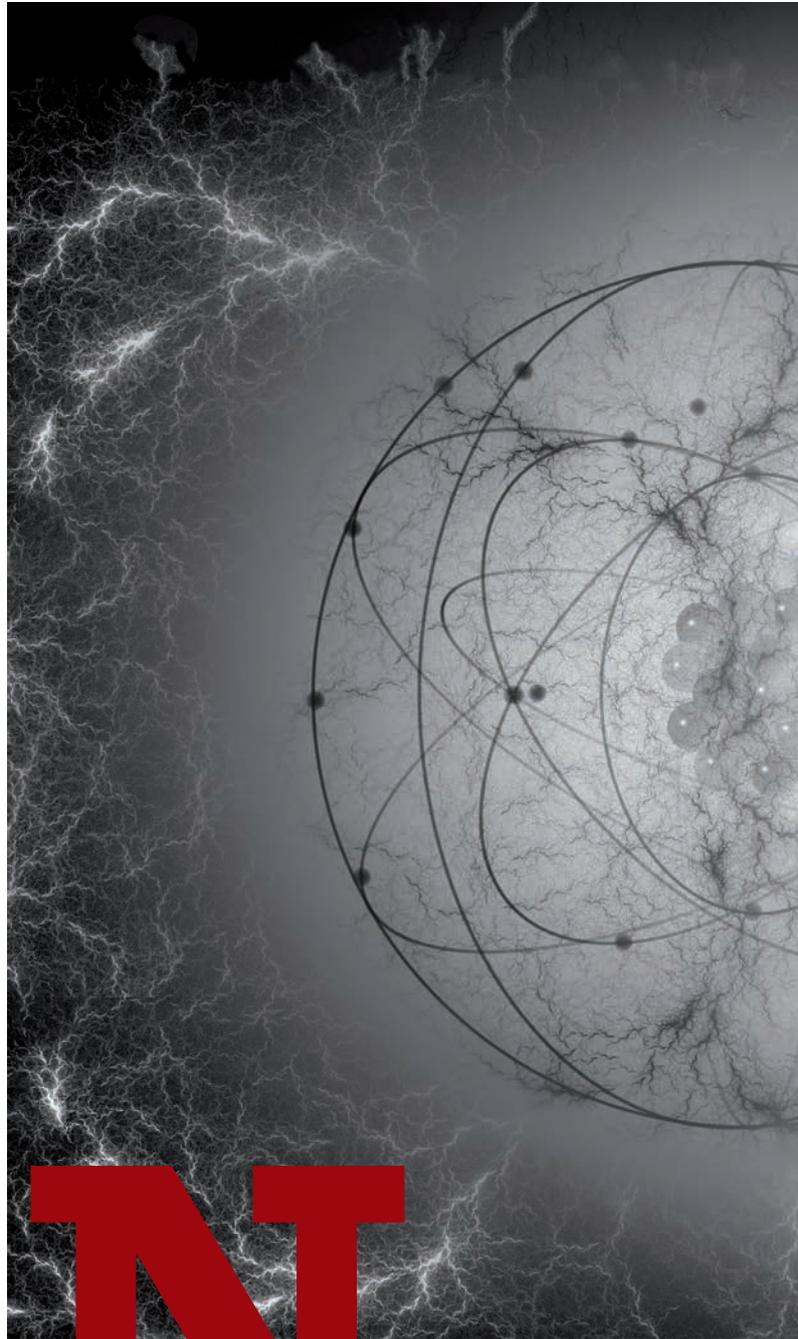


**P**hotobiologie, optogénétique, électrophotonique, biophotonique... Longtemps questionnée, la place de la lumière au sein du vivant accède aujourd'hui à une nouvelle reconnaissance. Depuis une trentaine d'années en effet, tout autour du monde, des disciplines avant-gardistes portées par la convergence de la nano-électronique, de la biologie moléculaire et des biotechnologies éclairent l'infiniment petit, explorant la présence ou l'influence des ondes et particules lumineuses au sein de la matière vivante. Ensemble, ces recherches préfigurent l'apparition d'une nouvelle science « biolumineuse ».



# N

ous sommes tous des êtres photosensibles. L'exposition à la lumière influence notre métabolisme en profondeur. En Norvège et en Finlande, par exemple, l'augmentation de l'irritabilité, de la fatigue, des maladies, des insomnies, des dépressions, de l'alcoolisme et du suicide est directement corrélée au manque de lumière du jour. La lumière modifie en effet nos sécrétions d'hormones – en particulier celles du sommeil et de la fertilité – et l'activité des protéines de notre corps. Un phénomène biologique que les spécialistes appellent la photobiomodulation et que la médecine sait de mieux en mieux prendre en compte.

### Photothérapies

Héliothérapie, lumphothérapie... L'emploi de la lumière comme traitement médical trouve ses premières lettres de noblesse en 1903. Avec l'attribution



# LUMIÈRES SUR LA VIE

©Carol &amp; Mike Weiner/Getty Images

## ► Lexique

### **Bioluminescence**

Émission de lumière par un organisme vivant suite à une réaction chimique convertissant l'énergie chimique en énergie lumineuse. Celle-ci résulte de l'oxydation d'un composé chimique, la luciférine, par une enzyme, la luciférase.

### **Chimiluminescence**

Émission lumineuse issue de n'importe quel type de réaction chimique. Le phénomène est souvent présent lors des réactions d'oxydation.

### **Chromophore**

Catégorie de molécules dont les propriétés changent sous l'action de la lumière. Dans les organismes vivants, les chromophores peuvent servir à la détection de la lumière (photorécepteur) ou à l'absorption de l'énergie lumineuse (photosynthèse).

### **Fluorescence**

Émission lumineuse d'une molécule (dite fluorophore ou fluorochrome) capable de restituer rapidement et immédiatement la lumière qu'elle a absorbée. Le phénomène n'est pas spécifique à la lumière visible et peut avoir lieu avec l'ensemble des rayonnements du spectre électromagnétique (micro-ondes, infrarouge, rayons X, etc.).

### **Héliothérapie**

Thérapie fondée sur l'exposition aux rayons solaires.

### **Luminescence**

Émission lumineuse dite « froide », qui n'est pas produite par de la chaleur. La première apparition de ce terme date de 1888.

### **Optique non linéaire**

Discipline scientifique décrivant les comportements non linéaires de la lumière (où les résultats observés n'ont pas de relation logique de type dose-réponse). La structure des matériaux traversés par le flux lumineux tient une place très importante dans ce domaine.

