

LA BIOLUMINESCENCE



1 Introduction

2 Définition

3 Le phénomène

4 Les différentes formes de bioluminescence

5 Pourquoi les animaux émettent de la lumière

6 Annexes

Introduction

Des insectes comme le lampyre (vert luisant), des mollusques comme la pholade, certains céphalopodes comme le calmar et des poissons comme le poisson pêcheur produisent de la lumière. Mais les espèces bioluminescentes appartiennent, pour la plupart, au monde des bactéries.

Cependant la luminescence est majoritairement représentée en milieu marin où, en profondeur, elle devient commune puisque 95% des individus récoltés à -4.000 m sont lumineux.



Lampyre



Pholades



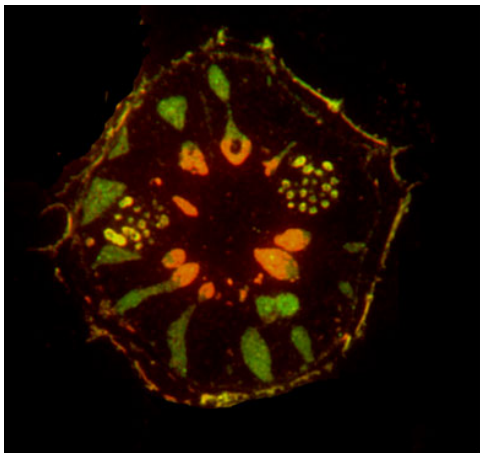
Calmar



Poisson pêcheur

En effet, dans un milieu sombre, froid et profond, la survie des organismes marins est très difficile. C'est pourquoi la nature les a doté de moyens spécifiques pour favoriser leur mode de vie, en terme d'alimentation et de protection contre les multiples prédateurs présents en ces lieux : écailles plus résistantes, dents tranchantes démesurées, mâchoires surdéveloppées, yeux adaptés à l'obscurité...

La bioluminescence en fait également partie. Certaines algues comme *Gonyaulax polyedra* et des champignons comme le clitocybe lumineux peuvent également produire de la lumière par le même phénomène.



Gonyaulax polyedra



Clitocybe lumineux

Définition

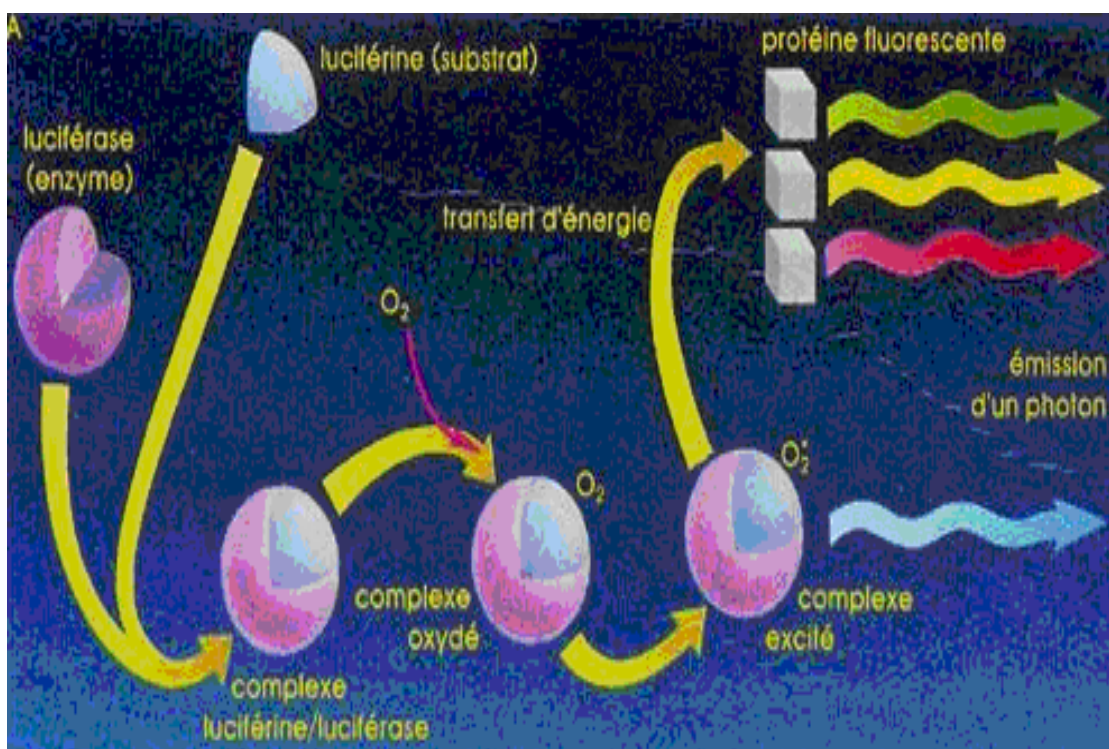
La bioluminescence est la production et l'émission de lumière froide par certains êtres vivants, liée à une fonction organique résultant d'une réaction chimique au cours de laquelle l'énergie chimique est convertie en énergie lumineuse, souvent sans aucune production de chaleur. Le mot a pour origine le terme grec bios signifiant vie et le terme latin lumen signifiant lumière.

