

WWW.ARTECH-GE.CH

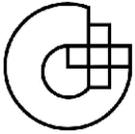
L'actualité technique et scientifique

Diodes électroluminescentes organiques et impression : quel avenir ?

Sorties et activités pour cette année

Liste des membres

Composition du comité 2011



Diodes électroluminescentes organiques et impression : quel avenir ?

Les diodes électroluminescentes organiques, ou *Organic Light-Emitting Diode (OLED)*, font l'objet de nombreuses recherches dans divers secteurs. Cette technologie d'affichage lumineux a pour vocation de remplacer un jour les technologies à cristaux liquides (*Liquid crystal display – LCD*) ou à plasma utilisées dans les écrans.

L'un des avantages des OLED réside dans la possibilité de leur appliquer des procédés d'impression traditionnels en vue d'une fabrication à grande échelle. Cela permet une productivité importante à des coûts relativement faible mais impose des contraintes liées aux techniques d'impression. De plus, l'utilisation des OLED sur des supports flexibles ouvrent des perspectives variées.

La technologie des diodes électroluminescentes organiques est relativement récente. Les premières recherches faites par le français *André Bernanose* sur la production de lumière à partir de matière organique traversée par un courant électrique datent des années 1950. En 2000, *Alan J. Heeger*, *Alan G. MacDiarmid* et *Hideki Ahrakawa* reçoivent le **Prix Nobel de chimie** pour la découverte et le développement de polymères conducteurs. La première diode est créée durant les années 1980 et le premier brevet est déposé en 1987 par la société **Kodak**. L'utilisation commerciale des OLED ne date que de 1997. Les recherches se poursuivent encore actuellement.

Les procédés de fabrication des OLED ne sont pas encore maîtrisés. C'est pourquoi, pour le moment, ils servent principalement à réaliser des écrans de petite taille à la durée de vie limitée pour les téléphones portables, baladeurs MP3, autoradios ou encore appareils photos numériques. Néanmoins, dans les prochaines années, ces diodes électroluminescentes organiques pourraient être intégrées dans des écrans plus grands dédiés aux ordinateurs ou aux téléviseurs par exemple.

DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES ORGANIQUES

Fonctionnement des OLED

Le fonctionnement des OLED repose sur le phénomène d'électroluminescence. L'émission de la lumière résulte de l'action d'un champ électrique ou d'un courant qui passe à travers une substance donnée. Dans le cas des OLED, il s'agit de l'injection de charges électriques dans une couche de matières organique. La lumière provient de l'émission d'un photon suscitée par la recombinaison d'un exciton, c'est-à-dire d'un couple électron-trou à l'intérieur de la couche émettrice en polymère.

La structure de base d'une OLED comporte quatre couches (*Figure 1*) :

- La **substrat transparent** en plastique (PET) ou en verre : c'est le support de la diode.
- L'**anode transparente** crée les défauts d'électrons (les trous) lors du passage du courant électrique : elle est faite d'oxyde d'indium-étain (ITO).
- La **cathode métallique** constitue la couche émettrice d'électrons : elle est composée principalement de métaux comme l'aluminium, le calcium ou le magnésium.
- La **couche conductrice organique** est prise en sandwich entre l'anode et la cathode.

En appliquant une différence de potentiel entre les deux électrodes, l'anode et la cathode émettent respectivement des trous positifs et des électrons qui migrent dans la couche conductrice organique et se recombinent entre eux. Lors de cette recombinaison, le surplus d'énergie apporté par les électrons permet l'émission de photon et donc, de lumière.

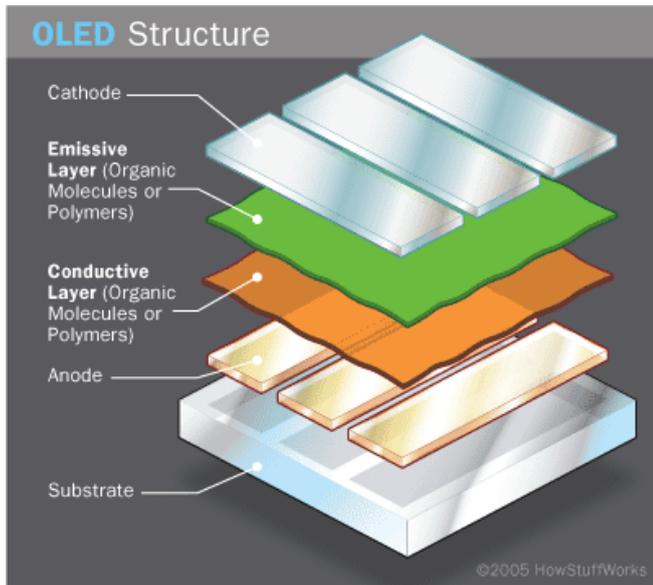


Figure 1 : Structure d'une OLED

La couche organique est ici constituée de deux couches distinctes (Figure 2) :

