

Artech

Association Romande des Techniciens Genève

WWW.ARTECH-GE.CH

Le mot du Président

L'actualité technique et scientifique

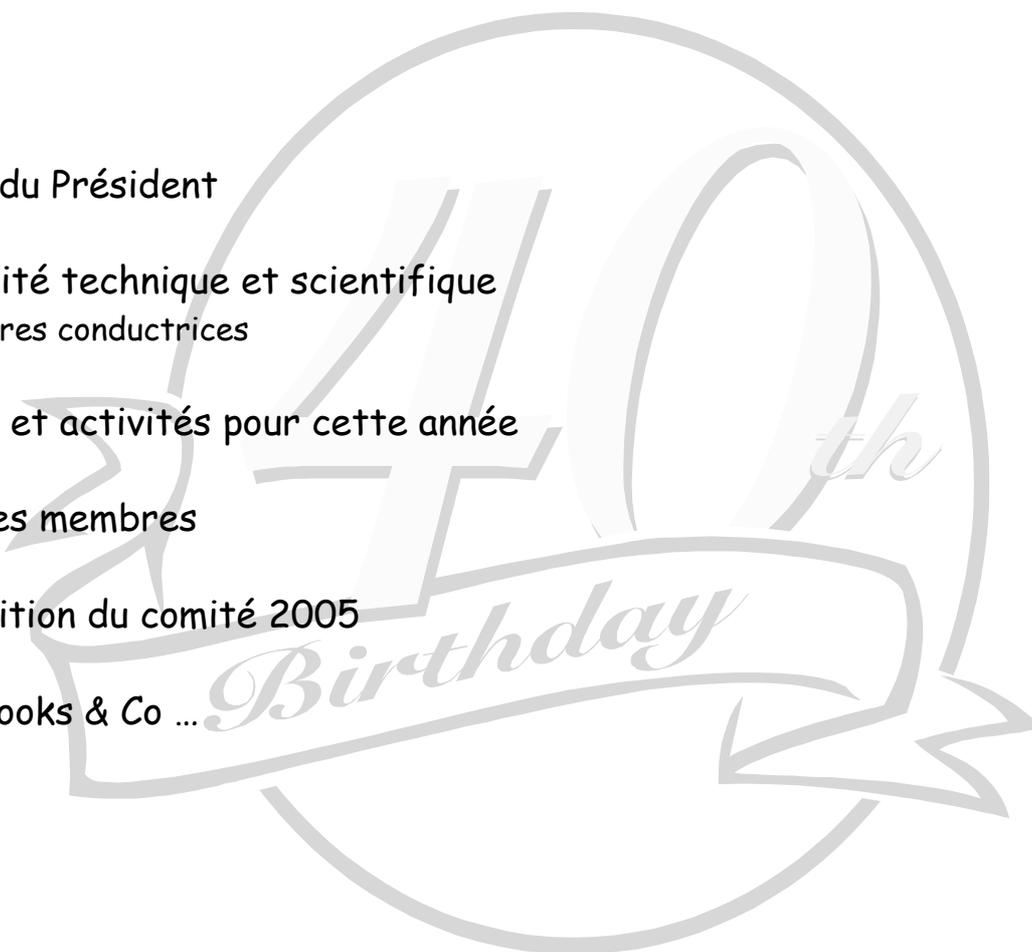
Les encres conductrices

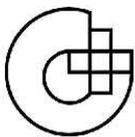
Sorties et activités pour cette année

Liste des membres

Composition du comité 2005

Web, Books & Co ...





Mot du Président



Notre association a 40 ans cette année !!

C'est pourquoi je vous invite à participer au fond du 40^{ème} en versant les 15.- chf supplémentaires (ou plus !). Le comité va organiser quelque chose pour le jubilé, qui aura vraisemblablement lieu lors de notre prochaine AG. Qu'on se le dise !

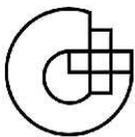
Le technicien ET est presque mort, vive le technicien ES. En effet, le conseil national va bientôt ratifier une proposition de l'OFFT qui préconise de changer l'appellation de technicien ET en technicien ES (Ecole Supérieure). L'ASET qui est aussi à l'origine de ce changement, désirerait obtenir le titre d'Ingénieur ES. Le département de notre conseiller fédéral J. Deiss en a décidé autrement, malgré les demandes répétées des associations de techniciens et notamment de l'ASET.

Une étude, sous forme de travail de diplôme est en train de se terminer pour essayer de déterminer les différences existantes entre les associations romandes et les associations suisse-allemandes. Pourquoi ces dernières semblent-elles plus actives ? etc.... Je vous en reparlerai lors de notre prochain bulletin.

Si vous désirez apporter une aide financière supplémentaire au développement du bulletin, n'oubliez pas que ce dernier peut être VOTRE vitrine publicitaire concernant vos associations ou vos entreprises. Alors n'hésitez pas à contacter les rédacteurs.

Avec toute mon amitié,

Didier Mullet
Président ARTech section GE



Les encres conductrices

Un nouveau marché se développe dans le domaine de l'impression ; il consiste à déposer divers matériaux conducteurs, appelés *encres conductrices*, grâce aux procédés d'impressions classiques et grâce au jet d'encre. L'efficacité d'une telle opération dépend essentiellement des composants de l'encre et du procédé.

Les encres conductrices permettent à l'électricité de circuler (agissant de ce fait comme des fils électriques). Elles sont composées de particules métalliques ou de polymères conducteurs.

