

Information de fond

Août 2009

Eclairage à diode électroluminescente LED – plus qu'une nouvelle technologie d'éclairage

LED – introduction dans l'éclairage général

Aujourd'hui, on estime que l'éclairage LED est le plus grand bouleversement qu'ait connu la technologie de l'éclairage depuis l'invention de l'ampoule à incandescence, il y a de cela 130 ans. Il n'y a encore pas si longtemps, les LED (diodes émettant de la lumière) étaient considérées comme des produits de niches sur le marché de l'éclairage général et comme éléments de complément aux systèmes existants. Mais le développement des LED avec lumière blanche, il y a quelques années, a transformé le potentiel de cette technologie basée sur les semi-conducteurs. Avec le temps, l'éclairage LED va profondément bouleverser la manière dont nous éclairons nos appartements, nos autos, nos magasins, nos villes et nos bureaux.

Nouvelles possibilités d'éclairage

Un éclairage qui s'adapte automatiquement à l'heure de la journée ou qui crée des couleurs ou des effets correspondant aux activités ou aux humeurs des gens fera partie du quotidien. De nouvelles perspectives s'ouvriront pour le design, la mode et la sécurité lorsque l'éclairage pourra être intégré dans le revêtement des rues, dans les matériaux de construction, dans les meubles, dans l'intérieur des véhicules ou même dans les vêtements (comme les vestes pour les policiers ou cantonniers). Grâce à de la lumière dynamique déclinée dans toutes les couleurs, les décorateurs et urbanistes pourront programmer pratiquement tous les effets souhaités car à l'avenir, il n'y aura pas que l'état ON/OFF ou clair/foncé mais également tous les états possibles – même la simulation d'une image vidéo. Les LED offrent des solutions d'éclairage jusqu'alors impensables. Place est faite à un univers où la créativité n'a pas de limite. Par ailleurs, les LED sont extrêmement pratiques car elles sont petites, stables, durables et économes en énergie. Au vu de leur potentiel de réduction de la consommation d'énergie et donc des émissions de CO₂, les LED constituent un excellent choix d'éclairage au profit de l'environnement et de la protection climatique.

Qu'est-ce qu'une LED?

Une LED est une diode en matériau semi-conducteur (p. ex. AlGaInP ou GaInN) qui émet de la lumière quand elle est parcourue par du courant électrique. Cette technologie de production de lumière se distingue de la technologie des lampes à incandescence (émission incandescente) classiques ou des néons (décharge de gaz). La technologie LED a été mise au point à la fin des années 60 et a d'abord été utilisée pour les "lampes d'affichage" d'appareils électroniques grand public par exemple. Jusqu'au début des années 90, les LED n'existaient qu'en rouge, jaune ou vert. Après le développement des premières LED bleues, la diffusion de lumière blanche a été rendue possible par le mélange additionnel des couleurs rouge, vert et bleu ou, sur la base du bleu, par la transformation du phosphore luminescent, comme pour les néons. Pour les LED blanches, la technique utilisée implique que la lumière d'une LED bleue soit parcourue par du phosphore luminescent. Cette technologie a permis de bouleverser le domaine de l'éclairage. Ces dix dernières années, des progrès considérables ont été accomplis dans la technologie LED, ce qui permet d'utiliser les LED à des fins d'éclairage général.

Les LED aujourd'hui

La grande différence des LED modernes de forte puissance par rapport aux anciennes versions réside dans le fait qu'elles émettent beaucoup plus de lumière. Ainsi, la nouvelle LED

LUXEON Flash émet par exemple plus de lumière qu'un flash au xénon miniature. Elle est donc appropriée pour être utilisée comme flash dans les caméras de téléphones portables. Mais les puissantes LED vont principalement influencer notre vie en tant que source de lumière pour l'éclairage général et architectonique ainsi que dans l'automobile. Les LED de forte puissance sont déjà utilisées dans les feux arrière des voitures et leur utilisation dans les phares commence à se généraliser. Sur le marché de l'éclairage général, des produits comme MASTER LED, Novallure, Econic, LivingColors et Accent-LEDs constituent pour les utilisateurs des solutions durables et économiques pour l'éclairage général et décoratif. Par ailleurs, les LED de forte puissance sont utilisées également pour remplacer les lampes halogènes, les lampes à incandescence, les lampes fluocompactes et les lampes fluorescentes dans l'éclairage général. Les luminaires à éclairage dirigés vers le bas comme Fugato ou LuxSpace, le luminaire de bureau DayWave ou les luminaires d'habitat Ledino n'en sont que quelques exemples.