### **Phosphorescence**

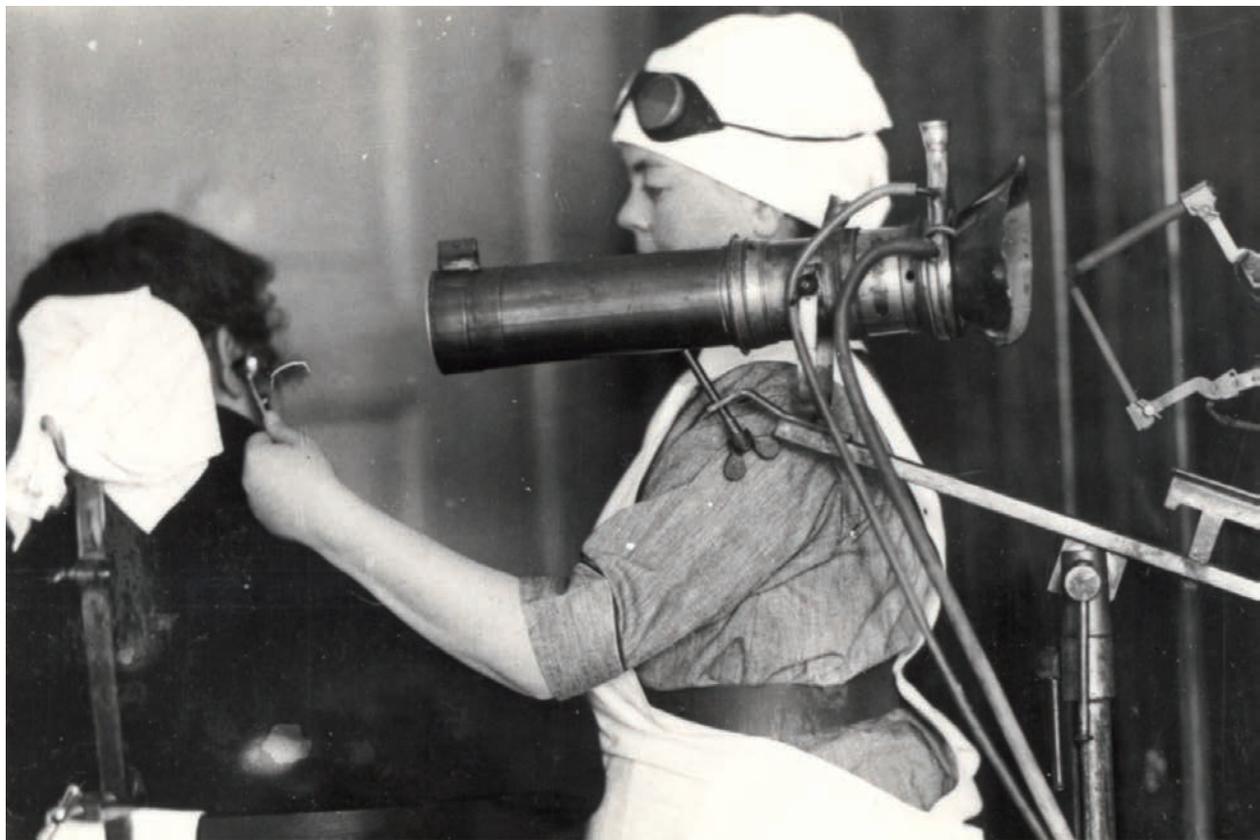
Émission de lumière d'une molécule capable de relâcher lentement et durablement l'énergie lumineuse absorbée.

### **Photobiologie**

Discipline scientifique couvrant les interactions entre la lumière et les organismes vivants. Elle inclut notamment l'étude de la photosynthèse, des rythmes circadiens, du processus photorécepteur de la vision, de la bioluminescence, des effets des ultraviolets sur les organismes, etc.

### **Photobiomodulation**

Effet de la lumière sur la synthèse de protéines dans les cellules vivantes.



Luminothérapie selon la méthode de Niels Finsen.

du prix Nobel de médecine au Danois Niels Finsen, « en reconnaissance de sa contribution au traitement des maladies par une concentration de radiations lumineuses, ouvrant ainsi une nouvelle voie à la science médicale ». La mode des bains de soleil était lancée et dura jusqu'aux années 1930. Ensuite, ce n'est qu'avec la découverte, en 1981, de la déprime saisonnière par le psychiatre Norman Rosenthal, que la thérapie lumineuse suscita un nouvel intérêt au sein du public. Les yeux et la peau sont les portes d'accès privilégiées de cette énergie lumineuse. L'une des principales protéines photosensibles de la peau n'est-elle pas la mélanine, la molécule du bronzage ?

Depuis, de nombreuses techniques de photothérapie se sont développées. « Les cellules du derme, activées par une brève lumière rouge, vont durant plusieurs jours augmenter significativement leur production de collagène, explique le médecin Luc Benichou, auteur de *Que la lumière soigne*. Elles vont également synthétiser des molécules anti-inflammatoires ou se multiplier plus rapidement s'il y a besoin de cicatrisation. »

Les progrès effectués en biologie moléculaire ont permis d'isoler le principal récepteur de la lumière dans la cellule. Il s'agit d'une protéine située au sein des mitochondries : la cytochrome c oxydase. « Lorsqu'un rayonnement lumineux

Les progrès en biologie moléculaire ont permis d'isoler le principal récepteur de la lumière dans la cellule : la cytochrome c oxydase.

visible, surtout dans des fréquences qui vont du rouge au proche infrarouge, touche cette grosse molécule, poursuit Luc Benichou, celle-ci va se mettre à fonctionner, à donner l'ordre de fabriquer de l'ATP (le carburant des cellules, NdR). Pourquoi ? Parce qu'elle contient du cuivre et du fer, et que c'est au niveau des atomes que la lumière va être absorbée en cédant son énergie. »

D'autres protéines sont, elles, sensibles à la lumière jaune ou bleue. C'est le cas de la bilirubine, un pigment toxique impliqué dans la jaunisse du nourrisson. Visible sur la peau, cette maladie est la conséquence d'un foie déficient qui ne parvient pas à éliminer la bilirubine présente à la naissance. En 1956, l'exposition fortuite au soleil anglais d'un groupe de nouveau-nés permet de constater un « déjaunissement » spontané. Depuis, la méthode s'est installée dans les maternités, favorisant en quelques heures la dégradation



La photothérapie appliquée dans le traitement de la jaunisse du nourrisson.

de la bilirubine en molécules voisines, très facilement éliminées par l'organisme.

La photothérapie dynamique est un autre procédé exploitant les vertus biochimiques de la lumière. Celle-ci est devenue possible avec la découverte que certains produits chimiques photosensibles, injectés par voie intraveineuse, pouvaient s'accumuler dans les cellules cancéreuses, les marquer et les identifier sous lumière ultraviolette, et enfin les détruire une fois activés par une lumière rouge, en libérant des radicaux libres.