LES ASPECTS TECHNIQUES

1) – L'encre.

Les encres classiques sont principalement composées de véhicule, de liant et de pigments colorés. Les encres conductrices quant à elles comportent des **particules conductrices** à la place des pigments.

Les encres conductrices, composées de particules dispersées, sont utilisées pour produire des motifs conducteurs sur des supports souples ou rigides. Les particules conductrices sont des **particules métalliques** (principalement argent ou carbone) en suspension dans différentes résines polymères (qui ont de propriétés conductrices) ou des **polymères conducteurs** dissous dans un solvant. Ces derniers semblent surtout employés pour des surfaces importantes qui nécessitent souplesse et faible coût, mais aussi une moins bonne performance, car leur conductivité est moindre que celle des métaux.

Formulation typique d'une encre conductrice :

	Masse (%)	Volume (%)
Phase fonctionnelle	63	20
Liant organique	16	8
Véhicule organique	21	72

La conductivité obtenue dépend de l'épaisseur du film d'encre déposé. De plus, il faut que la couche d'encre soit suffisante afin d'éviter toute interruption du film qui entraînerait la perte de conductivité. C'est

pourquoi, dans certain cas, plusieurs couches successives sont imprimées. La conductivité dépend également de la géométrie de l'impression (à plat, ligne fine...).

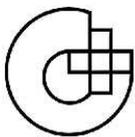
La conductivité de l'encre est testée sur un film sec à l'aide d'un ohm-mètre (la conductivité du film sec est supérieure à celle du film fraîchement imprimé).

Les encres métalliques :

Les poudres de métaux nobles sont constituées de particules de taille de 10^{-5} à 10^{-7} m et celles à base de carbone de 10^{-9} m. La conductivité de l'argent est de l'ordre de 10^4 S/cm.

Le fabricant d'encre **Flint Ink** (Etats-Unis) a créé un département dédié aux encres conductrices, **Precisia LLC**. Cette unité utilise des particules métalliques telles que l'argent et le carbone (graphite) afin de permettre la circulation de signaux électriques. Les encres contenant ces particules sont à base d'eau ou de solvant pour les procédés de flexographie et d'héliogravure. L'offset et la sérigraphie (à plat ou rotative) sont aussi utilisés. Ces encres conductrices trouvent leur emploi comme antennes sur les **étiquettes RFID** et dans l'électronique.

La société **Parelec** (Etats-Unis) travaille dans l'innovation pour l'électronique. Elle a en particulier développé des encres conductrices brevetées sous le nom de Parmod VLT. Elles sont utilisées dans les technologies telles que la **RFID**, les « **membrans switches** » et les circuits flexibles. Les procédés d'impression utilisés sont l'offset, l'héliogravure et la sérigraphie. Les encres développées sont à base de particules d'argent, de cuivre, d'or, de platine, de manganèse et de fer. Seules celles à base de cuivre et d'argent sont commercialisées. Le plus de Parmod VLT est l'absence de liant organique ou d'alliage : une fois le film d'encre sec, on obtient un conducteur métallique pur.



La société **SICPA** propose des encres conductrices employées dans la vérification d'authenticité d'un document via leur conductivité. Ces encres sont à base de métal d'argent principalement. Toutefois, dans un souci de diminution des coûts et bien que cela affecte la conductivité, elle le mélange avec du graphite.

Les encres polymères :

D'après le VTT Technical Research Centre of Finland, les principaux polymères conducteurs utilisés pour les encres conductrices sont : le polythiophène (PT), le polyaniline (PANI) et le polypyrrole (PP).

Composant	Nom commercial	Fabricant	Conductivité
Polyaniline	<i>Panipol</i>	Panipol Zipperling	100 S/cm
Polythiophène	<i>Baytron P</i>	Bayer AG AGFA	1-10 S/cm
Polypyrrole	<i>Conquest</i>	DSM	1 S/cm

On constate que ces polymères ont une conductivité moindre que la plupart des métaux.

Le VTT Research Center prépare une encre conductrice grâce à du polyaniline livré sous forme de poudre puis mis en solution dans du toluène. Le PEDOT/PSS (Polythiophène) peut être mis en suspension dans de l'eau.

Les encres conductrices peuvent être imprimées comme des encres d'imprimerie. Plus d'un procédé d'impression peut être nécessaire : l'épaisseur d'encre déposée et la résolution atteinte varient en effet d'un procédé à l'autre. Les procédés se différencient aussi par leur vitesse d'impression et la variété des supports utilisables.

Les procédés utilisables sont la sérigraphie, l'héliogravure, la flexographie, l'offset et le jet d'encre. Les principales applications sont les **étiquettes RFID**, les **OLED** et les composants électroniques.

2) – Les supports.

Les procédés d'impression permettent l'utilisation de supports très divers. Ce sont leurs caractéristiques qui influencent les composants de l'encre, soit ce sont les composants qui nécessitent certaines propriétés du support. En effet, à partir du moment où l'interaction

entre l'encre et le support est maîtrisée, tout type de support est utilisable. Les supports utilisables sont notamment le polyester, le polyéthylène, le papier et le silicium.

3) – Les procédés.

Différents procédés d'impression sont souvent combinés car ils présentent différents avantages : épaisseur du film d'encre, résolution... Quelque soit le procédé utilisé, il ne faut pas considérer l'encre conductrice comme une encre classique car les problèmes rencontrés, malgré leurs effets semblables, n'ont pas forcément les mêmes causes ni les mêmes solutions.

