

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ LINNÉENNE

DE LYON

1884

Année 1914

(NOUVELLE SÉRIE)

TOME SOIXANTE UNIÈME

LYON

H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR

36, PASSAGE DE L'HOTEL-DIEU

MÊME MAISON A GENÈVE ET A BALE

1915

EXAMEN CRITIQUE

DE LA

QUESTION DE LA BIOPHOTOGÉNÈSE⁽¹⁾

PAR

LE D^r RAPHAEL DUBOIS

Professeur de Physiologie générale et comparée à l'Université de Lyon.

Dans un précédent mémoire présenté à la Société Linnéenne de Lyon dans sa séance du 23 juin 1913, j'ai montré comment on pouvait expérimentalement prouver que le processus intime de la production de la lumière par les êtres vivants est, en dernière analyse, réductible à un phénomène physico-chimique susceptible d'être produit *in vitro*, en dehors de toute fonction cellulaire, ou autre. Les expériences consignées dans ce mémoire ont été l'objet de nombreuses démonstrations expérimentales publiques et privées. Je citerai entre autres celles qui ont été faites au laboratoire du professeur Henneguy au Collège de France, au laboratoire de physiologie expérimentale, à la Sorbonne, en présence de MM. Dastre, Henneguy, d'Arsonval, Bouchard, de l'Académie des Sciences, Bierry, préparateur, etc., au Congrès international de zoologie (aquarium de Monaco, mars, 1913), à la suite d'une conférence à l'École de Santé militaire de Lyon, et enfin au Congrès international des Physiologistes de Groningue, en Hollande (septembre, 1913). Les démonstrations faites à l'occasion de ce Congrès ont eu, entre autres résultats, celui de me valoir l'aimable invitation de faire, à Berlin, à la « Gesellschaft Naturforschender Freunde », qui est en réalité la Société Zoologique, et au théâtre scientifique « Urania », des conférences avec démonstrations (2).

(1) V. Raphaël Dubois : *la Vie et la Lumière*, 1 vol., 340 p., 46 fig., chez Félix Alcan, édit., Paris, 1914.

(2) Je prie, à ce sujet, M. le professeur René du Bois-Reymond de bien vouloir agréer tous mes remerciements.

J'ai pensé que des démonstrations répétées étaient nécessaires pour éliminer définitivement du domaine scientifique des conceptions fausses qui l'encombrent encore fâcheusement, à l'heure actuelle, malgré tous mes efforts.

En outre, je ne crois pas inutile de rappeler que beaucoup de recherches récentes ne sont que la répétition, plus ou moins réussie, de mes travaux anciens, dont on oublie trop souvent de mentionner la priorité.

Un procédé qui peut être habile, mais peu correct, consiste également à prendre pour sujet d'expérience un insecte voisin, mais différent cependant de ceux qui ont servi à mes premières expériences et de présenter comme de nouvelles acquisitions ce qui n'est, le plus souvent, qu'une généralisation de mes travaux originaux.

M. William W. Coblenz (1), en se servant d'insectes photogènes américains (*Photinus*, *Photuris*), arrive à des conclusions générales qui sont les mêmes que les miennes et que celles postérieures de Véry et Langley relatives aux qualités de la lumière d'un autre insecte également américain (*Pyrophorus noctilucus*). Il cite les travaux de ses compatriotes et ne parle pas des miens, bien qu'ils aient été reconnus exacts par ces derniers. En France, M. Daniel Berthelot découvre, un quart de siècle après moi, que le rayonnement des insectes n'agit pas sur l'électromètre, et que cette lumière constitue un éclairage idéal ayant un rendement de 100 pour 100 à peu près. Il est vrai que cet expérimentateur s'est servi du Ver luisant et non du Pyrophore, mais ce sont deux coléoptères voisins. Il n'y a donc là encore qu'une généralisation de mes résultats.

