du 2 <sup>me</sup> anneau abdominal (côté tergal).	0,8	0,047

Longueur du corps.	REPOS (Ailes le long du dos ou croisées, élytres clos.)		VOL (Élytres ouverts, ailes ouvertes et étalées.)		Déplacement du centre de gravité.	
	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	Absolu	Relatif.
Millimètres	Millimètres		Millimètres		Millim.	
Anomala Frischii . . .	13,0	7,7	8,2	0 <sup>mm</sup> ,5 en avant de la position précédente.	0,5	0,033
Melolontha vulgaris (mâle)	27,5	13,5	14,6	Milieu du 4 <sup>er</sup> anneau abdominal (côté ventral).	1,1	0,040
Melolontha vulgaris (femelle)	28,0	12,5	14,0	Trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire.	1,5	0,053
Oryctes nasicornis. (mâle)	30,6	12,3	13,0	0 <sup>mm</sup> ,7 en avant des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	0,7	0,023
Lacou murinus . . .	13,0	6,5	7,0	Bord antérieur du métathorax.	0,5	0,038
Telephorus lividus. (femelle)	13,0	6,5	7,0	0 <sup>mm</sup> ,5 en avant de la position précédente.	0,5	0,038
Notonecta glauca . .	15,5	7,5	8,0	Pointe de l'écusson.	0,5	0,032
Locusta viridissima (mâle)	37,0	17,0	19,0	Bord antérieur du 3 <sup>me</sup> anneau abdominal.	2,0	0,054
Bombus terrestris . .	17,0	8,2	9,0	Entre les trochanters des 2 <sup>me</sup> et 3 <sup>me</sup> paires.	0,8	0,047

	Longueur du corps.	REPOS (Ailes le long du dos ou croisées, élytres clos.)		VOL (Élytres ouverts, ailes ouvertes et étalées.)		Déplacement du centre de gravité.	
		DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	Absolu	Relatif
	Millimètres	Millimètres		Millimètres	Millim.		
<i>Bombus muscorum</i> (femelle)	44,6	6,0	Pédoncule unissant l'abdomen au thorax.	6,5	Bord postérieur du métathorax.	0,5	0,034
<i>Vespa vulgaris</i> . . . . .	43,0	7,3	Trochanters de la 2 <sup>e</sup> paire.	7,6	Trochanters de la 2 <sup>me</sup> paire.	0,3	0,023
<i>Sphex sabulosus</i> . . . . .	49,0	43,0	Extrémités externes des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	43,3	Hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	0,3	0,016
<i>Macroglossa stelarum</i> . . . . .	24,0	13,5	Premier anneau abdominal.	14,0	Bord antérieur du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal.	0,5	0,021
<i>Liparis dispar</i> . . . . . (femelle)	18,0	8,5	Deuxième anneau abdominal.	9,0	Deuxième anneau abdominal.	0,5	0,028
<i>Nolodonta dicteata</i> . . . . . (mâle)	21,0	12,5	Bord postérieur du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal.	13,0	Milieu du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal.	0,5	0,024
<i>Plusia gamma</i> . . . . .	20,0	9,0	Hanches de la 2 <sup>me</sup> paire.	9,5	Hanches de la 2 <sup>me</sup> paire.	0,5	0,025
<i>Phryganea grandis</i>	49,2	9,0	Milieu du 1 <sup>er</sup> anneau abdominal (face ventrale).	10,5	Milieu du métathorax.	1,5	0,078
<i>Eristalis tenax</i> . . . . .	16,0	8,7	Extrémité externe des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	9,3	Entre les hanches des 2 <sup>me</sup> et 3 <sup>me</sup> paires.	0,6	0,037
<i>Sarcophaga carnaria</i>	42,0	6,6	Entre les trochanters des 2 <sup>me</sup> et 3 <sup>me</sup> paires.	6,8	Trochanters de la 2 <sup>me</sup> paire.	0,2	0,017
<i>Calliphora vomitoria</i>	41,5	5,0	Trochanters de la 2 <sup>me</sup> paire.	5,3	Trochanters de la 2 <sup>me</sup> paire.	0,3	0,036

faible dans le groupe des Lépidoptères, compris entre 0,028 et 0,021, il est en moyenne 0,024.

Les autres subdivisions entomologiques n'étant représentées que par des espèces uniques, nous n'en tirerons pas de conclusion générale; je signalerai seulement la *Phryganea grandis* comme ayant offert le plus grand de tous les déplacements : 0,078.