Dans le domaine de l'électronique, les principaux procédés envisagés sont ceux à grande vitesse de fabrication afin de produire des composants électroniques plastiques à base de polymères conducteurs.

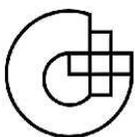
La **sérigraphie** permet :

- l'utilisation d'une grande variété de systèmes d'encre sur des supports divers ;
- le dépôt d'un film épais ;
- une excellente répétitivité.

Ce procédé est économique pour une faible production. Toutefois, son inconvénient est la taille des mailles, d'où une moins bonne résolution et la création d'agglomérats. La taille maximum des particules utilisables est donc de l'ordre de 12 µm. Ses applications dans le domaine des encres conductrices sont les détecteurs « **sensors** », l'électronique (batterie, appareil, semi-conducteurs) et les écrans « **displays** ».

L'**offset** quant à lui, permet une résolution d'une grande finesse et une vitesse de production intéressante. Ce procédé est toutefois long à mettre en place et la formulation des encres peut-être difficile, surtout en termes de viscosité. C'est pourquoi l'offset est peu utilisé pour l'impression des polymères conducteurs.

L'utilisation du **jet d'encre** permet de simplifier la fabrication en réduisant le nombre d'étapes. C'est un procédé d'impression à écriture directe : il permet de déposer directement les matériaux sous le contrôle d'un ordinateur et uniquement la quantité nécessaire (procédé additif). Cette technologie peut-être utilisée dans la production de transistors organiques, d'OLED, d'écrans électroluminescents, de détecteurs



(sensors) et de composants passifs (résistance, condensateur, inductance). Il rend possible la dépose de plusieurs couches et de plusieurs matériaux. La résolution dépend de la taille des gouttes et de leurs interactions avec le support (préparation physico-chimique de la surface comme en offset) mais il n'atteint pas encore la résolution obtenue avec les procédés classiques. De plus, les volumes de production à coût égal sont plus faibles.

En raison du risque de bouchage des buses par les particules, le jet d'encre est principalement utilisé dans l'impression d'encre à base de polymère car la taille des particules métalliques peut parfois dépasser le micron.

L'avantage d'utiliser un procédé d'impression permet de déposer directement la quantité nécessaire d'encre conductrice, contrairement à certains procédés conventionnels électronique qui consistent à déposer le matériau conducteur, le graver et en enlever une partie, d'où le gaspillage de composants onéreux.

LES APPLICATIONS ET LEURS MARCHÉS

Actuellement, les deux principaux domaines d'application de l'impression d'encres conductrices sont les *emballages intelligents* et l'*électronique*. Dans ce second domaine, les procédés d'impression sont essentiellement utilisés pour fabriquer des circuits imprimés et des composants électroniques souples tels que les *OLED* (Organic Light Emitting Diode), des conducteurs flexibles et des composants électroniques organiques.

1) – La technologie RFID.

Les chaînes d'approvisionnements conduisent souvent à des pertes importantes en produits : cela représente un certain coût et implique une amélioration nécessaire de la traçabilité. De nombreux imprimeurs d'emballages et transformateurs sont donc intéressés par l'utilisation d'étiquettes intelligentes : c'est l'une des raisons expliquant le développement des encres conductrices.

En effet, ce type d'encre sert à la fabrication de transpondeurs (transmetteur et répondeur) **RFID** (Radio Frequency Identification). Cette technologie utilise des ondes radio afin d'identifier automatiquement un objet. Un appareil tel que le scanner (nécessitant de voir l'étiquette) n'est plus indispensable, les données étant transmises à un

réseau informatique via une antenne. Les encres conductrices sont utilisées pour réaliser l'antenne de l'étiquette RFID.

Les transpondeurs RFID sont composés d'une puce en silicium contenant les données d'identification. Elle reçoit et transmet ces données (ex : le numéro d'identification d'un produit) grâce à une antenne qui transmet un signal à fréquence radio détectable à distance. Ce signal radio est capté par un appareil qui lit les informations transmises. Au départ, les antennes étaient faites de métal gravé et poinçonné. L'utilisation d'encre conductrice réduit considérablement leur coût même si les performances n'ont, semble-t-il, pas encore atteint celles des antennes en cuivre massif.

Les étiquettes RFID permettent *l'identification de produits* et si elles sont « actives » (c'est-à-dire si elles contiennent leur propre batterie) elles rendent les inventaires possibles en temps réel.

Ces étiquettes sont souvent comparées aux codes barres. Ces derniers sont des symboles pouvant être lus par des appareils de type scanner et consistent en une combinaison de barres blanches et noires. Les étiquettes RFID, si elles ne nécessitent pas d'être vues pour être lues, ont toutefois besoin d'un ordinateur pour la lecture des données. Ainsi, pour garantir leur essor, il faudrait diminuer leur coût et mettre au point une standardisation, car les fréquences changent selon les pays (cette technologie n'est donc pas universelle, contrairement à celle des codes barres).

Par ailleurs, le problème du phénomène « big brother » est posé. En effet, certains ont peur d'être suivis à la trace via les étiquettes RFID contenues dans les produits achetés ...

Pour le moment, il ne semble pas possible d'équiper tous les produits avec cette technologie car les boîtes en métal semblent créer des interférences. De plus, cet équipement n'est actuellement pas rentable pour les produits du quotidien (boîtes de céréales, rasoirs jetables, ...). Cependant, le marché de la RFID se développe car le besoin d'améliorer la sécurité et la logistique se fait sentir. Cette technologie est aussi utilisée pour des cartes pouvant être lues à distance (ex : cartes de télépéage, tickets de transports, ...).

