

Critique des expériences faites dès 1887 avec quelques nouvelles expériences

TROISIÈME PARTIE (1901)

I. — Sigmund Exner ¹⁾.

Nous devons avant tout à Exner une étude physiologique approfondie des yeux des insectes et des crustacés. Cette étude magistrale, continuant ses travaux précédents, modifie certains points importants, sans rien changer au fond. Avant d'en donner un aperçu, je tiens à insister sur une loi fondamentale qu'il ne faut pas perdre de vue, car elle est à la base de tous les sens : *L'acuité d'un sens est toujours — toutes choses égales d'ailleurs* (nous le verrons à propos des *Copilia*) — *proportionnelle au nombre des éléments nerveux terminaux qui le composent*. Les exceptions apparentes à cette loi (augmentation du nombre des éléments chez les animaux plus grands, vue possible des *Copilia*) ne font guère que la confirmer. Il me semble qu'on l'a trop souvent négligée, dans les idées qu'on s'est faites sur les sensations des insectes.

Exner est arrivé à découvrir et à fixer l'image unique et droite formée par l'œil à facettes du *Lampyrus splendidula* (ver

¹⁾ SIGMUND EXNER:

1. *Durch Licht bedingte Verschiebungen des Pigments im Insecten Auge und deren physiologische Bedeutung*. Litzber K. Akad. Wiss. Wien. math. natu. Classe Bd XCVIII Abth III. März 1889.

2. *Das Netzhautbild des Insectenauges*. Ebenda Februar 1889.

3. *Die Physiologie der facettirten Augen*. Leipzig und Wien, bei Pranz Deulike 1891.

luisant) et sans aucun doute plus ou moins nettement distinguée par le cerveau de l'insecte. Cette image est sensiblement plus nette que celle qu'il avait théoriquement supposée et que celle que j'ai théoriquement figurée dans la 1^{re} partie de ce travail. (Vol. II, Tav. III, Fig. 3, pag. 16). Cependant elle n'est pas très nette, et l'on ne doit pas oublier que ma figure repose sur une image supposée formée par trois facettes seulement et provoquée par un objet extrêmement petit. Disons d'emblée qu'Exner se pose lui-même la question de savoir si l'insecte est capable de percevoir cette image aussi nettement qu'elle a été vue et photographiée par lui, par le savant physiologiste. Tout en admettant que c'est probable, il faut accorder que l'expérience biologique peut seule en donner une preuve approximative, telle que celles que nous avons données plus haut, et comme Exner le reconnaît du reste.

L'image obtenue par Exner dans l'œil du *Lampyris splendidula* est celle d'une fenêtre située à 225 cm. de l'œil; sur cette fenêtre est collé un gros R en papier à jambage de 4, 9 cm. d'épaisseur, et l'on y aperçoit vaguement à travers la fenêtre une tour d'église située à 135 pas derrière la fenêtre. En termes d'ophtalmologie, cette image représente une acuité visuelle de $\frac{6}{400}$ à $\frac{6}{500}$ Snellen. Donc un *Lampyris* reconnaîtrait une grille à barreaux de 5 centimètres comme grille à 2 mètres 25 cm. de distance. A la distance d'un centimètre, il reconnaîtrait encore des barreaux de 0,22 millimètres. La netteté de cette image correspond bien au nombre des éléments nerveux (ce qui revient à dire au nombre des facettes, puisque chaque facette a un rhabdome à nombre fixe de 7 cellules dans le cas particulier), et Exner ajoute avec raison que d'autres insectes et crustacés aux yeux plus grands et plus riches en éléments donnent sans aucun doute des images bien plus nettes.

En réponse à une question précise posée à ce sujet, M. le Prof. Exner m'a répondu textuellement: « Je puis affirmer maintenant avec certitude que la netteté de l'image augmente avec le nombre des facettes tombant sous le même angle de la convexité de l'œil (*mit der Anzahl der auf jeden Winkelgrad der Augenwölbung entfallenden Facetten*) ».

Malgré ces faits, la théorie de J. Müller sur la vue en mosaïque, subit, ensuite des travaux d'Exner, des modifications assez importantes. Une fois de plus, une étude approfondie montre l'erreur des généralisations prématurées, tout en dévoilant la complexité et la diversité des cas particuliers. — Il m'est impossible d'entrer ici dans les détails de la dioptrique des yeux à facettes; je me borne aux résultats principaux en renvoyant le lecteur à l'étude de l'original.

Exner étudie à fond l'indice de réfraction des divers milieux réfringents de l'œil de nombreux arthropodes. Il compare l'effet produit selon que l'insecte voit sous l'eau ou dans l'air, effet peu différent, grâce à la structure des dits milieux de l'œil. Il constate que la substance des cristallins est stratifiée de couches à indices de réfraction variables et en progression négative. Par ce fait les particularités de la forme cylindrique que revêt chaque facette se combinent avec celles d'une lentille qui ferait converger les rayons, et Exner donne à cet appareil le nom de cylindre lenticuloïde (*Linsencylinder*). Ceci l'oblige à modifier son ancienne idée, d'après laquelle les rayons auraient été simplement réfléchis par les parois du cylindre. Je ne puis entrer dans les calculs mathématiques, ni dans les observations et vérifications correspondantes faites par S. Exner à l'aide de son frère le Prof. Karl Exner. Leur résultat général est qu'il se présente deux cas principaux : A) Le foyer des rayons réfractés se trouve à la base postérieure du cylindre (des cônes cristallins), qui a par conséquent la longueur de sa distance focale. Alors les rayons centraux des facettes deviennent parallèles dès leur sortie du cylindre (vers la rétine), après avoir formé l'image. B) Le cylindre est deux fois plus long que sa distance focale. Alors l'image renversée d'un objet très éloigné se forme au milieu de la longueur du cylindre, et les rayons repartent d'abord en arrière du cylindre comme ils sont entrés c. a. d. sous le même angle qu'ils formaient à leur entrée avec ceux d'un autre point de l'objet. C'est l'effet d'une lunette astronomique ne grossissant pas, et réglée pour l'infini.

Mais en réalité, les facettes des arthropodes présentent des combinaisons très variées de ces modes de réfraction, combinaisons concourant à concentrer un faisceau de rayons ainsi réfractés sous forme d'image renversée nébuleuse d'une portion très limitée d'un objet situé dans le champ visuel. L'ensemble des faisceaux d'un grand nombre de facettes sert à former la grande image droite perçue.

Exner montre qu'il y a, correspondant à ce qui vient d'être dit, selon les espèces d'insectes et de crustacés, deux formes principales de vision dioptrique (par réfraction).

1°) Dans la première les cornées et les cônes se bornent plus ou moins à l'effet d'un cylindre lenticuloïde (A) de la longueur de la distance focale. Les cônes sont entourés de pigment jusqu'à leur extrémité postérieure qui ne laisse souvent passer la lumière que par un point central très petit. Les éléments nerveux sensibles sont courts et viennent immédiatement derrière les cônes. Les faisceaux lumineux de chaque facette viennent donc séparément à chaque

rétinule et forment par leur ensemble une image droite *par juxtaposition* sur un même plan situé immédiatement à l'extrémité des cônes et tangent ou identique à celui de l'ensemble des rétines. C'est le cas de l'œil d'un crustacé (*Limulus*) étudié par Exner qui a réussi à voir son image droite.

Mais, chez beaucoup d'insectes, les bâtonnets visuels sont très longs (rhabdome), et sont séparés des cônes ou cristallins par un tissu transparent (corps vitré) d'une assez grande épaisseur. Dans ce cas, la théorie de Müller subit une grande modification due à ce qu'Exner a appelé l'image droite *par superposition*. Ici le pigment est concentré plus en avant, entre les cristallins, tandis que l'extrémité postérieure de ces derniers en est dépourvue. Alors les rayons lumineux sont réfractés dans chaque facette dont le cylindre a une longueur double de sa distance focale (B), ce qui le fait agir comme une lunette d'approche astronomique réglée pour l'éloignement infini. Les rayons partant, p. ex., d'une lumière assez éloignée pour pouvoir être considérée comme envoyant des rayons parallèles, sont réfractés par plusieurs facettes de façon à venir se superposer sur une certaine longueur d'un même élément (rhabdome) de la rétine; un rayon venant de la partie droite de l'objet ira du côté droit de l'image (image droite). Les rayons partant d'une seconde lumière iront se concentrer (se superposer) sur un autre rhabdome du même côté que la dite seconde lumière et ainsi de suite. En un mot, il se formera une image droite par superposition des faisceaux lumineux réfractés de différentes facettes. Les mêmes facettes voisines participeront en partie à des portions différentes de l'image. Cela n'est possible que grâce à l'absence de pigment dans la portion postérieure fort épaisse de l'appareil dioptrique. Cette vue se rapproche un peu de celle des vertébrés. — Je renvoie naturellement aux preuves mathématiques données par Exner, ainsi qu'à ses figures. Il va sans dire que cet œil utilise bien plus de rayons que celui qui donne l'image par juxtaposition en absorbant la plupart des rayons obliques.

Or Exner a constaté que l'image par superposition ne se forme que chez les arthropodes nocturnes. Chez les diurnes qui sont incapables de voler et de se diriger la nuit, le pigment est disposé en arrière de façon à isoler les appareils dioptriques de chaque facette les uns des autres jusqu'à la rétine, et forme ainsi une image par juxtaposition.

Mais il a découvert en outre qu'un grand nombre d'insectes et de crustacés possèdent la faculté de déplacer le pigment de leurs yeux (pigment de l'iris), de telle façon que par une lumière intense il se retire en arrière et absorbe tous les rayons fortement réfractés,

ne laissant passer que les rayons centraux, tandis que dans l'obscurité il se concentra en avant, entre les cônes cristallins, laissant leur extrémité postérieure et les corps-vitrés libres, de façon à utiliser presque tous les rayons tombant dans chaque facette. Exner a même coupé l'un des yeux d'une *Lasiocampa quercifolia* tenue dans l'obscurité, puis exposé l'insecte à la lumière solaire. Le pigment de l'œil éclairé au moment de la mort et mis dans l'alcool est situé entre la portion antérieure des rhabdomes et empêche absolument toute formation d'image commune à plusieurs facettes. Celui de l'œil placé à l'obscurité au moment de la mort est au contraire situé entièrement devant, entre les cristallins (Pl. IV, fig. 28 et 29 d'Exner). Or les animaux doués de cette faculté sont ceux qui voient le jour et la nuit. Presque tous les insectes dits nocturnes appartiennent à cette catégorie, car ils voient aussi de jour. Par contre les vrais diurnes ont seulement la vision par juxtaposition et sont absolument aveugles de nuit.

Il résulte clairement de ces belles observations que l'image par superposition a pour but de concentrer autant de lumière que possible sur chaque élément de la rétine.

L'image de l'œil du *Lampyrus splendidula* si nettement photographiée et si magistralement étudiée par Exner est une image par superposition.

Il va sans dire qu'il y a des formes intermédiaires ainsi que des animaux qui ne sont que partiellement adaptés à la nuit ou au jour. Exner a clairement montré comment a lieu le passage d'une de ses formes d'yeux à l'autre, la superposition dérivant de la juxtaposition.

Tant chez les insectes qui voient une image droite par juxtaposition, que chez ceux qui la voient par superposition, la perception de la lumière venant d'un même point n'est jamais limitée à une seule facette. Les « images » partielles de chaque facette se mêlent donc plus ou moins avec celles de ses voisines, formant ainsi un cercle de dispersion plus ou moins grand, qui rend la vue moins distincte tout en augmentant la faculté de perception des déplacements de l'image, car le plus petit déplacement de chaque point irrite ainsi un nombre considérable d'éléments nerveux. Ceci est donc en rapport avec la faculté si remarquable de l'œil à facettes de distinguer les mouvements, c'est à dire les déplacements. Il les distingue bien mieux que l'œil des vertébrés. Ce dernier les voit surtout dans la partie périphérique du champ visuel qui distingue fort mal les formes. A cet égard Exner confirme ses anciennes données.

En outre l'œil à facettes a fort souvent un appareil catoptrique

ou *tapetum*, servant à faire sortir par réflexion les rayons trop obliques ou ceux qui arrivent aux intervalles des facettes. Ce *tapetum* offre parfois de beaux reflets.

Un autre point fort important mis en lumière par Exner est le suivant : L'œil du *Limulus* et en général les yeux à facettes d'un caractère plus primitif sont, comme l'a montré Grenacher, plus rapprochés des ocelles ou yeux simples. Ils ont un plus grand nombre d'éléments nerveux à chaque facette (14, 16 et plus, au lieu de 4 à 8) et ces éléments ne sont pas soudés en rhabdome. L'image par juxtaposition fournie par l'œil du *Limulus* est cependant une image droite et unique. Mais Exner reconnaît qu'ici chaque facette, commence, peut-être, à pouvoir distinguer pour son compte une image partielle renversée confuse, selon les idées de Gottsche, étant donné le plus grand nombre d'éléments nerveux. Ceci devait être, pour des raisons phylogénétiques.

Pour tirer la question au clair, Exner a étudié l'œil de Trilobites fossiles. Or cet œil (celui du *Phakops fecundus*) fait un passage de l'œil du *Limulus* à l'ocelle. Il est grand et composé de facettes qui rappellent à première vue l'œil du *Limulus*. Mais au lieu de cristallin, chaque facette a une belle lentille chitineuse unique, sans cône, comme un ocelle. Cet œil doit donc former une image renversée dans chaque facette, tout en percevant l'ensemble comme grande image droite par juxtaposition.

Mais les araignées ont, en lieu et place d'yeux à facettes, des agglomérations d'ocelles bien développés qu'Exner qualifie de « *hochentwickelt* ». Et il pense que la somme des faisceaux lumineux représentée par toutes les images renversées de chaque ocelle d'araignée doit former une grande image droite plus ou moins diffuse, perçue comme ensemble par l'animal. Ici nous sortons peu à peu de l'œil à facettes, et l'idée de Gottsche entre de plus en plus en ligne de compte, comme on le voit, car une « facette » qui consiste en une simple lentille forme nécessairement une image renversée des objets sur une rétine située à son foyer.

Ces faits expliquent la phylogénie des deux espèces d'yeux. Un œil primitif ou première tache transparente de l'épiderme, au dessus d'une terminaison nerveuse entourée de pigment, a permis d'abord à l'animal une différenciation entre la sensation de lumière et celle du tact. La multiplication des éléments nerveux sous une cornée simple et lenticulaire a produit d'abord l'ocelle, puis l'œil du vertébré. Une agglomération de petits yeux primitifs transformés peu à peu en facettes, avec cornées, cristallins cylindriques et rhabdomes nerveux a fini par former l'œil à facette avec son mode spécial de vision dioptrique.

Passons encore a quelques détails.

Exner a étudié les yeux d'un grand nombre d'arthropodes. Certains yeux ont une structure irrégulière ou dimorphe. La courbure de l'œil varie beaucoup. Chez certains Libellulides (p. ex. *Cordulegaster*) l'œil est divisé en deux portions de structure différente. Chaque structure spéciale a sa raison d'être et constitue sans aucun doute une adaptation à un but spécial, adaptation dont notre auteur croit pouvoir trouver la clé optique dans certains cas. Les yeux paraissent presque toujours aussi écartés l'un de l'autre que les dimensions de la tête le permettent. Parfois ils confluent, ayant besoin de toute la place.

Chez la *Libellula depressa*, les facettes de la portion supérieure de l'œil sont presque deux fois plus larges et plus longues que celles de la portion inférieure (les cristallins même plus de deux fois plus larges). Les deux portions constituent cependant des yeux diurnes (image par juxtaposition). Exner fait remarquer que cette disposition rend la portion supérieure de l'œil plus apte à la vue des mouvements à une plus grande distance, et sa portion inférieure plus apte à la distinction des formes d'objets rapprochés. Or les libellules, dit-il avec raison, volent et se posent presque toujours horizontalement et bas, voyant ainsi surtout leur proie et leurs ennemis devant ou au dessus d'elles, tandis qu'elles voient de près leur proie, une fois saisie, en dessous d'elles et à un état plus ou moins immobile.

L'œil de certains crustacés (*Copilia*, *Sapphirina*, etc.) est tout-à-fait singulier. Il se compose d'une énorme et splendide lentille chitineuse. Très loin d'elle, mais attaché à elle par un muscle et des ligaments, se trouve un cristallin, et derrière celui-ci, un petit nerf optique, avec *un seul* rhabdome à 3 cellules. Entre la lentille et le cristallin sont des portions du corps absolument transparent du crustacé. A quoi bon un appareil si remarquable pour un seul rhabdome? Cela paraît incompréhensible à Grenacher. Or Exner a observé que le cristallin qui forme un tout avec le rhabdome est très mobile, et se meut chez l'animal vivant symétriquement avec celui de l'autre œil, tout en demeurant à la même distance de la lentille. En d'autres termes l'élément nerveux unique examine l'une après l'autre les différentes portions de l'image renversée, unique produite par la lentille; elle les « tâte » pour ainsi dire d'une façon analogue à celle dont la tache jaune de notre œil humain tâte ou examine l'une après l'autre les différentes parties de l'image que nous voyons, mais dont nous ne distinguons nettement que le point fixé par la tache jaune.

L'hypothèse d'Exner, jointe à son observation, explique seule ce singulier œil, qui forme, on doit l'avouer, une « exception confirmant la règle », en même temps qu'il présente un fait magnifique d'adaptation spéciale en utilisant la transparence du corps entier des Copépodes pour leur vision.

Dans le genre *Phronima*, avec ses immenses cônes cristallins courbés et effilés, dont l'extrémité est absolument contiguë aux rétines, la formation d'une image par superposition devient impossible. Une image par juxtaposition, telle qu'Exner l'admet actuellement, est de même rendue impossible par la courbure et l'étroitesse des cristallins qui ne permettent pas la dioptrique du cylindre lenticuloïde. Cependant Exner a pu se convaincre, tant par la théorie que par l'observation directe, que les rayons sont réfractés dans chaque facette de façon à arriver renforcés à l'extrémité des cônes. Ici encore il se forme une image unique et droite, rapprochée de celle par juxtaposition, mais plus semblable à la théorie primitive de la vue en mosaïque de J. Müller. Pour l'œil des *Phronima*, Exner doit maintenir le point de vue de ses premiers travaux.

Sans aucun doute, les images fournies par l'œil à facette sont déformées. Mais n'oublions pas que nous mêmes nous ne nous doutons pas des imperfections de notre vue et de nos sens en général (témoin les daltonistes et les astygmiques). L'insecte auquel son œil donne une image imparfaite, déformée ou nébuleuse, n'a jamais vu autrement, distingue les uns des autres les objets et les êtres ainsi que leurs mouvements, au moyen de cette vue-là seule, et par ce qu'elle peut lui fournir de différences. Ne se doutant pas qu'il puisse y avoir mieux, il se tire ainsi d'affaire, ses instincts étant adaptés à ses sens et même basés sur eux, tels qu'ils sont.