- La couche conductrice transporte les lacunes en électrons de l'anode. Elle est composée entre autres de polyaniline.
- La couche émettrice transporte les électrons de la cathode. Elle est formée principalement de polyfluorene.

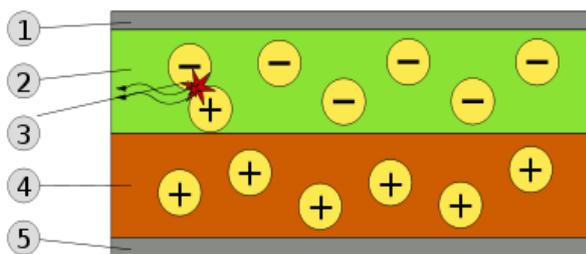


Figure 2 : Schéma d'une OLED à deux couches organiques : 1) Cathode ; 2) Couche émettrice ; 3) Emission de lumière ; 4) Couche conductrice ; 5) Anode

L'émission de photon qui se produit dans la couche émettrice passe au travers le substrat transparent.

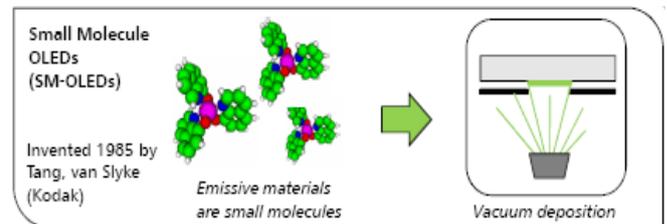
Fabrication classique des OLED

Lors de la fabrication à grande échelle des diodes électroluminescentes organiques, la plus grande

difficulté réside dans la phase de dépôt organique. Il faut distinguer deux catégories de diodes : les OLED à petites molécules (SM-OLED) inventées en 1985 et les OLED à polymères (P-OLED) créées en 1989.

OLED à petites molécules (SM-OLED) :

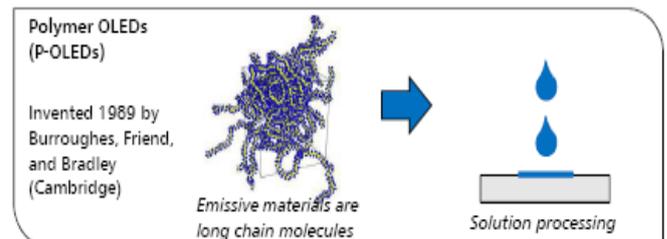
Elles sont déposées par évaporation (ou sublimation), le plus souvent sous vide. Le dépôt par entraînement par un gaz inerte est également possible. L'usage de solvant n'est pas nécessaire. Les couches déposées peuvent être minces et il est possible de réaliser des multicouches. Cependant, la vitesse de dépôt est limitée.



OLED à petites molécules (SM-OLED)

OLED à polymères (P-OLED) :