Quels sont les avantages des LED?

- Les LED sont petites, économiques et robustes. LEDs sind klein, energiesparend, langlebig und robust.
- Les LED économisent plus d'énergie que de nombreuses sources de lumière classiques, surtout au niveau de leur rendement optique.
- Les LED se basent sur la technologie bas voltage, ce qui simplifie leur montage et les rend plus sûres.
- Les LED sont constamment perfectionnées. Actuellement, leur rendement est doublé tous les deux ans.
- Les LED offrent de nouvelles possibilités d'applications.
- Les LED de forte puissance telles que LUXEON fournissent beaucoup d'énergie, de 10 à 100 fois plus que les lampes à incandescence classiques.
- Les LED de forte puissance présentent une durée de vie de 50 000 heures ou plus.

Quelles possibilités d'application les LED offrent-elles?

- Les LED s'utilisent principalement dans les petits appareils, les panneaux de signalisation, les enseignes commerciales, les applications automobiles, l'éclairage du trafic routier ainsi que l'éclairage décoratif et architectonique. Par ailleurs, elles sont de plus en plus employées dans l'éclairage général. Avec 60 lumens par watt (lm/W), le rendement lumineux d'une solution LED est aujourd'hui plus élevé que celui d'un éclairage standard comparable avec lampes fluocompactes (55 lm/W) et nettement plus grand que celui des lampes à incandescence ou halogènes (de 12 à 20 lm/W).
- Les LED peuvent être intégrées dans du tissu ou dans d'autres matériaux. On citera à titre d'exemple un sac à affichage intégré mis au point par la recherche Philips. Cela permet ainsi de personnaliser un vêtement ou un accessoire.
- Les LED permettent en outre de nouvelles conceptions de lumière, comme le changement de couleur pour modifier l'atmosphère d'une pièce (lumière claire le matin et ambiance plus chaude et romantique le soir).
- Grâce à leurs petites dimensions, les LED sont quasiment invisibles et peuvent être directement intégrées dans l'architecture ou dans le design de produits.

L'histoire des LED

En 1906, Henry Joseph Round remarque pour la première fois de l'"électroluminescence" en faisant des expériences avec du SiC (carbure de silicium ou carborundum). La diode émettrice de lumière (LED) était née. Les 50 années suivantes, peu de progrès sont accomplis jusqu'à ce que la recherche en matière de diodes et de semi-conducteurs commence sérieusement. Au milieu du 20e siècle, des chercheurs des domaines des sciences et de l'industrie découvrent différentes approches d'émission de lumière à la jonction P-N de diodes quand certains matériaux et processus spécifiques sont utilisés. La puissance lumineuse n'est toutefois que très faible, les LED sont chères et seules certaines couleurs sont disponibles.

En raison de leur prix élevé, les LED ne sont à l'époque vendues qu'en très petites quantités. En 1964, IBM introduit des LED GaAsP dans des plaquettes de transistor dans un ordinateur central. Ce fut un événement important car pour la première fois, les LED apportaient une plus-value convaincante par rapport à la technologie d'éclairage traditionnelle, et ce tant pour les fabricants que pour les consommateurs. Les LED pouvaient en effet être montées directement sur la plaquette en tant que lampe ON/OFF, consommaient moins de courant, se caractérisaient par une durée de vie apparemment illimitée et ne nécessitaient pas de maintenance. Avec le temps, l'ensemble des avantages apportés par les LED (plus efficaces, moins chères et plus claires) a démontré qu'il valait la peine de remplacer les sources lumineuses traditionnelles par les LED.

Bien que l'efficacité des LED soit restée relativement faible dans les années 60 et 70, Monsanto et Hewlett-Packard élaborent des chaînes de production assurant une production élevée avec baisse des coûts et forte croissance sur les marchés des affichages alphanumériques, d'abord pour les calculatrices et ensuite pour les montres-bracelets. On citera les calculatrices Texas Instruments SR-56 et Hewlett-Packard HP-67 ainsi que la montre numérique Pulsar de l'Hamilton Watch Corporation. Les points lumineux créés par les LED permettaient la commande de différents chiffres électroniques dans le même espace physique. Ainsi, les LED ont ouvert des marchés qui ne semblaient pas possibles avant et les ont dominés jusqu'à l'introduction des LCD avec éclairage de fond LED.

