

TOUT S'EXPLIQUE

PAR SYLVIE RIVIÈRE,
EN COLLABORATION AVEC
HANI KANAAN (CEA-LETI)

L'univers des LED

LED, OLED, et bientôt microLED... ces technologies de production de lumière ont envahi le marché, tant leurs atouts sont nombreux.

Grâce à sa faible consommation, sa compacité et sa durée de vie, la LED est aujourd'hui devenue la source lumineuse par excellence. On la trouve partout : rétroéclairage des écrans, flashes d'appareils photo, éclairages domestique et industriel... Née au début des années 1960 avec la couleur rouge, elle a cependant dû attendre les années 1990 pour prendre son envol, avec la mise au point de la couleur bleue, puis verte.

Des progrès, de LED en LED

L'OLED (la LED organique) a depuis fait son apparition, venant directement concurrencer la technologie LCD (écrans à cristaux liquides) des écrans portables et téléviseurs. L'OLED consomme peu d'énergie, permet de réaliser des écrans ultrafins (épais de quelques mm), offre une grande qualité de noir et de contrastes, un angle de vision important... Déjà présente dans la plupart des smartphones haut de gamme, elle reste cependant chère pour les téléviseurs. Mais de nouveaux composants

s'annoncent déjà, encore plus performants : les microLED ! Très faible consommation électrique (synonyme d'une plus longue autonomie des batteries) et plus longue durée de vie, luminosité mille fois plus importante, très haute résolution d'image... la technologie surpasse le LCD et l'OLED sur tous les plans. Mais de nombreux verrous devront encore être levés avant de voir ces microLED envahir nos objets nomades du quotidien.

Aledia et ses microLED en 3D

C'est là qu'entre en scène Aledia. La start-up, née en 2011 dans les laboratoires du CEA-Leti, développe une technologie de rupture de microLED en 3D sur silicium, le matériau phare de toute la microélectronique. À la clé, de plus grands volumes de production et une baisse notable des coûts. Ses microLED sont constituées de nanofils de nitrure de gallium posés sur substrat de silicium. Ces filaments, cent fois plus fins que des cheveux, sont autant de LED émettant de la lumière de tous les côtés. Avec cette technologie, parfaitement adaptée à la production de très petits pixels pour une ultra haute résolution, Aledia ambitionne d'équiper tous les écrans mobiles (smartphones, tablettes, montres connectées, ordinateurs portables...), voire ceux des télévisions.

LEXIQUE

LED *Light emitting diode.*
En français : DEL, pour diode électroluminescente.



ZOOM

Les LED et leurs innombrables atouts

- faible consommation électrique
- longue durée de vie
- efficacité lumineuse : jusqu'à 300 lumen par watt, contre quelques dizaines de Lm/W pour les ampoules à incandescence
- résistance mécanique (due à l'absence de verre)
- allumage instantané
- faible dégagement de chaleur
- petite taille, facilitant le montage dans une puce électronique
- fort rendement lumineux (proche des 50 %).

2014 : le Nobel !