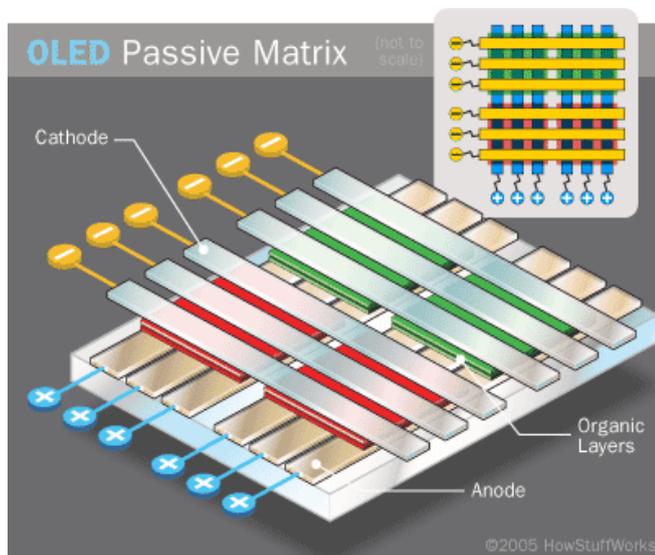
Les polymères sont déposés par voie humide, c'est-à-dire, à partir d'une solution obtenue par leur dissolution dans un solvant organique. C'est un réel avantage car cela permet de recourir à l'impression jet d'encre : il est ainsi possible de traiter des surfaces importantes avec une productivité élevée. Seulement, il y a certains inconvénients comme l'utilisation de solvants toxiques. De plus, ils présentent une répartition statistique des longueurs de chaînes et de groupes. Enfin, les opérations de dépôt doivent être parfaitement maîtrisées afin d'éviter les défauts tels que les trous ou la présence de poussières dans le matériau.



OLED à polymères (P-OLED)

OLED à matrice passive (PM-OLED) :

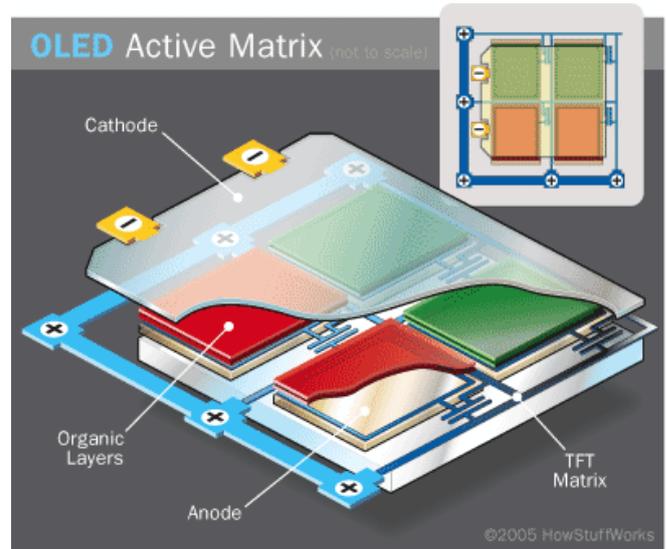
D'une structure simple, elles sont utilisées pour des systèmes élémentaires tels que les écrans de petites dimensions ou les étiquettes intelligentes. Elles sont formées d'une couche de pixels OLED connectée au croisement des cathodes et des anodes. Pour allumer un pixel, il faut appliquer un voltage aux rangées et colonnes correspondantes à partir de déclencheurs. Le courant électrique doit passer à travers l'ensemble des pixels sélectionnés par la ligne ou la colonne.



OLED à matrice passive

OLED à matrice active (AM-OLED) :

Elles disposent d'un support électronique intégré comme substrat. Cela permet leur utilisation dans les applications plus complexes avec des résolutions importantes comme des écrans vidéo de grandes dimensions par exemple. Ici, chaque pixel peut-être contrôlé indépendamment des autres pixels grâce à des transistors disposés sur un support électronique. L'avantage est de réduire considérablement la consommation énergétique par rapport aux matrices passives.



OLED à matrice active

PROCÉDÉS D'IMPRESSION APPLIQUÉS À LA FABRICATION DES OLED

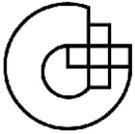
Les OLED se présentent sous la forme d'une succession de couches de différents polymères ou de molécules organiques. En raison de cette configuration assez simple, les fabricants de diodes électroluminescentes organiques s'intéressent à la possibilité de les produire par les techniques d'impression. Les enjeux économiques sont importants : l'impression permettrait la fabrication d'un grand nombre d'OLED à une cadence élevée et pour un faible coût.

Des encres conductrices pour imprimer les OLED

Molécules couramment utilisées dans les encres conductrices :

Les encres conductrices à base de polymères servent à imprimer des OLED mais aussi des étiquettes RFID et d'autres composants électroniques. Les principaux polymères conducteurs composant ces encres sont décrits ci-dessous :

- Polyaniline (Panipol) ;
conductivité : 100 S/cm.
- Polythiophène PEDOT/PSS (Baytron P) ;
conductivité : 1-10 S/cm.