On comprend que, vu les difficultés inhérentes au genre d'expériences dont je donne ici les résultats, ces nombres ne peuvent être regardés que comme approchés. Néanmoins nous avons déjà pu en déduire deux faits généraux énoncés plus haut qui nous permettent de nous faire une idée des déplacements du centre de gravité pendant le vol proprement dit.

En effet, M. Marey a démontré expérimentalement, dans ses importantes recherches sur le vol des insectes <sup>1</sup>, que, pendant le vol, la pointe de l'aile décrit une courbe fermée en forme de chiffre 8, résultant de ce qu'en s'abaissant, l'aile se porte un peu en avant et qu'en se relevant elle se porte en arrière. Or, puisque les grands mouvements que j'imprimais aux ailes des insectes en les amenant de la position du repos à la position du vol déplacent le centre de gravité, nous pouvons admettre, avec certitude, que les petits mouvements d'arrière en avant et vice versa que l'aile exécute, pendant le vol réel, doivent déterminer dans le corps de l'animal des oscillations continuelles du centre de gravité autour d'une position moyenne qui est celle qui répond aux instants où les extrémités des ailes se trouvent au point de croisement de la courbe en huit.

<sup>1</sup> Mémoire sur le vol des insectes et des oiseaux (Annales des Sciences natur., 5<sup>me</sup> série, tome XII, p. 61 et 69, 1869.

On a dit et répété que les élytres des Coléoptères ne sont pas des organes *actifs* du vol <sup>1</sup>. Je ne reviendrai pas sur les observations et les expériences curieuses que l'on a citées à ce sujet; mais je ferai remarquer que, chez les espèces où les élytres se soulèvent et s'écartent, elles ont pour fonction, concurremment avec les ailes, de changer la situation du centre de gravité et de l'amener dans la position nécessaire à l'équilibre de l'insecte pendant le vol. Elles jouent donc un rôle *d'équilibration*, ainsi que l'avait déjà supposé M. P. Bert <sup>2</sup>.

Si on calcule la moyenne des déplacements du centre de gravité, d'une part pour les quatorze Coléoptères que nous avons essayés et, d'autre part, pour les onze insectes à quatre ailes membraneuses, on trouve :

Moyenne pour les Coléoptères.....	0,042
Moyenne pour les insectes à 4 ailes membraneuses.	0,035

Les Coléoptères l'emportent donc un peu; mais on ne saurait se défendre, à priori, d'un certain étonnement en voyant que leurs élytres ne produisent guère plus d'effet que la paire antérieure d'ailes membraneuses des autres insectes; car, malgré leur longueur moindre, les élytres semblent devoir être plus lourds. Ce fait ne pouvait s'expliquer que si le poids de ces étuis ne surpasse, en réalité, que très-faiblement celui d'une paire d'ailes proprement dites. L'expérience vérifie cette hypothèse, car :

Quatre élytres d' <i>Oryctes nasicornis</i> (mâles) pèsent	0gr,106	et une seule paire	0gr,053
Quatre ailes prises aux mêmes insectes. . . . .	0gr,072		0gr,036
La différence n'est donc que . . . . .	0gr,034		0gr,017

<sup>1</sup> Strauss-Durckheim, Considérations, etc., op. cit., page 115. — Maurice Girard, Note sur diverses expériences relatives à la fonction des ailes chez les insectes (Annales de la Société entomol. de France, 4<sup>me</sup> série, tome II, page 157, 1862).

<sup>2</sup> Notes diverses sur la locomotion, etc., op. cit., page 33.

## § X.

*Situation et déplacements du centre de gravité pendant la natation.*

Si l'on détermine expérimentalement la situation du centre de gravité chez les Coléoptères et Hémiptères aquatiques, on trouve que ce point est placé, à très-peu près, au milieu de la longueur du corps, comme chez la plupart des autres insectes. C'est ce qu'on peut constater dans le tableau suivant. Pour rendre les résultats comparables, l'attitude des animaux essayés était celle qui, dans la natation, précède l'impulsion en avant, c'est-à-dire que les pattes postérieures étaient écartées à droite et à gauche.

