

Cercles des Naturalistes de Belgique®

**Société royale
association sans but lucratif**

FRANCO

Périodique trimestriel
n° 1/2016 – 1^{er} trimestre
Bureau de dépôt : 5600 Philippeville 1



L'ÉRABLE

BULLETIN TRIMESTRIEL D'INFORMATION

40^e année

2016

n° 1

Sommaire

Les articles publiés dans L'Érable n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Sommaire	p. 1
La bioluminescence, par R. De Jaegere	p. 2
Deux passionnantes journées de rencontre entre les CNB et le CPIE Flandre Maritime, par A. Van Belle et C. Clas	p. 8
Hommage « botanique » à Henri Jacquemin, par B. Clesse	p. 10
Encart détachable: Les pages du jeune naturaliste	
À la découverte des plantes « magiques », par V. Tarlet	p. 11
« Carnet de voyage » du stage « Aquarelle et Nature » du 4 au 6 août 2015, par B. Clesse.....	p. 15
Une nouvelle section à Arlon	p. 21
La Ligue Royale Belge pour la Protection des Oiseaux (LRBPO)	p. 23
In memoriam: Pierre Collignon et Jean-Marie Pelt	p. 24
Programme des activités du 2 ^e trimestre 2016	p. 25
Un don pour la nature, pensez-y.....	p. 43
Stages 2016 à Vierves.....	p. 44
Stages à Neufchâteau	p. 51
Leçons de nature 2016.....	p. 52
Dans les sections	p. 60

N'OUBLIEZ PAS ! ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DIMANCHE 17 AVRIL 2016

Couverture: Le printemps s'annonce (photo D. Hubaut, CMV).

Éditeur responsable: Léon Woué, rue des Écoles 21 – 5670 Vierves-sur-Viroin.

Dépôt légal: ISSN 0773 - 9400

Bureau de dépôt: 5600 PHILIPPEVILLE



membre de l'Union
des Éditeurs de la
Presse Périodique



Sources Mixtes
Groupe de produits issu de forêts bien
gérées et d'autres sources contrôlées.
www.fsc.org Cert no. CV-COC-809718-CQ
© 1996 Forest Stewardship Council



FÉDÉRATION
WALLONIE-BRUXELLES

avec le soutien de



Wallonie

La bioluminescence



Texte : Romain De Jaegere

Écopédagogue au Centre Marie-Victorin

La bioluminescence est l'émission de lumière froide visible par des organismes vivants résultant d'une réaction chimique dite de chimiluminescence. Bien qu'elle soit connue et observée depuis l'antiquité, la bioluminescence ne fait l'objet d'études approfondies que depuis le siècle dernier. La bioluminescence est représentée par une très vaste gamme d'espèces allant des bactéries (photo 1) à des organismes plus évolués tels que les poissons (photo 2) en passant par des algues, des champignons et des insectes.

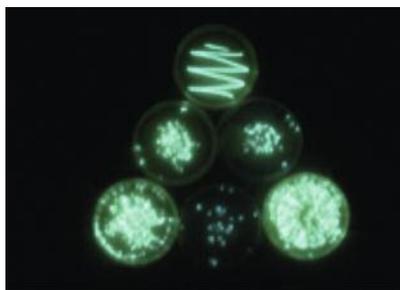


Photo 1 : bactéries bioluminescentes (PNAS/HUJ)

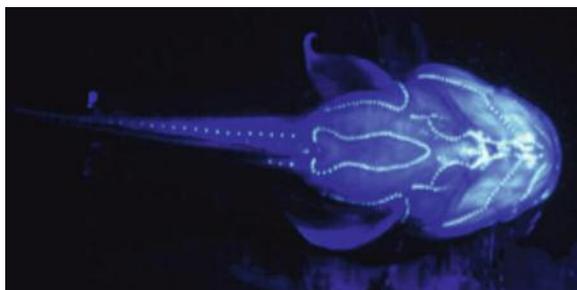
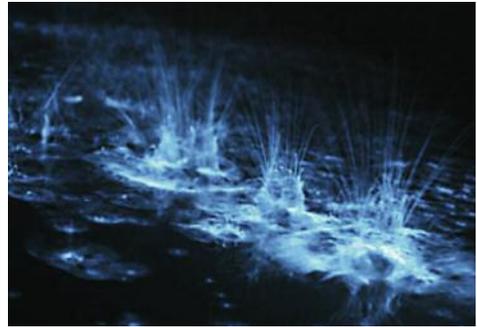