- Polypyrrole (Conquest) ;
conductivité : 1 S/cm.

Cette liste n'est pas exhaustive. Parions que la plupart des groupes industriels et des laboratoires effectuant des recherches sur les OLED travaillent sur leurs propres formulations d'encre conductrices. De plus, les OLED étant composés de couches aux propriétés chimiques différentes, il faut trouver la bonne formulation d'encre permettant d'imprimer chaque couche constitutive.

L'importance du film d'encre déposé :

Il faudrait que le film d'encre déposé ait des propriétés conductrices proches de celles des métaux. Cependant, ce n'est pas le cas ... (conductivité de l'argent : 104 S/cm).

En outre, le film d'encre doit être le plus régulier et continu possible. L'épaisseur du film joue également un rôle prépondérant dans la conductivité du courant électrique. Dès lors, il ressort que le procédé pour imprimer un tel film doit être précis, pouvoir se répéter et déposer une épaisseur d'encre constante.

Des encres UV pour imprimer des OLED :

Peu d'informations peuvent être trouvées à ce sujet. Néanmoins, la société **Polymertronics** affirme qu'elle a mis au point une formulation d'encre réticulable sous lumière UV pour l'impression jet d'encre, assurant ainsi une faible perte de produit et se positionnant comme une technologie « verte ».

L'impression pour fabriquer des OLED

Recourir à l'impression pour produire des OLED présente les avantages suivants : augmentation du volume de produits, baisse des coûts de production, théorie simple, réduction drastique du nombre d'étapes de fabrication et du prix des équipements. À l'heure actuelle, réaliser une OLED de A à Z par l'impression est une réalité. De nombreuses études sont en cours et les progrès sont importants.

Flexographie :

Le procédé flexographique n'a pas le vent en poupe pour l'impression d'OLED. En effet, l'écrasement du cliché souple crée un halo autour de l'imprimé, ce qu'il faut éviter pour l'impression de composants devant être clairement séparés les uns des autres. Pourtant, en 2006, la compagnie japonaise **Toppan** a présenté un écran OLED de 5 pouces (en rouleau) et d'une

résolution de 70ppp (point par pouce) réalisé avec un procédé proche de la flexographie.

La flexographie n'apparaît pas comme le procédé majeur pour imprimer des OLED. Toutefois, les améliorations apportées à la qualité d'impression des dernières années incitent à penser que l'utilisation de ce procédé à grande échelle n'est pas impossible.

Héliogravure :

Principalement dédiée aux gros tirages, l'héliogravure avance des caractéristiques intéressantes pour l'impression de composants électroniques. En premier lieu, sa grande « répétabilité » due au fait qu'il soit adapté à de fortes cadences et qu'il ne soit pas nécessaire de produire des formes imprimantes aussi souvent qu'avec la flexographie et l'offset. L'autre avantage est que l'épaisseur du film déposé en héliogravure est plus important qu'en offset et en flexographie. Plus encore, ce procédé en creux permet d'envisager des **anilox** plus profonds afin d'obtenir un film d'encre encore plus épais. Attention toutefois à l'homogénéité de ce film d'encre.

Le coût de l'impression par l'héliogravure est plus important que celui des autres techniques d'impression, mais il reste tout de même bien inférieur aux prix des méthodes classiques de fabrication des OLED.

Offset :

Bien que très utilisé dans le milieu de l'impression conventionnelle, l'offset apparaît comme un choix limité pour imprimer des OLED en raison de la nature des encres employées. En effet, les encres offset ont une viscosité importante, nécessaire pour être en adéquation avec le fort cisaillement qu'elles subissent entre les rouleaux. Pour atteindre une telle viscosité et garantir l'intégrité de l'encre, celle-ci contient des résines qui sont imprimées avec les pigments et ne s'évaporent pas au séchage. Or, ces résines sont isolantes au courant électrique. C'est pourquoi, les encres offset sont difficilement compatibles avec la fabrication d'éléments électroniques.

Malgré tout, en 2007, le constructeur de presses offset **Manroland** annonce la mise à l'étude d'une machine capable d'imprimer de tels composants ...