Durant la même période, des progrès technologiques constants ont débouché sur le développement d'une LED verte. Malgré une luminosité plus faible de cette LED, la sensibilité 10 fois plus élevée de l'œil humain par rapport à cette couleur fait paraître la LED verte aussi claire que les LED rouges déjà disponibles. Dans les années 60, le téléphone "Princess" d'AT&T était à la mode parce que quand on prenait le combiné, les touches brillaient. Toutefois, l'appareil exigeait un raccordement de 110 volts pour le fonctionnement de la lampe interne et une visite de service de la compagnie de téléphone était nécessaire quand la lampe était grillée. Les téléphones plus perfectionnés avec plusieurs lignes, qui étaient à l'époque utilisés dans les centraux téléphoniques et les secrétariats, avaient besoin de douzaines de câbles pour synchroniser les commutateurs télécommandés de l'affichage des lignes libres et occupées.

Dans les années 90, Nakamura et d'autres chercheurs accomplissent de grands progrès dans la technologie LED InGaN, ce qui conduit à la commercialisation de sources de lumière LED bleues et vertes ainsi qu'au développement de LED blanches. Comme une large palette de couleurs était à disposition, les LED ont très vite commencé à remplacer les lampes traditionnelles dans de nombreuses applications d'éclairage coloré. D'après les estimations, des LED sont utilisées dans 30% des panneaux routiers aux Etats-Unis; les affichages LED avec grand écran (dans les dimensions de ceux de Times-Square) sont en train de se répandre et de nombreuses entreprises ont conçu des luminaires destinés aux marquages sur les aéroports et dans d'autres applications.

L'introduction de la commande numérique pour les LED colorées ouvre de nouvelles perspectives à l'éclairage architectural. Beaucoup des projets de design récompensés en 2003 par les prix de design de l'IALD (International Association of Lighting Designers) comportaient des LED colorées. Grâce à l'utilisation possible de la palette de couleurs pour les LED de forte puissance, des designs architectoniques et des formes d'éclairage d'avant-garde pour scènes et studios peuvent être élaborés. En juin 2004, au festival pop de Glastonbury (en Angleterre), 11 des 14 scènes ont été éclairées par des LED de forte puissance, tandis que près de 196 luminaires performants LED RGB Pixel Par avec couleurs variables, de marque James Thomas Engineering, ont illuminé sous forme de spots la scène principale au moyen d'un système de commande vidéo unique en son genre. Dans tous les exemples cités, les LED colorées réduisent considérablement la consommation de courant étant donné que jusqu'à 90% de la lumière blanche peuvent disparaître grâce au filtrage des couleurs.

La robustesse des luminaires LED, la sécurité d'un fonctionnement à bas voltage et l'absence de rayonnements infrarouges et UV augmentent la plus-value des LED dans les appli-

cations. Enfin, la longue durée de vie des LED est un avantage supplémentaire au niveau de la rentabilité des applications LED, lesquelles sont amorties en l'espace de trois à cinq ans. Cela se répercute sur les économies de consommation d'énergie ainsi que sur les coûts de maintenance.

Technologie LED et paramètres de puissance

La technologie LED provient de la branche des semi-conducteurs. C'est pourquoi la branche plus traditionnelle de l'éclairage a d'abord exprimé un certain scepticisme vis-à-vis de cette nouvelle venue. La branche des semi-conducteurs avait déjà lancé des nouveaux produits révolutionnaires – principalement par la miniaturisation – qui ont eu de grandes influences sur notre quotidien. En font partie les ordinateurs, les téléphones mobiles ou les lecteurs CD, de même que de nombreux produits destinés à des applications plus professionnelles comme les appareils médicaux portables. Avec la numérisation actuelle de la lumière, l'industrie de l'éclairage est en passe de subir un profond bouleversement.

Dans le passé, la plupart des LED étaient fabriquées en exécution de 5 mm, comme sur la figure 1. Les fils de sortie servaient tout aussi bien de conducteur électrique que de conducteur thermique limitant la puissance lumineuse. La composition du boîtier en epoxy a des répercussions sur la durée de vie des LED bleues et blanches, ce qui sera traité plus tard. En raison de leur faible puissance lumineuse et de leur transmission de chaleur limitée, ces petites unités ont surtout favorisé les applications de puissance lumineuse. Dans cette configuration, les sources de lumière blanches ont été marquées par des variations de couleurs et une mauvaise préservation des lumens.

