

Les nouvelles générations d'écrans de visualisation à base d'OLED et de QDLED

Bernard Geffroy, H. Kanaan

▶ **To cite this version:**

Bernard Geffroy, H. Kanaan. Les nouvelles générations d'écrans de visualisation à base d'OLED et de QDLED. Photoniques, 2015, 77, pp.31-35. 10.1051/photon/20157731 . cea-01252182

HAL Id: cea-01252182
https://cea.hal.science/cea-01252182

Submitted on 7 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les nouvelles générations d'écrans de visualisation à base d'OLED et de QDLED

Bernard GEFFROY
Laboratoire d'Innovation en Chimie des Surfaces et Nanosciences (LICSEN), NIMBE UMR 3685, CEA Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette
bernard.geffroy@polytechnique.edu
Hani KANAAN
Laboratoire des Technologies et Composants pour la visualisation, Léti/DOPT, Campus Minatec, 17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex

Avec l'émergence de produits nomades haut de gamme comme les smartphones ou les tablettes tactiles, le développement d'écrans vidéo de haute résolution avec une grande qualité colorimétrique et une faible consommation s'est fortement accéléré ces dernières années. Par ailleurs, le remplacement des écrans en verre par des supports moins fragiles comme le plastique ou l'acier est également recherché. Pour ces raisons, la technologie à base d'OLED est considérée comme la prochaine génération d'écrans plats et de nombreux dispositifs sont déjà commercialisés. Cependant, si pour les écrans de petites et moyennes tailles cette technologie émissive a pris le pas sur les traditionnels écrans LCD, cette dernière technologie progresse également et pourrait retrouver une seconde jeunesse grâce à l'utilisation de structures nanométriques (boîtes quantiques ou quantum dots, QD) en particulier pour des écrans de grande taille.

Ces dernières années, avec l'émergence des smartphones et tablettes, on a assisté à une forte demande d'écrans couleurs possédant une haute résolution et un faible temps de réponse afin d'afficher des images vidéos. Par ailleurs, il existe un intérêt croissant pour des écrans flexibles ou conformables comme par exemple le Galaxy Note Edge de Samsung Electronics ou le G-Flex de LG Electronics. La technologie OLED pour *organic ligth-emitting diode (encadré 1)* semble s'imposer dans ce segment de marché car elle réunit l'ensemble des critères décrits précédemment. Selon les spécialistes du domaine, les écrans OLED devraient prendre 75 % du marché des écrans flexibles en 2015 au détriment des traditionnels écrans à cristaux liquides (LCD).

Pour ce qui concerne les écrans de plus grande taille comme les écrans de télévision, la technologie LCD apparue au début des années 2000 reste prépondérante même si quelques écrans TV utilisent d'ores et déjà la technologie OLED. Les écrans OLED qui utilisent des molécules organiques luminescentes possèdent une forte brillance, des couleurs vives et un excellent contraste. Cependant, la brillance des écrans LCD de dernière génération s'est bien améliorée grâce à l'utilisation du rétro-éclairage à base de diodes électroluminescentes (LED) et d'une résolution élevée en ultra haute définition (4K-2K)



Le Maya LSL
Spectromètre
Ocean Optics
Haute Sensibilité



Quelles que soient vos conditions de laboratoire, par sa sensibilité le Maya LSL détecte des changements infimes rapidement et de manière fiable.

Contactez nos ingenieurs maintenant.

Tel: 02 96 05 40 20
info@idil.fr
www.idil.fr

IDIL FIBRES OPTIQUES

Disponible sur le site http://www.photoniques.com ou http://dx.doi.org/10.1051/photon/20157731

apportant une meilleure clarté et profondeur des images. Par ailleurs, l'apport de la technologie à base de quantum dots (appelée technologie QDLED) permet d'améliorer considérablement la qualité des images redonnant ainsi un second souffle aux écrans LCD en les rendant de plus en plus compétitifs par rapport à la technologie OLED.

