

# La bioluminescence, une lumière venue de la mer prête à révolutionner la ville de demain

*Sandra Rey est la créatrice de la société Glowee<sup>1</sup>, qui utilise les voies du biomimétisme pour produire de la lumière à partir de bactéries.*

L'observation et les nouvelles technologies (biomimétisme<sup>2</sup> et biologie synthétique<sup>3</sup>) peuvent nous aider à créer de l'innovation de rupture dans le sens d'une ville différente plus propre et plus durable.

## 1 La bioluminescence

La société Glowee (**Figure 1**) utilise comme source lumineuse la bioluminescence, qui est la capacité qu'ont de nombreux êtres vivants à produire de la lumière.

1. [www.glowee.fr](http://www.glowee.fr)

2. Biomimétisme : processus d'innovation qui s'inspire des formes, matières, propriétés, processus et fonctions du vivant.

3. Biologie synthétique : domaine scientifique et biotechnologique émergent qui combine biologie et principes d'ingénierie dans le but de concevoir et construire de nouveaux systèmes et fonctions biologiques.

On peut citer sur terre : les lucioles, les champignons, les verres luisants. Mais rappelons surtout que plus de 80 % des animaux marins connus sont bioluminescents donc capables de produire cette lumière sans source électrique et pourtant d'origine chimique (**Figure 2**).

La bioluminescence est en effet une réaction biochimique régie par des gènes que portent ces organismes et certains micro-organismes. L'équipe de recherche de Glowee a travaillé et travaille sur ces gènes pour produire une source de lumière durable.

### 1.1. Bioluminescence et biomimétisme

Notre objectif est de remplacer un système de production électrique de la lumière par

Figure 1

*Glowee, l'océan qui vous éclaire.*



Figure 2

*Plus de 80 % des animaux marins sont bioluminescents.*



un système de production biologique (**Figure 3**). Cette approche biomimétique permettra d'une part de réduire l'impact de la consommation énergétique sur l'environnement, et d'autre part d'imaginer de nouvelles applications, de concevoir de nouvelles formes, de nouveaux supports.

Grâce à cette nouvelle matière première constituée de bactéries bioluminescentes, on pourra traiter la lumière sous

différents états donc se libérer de la contrainte de l'objet ampoule. Cette matière première pourra ainsi être gélifiée ou utilisée à l'état liquide, ce qui lui permettra de prendre des formes différentes et de produire de l'éclairage de surface et non de l'éclairage ponctuel (**Figure 4**).

De plus, cette lumière plus douce et utilisée sous forme de surface pourra réduire les intensités lumineuses de la

ville pour diminuer la pollution lumineuse et la pollution visuelle, qui sont à l'origine de nombreux troubles notamment sur la migration des oiseaux, sur la chute des feuilles des arbres et aussi sur la santé humaine, notamment sur les dérèglements hormonaux.

### 1.2. Le principe de la bioluminescence synthétique

Nous utilisons des gènes qui codent la bioluminescence chez des micro-organismes vivant en symbiose chez des calmars dans les abysses. Nous récupérons ces gènes pour les intégrer dans des bactéries beaucoup plus classiques qui sont des bactéries de laboratoire (Figure 5).

Cette modification génétique est nécessaire parce que d'une part les bactéries naturelles vivent dans des conditions de pression et température qui sont complètement différentes de nos conditions terrestres et donc ne réagissent pas de la même manière, et surtout parce que la bioluminescence est liée dans la nature à une fonction biologique, et que nous n'avons pas forcément envie d'attendre que notre matière



Figure 3

Le biomimétisme : remplacer l'ampoule électrique par de la lumière d'origine biologique ?



Figure 4

Contrairement à l'ampoule, la bioluminescence est multiforme.

première ait par exemple envie de chasser pour qu'elle s'éclaire et que la ville s'allume ! C'est pourquoi nous récupérons cette fonction lumière et l'intégrons dans des bactéries classiques qui sont évidemment non pathogènes et non toxiques.