La bioluminescence se distingue ainsi de la fluorescence (une lumière visible est créée lorsque les rayons ultra-violet entrent dans un objet mais cette lumière est immédiatement transmise) et de la phosphorescence (qui est un état continu de fluorescence même après que la source d'énergie UV est retirée).

Le phénomène

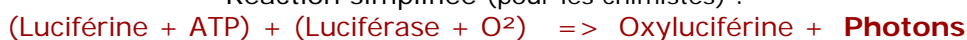
La bioluminescence s'exprime de 2 manières différentes : par une réaction chimique ou grâce à des bactéries.

➤ Par une réaction chimique



C'est une réaction enzymatique. A l'origine du phénomène de bioluminescence ou "photogenèse", il y a une substance, **la luciférine**. La lumière émise est le résultat de l'action d'une enzyme protéique: **la luciférase**, sur la luciférine (substrat). La réaction catalysée nécessite de l'**ATP** et du **dioxygène O₂** :

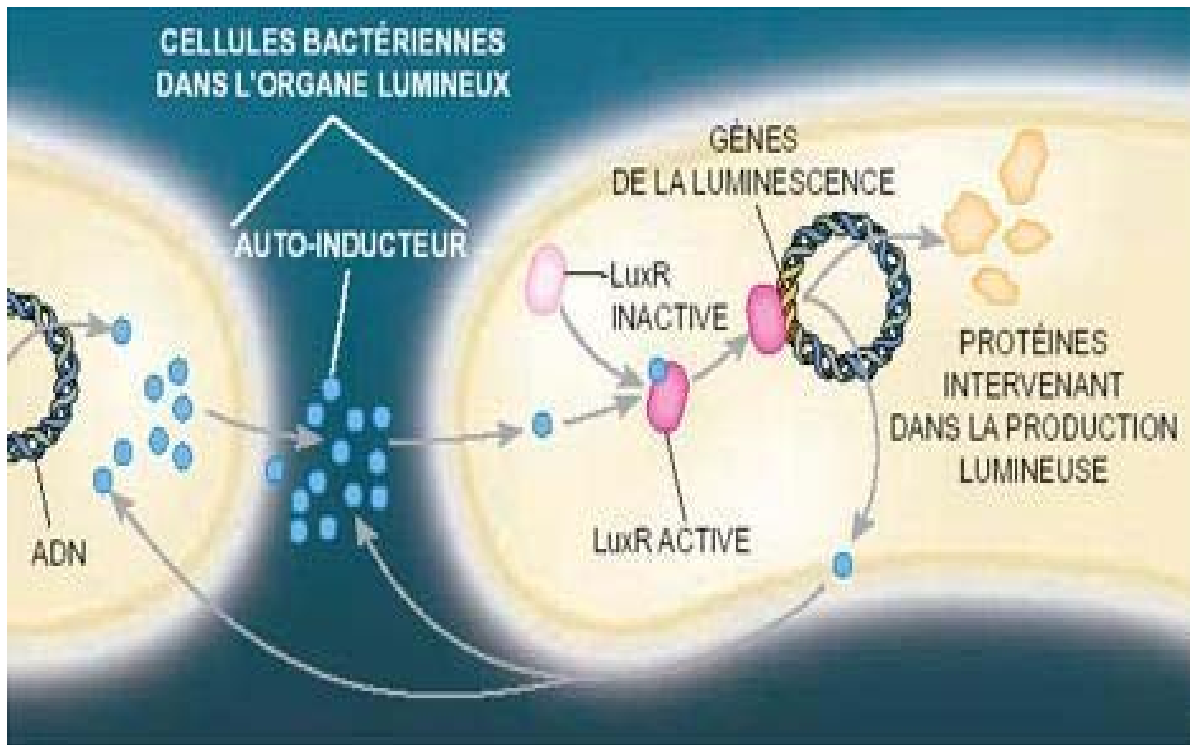
Réaction simplifiée (pour les chimistes) :