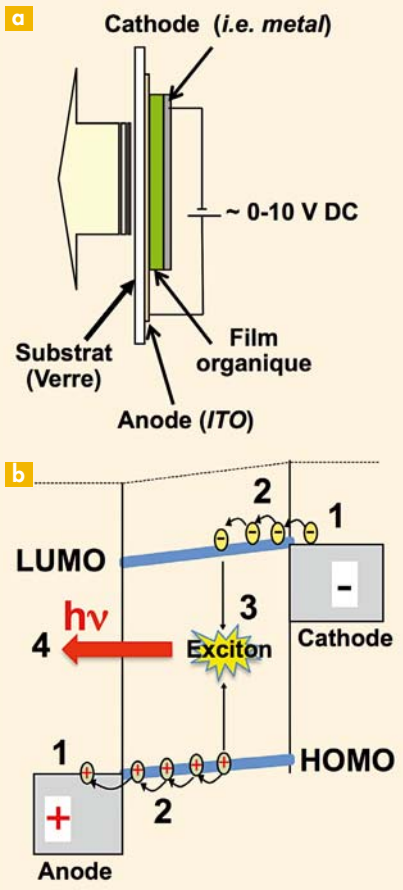
Les diodes électroluminescentes organiques (OLED)

L'électroluminescence est la génération de lumière par un composé soumis à un champ ou un courant électrique de manière non thermique. Le milieu des années 1980 voit apparaître le développement d'une technologie d'affichage basée sur l'électroluminescence de films organiques et appelée technologie OLED. Les matériaux électroluminescents utilisés dans les OLED sont constitués de molécules ou macromolécules π-conjuguées, c'est-à-dire comportant une alternance de simples et doubles liaisons carbone-carbone. Pour fabriquer des dispositifs électroluminescents, deux classes de matériaux sont utilisées : les « petites » molécules (SM-OLED) et les polymères (PLED). La principale différence entre les deux classes de matériaux réside dans la manière de déposer les films minces : alors que pour les petites molécules les films sont réalisés par évaporation sous vide, les polymères sont mis en œuvre à partir de solutions. Bien que cette seconde technique soit plus simple et moins coûteuse, les dispositifs OLED les plus performants sont encore réalisés à ce jour par évaporation qui permet de déposer des couches successives nécessaires à l'obtention de grandes performances. Cependant d'importants efforts de R&D sont actuellement en cours pour développer un procédé de fabrication à partir de matériaux en solution, moins énergivore et moins coûteux. Un intérêt particulier de la technologie OLED est la possibilité de réaliser des dispositifs flexibles, ce qui constitue une perspective très excitante pour les designers et un avantage certain comparativement aux écrans à cristaux liquides (LCD).

Encadré 1

Principe de fonctionnement d'une OLED

La structure de base d'une OLED est constituée d'un film mince organique déposé entre deux électrodes *(figure E1a)*. L'anode transparente, généralement à base d'ITO *(indium tin oxide)* est déposée sur du verre et la cathode est constituée d'un métal. L'épaisseur de la couche organique est typiquement comprise entre 100 et 200 nm afin d'éviter d'utiliser de trop fortes tensions de fonctionnement car les matériaux organiques possèdent une faible conductivité électrique. Afin d'améliorer le rendement d'émission et la durée de vie des dispositifs, des empilements plus complexes ont été réalisés pouvant comporter de dix à quinze couches différentes. L'électroluminescence dans les OLED implique les quatre étapes suivantes :
l'injection d'électrons et de trous respectivement par la cathode et par l'anode,
le transport des charges dans le matériau sous forme d'espèces chargées appelées polarons (p+ et p-),
la recombinaison des porteurs de charge en un état excité neutre appelé exciton,
la désactivation de l'exciton avec émission de photons.
La couleur du photon émis dépend de la différence énergétique entre les orbitales frontières HOMO *(highest occupied molecular orbital)* et LUMO *(lowest unoccupied molecular orbital)* de la molécule émettrice. En modifiant la structure de la molécule, le chimiste peut choisir la couleur d'émission.
Lorsqu'une tension de quelques volts est appliquée entre l'anode et la cathode *(figure E1b)*, des charges sont injectées dans le matériau organique, des trous à partir de l'anode dans l'orbitale moléculaire HOMO et des électrons à partir de la cathode dans l'orbitale moléculaire LUMO (1). Les charges sont ensuite transportées dans la couche organique (2) par sauts successifs de molécules en molécules et lorsque deux charges de signes opposés se trouvent sur la même molécule, elles se recombinent et forment un exciton (3). La position de la zone de recombinaison dépend de la mobilité respective des deux types de charge dans le matériau organique. Après une légère diffusion, l'exciton émet un photon (4) dont la longueur d'onde dépend des niveaux énergétiques (HOMO-LUMO) de la molécule.



(a) Structure de base et *(b)* principe de fonctionnement d'une OLED.