Le principal colorant utilisé aujourd'hui est le Photofrin. Approuvé en 2000 au Canada et en 2004 aux États-Unis, il est autorisé en France depuis 1996 pour le traitement des tumeurs des poumons et de l'œsophage. L'approche photodynamique est aussi utilisée de par le monde pour les cancers de la vessie, de l'utérus, du sein, ainsi que pour certains cancers de la peau. Relativement indolore et sans danger, le traitement est efficace dans au moins 70 % des cas. Et ses indications pourraient s'étendre au traitement du psoriasis, de l'acné, de certaines verrues récalcitrantes ainsi qu'à l'athérosclérose. « Des études animales ont montré que le Photofrin s'accumule dans les plaques d'athérosclérose puis que, irradié avec un peu de lumière, il fait littéralement fondre ces plaques », rapporte Jacob Liberman, un spécialiste des thérapies lumineuses.

### Ingénierie optogénétique

Dernier avatar en date de la photobiomodulation: l'optogénétique. Clairement dérivée du génie moléculaire, cette toute jeune discipline fondée en 2006



Photobiomodulation avec Photofrin.

associe l'optique et la génétique en vue de contrôler l'activité de n'importe quelle cellule vivante. « Elle comprend la découverte de gènes qui font réagir les cellules à la lumière et leur insertion dans ces cellules; elle inclut aussi des techniques permettant de délivrer de la lumière dans le cerveau, de cibler les effets de cette lumière sur les gènes et les cellules voulues et d'évaluer les conséquences de cette manipulation optique », explique le professeur de psychiatrie et de bio-ingénierie Karl Deisseroth, de l'université Stanford, aux États-Unis.

L'optogénétique s'appuie sur la sensibilité de certaines protéines à la lumière: les opsines. Présentes dans les membranes cellulaires, ces protéines photosensibles ouvrent ou inhibent le passage des ions à travers la membrane. Issues de bactéries ou de micro-algues vertes, les opsines n'ont pas toutes la même sensibilité à la lumière ni le même comportement. La bactériorhodopsine, la première à avoir été découverte dans les années 1970, est activée par un

### ► Au fait, la lumière, comment ça marche ?

Selon la physique quantique, formulée dans la première moitié du  $xx^e$  siècle, la lumière est comprise comme une onde électromagnétique voyageant sous la forme de paquets (photons) se comportant comme des particules. Sa nature est donc à la fois ondulatoire et corpusculaire. Chaque photon d'une onde lumineuse véhicule une certaine quantité d'énergie, décrite selon son énergie  $E$ , sa fréquence  $f$ , ou sa longueur d'onde  $\lambda$ . Exprimée en nombre d'oscillations par seconde, la fréquence a pour unité le hertz (Hz). Un kilohertz (kHz) correspond à 1 000 oscillations par seconde, et 1 mégahertz (MHz) à 1 million de hertz. L'onde lumineuse peut osciller selon une très large gamme de fréquences, de quelques hertz à plusieurs milliards de milliards, etc. L'ensemble de ces vibrations constitue le spectre électromagnétique, au sein duquel la lumière visible, la seule lumière à laquelle nos yeux sont sensibles, ne représente qu'une infime gamme de fréquences. La vitesse de la lumière est constante dans le vide. Cette constante,  $c$ , permet de faire le lien entre fréquence et longueur d'onde. Plus la fréquence de la lumière est élevée, plus sa longueur d'onde diminue. Et inversement. La longueur d'onde détermine la couleur de la lumière au sein du spectre visible. Des longueurs d'onde de

400 nanomètres seront perçues comme du bleu et celles voisines des 600 nanomètres, comme du rouge. Mais la vitesse de la lumière dépend en réalité du milieu traversé. Établie dans le vide à 300 000 km/s, la vitesse de la lumière diminue dans l'air et tombe, dans l'eau, à 225 000 km/s. Ces différences expliquent par exemple les phénomènes de réfraction, les déformations apparentes d'un objet vu dans l'eau. La lumière peut être encore plus ralentie selon la densité du matériau rencontré. Des substances mises au point par une branche de la physique appelée physique de la matière condensée ont la propriété de quasi geler la trajectoire d'un photon et de suspendre sa course. De piéger la lumière au sein de la matière. Éclairés par la lumière, les atomes d'un objet, d'un tissu, d'une surface ou d'un milieu vont absorber une partie plus ou moins grande du rayonnement. Le reste est renvoyé, diffusé, réfléchi. L'optique emploie les termes de réfraction ou de diffraction. En physique quantique, il est question d'électrodynamique. Ce reliquat d'ondes lumineuses détermine la couleur perçue par nos sens. Car la couleur, *in fine*, est une sensation, la conséquence d'un stimulus électromagnétique capté par l'œil ou la peau, excitant ses cellules réceptrices selon les longueurs d'ondes reçues. Et la lumière devient ainsi une information sensitive.



« Ces travaux apportent déjà quelques informations intéressantes sur la dépression, les troubles du sommeil, la maladie de Parkinson et la schizophrénie. »  
Karl Deisseroth

Le psychiatre  
Karl Deisseroth.

flash de lumière verte. Ont suivi les halorhodopsines (sensibles au jaune) en 1977, puis les canaux rhodopsines (ChR1 et ChR2, sensibles au bleu) en 2002. Les plus récemment découvertes réagissent à la lumière rouge, proche de l'infrarouge.

Dans le cadre des neurosciences, la recherche optogénétique permet de contrôler l'activité électrique du cerveau avec de la lumière. « Aujourd'hui, des milliers de scientifiques utilisent l'optogénétique pour savoir comment la décharge de neurones spécifiques déclenche une réaction physiologique et un comportement complexe chez des vers, des mouches, des poissons, des oiseaux, des souris, des rats et des singes, rapporte Karl Deisseroth. Et ces travaux apportent déjà quelques informations intéressantes sur la dépression, les troubles du sommeil, la maladie de Parkinson et la schizophrénie. » Autant de maladies marquées

pour ce chercheur par des problèmes de flux d'information dans l'activité électrique des circuits neuronaux impliqués. L'application de l'optogénétique à un groupe de neurones du cerveau touchés par la narcolepsie a ainsi permis d'identifier des séquences neuronales de « réveil ». Ces séries de décharges électriques spécifiques constituent une piste prometteuse de traitement, modulée selon des impulsions lumineuses très précises. Pilotées, par exemple, par de fines fibres optiques.

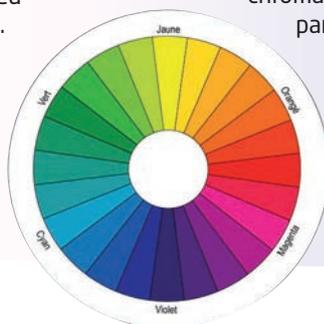
### Vous avez dit biophotons ?