Exner considère la possibilité d'une sorte d'accommodation dans l'œil à facette comme très improbable. Cependant les insectes jugent des distances, lors même qu'ils n'ont pas la convergence des deux yeux (qui sont immobiles). Exner croit pourtant que la distance des deux yeux et la partie commune de leur champ visuel (lorsqu'elle existe; chez les *Cryptocerus*, p. ex., elle n'existe pas; voir Forel dans cette *Revue* N. 8, Vol. II, p. 16, Pl. III, fig. 6a et 6b) permet par l'angle qui existe entre l'axe des deux images un certain degré de vue stéréoscopique à courte distance. Il fait en outre remarquer que lorsque nous fermons un œil et remuons la tête, le mouvement nous permet de distinguer la profondeur, p. ex., du branchage d'un arbre, ce que nous ne pouvions pas en demeurant immobile. Cela vient de ce que le mouvement est plus fort (excur-

sions plus grandes) pour les objets plus rapprochés que pour les éloignés, ce qui fait noter une différence. Ainsi les insectes en mouvement et les écrevisses aux yeux mobiles pourront mieux juger de la profondeur.

Ici je crois devoir rappeler ce que j'ai dit plus haut, loc. cit. p. 41, N. 9: La rapidité avec laquelle l'augmentation de la distance rend l'image de l'œil à facette plus indistincte *doit* faire juger les distances à l'insecte.

En effet, pour ne pas nous fourvoyer dans les problèmes complexes qui nous occupent, il est une loi *psycho-physiologique* que nous ne devons jamais perdre de vue: *le cerveau est réglé dans la qualité de ses perceptions par le pouvoir de différenciation que lui fournissent les sens.* Ce n'est pas une pure hypothèse que de conclure d'une différenciation découlant nécessairement de la structure d'un sens à une faculté correspondante de différenciation dans les perceptions cérébrales. Et de même que l'absence d'une structure sensorielle *doit* faire conclure à l'absence de la perception correspondante (à moins qu'elle ne soit remplacée par une autre analogue, comme l'œil à facette avec son image droite unique remplace avec certaines modifications l'image renversée de notre œil), de même une structure surnuméraire, bien caractérisée dans son fonctionnement, doit fournir une perception cérébrale surnuméraire correspondante. Nous reviendrons là dessus à propos de l'odorat au contact posté sur un organe mobile, mais je voulais d'emblée énoncer la loi générale à propos de la vision.

Avant de quitter Exner qui nous a fourni la base optique de la vue des Arthropodes, notons qu'il a discuté certaines hypothèses contradictoires émises par d'autres auteurs (Notthaft, Thompson Lowne, ¹⁾ Patten ²⁾) et en a fait justice. Nous avons déjà discuté Notthaft plus haut. Lowne prétend que le rhabdome n'est pas nerveux et constitue une partie de l'appareil dioptrique; il croit trouver une rétine plus en arrière. Mais le rhabdome, vu sa structure, est incapable de fournir l'image deux fois renversée que Lowne lui attribue. Puis il n'est pas douteux au point de vue histologique que le rhabdome ne représente les bâtonnets de la rétine, organes que nous retrouvons dans tous les yeux.

¹⁾ Transact. Linnean Society 1884.

²⁾ Journal of Morphology I, N. 1. 1887

II. — Sir John Lubbock ¹⁾.

Dans son nouveau livre qui résume surtout ses anciennes expériences et celles d'autres auteurs, Lubbock confirme ses anciennes observations et les miennes sur la vue, s'oppose comme moi à Plateau, mais sans entrer dans les détails, et se rattache aux idées d'Exner et de Grenacher.

Lubbock émet des doutes sur les conclusions que j'ai tirées de mes expériences sur des fourmis à antennes coupées, parce que « des fourmis isolées ou blessées (souffrantes) sont beaucoup moins guerrières que dans des conditions normales ». Mon honorable contradicteur, si judicieux du reste, fait ici erreur, et voici pourquoi.

Des fourmis aux yeux vernis, des fourmis coupées en deux par le milieu du corps, des fourmis auxquelles on coupe une seule antenne ou plusieurs pattes, continuent à se battre et à se tuer les unes les autres comme si on ne leur avait rien fait, lorsqu'elles sont d'espèces ou de fourmilières différentes. Pourquoi tout combat cesse-t-il, dès qu'on coupe les deux antennes ou seulement les deux funicules ? Pourquoi, cette même double amputation produit-elle au contraire entre sœurs, de la même fourmilière, de même que l'action du sublimé, une guerre subite et générale chez les *Myrmica* ? Ces faits ne s'expliquent que par la perte de la faculté de se reconnaître entre amies et ennemies au moyen de l'odorat au contact dont sont pourvus les funicules. Seulement — et c'est là ce dont Lubbock semble ne pas tenir assez compte — cet odorat est un sens bien autrement complexe et relationnel que le nôtre, un sens dont nous sommes encore loin d'avoir l'énigme.

A propos de la faculté qu'ont ou n'ont pas les fourmis de reconnaître d'autres fourmis écloses dans une autre fourmilière, mais de nymphes qui furent les leurs avant l'éclosion, Lubbock renouvelle ses expériences sur le *Lasius niger* et maintient l'affirmative. J'avais trouvé le contraire chez des *Formica*, et cela à plusieurs reprises. Nous avons opéré sur des genres différents. Est-ce là la raison ? C'est un point qui reste à élucider.

Pour des raisons analogues, je ne veux pas m'étendre ici sur les organes présumés, ni sur la faculté de l'ouïe. Lubbock a changé d'opinion. Malgré le manque de preuves directes, il se croit maintenant autorisé à admettre l'ouïe chez les insectes dans le sens de Graber, en se basant sur les nombreux organes de stri-

¹⁾ *On the Senses, Instincts and Intelligence of animals.* London 1888, Kegan, Paul, Trench and C."

dulation qu'on trouve chez eux et sur la présence d'organes tympaniformes dans différentes parties du corps. L'expérience de Will sur le *Cerambyx Scopoli* lui paraît aussi concluente. A mon avis ces preuves sont insuffisantes. Les faits sont trop contradictoires pour vider la question. Les preuves nettes que nous avons de l'existence des 4 autres sens chez les insectes font ici défaut, sauf pour quelques orthoptères.

Lubbock se rattache par contre entièrement à mon opinion sur le sens et les organes du goût, et croit aussi que l'organe de Wolff, sur le palais, appartient à ce sens. Nous savons en effet à quel point le sens du goût et cet organe sont développés chez les apiaires, tandis que chez les Chalcidites et les Braconides, chez lesquels l'organe de Wolff est presque nul, le genre de vie exige un fort bon odorat, mais pas d'organe du goût.

Pour l'odorat, Lubbock se rallie en somme à notre opinion et confirme sa présence dans les antennes. Mais il croit trouver un certain odorat dans les palpes. Persuadé, comme moi, que l'odorat des abeilles, à distance, est peu développé, il ne comprend pas pourquoi leurs antennes ont un si grand nombre de terminaisons nerveuses (environ 20,000, d'après Hicks!), et en conclut à la présence d'un autre sens. Or le calcul de Hicks est absolument faux ou dû à une faute d'impression. Les poils-pores sensoriels des abeilles sont disposés (Hicks l'a constaté lui même) d'un seul côté de l'antenne, qui est fort courte. C'est la surface médiane dorsale des 8 derniers articles du funicule de l'antenne qui est la surface sensorielle de cet organe chez l'abeille. D'après mon estimation approximative, chaque article de l'antenne peut avoir de 200 à 250 organes sensoriels terminaux (300 au maximum). Il s'en suit que Lubbock et Hicks ont mis un 0 de trop et qu'on doit estimer leur nombre total à 2000 environ, au plus. Mais Lubbock ne tient pas compte de ce que j'ai appelé odorat au contact, et ce sens paraît fort développé chez l'abeille. Il est facile d'observer qu'elles palpent les étamines et les pistils des fleurs qu'elles sucent, avec leurs antennes dirigées l'une contre l'autre, c'est-à-dire contre l'organe floral ainsi serré entre les deux funicules et palpé par la surface sensorielle. Il ne s'agit pas là de toucher, mais d'odorat au contact, dénonçant à l'abeille la nature chimique des fleurs.

Quant aux organes en bouchons de champagne, j'ai montré (*Etudes myrmécol.* en 1884, Bull. soc. vaud. sc. nat. vol., XX, N. 91) qu'ils font défaut aux Vespides (de même que ceux en bouteille) et abondent au contraire chez l'abeille domestique. Ce simple fait écarte d'emblée l'idée d'en faire un organe de l'ouïe comme le voudrait Lubbock, ou même de l'odorat.

A propos de l'ouïe, je suis obligé de rappeler le fait que l'oreille interne de l'homme et des mammifères, ainsi que le nerf acoustique, préside à deux fonctions absolument différentes. Le nerf du limaçon et l'organe de Corti sont les seuls organes de l'ouïe. Le nerf du vestibule et les canaux semicirculaires sont des organes d'équilibre qui n'ont probablement rien à voir avec l'audition. Les centres bulbaires des deux nerfs sont, comme je l'ai montré par des expériences faites sur des lapins (Forel: *Vorl. Mittheilung über den Urspr. des nervus acusticus*, Neurolog. Centralblatt 1885; Onufrowicz Br.: *Exp. Beitr. z. Kenntn. des Centr. Urspr. des nerv. Acusticus*; Archiv für Psychiatrie 1885) absolument différents l'un de l'autre. Or rien ne prouve que les otholithes des vertébrés inférieurs, des mollusques etc., correspondent à l'organe de Corti. L'homologie avec l'appareil vestibulaire et spécialement avec la base des canaux semicirculaires paraît au contraire plus que probable.

Ces simples faits nous obligent à réfléchir et à donner d'excellentes preuves, avant d'attribuer des organes complexes de l'audition aux insectes. Les organes tympaniformes constituent peut être un sens inconnu, fort différent de l'ouïe.

En ce qui concerne le prétendu sens de la direction, Lubbock se rallie absolument à l'opinion qui a été motivée par Romanes et par moi même, savoir qu'il s'agit simplement d'une connaissance des lieux par la vue. Il avoue cependant avoir été d'abord séduit par les arguments de Fabre (voir plus loin).

A propos de la vue, et en particulier des expériences de Plateau que nous allons voir, notons les résultats suivants de Lubbock : 1.) Il place du miel sur une fenêtre et attend 60 heures, sans qu'une abeille le trouve. 2.) Il place une abeille (non habituée, c. a. d. non entraînée sur du miel, sur une fenêtre, à 250 mètres environ du rucher. Elle n'y revient pas (expérience répétée plus de 20 fois avec le même résultat). 3.) Placée sur du miel à 25 mètres du rucher, de la même façon, elle revient régulièrement au miel, mais sans amener de compagnes avec elle. Jamais, sur un grand nombre d'expériences, il ne voit d'abeilles amener des compagnes sur sa fenêtre. 4.) Il place du miel à 2 ou 3 pieds de l'endroit où les abeilles vont butiner; jamais elles ne le trouvent. 5.) A la suite de longues et patientes expériences, il croit pouvoir conclure que les abeilles préfèrent le bleu aux autres couleurs. Mais le résultat de ces expériences ne me paraît pas fort net.

En somme, à l'exception de l'ouïe, sur laquelle les preuves expérimentales sont absolument insuffisantes, je constate un accord à peu près complet entre les résultats de Lubbock et les miens, sauf sur des détails de peu d'importance. Cette constatation a

d'autant plus de valeur que l'esprit critique de Lubbock s'est surtout appliqué à pointer les divergences d'opinion, et que cet auteur est l'un des seuls qui aient embrassé et scruté l'ensemble de la question sous toutes ses faces.

III. — Felix Plateau, ¹⁾ *Mes nouvelles expériences.*

• C'est avec peine que je me décide à entreprendre la critique de cet auteur, non certes qu'elle soit difficile, mais à cause de la place qu'elle exige, et parce qu'il m'est pénible de devoir mettre à jour les faux jugements d'un collègue dont j'estime la patience, le travail, l'honorabilité et la bonne foi. Mais la confusion considérable que Plateau a jetée sur la question qui nous occupe, malgré et en partie par ses recherches longues et patientes, puis le fait que ses résultats et ses conclusions ont été acceptés à la légère par certains auteurs qui se piquent d'être très supérieurs à tout ce qui les a précédé, exige que nous examinions la chose de près.

Avant de m'y mettre, je dois, pour simplifier, poser par anticipation certaines thèses générales auxquelles je suis arrivé depuis longtemps, et qui concordent en somme avec les résultats de Darwin, de Romanes, de Lubbock et de toutes les personnes qui ont approfondi la psychologie des insectes. Mais ces thèses ont besoin d'être nettement formulées :

¹⁾ FELIX PLATEAU :

1. *Comment les fleurs attirent les insectes.* Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 3^{me} série, Tome XXX, n. 11, 1895 ; Tome XXXII, n. 11, 1896 ; Tome XXXIII, n. 1, 1897 ; Tome XXXIV, n. 9, n. 10, 1897 ; Tome XXXIV, n. 11, 1897 (5 parties).

2. *Le même. Un filet empêche-t-il le passage des insectes ?* Ibidem. Tome XXX, n. 9, n. 10, 1895.

3. *Le même. Nouvelles recherches sur les rapports entre les insectes et les fleurs.* Mémoires de la soc. zool. de France, Tome XI, p. 339, 1898.

4. *Le même. Exp. sur le rôle des palpes chez le arthropodes maxillés.* Bul. soc. zool. Fr. 1887.

5. *Le même. Recherches expérimentales sur la vision chez les arthropodes.* 3^{me}, 4^{me} et 5^{me} Parties. Bulletin de l'Acad. royale de Belgique 1888.

6. *Le même. Nouv. Rech. sur les rapp. entre les insectes et les fleurs.* Mém. soc. zool. Fr. XI n. 3, 1898, et XII p. 336 ; 1899.

7. *Le même. La vision chez l'Anthidium manicatum.* Annal. soc. ent. belg. XLIII, 1899.

a) S'il est vrai qu'il y ait souvent un sens directeur *principal*, la règle est cependant que les insectes *combinent les impressions de plusieurs sens pour se diriger*.

b) L'*attention* joue un rôle considérable dans la façon dont les insectes se dirigent. Lorsqu'elle est fortement portée vers un but ou un objet, ils sont souvent profondément distraits de tout le reste, un peu comme un savant absorbé (abeille mangeant du miel ; fourmis qui se battent).

c) La *mémoire* des insectes varie beaucoup suivant les espèces. Elle se rattache aux diverses impressions sensorielles. Elle est beaucoup meilleure qu'on ne se le figurerait *a priori* chez les insectes à instincts compliqués et surtout chez les hyménoptères sociaux, mais elle est extrêmement faible chez les formes à petit cerveau.

d) Comme Lubbock et H. Müller l'ont montré, l'*entraînement* joue un grand rôle. Attiré par des sensations de vue ou d'odorat, ou des deux sens combinés, l'insecte finit par porter son attention sur un objet ou sur un acte instinctif coordonné, en rapport avec un but. Dès que ce fait s'est produit, on le voit répéter ses voyages ou ses autres actes instinctifs avec une sûreté rapidement croissante. Cela ne veut pas dire qu'il ait besoin d'apprendre ce que l'instinct héréditaire lui a légué tout fait, mais que, pour perpétuer avec sûreté la série de ses actes instinctifs, il lui faut souvent une série correspondante de souvenirs, c. a. d. d'images sensorielles associées et associables bien nettes, bien clairement fixées par la mémoire. Cela n'est naturellement pas nécessaire pour les actes qui n'exigent pas de souvenirs, ainsi pour la manducation ou la copulation. Mais les actes complexes des hyménoptères sociaux exigent la mémoire et par conséquent une fixation progressive de ses images par la répétition, ce qui constitue l'habitude ou l'entraînement, tant dans le domaine centripète (psycho-sensible) que dans le domaine centrifuge (psycho-moteur). Chez nous-mêmes, le même fait se reproduit en infiniment plus grand et plus complexe, et les lois de la fixation des habitudes ou automatismes secondaires sont les mêmes dans le domaine psycho-sensible et intellectuel (souvenirs visuels, acoustiques etc., lecture, compréhension du langage oral) que dans le domaine psycho-moteur (habiletés techniques). Seulement chez l'insecte presque toute l'habitude, presque tout l'automatisme, est prédéterminé et fixé dès la naissance par l'hérédité, du moins dans les détails de ses parties principales. Mais, pour adapter ces mécanismes à chaque cas particulier, il faut pourtant des combinaisons plastiques d'images mémoriales. Il en faut en somme peu, nous en convenons, car les *portions* toutes prêtes à jouer des instincts (automatismes héréditaires) se mettent en mouvement avec précision,

dès que quelques sensations viennent les évoquer, mais encore faut-il au moins ces sensations chez les animaux très-inférieurs. Chez les insectes plus développés, il faut, outre les sensations qui sont relativement simples, des perceptions complexes, qui supposent nécessairement des combinaisons de souvenirs entre eux et avec de nouvelles sensations, ainsi que la faculté de reconnaître un objet (voir H ö f f d i n g, *Psychologie in Umrissen*; la perception implique la reconnaissance).

En effet, on sait en psychologie que la perception est fort complexe et résulte de l'association de sensations antécédentes. Elle suppose nécessairement la mémoire. Or les faits nous obligent à reconnaître l'existence des perceptions et de la mémoire chez les insectes, au moins chez les insectes supérieurs. C'est par elles que les portions toutes faites des instincts sont adaptées à *chaque* but et combinées d'une façon plastique. Et c'est en les étudiant que nous reconnaissons l'entraînement dans chaque cas particulier.

e) *Les insectes ont des sentiments ou émotions plus ou moins développés selon les espèces, genres et familles. La colère, la frayeur, le découragement, la jalousie sont très marqués chez les hyménoptères sociaux; de même l'affection et la témérité basée sur le succès. Il est nécessaire d'en tenir compte pour juger juste de leurs actes. Les états émotionnels des centres nerveux sont très généraux dans la série animale et y sont en rapport avec le danger, le succès, la défaite, les efforts infructueux, la douleur, l'attaque, la défense, tant chez l'individu que chez la société. J'en ai donné des exemples tirés de la vie sociale des Fourmis, dans mes *Fourmis de la Suisse*, et dans ce travail-ci. — Il va sans dire que nous ne pouvons nous faire aucune idée de la façon subjective, dont les insectes ressentent leurs émotions; mais l'analogie de ces états et de leurs motifs est telle, dans toute la série animale, qu'il faut être incroyablement prévenu pour la nier. On peut même dire que les états émotionnels primordiaux sont si profondément liés à l'instinct, que chez nous mêmes ils trahissent une origine phylogénétique très ancienne, et que par conséquent il n'y a *a priori* rien d'étonnant à les retrouver chez les insectes.*

f) Rien n'est dangereux comme les *généralisations prématurées*, ni comme :

g) *de faire dire aux expériences ce qu'elles ne disent pas.*

Ceci posé, disons que les erreurs si fréquentes dans lesquelles tombe Plateau reposent en majeure partie sur ce qu'il ne tient presque nul compte de la psychologie de l'insecte et néglige très souvent les facteurs ci-dessus. Pour simplifier nous renverrons, dans le détail de nos critiques, aux lettres *a* à *e*, ainsi qu'aux chiffres 1 à 7 des travaux de Plateau.