	Longueur du corps	Distance du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen	Rapport donnant la situation absolue du centre de gravité
	Millimètres	Millimètres	
<i>Dytiscus dimidiatus</i> (femelle)	33,5	18,0	0,53
<i>Dytiscus marginalis</i> (mâle)	35,5	16,5	0,46
<i>Acilius sulcatus</i> (femelle)	17,0	8,3	0,49
<i>Agabus hipustulatus</i>	10,5	5,2	0,49
<i>Hydrophilus piceus</i> (femelle)	43,0	21,0	0,49
<i>Notonecta glauca</i>	15,5	7,5	0,48
<i>Corixa striata</i>	8,0	4,5	0,50

Chez l'insecte nageur, le centre de gravité est au milieu de la longueur du corps; mais il n'en est pas ainsi du centre de poussée. Ce dernier point est placé un peu plus près de l'extrémité anale; situation qui tient à ce que l'abdomen, en grande partie plein d'air, occupe, à égalité de poids, un volume plus considérable que la partie du corps antérieure au centre de gravité. Le corps du

coléoptère aquatique se tient donc obliquement dans l'eau, la tête plus basse que l'extrémité postérieure; particularité dont on s'assure facilement en observant un dytisque qui s'élève lentement au sein de l'eau, sans le secours des rames et en vertu de la simple différence entre son poids spécifique et celui du liquide.

Strauss fait remarquer que chez les Coléoptères aquatiques, qui sont si bien organisés pour la natation, le centre de gravité doit être rapproché de la face inférieure du corps <sup>1</sup>. J'ai été assez heureux pour pouvoir vérifier cette hypothèse.

Après plusieurs essais infructueux, je n'ai trouvé que l'*Hydrophilus piceus* qu'il fut possible de mettre, sans soutien, dans une position convenable. Une femelle de cette espèce ayant été placée sur le flanc, transversalement au fléau de mon appareil, c'est-à-dire au-dessus et dans le sens du couteau, m'a donné les résultats suivants :

Épaisseur de l'insecte dans la région du centre de gravité . . . 45<sup>mm</sup>  
Distance du centre de gravité à la face inférieure du corps . . . 6<sup>mm</sup>

La distance du centre de gravité à la face ventrale est donc, chez cette espèce, plus petite que la distance du même point à la face dorsale de 3 millimètres.

On sait que la natation des insectes aquatiques s'opère surtout à l'aide des pattes ou rames de la troisième paire, que ces animaux écartent fortement à droite et à gauche, puis qu'ils reportent brusquement en arrière pour produire l'impulsion qui doit lancer le corps en avant. Comme les membres postérieurs sont ordinairement assez volumineux, on pouvait espérer que les déplacements du centre de gravité déterminés par leurs mouvements se-

<sup>1</sup> Considérations, etc., op. cit., page 196.

raient appréciables. J'ai donc effectué, pour la natation, des expériences analogues à celles qui concernent le vol; avant d'en donner les résultats, je ferai observer qu'il est fort difficile de maintenir les pattes natatoires dans une position autre que celles qu'elles affectaient lors de la mort de l'insecte; il en est résulté qu'il m'a été impossible de leur donner le même écart ou de les ramener en arrière au même état de parallélisme chez les six espèces que j'ai essayées. Aussi ne peut-on déduire du tableau ci-joint que ces deux faits généraux :

1° Lorsque les pattes de la 3<sup>me</sup> paire, primitivement écartées, se portent en arrière, le centre de gravité se déplace vers l'extrémité postérieure du corps.

2° Ce déplacement du centre de gravité est toujours très-faible.

(*Voir le tableau ci-contre.*)

Le centre de gravité se portant en arrière lorsque les rames postérieures sont rapprochées et se portant en avant lorsque ces mêmes rames s'écartent, on voit qu'il oscille autour d'un point moyen qui doit répondre à la situation des pattes natatoires lorsqu'elles sont à la moitié de leur course. Il devient donc évident que le corps même de l'insecte qui nage balance constamment autour d'un axe transversal passant par le centre de gravité moyen, et que, si l'on pouvait ralentir suffisamment sa vitesse, on lui verrait parcourir non un chemin en ligne droite, mais une ligne légèrement ondulée.