Photo 2 : poisson bioluminescent (Phil Hart)

Au total, on estime que le phénomène se retrouve dans 700 genres répartis en 16 phyla. Tous les règnes du vivant contiennent des espèces bioluminescentes hormis les archéobactéries et les végétaux. L'énorme majorité des organismes bioluminescents (95 %) se trouve dans les milieux marins. On retrouve aussi quelques espèces en milieux terrestres et au moins une espèce en eau douce. Le fait que l'on observe une telle proportion d'organismes lumineux dans les mers et les océans n'est pas totalement élucidé. Cependant, selon Haddock et al. (2010), il semble que plusieurs facteurs présents dans le milieu marin soient propices à l'acquisition de cette adaptation : (1) l'environnement marin est très stable et est resté inchangé depuis des milliers d'années ; (2) l'océan est optiquement plus clair comparé aux rivières et aux lacs ; (3) une grande partie des écosystèmes marins reçoit peu ou pas de lumière, ce qui a pour conséquence que les organismes s'y trouvant vivent dans la pénombre, voire l'obscurité ; (4) la vie est apparue dans les océans, elle s'y développe depuis plus de 3,5 milliards d'années, le mécanisme de l'évolution a donc eu tout le temps de jouer son rôle. Enfin (5), il existe de très nombreuses interactions intra- et interspécifiques parmi la grande diversité de taxons. Tout ceci favorisant l'acquisition d'adaptation et de contre adaptation chez les organismes. Il est intéressant de remarquer que certains phyla comme les cténophores ont une plus forte proportion d'espèces bioluminescentes tandis que d'autres comme les diatomées ne possèdent que très peu de représentants lumineux (Widder, 2001).

Contrairement à la fluorescence et à la phosphorescence qui pour émettre de la lumière nécessitent une absorption préalable de lumière, la bioluminescence est le résultat d'une réaction chimique dont l'énergie produite est émise sous la forme de photons. Chez les organismes lumineux, il existe deux grands systèmes capables de produire de la lumière : le système « luciférine/luciférase » et le système de photoprotéine.



Il existe des microorganismes, des dinoflagellés du genre *Noctiluca*, qui sont capables d'émettre de la lumière quand leur membrane cellulaire est stimulée mécaniquement. Quand ils sont remués par les vagues, les courants marins ou par la pluie, ils réagissent avec l'oxygène afin de devenir bioluminescents. Cela donne des scènes absolument magnifiques et féériques (photo 3 de Doug Petrino et photo 4 de Phil Hart)

a) Dans le premier cas, il s'agit de l'oxydation d'une molécule organique, généralement appelée luciférine par l'intermédiaire d'une enzyme catalytique, la luciférase. L'oxydation de la luciférine, en présence d'oxygène, aboutit à la formation de l'oxyluciférine se trouvant dans un état excité. Pour revenir dans son état de repos, elle émet un photon (Figure 1a). La luciférine est la molécule la plus conservée parmi les phyla. En effet, il existe 5 grandes familles regroupant les principales luciférines découvertes à ce jour : les aldéhydes, les tétrapyrroles, les imidazolopyrazines, les benzothiazoles et les flavines (la luciférase est quant à elle plus diversifiée et généralement spécifique aux espèces « species-specific »). Les deux luciférines les plus communes et les plus abondantes sont la coelentérazine et la luciférine de *Vargula* (un ostracode) qui font toutes deux partie de la famille des imidazolopyrazine et que l'on retrouve exclusivement chez des organismes marins. Le mode de synthèse de la coelentérazine reste encore inconnu.