1. **Palpes.** — Plateau (4) continue à déclarer les palpes chez les insectes, les crustacés, les myriapodes, les arachnides « des organes devenus inutiles ou à peu près et dont ces animaux peuvent se passer sans inconvénient ». Je m'étais borné, en confirmant la seconde partie de cette conclusion, et à l'aide de quelques expériences citées plus haut, à les considérer comme de simples organes tactiles. Mais les expériences de Plateau ne lui donnent aucun droit de les déclarer « organes devenus inutiles ».

Comme le font fort bien remarquer W. Nagel et Wasmann (voir plus loin) le fait que beaucoup d'insectes privés de palpes conservent le goût et l'odorat ne prouve absolument pas ce que Plateau croit prouver. Le simple bon sens du reste prouve le contraire. En effet, chez certains insectes les palpes et leurs organes sensoriaux sont très développés, tandis que chez des formes souvent parentes, ils sont rudimentaires. Si leur fonction était rudimentaire chez tous les insectes, l'organe le serait aussi ; c'est clair, mais Plateau paraît ne pas le comprendre. Or, dans ses remarquables expériences, W. Nagel a démontré que chez divers insectes les palpes servent à un odorat rapproché ou à un odorat au contact passant au goût — outre leur faculté tactile qui est la principale et qu'ils ont chez tous les insectes. Les expériences de Nagel me prouvent que je n'avais pas tout vu (ce qui était à prévoir), et que Plateau se trompe. —

2) **Vision chez les Arthropodes.** (5) a) *Vision des chenilles.* Ici Plateau a eu une fort bonne idée. Utilisant l'instinct de la plupart des chenilles de chercher à grimper sur une tige, lorsqu'elles sont à terre, il les plaça sur un bâton horizontal, et, lorsqu'elles furent arrivées à son extrémité, leur présenta une baguette verticale sèche, de 30 cm. de long et de 5 millim. de large. Il approche cette dernière jusqu'au point où la chenille fait des efforts *manifestes* et indubitables pour l'atteindre (ne pas confondre avec les recherches d'aveugle qu'elle fait de droite et de gauche). Faites chez 15 espèces de chenilles, ces expériences amènent à montrer qu'elles aperçoivent la baguette, selon les espèces, de $\frac{1}{2}$ à 2 centimètres de distance seulement, tandis qu'elles se dirigeaient constamment vers le corps de l'expérimentateur et d'autres très gros objets déjà à 40 centim. de distance et plus (comparer avec mon obs. sur le *Lasius fuliginosus*). En outre Plateau assure que les chenilles ne remarquent pas les objets en mouvement à une distance plus grande que les objets fixes de même grandeur. Etant donné le fait qu'elles n'ont que 5 à 6 yeux simples primitifs, très petits, de chaque côté de la tête, cette observation ne fait que confirmer Exner. En outre Plateau constate le sens du tact surtout pas les poils et d'un léger degré

d'odorat (en présentant aux chenilles la tige fraîche de la plante qu'elles recherchent). Si Plateau se bornait à ce que disent ces faits, nous serions d'accord.

Mais *parce que* certains myriapodes placés dans les mêmes conditions ne distinguent pas la baguette tendue, Plateau conclut : 1) qu'il se forme chez la chenille une image rétinienne et une vision véritable ; 2) que la perception de grandes masses (son corps) à 40 centim. est autre chose et n'est pas une vision de la forme des corps dans le sens propre. Et il va plus loin. Il croit avoir démontré par là que les déductions de Grenacher sont fausses et que les chenilles doivent avoir une structure des yeux plus développée qu'on ne l'a cru.

Il n'est pas difficile de voir l'erreur (8) du raisonnement de Plateau. Admettons que ses exp. sur les Myriapodes soient irréfutables et que ces animaux ne distinguent que le clair de l'obscur. Grenacher a montré que leurs bâtonnets sont horizontaux, et il est fort possible que leur vision soit en effet extrêmement primitive et inférieure à celle des chenilles. Mais de là ne ressort nullement que le fait d'apercevoir une baguette de 5 mill. de large à 1 centim. de distance constitue une vision véritable, tandis que celui de distinguer un homme (large d'environ 40 cm. ; c'est du moins mon cas) à 40 cm. de distance ou plus n'en constitue pas une. Les deux cas constituent une vision indistincte des formes. Plateau a simplement prouvé que la chenille apercevait la présence d'un objet de 5 mill. de large à 1 centim., mais non pas qu'elle voyait distinctement ses contours. Après tout, je crois sans doute, que les chenilles voient un peu moins mal de près que de loin, comme tous les arthropodes, et surtout ceux à yeux simples. Mais de là à la conclusion de Plateau il y a un grand pas. Il parle plus bas de la « distance de vision distincte » des chenilles à poils et sans poils !

Je n'ai pas mal interprété Plateau, car il dit textuellement : « A des distances plus considérables, les chenilles peuvent percevoir l'existence de grandes masses ; *cependant elles n'en distinguent pas la nature* ». — Cela prouve bien qu'il s'imagine avoir démontré qu'elles distinguent la « nature » d'une baguette large de 5 mill. à 1 cm. de distance. — Ajoutons qu'en parlant de distinguer la « nature » d'un objet, Plateau accorde implicitement aux chenilles un pouvoir de raisonnement que ces insectes peu développés n'ont pas (c. d.).

b) *Ocelles frontaux et yeux composés ; Vernissage des yeux et section des nerfs optiques.* Plateau (5) emploie deux méthodes. Vernissage et section des nerfs optiques avec une aiguille à cata-

racte. Mais au lieu de comprendre pourquoi j'ai employé un vieux vernis de Francfort sec pour le vernissage des yeux, en le dissolvant rapidement dans une goutte de chloroforme, en l'appliquant au moment où il devient visqueux, et en le laissant sécher séance tenante en quelques secondes, il en revient à la couleur à l'huile de lin de Swammerdam. Ce mode d'expérimentation est absolument défectueux, parce qu'on ne peut recouvrir l'œil d'une couche égale et épaisse, et que, la dessiccation étant lente, l'insecte enlève la couleur, soit avec ses pattes, soit par les chocs contre murs et parois. Je n'ai jamais observé que mes insectes aient été le moins du monde incommodés par les derniers restes du chloroforme renfermés dans le vernis encore visqueux.

Puis il est « profondément surpris » de voir que les insectes auxquels on a enlevé ou vernis les yeux à facettes s'élèvent verticalement ou en spirale en l'air lorsqu'on a vernis les ocelles aussi bien que lorsque ces derniers organes existent encore. Il n'a pas remarqué que j'avais déjà verni les yeux d'insectes qui n'ont pas d'ocelles avec le même résultat, ce qui revient au même ! Du reste j'ai aussi verni les ocelles et les yeux à facettes simultanément, et l'effet n'a pas varié. A ce propos, Plateau motive son observation que les insectes aux yeux vernis s'élèvent en l'air à une hauteur réellement extraordinaire par le fait qu'il est devenu très presbyte. Je me permets de lui faire observer que le presbytisme n'augmente nullement l'acuité visuelle, ni la distance à laquelle on voit ; il ne fait qu'empêcher la vue de près en diminuant la faculté d'accommodation, de sorte qu'un presbyte ne peut pas suivre des yeux un insecte à une hauteur extraordinaire ; l'insecte est trop petit pour cela.

Au cours des expériences de Plateau faites dans une chambre, les insectes aux yeux vernis se sont en grande partie dirigés vers la fenêtre, ce qui ne fut pas le cas des diptères aux nerfs sectionnés d'après ce que nous venons de voir. Cela vient d'un vernissage insuffisant, par une méthode à laquelle j'avais renoncé dès l'abord. Cependant il est à noter que 5 *Eristalis tenax* et quelques *Calliphora* aux nerfs optiques sectionnés, après avoir tournoyé au plafond se posèrent sur les parois, tandis que les autres tombèrent à terre, comme dans mes expériences. Cela prouve que, sans y voir, et malgré leurs nombreux chocs, certains diptères aveuglés arrivent à se poser, c'est à dire à s'acrocher sans tomber. Plateau a opéré sur des lépidoptères diurnes, des diptères et des Hyménoptères. En somme ses résultats concordent avec les miens.

Mais il croit avoir trouvé une différence importante entre mes résultats et les siens, parce que, dit-il, je lançais mes insectes au

l'air, et que ceux-ci se heurtaient contre les murs, ce qui n'était pas le cas dans ses expériences. Ici Plateau généralise inexac-tement. D'abord je n'ai pas toujours « lancé » mes insectes aveuglés, puisque mes hannetons volaient du bout de mes doigts tandis que ma *Plusia gamma* et mon bourdon volaient tout seuls. Ils ne se sont pas non plus *toujours* heurtés avant de voler en haut. Puis les expériences de Plateau avec des yeux mal vernis ne supportent pas la comparaison. Et si l'on étudie les tableaux de notre auteur, l'on voit plusieurs de ses mouches aux yeux incisés retomber sur le sol ou se heurter au plafond ou à la muraille; d'autres voler horizontalement en zig zag (en plein air). En somme il s'agit de différences individuelles sans importance et les résultats sont les mêmes dans leurs lignes fondamentales. Du reste Plateau en relisant ses propres expériences, surtout sur les *Bombus* et les *Cedipoda*, ne pourra nier que les insectes ainsi aveuglés n'aient moins de tendance à s'envoler spontanément que ceux qui y voient, et au contraire plus de tendance qu'eux à se heurter contre les objets qu'ils ne voient plus. Les faits sont trop clairs à cet égard pour permettre un doute.

Se basant sur ses expériences, Plateau construit l'hypothèse suivante: Les insectes aveuglés conservent des sensations photodermatiques (il croit que la transparence de la chitine de beaucoup d'insectes est cause de ces sensations) et leur photophilie les pousse à voler en haut, vers la lumière solaire. Le fait que ses mouches à nerf optique coupé volent au plafond de la chambre et non pas à la fenêtre ne le gêne pas, parce-que, dit-il, beaucoup d'insectes (ce sont d'autres insectes, les libellules et les Rhopalocères, mais cela ne l'arrête pas non plus) volent au plafond même lorsqu'ils ont leurs yeux. Le fait que beaucoup de mouches aveuglées volent à terre ou horizontalement à l'air libre ne dissuade pas non plus Plateau, car il croit prouver qu'il s'agit là d'un dérangement de l'équilibre provoqué par un surcroît de poids qui serait occasionné par le vernis sur les yeux. Il s'appuie sur les expériences de Jousset de Bellesme qui prouve que l'impossibilité du vol des diptères privés de leurs balanciers repose sur un dérangement de l'équilibre qu'on peut rétablir en ajoutant un petit poids à l'abdomen.

Cette hypothèse est fort hasardée, ce qui ressort des tableaux mêmes de Plateau. En effet, p. ex., sur six *Calliphora vomitoria* au nerf optique coupé, quatre retombent toujours sur le sol. Ici ce n'est pas le poids du vernis qui leur fait perdre l'équilibre! Et mes hannetons aux yeux vernis, bien trop gros pour qu'on puisse invoquer chez eux la question d'équilibre, ne volèrent pas au ciel

mais souvent aux murs, aux arbres, ou redescendirent après avoir volé vers le haut. Du reste il est *a priori* inadmissible que les sensations photodermatiques soient adaptées au vol. Elles sont le propre d'animaux terrestres ou aquatiques, le plus souvent aveugles, et qui ne volent pas. Elles sont lentes, et ne doivent pas être considérées comme vision, mais comme sensations indifférenciées.

Tiebe critique aussi Plateau, lui faisant observer qu'à l'air libre la lumière ne vient guère du Zénith, mais par un temps couvert de partout, et par un temps clair du point où est le soleil. En ce dernier cas, les sensations photodermatiques devraient donc faire voler l'insecte dans la direction du soleil, ce qui n'est pas le cas.

J'avais suggéré à Plateau d'expérimenter de nuit, sur des insectes nocturnes. Il l'a fait, et prétend avoir constaté que, sur environ 22 expériences, presque tous les papillons de nuit aux yeux noircis volèrent obliquement vers le sol ou horizontalement. Je ne suis pas très convaincu, parce que, la nuit, on ne peut guère suivre le vol de ces insectes et que fort souvent les insectes aveuglés partent d'abord vers le sol, avant de partir en l'air. Mes résultats, obtenus différemment c'est vrai, ne concordent guère avec ceux de Plateau. Mais l'expérience est difficile et je ne puis conclure d'une façon positive.

Le 21 octobre 1900 j'ai répété les expériences de Plateau en coupant en travers avec une aiguille à cataracte les yeux d'*Eristalis* et de *Vespa germanica* ♂, soit au jardin, soit dans ma chambre. J'obtins les mêmes résultats que lui, et la confirmation de mes anciennes expériences. Seuls *Eristalis* se posent sur les parois après avoir tournoyé au plafond; c'est que leur vol est lourd et insistant. Ils continuent à voler en frôlant sans interruption le plafond ou la paroi contre laquelle ils se pressent. De cette façon il n'y a pas besoin d'y voir pour se poser, surtout avec les pattes très adhérentes de ces insectes. C'est tout autre chose que d'aller se heurter contre un mur ou un arbre qu'on ne voit pas lors d'un vol rapide en plein air. Les dimensions d'une chambre sont trop faibles pour donner à l'insecte le temps de prendre un essor rapide. Ajoutons que l'époque des *Eristalis* (l'automne) est fraîche et que le vol des insectes y est plus lent qu'en été, saison où mes premières expériences avaient été faites. Les *Eristalis* aveuglés s'en-volent facilement seuls.

Les guêpes, par contre, tombaient régulièrement à terre, surtout dans les premiers essais. Pourtant elles n'avaient pas de vernis sur les yeux pour déranger leur équilibre. Du reste ces insectes ne perdent pas l'équilibre pour si peu, car ils se servent au vol de leur abdomen comme balancier et volent même avec le tiers d'une aile

coupé d'un côté en courbant leur abdomen en sens inverse pour rétablir l'équilibre.

Je refais les expériences de nuit, en plaçant ma lumière sous la table pour éviter l'éclairage du plafond. Les *Eristalis* aveuglés volèrent en partie au plafond, comme de jour, sans se diriger vers la paroi éclairée, comme ils eussent dû le faire si les sensations photodermatique eussent été en jeu.

Il faut ajouter encore qu'en plein air et de jour, les insectes aveuglés ne s'élèvent pas *toujours verticalement* comme le prétend Plateau, mais fort souvent obliquement.

J'avais écrit que « ne voyant rien, les insectes aux yeux vernis volent jusqu'à ce qu'ils viennent à se heurter à un objet, ce qui n'arrive pas lorsqu'ils volent en haut ». Plateau appelle cela « mon hypothèse », à laquelle il oppose la sienne. Je n'avais pas la prétention de faire une hypothèse. J'accorde facilement que cette explication laisse à désirer, mais elle a l'avantage d'être simple et de rendre compte de tous les cas bien démontrés où les insectes se heurtent et tombent (le cas des hannetons est extrêmement clair). Pour les cas où le vernissage est incomplet, on doit admettre que l'insecte vole du côté où il voit le plus de jour à travers le vernis. Mais dans les autres cas, cette explication ne suffit pas.

Du reste une autre possibilité est la suivante: à l'état de nature, l'insecte se trouve dans l'obscurité ou la demi-obscurité lorsqu'il est sous terre, dans un tronc d'arbre ou dans une caverne ou broussaille. Son petit cerveau ne lui permettant pas de réfléchir à la cause pour laquelle il ne voit pas, l'instinct le pousse à voler en haut pour sortir du lieu obscur où il croit se trouver. On objectera qu'il ne le fait pas la nuit, mais la chaleur solaire et d'autres circonstances lui fournissent des distinctions entre le jour et la nuit, et de plus la nuit est rarement entièrement noire. Puis on objectera le vol en spirale, ou en zig zag, mais celui-ci vient probablement de ce que l'insecte est désorienté. Du reste ce ne sont que des conjectures et je crois plus sage de ne pas faire d'échafaudages hypothétiques et d'attendre de nouveaux faits.

Pour prouver que je me trompe en supposant que les ocelles des Hyménoptères etc. servent à la vision de près dans les lieux obscurs, Plateau fait voler dans des chambres obscures ou obscurcies, munies d'une ouverture au volet, des *Eristalis* auxquels il a verni les yeux composés seulement. Comme ces *Eristalis* volent en tournoyant au plafond au lieu de se diriger vers l'ouverture il conclut contre ma supposition et déclare: « que chez les insectes diurnes munis d'yeux composés, les yeux simples sont d'une utilité à peu près nulle et, dans tous les cas, ne permettent à ces animaux que

des perceptions (il veut dire des sensations) très faibles, dont ils ne savent pas se servir », et il suppose « que les ocelles ont perdu tout usage chez la grande majorité des insectes munis d'yeux composés ».

Il n'est pas difficile de montrer que cette conclusion est nécessairement fautive. En effet, si les ocelles avaient perdu tout usage et si les insectes ne savaient pas s'en servir, ces organes n'auraient pas pris l'énorme développement qu'on connaît chez certains hyménoptères, en particulier chez les mâles des Formicides (voir cette *Revue* Vol. II, n. 8, Tav. III, Fig. 4, vers 0, les ocelles frontaux de l'*Eciton cœcum* ♂ ailé, dont l'ouvrière et la femelle sont aptères et aveugles et qui doit par conséquent aller chercher cette dernière probablement sous terre). Un simple coup d'œil sur cette figure ou sur un *dorylus* ♂ quelconque réduit la conclusion de Plateau à l'absurde. Pour me réfuter il fallait observer ces insectes non pas au vol dans une chambre, mais à terre, dans leurs nids ou dans les fentes du terrain où une vision de tout près peut seule avoir une raison d'être. J'accorde que ce n'est pas aisé, mais les expériences de Plateau ne prouvent rien de ce qu'il veut prouver. Elles semblent montrer par contre la fausseté de son hypothèse sur les sensations photodermatiques comme cause du vol en l'air, car les dites sensations ne peuvent avoir eu lieu dans la chambre obscure où les *Eristalis* ont volé en l'air, au plafond.

Donc les ocelles doivent avoir une raison d'être, et leurs possesseurs doivent savoir s'en servir. Seulement la clé de leur usage nous échappe encore. Cependant les données d'Exner jointes aux résultats de Peckham, de Plateau et de moi-même chez les araignées, les chenilles etc. semblent confirmer ma supposition, faite du reste aussi par d'autres auteurs.