## § XI

### *Conclusions.*

Le lecteur me saura gré, je l'espère, de terminer cet

	Longueur du corps.	AVANT L'IMPULSION (Pattes postérieures écartées.)		PENDANT LA PROGRESSION (Pattes postérieures dirigées en arrière.)		Déplacement du centre de gravité.	
		DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	DISTANCE du centre de gravité à l'extrémité de l'abdomen.	POSITION RELATIVE DU CENTRE DE GRAVITÉ	Absolu	Relatif.
<i>Dytiscus dimidiatus</i> (femelle)	33,5	48,0	Milieu de la portion la plus large de la crête du post- sternum.	47,3	Milieu des hanches de la 3 <sup>e</sup> paire.	0,7	0,020
<i>Dytiscus marginalis</i> (male)	35,5	46,5	Milieu des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	45,3	Tiers postérieur des hanches de la 3 <sup>e</sup> paire	1,2	0,034
<i>Acilius sulcatus</i> . . .	47,0	8,3	Milieu des hanches de la 3 <sup>me</sup> paire.	8,0	Bord postérieur des hanches de la 3 <sup>e</sup> paire.	0,3	0,017
<i>Agabus bipustulatus</i>	40,5	5,2	0 <sup>mm</sup> .2 en avant de l'extré- mité antérieure des han- ches de la 3 <sup>me</sup> paire.	5,0	Extrémité externe des han- ches de la 3 <sup>e</sup> paire.	0,2	0,019
<i>Notonecta glauca</i> . . .	45,5	7,5	Trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire.	7,0	Sous la pointe de l'écusson.	0,5	0,032
<i>Corixa striata</i> . . . . .	8,0	4,5	Trochanters de la 3 <sup>me</sup> paire.	4,0	Extrémité externe des han- ches de la 3 <sup>e</sup> paire.	0,5	0,062

essai par le résumé des conclusions que j'ai cru pouvoir déduire de mes expériences.

1° Le centre de gravité d'un insecte est situé dans le plan vertical médian qui passe par l'axe longitudinal du corps.

2° Le centre de gravité occupe une position à très-peu près identique chez les insectes de même espèce et de même sexe dans la même attitude.

3° Il est rare que la forme extérieure du corps permette de déterminer, sans expérience, la position relative du centre de gravité<sup>1</sup>.

4° *Sexes.* Le centre de gravité n'occupe pas la même position chez les deux sexes d'une même espèce; il est tantôt plus tantôt moins reculé chez les femelles que chez les mâles, et sa situation dépend des rapports existant entre les diverses dimensions des individus.

5° *Métamorphoses.* Lors de la métamorphose de la larve en insecte parfait, le centre de gravité relatif se rapproche de la tête, le centre de gravité absolu s'en éloigne au contraire.

6° *Station.* Pendant la station, le centre de gravité est placé à la base de l'abdomen ou dans la partie postérieure du thorax et ordinairement au milieu de la longueur du corps.

7° *Marche.* Pendant la marche d'un insecte, son centre de gravité se déplace constamment autour d'une position moyenne, mais de quantités trop faibles pour pouvoir être mesurées.

<sup>1</sup> La position relative du centre de gravité (c'est-à-dire par rapport aux zoonites) ne saurait se déduire de la forme du corps. La position absolue est, ainsi que je l'ai démontré (§ VIII), intimement liée à cette forme; mais comme on ne peut la trouver que par l'expérience, on voit qu'il est impossible de se passer d'un instrument.

8° *Vol.* Chez les insectes dont les ailes sont placées, au repos, soit dans la situation qu'elles auront pendant le vol, soit dans un plan vertical, de sorte qu'ils se bornent à les rabattre à droite et à gauche, on ne constate pas de déplacement du centre de gravité, ou l'on ne constate qu'un déplacement à peu près nul, lorsque ces animaux passent du repos à l'attitude du vol.

9° Chez les insectes dont les ailes sont couchées ou croisées, sur ou le long du dos, à l'état de repos, le changement de position de ces ailes, pour passer à l'état actif ou du vol, amène toujours un déplacement du centre de gravité, horizontal et d'arrière en avant.

10° Pendant le vol actif, le centre de gravité oscille continuellement autour d'une position moyenne qui répond aux instants où les extrémités des ailes se trouvent au point de croisement de la courbe en huit qu'elles décrivent dans l'air.

11° *Natation.* Chez les insectes aquatiques, le centre de gravité est plus voisin de la face inférieure du corps que de la face supérieure.

12° Les mouvements des pattes postérieures en forme de rames déterminent des oscillations du centre de gravité autour d'une position moyenne qui répond à la situation des pattes natatoires placées au milieu de leur course. Ces oscillations du centre de gravité amènent un balancement continu du corps autour d'un axe transversal passant par le centre de gravité moyen, et lui font, par conséquent, parcourir un chemin légèrement ondulé.

---