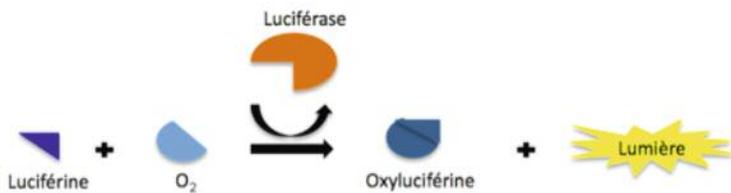


figure 1a

b) Dans le second cas, le substrat et l'enzyme sont tous les deux associés sous forme d'une seule molécule « préchargée », l'ajout d'un cofacteur (Ca^{++} , O_2 , H_2O_2 ou ATP) est nécessaire pour initier l'émission de lumière (Figure 1b). Ce mode de production de lumière est beaucoup moins commun que le système luciférine/luciférase. Nous retrouvons néanmoins des photoprotéines chez une gamme variée d'organismes tels que les cnidaires, les cténophores, les mollusques ou encore les échinodermes et on soupçonne la présence d'un tel système chez les poissons (Campbell, 1989; Shimomura, 2006).

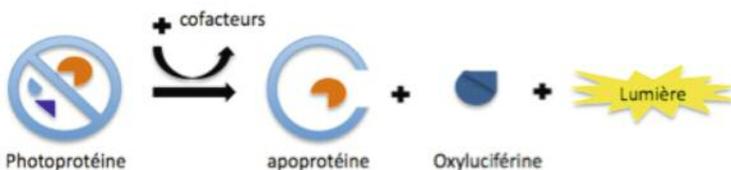


figure 1b

Rôles écologiques et distribution

L'océan est un monde dépourvu de cachettes où la lumière du soleil diminue de 10 fois tous les 75 m jusqu'à ce que l'obscurité totale règne sous les 1000 m. La bioluminescence est utile à plus d'un point de vue pour les organismes marins de ces zones et il est probable que ceux-ci l'utilisent pour plus d'une fonction. Il est important de signaler que la description des fonctions qui va suivre est basée sur des hypothèses. En effet, il est très difficile d'observer les organismes *in situ* et les scientifiques se doivent alors d'interpréter et d'imaginer les rôles écologiques de la bioluminescence sur base d'observations effectuées en laboratoire. On peut classer le rôle joué par la bioluminescence en 3 catégories : (a) défense, (b) aide à la prédation et (c) communication intra-spécifique. Généralement, l'organisme émet de la lumière avec pour objectif que celle-ci soit perçue par un autre organisme induisant chez ce dernier une réaction favorable pour l'organisme émetteur. L'importance de l'acquisition de la bioluminescence par les organismes est telle qu'on estime qu'elle est apparue indépendamment une quarantaine de fois au cours de l'évolution.

Défense

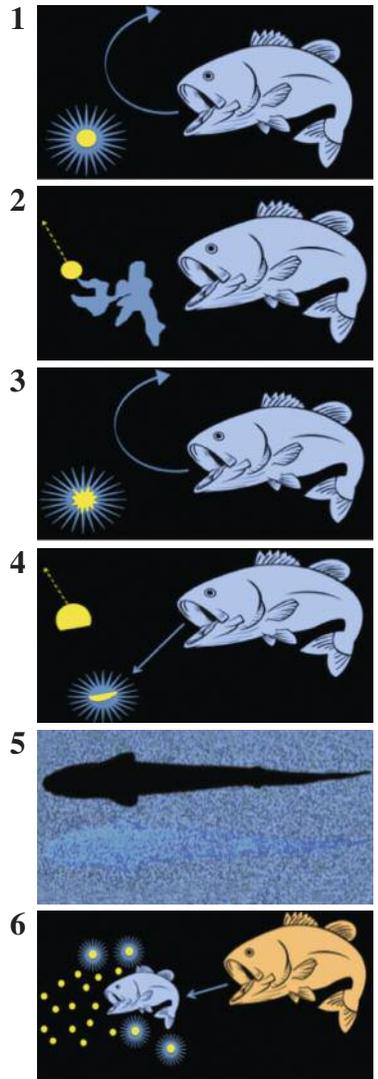
Différentes stratégies défensives ont été élaborées au cours de l'évolution. Ainsi, lorsqu'un prédateur approche une proie, l'organisme se sentant menacé (Dinoflagellés) peut émettre un flash lumineux décourageant le prédateur (1).