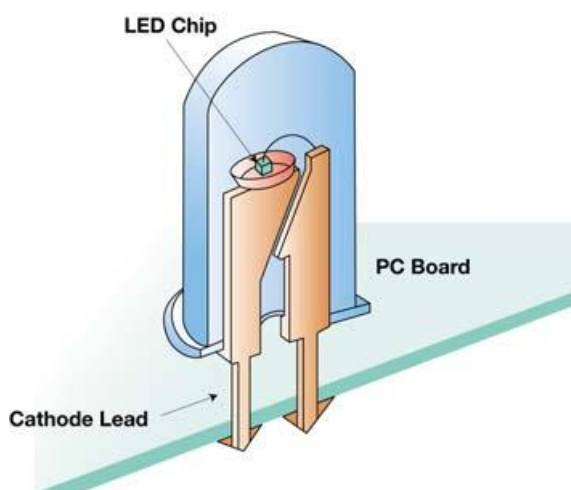


Figure 1
[Cathodes, chip LED, plaquette d'ordinateur]

La figure 2 montre une LED de forte puissance Luxeon standard de Philips désormais disponible dans le commerce. La grande pièce en métal améliore considérablement les propriétés de transmission de la chaleur, ce qui permet de créer un courant plus fort, une plus grande surface d'émission de la lumière et une puissance lumineuse proportionnellement plus élevée. La résistance à la chaleur des systèmes de forte puissance est 10 fois plus faible que celle d'une LED 5 mm traditionnelle. Du point de vue de la puissance, la LUXEON Rebel possède une surface d'émission carrée de 1 mm et jusqu'à une puissance lumineuse de plus de 100 lumens. Cela contraste fortement avec les propriétés d'une LED 5 mm standard: sa chip n'est que de 0,25 mm et fournit moins de 0,1 watt. Pour un courant de 30 milliampères environ, elle présente une puissance lumineuse de seulement 2 lumens. La LUXEON K2 avec TFFC (Thin Film Flip Chip) est la LED ayant la plus grande puissance électrique disponible actuellement dans le commerce. Pour 1 ampère, elle émet un flux de jusqu'à 200 lumens et même plus de 260 lumens pour 1,5 ampère.

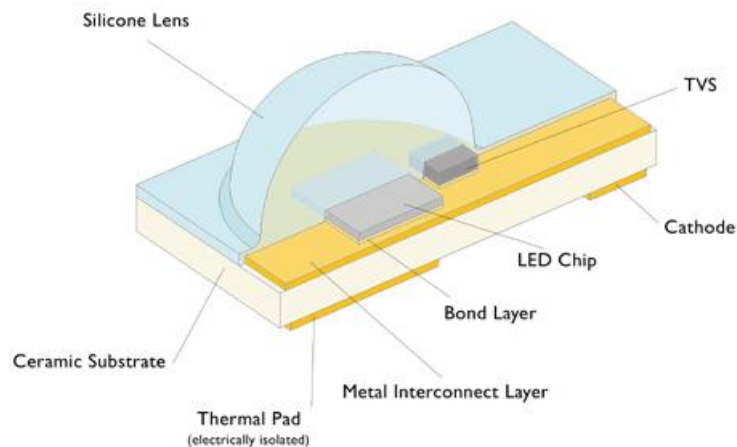


Figure 2

[Lentille silicone, TVS substrat de céramique, pad chaleur (électriquement isolé), couche intermédiaire métallique, couche Bond, chip LED, cathode]

Il existe encore d'autres avantages importants qui sont également intégrés dans ce concentré de puissance. Des améliorations au niveau du dépôt de phosphore, de l'encapsulation des chips et des technologies de gestion de la chaleur dans les versions forte puissance blanches ont pratiquement éliminé les variations de couleurs au niveau de la répartition de la lumière. La préservation des lumens est considérablement améliorée et le rendement a déjà dépassé celui des lampes halogènes. Les LED LUXEON sont disponibles en blanc chaud, blanc neutre et blanc froid, avec des valeurs CRI comprises entre 70 et 90. Les LED de forte puissance rouges, vertes, bleues et jaunes permettent également le développement de techniques de mélanges de couleurs, une méthode alternative à la production de lumière blanche.