Le vivant peut recevoir de la lumière, mais il peut aussi naturellement en émettre. Comme une luciole ou un ver luisant ? Oui, mais beaucoup moins. Environ 10 à 100 biophotons par cm<sup>2</sup> de surface... Ces infimes

### ► Le prisme de la chromatothérapie®

La chromatothérapie® est une méthode de photothérapie française, ingénieuse, démontrée scientifiquement et proposant un modèle original de la distribution de l'énergie lumineuse au sein du corps humain. Selon le médecin acupuncteur et neuropsychiatre Christian Agrapart, qui a conçu la chromatothérapie® il y a plus de trente ans, nous avons tous, en nous, une couleur dominante. Une énergie centrale en excès. Une parmi les six couleurs et énergies de base que sont le rouge (froid), l'orange (chaleur), le jaune (chaleur + humidité), le vert (humidité), le bleu (sécheresse) et le violet (froid + sécheresse). Et cette dominante détermine la structure énergétique de l'organisme.

« La formule, c'est l'arc-en-ciel. L'arc-en-ciel est notre élément unitaire, explique Christian Agrapart. Mettez un arc-en-ciel sur un cercle, permutez une couleur... Toutes les autres vont se redistribuer



en fonction de ce changement. C'est simple, universel et très précis. Lorsqu'on connaît la dominante de quelqu'un, la distribution de son arc-en-ciel personnel, tout le reste suit. Les méridiens, les points d'acupuncture, etc. »

L'image du Dr Agrapart en rappelle une autre: celle du prisme utilisé pour décomposer la lumière dans ses couleurs de base, celles de l'arc-en-ciel justement. Le corps humain agirait-il à la manière d'un prisme à l'égard de la lumière ambiante? Décomposerait-il la lumière en une roue chromatique propre à chaque organisme? L'organisation particulière du vivant dans sa relation à la lumière remarquée par les chercheurs en biophotons et en optique non linéaire, la structure piègeuse et conductrice de ses tissus, l'omniprésence de l'eau, permettent de poser cette hypothèse.

[www.chromatotherapie.com](http://www.chromatotherapie.com)

éclats de lumière biologiques sont imperceptibles à l'œil nu. En 2009, une équipe japonaise a confirmé en photographiant les émissions de biophotons d'un corps au repos que ces émissions spontanées étaient indépendantes de la température corporelle et des rayonnements infrarouges associés.

La bioluminescence fascine les savants depuis l'Antiquité. Jusqu'aux années 1960, on croyait que le phénomène se limitait à certains organismes. Mais par-delà le rideau de fer, en 1961, un dénommé Tarusov montra que le foie d'une souris pouvait rayonner une très faible lumière bleu-vert. L'observation fut ensuite étendue au cerveau, aux muscles, aux intestins, ainsi qu'à des graines et certaines cellules de l'immunité: les leucocytes. Le véritable précurseur de l'étude des biophotons est un autre savant russe, l'embryologiste Alexander Gurwitsch. Celui-ci suggéra dès 1922 qu'un rayonnement ultraviolet émis par les cellules vivantes jouait un rôle dans leur division cellulaire, d'où sa proposition d'appeler ce phénomène « rayonnement mitogénétique ». Pionniers mais contestés, ses travaux ont néanmoins inspiré tous les chercheurs de la discipline. Tout système biologique est le siège de processus biochimiques générant des biophotons. Des plantes, des fruits, du sang, de la peau... L'oxydation des lipides et des protéines du vivant s'accompagne de telles émissions lumineuses de faible intensité. Cette luminescence ultra-faible, cachée sous notre peau, est mille à un million de fois moins intense que les réactions de bioluminescence impliquant la luciférine et la luciférase, l'enzyme associée. C'est pourquoi la mesure des biophotons reste longue et contraignante. Elle réclame d'infinies précautions pour éviter toute interférence lumineuse. Et la capture des photons, comptés un par un, implique des séances de pose de plusieurs dizaines de minutes.

Les années 1990 ont ouvert de nouvelles possibilités à la biophotonique. Fritz Alexander Popp, en 1993, conçoit une première véritable « chambre noire », permettant avec une sonde mobile la mesure de n'importe quelle zone du corps humain.

En 1999, au Japon, suite au développement d'une nouvelle génération de sonde photosensible, les biophotons du cerveau d'un rat ont pu être comptés *in vivo*, en situation d'arrêt cardiaque. L'intensité de ses émissions était diminuée de 60 %. Des mesures faites chez l'homme ont permis de constater plus de biophotons chez des malades atteints

Des mesures faites chez l'homme ont permis de constater plus de biophotons chez des malades atteints de sclérose que chez des personnes en pleine forme.

de sclérose que chez des personnes en pleine forme. Une autre équipe japonaise a montré une corrélation statistique entre les dysfonctionnements de la thyroïde et les quantités de biophotons émis par l'index et le majeur...

#### Les flammèches de l'électrophotonique

Le champ des biophotons est aujourd'hui en pleine expansion, en particulier dans le domaine médical. Le suivi du stress oxydatif à travers l'émission des biophotons permet de mesurer le développement de maladies chroniques ou de tumeurs cancéreuses, dont les émissions lumineuses diffèrent selon les types. La recherche est dopée par les connaissances de l'optique non linéaire, qui étudie le comportement des rayons lumineux au sein, notamment, des matériaux composant le vivant.

Une autre méthode de visualisation de l'énergie lumineuse du vivant s'est développée en Russie. Héritière de l'effet Kirlian, connu pour son catalogue d'images d'objets de toutes sortes auréolées de flammèches et d'éclairs fulgurants,



© Georges Hadjo/Électrophotonique Ingénierie/R. Herren - G. Vieilledent

Luminescence d'une fleur vue par imagerie électrophotonique.

l'électrophotonique a été inventée à la fin des années 1990 par un professeur de mécanique et d'optique de l'université de Saint-Petersbourg, Konstantin Korotkov. Elle se présente sous la forme d'une caméra numérique dotée d'une électrode en verre transparente traversée de brèves impulsions électriques, de quelques microampères.

« Lorsque l'objet est placé dans un champ électromagnétique, des électrons et dans une moindre mesure des photons sont "extraits" de sa surface, décrit l'inventeur. Les particules émises, accélérées par le champ électromagnétique, génèrent des cascades d'électrons à la surface du verre. Un processus appelé décharge gazeuse glissante. La décharge cause une brillance due à l'excitation des molécules gazeuses environnantes. C'est cette luminescence induite que nous mesurons. » Amplifiée plusieurs centaines de fois, la mesure des émissions électroniques et lumineuses peut être réalisée sans préparation particulière. Là aussi, comme dans le cas des biophotons, l'extrême majorité des applications électrophotoniques s'attache à traduire l'activité métabolique du corps, les effets d'un travail physique, artistique ou intellectuel, les états de conscience modifiés...