D'autres organismes, comme c'est le cas pour certaines espèces de crevettes (photo 5) et de céphalopodes d'eaux profondes sont capables d'excréter un nuage luminescent qui camoufle leur fuite (2).



Photo 5 : crevette éjectant un nuage bioluminescent devant un prédateur (Phil Hart)

Certains sont capables de signaler leur potentiel «mauvais goût ou toxicité» via une émission de lumière avertissant le prédateur (3). Ce phénomène est appelé « l'aposématisme ». Contrairement à l'aposématisme classique qui exhibe une coloration vive en continu, l'aposématisme lumineux n'est activé qu'en cas de besoin. Notons que dans ce cas, il est indispensable qu'il y ait un apprentissage par les prédateurs. Quelques organismes comme *Octopoteuthis deletron* notamment ont choisi l'autotomie évasive, c'est-à-dire qu'ils perdent volontairement une partie bioluminescente de leur corps (la proie elle-même n'est pas luminescente) pour tromper le prédateur et prendre la fuite (4).

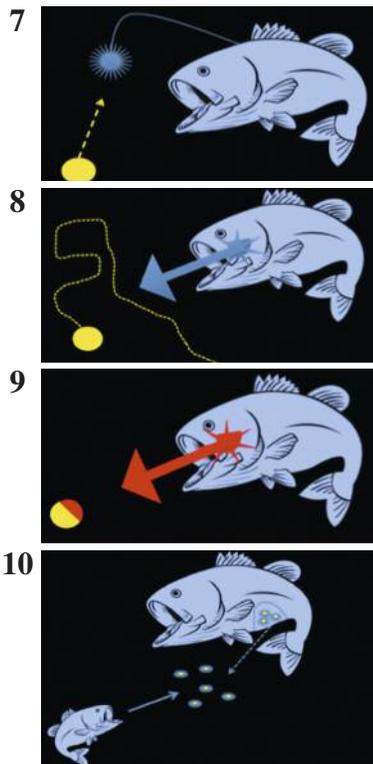


Les organismes peuvent également émettre de la lumière pour « disparaître ». C'est ce qu'on appelle le camouflage par contre-illumination (5). Cette stratégie est principalement rencontrée chez les crustacés, les céphalopodes et les poissons. La fonction de contre-illumination implique l'utilisation des photophores ventraux émettant de la lumière avec les mêmes caractéristiques physiques (intensité, longueur d'onde et distribution angulaire) que la lumière venant de la surface. Les organismes passent ainsi inaperçus pour les prédateurs se trouvant en dessous d'eux.

D'autres stratégies de défense sont encore plus élaborées. En effet, lorsqu'ils sont attaqués par un prédateur, certains organismes émettent des flashes lumineux pour que leur prédateur devienne vulnérable à l'attaque d'un autre prédateur plus gros. C'est ce qu'on appelle la « burglar alarm » (6). Il en résulte non pas un avantage pour l'organisme lui-même mais bien pour l'espèce.