Il faut ensuite réaliser tout un travail d'ingénierie sur ces bactéries en vue de les rendre plus performantes en intensité lumineuse, ainsi qu'en durée de vie.

Ces bactéries sont donc une matière première vivante,

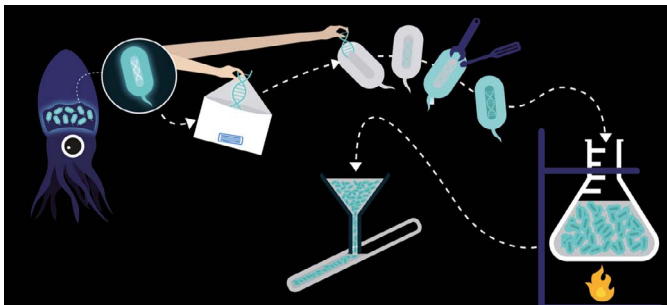


Figure 5

Principe de la bioluminescence synthétique. On récupère les gènes de micro-organismes bioluminescents pour les intégrer dans des bactéries de laboratoire.

donc qui ne dépend pas d'une ressource fossile mais qui est vraiment cultivable, et en outre cultivable de manière exponentielle puisque les bactéries se divisent par deux toutes les vingt minutes à une certaine température.

Donc nous pouvons cultiver cette lumière pour ensuite l'encapsuler dans différents contenants qui vont pouvoir s'adapter à différents supports pour les usages qu'on a imaginés.

### 1.3. Les objectifs de cette technologie

Notre vision n'est pas une vision radicale, bien que 19 % de la consommation électrique mondiale, donc plus de 5 % des émissions de gaz à effet de serre, soit liés à l'éclairage. Nous ne pensons pas remplacer toutes les sources d'énergie électrique pour la lumière par la bioluminescence.

L'objectif est plutôt de remplacer la lumière électrique là où elle ne sert qu'à mettre en valeur, à donner de la visibilité ou à signaler. Notre objectif est d'avoir « la meilleure source d'énergie au meilleur endroit » en travaillant sur l'alternative, la complémentarité, pour avoir un impact écologique et économique sur l'énergie pour l'éclairage tertiaire (Figure 6).

## 2 Les applications de la bioluminescence

### Une alternative à l'extinction des lumières urbaines la nuit

Depuis 2013 en France, un décret interdit l'éclairage des vitrines et des bureaux la nuit. Ce décret n'est pas forcément respecté aujourd'hui parce que c'est une solution radicale, mais il illustre la volonté de l'État de réduire la consommation énergétique, la pollution lumineuse et la pollution visuelle.

Avec la bioluminescence, nous pouvons aider cette transition en proposant un système durable, qui permet de palier à ces trois problèmes tout en donnant aux commerçants la possibilité d'avoir une visibilité de nuit complètement différente qui sera beaucoup plus douce et beaucoup moins agressive, et qui permettra aussi de réaliser de nouvelles choses et de donner un nouveau visage aux villes et aux rues commerçantes (Figure 7).

De nombreuses études sont en cours pour permettre l'extinction des lumières en ville la nuit, notamment rallumer



Figure 6

La bioluminescence pour réduire l'impact environnemental et économique de l'éclairage urbain.



Figure 7

La bioluminescence pour mettre en valeur les rues commerçantes : apport d'une valeur ajoutée.

ces sources électriques grâce à des capteurs de présence. Ces études montrent qu'effectivement la lumière a un impact très fort sur l'aspect sécuritaire et que créer des trous noirs urbains pose des problèmes qui ne sont pas toujours gérables dans nos sociétés actuelles, dans lesquelles nous avons une vie nocturne développée.

Plutôt que de tout éteindre, remplacer, quand on n'a pas besoin, une source d'énergie et de lumière très forte par une source de visibilité plus douce capable de diminuer la consommation énergétique pourrait être une alternative intéressante (Figure 8).