Comment enfin Plateau peut-il sérieusement attribuer une « vision distincte » aux ocelles rudimentaires des chenilles et refuser tout usage aux splendides ocelles des mâles des hyménoptères sociaux ! J'avais conclu de mes premières expériences que les ocelles ne jouaient qu'un rôle, tout à fait accessoire dans la vue des insectes pourvus d'yeux à facettes. J'aurais dû dire *dans la vue au vol*. Et c'est pour cela que je me suis corrigé plus tard, ce dont Plateau ne paraît pas avoir compris la raison.

c) *Vision des yeux composés* (4^{me} partie) (5). Ici Plateau se laisse séduire par le travail de W. Patten (*Eyes of Molluscs and Arthropods*, Mitth. d. zool. Stat. Neapel. Bd. VI, Heft 4, 1886) et se lance ainsi dans une hypothèse dénuée de tout fondement. Patten est en contradiction non seulement avec les travaux des meilleurs histologistes, mais avec les recherches physiologiques et optiques

si clairement exposées plus tard par Exner et sur lesquelles je ne reviendrai plus. Il nie que les cristallins soient des milieux réfringents (!), croit voir un réseau de fibrilles nerveuses entre leurs cellules, décrète d'un côté l'œil à facette unique et en revient d'un autre aux mille images perçues de Gottsche (12,000 à 17,000 chez les libellules) qui doivent être ensuite unifiées par le cerveau de l'insecte comme celle de nos deux yeux l'est par notre cerveau (pas même toujours, quand nous voyons double!). Il ne suffit pas que quelque chose soit imprimé pour que ce soit admissible. Surtout après le travail d'Exner résumé plus haut, il serait oiseux de discuter les fantaisies de Patten et ce qu'en déduit Plateau.

Cependant notons une confusion importante de Plateau. Plateau oppose l'opinion de l'œil composé dérivé d'une agglomération d'ocelles à celle de Patten qui fait de l'œil composé un œil d'origine simple, se décomposant secondairement en facettes. Or si l'on a compris les faits de phylogénie (p. ex. l'œil des trilobites), si bien exposés par Exner, on conçoit que ces deux hypothèses sont également fausses et que l'ocelle et l'œil composé dérivent tous deux de l'œil primitif, le premier par augmentation du nombre des éléments d'un de ces yeux, le 2^m par agglomération et transformation de leur groupement. Les faits sont là pour le prouver. Il suffit d'étudier les fourmis hypogées et la série de leurs yeux composés de une, deux, trois, quatre, cinq facettes etc. à peine agglutinées pour se rendre compte du fait. Du reste l'aberration de l'ouvrière du genre *Eciton* qui produit un ocelle plus ou moins gros et développé en lieu et place de l'œil composé (Tav. III, Fig. 5, d, de cette *Revue*) nous amène au même résultat phylogénétique. On ne voit jamais l'œil d'un *Eciton* se diviser en facettes, pas plus qu'un ocelle frontal. Et l'on ne voit dans aucun genre l'œil à facette devenir ocelle par fusion des facettes. On voit par contre l'œil rudimentaire des *Ecitons* aveugles ou presque aveugles grossir de plus en plus chez les espèces plus photophiles, et celui des autres fourmis hypogées se multiplier par agglomération pour former des yeux à facettes de plus en plus développés chez les espèces plus épigées, ou vice versa. Si Patten avait raison, on verrait des passages directs du grand ocelle à l'œil à facettes, sans que l'intermédiaire de l'œil primitif (rudimentaire) ou de la cécité soit nécessaire. Or, jusqu'ici, personne à ma connaissance n'a vu ces passages directs, et cela veut dire quelque chose, si l'on songe à la minutie avec laquelle les yeux des insectes et le nombre de leurs facettes ont été étudiés par les entomologistes, ainsi que par Grenacher, Exner et tant d'autres. Il ne s'agirait de rien moins que de découvrir un gros ocelle commençant à se décomposer en

facettes ou un œil composé dont les facettes tendraient à se fusionner (à l'intérieur, s'entend).

Mais Plateau n'admet de Patten que ce qui lui convient pour son idée préconçue, par la généralisation de laquelle il sème la confusion sur toute la question. Cette idée est : « *les insectes ne voient pas les formes ou les voient très mal* ». Au lieu d'admettre les « mille images perçues », il conclut de ce qu'il appelle les découvertes histologiques de Patten à la destruction des images dans les cônes, et, sans comprendre Exner, il en déduit une image « *absolument confuse* ». Alors, et si c'était vrai, pourquoi la nature se donnerait-elle tant de peine pour construire le merveilleux appareil qu'on appelle œil à facettes ? C'est ce que remarque fort judicieusement Exner. — Et j'ajoute : pourquoi Plateau se donne-t-il tant de peine pour tâcher de prouver que les ocelles ne servent à rien, tandis que la suppression des yeux à facettes aveugle et désoriente l'insecte, comme il le confirme lui-même ! Si Plateau était logique, il devrait dire que l'œil à facette, lui aussi, ne sert plus à grand chose.

Comment un insecte peut-il se diriger si bien au vol à l'aide d'une image « *absolument confuse* » ? Et si c'est l'odorat qui le dirige, comme Plateau le prétend ailleurs, comment se fait-il que *la suppression* de cette image « *absolument confuse* » le désoriente complètement dans son vol ? Enfin comment peut-on se diriger au vol par la vue sans voir les formes ou en les voyant très mal ?

Quand Plateau nous aura expliqué le tissu de contradictions dans lequel il s'est embourbé, nous accepterons ses conclusions, mais pas avant. Ces contradictions n'existent pas dans la nature, si l'on tient compte de toutes les circonstances et de tous les faits, et surtout si l'on constate qu'il y a des insectes qui ont une vue confuse, d'autres qui ont une vue meilleure, d'autres qui en ont une relativement bonne, tout cela selon le développement et la nature de leurs yeux (voir Exner) ; qu'il y en a qui utilisent plus ou moins l'odorat au vol ; enfin que les différences de leurs instincts et de leur développement cérébral se retrouvent dans la façon dont ils utilisent leurs sens, indépendamment de l'acuité de ces derniers.

Plateau se défend de l'accusation portée contre lui d'enfermer des portes ouvertes. Nous allons voir s'il y réussit.

J'avais reproché à Plateau d'avoir demandé aux insectes un jugement humain en exigeant qu'ils distinguassent d'emblée dans les volets d'une chambre obscure une ouverture unique leur fournissant un large passage d'une ouverture grillée à trous trop petits pour laisser place à leur corps, la somme de lumière étant la même dans les deux cas. Les insectes volant indistinctement aux deux

ouvertures, Plateau en avait déduit qu'ils ne voyaient pas les formes. Je lui avais prédit qu'un vertébré commettrait la même erreur.

Plateau a refait l'expérience avec des oiseaux et les oiseaux ont commis la même erreur que les insectes, sauf les pigeons habitués à vivre en cage et ayant donc fait l'expérience qu'on ne peut passer à travers les barreaux. Ce résultat, très significatif pour la psychologie animale, n'a rien à faire, comme on voit, avec la vue des insectes, et confirme mon opinion.

Rappelons d'emblée que nous avons toujours soutenu que les insectes, même ceux qui ont les meilleurs yeux, voient bien moins distinctement les objets au repos que nous (voir plus haut). L'image du *Lampyrus* d'Exner le confirme. Exner a de plus montré déjà en 1875 que l'œil à facettes fait voir surtout et admirablement les mouvements. Nos observations l'ont confirmé, et Plateau s'attache à chaque instant à le confirmer de nouveau. Ici tout le monde est d'accord. Mais Plateau oublie que la « vue du mouvement » consiste non pas dans le mouvement de l'objet vu, mais dans le déplacement de l'image sur la rétine. Si un insecte A vole droit en dessus d'une calèche découverte dont tous le contenu est immobile à côté d'un insecte B, parallèlement à lui, et exactement de la même vitesse que lui et que la calèche, aucun mouvement de la calèche ni de l'insecte B ne pourra être perçu par lui au moyen de son œil à facettes.

Par contre si un insecte se meut au vol ou à terre vers un objet immobile, l'image de cet objet se déplacera dans sa rétine, et il verra « un mouvement de l'objet immobile », comme le paysage se meut à nos yeux quand nous sommes en chemin de fer. Je demande pardon au lecteur de cette vérité de Lapalisse. Mais Plateau n'en a pas tenu compte. Nous mêmes, nous faisons bien plus attention aux objets dont l'image se déplace dans notre rétine qu'à ceux qui sont immobiles. Mieux même ! Si nous et les objets demeurant sans changement, nous n'avions ni paupières, ni mouvements de nos yeux, nous ne distinguerions plus rien au bout d'un certain temps !

Je dis sans changement et pas immobile, car le changement subit de la couleur d'un objet, sans aucun déplacement, produit un changement d'irritation dans l'image de notre rétine, aussi bien qu'un déplacement du dit objet. La physiologie et la psychologie ont prouvé que si les impressions d'un sens (subjectivement les sensations) demeurent un certain temps sans aucune modification, elles s'affaiblissent, puis disparaissent en cessant de nous affecter, c. a. d. d'être différenciées. En un mot *la sensation fondamentale*

de différence ne se maintient que par ses changements dans le temps ou l'espace.

Or un insecte demeurant longtemps immobile devant des objets immobiles et ne changeant pas, se trouve dans le cas indiqué. Ne lui demandons pas plus qu'à nous mêmes ! Il faudrait donc, pour être exact, observer la vue d'un insecte qui, après s'être mu, demeure un instant immobile et voit ou ne voit pas des objets ou autres insectes immobiles aussi. Or nous avons vu que l'accouplement de la mouche domestique nous fournit un bon exemple positif, le ♂ sautant parfois à quelques centimètres de distance au vol sur une autre mouche immobile (les erreurs de sexe sont fréquentes), après avoir été lui-même immobile un moment. Peckham a fait des démonstrations analogues sur les araignées sauteuses, corrigeant sur ce point mes anciennes expériences.

Il faut accorder cependant que le déplacement dans le champ visuel des objets vus, *relativement les uns aux autres*, est bien plus fort et attire donc bien plus l'attention lorsqu'ils se meuvent que lorsque l'observateur seul se meut. Mais ce qui vient d'être dit nous fera clairement comprendre les erreurs d'interprétation des expériences suivantes de Plateau.

Ne se tenant pas pour battu, Plateau a inventé un appareil qu'il appelle labyrinthe et qui consiste en diverses séries de lamelles verticales de 1 à 3 cm. de haut, en bois ou en carton, disposées sur un fond unicolore en enceintes concentriques, elliptiques ou polygonales, et laissant entre elles de larges solutions de continuité, permettant en un mot à un insecte de passer sans peine à travers le labyrinthe, pourvu qu'il évite les dites lamelles en décrivant des courbes.

Disposant son appareil de telle façon que, pour fuir ou pour arriver en droite ligne à la lumière (de la fenêtre en général), les insectes devaient traverser le labyrinthe et se heurter aux lamelles (obstacles), à moins de reconnaître leur disposition et de décrire une courbe sinueuse, Plateau obtient en somme trois groupes de résultats :

1.) La plupart des insectes (même les espèces à bons yeux, comme les locustes et les cicindèles à ailes coupées) vont droit à la lumière, se heurtent aux obstacles, puis les longent jusqu'aux solutions de continuité ou grimpent par dessus.

2.) Les hyménoptères sociaux, surtout les guêpes, n'arrivent que jusqu'à l'ombre formée par les lamelles, la contournent, et arrivent ainsi aux solutions de continuité dont ils profitent.

3.) Les vertébrés (lézard, tortues, serpents, canards, rongeurs, etc.), sans se heurter, ni s'inquiéter de l'ombre, suivent en ligne sinueuse et à coup sûr les passages libres, en contournant les obstacles,

Plateau en conclut à la vue distincte des vertébrés et à la non-perception des formes chez les insectes. J'accorde que l'expérience est ingénieuse et, en tout cas, plus sérieuse que celle des volets. Cependant réfléchissons. Comment se fait-il que la même guêpe qui fond à un mètre de distance en droite ligne sur un clou noir et immobile qu'elle prend pour une mouche, que le même *Eristalis* qui va en droite ligne se poser sur une fleur, que le bourdon qui fit de même, privé de sa bouche et de ses antennes, ne voient pas une paroi verticale à un ou deux centimètres de leurs yeux ? M. Plateau s'est-il posé cette question avant de tirer ses conclusions (g!) ?

Si nous tenons compte du défaut de raisonnement plastique chez l'insecte, les choses prennent un tout autre aspect. Dans la nature, ces insectes, lorsqu'ils sont à terre, ne rencontrent presque jamais de parois verticales et lisses. Il sont habitués à grimper sur les pierres et les ronces, ne craignent nullement de heurter leur chitine dure contre ces objets qu'ils tâtent en général de leurs antennes pour reconnaître leur nature chimique par l'odorat au contact. Et surtout leur cerveau est trop petit et trop bourré d'automatismes pour leur permettre de se poser la question : « passerai-je par là oui ou non ? ». Nous savons fort bien que l'insecte s'obstine à bourdonner contre une vitre, à chercher à passer par une fente trop étroite, à gravir un mur lisse pour retomber 20 fois de suite sans en conclure à l'impossibilité de son entreprise et sans chercher, en contournant la difficulté, une autre solution du problème. C'est là la « stupidité », la « borne », « l'ornière » de « l'instinct aveugle » ; mais cela ne prouve pas que l'œil à facette n'ait pas distingué la forme de l'objet. Pourquoi les hyménoptères sociaux sont-ils déjà plus avisés et contournent-ils l'ombre ? Parce qu'ils sont un peu moins bornés, surtout les guêpes. Et ce sont justement les guêpes, que nous savons par d'autres observations être les plus intelligentes, qui trouvent le mieux leur chemin dans le labyrinthe de Plateau. L'ombre n'empêche pas plus une guêpe de voir son chemin qu'un ciel sombre, mais l'engage à se détourner de l'objet qui la produit. Plateau demande aux insectes de savoir qu'ils ne pourront pas gravir ses lamelles et de se laisser corriger par l'expérience. C'est trop. Il cite l'histoire du *Bembex* de Fabre qui revient à l'orifice dérangé de son nid et qui ne reconnaît plus ses larves sorties de terre. Et au lieu d'en conclure, comme Fabre, à la bêtise énorme (c. a. d. à l'incapacité cérébrale énorme) d'un insecte chez lequel on a dérouté la filière de l'instinct, il en conclut à une mauvaise vue ! Il donne la même fausse interprétation à propos des *Chalicodoma* de Fabre.

Tout au plus serait-on tenté, après les expériences de Plateau, de

conclure à une mauvaise vue stéréoscopique, à une incapacité de juger des distances. Mais pareille généralisation serait fausse. En effet, la même mouche, la même libellule qui, trompée par la transparence d'une vitre, va se butter violemment contre elle, ira se poser avec une sûreté et une exactitude admirables à l'extrémité d'un petit rameau sec et immobile, objet cependant inodore. Sans vue de la distance ce serait impossible.

Plateau s'étonne de ce qu'un Pompile puisse passer à 5 ou 6 centimètres de son gibier (une araignée) sans le voir. C'est pour lui une preuve qu'il ne voit pas les formes. Mais cela nous arrive à nous mêmes, aux hommes! Que de chasseurs ne passent-ils pas à côté d'un lièvre sans le voir! Et plus loin notre auteur raconte lui-même que les *Bombus* viennent tourner en bourdonnant autour de son veston bleu clair, que le *Bombus terrestris*, « manifestement attiré par la couleur vive jaune-rougeâtre des bourgeons de Rhubarbe », y vole, qu'un autre *Bombus* est trompé par les fleurs blanches de la rhubarbe et y vole avant d'aller à la glycine qu'il recherche, que des *Pieris* volent aux fleurs blanches des *Calla* dont ils ne veulent pas (trompés par la couleur) etc. Il nous dit tout ceci après avoir nié la distinction des couleurs chez les insectes et démontré que les fleurs artificielles ne les attirent jamais!

Plateau fait remarquer avec raison qu'avec une immobilité parfaite on peut arriver à capturer les libellules qu'on avait effrayées, que parfois même elles viennent se poser au bord du filet de l'entomologiste. C'est une preuve de leur étourderie et de leur bêtise, mais pas de leur mauvaise vue. Si elles ne voyaient pas le filet, elles ne pourraient pas se poser dessus. Mais elles sont insouciantes. Leur instinct les a adaptées à une témérité justifiée à l'ordinaire par la rapidité de leur vol. Elles ne savent pas qu'un filet est un instrument dangereux pour elles. Peut-être même ne le reconnaissent elles pas, faute d'y avoir fait attention. Cependant, lorsqu'on les a pourchassées un certain temps, elles deviennent plus prudentes et font plus attention.

Ici je dois accorder que je me suis exprimé moi-même étourdiment en parlant des libellules (cette *Revue* vol. II, n. 8, p. 14 de mes exp.) et en disant « on dirait même qu'elles mesurent la longueur du manche du filet ». Plateau me rétorque, non sans une certaine raison, que j'ai l'air de mon côté de leur attribuer un raisonnement qu'elles n'ont pas. Telle n'était point du tout mon intention, mais j'avoue que mon langage était trop figuré.

d) *Vue des mouvements*: Je renvoie à ce qui a été dit plus haut. Plateau consacre une étude entière à la vue des mouvements: 5^{me} Partie (5). Ici encore il se laisse aller à attribuer à la vue ce qui

est le fait de l'instinct et du manque de raisonnement. Il étudie patiemment le phénomène suivant, bien connu de tout le monde: En se tenant immobile ou en se mouvant avec la plus grande lenteur, on arrive à ne plus effrayer les insectes qui même en viennent à se poser sur vous comme sur un tronc d'arbre. On peut arriver à toucher du doigt des Papillons etc., même parfois des mouches, en s'approchant d'elles par devant. Sans doute. A cela je répondrai: Une souris (dont les yeux ne sont pas à facettes) vint aussi se promener jusque sur mes jambes, tant que je demeurai immobile. Les oiseaux font souvent de même. Cependant une observation plus attentive montre que tous les insectes n'agissent pas ainsi. Certains d'entre eux, plus habitués à craindre l'homme, sont plus circonspects. D'autres au contraire reviennent malgré tous les mouvements qu'on fait et même tous les coups qu'on leur donne, sans que ce soit dans un but gastronomique comme chez les taons ou les culicides, et sans qu'on demeure immobile. La libellule qui se pose sur le bord d'un filet tendu et immobile, n'avait aucune raison d'expérience pour être sur ses gardes, même lorsqu'on a fait un ou deux essais manqués pour la prendre. Il s'agit d'un phénomène si peu répandu dans la nature que son instinct ne l'a pas adaptée à se méfier d'un retour. Mais dès qu'on se meut, même lentement avec un filet, elle s'éloigne instinctivement d'un gros être en mouvement, et mesure très bien ses dimensions à la vue. Il va sans dire qu'une libellule, n'étant pas naturellement adaptée à être chassée par de gros mammifères ne s'effraie d'eux que lorsqu'ils se meuvent tout près d'elle.