Durée de vie et perte de flux lumineux

La durée de vie d'une LED est un thème qui fait débat. Tout comme une lampe à décharge, une LED peut fonctionner pendant longtemps. Pour une utilisation à des fins de décoration ou de marquage, une perte de 50% du flux lumineux initial est considérée comme acceptable et représente une bonne mesure de la durée de vie. Pour l'éclairage, il s'agit toutefois de savoir combien de temps les LED peuvent produire de la lumière utile de façon fiable. Des tests actuels effectués de manière indépendante confirment que les LED 5 mm blanches traditionnelles présentent une perte de flux lumineux de 50% durant les 6000 premières heures de leur durée de vie mais que les systèmes de forte puissance plus récents n'enregistrent qu'une perte insignifiante pour la même durée. Les données disponibles concernant les LED de forte puissance LUXEON indiquent qu'avec une gestion de chaleur efficace, la durée de vie, la fiabilité et la préservation du flux lumineux sont nettement améliorées. Après 50 000 heures, les LED Luxeon possèdent encore 70% de leur flux lumineux initial.

Etant donné leur capacité à préserver un rendement lumineux utile sur une longue durée, les LED LUXEON de forte puissance constituent une alternative aux sources lumineuses traditionnelles aux forts coûts de maintenance. Cela a accéléré le remplacement des lampes à incandescence largement répandues dans les feux de circulation par des LED de forte puissance. Ces mêmes considérations constituent un facteur décisif qui accélère l'emploi de technologies LED dans les applications lumineuses générales.

Les LED et la gestion thermique

Il est faux d'affirmer que les lampes LED ne dégagent pas de chaleur. Certes, il est exact que la lumière qu'elles émettent contient peu ou pas de rayonnements infrarouges mais les LED aussi – comme tous les autres agents lumineux – n'ont pas un rendement de 100%. Ainsi, elles produisent de la chaleur dans le matériau semi-conducteur qui les compose, chaleur qui doit être évacuée.

La différence réside dans le fait qu'il s'agit de chaleur qui est conduite et non pas émise. Cette chaleur doit être prise soigneusement en considération si on ne veut pas que les plaquettes semi-conductrices ne surchauffent pas. Cela a été l'un des défis que les scientifiques de Philips Research ont dû relever lors de la conception de leur première lampe LED. Un autre défi tout autant important a été l'intégration de l'électronique de conversion de courant alternatif/courant continu dans les socles de lampes afin que ces lampes puissent être directement vissées dans les douilles de lampes existantes de 230 volts en courant alternatif.

Cela signifie qu'une tension alternative de 230 volts doit être transformée en une tension continue de bas voltage nécessaire au fonctionnement des LED. Cette conversion doit être très efficace de manière à ne produire que peu de chaleur supplémentaire. Cette technologie doit en outre pouvoir s'intégrer dans l'espace réduit d'un culot de lampe. Les connaissances de Philips Research en matière de développement de convertisseurs performants courant alternatif/courant continu, de techniques de gestion thermique et de technologie System-in-Package (SiP) ont été nécessaires pour mettre au point une solution.

Les compétences au niveau des systèmes jouent également un rôle essentiel lors de la mise en œuvre d'un autre grand avantage de l'éclairage LED, à savoir la capacité à pouvoir commander les éclairages. L'intensité lumineuse d'une LED se commande en adaptant le courant qui parcourt la lampe. L'important est qu'il n'y ait pas de changement de couleur de la lumière émise ou que ce changement reste faible. Cela constitue un fort contraste par rapport aux lampes à incandescence dont la température de couleur change fortement quand leur intensité varie.

Résumé

Les LED sont de minuscules sources de lumière qui peuvent être facilement intégrées dans un circuit imprimé. Contrairement aux lampes à incandescence traditionnelles, elles ne possèdent pas de filament qui brûle et elles ne sont pas particulièrement chaudes. Étant donné leur petite taille, il faut faire particulièrement attention à la gestion thermique et s'assurer que la chaleur du semi-conducteur est efficacement dissipée. En cas de surchauffe, les LED perdent rapidement de leur puissance et peuvent, dans certaines circonstances, être détruites. Les LED produisent de la lumière à cause du mouvement d'électrons dans un matériau semi-conducteur et durent aussi longtemps qu'une diode à semi-conducteur. Les LED sont utilisées dans tous les types d'appareils. Elles forment les chiffres d'une montre à affichage numérique, transmettent les informations des télécommandes, éclairent les montres et indiquent si un appareil électrique est en fonctionnement.