Pour le professeur Korotkov, les êtres vivants dépendent de l'utilisation de l'énergie des photons du Soleil. Cette énergie est convertie en électrons, puis une nouvelle série de transformations métaboliques par des chaînes de protéines d'albumine la convertit enfin en énergie corporelle. « On peut dire ainsi que la vie est basée sur de l'énergie lumineuse, et que les composants organiques servent d'ingrédients à la conversion de cette

« Nous sommes tous des enfants du Soleil, vivant grâce à la lumière du monde, et émettant nous-mêmes de la lumière! »  
Konstantin Korotkov



Le physiologiste Karl Pribram.

énergie, signale Korotkov. Nous sommes tous en conséquence des enfants du Soleil, vivant grâce à la lumière du monde, et émettant nous-mêmes de la lumière! explique-t-il sur son site Web. En d'autres termes, tous les systèmes biologiques, humains compris, brillent jour et nuit. »

### Holographie corporelle?

Notre encéphale est à chaque instant le siège de milliers de décharges électrochimiques. D'impulsions électromagnétiques se propageant à quelques centimètres de distance, d'une synapse à l'autre, des réseaux de neurones composant notre cerveau. Générant les fameuses ondes cérébrales enregistrées à la surface du crâne. Ces trains d'ondes se croisent, se chevauchent, interférant les uns avec les autres. Dessinant des configurations d'énergie électromagnétique, des ondelettes porteuses d'informations. En 1969, le célèbre physiologiste du cerveau Karl Pribram a proposé de considérer cette suractivité comme une sorte d'hologramme cérébral.

L'hologramme est un écho électromagnétique, l'image intangible d'une structure d'informations globale, inscrite sur un support à l'aide des interférences d'au moins deux rayons lumineux. Explorée par les laboratoires travaillant sur les ordinateurs du futur, la mémoire holographique offre d'impressionnantes quantités de stockage de données. Le milieu biologique serait d'ailleurs très propice à ce type d'opérations. Ainsi, le procédé « d'hypermémoire diffractive » développé à l'université de Strasbourg par le Laboratoire des systèmes photoniques (LSP) a permis en 2004 de stocker des données dans des protéines de poulet, en les déformant à l'aide d'un simple

## ► LE CHAMP H DE PINEL

Émile Pinel est un mathématicien biologiste français mort en 1985 qui a construit un modèle de la cellule. Ses équations décrivent, mathématiquement, l'ensemble des phénomènes marquant l'activité cellulaire : division, multiplication, régulation, etc. Collaborateur d'Einstein, Pinel a posé les bases de la relativité biologique en mettant en évidence dans ses calculs l'effet conjugué de trois champs distincts : le champ H1, magnétique et présent dans notre espace physique, et le champ H2, qui est un champ de mémoire, situé dans un autre espace et qui se projette au sein de H1. Situé dans une dimension différente du champ H1, le champ de mémoire H2 donne ses instructions et communique avec le champ H1 par un champ d'interface, le champ H3. Ce champ de transmission H3 est pour partie matériel et pour partie ondulatoire et informationnel.

« L'intérêt là-dedans, c'est qu'en appliquant simplement la loi de Lenz, une loi de base de l'électromagnétisme, Pinel a mis en évidence comment, simplement, ces trois champs pouvaient être intégrés ensemble, explique Patrick Le Berre, un ancien physicien du Commissariat à l'énergie atomique (CEA). On est sur une physique déterministe et pas aléatoire. Il n'y a pas de physique quantique dans ce phénomène. On rejoint la physique de charge d'espace. »

Le champ H global qui en résulte s'apparente à un champ gravitationnel fondamental de la cellule, associé au champ magnétique de l'univers physique. Ce champ H fondamental, magnétobiologique, expliquerait la dissymétrie moléculaire et le pouvoir rotatoire du vivant, qui influent sur la qualité et le comportement de la lumière absorbée par le corps.

électromagnétique... Cela peut donner un aperçu du champ électromagnétique qui nous entoure. Ces ondes dont nous sommes chacun émetteur ne composent rien d'autre qu'une bulle « lumineuse » qui fluctue en permanence. Elle grandit, s'étend, ou diminue et se rétracte à la moindre de nos pensées, au plus petit changement de notre environnement intérieur ou extérieur. Cette structure lumineuse infiniment subtile et complexe imprime à chaque fluctuation sa marque, ses ondes, dans son milieu photorécepteur: l'eau, le sang, les protéines...

« Jusqu'ici, les photons étaient considérés comme les composants théoriques des champs électriques et magnétiques, explique Roeland Van Wijk, un biophysicien à la pointe de la recherche sur les biophotons (lire interview pages suivantes). Aujourd'hui, cette hypothèse initiale est devenue le défi suivant: il est impératif de multiplier les études comparatives des émissions de biophotons afin de déchiffrer le "langage" dissimulé au sein des structures des champs électriques et magnétiques. » Désormais, les savants veulent percer le code de la lumière biologique. Un nouvel âge des lumières en perspective? ●

**Maxence Layet**

« Il est impératif de multiplier les études comparatives des émissions de biophotons afin de déchiffrer le "langage" dissimulé au sein des structures des champs électriques et magnétiques. »  
Roeland Van Wijk

rayon laser basse puissance, modulé en fonction des informations à enregistrer. Depuis, la quinzaine de brevets déposés par les Français ont tous été rachetés par l'industriel Pioneer qui poursuit ces travaux en toute discrétion. Dans l'ombre.

Le modèle dit « holonomique » de la pensée développé par Pribram s'avère applicable à l'ensemble de notre organisme. La même suractivité électromagnétique règne au sein de tous nos organes, de toutes nos cellules. « *Le corps humain émet des champs électromagnétiques à des fréquences allant jusqu'à 300 gigahertz* », a souligné l'OMS dès 1993, dans un rapport sur l'état des connaissances en matière de champs électromagnétiques naturels et artificiels.