La société **Pecisia** (Flint Ink) produit des antennes de transpondeurs RFID imprimées à l'aide d'encres conductrices métalliques. Elle privilégie les procédés d'impression rapides, en opposition aux anciennes

méthodes de gravure de cuivre ou d'aluminium et à l'utilisation de la sérigraphie. Ceci leur permet de produire de gros volumes à faible coût pour des étiquettes d'emballages.

L'entreprise **Bielomatik** (Leuze Group, Allemagne) insère les transpondeurs dans les étiquettes. Lorsque les transpondeurs sont composés d'antennes gravées sur support PET, les étiquettes sont formées de trois couches, celle du milieu contenant le transpondeur. Bielomatik met au point les machines permettant l'adhésion de ces trois couches. L'utilisation d'antennes imprimées sur la couche supérieure permet d'éviter la couche intérieure et ne laisse donc plus que deux couches. L'utilisation d'encre conductrice permet donc un coût plus faible et un procédé plus rapide. En revanche, il est difficile d'insérer la puce.

Les antennes imprimées utilisées par Bielomatik sont à base d'argent et obtenues par sérigraphie. L'offset et la flexographie sont plus difficilement utilisables : les couches déposées étant fines, cela pose des problèmes d'uniformité des particules qui permettent la conductivité. Or, la distance à laquelle peuvent être captées les informations dépend de la performance de l'antenne.

La société Bielomatik n'emploie pas d'encres conductrices dans les transpondeurs utilisant les ondes magnétiques car la vitesse des encres à base d'argent est plus faible que les antennes en cuivre ou en aluminium gravé. Cependant, pour des distances de plusieurs mètres utilisant les ondes radio pour transmettre un signal, les antennes imprimées sont préférées.

L'avenir des étiquettes RFID pour Bielomatik n'est pas de concurrencer les codes barres sur tous les marchés. Il est plutôt dans l'utilisation sur les caisses de transport et de stockage et non sur chaque produit, ce qui éviterait les problèmes liés à la protection de la vie privée.

Les entreprises qui impriment les antennes et insèrent les transpondeurs travaillent avec les sociétés chargées d'implanter les données dans les puces. L'une de ces sociétés est **Atlantic Zeiser**.

2) – Application dans l'électronique.

Les encres conductrices sont utilisées dans la fabrication de circuits flexibles. En garantissant la circulation de l'électricité, ces encres jouent le rôle de fils électriques, d'antennes ou de résistances.

Membrane « switch » :

Un « **membrane switch** » est défini comme un appareil à connexion momentanée dans lequel un contact au moins est réalisé sur, ou à partir, d'un support flexible.

L'encre conductrice est imprimée sur un support flexible comme le polyester ou le polycarbonate. Un dôme, soit en acier inoxydable préformé, soit directement formé à partir de la couche supérieure du support, constitue l'élément actif du bouton. En effet, quand une force est appliquée, le dôme se déforme et ferme le circuit. L'utilisation d'une encre conductrice permet la réalisation de circuits denses et de lignes conductrices fines. Cette encre est à base de métaux (argent et cuivre) et le procédé d'impression utilisé est la sérigraphie.

Cette technologie permet la miniaturisation dans de nombreuses applications telles que le téléphone portable, l'appareil photo, les tableaux de commande (micro-ondes, lave-vaisselle ...), les jouets, ...

De multiples entreprises développent cette technologie, comme par exemple **Toyo Ink** (Japon), **T-ink** (Etats-Unis) et **Duraswitch** (Etats-Unis).

Les deux figures ci-après représentent la coupe schématique de deux commutateurs à membrane. Le second est dit « tactile » parce qu'une capsule métallique (ou dôme) donne l'impression, lorsqu'on l'écrase, que l'on agit effectivement sur un commutateur classique. Chez Duraswitch, le dôme est remplacé par une lame mince attirée par un électro-aimant. La couche supérieure est transparente et les graphismes sont imprimés sur sa face inférieure, pour des raisons de protection.

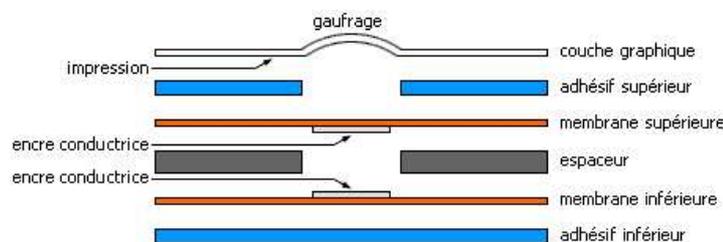


Fig.1

Fig. 1 : Coupe schématique éclatée d'un commutateur à membrane non tactile.

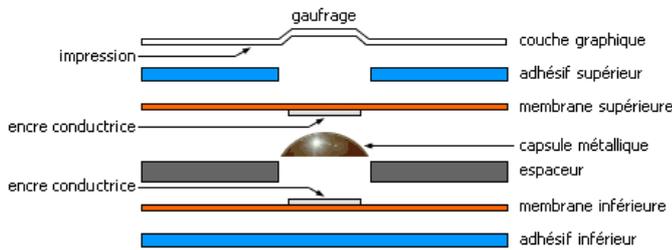


Fig. 2

Fig. 2 : Coupe schématique éclatée d'un commutateur à membrane tactile.