Pour prouver que chez les insectes tout n'est qu'instinct absolument machinal (c'est là son *a priori* anti-transformiste) le célèbre biologiste Fabre s'appesantit sur l'épouvantable bêtise du *Bembex*, incapable de reconnaître le perfide parasite qui se glisse au vol après lui, dans son propre nid. Il n'a pas l'idée de détruire la larve de cet intru qui mange sous son nez les provisions amassées à grand peine par le laborieux constructeur pour ses propres larves. Il devrait, pense Fabre, voir ses propres larves qui dépérissent à côté de celles du larron. Un coup de dent suffirait pourtant au *Bembex* pour tuer le ver ennemi qui est mou et sans défense. Je réponds: M. Fabre a-t-il songé à l'Indien Chimila de Colombie qui regarde les vers des mouches ronger ses plaies sans les ôter et se laisse ainsi mourir par incurie. A-t-il songé à l'Européen qui, voyant ses semblables journellement s'abrutir et mourir d'alcoolisme, continue à s'alcooliser lui-même? En regard de pareils faits avons nous le droit de tant nous extasier sur la bêtise du *Bembex* comparée à la sagesse de la raison humaine. L'ouvrier continue à travailler et à écono-

miscer ses sous au mauvais endroit, tout en se ruinant au cabaret presque comme le *Bemex*, sans s'apercevoir nettements du filou qui détruit sa famille.

Plateau croit prouver que les papillons diurnes et les libellules, ne voient le mouvement d'un gros objet qu'à 2 mètres au plus. J'accorde que tous ces insectes ne prêtent pas d'attention aux mouvements éloignés. C'est tout naturel. Exner fait remarquer qu'il en est de même pour les petits mammifères. Mais d'après mes observations Plateau conclut trop vite. Je suis certain d'avoir bien souvent éveillé l'attention et la crainte de papillons, de libellules, de cigales, de criquets etc. à plusieurs mètres de distance par mes mouvements. J'ai régulièrement éveillé l'attention d'abeilles posées devant leur rucher par un temps froid en agitant un mouchoir à 3 mètres. S'il est vrai que certains papillons lestes et téméraires viennent se poser de nouveau à la place où on les avait manqués, il est tout aussi fréquent de les voir devenir prudents et de ne plus pouvoir les approcher lorsqu'on les a effrayés quelques fois. Plateau n'insiste que sur les cas où l'on arrive, par une grande immobilité, à les toucher sans les effrayer. Son erreur consiste à en déduire une vue très indistincte.

Je me résume: Plateau dispute trop sur les mots, dans la question de la vue des formes. Au fond et en dernier lieu, à force de tâtonner, il est obligé d'en arriver implicitement, si non formellement, à une opinion qui touche à la notre. Pour lui, une guêpe qui prend un clou noir pour une mouche ne voit pas les formes. Pour moi elle les voit. J'accorde que les insectes ne distinguent pas les très petits objets par la vue, et que leur vue est loin d'être aussi nette et aussi longue que la nôtre. Mais ceux d'entre eux qui ont des yeux à nombreuses facettes voient les objets à peu près comme l'image du *Lampyrus* d'Exner, mieux que celle que j'ai donnée, vol. II, tav. III, Fig. 3. Or cela s'appelle *voir les formes*. Plateau n'a donc rien changé à nos résultats. Seulement il exige qu'une libellule reconnaisse au vol l'espèce de l'insecte qu'elle poursuit, s'étonne qu'un insecte prenne une fleur pour une autre ou un autre insecte pour sa femelle. Il demande à l'œil de l'insecte plus qu'à celui du commun des humains.

e) *Expérience du filet*: Plateau (2). Dans une curieuse notice, W. Spence (1834) raconte qu'en Italie on empêche les mouches domestiques d'entrer dans les maisons en plaçant dans le cadre des fenêtres un filet à mailles de 25 à 26 mill. de diamètre. Cette expérience fut confirmée en Angleterre, puis par Plateau. Ce dernier voit des guêpes incapables de pénétrer dans un treillis à mailles de 2, 5 cent. malgré l'odeur qui les attire. Elles bourdonnent

en vain devant le dit treillis, tandis que des moineaux passent sans hésitation dans leur fuite à travers des mailles de 10 cm. sur 7.

Plateau explique la chose en disant que l'insecte, ne voyant pas les formes, croit se trouver devant un obstacle en partie translucide, mais où il ne distingue pas d'orifices.

Pissot (Le Naturaliste 1^{er} Août 1889, n.° 58, p. 170 et 1^{er} Sept 1889, n. 60, p. 202.) répète l'expérience avec un garde manger à mailles de 28 millim. Pendant 36 h. aucun insecte ne pénètre. Alors la confiture renfermée dans le garde manger fermente et quelques calliphores y pénètrent. Les insectes introduits dans le garde manger en sortent, les uns après avoir exécuté plusieurs tours, les autres directement en traversant les mailles à pied ou au vol.

Alors Pissot place un filet de 60 cm. de haut, à mailles de 22 mill. de côté, devant un nid de guêpes, ne recouvrant d'abord qu'une moitié de l'espace situé devant le nid. Les guêpes arrivantes sont surprises et explorent le filet. Quelques unes se posent à terre et traversent à pied les mailles inférieures. D'autres volent au delà du filet et entrent au nid par l'espace libre. D'autres enfin, après maintes hésitations, traversent le filet au vol. Au bout d'un certain temps toutes traversent le filet, sauf celles qui sortent du nid et qui utilisent l'espace libre.

Le lendemain Pissot recouvre entièrement l'entrée du nid d'un filet. Les guêpes hésitent et tournent d'abord, surtout celles qui sortaient du nid. Mais bientôt elles traversent le filet au vol et, au bout d'un quart d'heure, presque toutes le firent sans hésiter. Pissot ajoute que les guêpes sont méfiantes et que leur examen préalable du filet n'a rien d'étonnant, mais que, lorsqu'elles se sont rendu compte que ce n'est pas un obstacle sérieux, elles le traversent.

Plateau répéta ces expériences en entourant d'un treillis à mailles de 26 à 27 mill. des scabiennes en fleur très visitées par des insectes. Ni *Bristalis*, ni aucun diptère, ni Lépidoptère ne traversa le treillis. Par contre quelques bombus et abeilles y réussirent. Seulement Plateau constata que ces insectes ne passaient pas directement, mais en hésitant d'abord, puis en se heurtant ou s'accrochant légèrement un instant aux fils des mailles. Cependant Plateau accorde que pour la sortie les bourdons (les plus gros) étaient seuls embarrassés et s'accrochaient un instant aux mailles après avoir tourné. Il ne put bien distinguer l'accrochage des abeilles. Les guêpes et papillons introduits par lui volèrent directement au travers des mailles (ce qu'il explique par « *la frayeur de l'insecte se précipitant vers l'éclat du ciel* »).

Il intercepte ensuite des ombelles d'*Heracleum* à des *Calliphora*

vomitória au moyen d'un filet à mailles d'un centimètre et constate que les *Calliphora* se posent sur le filet avant d'entrer dans les mailles. Même observation sur des abeilles, des *Eristalis* etc. avec une cage à mailles de 1 à 1 1/2 centimètres, puis sur des *Calliphora* avec des mailles de 2 centim.

Enfin il répète l'expérience de Pissot avec un nid de guêpes, mais il ne donne aux mailles de son filet que 15 millim. de diamètre. Les guêpes hésitent, volent en tournant et finissent par traverser le filet, non pas en volant directement, mais en s'accrochant d'abord des pattes pour passer les mailles. Le passage direct au vol fut rare (deux fois seulement sur 12 sorties). Quelques guêpes ayant trouvé moyen de passer à pied sous le filet, les autres les imitèrent, et bientôt toutes passèrent ainsi.

Plateau conclut que ses observations ne confirment pas celles de M. Pissot, que les guêpes ne voient pas les formes, et que pour elles un filet a à peu près l'aspect d'une surface continue. A la fin Plateau convient bien que les mailles de 15 mill. au lieu de 22, permettent d'expliquer jusqu'à un certain point la différence entre le résultat de son filet et de celui de Pissot. Mais il conclut tout de même que l'insecte ne perçoit pas les ouvertures, que sa vision est confuse etc.

Nous tirons de ces données diverses et fort intéressantes de tout autres conclusions.

Constatons d'abord les faits suivants : Une *Vespa germanica* ouvrière a de 12 à 13 mill. de longueur et de 22 à 23 millim. d'envergure pour le moins. Un *Bombus terrestris* ouvrière varie plus, mais a rarement moins de 16 à 17 mill. de long et de 32 à 35 mill. d'envergure. L'*Eristalis tenax* tient à peu près le milieu entre ces deux hyménoptères. Plateau exige donc que de pareils insectes volent à coup sûr à travers des mailles incapables de laisser passer leurs ailes étendues pour le vol et conclut à une mauvaise vue du fait qu'ils se buttent ou s'accrochent au bord des mailles pour les traverser, lors même que cet arrêt est très court pour les guêpes, parfois même à peine perceptible ! Ferions nous mieux, en cas pareil, si nous pouvions voler ? Plateau trouve très démonstratif de voir ces insectes « faisant des efforts inutiles pour distinguer une ouverture alors que les orifices existaient par centaines ». Qui lui a dit que les guêpes n'hésitaient pas pour une toute autre raison, savoir celle de ne pas se heurter contre tous ces fils tendus subitement devant leur nid ? Les résultats de Pissot prouvent que les guêpes passent tout droit, dès qu'on leur en fournit la place et qu'elles ont eu le temps de se reconnaître.

Mais l'expérience est instructive à d'autres égards dont Plateau

ne dit mot. Elle montre une fois de plus l'intelligence relative des guêpes qui, devant le fait nouveau, hésitent d'abord, examinent, puis trouvent bientôt le meilleur biais, soit en passant au vol, lorsque la maille est assez large, soit en s'accrochant un peu, lorsqu'elle effleure leurs ailes, soit en trouvant un autre moyen (passage à pied, par terre). Les *Eristalis* ne passent pas, faute de chercher et d'examiner. Les bourdons sont déjà parfois un peu moins bêtes. Les *Calliphora*, elles, attirées comme toujours par la viande pourrie, se posent d'abord sur tout obstacle. Elles se posent donc sur les mailles et les traversent alors à pied. Quiconque a vu des *Calliphora* se ruer sur un cache-mouche à mailles de un ou deux millimètres, se presser contre ses parois en bourdonnant, attirées par la viande qui est dedans, ne sera pas dans le doute. La *Calliphore*, violemment attirée par l'odorat, mais trop stupide en général pour chercher à tourner une difficulté, comme le fait la guêpe, s'obstine et s'épuise en vain contre un obstacle qu'elle cherche à renverser. Dans la nature, où les excréments et les cadavres putréfiés sont souvent cachés dans l'herbe et les buissons, pareille obstination a souvent raison des feuilles et autres obstacles flexibles ou irréguliers. Ou bien, en se posant, la *Calliphora* réussit dès l'abord à se faufiler dans les interstices. N'ayant pas compris la théorie ni l'application du cache-mouche, elle s'y butte violemment après avoir inutilement cherché à y entrer en se posant. — Cependant, à force de persévérance, elle arrive parfois à passer dessous. Enfin le moineau replie ses ailes pendant le vol, tandis que l'insecte ne peut voler que les ailes étendues, ce qui exige relativement plus de place pour passer.

Ce qui est bien plus concluant que les expériences de Plateau, c'est le filet italien à mailles de 26 à 27 mill., empêchant de passer la *musca domestica* qui n'a guère plus d'un centim. d'envergure. Ici la vue peu distincte de l'insecte paraît se combiner avec sa bêtise pour amener ce résultat, si tant est qu'il soit exact. Je crois que — d'après ce que nous avons vu — guêpes et mouches doivent voir les mailles du filet. Mais elles doivent distinguer mal les fils, c'est à dire les étaler, les voir plus larges et plus nuageux qu'ils ne sont. Je prie du reste le lecteur de se rappeler les calculs d'Exner sur l'image du *Lampyris*. La concordance ne lui échappera pas. Ainsi perçu, l'ensemble peu naturel et nouveau pour l'insecte, suffit pour le rebuter de prime abord. Ceux seuls qui sont attirés avec grande violence par un sens (*Calliphora*), ceux qui sont persévérants, et surtout ceux qui savent tourner les difficultés (hyménoptères sociaux) reviennent à la charge et finissent par passer. La guêpe surtout, qui profite un peu de ses expériences,

apprend à voler au travers de mailles assez larges pour lui prêter passage, dès qu'elle a vu que c'était faisable. (Exp. Pissot), preuve qu'elle distingue au moins leur centre de leur pourtour, sans quoi elle se heurterait aux fils et tomberait fort souvent. Les insectes plus stupides ou à plus faible mémoire (diptères) se laissent toujours rebuter, ne font pas d'essais, et n'arrivent à rien, à moins qu'un attrait trop violent ne les pousse à se poser sur le filet et à y chercher une entrée; alors ils font comme Plateau l'indique; mais ce sont encore le manque de réflexion et l'oubli, bien plus que la mauvaise vue, qui les empêchent de faire attention aux centres des nombreux passages. Il ne suffit pas d'avoir un sens; il faut savoir s'en servir. On le voit chez l'homme même. — Il n'y a qu'à examiner sans parti pris les résultats de Plateau lui-même pour se convaincre de la chose.

Il y a du reste certains diptères qui, quoique fortement attirés au vol, n'ont pas l'instinct de chercher à traverser à pied un obstacle. Tels sont les Culicidés qui se posent sur le moustiquaire, sans chercher à passer dans les mailles. Je ne crois pas faire erreur en interprétant la chose par le fait que dans la nature leurs victimes (mammifères) sont presque toujours à découvert. Le *Culex* (moustique) se posera sur votre pantalon et cherchera à traverser l'étoffe de sa trompe, mais non pas à passer sous son bord inférieur, comme le font, à force de chercher, les puces ainsi que les guêpes et fourmis vengeresses de leur nid attaqué. Attiré par l'odeur du dormeur caché dans un moustiquaire, les *Culex* volent droit à lui et bourdonnent autour de la mousseline, puis se posent paisiblement dessus, sans jamais chercher à tourner la difficulté. Aussi, dans la forêt vierge des tropiques, suffit-il de laisser pendre les pans du moustiquaire tout autour du hamac dans lequel on dort entre deux arbres, comme je l'ai fait souvent. Les *Culex* n'ont pas l'idée de passer par dessous. Je n'ai pas expérimenté sur la largeur exacte qu'il faut donner aux mailles d'un filet ou treillis pour que les *Culex* le traversent au vol sans s'y heurter. Cette expérience vaudrait la peine d'être faite, car, étant donnés l'instinct et la bêtise de ces insectes, elle permettrait une certaine conclusion sur le degré de netteté de leur vue. En outre elle aurait une valeur pratique sérieuse, surtout depuis les magnifiques découvertes du Prof. Grassi de Rome sur la propagation de la *malaria* par les *Anopheles* (genre de Culicidés). Mais, ici encore, il faut tenir compte de l'envergure de l'insecte et pas de la largeur de son corps. Il faut donc opérer d'emblée avec des mailles de 8 à 10 millim. au moins. Cependant, au point de vue purement pratique, il faudra penser au cas où par hasard l'insecte, en se posant sur un fil, se

placera un peu vers le côté intérieur et risquera ainsi (comme l'a fait remarquer Plateau pour les *Calliphora*), en reprenant son vol, d'arriver sans le vouloir à l'intérieur du filet. Ce sera toujours le danger des trop grandes mailles. Pour juger de la vue il faudra par contre observer le passage direct et sans heurt, au vol.

f) *Attraction des insectes par les fleurs. Préférences de couleur*: (Plateau 1.) On sait qu'Hermann Müller a insisté sur le rôle des couleurs des fleurs comme cause d'attraction des insectes et a soutenu l'opinion que certaines couleurs vives des fleurs attirent par elles mêmes les insectes, c'est-à-dire que l'attrait pour telle ou telle couleur vive les engagerait à se diriger vers elles plutôt que vers des couleurs moins apparentes. Ces préférences de couleur serviraient ainsi indirectement à la fécondation des fleurs par les insectes, de sorte que la sélection porterait les fleurs, pour cette raison, à devenir de plus en plus colorées. Lubbock a fait des expériences d'où résulterait que les abeilles et les bourdons ont p. ex. une préférence marquée pour le bleu. Disons d'emblée que cette question est *extrêmement complexe* et que les résultats d'observations faites sans parti pris ne sont pas de nature à confirmer d'une façon satisfaisante les idées de Müller. Les résultats de Lubbock ne sont pas non plus fort concluants sur ce point. Il m'a paru souvent aussi que le bleu était spécialement propre à attirer et à diriger des bourdons et des abeilles sur un point, lorsque du miel se trouvait sur ce bleu, plus facilement p. ex. que s'il se trouvait sur le rouge. Mais comme les insectes distinguent mieux les couleurs du côté de l'ultra violet que du côté de l'infra-rouge, cela pourrait tenir à cette cause. Le blanc les attire à mon avis autant que le bleu, toutes choses égales d'ailleurs. Dans cette question, il ne faut pas confondre la *distinction* des couleurs avec la *préférence* pour telle ou telle couleur. Autant la distinction des couleurs est utile aux insectes qui vont sur les fleurs, pour les distinguer et les retrouver rapidement, autant l'attrait d'une couleur spéciale leur serait nuisible, en les empêchant d'aller à des fleurs tout aussi riches en nectar ou en pollen, mais autrement colorées, ou en les attirant vers des fleurs ou d'autres objets colorés de la couleur de prédilection, mais n'offrant ni nectar, ni pollen, ou même ayant des propriétés vénéneuse. Pour ces simples raisons, évidentes à la saine logique d'un entomologiste chasseur, je n'ai jamais pu partager les idées de Müller et de Lubbock à ce sujet.

Je suis heureux de me trouver sur ce point en parfait accord avec Plateau, dont les nombreuses expériences (1) tendent toutes à prouver nettement ce qu'on devait attendre, c'est-à-dire que les

insectes se dirigent vers les fleurs qui leur procurent la nourriture dont ils ont besoin, et qu'ils les trouvent aussi bien lorsqu'elles sont aussi vertes que des feuilles, que lorsqu'elles sont bleues, rouges ou jaunes. Inversément, ils ignorent les plus belles fleurs aux couleurs éclatantes, lorsqu'elles ne leur fournissent rien. Plateau se donne une peine fort inutile pour démontrer qu'il existe des fleurs vertes et que les insectes les visitent autant que d'autres. Chacun savait le premier de ces faits, et le second n'a échappé à aucun entomologiste, mais ses longs tableaux comparatifs réfutent Müller à ce qu'il me semble. Existe-t-il cependant quelques préférences de couleur à côté du fait fondamental que nous venons d'énoncer ? Ceci est si difficile et si délicat à décider que je n'ose me prononcer.