Les technologies OLED dans les écrans

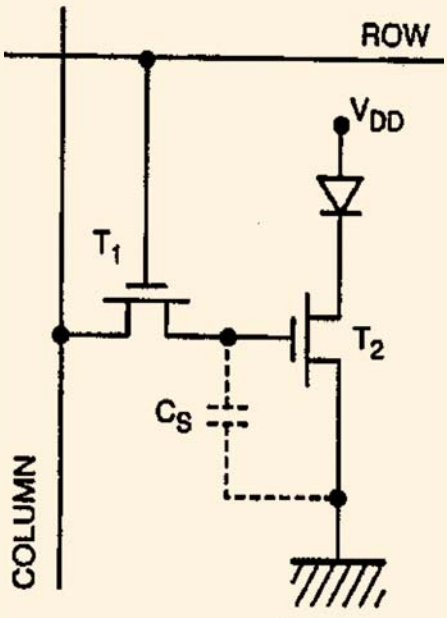
La demande sur les écrans AMOLED *(encadré 2)* de 4 et 5 pouces de diagonale ne cesse d'augmenter depuis 2011 grâce à une forte croissance sur le marché des smartphones haut de gamme dotés de grands écrans, tels que le Galaxy S et Note de Samsung Electronics. Les deux groupes coréens Samsung Electronics et LG Display fournissent plus de 95 % des panneaux AMOLED au monde. Alors que le premier domine le marché des Smartphones de petite et moyenne taille avec 86 % des parts, le second est le seul acteur qui produit des grands écrans plats de 55 à 77 pouces (4K OLED). Deux types de technologies sont utilisés par ces deux acteurs : la technologie RGB par Samsung Electronics et la RGBW par LG Display.

Dans la suite de cet article, nous décrivons ces deux technologies et nous dressons leur tableau comparatif. Enfin nous décrivons la technologie *AMOLED micro display*, la seule technologie encore maîtrisée en Europe par la société Microoled, un des trois leaders mondiaux sur ce segment de marché.

Encadré 2

Écran OLED à matrice active (AMOLED)

Un écran OLED est constitué d'un grand nombre de points lumineux rouges, verts et bleus appelés pixels. Afin de créer une image vidéo, chaque pixel est alimenté par un courant constant par l'intermédiaire d'un circuit d'adressage matriciel lignes-colonnes. L'intensité du courant traversant le pixel est fonction de l'intensité lumineuse désirée pour le point couleur. Les écrans de haute résolution utilisent un circuit d'adressage à matrice active conçu pour maintenir un état électrique passant de chaque pixel durant toute la trame de balayage de l'écran. Le circuit d'adressage à matrice active d'un pixel OLED le plus simple comprend au minimum deux transistors TFT (*thin film transistor*, ou transistor en couches minces) et une capacité de stockage comme indiqué sur la figure E2. Le transistor T1 permet de sélectionner le pixel et de charger la capacité Cs à la tension désirée, tandis que le transistor T2 permet de commander l'OLED en courant pendant la phase d'émission du pixel. Afin de maintenir une bonne uniformité lumineuse, il est nécessaire d'ajouter des circuits de compensation et jusque 4 à 6 transistors peuvent être associés à chaque pixel.



Circuit d'adressage d'un pixel OLED à matrice active (AMOLED).

La technologie des écrans à OLED RGB juxtaposés

C'est la technologie la plus utilisée pour les écrans de petite et moyenne taille. Elle consiste à déposer par évaporation sous vide des OLED monochromes rouge, verte et bleue (ou RGB) dans une configuration juxtaposée, sur les sous-pixels du circuit électronique d'adressage sous-jacent *(figures 1 et 2)*. La technologie demeure compliquée car il faut évaporer trois empilements OLED avec une précision d'alignement de quelques microns. Elle est bien maîtrisée pour des tailles de substrats jusqu'à 750 mm × 650 mm. Au-delà de cette taille, la déformation du substrat et du masque métallique devient un problème critique pour l'alignement et pour la diminution de l'effet d'ombrage lors de l'évaporation

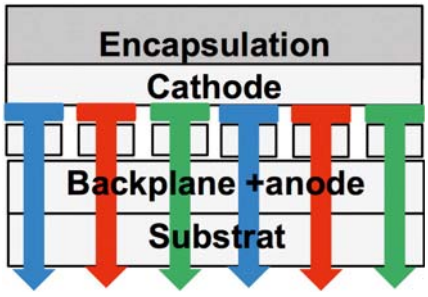


Figure 2. Structure d'un écran à configuration juxtaposée.