On trouve sur le Web des croquis de commutateur à membrane, comme par exemple sur les sites de *Dawar Technologies* et de *Memtron*.

Circuit imprimé :

Deux techniques sont actuellement utilisées pour la production des circuits imprimés :

- la photolithographie (photo-imaging) ;
- la sérigraphie (screen-printing).

Les circuits imprimés comportent une plaque fabriquée à partir de matériaux composites (résine époxy), doublée d'une fine couche de cuivre qui, par transfert photographique du circuit électrique et dissolution de l'excédent de cuivre, permet d'implanter par soudure plusieurs composants électroniques qui seront alors reliés par des lignes conductrices ainsi créées. Les supports d'impression de circuits sont le PET, le polyimide, etc.

Ce procédé de fabrication nécessite de multiples étapes alors que l'impression directe du matériau conducteur simplifierait la production et diminuerait l'émission de COV (composés organiques volatiles). Il y aurait moins de perte de matière première, à la différence des circuits imprimés classiques pour lesquels on jette beaucoup de cuivre. Un obstacle cependant : les encres conductrices sont plus résistantes que le cuivre. L'usage de ces dernières pour la fabrication des circuits imprimés est donc encore au stade des essais industriels.

L'entreprise *RT Circuits* (Ecosse) utilise l'offset pour imprimer des circuits avec de l'encre conductrice composée d'argent. Le film d'encre a une épaisseur de 8 μm . Les avantages de ce procédé par rapport au

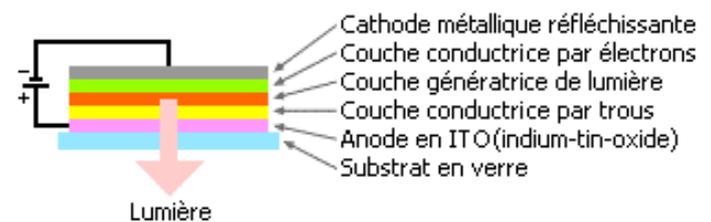
film d'encre épais obtenu en sérigraphie sont la précision et la vitesse.

Chez *Precisia*, l'impression de circuits est faite surtout en offset avec une largeur de 10 μm et une épaisseur de 8 μm du film d'encre. Pour obtenir une conductivité comparable à celle des circuits gravés, l'impression est effectuée en trois couches de la même encre conductrice, à une heure d'intervalle. L'encre est séchée dans un four ou à l'air libre. Enfin, vingt-quatre heures de repos sont nécessaires pour un séchage complet.

Des travaux sont actuellement en cours pour adapter la technologie jet d'encre à la production des circuits imprimés. Les difficultés sont nombreuses, mais le succès est peut-être à l'horizon ...

OLED (Organic Light Emitting Device) :

Les OLED sont des DEL (diodes électroluminescentes) pour lesquelles le matériau émetteur de lumière est organique. Comme la DEL, ce matériau devient source de lumière fluorescente lorsqu'il est traversé par un courant. Une cellule OLED est constituée d'une pile de couches organiques fines prises en sandwich entre une anode transparente (en oxyde d'étain dopé à l'indium, l'ITO) et une cathode métallique. La composition chimique des couches organiques est décrite sur le site Internet de *SynTec*.



Les avantages de cette technologie sont nombreux :

- faible consommation d'énergie ;
- légèreté ;
- faible épaisseur ;
- qualité des couleurs ;
- brillance.

En revanche, la durée de vie et la résistance à la température sont encore limitées, bien que des progrès soient constamment effectués. A terme, la

technologie OLED devrait supplanter la technologie LCD (Liquid Crystal Display).

Les applications de ces écrans sont l'affichage électronique des prix dans le commerce, ainsi que les écrans des téléphones portables et des PDA (Personal Digital Assistant).

La partie organique et la cathode peuvent être imprimées par sérigraphie ou par héliogravure. Sur le même principe, on peut imprimer grâce au jet d'encre des **PLED displays** (Polymeric Light Emitting Diodes). Cette technologie requiert l'impression de trois polymères colorés électroluminescents différents. Le recours au jet d'encre semble privilégié car ce procédé est relativement flexible et permet de déposer de faibles quantités d'encre. L'inconvénient est la restriction à de faible viscosité (inférieures à 20 mPa.s) ce qui impose des concentrations en polymères faibles.

Le groupe **Philips** utilise une encre à base de dérivés de PPV (poly p-phenylene vinylene) contenant 0.5 à 2% en masse de polymères. Les solvants utilisés sont l'anisole, l'o-xylene, ... Les conditions d'évaporation de l'encre et d'étalement du polymère sont contrôlées en utilisant des mélanges de solvants de différentes températures d'ébullition. Pour une bonne uniformité de couleur, le film polymère, après évaporation du solvant, doit avoir une épaisseur constante.

Composants électroniques organiques :

Les polymères conducteurs (PANI, PEDOT/PSS, PP...) sont solubles dans différents solvants et présentent divers degrés de conductivité. Ils peuvent donc prendre une partie du marché du silicium qui est le composant principal en électronique. Les polymères conducteurs ne peuvent pas concurrencer le silicium en termes de taille ou de capacité à contenir de l'information ; en revanche, ils le peuvent sur le terrain du prix, du procédé, de la flexibilité et de l'environnement.