Mais Plateau a complété sur un autre point fort intéressant ses anciennes expériences. Je veux parler des fleurs artificielles. Il s'est donné une peine énorme pour obtenir les imitations les meilleures et les plus artistiques des fleurs naturelles. Or pour qui connaît l'art moderne sous ce rapport cela veut beaucoup dire, car l'homme même a besoin de toute son attention pour arriver à distinguer ces produits artificiels des vraies fleurs. Ici encore j'ai le plaisir de confirmer Plateau par les quelques expériences que j'ai pu faire : Ce qui nous trompe ne trompe pas les insectes ou ne les trompe presque jamais et seulement pour un instant. L'insecte passe à côté des fleurs artificielles sans y faire attention, sans s'y arrêter, sans hésiter, et va droit aux fleurs naturelles situées à côté et que nous ne distinguons pas d'elles ! Devons nous en conclure que les couleurs que nous employons, et qui ne sont pas chlorophylliennes sont distinguées par les insectes des couleurs chlorophylliennes ? Cela paraît fort probable d'après les expériences de Plateau, et je le croirai jusqu'à preuve du contraire. Ce qui *pour nos yeux* est une bonne imitation de couleur paraît n'être pas être une pour l'œil de l'insecte. Si l'on songe non seulement aux Daltoniens, mais encore aux différentes nuances avec lesquelles les artistes rendent et apprécient les couleurs, eux qui sont tous des hommes, on n'aura pas lieu de s'étonner de la chose. Puis l'imitation artificielle des fleurs est faite à l'aide de la vue *humaine* et pour elle, ne l'oublions pas.

Mais là s'arrête mon accord avec Plateau. Ici encore il a tiré de ses expériences des conclusions erronées qui m'ont engagé à refaire de mon côté quelques expériences. Voici le résultat succinct auquel j'arrive en critiquant notre auteur :

D'abord Plateau croit que c'est l'odeur et non la couleur qui attire les insectes. Il ne tient aucun compte de l'expérience déci-

sive que j'avais faite (v. plus haut), et dans laquelle des bourdons à antennes, palpes, bouche et pharynx coupés revinrent droit à leurs fleurs sans aucune hésitation. Toutes ses déductions tombent devant cette expérience.

Mais voyons les siennes : Plateau opère sur de petits dahlias à cœur jaune et couleurs variées, visités par de nombreux insectes.

1) Il cache les fleurs périphériques des dahlias avec des papiers de diverses couleurs. Les insectes vont malgré cela droit au cœur jaune des Dahlias.

2) Il cache les fleurs. Les insectes y reviennent encore, mais moins souvent, et soulèvent parfois le papier pour chercher la fleur dessous.

Plateau conclut que la forme et la couleur ne les ont pas attirés. *Il oublie que l'insecte se rappelle la place où était la fleur!*

3) Plateau cache les Dahlias colorés à l'aide de feuilles vertes de vigne vierge, laissant sortir le cœur jaune seul. Les insectes y reviennent comme avant.

4) Puis il cache toute la fleur avec deux feuilles vertes. Les insectes y reviennent encore, dit-il, comme dans le cas 2.

5) Enfin il masque tous les Dahlias du massif avec des feuilles vertes. Les insectes y reviennent, cherchent, soulèvent et trouvent la plupart du temps la fleur, surtout les *Bombus*.

Plateau conclut :

Ni la forme, ni les couleurs vives ne semblent avoir d'influence attractive. L'odorat est probablement le sens qui les guide. Plateau traite de plaisanterie l'objection qu'on lui a faite en disant que l'insecte retourne par habitude à la place où était la fleur.

Persuadé de la fausseté des conclusions de Plateau et ayant sur ma terrasse un massif de Dahlias comme ceux de notre auteur, colorés en rouge, violet, blanc, rose, brun etc. et visités surtout par de nombreuses abeilles, je répétai ses expériences avec les modifications qui me parurent nécessaires le 10 septembre à 2¹/₄ heure.

a) Je masque d'abord 17, puis 28 capitules de dahlias avec une feuille de vigne fixée par une épingle et assez roulée pour tout cacher.

b) Je recouvre les cœurs jaunes seuls de 4 dahlias.

c) Je couvre les fleurons colorés d'un dahlia en laissant sortir le cœur jaune par une ouverture médiane.

Il reste d'abord 21 dahlias libres, puis seulement 10 à côté de ceux que j'ai ainsi masqués. Notons que le nombre des abeilles visitant les dahlias était très grand. Parfois 2 ou 3 abeilles butinaient ensemble sur la même fleur. En moyenne il y avait une abeille par fleur. En outre quelques *Bombus* et *Megachile*.

Résultat. Tout d'abord les dahlias entièrement masqués (a) cessent

entièrement d'être visités par les abeilles. Celles ci se jettent toutes sur les capitules demeurés découverts.

Les abeilles volent souvent vers les dahlia « b », mais en général les abandonnent aussitôt. Seulement quelquefois elles se glissent sous la feuille, ce que font surtout les *Bombus*.

Le Dahlia « c » est visité comme les dahlias découverts.

Après avoir observé ce résultat qui ne concorde, comme on voit, nullement avec ceux de Plateau et qui était si frappant et si général que des dames et même des enfants présents le constatèrent en s'en amusant, j'enlevai la feuille de vigne qui recouvrait un dahlia couleur rouge ponceau. Aussitôt les abeilles y revinrent comme auparavant.

L'un des dahlia « a » cependant était un peu mal couvert, laissant sortir un foliole rose. Quelques abeilles, voyant évidemment le rose, y allèrent.

Enfin une abeille, en furetant au vol, découvre l'entrée d'une des fleurs masquées, et, sentant évidemment, une fois tout près, l'odeur très forte, même pour nous, du dahlia, s'y glisse et découvre le capitule. Dès lors elle y revient plusieurs fois, mais *c'est toujours la seule et même abeille*. En somme, presque aucune abeille ne cherche autour des capitules couverts de feuilles de vigne. La différence est éclatante, car les autres sont perpétuellement visités par une foule d'abeilles. Il ne faut pas s'étonner que quelques abeilles cherchent la majorité subitement disparue des dahlias. C'est un phénomène de mémoire.

Mais plus tard la scène commença à changer. A 5 1/2 h., plusieurs abeilles avaient fini, en cherchant, par découvrir les dahlias masqués et à pénétrer sous la feuille de vigne pour s'y rendre. Dès ce moment, les autres les imitèrent, et en peu de temps les fleurs masquées étaient de nouveau visitées en grande partie.

Ici il faut observer encore une fois que dès qu'une abeille a découvert le truc de la fleur masquée, elle n'hésite presque plus à ses voyages suivants, mais va droit à l'ouverture laissée par la feuille de vigne. Puis un second fait très caractéristique, c'est la rapidité avec laquelle une abeille, se met à imiter ce qui elle voit faire par un certain nombre d'autres. Il est impossible de se méprendre sur ces deux faits. Tant qu'une abeille a été seule à découvrir quelque chose, les autres y font encore très rarement attention; dès qu'il y en a 4 ou 5, les imitatrices suivent rapidement.

Le lendemain je fus empêché de m'occuper de la chose. Mais les abeilles visitèrent dès lors et jusqu'au 13 septembre les dahlias que j'avais laissés masqués à dessein *autant* que les autres. Mon truc était entièrement déjoué.

Donc Plateau avait mal observé et mal conclu. D'abord ses dahlias étaient insuffisamment masqués, ne l'étant que sur leur face supérieure, tandis que les abeilles en volant dans un massif voient aussi de côté et on dû apercevoir ainsi des fleurs colorées par leurs côtés. Cela me semble ressortir clairement des figures mêmes de Plateau qui montrent la feuille de vigne toute étalée sur la fleur. En second lieu, ses abeilles ayant, de ce fait, découvert son truc plus tôt que le mien, il n'a probablement pas tenu compte de leur manière d'agir, *au commencement de l'expérience*, ou ne l'a pas observée. Or c'est celle là seule qui permet de conclure sur la vue seule, indépendamment de la mémoire.

En outre mes résultats confirment le mauvais odorat des abeilles à distance.

Le 13 septembre. A 10 et 20 mètres des Dahlias se trouvent sur un pré des *Hieracium* jaunes nombreux et un massif de pétunias. Les abeilles ne vont ni aux uns, ni aux autres. Je prend 3 fleurs de pétunias de couleur analogue à celle des Dahlias; je pique au milieu un *Hieracium* jaune, simulant grossièrement un coeur de Dahlia, et je pique mes fleurs ainsi artificiellement composées de fleurs naturelles au milieu du massif des Dahlias.

Pendant $\frac{1}{2}$ heure d'observation, je vois un grand nombre d'abeilles, ainsi que quelques mouches et bourdons, trompés par l'apparence, se diriger sur les fleurs de ma composition, même plusieurs fois se poser dessus, mais repartir presque aussitôt après avoir reconnu leur erreur, sans aucun doute par l'odorat, quelquefois peut-être par le goût. Ici encore le résultat montre clairement que les abeilles font leurs expériences et en profitent. Au commencement, presque autant d'abeilles volent vers mes artifices que vers les dahlias. Au bout d' $\frac{1}{2}$ heure peu d'abeilles y volent encore, la plupart ayant vu où étaient les faux dahlias et s'en souvenant pour n'y plus retourner. Un dahlia vrai, dont j'ôtai le coeur jaune que je remplaçai par un *Hieracium*, eut absolument le même sort que les artifices *Hieracium-Pétunia*, ni plus, ni moins.

Mais qu'on fasse attention au fait suivant: Au bord du massif de dahlias, à l'un seul de ses côtés, se trouve un amas de *Chrysanthemum* jaunes et blancs (près de *leucanthemum*) à coeur brunâtre. Les abeilles, bourdons etc., qui n'en veulent pas, ont pris l'habitude de passer au vol par dessus, sans les examiner, et vont droit aux dahlias. En passant, ces insectes frisent cependant les *Chrysanthemum* à 40 ou 20 centimètres à peine, au vol. Je prends alors un pétunia blanc; je pique au milieu de cette fleur le coeur bien odorant d'un beau dahlia, et je place mon artifice bien visiblement et bien en haut au milieu des *Chrysanthemum*. Eh bien! pendant $\frac{1}{2}$ heure aucun

des très nombreux insectes qui volent par dessus n'y va; tous passent sans le sentir et vont tout droit aux dahlias du massif. Enfin, au bout d' $\frac{1}{2}$ heure, une abeille, étant venu par hasard bourdonner tout près de ma fleur composée, en sent l'odeur et s'y pose. Alors une 2^{me} abeille, voyant la 1^{re} sur la fleur, l'imité, et ainsi de suite, de sorte qu'au bout d'un moment ce cœur de dahlia déplacé fut visité comme les autres.

Des fleurs artificielles, placées au milieu des dahlias du massif, sont ignorées avec une conséquence qui aurait fait plaisir à M. Plateau. A peine une ou deux abeilles font elles au vol un ou deux crochets, peut être fortuits, dans leur direction, mais sans bourdonner vers elles ni s'y poser.

Comme il est prouvé pour moi que les insectes, même ceux qui voient le mieux, distinguent les contours des objets d'une façon bien plus grossière et plus sommaire que nous, au lieu de m'efforcer d'imiter les fleurs naturelles avec tous les soins de l'art, je fabrique le 19 septembre, moi-même, très grossièrement, quelques fleurs en papier coloré, savoir:

α une fleur rouge	δ une fleur bleue à cœur jaune, fait avec une feuille morte de laurier cerise.
β » » blanche	ϵ un papier rose avec un cœur sec de dahlia.
γ » » bleue	ζ une feuille verte de dahlia telle quelle.

Je place une goutte de miel ou milieu de chacun de ces artifices. L'observation commence à 9 heures du matin.

Pendant $\frac{1}{4}$ d'heure d'observation, de très nombreuses abeilles passent et repassent au vol à côté de mes artifices, les frisant en tout sens et de très près, sans y faire la moindre attention, *malgré le miel qui aurait dû frapper leur odorat*, si Plateau avait raison.

Je m'en vais pendant *une heure entière*. A mon retour je trouve l'artifice δ vidé, c'est-à-dire qu'il a été découvert par une abeille qui en a mangé le miel. *Tous les autres sont encore intacts*.

Alors, avec beaucoup de peine, je place l'artifice α tout près d'une abeille qui butine au cœur d'un dahlia. Je répète 4 à 5 fois l'expérience, sans que les abeilles s'aperçoivent du miel, tant leur *attention* est absorbée par les dahlias. Enfin je réussis à faire toucher le miel à la trompe d'une abeille. Aussitôt elle s'y attache, abandonne le dahlia, et se met à butiner dans la fleur de papier. Alors je pique cette dernière, pendant que l'abeille y butine, à une tige coupée du massif, parmi les fleurs normales de dahlia, et je peins en bleu le dos de l'abeille.

Je répète cette expérience pour l'artifice β avec une abeille que je peins en jaune, et pour l'artifice ε , avec une abeille que je peins en blanc.

Bientôt l'abeille bleue revient de son rucher peu éloigné tout droit à l'artifice α , vole autour avec persistance, sans d'abord se poser, puis s'éloigne un peu, voit l'artifice δ , se pose dessus et y butine. Puis elle revient à l'artifice α .

Après cela l'abeille jaune revient à l'artifice β et y butine, puis va butiner aux artifices α et δ , mais pas plus aux dahlias que sa compagne bleue.

Arrive alors l'abeille blanche qui cherche son artifice ε , ne le trouve pas tout de suite, et va butiner dans quelques dahlias. Mais elle s'arrête un instant seulement à chaque dahlia, comme si le souvenir du miel l'obsédait; elle revient aux fleurs artificielles, sans bien les distinguer (*je voudrais dire sans encore avoir bien associé le souvenir de leur vue avec celui du goût et de l'odorat du miel*), puis elle va voler vers les *chrysanthemum* à cœurs bruns et y découvre enfin quelques fleurons du cœur de dahlia sec de l'artifice ε , tombés droit en dessous de l'artifice. Elle s'y pose et y butine le miel. Je repose ces fleurons sur l'artifice ε .

Dès lors les trois abeilles peintes, *mais ces trois seules*, reviennent à chaque instant aux artifices et y butinent, sans plus s'inquiéter des dahlias. Il faut remarquer ici qu'elles découvrent toutes seules les autres artifices, colorés différemment de celui sur lequel je les avais placées d'abord. Ainsi l'abeille bleue va aux artifices δ β et γ , l'abeille jaune aux artifices δ α et γ , l'abeille blanche aux artifices ε , α , β et δ . Cela continue ainsi une demi heure durant. Je puis peindre mes abeilles sur le thorax, les ailes et l'abdomen, sans qu'elles se laissent déranger, tant le miel les absorbe. Aucune d'elles ne trouve l'artifice ξ qui est plus bas, un peu plus caché et de toute autre forme, se confondant en outre avec les autres feuilles vertes de dahlias par sa couleur comme par sa forme. Les abeilles bleue et jaune ne trouvent pas non plus l'artifice ε , plus caché et situé plus bas, sur le bord du massif.

Arrêtons nous un instant ici. M. Plateau déduirait sans doute de nos expériences que « les abeilles ne voient pas les formes et ne distinguent pas les couleurs ». Et pourtant il me semble que la leçon est claire :

Nos abeilles entraînées par les dahlias *multicolores* et habituées à eux, ne font d'abord aucune attention à tout ce qui n'imité pas suffisamment ces fleurs *pour elles*. Nos expériences montrent que les *Petunias* à cœur d'*Hieracium* ont seuls réussi à les tromper en partie. Quant les fleurs entières des dahlias sont cachées à leurs yeux,

elles ne les trouvent d'abord plus, mais un cœur ou le pétale coloré d'un fleuron latéral suffisent pour les mettre immédiatement sur la voie. L'odeur du miel qu'elles chérissent par dessus tout, n'arrive pas même à attirer leur attention à quelques centimètres de distance, l'odeur d'un cœur de dahlia non plus.

Mais dès qu'on a réussi à attirer l'attention de l'une d'elles sur du miel placé n'importe où, dans notre cas sur des imitations informes de fleur en papiers multicolores, elle change immédiatement d'orientation, le miel étant préféré au nectar du dahlia. Dès lors elle abandonne les dahlias pour voler aux artifices. Cependant, chose bien caractéristique, elle hésite à son premier retour, le souvenir visuel de ce grossier artifice tout-à-fait inusité pour une abeille, n'étant pas encore assez fixé, pas encore assez associé à celui de l'odeur et du goût chéris du miel. Ces hésitations, je les ai observées cent fois aux premiers retours des abeilles, bourdons et guêpes en un lieu et vers un objet inusité. On l'observe lorsqu'on a placé du miel ou le nid de ces insectes sur une fenêtre. Ils volent et revolent en bourdonnant au haut et au bas de trois, quatre et cinq fenêtres de la même façade pendant bien longtemps avant de retrouver l'objet cherché. Je n'oublierai jamais l'expérience que je fis dans mon enfance en plaçant tout un nid de *Bombus* sur ma fenêtre, ni la peine infinie qu'eurent les pauvres insectes à retrouver leur nid dans cette position tout-à-fait inaccoutumée; plusieurs se perdirent entièrement ou retournèrent à l'emplacement de leur ancien nid. On ferait grande erreur en attribuant cela à une mauvaise vue, car nous avons vu ces mêmes *Bombus* retrouver sans antennes, ni bouche, d'un seul coup et sans une seule hésitation, telle fleur où ils avaient l'habitude de butiner. Non! il s'agit ici de tout autre chose, d'un phénomène psychique, d'un instinct dévoyé. On demande trop au pauvre petit cerveau d'un insecte, en lui jouant de pareils tours. *On demande trop à sa mémoire et à l'association de ses souvenirs.* Mes bourdons (*Bombus*) voyaient fort bien les fenêtres. Ils voyaient sur l'une d'elles la boîte à cigare, recouverte d'une plaque de verre, et renfermant leur nid. Mais était-ce bien là leur nid? Sans doute, avant de le quitter, s'apercevant d'un grand changement, ils ne s'étaient pas éloignés d'un seul coup, mais avaient voleté 5 ou 6 fois à droite et à gauche devant la fenêtre pour bien fixer sa position dans leur souvenir. C'est l'instinct de tous ces insectes, chaque fois qu'ils quittent un lieu nouvellement découvert, auquel ils veulent revenir. Mais une fois parti, notre bourdon, après avoir butiné dans diverses fleurs, ne sait plus s'il doit retourner à l'ancien nid détruit ou au nouveau. Nous ne pouvons nous représenter ce qui peut bien se passer là dans le cerveau d'un bourdon, mais pour

mon compte je crois qu' il retourne d' abord à l'ancien nid détruit, qui lui a laissé de plus forts souvenirs, pour peu qu' il ne soit pas trop loin. Il n' y trouve plus que des débris, les examine en vain, s'envole de nouveau (je le crois du moins), et alors ses quelques associations de souvenirs le ramènent à la façade et aux fenêtres. Mais pendant ce temps son souvenir encore mal associé de la boîte à cigare au coin de la fenêtre s' est presque effacé, et c' est pour cela qu' il lui faut tant de peine pour retrouver son nid en un lieu si singulier, si différent de tous les objets auxquels l'instinct d' un bourdon est adapté, et auxquels il était habitué jusque là.