Les LED produisent plus de lumière par watt d'énergie électrique amenée que les lampes à incandescence, elles s'allument instantanément, sont très petites et sont, contrairement aux lampes traditionnelles, idéales dans les applications avec allumage et mise hors service. Comme les LED sont des corps solides, elles ne sont pas sensibles aux sollicitations mécaniques. Les LED ont une durée de vie très longue. Tandis que les lampes fluorescentes durent en général jusqu'à 15 000 heures et les lampes à incandescence jusqu'à 1000 heures, les LED de forte puissance ont une durée de vie utile de 50 000 heures environ. Les applications LED réagissent – comme tous les circuits électroniques – à l'humidité et demandent une protection élevée quand elles sont utilisées à l'extérieur.

Philips et la chaîne de création de valeur LED

Durant les quasi 120 ans de son histoire, Philips n'a cessé d'améliorer la qualité de vie des gens grâce à l'éclairage. En renforçant sa position dans le domaine de l'éclairage LED, l'entreprise entend poursuivre cette tradition, de même que la croissance, l'innovation et la conquête de nouveaux marchés. Aujourd'hui, Philips propose une palette complète de systèmes d'éclairage LED – pas seulement des LED mais des systèmes et concepts de lumière spécialement basés sur la technologie LED et utilisés tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Il ne s'agit pas uniquement de mettre au point un éclairage avec de la lumière colorée. Depuis longtemps, les LED Philips sont parties à la conquête de l'éclairage général avec de la lumière blanche. Elles sont utilisées entre autres dans l'embellissement des villes, dans l'éclairage

des routes et des bâtiments industriels, dans les hôtels, dans les restaurants ou dans les bars, dans l'éclairage du commerce de détail et dans la conception des salles de traitement dans les cabinets médicaux et les hôpitaux, ainsi que de plus en plus dans l'éclairage décoratif et général de l'habitat.

La chaîne de création de valeur dans le domaine des LED se différencie de celle du domaine de l'éclairage traditionnel. On distingue 4 phases. D'abord, il existe les chips semi-conducteurs qui, dans la phase suivante, sont dotés de raccords électriques et d'une optique de base. Dans une troisième phase, une alimentation en courant et une optique secondaire viennent s'ajouter dans un module et enfin, lors de la 4^e phase, le tout est intégré dans des produits finis comme les appareils électroniques ou les corps d'éclairage. Lumileds, acquise par Philips, possède le savoir-faire nécessaire aux premières phases tandis que Philips Lighting est compétent dans les phases suivantes. Globalement, Philips est bien positionné sur le secteur des LED. En intégrant des fabricants leaders de diodes lumineuses, d'applications LED et de composants système tels que Lumileds Lighting, Color Kinetics et TIR Systems ainsi que Partners in Lighting International pour les domaines des luminaires d'habitat, l'entreprise est présente à toutes les phases et dans tous les domaines de la chaîne de création de valeur LED.

Pour de plus amples informations:

Philips SA Suisse
Corporate Communications
Raphael Wermuth-Weiss
Tél.: +41 44 488 20 04
E-mail: raphael.wermuth@philips.com

A propos de Philips

Royal Philips Electronics, dont le siège principal est aux Pays-Bas, est une entreprise possédant une offre variée de produits pour la santé et le bien-être. L'objectif principal de l'entreprise est d'améliorer la qualité de vie des gens par l'introduction d'innovations techniques. En tant que fournisseur leader mondial dans les domaines Healthcare, Lifestyle et Lighting, Philips intègre – en harmonie avec la promesse de marque "sense and simplicity" – des technologies et des tendances de design dans des nouvelles solutions conçues en fonction des besoins des consommateurs et reposant sur une vaste étude de marché. Philips emploie environ 116 000 personnes réparties dans plus de 60 pays. Avec un chiffre d'affaires de 26 milliards d'euros en 2008, l'entreprise occupe la première position sur le marché dans les domaines de la cardiologie et de la médecine d'urgence, dans la prise en charge médicale à la maison et dans le domaine des solutions d'éclairage innovantes et efficaces en termes d'énergie, de même que dans les produits Lifestyle pour le bien-être personnel. Par ailleurs, Philips est le fournisseur leader de téléviseurs à écran plat, de rasoirs et de produits de soins corporels pour hommes, d'articles de divertissement portatifs et de produits de soins dentaires. La succursale suisse de Philips emploie quelque 250 collaborateurs à Zurich et à Gland. Plus sur Philips dans Internet: www.philips.ch ou sur www.twitter.com/Press_PhilipsCH.