Aide à la prédation :

La bioluminescence peut également être utilisée par les prédateurs dans le but de trouver ou d'immobiliser leurs proies. Un bon nombre d'espèces de poissons, notamment les poissons pêcheurs (*Linophryne lucifera*), utilisent un leurre lumineux qui semble attirer l'attention de certaines proies (leurre intrinsèque) (7). Dans ce cas, il s'agit d'une symbiose de type mutualisme entre le poisson utilisant cette technique et les bactéries qu'il cultive dans une poche contenant un milieu de culture favorable. Ils contrôlent alors l'émission de lumière en variant les conditions de culture. L'utilisation du leurre lumineux pour la prédation est répandue dans d'autres taxons que les poissons. Par exemple, une espèce de calmar du genre *Chiroteuthis* possède un long tentacule spécialisé contenant des photophores dans la partie distale qu'il agit à la manière d'une canne à pêche afin d'attirer ses proies. Quelques espèces sécrètent un nuage lumineux dans l'environnement dans le but d'attirer d'éventuelles proies (leurre extrinsèque). La bioluminescence peut également aider l'organisme à percevoir son environnement tel que le ferait une lampe torche (8). Les organes lumineux sont placés à proximité de chaque œil et le flux de lumière peut être focalisé via des cellules faisant office de lentille. Certains prédateurs sont capables de voir sans être vus grâce à des photophores émettant dans la longueur d'onde avoisinant les 650 nm pour autant que la proie possède des pigments sensibles au rouge (9). Un cas également intéressant est celui des bactéries symbiotiques lumineuses vivant dans le tube digestif des autres organismes. Une fois que celles-ci sont évacuées en même temps que les excréments, elles continuent à émettre de la lumière (10).



Cette émission va attirer d'autres organismes qui vont ingérer ces excréments et permettre aux bactéries de recoloniser un nouveau tube digestif. C'est un moyen efficace pour permettre à ces organismes de se disperser.



Certains poissons pêcheurs utilisent un leurre lumineux situé à l'extrémité d'une de leur épine dorsale afin d'attirer leurs proies. Il s'agit en fait d'une petite poche dans laquelle sont « cultivées » des bactéries bioluminescentes. Voici un bel exemple de symbiose ! (photo 6 : Phil Hart).

Communication intra-spécifique

La communication visuelle et la recherche de partenaires sexuels ne sont pas une chose facile dans les eaux sombres et peu peuplées des océans. Cependant, il semble que les organismes aient trouvé différentes solutions pour remédier à ces problèmes. Un des moyens de communication privilégié semble être la bioluminescence. L'utilisation de la bioluminescence dans la communication intra-spécifique est bien connue dans les milieux terrestres, avec l'exemple des codes de flash chez les lucioles (photo 7), alors que dans le milieu marin, ce phénomène est nettement moins documenté.

Différents patrons lumineux permettraient aux individus de se différencier les uns des autres et de trouver un partenaire sexuel. Par exemple, chez les poissons lumineux *Photostomias guernei*, il existe une poche lumineuse sur la joue qui possède une taille différente selon qu'il s'agisse d'un mâle ou d'une femelle (photo 8). Les individus sont dès lors capables de se différencier aisément.



Photo 7 : luciole émettant un flash lumineux afin de communiquer avec ses congénères (Radim Schreiber)



Photo 8 : poche lumineuse de *Photostomias guernei* (Phil Hart)

Certains organismes lumineux sont connus pour former des agrégations compactes avec des émissions de lumière synchronisées. On pense que ces agrégations sont commandées par la bioluminescence et confèrent plusieurs avantages pour les individus émetteurs. Elles seraient utiles à la défense, à la chasse ou encore à la reproduction (Buck, 1978).