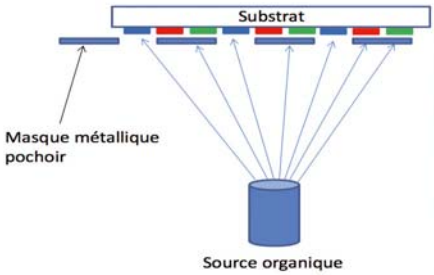




Figure 1. Principe d'évaporation d'OLED mono-couleur en configuration juxtaposée utilisé pour la fabrication des téléviseurs Samsung.

ScienTec
La SoluTion à vos mesures
Photogoniomètre
photoglobe 4FA
Sources lumineuses
et LED
Caractéristiques :
- Compact : "far-field" en espace restreint de 3m³
- Très bon rapport qualité/prix
- Rapide : mesure simultanée de 19 capteurs optiques (gamme de 0 à 500 000cd, résolution de 0,01cd)
- Précis : 0.0015mm
- 100% compatible avec les normes UNI EN 13032-1 et IES LM-79-08
- Simple d'utilisation
ScienTec c'est aussi
Spectroradiomètres
Vidéo-colorimètres
Photomètres
Luxmètres
Chromamètres
Sources de référence
info@scientec.fr / www.scientec.fr
01.64.53.27.00

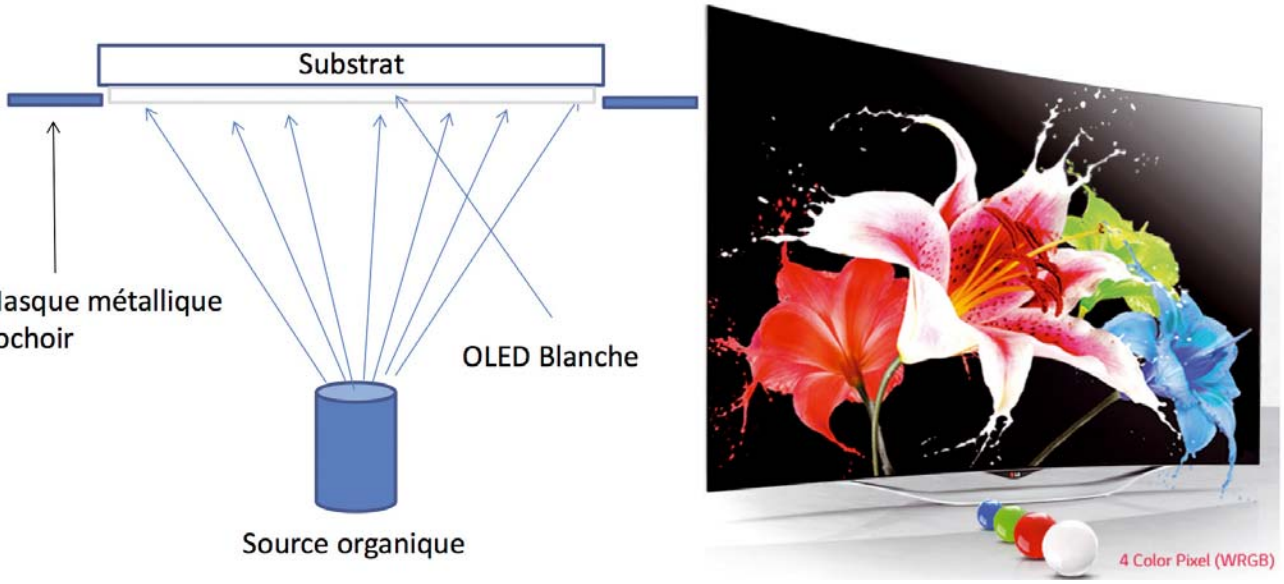


Figure 3. Principe d'évaporation d'un OLED blanche + filtre coloré utilisé pour la fabrication des téléviseurs LG.

dégradant ainsi la qualité de l'image sous l'effet du mélange des couleurs. À cela s'ajoute une limitation technologique en termes de tailles de pixel qui empêche de réaliser les ultra-hautes définitions. Cependant, cette configuration permet une meilleure efficacité énergétique, une plus grande durée de vie ainsi qu'un meilleur rendu de couleur grâce à des couleurs saturées et optimisées par des cavités optiques.