Sérigraphie :

La sérigraphie permet de déposer une épaisseur d'encre importante sur des supports de natures

différentes. La société **Add-Vision Inc.** emploie ce procédé pour imprimer des OLED afin de produire des affichages de tailles réduites tels que des cartes de crédit intelligentes ou des compteurs de vitesse.

Ce procédé est inférieur aux autres procédés sur le plan de la vitesse d'impression. Toutefois, c'est un problème mineur car fabriquer des OLED par des moyens classiques prend beaucoup plus de temps.

Jet d'encre :

Cette impression est le procédé maître pour produire des composants électroniques. Le jet d'encre permet d'imprimer sur toutes sortes de supports, sans contact avec ceux-ci, ce qui évite de les dégrader. Plébiscité par de nombreuses entreprises, le dépôt d'OLED par jet d'encre est de loin la technique la plus avancée. Ainsi, la société **Cambridge Display Technology**, l'un des leaders dans le développement des diodes électroluminescentes organiques, propose un écran OLED 14 pouces imprimé via 128 têtes d'impression jet d'encre.

Le constructeur de systèmes jet d'encre **Litrex** s'est d'ailleurs spécialisé dans l'impression de diodes électroluminescentes organiques. Ainsi, la **Litrex M-series**, imprimante jet d'encre spécialisée dans la production d'OLED, permet d'imprimer des supports de tailles allant jusqu'à 2400mm X 2400mm.



Imprimante jet d'encre Litrex M-series

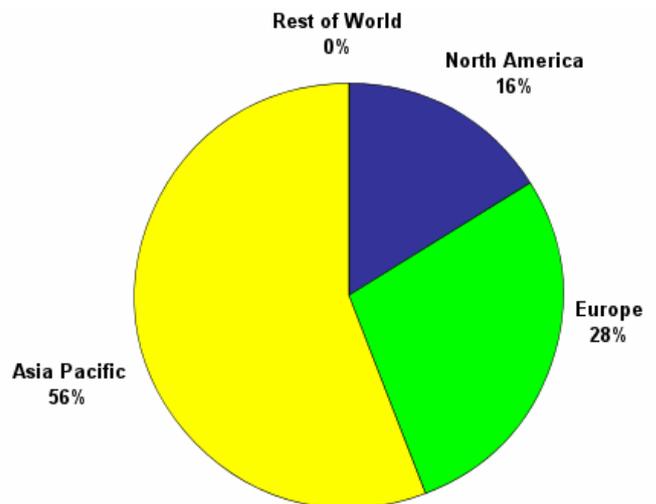
ÉTUDE DE MARCHÉ

Environnement économique

Les OLED offrent une palette de possibilités aussi bien dans le domaine des écrans que dans celui des

emballages intelligents ou encore de l'éclairage. De ce fait, de nombreuses entreprises s'intéressent à leur fabrication et la recherche avance tant en Asie qu'en Europe ou aux États-Unis.

Aujourd'hui, les innovations proviennent des recherches universitaires comme industrielles. Principalement menée par les universités en Europe, la recherche relève d'avantage en Asie (principalement au Japon) et aux États-Unis. En Asie, ce sont des conglomérats qui investissent dans les OLED. En 2008, une étude montre que les dépenses du marché des composants électroniques imprimés (non limités aux OLED) sont principalement effectuées en Asie.

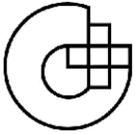


Répartition géographique du marché de l'électronique imprimée en 2008.

Marchés occupés par les OLED

Les OLED sont donc implantées principalement sur le marché des petits écrans plats destinés aux téléphones portables, étiquettes et affichage intelligents. La technologie OLED cherche à percer également dans le secteur des écrans larges pour les téléviseurs, les ordinateurs voire les affiches. Le **XEL-1 de Sony**, un écran OLED de 11 pouces, prouve que cette technique fonctionne et est prête à s'attaquer au marché des téléviseurs.