Et toutes ces fenêtres qui se ressemblent l' induisent en outre en erreur. Il en examine trois, quatre avant de trouver la bonne.

Mais mieux! Nos abeilles, après avoir hésité, reviennent non pas comme des machines chacune à l'artifice sur lequel on l' avait placée, mais tantôt à l' un, tantôt à l' autre de ceux qui sont dans la même région et qui simulent des fleurs de couleurs diverses. Plateau nous dira: c' est qu' elles ne distinguent pas les couleurs. En tout cas alors elles distinguent les formes, puisque l' odeur ne les avait pas attirées auparavant et continue à ne pas attirer leurs compagnes. Je réponds ceci: Elles étaient habituées auparavant à visiter des dahlias multicolores, à passer du rouge au rose, au violet, au blanc etc., y trouvant toujours leur nectar. Maintenant, après avoir trouvé du miel sur un artifice, pourquoi n' en chercheraient-elles pas sur un autre objet tout analogue, situé à côté, quoique autrement coloré? Elles se souviennent' avoir trouvé du nectar dans des dahlias de diverses couleurs. Ce fait les engage à peu tenir compte des couleurs. Lubbock, qui a montré la distinction des couleurs chez les abeilles, a fait remarquer très judicieusement que pour prouver la chose il faut entraîner longuement une abeille sur une seule et même couleur. Alors seulement elle recherchera cette couleur seule et ne cherchera le miel sur aucune autre. Mais si l' on n' a pas égard à ce fait, habituées à butiner sur des fleurs de diverses couleurs, elles sautent sans peine d' une couleur à l' autre. Cela exige une légère association de souvenirs, mais pas de celles dont un insecte est incapable, car nous en observons une foule d' analogies chez les hyménoptères sociaux. L'abeille distingue l'artifice du dahlia naturel; cela va sans dire et se voit clairement. Tant qu' elle n' a trouvé que le nectar des dahlias, elle y accorde toute son attention et ne cherche que des dahlias, aussi longtemps qu' elle peut les découvrir. Mais, dès qu' elle s' est aperçue que l' artifice renferme quelque chose de meilleur, elle abandonne le dahlia pour les artifices.

Revenons maintenant à nos trois abeilles peintes que nous avons laissées à leurs artifices. Arrive maintenant par hasard, ou peut

être parce qu'elle a vu une des abeilles peintes y voler, une abeille nouvelle de son propre mouvement à l'artifice δ , s'y pose et mange. C'est justement l'artifice qui avait été découvert spontanément en mon absence par une abeille (par elle même ?). Je la peins alors en carmin. Après cela elle découvre l'artifice α où butinait l'abeille bleue ; elle l'en chasse et y mange à son tour. Et ainsi de suite. Un petit *Syrphus* (diptère) découvre de lui même l'artifice ε ; c'est le seul. Puis mon fils cadet attire une abeille sur l'artifice ε . Je la peins en vermillon. Une autre abeille arrive alors spontanément à l'artifice β . Je la peins en vert. L'abeille verte revient, mais sur l'artifice δ . Cinq abeilles butinent en même temps : la jaune et la verte sur δ ; la bleue et la blanche sur β , la rouge carmin sur α . Mais elles changent réciproquement d'artifices ensuite.

Chaque abeille peinte fait et refait 5 à 10 visites et plus de cette façon. Il est midi et 20 minutes (l'expérience dure depuis 9 heures du matin). L'abeille blanche est la seule qui connaisse tous les artifices, y compris ε , mais à l'exclusion toujours de ξ . Une nouvelle abeille suit au vol l'abeille blanche, se pose sur ε et butine ; je la peins en brun.

Dès lors deux, puis trois nouvelles abeilles, voyant les abeilles peintes voler en pareil nombre aux artifices, se mettent à les y suivre, et je n'ai plus assez de couleurs pour les marquer différemment. Deux et trois abeilles butinent ensemble sur le même artifice. Je dois rajouter du miel à tout moment. Je vais alors diner et je reviens à 1 h. 25 min.

A ce moment 7 abeilles butinent dans le seul artifice β , deux dans l'artifice α , une dans l'artifice γ , trois dans l'artifice δ , l'abeille blanche seule dans l'artifice ε . Plus de la moitié sont des abeilles nouvelles, non peintes, qui ont suivi les peintes. Dès ce moment un véritable essaim d'abeilles se ruent de plus en plus sur les fleurs artificielles et les dépouillent de tout ce qui pouvait rester de miel. A ce moment aussi une abeille découvre enfin, après plus de 4 heures, et au milieu de l'encombrement, l'artifice ξ qui, vu son aspect tout autre, qui le confondait avec le feuillage, était demeuré intact jusque là.

Alors l'essaim, attiré du rucher et détourné des dahlias, se trouve comme une meute de chiens sur un squelette dépouillé de tout. Les abeilles cherchent en vain dans tous les recoins du papier. Plus rien. Il est 1 h. 55 ; elles commencent à s'éparpiller et à se lasser des artifices devenus stériles, pour retourner aux dahlias. A ce moment, je remplace α par un morceau de papier rouge analogue et β par un papier blanc informe, analogue aussi. Ces deux nouveaux artifices n'ont pas eu trace de miel et n'en ont donc pas l'odeur.

Malgré cela quelques abeilles, obsédées encore par le souvenir du miel sur les artifices, reviennent visiter ces nouveaux simulacres. L'abeille blanche entre autres, examine le nouvel artifice *B* pendant 3 ou 4 minutes au moins, après s'être posée dessus. Ici l'odorat est absolument éliminé. Il ne s'agit que des souvenirs de forme, de couleur et de localité.

A ce moment j'enlève tous les artifices et les prends dans ma main gauche pour les emporter. Alors 2 ou 3 abeilles se mettent à voler autour de ma main et cherchent à se poser sur les artifices que j'emporte. Ici la localité a changé : seules la couleur et la forme de l'objet peuvent encore éveiller l'attention des abeilles. Est-ce assez clair, et M. Plateau se rendra-t-il enfin à l'évidence? — Que fera-t-il, dans cette expérience de la leucophilie, à laquelle Graber et lui accordent tant d'importance? Comment Plateau et Graber expliqueront-ils que les abeilles, qui, d'après eux, ne distinguent ni formes ni couleurs, mais seulement le clair et le foncé, distinguent sur ma main un papier rouge foncé aussi bien qu'un papier blanc et qu'un papier bleu? A mon avis il découle encore de ces expériences, comme du reste de celles de Lubbock, que c'est bien plutôt le goût que l'odorat qui, aidé de la vue, ramène les abeilles au miel et aux fleurs. L'odorat ne leur sert qu'à se guider et à reconnaître le bon endroit à deux ou trois centimètres de distance. Donc :

1.) Dès qu'une abeille a été rendue attentive au miel mis dans des fleurs artificielles grossières ou où que ce soit, elle y retourne. Sa mémoire la rappelle.

2.) A son premier retour, elle hésite encore un peu à associer les souvenirs de la vue à ceux du goût, ensuite plus.

3.) L'odorat seul ne lui fait trouver le miel que de très près, et lorsque son attention n'est pas trop occupée ailleurs ; il joue chez elle un rôle bien inférieur à celui qu'il joue chez les guêpes, les mouche etc.

4.) Le goût est le sens qui attire le plus son attention, et, partant, sa volonté du côté de l'endroit où elle a trouvé le miel.

5.) La vue de la forme, des couleurs, des dimensions et des distances (vue stéréoscopique modifiée de l'œil à facette) la dirige seule dans son vol et la guide au moyen des souvenirs visuels associés à ceux du goût et de l'odorat qui servent de but ou de point de mire.

6.) Lorsque plusieurs abeilles butinent à un endroit, elles attirent fortement par ce fait l'attention d'autres abeilles qui se mettent alors à les suivre. Une seule abeille, surtout si elle a été attirée vers du miel à une grande distance du rucher, peut bien y revenir

seule, mais elle est incapable d'y amener ou d'y attirer des compagnes (Lubbock). — Je tire cette dernière conclusion des expériences de Lubbock, comme lui, et ce que j'ai pu voir n'a fait que le confirmer.

A 2 h. 20 mes abeilles peintes retournent aux dahlias avec les autres.

Nous avons montré plus haut (à propos de Lubbock) comment les abeilles palpent de la face sensorielle de leurs antennes, avec leur odorat au contact, les organes floraux. Les lépidoptères diurnes, les *Megachile*, même un *Bombus* ♂ tiennent au contraire leurs antennes relevées et immobiles pendant la succion des fleurs.

Le 27 septembre j'essayai une expérience dont le fiasco complet est assez instructif. Je fis peindre par une dame qui s'y entendait une large bande de carton blanc en zones successives passant insensiblement du noir au blanc par tous les gris. Mon idée était de faire retrouver à une abeille un papier bleu ou rouge pourvu de miel, à quelque place que ce soit de cette bande, de façon à prouver encore par un autre moyen que ce n'est pas seulement le clair et l'obscur, mais que ce sont les couleurs que les abeilles distinguent. Deux sources d'erreurs sont cependant difficiles à éviter : l'ombre projetée par le bord du papier, ombre difficile à éviter entièrement. Puis l'éclat du miel lui-même. Cependant les expériences de Lubbock et les miennes pouvaient faire espérer que ces petites différences ne seraient pas discernées par les abeilles. Je voulais entraîner une abeille sur du bleu, à l'aide de miel, puis remplacer le carré bleu par un carré rouge à miel, et faire alors revenir l'abeille à un carré bleu *sans miel*, placé tour à tour sur les divers gris de la bande allant du noir au blanc. Si l'abeille retrouve le bleu partout, il va sans dire qu'elle n'est pas daltonienne et le distingue du clair et du foncé.

Mais j'essayai mon expérience 8 jours après celles qui précèdent et j'avais compté sans les souvenirs de mes abeilles ! A peine eus-je placé une ou deux abeilles sur les carrés bleus, et les eus-je peintes, qu'elles revinrent à tous les carrés possibles, rouges, noirs, blancs, avec ou sans miel, et que les abeilles du massif des Dahlias se mirent à voler vers ma bande et mes carrés, les prenant sans aucun doute pour la répétition des artifices que je leur avais fournis quelques jours auparavant. Et elles ne se trompaient pas ! Je ne veux pas prétendre qu'elles m'aient reconnu, car elles eussent sans doute fait de même pour tout autre homme, et agirent de même envers la dame qui avait peint la bande de carton. Mais elles avaient reconnu l'ensemble de la situation et surtout les papiers colorés. Au bout d'un moment ce fut un essaim formidable qui

vint s'abattre de tous les côtés sur la bande, les carrés, mes mains et la planche qui supportait le tout. *Les abeilles se jetaient sur des carrés de papier n'ayant aucun miel.* Dès que 2 ou 3 étaient dessus, une foule d'autres les suivaient. Mais, lorsque le papier n'avait pas de miel, toutes repartaient bientôt après, tandis qu'elles formaient de vrais tas sur les papiers pourvus de miel. Elles finissaient ainsi par découvrir le miel placé sous la face inférieure des carrés de papier, que je m'amusai à retourner, car en cherchant, une fois dessus, l'odeur les faisait rester, palper et finalement soulever le bord du papier. Leur vue, leur fit reconnaître, grâce à l'ombre des bords ou aux reflets (le soleil brillait), *même un carré blanc sans miel sur du papier blanc et un carré noir sur du papier noir*, quoique avec plus de peine. Les carrés de papier avaient de 4 à 4 1/2 centimètres de côté.

Jé coupai alors les antennes de deux abeilles peintes en vert et en rouge. Ces abeilles, après avoir butiné, revinrent aux papiers bleus, la verte même sur le morceau de couleur bleue de la boîte à couleurs sur lequel elle n'avait pu aller précédemment (j'avais posé la boîte ouverte, dans l'herbe, à quelques centimètres des papiers).

L'expérience a donc complètement manqué son but, mais elle prouve que la mémoire des abeilles dure plusieurs jours et que, si l'on ne sait pas en tenir compte, on s'embourbe dans de fausses conclusions. Il sera cependant possible de répéter la chose avec chance de succès, en entraînant une abeille sur le bleu ou une autre couleur *loin* de son rucher, sans avoir fait d'expérience auparavant avec elle et ses compagnes, et en évitant tout jeu d'ombre par l'emploi d'une lumière diffuse et l'application exacte des carrés de papier coloré sur leur base. Je prie le lecteur de comparer les résultats de l'expérience manquée dont je viens de parler avec ceux de mes expériences précédentes faites sur les mêmes abeilles au moyen de fleurs artificielles ordinaires ou d'artifices de papier peint, et surtout avec ceux de *Plateau* obtenus à l'aide de branches artificielles de fleurs de pommier (voir plus bas). Je ne saurais comment faire mieux ressortir que par cette comparaison la preuve que les insecte à cerveau relativement développé ne sont pas seulement attirés ou repoussés directement par les irritations de leurs sens, mais qu'ils ont des souvenirs de leurs sensations et les associent, c'est à dire qu'ils ont, outre les sensations, des facultés correspondant dans leurs grand traits à notre attention, notre mémoire et nos perceptions des objets.

Revenons à *Plateau* (1, Deuxième partie, 1896). Darwin ayant cru prouver que les pétales bleus du *Lobelia erinus* attirent les abeilles et que celles-ci ne reviennent plus à ces fleurs lorsqu'on a

coupé les pétales, Plateau répète l'expérience avec des *Eristalis* (diptères) et trouve en résumé au total :

	Lobelias intacts	Lobelias à pétales coupés
visites avec succion	33	25
visites sans succion	29	16

Mais les chiffres prennent un autre aspect, si l'on tient compte des détails de l'expérience en y réfléchissant et en comparant.

1.^{re} expérience 14 sept. de 9 à 10 h. : Lob. intacts 21 visites ; Lob. mutilés 9 visites.

2.^{me} expérience 14 sept. de 2 à 3 h. : Lob. intacts 7 visites ; Lob. mutilés 7 visites.

3.^{me} expérience 16 sept. de 11 à 12^{1/2} h. : Lob. intacts 34 visites ; Lob. mutilés 25 visites.

Les Lobelias intacts étaient placés dans un pot, les mutilés dans un autre. Ajoutons que les *Eristalis*, *Vespa*, *Syrphus* etc. qui visitèrent les Lobelia sans pétales ont un bon odorat, bien meilleur que celui des abeilles observées par Darwin, que la mutilation de Lobelias facilitait la succion aux *Eristalis* et qu'une *Vanessa* et une *Pieris* qui y ont été n'auront fait que suivre à la vue les autres insectes. Mais ce que nous voyons, c'est que, *pour commencer*, et *malgré l'analogie visuelle générale des deux pots*, à l'exception des pétales bleus, les insectes vont plus de deux fois plus aux Lobelia intacts qu'aux mutilés ! Une fois qu'ils ont reconnu le truc, ils font comme mes abeilles avec les Dahlias masqués, et les visites s'égalisent. Darwin aura probablement expérimenté avec des précautions plus judicieuses, et c'est ce qui explique la différence entre ses résultats et ceux de Plateau.

Alors Plateau opère avec des abeilles qui allaient sur des *Oenothera biennis* à beaux pétales jaunes. Le 3 septembre il coupe les corolles, ne laissant que les étamines. Je lui laisse la parole :

« Les abeilles visitant la plante volent dans tous les sens, vers les fleurs fanées, vers les boutons, même sur les pétales tombés à terre qu'elles examinent assez attentivement en se promenant dessus ; cependant *elles ne se posent pour butiner que sur les fleurs mutilées privées de corole* » (c'est Plateau qui souligne!).

Et Plateau de conclure que c'est l'odorat qui les dirige et pas la vue !

Est-il possible de mieux prouver soi-même le contraire de ce qu'on fait dire à son expérience ! Que les abeilles ne *butinent* pas là où il n'y a rien ; cela M. de Lapalisse le savait. Mais qu'elles cherchent leurs fleurs coupées, partout où elles en aperçoivent, à leur couleur jaune éclatante, les débris que Plateau a pris soin de laisser tomber par terre devant la plante pour mieux se donner

tort, ou voient des rudiments secs ou des boutons sur la plante, cela concorde si admirablement avec nos expériences que je me passe de tout commentaire. Les abeilles cherchent, et, ne trouvant rien sur ce qui est le plus voyant, vont aux étamines qui restent sur le calice et trouvent. Plateau croit que la visite des pétales tombés tient à ce qu'ils sont imprégnés d'odeur. S'il avait suivi plus longtemps son expérience il aurait vu qu'au bout d'un certain temps, après avoir reconnu qu'il n'y avait rien dans les dits pétales, les abeilles auront cessé de les visiter. D'autres expériences de Plateau lui-même contredisent du reste sa fausse opinion sur l'odorat des abeilles.

Plateau répète ses expériences avec des liserons colorés, des *Delphinium* des *Centaurea cyanus* avec des résultats analogues.

Cependant, les *Bombus* cessent de se rendre aux *Antirrhinum* (gueules de loup) dont il a enlevé les coroles. Il s'explique cela, dit-il, parce que les Digitales ont leur orifice vers le bas et les *Antirrhinum* vers le haut, mais fermés, et que les hyménoptères attaquent toujours ces deux espèces de fleurs de bas en haut. Or l'*Antirrhinum* coupé a la corole dirigée en haut, et c'est, d'après Plateau, la raison pour laquelle les *Bombus* n'y vont plus!

Il faut être sur une bien fausse route pour chercher une explication aussi incroyable d'un fait aussi simple. D'abord les *Bombus* ne vinrent pas voler vers les *Antirrhinum*, à notre avis simplement parce qu'ils ne les virent plus et furent attirés ailleurs. Donc, d'après Plateau, qui ne croit pas à la vue des formes, ni au raisonnement des insectes, il faudrait que les dits *Bombus* aient jugé à distance, au vol, exactement de la forme et de la position de l'orifice de la fleur mutilée et en aient tiré la conclusion qu'ils n'y entreraient pas à cause de sa position supérieure et non inférieure! J'avoue ne plus rien comprendre à notre auteur, d'autant moins que les *Bombus* butinent par en haut dans une foule de fleurs. Il fait tout-à-coup de ces insectes des géomètres émérites, distinguant des subtilités de forme à grande distance.