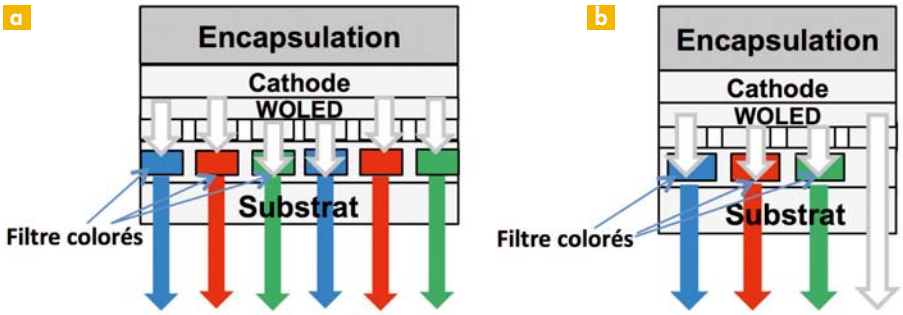


Figure 4. (a) Structure OLED blanche filtrée en RGB. *(b)* Structure OLED blanche filtrée en RGBW.

La technologie des écrans à OLED blanches avec filtres colorés

Cette technologie a été adoptée par LG display. Elle consiste à utiliser des OLED blanches avec des filtres de couleur (WOLED + CF). C'est une technologie simple à réaliser au niveau de la structure OLED et qui présente l'avantage d'utiliser la technologie des filtres colorés, technologie qui est très bien maîtrisée dans l'industrie du LCD. De cette manière, il est possible d'obtenir une meilleure résolution. Elle permet facilement de surmonter la complexité d'alignement des pixels RGB rencontrée en configuration juxtaposée ainsi que l'effet d'ombrage des ouvertures des pochoirs *(figures 3 et 4)*. En revanche, les filtres colorés induisent des pertes significatives au niveau de la luminance des écrans ce qui réduit leur durée de vie. Pour contourner ces problèmes, une configuration Rouge, Vert, Bleu et Blanc (RGBW) avec un algorithme de contrôle des couleurs a été utilisée. La configuration RGBW consiste à laisser un pixel blanc sans filtre pour augmenter la luminance *(figure 4b)*.

Différentes configurations sont possibles pour obtenir une OLED blanche et les deux plus utilisées sont :

- La structure simple par mélange de trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu) ou deux couleurs complémentaires (jaune et bleu), généralement utilisée pour les Micro display.
- La structure Tandem (deux structures simples connectées en série) par mélange de deux ou trois couleurs. Cette configuration permet plusieurs combinaisons. Elle est utilisée actuellement par LG display pour fabriquer les écrans de grande taille de 55 et 77 pouces.

La technologie des micro-écrans OLED

Il existe deux types de dispositifs OLED ; les OLED à émission vers le bas (*bottom-emitting* OLED ou BEOLED) *(figure 4)* et les OLED à émission vers le haut (*top-emitting* OLED ou TEOLED). C'est cette dernière technologie qui se développe de plus en plus et notamment pour les applications pour micro-afficheurs car elle permet de disposer d'une électronique d'affichage à matrice active sous l'OLED *(figure 5)*. Ces dispositifs sont construits sur un substrat silicium opaque d'où la nécessité d'utiliser des fines couches métalliques semi-transparentes comme cathode. Il apparaît alors un effet de microcavité plus important que sur les BEOLED mis à profit pour améliorer l'extraction de lumière de l'OLED. Dans ce type de composant le principe de création de couleur est

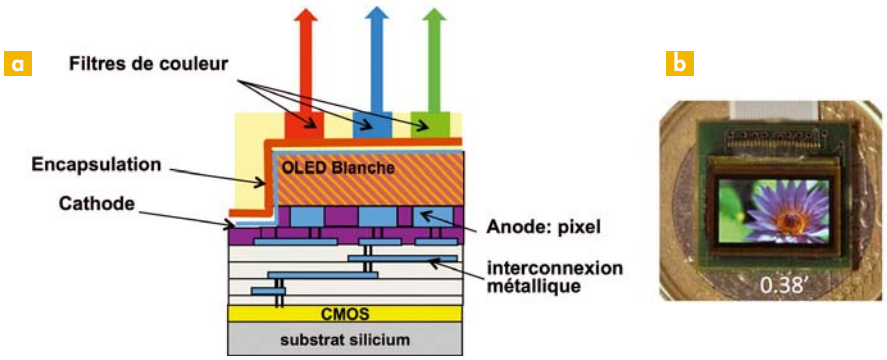


Figure 5. (a) Principe d'un micro-afficheur AMOLED sur un circuit CMOS avec une structure OLED blanche en configuration d'émission vers le haut (TEOLED). *(b)* Exemple d'un micro-afficheur de 0,38 pouce.