Cette réaction se fait réellement en deux étapes ou plus avec dans certains cas production de PPI (pyrophosphate), ainsi que d'autres éléments. La production de lumière a lieu durant la phase d'oxydation de la luciférine. Le signal lumineux est décroissant à mesure de la consommation progressive du substrat (luciférine) et de l'accumulation correspondante du produit (oxyluciférine).

La majorité des émissions lumineuses marines appartiennent au spectre lumineux du bleu et du vert, les longueurs d'onde qui peuvent être transmises aisément à travers l'eau. Plus rarement, certaines espèces émettent dans le rouge ou dans l'infrarouge.

➤ **Grâce à des bactéries**



Ce phénomène est uniquement connu chez les animaux marins comme les cténofores, les cnidaires, les vers, les mollusques, les échinodermes et les poissons. Il semble que ce soit le type de bioluminescence le plus répandu du règne animal.

Certaines espèces produisent de la lumière continue dont l'intensité peut être neutralisée ou modulée au moyen de diverses structures spécialisées. Les organes lumineux sont généralement reliés au système nerveux ce qui permet à l'animal de contrôler l'émission lumineuse.

Chez les bactéries, l'expression des gènes liés à la bioluminescence est contrôlée par un opéron appelé *lux operon*.

Les différentes formes de bioluminescence

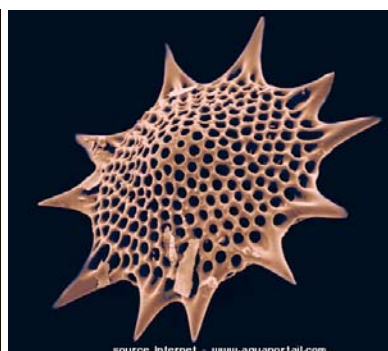
➤ **La bioluminescence intracellulaire :**

Elle est générée par des cellules spécialisées du corps de certaines espèces pluricellulaires dont la lumière est émise vers l'extérieur à travers la peau ou intensifiée par des lentilles et des matériaux réfléchissants (comme les cristaux d'urate des lucioles ou les plaques de guanine de certains poissons). Ce type de bioluminescence est celui de nombreuses espèces de calmars.

Exemples:



Euphausiacés (*krill*)



Protozoaire (Anémone clown)



certaines méduses (*Aequora*)

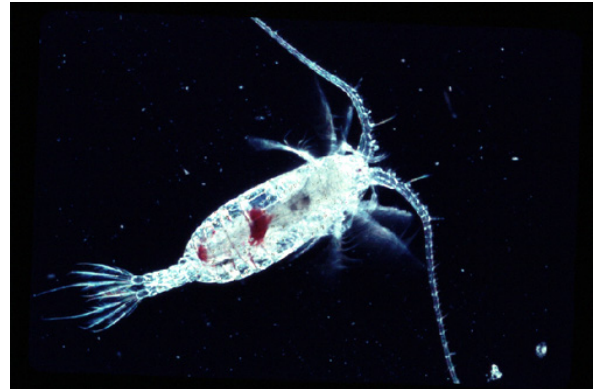
➤ La bioluminescence extracellulaire :

Les substances responsables de la production de lumière sont stockées dans des glandes de la peau ou sous celle-ci. L'expulsion et le mélange de chaque réactif à l'extérieur produit des nuages lumineux. Ce type de bioluminescence est commun à quelques espèces de crustacés et aux céphalopodes abyssaux.