Les progrès dans le domaine des polymères conducteurs ont ouvert la voie aux composants électronique (résistance, condensateur, transistor) entièrement réalisés en polymère. Leur fabrication repose sur la technique du jet d'encre. Leur intérêt, par rapport à la technologie conventionnelle basée sur du silicium amorphe, tient à la diminution du nombre d'étapes de fabrication et, par conséquent, du coût. Toutefois, les polymères n'ont pas une fréquence de fonctionnement comparable à celle du silicium. Le

marché leur est donc ouvert lorsque le faible coût de fabrication prime sur les performances : par exemple, des petites cartes, des étiquettes électroniques ou encore des détecteurs (sensors).

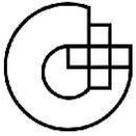
La figure suivante représente les différentes étapes de la fabrication d'un transistor utilisant des polymères conducteurs et semi-conducteurs, selon **Plastic Logic**.



- des zones de différentes énergies de surface sont créées sur le support (rigide ou flexible) pour permettre une impression avec une haute résolution ;
- le polymère conducteur est imprimé en jet d'encre pour former les électrodes source et drain ;
- le polymère semi-conducteur est ensuite imprimé sur le canal défini par la source et le drain ;
- une couche de diélectrique est déposée ;
- une électrode de commande est finalement imprimée en jet d'encre.

Il est possible de fabriquer des transistors entièrement en polymère (**thin film transistors**). Dans ce cas, les électrodes sont obtenues par impression jet d'encre d'une solution de Baytron P. De même, des condensateurs et des filtres RC peuvent être imprimés par jet d'encre avec du polyaniline et du Baytron P comme polymères conducteurs et un autre polymère comme résistance.

La société **Xerox** développe l'impression jet d'encre d'une encre semi-conductrice composée de polythiophène pouvant remplacer la technologie **CMOS** (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) qui est coûteuse parce qu'elle utilise le silicium. Cette technologie peut aussi servir à remplacer la puce en silicium utilisée dans la technologie **RFID** ce qui permet d'obtenir des puces à moindres coûts. L'objectif de Xerox consiste à pouvoir imprimer les trois composants-clés d'un circuit, c'est-à-dire l'isolant, le semi-conducteur et le conducteur.



ANALYSE TECHNICO-ÉCONOMIQUE

1) – Dynamique concurrentielle.

Les principaux développements envisagés pour les encres conductrices consistent à mettre au point des technologies permettant un temps de séchage rapide et de faibles températures.

C'est ce que *Parelec* a mis en œuvre dans sa technologie Parmod VLT, laquelle élimine tout liant des encres conductrices métalliques permettant ainsi une meilleure conductivité.

La tendance est aussi à la diminution de coût des encres – notamment celles à base d'argent – et l'utilisation des procédés d'impression à grande vitesse. Ceci promet un certain essor de l'offset, quand cela est possible, au détriment de la sérigraphie, car ce procédé reste lent et onéreux. La technologie jet d'encre a aussi de grandes chances de progresser dans le domaine de l'électronique.

Des applications plus originales que celles précédemment expliquées se développent aussi, ouvrant de nouveaux marchés aux encres conductrices : fabrication de détecteurs médicaux (medical sensors) – destinés à mesurer le taux de sucre dans le sang – et de pacemakers. La société T-Ink formule des encres conductrices utilisées pour déclencher de la lumière ou du son par contact avec certaines zones encrées. Autre application novatrice envisagée : un téléphone portable jetable utilisant une encre conductrice imprimée sur du papier à la place du circuit imprimé électronique. Les encres conductrices étant émergentes sur le marché, aucun substitut n'a pour l'instant été envisagé.

Les *points forts* de ces encres sont :

- la miniaturisation des applications (par diminution de la taille du circuit) ;
- l'impression sur des supports flexibles ;
- l'économie de matières première (procédé additif) ;
- l'utilisation de procédés à moindre coût et avec moins d'étapes.

Les *faiblesses* les plus contraignantes sont les performances et surtout le coût. De plus, chaque procédé d'impression a ses faiblesses propres. La sérigraphie n'est rentable que pour des volumes de production faibles, mais permet d'obtenir un film d'encre épais. En revanche, d'autres procédés (offset,

héliogravure...) sont plus rentable pour de gros volumes mais nécessitent souvent l'application de plusieurs couches successives afin d'atteindre une conductivité correcte.

2) – Les scénarios.

Trois scénarios peuvent être envisagés pour le développement de ces encres conductrices.

Scénario tendanciel :

L'utilisation des encres conductrices dans la fabrication des étiquettes intelligentes (RFID) a considérablement diminué le coût de ces dernières. Actuellement, plusieurs centaines de millions de produits RFID sont vendus chaque année. Si l'on parvient à diminuer encore le coût de ces étiquettes, le marché a de grandes chances de se développer fortement. En effet, on peut prédire :

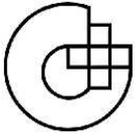
- des dizaines de millions de RFID utilisés dans des applications telles que les accès sécurisés, les tubes à essai (échantillons de sang), les jouets...
- des centaines de millions de RFID dans la logistique, la sécurité, les bibliothèques, le bétail...
- des milliards dans les étiquettes pour bagages (transit aérien), billet de banque, cartes de crédit, archivage, colis, preuves de possession, remplacement des codes barres.

Ceci peut être possible grâce d'une part à la diminution du coût des encres conductrices et d'autre part, à l'utilisation de composants électroniques à base de polymères à la place de puces en silicium. Ces composants sont fabriqués à l'aide d'encres conductrices à base de polymères et peuvent donc être directement imprimés. Si un tel développement des RFID se produit, l'essor du marché des encres conductrices est plus que probable.