Le deuxième cas d'usage est la mise en valeur du paysage urbain, comme par exemple ce qui est signalétique, ou encore l'éclairage du mobilier urbain : bâtiments ou illuminations pour les fêtes.

Et le troisième cas d'usage est de disposer d'une source autonome d'énergie là où l'accès à l'électricité est limité. La bioluminescence est une source

de lumière qui n'a pas besoin d'infrastructure, puisqu'elle est autonome en énergie, toute l'énergie étant encapsulée dans le système, et comme la source est vivante et que c'est le métabolisme<sup>4</sup> qui agit, la réaction ainsi que la lumière produite continuent tant que la source est vivante.

Les sources bioluminescentes peuvent donc être installées à des endroits où l'électricité lumineuse est trop compliquée ou trop coûteuse à apporter. Les usages possibles sont très variés : les parcs et les jardins, mais aussi les chantiers. On peut aussi penser à l'intérêt potentiel que cela représente pour des pays émergents, pour lesquels on peut imaginer des sources de bioproduction permettant de cultiver la lumière à des endroits où l'on n'a pas d'électricité.

4. Métabolisme : ensemble des réactions chimiques qui se déroulent au sein d'un être vivant pour lui permettre de se maintenir en vie, de se reproduire, de se développer et de répondre aux stimuli de son environnement.

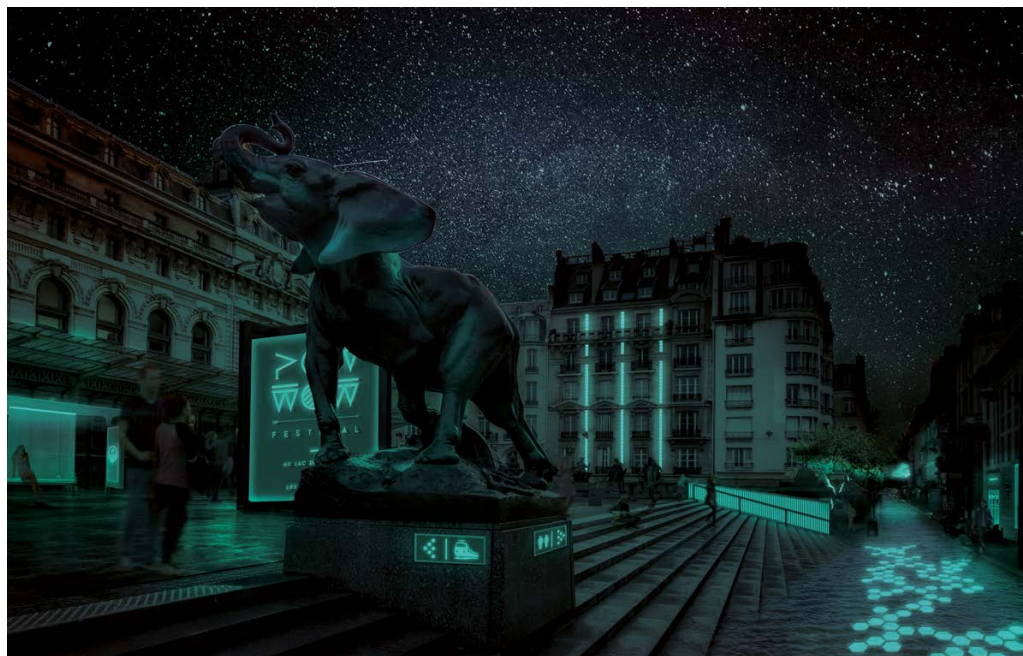


Figure 8

Là où la lumière électrique peut être remplacée, on peut introduire une lumière plus douce et plus appropriée dans certains espaces.

Le fait que cette lumière devienne une énergie elle-même et n'ait pas besoin d'infrastructure de production permet donc d'imaginer de nombreuses autres applications potentielles.