Exemples:



Ostracode (*Cyprinida*)



Copépode (*Metridia lucens*)

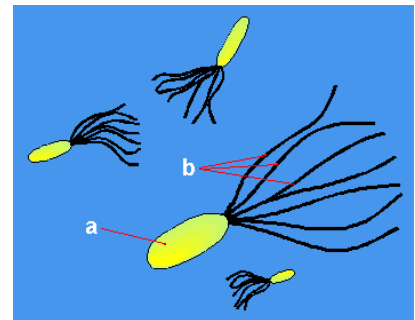
➤ Les bactéries lumineuses

Lorsque l'organisme ne possède pas de photophores, ce sont des bactéries présentes dans l'organisme qui sont responsables des émissions lumineuses.

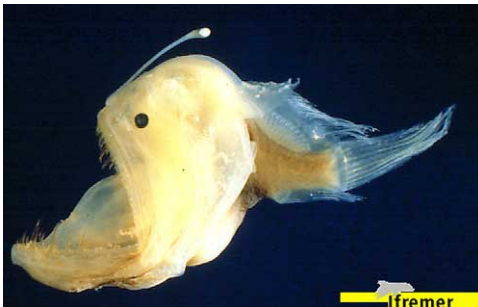
Cette image montre les cellules de la bactérie lumineuse *Vibrio fischeri*.

Les cellules de cette bactérie sont mobiles par deux à huit flagelles polaires.

a : la cellule bactérienne
b : flagelles gainés



Cette forme se trouve souvent dans les organes pêcheurs des poissons de profondeur (le poisson lanterne) ainsi que chez les céphalopodes (le calmar).



Les vers de feu (*Odontosyllis enopla*) utilisent également ce type d'effet au moment de la reproduction : les émissions lumineuses des femelles signalent aux mâles l'endroit où ils doivent se placer pour féconder les oeufs libérés.

Petite note humoristique :



Les passagers sur les paquebots de croisière sont parfois surpris par une étrange lueur phosphorescente émise par l'eau de mer dans les toilettes par la chasse d'eau. L'explication réside dans les bactéries lumineuses, qui peuvent trouver de bonnes conditions de croître dans de tels endroits

Pourquoi les animaux émettent de la lumière

Il existe plusieurs théories principales pour l'évolution du caractère de bioluminescence :

➤ L'éclairage du champ visuel

En milieu marin profond et obscur, la fonction principale de la bioluminescence est l'éclairage du champ visuel. Grâce à cette lumière, l'organisme émetteur est aussi récepteur. La cornée de l'œil d'un poisson a le même indice de réfraction que l'eau environnante, les rayons lumineux traversent la cornée sans être déviés. Donc les poissons ont un large champ de vision grâce à un bombement important du cristallin à travers la pupille.



➤ Le camouflage :

Bien que cela puisse paraître paradoxal, certains poissons utilisent la bioluminescence à des fins de camouflage. En effet, à des profondeurs moyennes, les prédateurs traquent leurs proies par dessous, le contour des proies se dessinant ainsi comme des ombres chinoises dans la faible lumière arrivant de la surface. Certains poissons grâce à la bioluminescence produite sur leur région ventrale (qui simule la lumière de la surface) deviennent artificiellement transparents aux prédateurs situés plus profond.