Le marché des OLED est dominé par un petit nombre de grands acteurs listé dans le tableau ci-dessous :



Rank	Company	Revenue (M)	Market Share	Y/Y Growth	Q/Q Growth
1	RiT display	31.0	39.6%	44%	35%
2	Samsung SDI	21.0	26.7%	-36%	-41%
3	Pioneer	16.9	21.6%	0%	-32%
4	TDK	5.3	6.8%	-27%	-4%
5	eMagin	3.0	3.8%	76%	18%
	Others	1.2	1.5%	-84%	-73%
	Total	78.3	100.0%	-38%	-31%

Top 5 des fabricants d'OLED en 2007

Rank	Application	Units (000)	Market Share	Y/Y Growth	Q/Q Growth
1	Subdisplay	9,252.2	59.6%	-22%	-34%
2	MP3	4,173.0	26.9%	-53%	20%
3	Other / Industrial	800.0	5.2%	260%	5%
4	Main Displays	698.0	4.5%	-36%	-20%
5	Car Audio	424.0	2.7%	18%	-20%
	Others	172.0	1.1%	10%	23%
	Total	15,524.2	100.0%	-32%	-22%

Top 5 des applications d'OLED en 2007

Les acteurs

Fournisseurs :

Pour produire des OLED, il faut :

- 1) **des matières premières** : les formulations de polymères et de molécules, les anodes et les cathodes ainsi que les différents substrats dopés ou non. Les fabricants d'encre pour OLED sont principalement : **Kodak, Sumimoto, Cambridge Display Technology, Universal Display Corporation, Covion, Idemitsu Kosan, Toyo Ink.**
- 2) **des matrices passives et actives** (circuit électronique) contrôlant l'affichage.
 - Les matrices passives dédiées aux petits affichages (moniteurs alphanumériques par exemple) sont fournies principalement par : **RiTdisplay, Pioneer, Samsung SDI, TDK, LGE, Orion, NeoView, Kolon, Ness Display, Univision Technology...**

- les matrices actives dédiées à l'affichage de haute qualité sont fournies par : **Samsung SDI, Toshiba Mobile Display, Sony, AUO, Samsung SEC, Casio, Canon, Sharp, LG Philips, Seiko Epson...**

- 3) des équipements de fabrication fournis par : **Tokki, ULVAC Technologies, Aixtron, Litrex, OTB, MicroFab Technologies, Seiko Epson...**

Concurrents et marchés concernés :

Sur les marchés que la technologie OLED veut conquérir, les concurrents sont nombreux ...

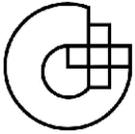
Marchés concernés	Techniques en concurrence	Acteurs concurrents
écrans à matrice active (TV, téléphone, etc.)	LCD, Plasma, LED	LPL, Samsung, AUO, CMO, Sony, Sharp
affichage électronique	E-paper	Fujitsu, Fuji Xerox, Siemens
éclairage	lampes à incandescence et fluorescentes	Osram, Philips

Concurrents sur les marchés ciblés de la technologie OLED.

PERSPECTIVES

Facteurs de développement

La fabrication des OLED utilisant l'impression jet d'encre est en cours de développement et semble promise à un bel avenir. Les facteurs d'évolution à partir desquels s'organiseront les stratégies des acteurs du marché semblent être : l'augmentation de la



productivité, la diminution des coûts et l'allongement de la durée de vie des OLED.

En ce qui concerne la production d'écrans, le recours à l'impression permettrait une productivité plus importante que les autres techniques utilisées actuellement, notamment grâce aux coûts de fabrication peu élevés. Pourtant, pour le moment, de nombreuses contraintes liées aux procédés d'impression eux-mêmes semblent compromettre une production à grande échelle des écrans OLED.

La mise au point des procédés d'impression traditionnels semblent donc être aujourd'hui le facteur d'évolution le plus important. Ils doivent être adaptés pour fabriquer de gros volumes de ces produits de haute technologie. Ces derniers nécessitent en effet une grande précision et une excellente répétabilité qui ne peuvent être atteints en l'état de l'art actuel.

La durée de vie relativement faible des OLED apparaît comme le principal frein à l'essor de ce marché. En effet, les polymères peuvent être soumis à des dégradations dues à l'action de la lumière et de l'humidité mais aussi à des réactions chimiques. Par exemple, il peut y avoir une oxydation des molécules organiques avec rupture des liaisons. C'est au niveau de la diode bleue que la durée de vie est la plus limitée. De même, des dégradations causées par des poussières ou des courts-circuits dans le matériau peuvent également altérer les OLED en diminuant l'intensité lumineuse du système. Allonger la durée de vie des OLED est donc un autre paramètre important pour l'expansion du marché.