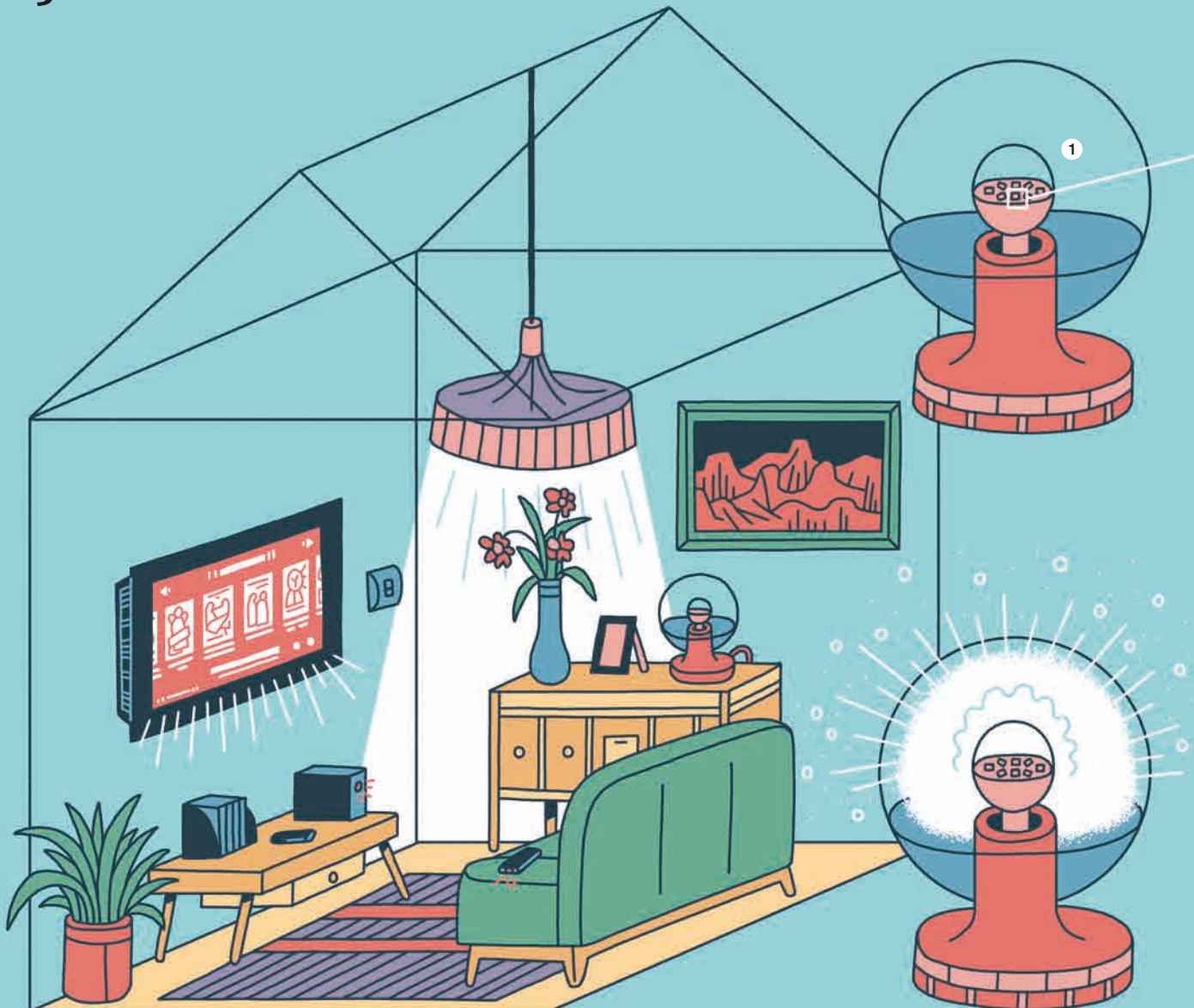
La mise au point de la LED de couleur bleue fut un vrai tour de génie, récompensé par le prix Nobel de physique, en 2014. L'un de ses co-lauréats, Hiroshi Amano, est aujourd'hui conseiller scientifique de la start-up Aledia, issue du CEA-Leti.

3 types de LED



Une LED, comment ça marche ?

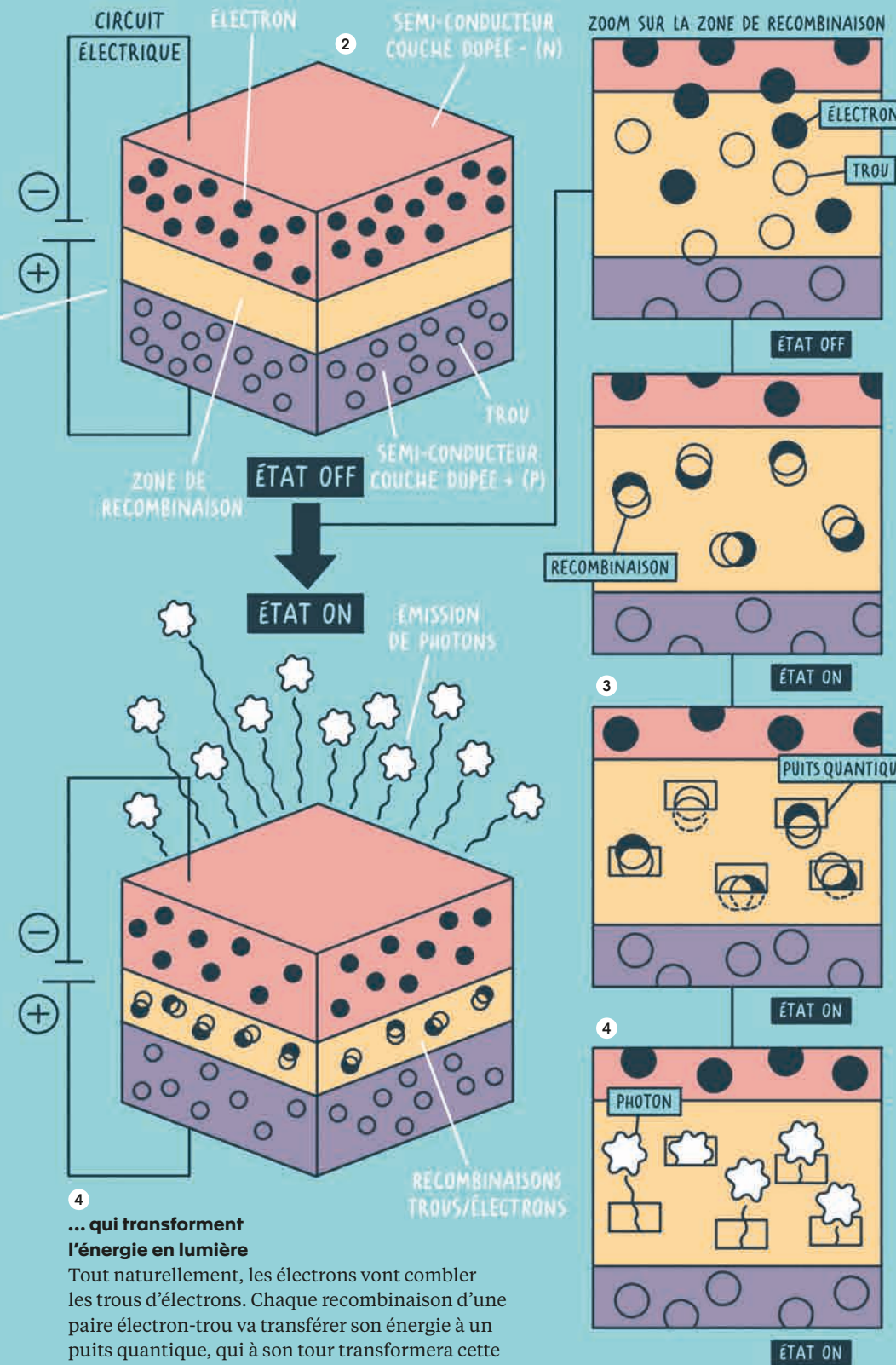
Une LED est un petit composant électronique qui émet de la lumière d'une seule couleur lorsqu'il est traversé par de l'électricité. En les groupant, par exemple par 10 voire 100, on forme des ampoules à LED.