Pour M. Berthelot, comme pour moi, la lumière physiologique est de la « lumière froide ». Personne avant moi n'ayant employé cette expression, au moins à ma connaissance, j'ai le droit et même le devoir de la défendre contre les critiques de mon savant collègue, M. Houllevigne, professeur de physique à la Faculté des Sciences de Marseille. « Il n'y a pas de lumière froide », dit-il (2), « il est absurde de vouloir mettre à part la lumière et la chaleur », et plus loin : « Il suffit de

(1) William W. Coblenz : « A physical study of the Firefly ». (Published by the Carnegie Institution of Washington, 1912.)

(2) Le Temps, 16 octobre, 1913.

prendre une lumière quelconque, par exemple celle d'un arc électrique et de l'épurer des radiations obscures en lui faisant traverser des écrans convenables... et voilà la fameuse lumière froide fabriquée à peu de frais en faisant passer de la lumière ordinaire à travers une fiole pleine d'eau : il n'y a pas besoin de prendre un brevet pour si peu de choses. »

Si ces paroles un peu... sévères pour ceux qui se servent du mot « lumière froide », pour ceux surtout qui ont « lancé » cette expression, sont sans effet sur ceux qui sont au courant de la question, il n'en est pas de même du grand public qui est disposé à croire que tout ce qui est imprimé est exact, surtout venant d'un savant officiel.

L'expression « lumière froide » n'est pas absurde puisque M. Houllevigue lui-même donne un moyen de l'obtenir, mais il a tort d'ajouter que c'est « à peu de frais » qu'il l'obtient ; et d'ailleurs, M. Houllevigue n'ignore pas que « cela n'est pas ce que l'on cherche : on parle de lumière froide, mais au fond, on entend éclairage économique ». En effet, l'invention de M. Houllevigue ne justifierait pas la prise d'un brevet, non seulement à cause de sa naïveté enfantine, mais parce qu'elle serait ruineuse. M. Houllevigue rappelle lui-même que la lampe la plus récente, la plus perfectionnée, la lampe à mercure et à enveloppe de quartz ne fournit, d'après les plus récents calculs de MM. Fabry et Buisson, que 1 pour 100 de lumière, le reste étant employé malencontreusement à faire de la chaleur et de l'énergie chimique. On n'obtiendrait donc par le procédé Houllevigue que 1 de lumière froide pour 100 d'énergie employée.

Ce n'est pas cela que font les insectes, c'est tout justement le contraire ; c'est-à-dire qu'ils rayonnent 99 pour 100 de lumière et moins de 1 pour 100 d'énergie chimique et calorifique. En d'autres termes, le rendement de nos meilleurs foyers artificiels est de 1 pour 100 tandis que celui des insectes est de 99 pour 100 environ. Ajoutons à cela que le prix de fabrication est presque nul. (Voir mes recherches sur l'éclairage par les microbes photogènes et ma lampe vivante.) (1)

(1) V. *Traité de Physique biologique*, t. II, Masson, éditeur, Paris, 1903, p. 308, 309, et : *la Lumière et la Vie*, p. 105-118, loc. cit., p. 1.

M. Houllevigue en convient : « Le problème économique est fort éloigné de sa solution idéale ; mais tout en cherchant résolument cette solution, évitons de nous hypnotiser devant le Ver luisant. » Pour justifier la sagesse de ce conseil aux imprudents susceptibles de s'égarer dans une mauvaise voie par une sorte de somnambulisme scientifique, M. Houllevigue fournit des arguments pour le moins surprenants : il ne faut pas se laisser hypnotiser devant le Ver luisant « d'abord parce que les procédés de la nature sont inimitables ». Mais c'est ainsi que raisonnaient les chimistes, il y a un siècle, avant la découverte de la synthèse des corps organiques ; et, en outre, n'ai-je pas montré que l'on pouvait classer la lumière physiologique dans le groupe des chimioluminescences, et, pour préciser davantage dans le sous-groupe des oxyluminescences, et reproduire *in vitro* ce que le Ver luisant fait dans sa lanterne ? Tout cela embarrasse peu M. Houllevigue : « Et ensuite », ajoute-t-il, « parce que le Ver luisant ne fournit certainement pas des radiations exclusivement lumineuses, pas plus que les innombrables bestioles photogéniques, tant marines que terrestres. » Depuis mes recherches, je le répète, tous les savants qui se sont occupés de la biophotogénèse savent que la lumière des insectes et autres organismes lumineux ne renferme que des quantités *infinitésimales* de chaleur et de radiations chimiques. N'est-il pas fastidieux d'être obligé de redire sans cesse la même chose ? Il est vrai que M. Houllevigue nous en fournit la raison : « La bibliographie, sur ce sujet, m'a parue assez confuse. J'y ai pourtant relevé des études de Nagaoka, qui prouvent l'existence de l'ultra-violet dans l'émission de certains coléoptères japonais. » Il faut en effet, que, pour M. Houllevigue, la bibliographie soit bien confuse, pour qu'il ignore que j'ai depuis bien des années montré l'existence de ces radiations ultra-violettes dans la lumière des insectes. Ce télescopisme scientifique qui consiste à voir ce qui se fait au loin au détriment de ce qui s'est fait tout près depuis longtemps est chose assez fréquente autant que regrettable.