Ajoutez-y les infrarouges rayonnés par la chaleur corporelle, que nous produisons en masse, et les centaines de biophotons noyés dans ce bruit de fond

Bibliographie

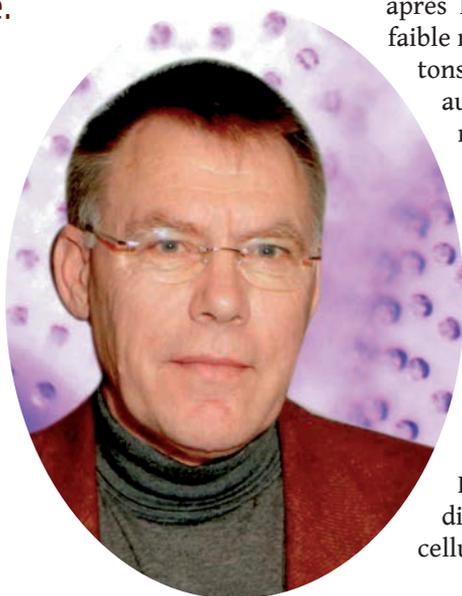
- Niels Finsen, *La Photothérapie*, 1899.
- Émile Pinel, *Les Fondements de la biologie mathématique non statistique*, Maloine, 1973.
- Dr Fritz-A. Popp, *Biologie de la lumière*, Marco Pietteur, 1998.
- Luc Benichou, *Que la lumière soigne*, JC Lattès, 2010.
- Jacob Liberman, *Lumière: Médecine du Futur*, Courrier du Livre, 2011.
- Boveris et coll., « Increased liver chemiluminescence in tumor bearing mice », *J. Free Rad. Biol. Med.*, 1(2), 1985.
- Dr Fritz-A. Popp et coll., « Biophoton emission of the human body », *J. Photochem. Photobiol. B*, vol. 40, 1997.
- Kobayashi et coll., « Imaging of Ultraweak Spontaneous Photon Emission from Human Body Displaying Diurnal Rhythm », *PLoS One*, vol. 4, n° 7, 2009.

- Kakinuma K. et coll., « Low level chemiluminescence of intact polymorphonuclear leukocytes », *FEBS Letters* n° 102, 1979.
- Kobayashi M. et coll., « Two dimensional photon counting imaging and spatiotemporal characterization of ultraweak photon emission from a rat's brain in vivo », *J. Neuroscience Methods* n° 93, 1999.
- Tarusov B. N. et coll., « Study on ultra-weak spontaneous luminescence of animal cells », *Biofizika*, vol. 6, 1961.
- R. Van Wijk et coll., « Free radicals and low-level emission in human pathogenesis », *Indian Journal of Experimental Biology*, 2008.
- « Ultra weak light emission in consciousness research », in *New research on consciousness*, Nova Science Publishers, 2006.
- Trinh Xuan Than, *Les Voies de la lumière*, Fayard, 2007.

# Interview Roeland Van Wijk: « Différents types de cellules

**N**os cellules rayonnent de la lumière. Une lumière biologique appelée biophoton. Des étincelles lumineuses que l'on sait désormais cartographier et dénombrer. Témoin passionné et privilégié des premières expériences faites en Allemagne par Fritz-Albert Popp, considéré par tous comme « l'inventeur moderne des biophotons », le biophysicien néerlandais **Roeland Van Wijk** poursuit aujourd'hui ses travaux.

Rencontre.



**NEXUS:** Vous êtes un pionnier des biophotons, des étincelles de lumière émises par les cellules du vivant. Vous les observez depuis bientôt quarante ans. Quelles sont les principales propriétés de cette lumière biologique?

**Roeland Van Wijk:** Il s'agit avant tout d'un rayonnement coloré. L'émission de biophotons se déroule principalement au sein du rayonnement visible, dans les longueurs d'onde comprises entre 450 et 570 nanomètres, avec des couleurs qui varient en fonction des organismes observés. Les biophotons émis par des levures ou des champignons sont des ultraviolets. Ceux des cellules humaines ou des mammifères sont bleu-vert. Chez les cellules végétales, en revanche, les émissions lumineuses se situent dans le rouge.

La visibilité des biophotons dépend du surcroît des tissus composant les organes et organismes. Des biophotons peuvent être produits par certaines parties d'un tissu et utilisés ou réabsorbés par d'autres. Pourquoi certains types de tissus ont-ils une meilleure capacité de stockage de photons, tandis que d'autres ne font qu'en produire, sans discontinuer, comme c'est le cas dans les zones de la respiration? La pénétration des biophotons au sein des tissus n'est, de plus, pas la même selon que l'on étudie des os, des muscles ou la peau.

**Il est également question, au sujet des biophotons, d'émissions lumineuses ultra-faibles rayonnées à d'extrêmement basses fréquences. Qu'en est-il?**

L'intensité lumineuse des biophotons est effectivement extrêmement faible. De l'ordre d'un milliardième de milliardième de watt ( $10^{-16}$ ). C'est-à-dire zéro virgule zéro, zéro, et ainsi de suite jusqu'à 16 chiffres après la virgule. L'intensité lumineuse ultra-faible s'explique par le faible nombre de photons émis. En surface, on ne peut voir les biophotons qu'un par un. Les biophotons sont émis les uns à la suite des autres. Leur succession semble en revanche répondre à un certain rythme, à un ordre donné. Existerait-il un rythme sous-jacent réglant la production de ces biophotons? Les études engagées, très délicates à mener, ne nous ont pas encore donné de réponse définitive. Une fréquence, une fluctuation très lente a toutefois été observée. Cette oscillation semble avoir une fonction qui reste à déterminer...

**D'où viennent finalement les biophotons du corps humain? Vous distinguez plusieurs sources, différents mécanismes biochimiques et biophysiques... Pouvez-vous nous rappeler lesquels?**

Les biophotons peuvent avoir plusieurs origines, même s'il reste difficile d'en déterminer une source majeure. Différents types de cellules participent au champ lumineux endogène du corps.

# participent au champ lumineux du corps »



Une partie des biophotons provient d'abord des tissus que l'on étire, qui sont pressés ou comprimés. Ces déformations induisent toujours l'apparition de charges électriques. Il s'agit de phénomènes dits « piézoélectriques ». Ces charges accumulées, en se déplaçant, peuvent émettre spontanément des biophotons.

Une autre possibilité est que toutes les cellules sont des sources d'énergie. Cette énergie est produite au sein d'organelles appelées mitochondries, qui sont de véritables centrales d'énergie cellulaire fabriquant des électrons. Ce processus de synthèse d'énergie, présent dans toutes les cellules, peut être perturbé. Des photons peuvent alors être relâchés.

Le fait est également que toutes les molécules présentes dans une cellule sont en contact les unes avec les autres, s'isolant ou se transmettant mutuellement de l'énergie. Cette énergie stockée, relayée ou capturée peut spontanément s'échapper sous la forme de biophotons. Ces différents mécanismes cellulaires, biochimiques ou biophysiques contribuent tous à la production de biophotons.