1 Le cœur de la LED
C'est un petit carré semi-conducteur « dopé », organisé en multicouches et logé dans une capsule transparente.

2 Des électrons et des trous
Les deux couches extérieures, en contact avec les électrodes + et -, sont particulières : l'une est enrichie en électrons (N) ; l'autre en est appauvrie, grâce à des « trous » d'électrons (P). En appliquant un champ électrique entre les deux électrodes, les électrons et les trous vont se déplacer pour se recombiner à l'intérieur de la LED.

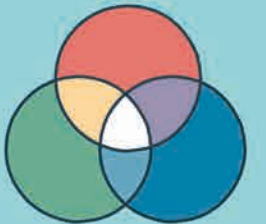
3 Au milieu, les puits quantiques...
Tout l'intervalle situé entre les couches extérieures N et P est constitué d'une succession de puits quantiques. Ces « puits d'énergie » sont créés par l'alliage de deux métaux.



4 ... qui transforment l'énergie en lumière
Tout naturellement, les électrons vont combler les trous d'électrons. Chaque recombinaison d'une paire électron-trou va transférer son énergie à un puits quantique, qui à son tour transformera cette énergie en lumière, c'est-à-dire en émettant un photon.

ALLER + LOIN

Et les couleurs ?
C'est la longueur d'onde du photon émis qui détermine la couleur de la LED. Le photon est lui-même conditionné par le niveau énergétique du puits quantique, qui dépend uniquement des matériaux choisis. Par exemple, le nitride de gallium dopé à l'indium donne une lumière bleue.



Et pour la lumière blanche ?
Les LED émettant du blanc, mélange de longueurs d'onde, n'existent pas ! Seules des astuces permettent d'obtenir une lumière blanche : association de plusieurs LED dont les couleurs (rouge, vert, bleu), une fois mélangées, donnent du blanc ; LED bleue recouverte d'une couche phosphorescente qui convertit une partie du rayonnement en jaune, l'ensemble donnant un pseudo-blanc.

FOCUS

Le dopage, comment ça marche ?
Tous les matériaux de la LED sont dopés. Des atomes autres que ceux du matériau ont été insérés, pour induire des propriétés particulières : couches N et P, puits quantiques.

Exemple avec du nitride de gallium (GaN), dopé au silicium (Si) ou au magnésium (Mg) :
Le silicium, introduit dans le cristal de nitride de gallium, se substitue à certains atomes d'azote. Il se lie avec les atomes d'azote voisins, mais laisse de côté un électron excédentaire. On parle de dopage négatif (N). Le magnésium, qui dispose de moins d'électrons disponibles, laissera en revanche un « trou d'électron » dans sa liaison avec l'atome d'azote. Le dopage devient positif (P).