Scénario pessimiste :

Certains problèmes associés à l'impression des encres conductrices peuvent constituer des obstacles à l'évolution de leur marché dans le domaine de l'électronique.

L'un des problèmes rencontrés est l'évaporation de solvant au cours de l'impression, ce qui a pour conséquence le changement de certaines propriétés de



l'encre et des atteintes à l'environnement (utilisation du toluène).

Le procédé principalement utilisé est la sérigraphie car il permet une épaisseur d'encre importante (supérieure à 40 µm). Cependant, ce procédé correspond surtout à de faibles volumes de production en termes de vitesse et de coût, ce qui l'empêchera de prendre une part importante du marché de la fabrication de composants électroniques.

D'autres procédés peuvent alors être envisagés, tels que l'offset qui permet une production plus rapide. Toutefois, il présente l'inconvénient de ne pas obtenir la même épaisseur d'encre que la sérigraphie : avec un film d'encre plus fin, il est plus probable d'avoir des défauts, d'où une interruption du courant. En outre, ce procédé est certes utilisable pour les RFID mais moins envisagé pour le domaine de l'électronique.

Le seul procédé pouvant alors reprendre le marché est le jet d'encre. Malgré tout, un problème demeure : la dépose des gouttes n'est pas toujours contrôlable.

Ces différentes contraintes peuvent donc fortement limiter le marché des encres conductrices dans l'électronique, d'où la perte possible de ce marché.

Scénario optimiste :

La diminution du coût des encres conductrices et l'utilisation efficace des procédés d'impression rapides (offset, héliogravure...) rendent envisageable la fabrication par impression de la plupart des composants électroniques et circuits imprimés. Cette énorme prise de marché est possible grâce aux avancées de la recherche et aux procédés d'impression qui impliquent un moindre coût comparativement aux moyens de production classiques des composants électroniques. En outre, l'émergence de nouvelles technologies et de nouvelles applications dans le domaine de l'électronique n'est pas exclue, compte tenu de son essor actuel.

CONCLUSION

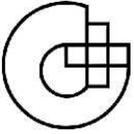
Le constat est le suivant : les encres conductrices ont un réel potentiel et il est plus que probable que l'utilisation de telles encres se développe dans les années à venir. Elles ne sont pas seulement la clé du

développement de la technologie RFID ; elles ouvrent également un nouveau marché au domaine de l'impression, à savoir l'électronique.

Les recherches ont permis de découvrir des applications de l'imprimerie que nous n'aurions jamais imaginées. Bien que ces encres soient déjà utilisées dans certains domaines, elles restent relativement méconnues.

(Source : Web)

C.B.



Sorties et activités

Cette année, nous allons organiser une visite au CERN dans le courant du mois d'octobre ou novembre. La date n'est pas encore fixée, mais la visite se déroulera probablement un samedi et durera ½ journée.

Parallèlement, nous allons également organiser une visite des chantiers des NLFA à Amsteg. Le planning des visites étant complet jusqu'à la fin de l'année, elle se déroulera en début d'année prochaine.

Pour toutes les personnes qui seraient intéressées par ces visites, je vous invite, d'ores et déjà, à me contacter afin que je puisse vous tenir au courant.

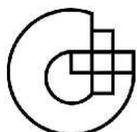
marc.berchten@firmenich.com

022 / 780.78.15 (prof.)

079 / 729.79.38

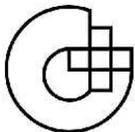
Amicalement

M. Berchten



Liste des membres

ANDREETA Pierre	Plan-les-Ouates	Electronique
BACHMANN Jean-Jacques	Grandson	Electronique
BAEZA Alexandre	Le Lignon	Electronique
BARRAS Pierre Léon	Carouge	Génie Civil
BASSO Roberto	Meyrin	Génie Chimique
BATTAGLIERO Christophe	Valleiry (F)	Génie Chimique
BERCHTEN Marc	Challex (F)	Génie Chimique
BOCHATAY Olivier	Vernayaz	Mécanique
BORDIGNON Alain	Grand-Saconnex	Génie Civil
BOUNAB Deif	Prilly	Génie Civil
BUCLIN Marc	Bernex	Electronique
CARNEIRO SOARES Paulo	Genève	Génie Civil
CARRETI Robert	Gaillard (F)	Mécanique
CHARLET Manuel	Bellevue	Electronique
COMINA Michel	Genève	Génie Civil
CRETTAZ Raphaël	Chardonne	Graphisme
DAENZER Frédéric	Les Moulins	Electronique
DE FARIA Luis Miguel	Genève	Electronique
DECAILLET Alain	Genève	Electronique
DESCHENAUX Jean-Paul	Carouge	Génie Civil
DESIMONE Laurent	Epalinges	Informatique
DEVAUD Daniel	Fribourg	Mécanique
DI LUCA Serge	St Genis-Pouilly (F)	Electronique
DIVOUX Jean-Noël	La Chaux-de-Fonds	Electronique
DONADELLI Igor	Renens	
DUMONT Laurent	Monthey	Mécanique
ESSELBORN Philippe	Mies	Génie Chimique
FERRIERO Giuseppe	Coppet	Electronique
FRATERNALE Olivier	Vernier	Mécanique
FREIHOLZ Alain	Founex	Informatique
GIROUD Jean-Louis	Vandoeuvres	Mécanique
GUIDI Marco	Perly	Mécanique
GUISOLAN Alain	Sergy Haut (F)	Mécanique
HARTH René	Genève	Mécanique
HARVEY Mark	Genève	Instrumentation
HAUSAMANN Laurent	Villars-Burquin	Electronique
HEIMO Philippe	Croix-de-Rozon	Informatique
IMBRUGLIA Piero	Genève	Génie Chimique
JANUSZEWSKI Yves	Bernex	Mécanique
KUNZ Philippe	Chêne-Bourg	Génie Civil
LANZILLOTTA Agostino	Corsier/Vevey	Génie Civil
LEGRAND Christian	Châtillon-sur-Cluses (F)	Electronique
MAURY Christian	Préverenges	Génie Civil
MEYLAN Mathieu	Renens	Informatique