## Une dernière possibilité existe, celle-ci fait intervenir des globules blancs...

L'émission de biophotons à partir de globules blancs, les leucocytes, est en effet un mécanisme très particulier, mis en évidence depuis longtemps. Les leucocytes sont des cellules macrophages de l'immunité qui protègent notre corps de toutes sortes de microbes et d'intrus. Lorsque les leucocytes entrent en action, activés par une invasion de bactéries par exemple, ces globules blancs émettent aussi de la lumière. L'émission de lumière manifeste, disons, un haut niveau d'activité, donc d'énergie. Haut niveau d'énergie employée ici pour combattre et endommager les micro-organismes.

Le rôle de ces cellules immunitaires dans la production lumineuse du corps peut être approximativement calculé. On estime le

nombre de leucocytes dans le corps humain à 25 milliards. Chaque leucocyte rayonne au repos environ 4 photons par seconde; Pleinement actif, un leucocyte rayonne jusqu'à 20 biophotons par seconde. Cinq fois plus qu'au repos. Leur contribution au champ lumineux corporel n'est pas à sous-estimer.

## Comment peut-on mesurer les biophotons?

Nous pouvons mesurer des émissions lumineuses ultra-faibles. Bien sûr, cela ne peut avoir lieu que sur un temps relativement restreint, juste après la réaction biophotonique. On utilise alors un appareil appelé photomultiplicateur. Il s'agit d'un tube composé d'une substance photosensible, qui réagit en présence d'un photon. Cette réaction chimique produit un électron que l'on va alors multiplier, amplifier, afin de pouvoir mesurer un voltage. En combinant une très grande quantité de tubes photomultiplicateurs, on peut ainsi obtenir une image d'une grande précision, similaire aux capteurs CCD des caméras numériques. Nous avons pu réaliser ainsi des caméras capables de mesurer les émissions de biophotons chez l'être humain. Seuls deux exemplaires de cette caméra CCD ultrasensible existent aujourd'hui dans le monde. L'une au Japon et l'autre aux Pays-Bas, dans mon laboratoire à Utrecht.

## Quelle que soit l'intensité lumineuse des biophotons, des constantes dans l'émission de photons ont été mises en évidence chez l'homme. Notamment un schéma de distribution des émissions lumineuses à l'échelle du corps...

Nous avons effectivement mis en évidence des structures types d'émission lumineuse chez l'homme. Comment cela? En posant la caméra CCD sur différents endroits du corps, en l'appliquant comme un scanner

L'émission biophotonique n'est pas uniforme. La tête est toujours la zone la plus émettrice... excepté les yeux, qui n'irradient aucune lumière.

corporel. Chez les personnes en bonne santé, nous avons pu voir des constantes. L'émission biophotonique n'est pas uniforme. La tête est toujours la zone la plus émettrice... excepté les yeux, qui n'irradient aucune lumière. Si vous descendez plus bas, de la gorge au thorax, puis l'abdomen, les émissions du corps diminuent progressivement. Le plus bas vous allez, le moins de lumière est rayonné.

Plus bas, sur la jambe, aux niveaux des articulations du genou et de la cheville, il y a un regain de lumière. Cela est dû aux charges électriques que génère la piézoélectricité de ces zones continuellement sous tension, sous pression. Une autre découverte notable est que les parties « dures » du corps, telles que les ongles, brillent beaucoup plus fortement.

Si l'on regarde les bras, les émissions restent très réduites, mais augmentent brutalement au niveau des mains. Le dos de la main émet moins de biophotons que la paume. Ces émissions ne sont pas corrélées à la température extérieure ou aux rayonnements infrarouges du corps. Nous avons aussi découvert que l'intensité des émissions de la main gauche augmente à partir de 20 heures. Et que la nuit, entre minuit et 5 heures du matin, la main gauche émet plus de biophotons que la main droite. Puis, tandis que les

émissions diminuent du côté gauche, celles de la main droite augmentent. Elles culminent dans la journée, entre 10 heures et 15 heures.

Enfin, ce schéma de répartition des émissions lumineuses est plus ou moins symétrique. Les moitiés droite et gauche du corps rayonnent de manière similaire. Voici ce que nous savons en ce qui concerne des individus en bonne santé.

### **En regard des variations observées entre les mains droite et gauche, avez-vous remarqué d'autres cycles diurnes? D'autres différences entre l'activité du jour et le soir, au coucher? Ou le matin lorsqu'on se lève?**

Au lever, l'émission de biophotons est assez faible, puis augmente au fur et à mesure de la journée. Un pic est atteint à un moment de la nuit, avant de redescendre à nouveau. L'ensemble forme un véritable rythme circadien, sur 24 heures. Si vous élargissez les mesures, sur un mois ou une année, on peut également mettre en évidence un cycle annuel, calqué sur le rythme des saisons. Avec des émissions plus importantes en été qu'en hiver.

Tout cela est très logique finalement. Nous avons des cycles reliés à d'autres cycles, reliés à plus ou moins

## ► Fascias et méridiens, sources des biophotons?

**P**ourquoi certaines parties du corps retiennent-elles plus les biophotons que d'autres? Comment expliquer les variations d'émissions lumineuses observées, y compris au fil du temps? C'est ainsi que Roeland Van Wijk a envisagé qu'il y avait peut-être un lien avec le système des méridiens décrits par la médecine traditionnelle chinoise. Cette correspondance a constitué une étape majeure de son travail et une longue période de recherche. « *Durant ce laps de temps, nous nous sommes concentrés sur la possibilité que les méridiens soient les principales voies de la structure des fascias* », explique le chercheur néerlandais.

Les fascias, que l'on appelle aussi tissu conjonctif ou matrice extracellulaire, sont des tissus hautement organisés, composés d'une variété de protéines et assemblés selon une trame en réseau, qui jouent un rôle central dans notre santé. Les fascias contiennent la circulation sanguine, le système nerveux, assurent le transport de l'oxygène et des nutriments, gardent le corps en vie... Cette structure très importante, gélatineuse car gorgée d'eau, affiche qui plus est une capacité de stockage photonique très élevée.