« On trouve de l'infra-rouge et de l'ultra-violet dans le spectre des bêtes lumineuses », répète encore M. Houllevigue à propos de la prétendue découverte du savant japonais. Oui, mais, encore une fois, en quantité infinitésimale, et pourtant

M. Houllevigue ajoute gravement : « Or, tous les cas de phosphorescence que nous connaissons donnent des spectres très étendus, qui comprennent spécialement *beaucoup d'infra-rouge*. » Il est fâcheux que M. Houllevigue n'ait pas cité les autorités sur lesquelles s'appuie cette opinion d'une surprenante nouveauté, et contraire absolument à la définition que donne Wiedemann des luminescences.

Notre savant collègue marseillais ne s'embarrasse nullement de semblables détails, et poursuit ainsi son réquisitoire contre la « lumière froide » : « Ainsi, la nature n'a nullement résolu, comme on l'affirme *imprudemment*, le problème de la lumière froide. Il ne faut pas s'en étonner : si l'on cherche dans les choses une finalité, qui en est peut-être absente, on peut supposer que la lumière du Ver luisant est faite pour être vue par le Ver luisant ; or, les recherches de Forel ont établi que l'étendue du spectre visible varie sensiblement d'une espèce à l'autre : il n'y a donc aucune raison pour que les radiations émises par un être vivant soient adaptées à l'homme. » Voilà deux opinions que M. Houllevigue affirme bien « *imprudemment* » et qui prouvent que la bibliographie de la question est pour lui bien confuse. Pourtant, les poètes et les naturalistes savent bien que le Ver luisant voit sa propre lumière et qu'il s'en sert avantageusement :

*Notre cœur a soif de tendresse,
Et nous aimons à pleine ivresse,
Jusqu'à l'heure où blanchit le jour...
Cette lueur qui nous éclaire,
Diamant qui jamais ne s'altère,
C'est l'ardent flambeau de l'amour ! (1)*

M. Houllevigue objectera peut-être qu'il n'est pas poète, ce qu'on ne saurait lui reprocher, ni même simplement naturaliste, ce qui est regrettable en la circonstance. Aussi, nous permettrons-nous, puisqu'il dit que la lumière des insectes n'est pas bien adaptée à la vision de l'homme, de lui indiquer qu'il trouvera des renseignements autorisés dans les travaux de tous les

(1) Extrait des *Vers luisants*, de Despeylou; poésie dédiée au professeur Raphaël Dubois.

auteurs qui se sont occupés de cette question, et particulièrement dans mon livre sur les *Elatérides lumineux*, où il y a un chapitre consacré à cette étude (1).

Après avoir condamné la lumière froide, M. Houllevigue s'écrie : « Que faire alors ? Suivre la grande route, c'est-à-dire la méthode classique qui consiste à échauffer un corps solide par un moyen approprié... » Tout indique que c'est là une voie mauvaise pour des raisons que je n'ai cessé de proclamer depuis des années, et ce ne sont pas les arguments de mon savant collègue de Marseille qui me feront charger d'avis, ni moi, ni tous ceux qui ont étudié depuis la « lumière froide » des Vers luisants et autres bestioles du même genre. Parmi ces derniers, il y en a pourtant qui ne semblent pas très au courant des progrès de la question.