Prévisions en faveur d'une forte croissance

L'électronique imprimée est appelée à se développer fortement. Les OLED devraient profiter de cette évolution grâce à leurs applications diverses. En effet, les diodes électroluminescentes organiques pourraient se généraliser aussi bien pour l'éclairage, pour les petits écrans (téléphone, caméra, MP3...) que pour les écrans de télévision ou les panneaux d'affichage. Les prévisions d'**IDTechEx** pour 2027 leur prévoient une place de choix dans un marché de l'électronique imprimée évalué à plus de 300 milliards de dollars.

Cette évolution spectaculaire des OLED semble être une évidence pour l'ensemble des acteurs positionnés sur les marchés concernés. De plus, la progression la plus importante devrait concerner plus particulièrement le marché des écrans de grandes

dimensions dans lequel les OLED sont appelés à s'imposer à plus ou moins

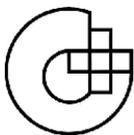
long terme. Ainsi, **DisplaySearch**, bureau d'étude spécialisé dans l'industrie des écrans d'affichage, prédit une très bonne croissance du marché des OLED pour atteindre un poids de 5,5 milliards de dollars d'ici 2015.

Cette tendance est confirmée par les prévisions d'**iSuppli**, un autre bureau d'études. Ce sont les écrans OLED à matrice active (AM-OLED) qui dessinent l'évolution du marché. Sur ces OLED, la valeur ajoutée est la plus importante puisqu'elles sont utilisées dans les écrans haute définition. En revanche, les écrans OLED à matrice passive connaîtront une croissance assez molle.

Enfin, il est probable que l'explosion du marché des écrans OLED se fera au détriment du plasma et du LCD.

(Source: Web)

C.B.



Sorties et activités

Bonjour à toutes et à tous, ci-dessous, le programme des festivités jusqu'en août prochain.
Alors, à vos agendas !!!

L'Auberge Communale de Collex-Bossy (bisons), le jeudi 16 juin 2011, à 18h30

Le programme est le suivant : apéro + repas sur place.

A savoir : L'heure du rendez-vous pour cette soirée est fixée à **18h30 sur place**.

L'adresse du restaurant est la suivante : **195 route de Collex 1239 Collex**.

Ce repas n'est pas offert par l'association, chaque participant, tout comme les membres du comité, paieront leur part.

Si vous souhaitez vous inscrire au repas, contactez-moi (infos ci-dessous).

Le délai d'inscription est fixé au jeudi 6 juin 2011

Satigny, colline des chèvres, le samedi 20 août 2011, dès 11h30

Le programme est le suivant : pique-nique, grillades ...

Pour cette sortie, **le délai d'inscription est fixé au mercredi 17 août 2011**

Le nombre de place étant illimité (presque !), n'hésitez pas à venir en famille !!!

Givaudan (Vernier), 'la croisière au pays des parfums', 17 & 18 septembre 2011

Programme : Départ du Pont Sous-Terre pour une croisière sur le Rhône
Arrivée au débarcadère sur la berge opposée de Givaudan
Déplacement à pied jusqu'à l'entrée Givaudan
Déplacement en petit train à travers Givaudan jusqu'au restaurant de l'entreprise
Exposition, démonstrations, casse croûte

Pour cette sortie, les inscriptions auront normalement lieu auprès la commune de Vernier.

Pour l'instant, s'il y a un intérêt de votre part, contactez-moi dès le mois de mai prochain, j'aurais plus d'infos ...

Pour les inscriptions, laissez-moi impérativement vos noms, prénoms, n° de téléphone, adresse e-mail (si vous en avez une !), afin que je puisse vous confirmer personnellement la validité de votre (vos) inscription(s) :

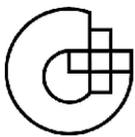
Vous pouvez me joindre par : **e-mail** : marc.berchten@firmenich.com

téléphone : +41 22.780.78.15 (journée)

+33 450.41.53.32 (soirée)

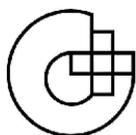
+41 79.729.79.38 (soirée)