« Pour réfuter d'avance toute explication dans laquelle on ferait jouer un rôle à des habitudes prises par le insectes », Plateau opère alors le 5 juin sur l'ombelle d'un *Heracleum* (ombellifère) rare, pied unique dans son jardin, et provenant de graines d'un jardin botanique fort éloigné. Il couvre l'unique ombelle épanouie d'une grande et de plusieurs petites feuilles de rhubarbe. En trente minutes il constate sept visites d'abeilles (3) et d'autres insectes. Les abeilles se posent d'abord sur les feuilles de rhubarbe, s'y promènent, explorent, et arrivent parfois à atteindre l'ombelle par dessous. Plateau croit que l'odorat a attiré ces insectes à

l'ombelle. Il n'a pas un instant l'idée de penser que ce soit le souvenir des voyages qu'ils y ont faits le jour précédent. De là la série de ses fausses conclusions. Le 11 juin il répète son expérience sur 5 ombelles épanouies dès lors, y constate en une heure et demie 45 visites d'insectes (odynères et diptères) qui sans aucun doute avaient appris à connaître ces ombelles du 5 au 11 juin. Il en tire la même conclusion erronée.

Perez (*Notes Zoologiques*, Act. soc. Linn., Bordeaux 1894) avait mis du miel dans des coroles écarlates de *Pelargonium* que les abeilles ne visitent pas à l'état normal. Une fois le miel découvert les abeilles visitèrent les *Pelargonium* tant et si bien que la couleur rouge des *Pelargonium* s'associa à leur souvenir et qu'ensuite elles visitèrent de nombreux *Pelargonium* sans miel, ne les quittant qu'après s'être assurées qu'elles n'y trouvaient rien.

Pour réfuter Perez, qui, comme on le voit, est d'accord avec nous, Plateau (1, troisième Partie 1897) répète son expérience sur une bordure de *Pelargonium* rouges (c'est moi qui souligne). Il place le miel sur les *Pelargonium* d'un point de la bordure et constate simplement que ceux là seuls sont visités, tandis que, *sauf quelques vols d'exploration* (tout de même!) les 25 plantes en fleur du reste de la bordure sont négligées par les abeilles. Pourquoi Plateau choisit-il une bordure au lieu de mettre du miel dans certaines fleurs de la même plante et pas dans d'autres? La bordure formant ligne, il était à prévoir que les abeilles n'iraient pas chercher sur les parties de la ligne où elles n'avaient jamais rien trouvé, mais seulement au point où on leur donnait du miel à foison.

Il n'a donc pas réfuté Perez.

Plateau fait cesser la visite des insectes en supprimant la portion nectarifère des fleurs et la rétablit en y mettant du miel. Cela allait sans dire, et c'est l'histoire de mes artifices en papier peint.

Mais il serait oiseux de le suivre dans les détails d'autres expériences qui ne prouvent rien pour les raisons que je crois avoir suffisamment établies. Il se donne une peine bien inutile comme nous l'avons dit, pour prouver que les insectes visitent les fleurs vertes comme les autres et qu'ils visitent les fleurs non nectarifères (dites anémophiles ou fécondées par le vent, en opposition aux fleurs entomophiles ou fécondées par les insectes) dès qu'on y met du miel.

Fleurs artificielles. Plateau y revient en 1897 et fait une expérience qui, à mon avis, résume toute la question et met le doigt sur l'erreur fondamentale de notre auteur, mieux que tout le reste: C. E. Bedford (*the Entomologist* XXX, n. 410, p. 197 juillet 1897) avait vu un papillon blanc (*Pieris brassicae*) se poser sur le bon-

quet de mugnets artificiels du chapeau d'une dame. Plateau dit que le *Pieris* l'a fait par mimétisme, pour se poser sur une surface blanche. Il accorde donc que le *Pieris* a vu le bouquet blanc. Il ajoute que si les fleurs artificielles attiraient les insectes, un essaim de ces animaux s'abattrait sur les chapeaux de nos belles dans tous les jardins publics, et il a raison. Si l'essaim d'insectes ne le fait pas, c'est sans doute parce qu'il distingue ces artifices mouvants des vraies fleurs et que, lorsque par hasard il vient à voler sur eux, il n'y trouve rien à manger.

Alors Plateau place du miel dans des *myosotis* artificiels et observe que les abeilles n'y vont pas plus qu'à ceux qui n'ont pas de miel. Puis, le 30 avril, il suspend aux branches les mieux exposées d'un pommier en fleur quatre rameaux portant chacun un bouquet de fleurs de pommier artificielles, imitant remarquablement bien les fleurs naturelles de l'arbre, après avoir mis du miel dans chacune des coroles artificielles. Il observe pendant 1 h. 30 min. Le pommier est visité par de nombreuses abeilles, des diptères et quelques *Vespa* et *Bombus*, mais en petit nombre. « *Pendant tout ce temps les abeilles n'ont fait aucune attention aux fleurs artificielles miellées ; celles-ci n'ont reçu qu'une très courte visite d'une Vespa, et n'ont été un peu longuement visitées que par deux mouches* ». Pour s'assurer que son miel était bon, Plateau en mit sur des fleurs naturelles du pommier où il fut avidement mangé par les abeilles. L'expérience fut répétée le 1 mai avec le même résultat. Cependant Plateau constata plusieurs fois de courts vols d'inspection vers les fleurs artificielles, tant miellées que non miellées, de la part d'abeilles, Lépidoptères etc. Mais les insectes ne se posèrent pas.

Il conclut avec raison que l'insecte distingue la fleur artificielle de la fleur naturelle, mais à tort que la fleur artificielle le « repousse ». J'ai prouvé ci-dessus le contraire par mes expériences.

Ce que Plateau ne conclut pas, c'est que *les abeilles n'ont pas senti par l'odorat le miel des fleurs artificielles, tout en passant au vol à côté, tandis que deux mouches et une guêpe l'ont senti*. Ces faits sont la confirmation exacte de mes expériences. Si Plateau avait placé lui même une ou deux abeilles sur les fleurs artificielles miellées, comme je l'ai fait, il serait arrivé au même résultat que moi, au lieu de s'enfoncer de plus en plus dans ses erreurs. En outre Plateau passe à ce propos sous silence mes expériences et celles de Lubbock sur la vue des couleurs.

Il répète ses expériences sur des *Digitalis purpurea* artificielles miellées. Aucun hyménoptère ne s'en occupe, mais les diptères les visitent activement et y butinent. Des bourdons font cependant des crochets au vol vers ces artifices, les examinent, mais ne s'y

posent pas. Plateau ne sait pas y voir la différence entre le bon odorat des diptères et le mauvais odorat des apiaires. D'après lui des fleurs artificielles faites avec des feuilles vertes et miellées attireraient au contraire des hyménoptères. Mes expériences citées plus haut donnent l'explication toute simple de ces divers faits, et j'espère que le lecteur sera suffisamment édifié pour me permettre de passer sous silence le reste des interminables expériences de Plateau. Nous n'y apprendrions rien de nouveau.

Pour la même raison je ne m'étendrai pas sur les recherches de Herm. Müller, Bennet, Bonnier, Gratacap, Christy, Bulman, Scott Elliot, Delpino, Kuntze, Knuth et Plateau (6) sur le sujet vraiment fastidieux, de savoir si les insectes ont ou n'ont pas de *préférences* pour certaines couleurs. Ici je suis d'accord, comme je l'ai dit, avec Plateau (et Bulman). Ce qu'il y a d'étonnant, c'est que tant d'auteurs puissent dépenser tant d'encre pour enfoncer une porte ouverte, résumée clairement par Bulman lorsqu'il dit « qu'il n'importe pas d'un iota à l'abeille (disons à l'insecte) que la fleur soit bleue, rouge, rose, jaune, blanche ou verte; tant qu'il y a du nectar (disons ce qui convient à chaque espèce) cela lui suffit ». (Nat. Science, XIV, n.° 84, febr. 1899). Seulement: *Le fait que telle ou telle couleur n'attire pas par elle même spécialement tel insecte ne prouve nullement qu'il ne la distingue pas d'autres couleurs.*

Les dernières conclusions de Plateau (6, 1899) sont assez curieuses. Il commence par déclarer « n'avoir jamais dit que les insectes ne voient pas les couleurs des fleurs; que ce serait absurde » (*cependant*, dans 1, première partie, p. 472 il met en titre: *de la soi disante distinction des couleurs par les insectes*).

Puis il ajoute que les différences dans les quantités de lumière réfléchie ou dans la réfrangibilité des rayons lumineux transmis par les milieux transparents ou réfléchis peuvent expliquer les résultats obtenus jusqu'ici.

Et enfin il prétend que la question à résoudre est: Les insectes qui visitent les fleurs se laissent-ils guider **dans leur choix** par les couleurs que ces fleurs présentent *pour l'œil humain*?

A ceci je réponds: Des travaux précédents de Plateau, et de ce qu'il s'était rattaché à l'idée de Graber sur la photophilie et la photophobie on devait conclure qu'il considérait les insectes comme absolument daltoniens, pour toutes les couleurs, (c. a. d.) distinguant l'intensité de la lumière, mais ne faisant pas de différence *spécifique* entre la longueur de ses ondes ou la réfrangibilité de ses rayons. En effet, ce sont précisément ces dernières différences qui nous font distinguer les couleurs, sauf l'ultra violet, pour lequel l'homme normal est daltonien. Soret en a donné la raison.

Je proteste contre la façon dont Plateau pose maintenant la question. Pas plus que lui je ne crois que les insectes voient subjectivement les couleurs comme nous, et je crois de plus, avec lui, qu'il y a des différences objectives dans la façon dont leur œil et le nôtre sont impressionnés par les diverses formes de la lumière, c. a. d. par les couleurs et leurs nuances.

Mais les expériences de Lubbock, de Peckham, d'autres auteurs et les miennes indiquent que certains insectes distinguent non seulement des fleurs, mais des objets colorés, à leur coloration, c'est à dire à l'espèce de réfrangibilité des rayons lumineux, qu'ils réfléchissent ou laissent passer, et les reconnaissent à cette particularité, lorsqu'on élimine les autres sens, et même lorsque les dits objets se trouvent entourés de lumière de même intensité. Or c'est ce qu'un daltonien ne peut pas faire. J'ai vu deux daltoniens ne pas apercevoir à un pas de distance les fleurs rouge écarlate d'un *Cydonia japonica* dont le feuillage vert de l'arbuste était émaillé, et que les autres gens voyaient à 59 mètres. Ceci pour répondre à Plateau qui prétend qu'il est si difficile d'arriver à une somme à peu près égale d'intensité lumineuse pour des couleurs différentes.

En disant que les abeilles distinguent les couleurs, nous n'avons jamais voulu prétendre qu'elles les voient exactement comme les hommes, cela d'autant moins que, comme je l'ai déjà souligné, les hommes ne les voient pas tous absolument de même. Donc je puis me rallier à la dernière version de Plateau à cet égard, ayant confirmé moi même le fait que les insectes que j'ai observés distinguent les imitations artificielles des fleurs là où nous ne les distinguons pas.

Enfin Plateau (6) arrive à la conclusion de Bulman qui est aussi la mienne, mais il attribue à Exner une opinion qui n'est pas la sienne en lui faisant dire que même à quelques mètres de distance les fleurs ne peuvent être vues par les insectes, que comme des taches absolument vagues (faute f.). Disons: d'une façon plus ou moins vague ou nette selon la grandeur de la fleur, la distance, le nombre des facettes de l'œil etc.; alors nous dirons ce que dit Exner et ce que je dis avec lui.

**Vue à distance. Cécité fonctionnelle par le repos
absolu de la vue.**

Plateau répétant à chaque instant que les insectes ne voient que des nébulosités, des brouillards, des taches (qu'il appelle quelquefois colorées, après avoir douté de la distinction des couleurs) etc.,

il est nécessaire de considérer d'un peu plus près la question de leur vue à distance.

Partons subjectivement de notre vue humaine, et constatons de prime abord que le fait que l'œil humain normal émétrope ne distingue pas les feuilles d'un arbre à 4 kilomètres, ni les fenêtres d'un corps de bâtiment à 25 kilomètres ne signifie pas encore qu'il voie le dit arbre ou le dit bâtiment comme une tache informe ou un nuage, lorsque le temps est clair.

Objectivement, l'image du *Lampyris* photographiée par Exner nous montre à 2 m. 25 cm. assez distinctement les jambages épais de 4, 9 cm. d'un R, et, à 135 pas humains, une église, avec sa tour. Exner ajoute avec grande raison que la photographie et sa reproduction ont encore fait perdre à l'image de sa netteté. Or l'église est nuageuse, il est vrai, mais on distingue fort bien la forme générale de sa tour et du toit du corps de son bâtiment. Les fenêtres sont à peine perceptibles, mais le mur se distingue un peu mieux du toit. Pour le petit *Lampyris* à une distance de 135 pas, ce n'est pas mal du tout, et ce degré de netteté suffit parfaitement à nous expliquer la façon dont les insectes se dirigent au vol dans les airs, surtout lorsqu'ils ont de meilleurs yeux que le *Lampyris* et distinguent les couleurs. Pour voir plus distinctement, il n'ont qu'à se rapprocher au vol et à s'aider encore de l'odorat. *De pareilles formes des objets, surtout colorées, suffisent pour fixer des images de mémoire aptes à leur faire reconnaître leur route aérienne, car dans un espace de 135 pas, de nombreuses images d'objets se succèdent, deviennent plus nettes à une plus grande proximité*¹⁾, et suffisent par l'association de leur séquence dans l'espace pour orienter l'insecte.

Il est hors de doute que les hyménoptères sociaux ailés s'orientent de cette façon. Les *Chalicodoma* de M. Fabre qui, emportés à 3 kilomètres de leur nid, marqués avec de la couleur, puis lâchés, s'envolent d'abord à une certaine hauteur, se balancent de ci et de là, puis partent dans la direction de leur nid où ils arrivent en 20 minutes, donnent une preuve claire et nette de ce que nous avançons.

Mes abeilles et bourdons à antennes coupées et même à bouche et pharynx extirpés en plus, qui reviennent butiner aux fleurs ou au miel, les abeilles à antennes seules coupées, qui reviennent même plusieurs fois de suite, après être rentrées dégorger leur miel à leur rucher, prouvent péremptoirement l'orientation par la vue des yeux

¹⁾ Nous avons vu que cette augmentation rapide de la netteté des contours devait nécessairement leur aider à juger des distances, remplaçant ainsi en partie notre accommodation.

composés seuls à l'aide des souvenirs visuels. En effet, nous avons démontré que la présence ou l'absence des ocelles ne change rien à l'orientation au vol.

Donc, si de gros objets mus à distance n'attirent pas ostensiblement les insectes par la vue et ne les effraient pas non plus, il ne s'ensuit nullement qu'ils ne sont pas vus.

Rappelons encore qu'une vue de mouvement permettant de poursuivre au vol un petit insecte et de l'atteindre implique nécessairement une vue sommaire de sa dimension, c'est-à-dire donc de sa forme.

Enfin nous avons vu qu'une absence relative, mais complète de changements et de déplacements entre l'objet vu et l'œil qui voit, fait cesser au bout d'un certain temps toute possibilité de sensation. Le cas se présente sans doute pendant des moments plus ou moins longs chez des insectes immobiles et explique leur apathie apparente, dont le mouvement des objets les réveille.

Je crois être ici sur la trace d'un facteur fort important de la psychologie comparée, spécialement de celle des insectes. Leur petit cerveau n'étant pas capable d'un grand travail intérieur de pensées s'éveillant les unes les autres par association, son activité doit être perpétuellement tenue en éveil par celle des sens ou des mouvements de l'insecte, pour ne pas s'endormir complètement. Lorsqu'un insecte est immobile, avec les antennes repliées, il doit donc être dans une sorte de sommeil, tant que ni un ébranlement, ni un souffle, ni une forte odeur, ni surtout le mouvement des objets environnants, et spécialement d'êtres vivants, frappant sa rétine, ne vient secouer sa torpeur. L'observation des insectes, de leur vie et de leurs actes me semble confirmer absolument cette donnée a priori de la psycho-physiologie. Chez les fourmis au repos, dans leur nid, le fait est patent. Il leur faut même un temps fort notable pour bien se réveiller. L'absence de paupières, d'accommodation et de mobilité des yeux tend à produire une apathie visuelle qu'on pourrait appeler cécité fonctionnelle.

Chez l'homme, par contre, les mouvements des yeux, des paupières et de l'accommodation rendent pareil phénomène de cécité fonctionnelle impossible tant que les yeux sont ouverts. Mais nous devons en tenir compte dans la vue des insectes, ce qui me paraît avoir été trop négligé.

Résumé et remarques.

Je dois m'excuser de ma longue critique et de mes longues expériences de contrôle, tant auprès de M. Plateau qu'auprès du lecteur. Mais c'était nécessaire. En utilisant les expériences de

Plateau lui-même pour montrer les erreurs des jugements qu'il en tire, je rends pleinement hommage à son honnêteté scientifique. Et c'est précisément cette honnêteté qui nous a permis de suivre l'auteur pas à pas, et de retrouver à l'aide du récit fidèle des faits, le fil de leurs connexions réelles et leur concordance. Grâce à cela notre étude n'aura pas été une polémique stérile, car elle nous a amené à voir de plus en plus clair dans la question si intéressante qui nous occupe.

En résumé, nous voyons que les faits sont très complexes, et c'est pourquoi je m'abstiens de conclusions générales sur « les insectes » voyant ou ne voyant pas « les formes et les couleurs etc. », car pareille généralisation serait nécessairement fautive. Si l'on veut comprendre, il faut se donner la peine de suivre les détails.

Je tiens cependant à répéter qu'avec les restrictions que Plateau y a peu à peu apportées, sa manière d'interpréter sa soi-disant *non distinction des formes* chez les insectes finit par en revenir du plus au moins à l'opinion d'Exner qui a toujours été conforme à la mienne. L'erreur *de fait* la plus grande dans laquelle tombe Plateau est celle par laquelle il attribue chez certains insectes, en particulier chez les abeilles, à l'odorat, ce qui revient à la vue. Du reste dans son travail n.° 5 (5^{me} Partie p. 62), Plateau arrive à résumer la façon dont les insectes se dirigent, d'une façon qui dans ses traits généraux se rapproche assez de la vérité.

Comme nous l'avons vu, ce sont des erreurs d'interprétation, des généralisations inadmissibles et continuelles, puis l'omission presque totale des facultés psychiques de l'insecte, surtout de la mémoire et des associations qui sont cause des jugements erronés par lesquels Plateau a embrouillé la question.

Je tiens enfin à noter déjà ici que je suis parfaitement conscient de la défectuosité de la nomenclature psychologique anthropomorphique que j'emploie. Mais je préfère traiter ce sujet et donner mes motifs tout à la fin de ces études.

AUGUSTE FOREL.