semblable à la technologie OLED blanches avec des filtres de couleur (WOLED + CF). Vu la taille du pixel élémentaire qui est d'environ 5 µm, l'alignement des masques demeure impossible pour fabriquer une structure RGB en configuration juxtaposée. Du fait de leur compacité, de leur faible consommation et de leur résolution exceptionnelle, les micro-afficheurs sont utilisés dans le secteur de la photographie et celui de lunettes vidéo et/ou informatives permettant d'afficher des données en temps réel. Les marchés potentiels vont du domaine médical professionnel aux optiques sportives pour le grand public.

Le développement des écrans à base de QD-LED

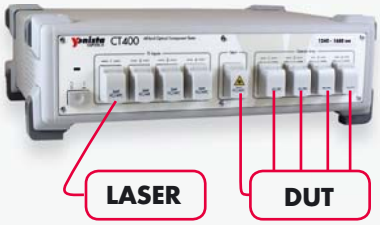
Les *quantum dots* QD sont de plus en plus étudiés pour leur utilisation dans les prochaines générations d'écrans de visualisation. Le QD est une nanostructure de semi-conducteur de taille nanométrique de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde de l'électron (soit quelques dizaines de nanomètres). La couleur d'émission dépend de la taille du QD : plus on augmente la taille, plus l'émission est décalée vers le rouge. Les QD présentent de nombreux avantages pour la visualisation comme la possibilité d'ajuster la couleur d'émission, le bon rendement de luminescence, l'étroitesse de leur bande d'émission (la largeur à mi-hauteur du pic d'émission est comprise entre 10 et 20 nm) et leur forte stabilité structurale comparativement aux molécules organiques. Afin de les utiliser dans des écrans, deux techniques sont actuellement à l'étude : (1) les inclure dans le traditionnel écran LCD afin d'en améliorer la brillance et la colorimétrie et (2) les employer comme émetteur dans des structures OLED.

Couplé à des diodes électroluminescentes (LED) à base de InGaN émettant dans le bleu, les QD rouges et verts agissent comme des convertisseurs de couleur et produisent ainsi une lumière blanche avec des caractéristiques colorimétriques nettement améliorées par rapport aux LED blanches classiques. L'emploi de telles QDLED comme source de rétro-éclairage des écrans LCD améliore significativement la qualité de l'image. On dénombre aujourd'hui plus d'une dizaine de compagnies à travers le monde qui travaillent sur le développement d'écrans LCD utilisant des QD. Plusieurs fabricants de téléviseurs (dont Samsung et LG) annoncent d'ores et déjà une prochaine commercialisation de nouveaux téléviseurs à base de QDLED.

La seconde utilisation des QD concerne leur emploi comme émetteur électroluminescent en remplacement des molécules organiques dans les OLED. L'intérêt est ici double, d'une part la stabilité des QD est bien supérieure à celle des émetteurs organiques et d'autre part les QD peuvent être plus facilement déposés sous forme de film mince à partir de méthodes par impression. La réalisation d'écrans OLED de grande taille (supérieure à 45 pouces de diagonale) reste très onéreuse avec les techniques d'évaporation évoquées précédemment et tout procédé de dépôt de films par impression est activement à l'étude. Cependant les rendements lumineux sont encore bien inférieurs à ceux obtenus avec les OLED tout organiques.

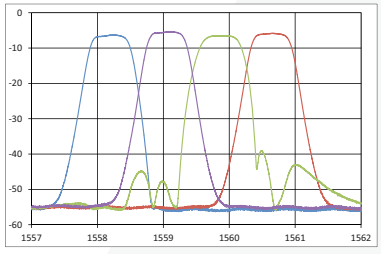
TESTEUR DE COMPOSANTS

CT400



Caractérisation de Composants Passifs

- Plages de longueur d'ondes :
  - SMF : 1240 - 1680 nm
  - PM13 : 1260 - 1360 nm
  - PM15 : 1440 - 1640 nm
- Précision : ±5 pm
- Résolution : 1 pm
- Dynamique : 65 dB
- Nombre de lasers : 1 à 4
- Nombre de détecteurs : 1 à 4
- Logiciel client sur PC :



Yenista OPTICS

Tél. : +33 (0)2 96 48 37 16
sales-emea@yenista.com
www.yenista.com