Amicalement
Marc Berchten



Liste des membres

ANDREETA Pierre	Plan-les-Ouates	Electronique
BACHMANN Jean-Jacques	Grandson	Electronique
BAEZA Alexandre	Aïre	Electronique
BARRAS Pierre Léon	Carouge	Génie Civil
BASSO Roberto	Meyrin	Génie Chimique
BATTAGLIERO Christophe	Vulbens (F)	Génie Chimique
BERCHTEN Marc	Thoiry (F)	Génie Chimique
BONIELLO Rémo	Vinzel	Electronique
BOUNAB Deif	Prilly	Génie Civil
CARBONE Denis	Troinex	Electronique
CARNEIRO SOARES Paulo	Genève	Génie Civil
CARETTI Robert	Gaillard (F)	Mécanique
DECAILLET Alain	Genève	Electronique
DESCHENAUX Jean-Paul	Carouge	Génie Civil
DESIMONE Laurent	Epalinges	Informatique
DI LUCA Serge	St Genis-Pouilly (F)	Electronique
DIVOUX Jean-Noël	La Chaux-de-Fonds	Electronique
ESSELBORN Philippe	Commugny	Génie Chimique
FERRIERO Giuseppe	Prangins	Electronique
FRATERNALE Olivier	Vernier	Mécanique
FREIHOLZ Alain	Vernier	Informatique
GIROUD Jean-Louis	Vandoeuvres	Mécanique
GUIDI Marco	Perly	Mécanique
IMBRUGLIA Piero	Genève	Génie Chimique
JANUSZEWSKI Yves	Bernex	Mécanique
LANZILLOTTA Agostino	Corsier/Vevey	Génie Civil
LEGRAND Christian	Châtillon-sur-Cluses (F)	Electronique
MONNET Raphaël	Bex	Génie Civil
MOULLET Didier	Aire-la-Ville	Electronique
NINO Francisco Javier	Genève	
QUADRI Vincent	Chavannes des Bois	Mécanique
PASCHE Michel	Chexbres	Electronique
PONCE Jorge	Nyon	Electronique
PRADERVAND Alain	Saint-Jean de Gonville	Mécanique
ROESSLI Pierre-Alain	Sierre	Informatique
SCHWOB Hans	Bassins	Mécanique
SEGATORI Jean-François	Denens	Mécanique
SIEGFRIED Catherine	Yvoire (F)	Génie Chimique
VUAGNAT Olivier	Carouge	Génie Civil
ZEHNDER Jacques	Bellevue	Génie Civil
ZILTENER Joseph	Dielsdorf	Mécanique



Composition du comité 2011

Président	Didier MOULLET 7 ch. des Ecrevisses 1288 Aire-la-Ville	Tél. privé : 022 757 17 56 Tél. prof. : 022 709 06 96 Natel : 079 442 10 47 Fax : 022 343 82 88 E-mail : didier@artech-ge.ch
Attaché relation ASET	Philippe ESSELBORN 5 chemin du Nant 1291 Commugny	Tél. privé : 079 518 95 07 Tél. prof. : 022 363 43 24 E-mail : philippe@artech-ge.ch
Trésorier	Serge DI LUCA 11 rue de Pouilly F-01630 St Genis-Pouilly	Tél. privé : +33 450 20 33 60 Tél. prof : 022 767 56 40 Natel : 076 487 40 00 E-mail : serge@artech-ge.ch
Secrétaire	Olivier FRATERNALE 18 ch. de la Greube 1214 Vernier	Tél. privé : 022 341 51 42 Tél prof : 022 884 01 78
Rédacteur bulletin / Archiviste	Christophe BATTAGLIERO 108 chemin de la Cure F-74520 Vulbens	Tél privé : : +33 457 26 61 46 Tél prof. : 022 780 21 95 E-mail : christophe@artech-ge.ch
Rédacteur bulletin	Marc BERCHTEN 51 rue Clos des Tilleuls F-01710 Thoiry	Tél privé : +33 450 41 53 32 Tél prof. : 022 780 78 15 E-mail : marc@artech-ge.ch
Webmaster's	Denis CARBONE Rte d'Annecy 6A 1256 Troinex	Tél privé : 022 771 14 13 Tél prof : 022 388 86 47

Impressum

Editeur : Comité ARTEch
Rédaction : Christophe Battagliero
Marc Berchten
Mise en pages : Ch. Battagliero
Correspondance : ARTEch
Case postale 15
1283 La Plaine
e-mail : contact@artech-ge.ch

Le bulletin de l'ARTEch paraît 2X par an

Tirage : 45 exemplaires