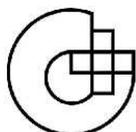
MONNET Raphaël	Bex	Mécanique
MOSER Marc-André	Petit-Lancy	Electronique
MOULLET Didier	Carouge	Electronique
NINO Francisco Javier	Genève	
NUSBAUMER Jean-Marc	Carouge	Génie-Civil
PASCHE Michel	Chexbres	Electronique
PAULY Alain	Petit-Lancy	Graphisme
PERRIER Eric	Orbe	Mécanique
PIACENZA Alain	Saint-Cergue	Génie Civil
PILLER Nicolas	La Tour-de-Trème	
PONCE Jorge	Nyon	Electronique
PRADERVAND Alain	Vandoeuvres	Mécanique
ROESSLI Pierre-Alain	Sierre	Informatique
ROULET Thibault	Thônex	Informatique
SALYADOR Ahmet	Lausanne	Génie Civil
SCHÄR Frédéric	Meyrin	Electronique
SCHWARZ David	Le Lignon	Informatique
SCHWOB Jean	Bassins	Mécanique
SEGATORI Jean-François	Denens	Mécanique
SIEGFRIED Catherine	Yvoire (F)	Génie Chimique
STEULET Christophe	Grand-Lancy	Electronique
VAGNI Giorgio	Genève	Electronique
VILLAR Elias	Lausanne	Mécanique
VON WARTENSLEBEN Aurélie	Grand-Saconnex	Génie Chimique
VUAGNAT Olivier	Carouge	Génie Civil
ZEHNDER Jacques	Bellevue	Genie Civil
ZILTENER Joseph	Dielsdorf	Mécanique

Liste des nouveaux membres

Nous avons le plaisir d'accueillir 3 nouveaux membres cette année :

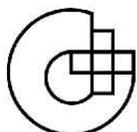
PILLER Nicolas	La Tour-de-Trème
SALYADOR Ahmet	Lausanne
SCHWARZ David	Le Lignon

Le comité de l'Artech leur souhaite la bienvenue dans notre association.



Composition du comité 2005

Président	Didier MOULLET 3 rue du Pont-Neuf 1227 Carouge	Tél. privé : 022 343 82 86 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 10 route de Suisse 1295 Mies	Tél. privé : 079 518 95 07 Tél. prof. : 022 363 46 51 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	Laurent DUMONT 6 route du Tonkin 1870 Monthey	Tél. privé : 024 471 08 46 E-mail : laurent@artech-ge.ch
Rédacteur bulletin / Archiviste	Christophe BATTAGLIERO Les Erables Bât. D F-74520 Valleiry	Tél privé : : +33 450 04 39 27 Tél prof. : 022 780 21 95 E-mail : christophe@artech-ge.ch
Rédacteur bulletin	Marc BERCHTEN 15 rue Gourgas 1205 Genève	Natel : 079 729 79 38 Tél prof. : 022 780 78 15 E-mail : marc@artech-ge.ch
Webmaster	Thibault ROULET 22 ch. Edouard-Olivet 1226 Thônex	Tél. privé : 022 348 31 23 E-mail : thibault@artech-ge.ch



WEB, BOOKS & Co ...

Web :

<http://culturesciences.chimie.ens.fr>

Ce nouveau site est consacré à la chimie. On y trouve une base documentaire variée, ainsi que des éléments d'actualité liés au monde de la chimie. Le point fort : un large réseau de chercheurs et d'enseignants chimistes qui répondent aux questions des internautes.

www.ademe.fr

En ces temps de campagne de l'Agence (française) de la maîtrise de l'énergie (Ademe), on peut s'intéresser aux technologies permettant de réduire nos dépenses énergétiques. Depuis le choix d'un électroménager économe jusqu'à l'énergie solaire, avec en prime un test sur l'impact climatique de chacun.

Books :

Les ordinateurs de demain (Alain Schuhl) ; Le Pommier, 2004, 64p., 4€

Le doublement tous les dix-huit mois du nombre de transistors dans une puce ne durera pas éternellement. Si l'on veut continuer à faire progresser les ordinateurs, il faut inventer de nouveaux concepts, comme l'électronique moléculaire ou de spin. Nous pouvons aussi révolutionner le calcul, grâce à l'ordinateur à ADN ou quantique. Ce petit livre nous initie à ces notions et nous montre les difficultés qu'il reste à vaincre.

Impressum

Editeur :	comité ARTech
Rédaction :	Christophe Battagliero Marc Berchten Didier Moullet
Mise en pages :	Ch. Battagliero
Correspondance :	ARTech Case postale 5490 1211 Genève 11 Stand
e-mail :	contact@artech-ge.ch
Le bulletin de l'ARTech paraît 2X par an	
Tirage :	75 exemplaires