« *Observer comment cette structure capture et emmagasine les photons est passionnant*, remarque Roeland Van Wijk. *En transportant l'énergie là où celle-ci est nécessaire, là où il y a un déséquilibre, les fascias joueraient ainsi un rôle similaire à celui des méridiens...* »

**Rôle du collagène.** Pour Roeland Van Wijk, la découverte des propriétés de stockage photonique du tissu conjonctif prend sa source dans des expériences faites avec diverses lignées cellulaires. Seule l'une d'elles, celle des fibroblastes, a présenté à la fois une très haute capacité de stockage de la lumière et une capacité supérieure de production de biophotons. Les fibroblastes sont les

cellules qui fabriquent le collagène, la principale protéine composant le tissu conjonctif. D'ailleurs, ces cellules fabriquent tellement de tissu conjonctif qu'au sein des fascias, on trouve beaucoup de collagène mais très peu de fibroblastes. C'est d'autant plus remarquable que, selon lui, dans nos autres organes, la proportion est inverse: beaucoup de cellules et très peu de tissu conjonctif. « *Ce collagène est sans doute la cause de l'exceptionnelle capacité de stockage de l'énergie lumineuse du tissu conjonctif et des fibroblastes.* »

**Conduction électrique facilitée.** Des données suggèrent également que la structure « en lamelles » du collagène au sein des fascias peut servir de support de communication électrique. Un circuit que Van Wijk relie donc au système de méridiens d'acupuncture. Le collagène est une longue protéine, étirée et très fine, dont la conductivité électrique est 100 fois plus grande dans le sens de la longueur que dans celui de son diamètre. Les propriétés conductrices de ces fibres de collagène augmentent la sensibilité du tissu conjonctif des fascias aux variations de pressions mécanique, thermique ou électrochimique (pH). Elles facilitent ainsi l'amplification et la propagation des signaux électriques et lumineux. « *Nous estimons que l'étirement de ces protéines de collagène favorise l'accumulation des photons, mais aussi leur libération sitôt qu'il devient nécessaire de les relâcher.* » Un comportement décrit à l'aide de la notion de soliton. Une ondulation particulière, solitaire et capable de se propager sans se déformer, en ignorant les lois habituelles de la dispersion d'énergie. Ainsi, selon la forme de la protéine et l'agencement de ses différentes parties, la capture et l'accumulation de photons seront favorisées.

grande échelle. Cela nous amène à la notion d'oscillation et de fluctuation à la base de ces émissions lumineuses, qui correspondent à une fuite de photons de notre énergie métabolique (lire encadré page précédente).

**Derrière la diversité de ces rythmes et des conditions cellulaires ou moléculaires d'apparition des biophotons, un principe moteur général a donc pu être mis en évidence...**

La plupart du temps, les biophotons sont relâchés dans une situation de stress: le stress oxydatif. C'est une condition clé.

Lorsqu'il y a un déséquilibre, une perturbation, le système devient instable et ne peut conserver son énergie. C'est alors qu'il va produire des biophotons.

Reformulé en termes thermodynamiques (qui décrivent les échanges d'énergie entre différents systèmes), un organisme échange avec son environnement de l'énergie, de l'information et de la matière. C'est ainsi

que se forme une structure hautement organisée, un organisme vivant doté d'un réseau complexe de boucles de rétroaction suscitant de complexes séquences de réactions en chaîne. Depuis Prigogine, en 1961, on sait que l'état le plus économe, où tous les processus se déroulent en cohérence, est celui qui produit le moins d'entropie. C'est-à-dire le moins de désordre et de déperdition d'énergie. Or, confronté à n'importe quel stress, le flot continu d'énergie inhérent à tout organisme est perturbé et doit s'adapter à la nouvelle situation. Autrement dit, dès que l'entropie se développe et qu'il y a des déséquilibres, l'émission de biophotons

augmente. L'énergie lumineuse se dissipe vers l'extérieur. À l'inverse, dans des conditions « normales », lorsque l'ensemble de la machinerie de notre biosystème travaille en harmonie, le flux des photons est stable et naturellement très bas.

Nous avons d'ailleurs montré dans une expérience que les personnes plongées dans un état méditatif émettent moins de biophotons que les autres. 35 % de moins en moyenne que dans le groupe témoin. Nous avons également retrouvé le même ordre de grandeur suite à la mesure d'un point d'acupuncture, le JG4. L'électrostimulation de ce point d'acupuncture produit moins de biophotons (1805 photons par mm<sup>2</sup>) que la stimulation des zones inactives environnantes (2744 photons par mm<sup>2</sup>). Ces chiffres suggèrent que les points d'acupuncture émettent moins de lumière que le reste de la peau.

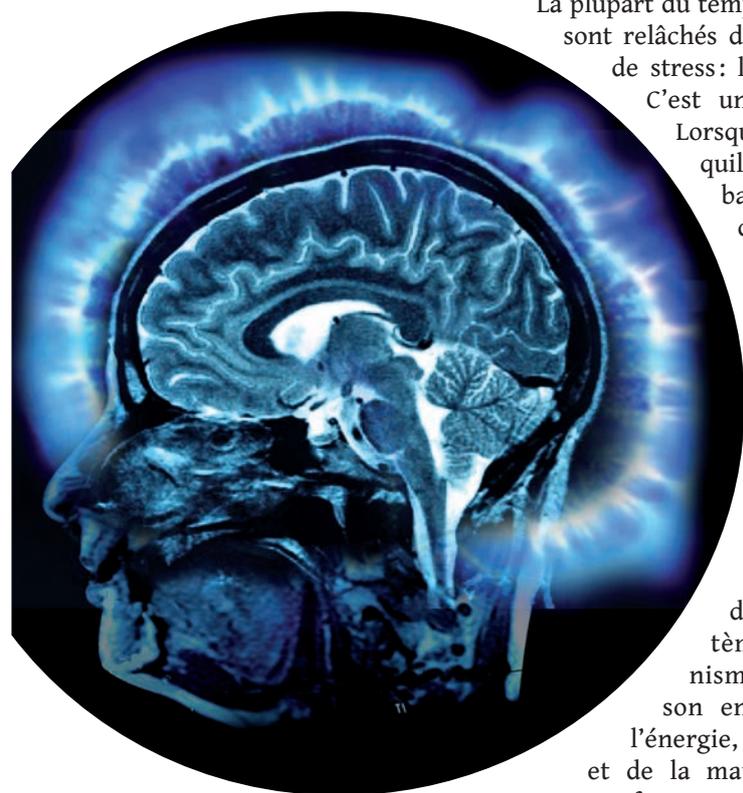
**Un état de calme intérieur va donc se répercuter à l'extérieur, sur le nuage de particules lumineuses qui nous environne? En réduisant la déperdition en biophotons?...**

Il est essentiel de comprendre que l'énergie et les informations échangées par l'organisme le sont principalement à l'aide d'interactions électromagnétiques. Celles-ci sont d'une importance cruciale dans les processus biologiques.

Le système électromagnétique d'un organisme est créé d'une part par le va-et-vient des particules (électrons, atomes, molécules) porteuses de charges électriques et génératrices de courant, et d'autre part par des photons.

Un stress conduit donc à un changement du flux électromagnétique global, ce qui entraîne des modifications de l'organisation et des réactions biochimiques du système. Pourquoi les échanges biochimiques des processus associés à la pensée et aux émotions n'auraient-ils pas le même effet? ●

**Propos recueillis par  
Maxence Layet et Miriam Gablier**



Nous avons montré dans une expérience que les personnes plongées dans un état méditatif émettent moins de biophotons que les autres. 35 % de moins en moyenne que dans le groupe témoin.