### 3 Les avantages écologiques de la bioluminescence

Au niveau de la production, on n'a plus besoin d'extraire les matières premières qui sont les bactéries dont on a besoin, cultivables *via* des infrastructures qui sont très légères. L'utilisation ne nécessite pas d'apport en énergie ni d'infrastructures.

Comme cette technologie est biomimétique et que dans

la nature tous les déchets deviennent utilisables par d'autres éléments de l'écosystème, nous récupérons ces bactéries en fin de vie, sachant que les bactéries sont de la biomasse<sup>5</sup> et que cette biomasse peut être ensuite utilisée pour créer des énergies renouvelables (Figure 9). L'éclairage bioluminescent est un bon exemple d'économie circulaire dans laquelle en s'inspirant de ce que fait la nature, on n'achète plus une ampoule, mais finalement on s'abonne à une matière première qui sera récupérée en fin de vie, revalorisée en énergie renouvelable, et le cycle sera bouclé.

5. Biomasse : ensemble de la matière organique.

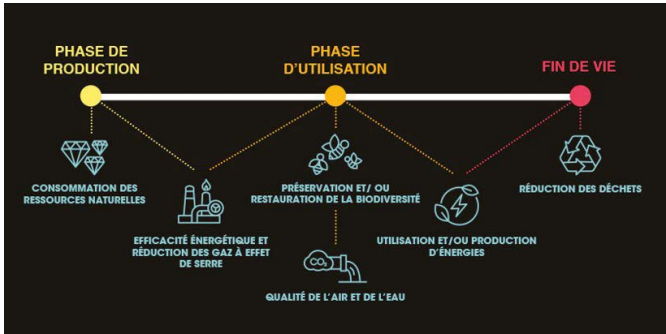


Figure 9

Avantages écologiques de la bioluminescence : de la production au recyclage en passant par l'utilisation.

## Une innovation de rupture qui peut révolutionner le paysage urbain

Les applications potentielles montrent que les sources d'éclairage bioluminescentes représentent une innovation de rupture car elles peuvent révolutionner le paysage urbain.

Passer de la recherche à l'application ne s'est pas fait en un ou deux ans : à chaque étape de l'avancée en performance de notre technologie, il a fallu sortir du laboratoire et tester sur le terrain. Plus d'une dizaine de personnes sont actuellement dédiées à la recherche en interne de la société Glowee.

Parallèlement, il a aussi été simultanément nécessaire de travailler sur l'acceptabilité sociale de cette nouvelle technologie, qui a besoin de temps pour mûrir.

En une année, nous avons réussi à passer d'une source lumineuse de quelques secondes de lumière à une source de plus de trois jours. Nous produisons déjà une technologie qui est viable pour des secteurs comme celui de l'événementiel (**Figure 10**).

Notre but est de faire en sorte que, le jour où notre technologie sera prête, en intensité et en durée de vie, ce ne soit plus une bizarrerie que d'utiliser des bactéries pour faire de la lumière, mais que ce soit simplement une évidence. Pour cela il faut

passer par plusieurs étapes. Le marché de l'événementiel est une première étape. Le marché de la vitrine est également une étape (Figure 11), mais ce n'est pas une finalité en soi.

Il faut cibler le marché de la ville pour enfin atteindre des usages beaucoup plus courants de la lumière et qui peuvent aussi révolutionner nos manières de faire (Figure 12).

Si aujourd'hui Glowee arrive à faire de l'innovation sur un phénomène comme la bioluminescence, qui est un phénomène utilisé

Figure 10

La lumière de Glowee présente dans l'événementiel.



Figure 11

Glowee met en valeur les vitrines grâce à une lumière multiforme.







Figure 12

*Glowee : éclairage urbain innovant, propre et peu polluant.*



Figure 13

*Glowee : une start-up qui révolutionne l'éclairage.*

dans énormément de laboratoires maintenant depuis plus de trente ans (Figure 13), c'est parce qu'ont été définis un usage, un business model, c'est-à-dire un cahier des charges, qui drainent l'innovation technologique.