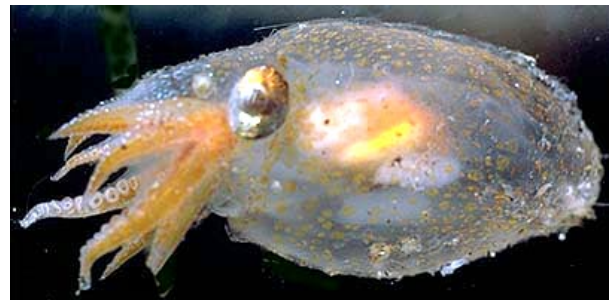
➤ L'attraction :

La bioluminescence peut également être utilisée comme un leurre par différentes espèces abyssales comme certains lophiiformes. Un appendice lumineux ballant et s'étendant au dessus de la tête du poisson permet ainsi d'attirer les petits animaux à une distance autorisant l'attaque.



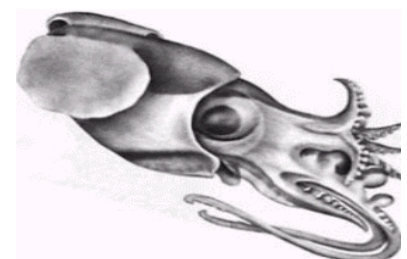
➤ L'accouplement :

L'attraction des partenaires sexuels est une autre fonction de la bioluminescence. On la trouve notamment chez les lampyres qui utilisent un flash périodique au niveau de leur abdomen pour attirer leur partenaire lors de la reproduction. Autre exemple avec la pieuvre *Japetella*, les femelles portent des photophores qui ne se développent qu'à la maturité sexuelle, et disparaissent lorsqu'elles cessent d'être reproductrice.



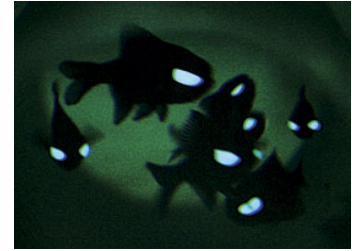
➤ La répulsion :

Certains calmars et petits crustacés utilisent des mélanges chimiques bioluminescents (également des boues de bactéries bioluminescentes) afin de repousser les attaques des prédateurs de la même manière que beaucoup de calmars utilisent l'encre : un nuage de luminescence est expulsé déroutant ou repoussant un potentiel prédateur permettant ainsi au calmar ou au crustacé de prendre la fuite en toute sécurité.



➤ La communication :

La bioluminescence pourrait également jouer un rôle direct dans la communication entre bactéries. Elle induit également la symbiose entre des bactéries et une espèce hôte et pourrait jouer un rôle dans l'agrégation de colonie.



Annexes

ATP : L'**adénosine triphosphate** est la molécule qui, dans tous les organismes vivants, fournit lors de son hydrolyse l'énergie nécessaire aux réactions chimiques des cellules.
Plus de détail sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Ad%C3%A9nosine_triphosphate

Benthique : qui est proche des fonds marins
Plus de détail sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Benthique>

Bioluminescence : voir sujet d'un TPE de classe scientifique
Plus de détail sur <http://coxcorns.free.fr/bio/> ainsi que son animation sur <http://coxcorns.free.fr/bio/bio.swf>

Ostracode : crustacés dont le corps est protégé par une carapace constituée de deux valves articulées. Capables de nager, ils font partie du plancton et reposent sur le fond en période d'inactivité

Photophore est un organe électroluminescent présent chez divers animaux marins, y compris des poissons et des céphalopodes. L'organe peut être simple ou aussi complexe que l'œil humain, c'est-à-dire équipé d'objectifs, d'obturateurs, de filtres de couleur et de réflecteurs. La lumière peut être produite à partir des composés produits pendant la digestion. Les caractéristiques des photophores sont importantes dans l'identification des poissons benthiques. Les photophores des poissons des grandes profondeurs ont pour fonction d'attirer les proies ou d'effrayer les prédateurs.
Plus de détail sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Photophore>

Pyrophosphates (appelés aussi diphosphates) sont l'anion (base conjuguée), les sels et les esters de l'acide pyrophosphorique
Plus de détail sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pyrophosphate>