Ainsi Mc Dermott (2) reconnaît que c'est un excellent éclairage que celui de la « mouche lumineuse » et qu'il pourrait avantageusement servir pour nos rues et nos habitations, mais que l'on ne connaît pas le « secret of the firefly » et particulièrement la nature de l'huile qu'elle use dans sa petite lampe.

W. Coblentz (3), après avoir refait sur les « mouches lumineuses », une quantité d'expériences déjà faites sur les Vers luisants et surtout sur les Pyrophores, ne découvre rien de particulièrement nouveau, mais il conclut cependant, longtemps après moi et d'autres, que dans la production de la lumière par les êtres vivants, trois facteurs interviennent : l'eau, l'oxygène, et une substance oxydable.

Mais il ajoute que, justement, c'est cette substance qui est inconnue.

M. W. Coblentz commet ainsi deux erreurs. La première, c'est qu'il ne parle pas de la nécessité d'un principe oxydant, que j'ai cependant établie de la manière la plus irréfutable dès 1886, et qui est celle de la luciférase. La seconde, que la subs-

(1) Raphaël Dubois : *les Elatérides lumineux ; contribution à la production de la lumière par les êtres vivants*, thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1886, ouvrage couronné par l'Institut, grand prix des Sciences physiques, II^e partie, chap. 1^{er}, § 4, p. 118 : « Propriétés organoleptiques. »

(2) F. Alex. Mc Dermott : « Recent advances in our Knowledge of the productives of Richt in living Organisme Government printing office, Washington, 1912. » (*From the Smiths. report for, 1911, p. 345-362.*)

(2) *Loc. cit.*, p. 2.

tance oxydante est inconnue alors que sa nature est aujourd'hui, par mes recherches, parfaitement déterminée.

A quoi bon remettre toujours en discussion des choses établies expérimentalement? Un contrôle expérimental consciencieux peut être utile, mais la critique, qui ne repose pas sur ce contrôle, n'a aucune valeur, ou plutôt en a une négative.

Autre part, Mc Dermott se demande si le corps oxydable est un lipide ou une albumine; mais cette question est résolue et jamais aucun expérimentateur n'a pu, d'un être lumineux, retirer un lipide phosphorescent par les dissolvants ordinaires de ces corps. Au surplus, il ne faut guère plus de temps pour répondre aujourd'hui expérimentalement à la question que pour la poser : cette substance est manifestement une albumine naturelle dans la Pholade dactyle. Et comme le mécanisme intime de la biophotogénèse est manifestement de même nature chez tous les organismes lumineux, il n'y a pas lieu de continuer à émettre des hypothèses qui n'ont d'autre effet que d'embrouiller la question et de jeter un discrédit immérité sur des expériences précises. Ces expériences ont été consignées, en partie, dans mon mémoire lu à la Société Linnéenne de Lyon, le 23 juin 1913.

Pourtant, j'ai voulu les préciser encore davantage dans un nouveau mémoire lu à la Société Linnéenne, dans sa séance du 12 janvier 1914 et intitulé : *Caractères et propriétés physico-chimiques de la luciférase et de la luciférine*, pour répondre à certaines critiques qui, il est vrai, n'émanent pas, comme les opinions de Mc Dermott, de personnes ayant spécialement étudié les organismes vivants lumineux. Dans un livre récent (1) d'Achalme, je relève certaines critiques non justifiées qui prouvent seulement que l'auteur n'est pas au courant de mes dernières recherches et peut-être aussi qu'il s'est laissé dominer par des idées préconçues. Or, il importe, avant tout, en science, de plier ses idées aux faits et non de faire le contraire.

(1) Achalme : *Electrotonique et biologie, études sur les actions catalytiques, les actions diastasiques et certaines transformations vitales de l'énergie : biophotogénèse, électrogénèse, fonctions chlorophylliennes*, Paris, Masson et Cie, édit., 1913.