Contrôle de l'émission de lumière

Au cours de l'évolution, les organismes lumineux ont adopté différents mécanismes pour contrôler leur bioluminescence. En effet, les animaux sont non seulement capables « d'allumer » ou « d'éteindre » leur photophore mais ils peuvent également moduler les caractéristiques physiques telles que l'intensité, la durée d'émission, ainsi que la distribution angulaire de la lumière. Deux mécanismes de contrôle ont été définis : (1) un contrôle intrinsèque au niveau intracellulaire et (2) un contrôle extrinsèque au niveau extracellulaire. Le premier cas inclut le contrôle des molécules au niveau de la réaction chimique et le contrôle d'événement intracellulaire comme le pH. Le second cas s'applique à des mécanismes de contrôles physiques et nerveux. Les contrôles de type physique sont

caractérisés par la présence d'un filtre optique, d'un voile opaque ou encore de chromatophores capables de moduler le recouvrement des photophores. Ce type de contrôle se retrouve essentiellement chez des organismes possédant des organes photogènes symbiotiques dans lesquels les bactéries produisent de la lumière en permanence. Le contrôle physique peut également consister à la séparation des deux réactifs (luciférine/luciférase) dans deux compartiments différents avant d'être sécrétés en même temps dans le milieu extérieur et produire de la lumière. Le contrôle nerveux implique quant à lui des substances chimiques comme les neurotransmetteurs (adrénaline, noradrénaline, acétylcholine, GABA, etc...) agissant via des ramifications nerveuses soit, directement sur les photophores, soit sur d'autres éléments tels que les muscles. Le type de ces neurotransmetteurs varie fortement d'une espèce à l'autre. Le contrôle nerveux se produit uniquement chez les espèces possédant des photophores (organe lumineux intrinsèque).

Conclusion

Comme nous l'avons vu, la bioluminescence est le fruit d'une réaction chimique entre la luciférine (protéine substrat) et la luciférase (enzyme). Cette dernière est très importante pour un grand nombre d'espèces. Elle est utilisée pour aider les prédateurs à trouver ou attirer leur proie, pour se défendre ou masquer leur fuite, mais aussi pour la communication et la reproduction entre individus de la même espèce. Dans tous les cas, la bioluminescence est nécessaire à la survie des espèces qui l'utilise. Même si la plupart des espèces bioluminescentes vivent dans les profondeurs des océans, il est possible d'observer ce phénomène dans son jardin lors des soirées estivales en observant les vers luisants ou lampyres émettre leurs flashes lumineux. Si vous avez eu la chance de voyager, peut-être auriez-vous pu aussi contempler les mers s'illuminer d'une douce lueur bleue sous l'action mécanique des vagues. Depuis quelques années, l'homme a également appris à utiliser la bioluminescence afin de comprendre son environnement. Nous l'utilisons aussi bien dans le domaine des biotechnologies que dans le domaine médical. Elle est par exemple utilisée en imagerie cérébrale afin d'étudier l'activité neuronale et cette nouvelle technique semble assez prometteuse dans la compréhension de diverses pathologies comme les maladies d'Alzheimer ou de Parkinson. D'autres perspectives sont également envisageables dans l'utilisation de la bioluminescence. Pourquoi ne pas remplacer nos lampadaires par cette source lumineuse non polluante ? Une équipe de chercheurs de l'Université de Cambridge travaille pour le moment sur la création d'arbres bioluminescents qui seraient capables d'éclairer nos rues. Qui sait de quoi demain sera fait ? Dans tous les cas, il est certain que la bioluminescence nous réservera quelques surprises...Rendez-vous dans quelques années !

Bibliographie

- Buck, J. B.** (1978). Functions and evolutions of bioluminescence. In *Bioluminescence in action* (ed. P. J. Her-ring), pp. 419-460. New York: Academic Press.
- Campbell, A. K.** (1989). Living light: biochemistry, function and biomedical applications. *Essays Biochem.* 24, 41-81.
- Haddock, S. H., Moline, M. A., Case, J. F.** (2010). Bioluminescence in the sea. *Ann. Rev. Mar. Sci.* 2, 443-493.
- Shimomura, O.** (2006). *Bioluminescence. Chemical Principles and Methods*, 470 pp. Singapore : World Scientific Publishing Co. Pte. LTD.
- Widder, E.A.** (2001). Marine bioluminescence. Why do so many animals in the open ocean make light ? *Bioscience Explained*. Vol 1(1) : 1-9.