« Ces expériences de Raphaël Dubois, dit Achalme, sont intéressantes, mais de ce que la phosphorescence est due à un mélange de deux substances, on ne saurait conclure si rapidement à la nature diastasique du phénomène. Pour cela, le critérium chimique, le seul nécessaire dans l'espèce, fait complètement défaut. Nous ne savons rien sur la nature chimique de la luciférine, ni sur la modification que lui ferait subir le ferment hypothétique, la luciférase. D'autre part, assimiler la phosphorescence à une action diastasique ne nous semble pas être une explication, mais un déplacement du côté de l'inconnu. Nous avons jusqu'ici beaucoup plus de données exactes sur la phosphorescence que sur les phénomènes diastatiques et même les actions catalytiques en général. »

Mais Achalme ignore certainement que j'ai montré que l'on pouvait remplacer l'action de la luciférase par certains composés chimiques, que ces composés chimiques définis sont des oxydants et que, par conséquent, la modification que subit la luciférine est une oxydation d'où résulte un phénomène d'*oxy-luminescence*. Achalme ignore aussi sans doute que j'ai défini la nature chimique de la luciférine et l'on ne peut qu'exprimer un regret, c'est que le livre d'Achalme ne soit pas suffisamment au point.

Au lieu de faire des expériences pour s'éclairer et éclairer les autres, Achalme préfère, ce qui est certainement plus aisé, faire des raisonnements qui le conduisent fatalement à conclure que l'« hypothèse électrotonique de la phosphorescence inorganique est applicable à la luminescence biologique ».

Cela fait une hypothèse de plus que l'on vient opposer à des données d'ordre expérimental. Il est, je pense, inutile d'insister pour démontrer que ce n'est pas moi, mais Achalme, qui déplace fâcheusement la question du côté de l'inconnu en essayant de provoquer une « réaction » qui n'a rien de chimique.

D'autres auteurs encore se sont appliqués à faire concilier la nature et le rôle de la luciférase comme quelque chose d'indéterminé et cherchent à le caractériser par des analogies.

Cela était, en vérité, bien superflu.

Ville et Derrieu, de Montpellier, annoncent qu'ils ont fait quelques expériences pour rapprocher le phénomène de l'oxy-

luminescence de la production de la lumière par les êtres vivants (1) !

Enfin, dans une autre note présentée à propos de celle de Ville et Derrien, Blanchetière déclare que, « à l'œil, l'analogie est frappante entre la luminescence des composés organiques et celle des organismes lumineux : la comparaison des spectres fournira les plus précieux renseignements sur la nature de cette lumière (2) ».

Blanchetière ignore que ces analogies, bien connues, ont été souvent invoquées. D'autre part, les corps les plus divers peuvent fournir de l'oxyluminescence (3).

Mais ce n'est pas la comparaison des spectres qui m'a fourni la solution du problème de la nature de la lumière physiologique que Blanchetière se propose, un peu tard, de rechercher.

Était-il indispensable de faire présenter pour cela une note à l'Académie des Sciences par M. Roux, directeur de l'Institut Pasteur.

Enfin, et pour terminer, je signalerai un autre péril pour la vérité scientifique en ce qui concerne la biophotogénèse : c'est celui qui consiste à employer, pour répéter mes expériences, des produits altérés ou mal préparés. Je n'accepte pas la responsabilité de celles qui ne sont faites par moi, ni en ma présence, ni par des personnes compétentes agréées par moi.

(1) Ville et Derrien : « Catalyse d'une oxydation lumineuse ». (*C. R. de l'Ac. des Sc.*, t. 156, p. 2.021, 30 juin 1913.)

(2) Blanchetière : « Oxydation et luminescence. » (*C. R. de l'Ac. des Sc.*, 15 juin 1913.)

(3) V. Raphaël Dubois, De la place occupé epar la biophotogénèse dans la série des phénomènes lumineux (*Ann. de la Soc. Linn.*, 12 janvier 1904).