

# CHIMIE, LUMIÈRE SUR LES ÉCRANS

Julien Lefebvre, Andrée Harari, Jean-Claude Bernier

D'après l'article *Les multiples contributions de la chimie dans la conception des tablettes et des smartphones* de Jean-Charles Flores publié dans l'ouvrage « La chimie et technologie de l'information » EDP Sciences, 2014, ISBN : 978-2-7598-1184-7

L'information est partout : dans les bibliothèques, les journaux, les laboratoires, les musées... et même dans notre cerveau. Les technologies de l'information ont été développées pour faire transiter ces informations en des endroits de plus en plus éloignés à des vitesses toujours plus grandes, et également pour traiter un nombre croissant de données de plus en plus complexes. Quelle est la contribution de l'industrie chimique au développement de ces nouvelles technologies (1) ?

Nous allons prendre l'exemple d'une tablette tactile comme fil conducteur de cet article. Une tablette tactile est composée (Figure 1) :

- ▶ d'un écran, interface entre l'utilisateur et l'information ;
- ▶ de batteries qui permettent d'avoir l'information, où que nous soyons ;
- ▶ de contrôleurs et de bobines, indispensables au bon fonctionnement de ces machines ;

- ▶ de circuits intégrés qui traitent les informations.

## LE CIRCUIT INTÉGRÉ : DES PRODUITS ULTRA PURS POUR DES COMPOSANTS ULTRA PETITS

Le circuit intégré est composé de silicium. Bien qu'il soit le second élément le plus abondant dans la croûte terrestre après l'oxygène, la forme sous laquelle on le trouve est absolument impropre à son utilisation pour l'électronique. Il faut le raffiner et le purifier pour obtenir des plaquettes ultra pures, et parfaitement plates (à 1 ou 2 nm près). Celles-ci sont ensuite recouvertes de résines *photopolymérisables*, placées sous un masque et exposées à des rayons ultraviolets, suivi d'un traitement chimique. On réalise ainsi des circuits de quelques dizaines de nanomètres. À cette échelle, la moindre particule se déposant sur les plaquettes, même de la taille d'un virus, peut anéantir le fonctionnement du circuit (2).



Figure 1 – Une tablette et ses constituants. Source : BASF.

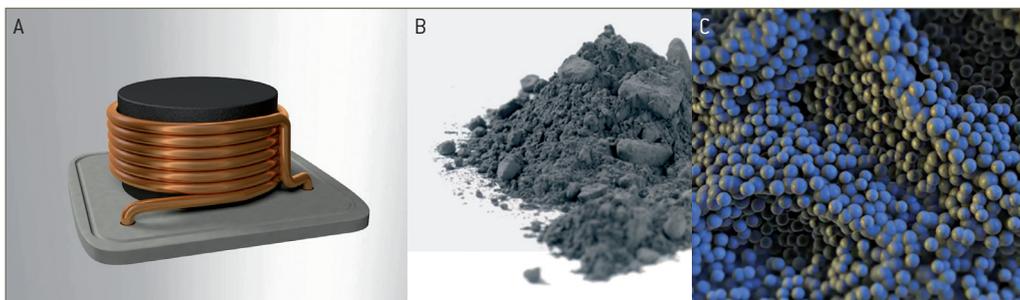


Figure 2 – Dans les bobines des téléphones portables, un noyau de fer est ajouté pour stabiliser le courant (A). Ce noyau de fer est préparé à partir de poudre (B) de morphologie parfaitement contrôlée (C : vue microscopique) pour supporter les hautes fréquences. Source : BASF.

Pour réaliser le circuit intégré sur les parties non recouvertes par les résines, il faut graver le silicium à l'aide de composés tels que l'acide chlorhydrique, l'acide fluorhydrique, l'ammoniac, le fluorure d'ammonium.

### LES BOBINES : UNE POUDRE DE FER CARBONYLE POUR DES COMPOSANTS ÉLECTRIQUES

Les composants d'une tablette tactile (circuits intégrés, disques durs...) travaillent sous différentes tensions. Pour adapter les tensions d'un composant à l'autre, on a recours à des bobines. Un noyau de fer est ajouté à ces bobines pour stabiliser ces tensions par induction (Figure 2). On doit utiliser du fer ultra pur et de morphologie parfaitement contrôlée. À cette fin, de la poudre de fer est chauffée avec du monoxyde de carbone dans des conditions de hautes températures (150 à 200 °C) et pressions (5 à 30 MPa) pour donner un complexe de fer-pentacarbonyle  $\text{Fe}(\text{CO})_5$  (Figure 3) (3). Par chauffage de ce dernier (à plus de 175 °C), on obtient du fer de très haute pureté (97,5 à 99,5 %) sous forme de sphères de 5  $\mu\text{m}$  de diamètre. Ces dernières sont ensuite enduites d'un mélange isolant électrique composé de phosphate de fer permettant de réduire les pertes d'énergie qui ont lieu dans les bobines.

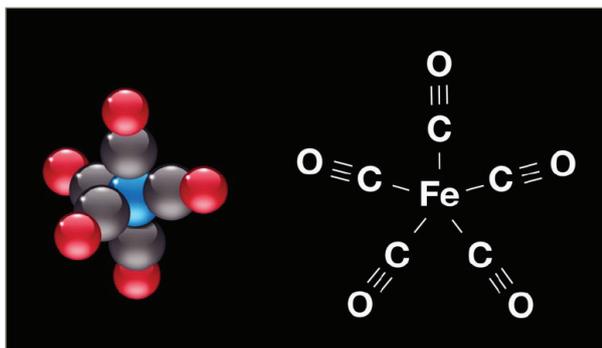


Figure 3 – Schéma de la molécule  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ .

Ce fer de haute pureté est aussi utilisé dans certaines parties plastiques des appareils électroniques pour

les protéger des interférences provoquées par les radiations électromagnétiques.

### DES BATTERIES PERFORMANTES POUR DES APPLICATIONS EXIGEANTES

Du fait d'une plus grande mobilité, nous avons besoin d'avoir des batteries toujours plus performantes pour des applications plus consommatrices d'énergie. Ces dernières années, la demande de batteries de technologie lithium-ion, utilisant du nickel ou du cobalt, a augmenté de 10 % par an (4). Les chimistes développent de nouvelles batteries lithium-soufre et lithium-air avec trois objectifs majeurs : produire des batteries à des coûts toujours plus maîtrisés ; éviter l'utilisation de métaux stratégiques ; et améliorer l'autonomie et la sécurité des batteries (5).

### DES ÉCRANS LUMINEUX POUR DES UTILISATEURS RADIEUX

#### La technologie LCD

La plupart des écrans de télévisions ou d'ordinateurs actuels fonctionnent grâce à la technologie LCD (Liquid Cristal Display).

En effectuant un agrandissement de l'écran, on observe que l'écran est composé de pixels subdivisés en trois composantes : une rouge, une verte et une bleue (Figure 4). Chaque sous-pixel possède en effet un filtre rouge, vert ou bleu. Ils sont en permanence rétroéclairés par de la lumière blanche qui traverse

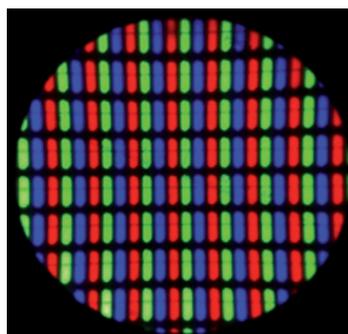


Figure 4 – Le zoom sur un écran fait apparaître des pixels. Source : BASF.

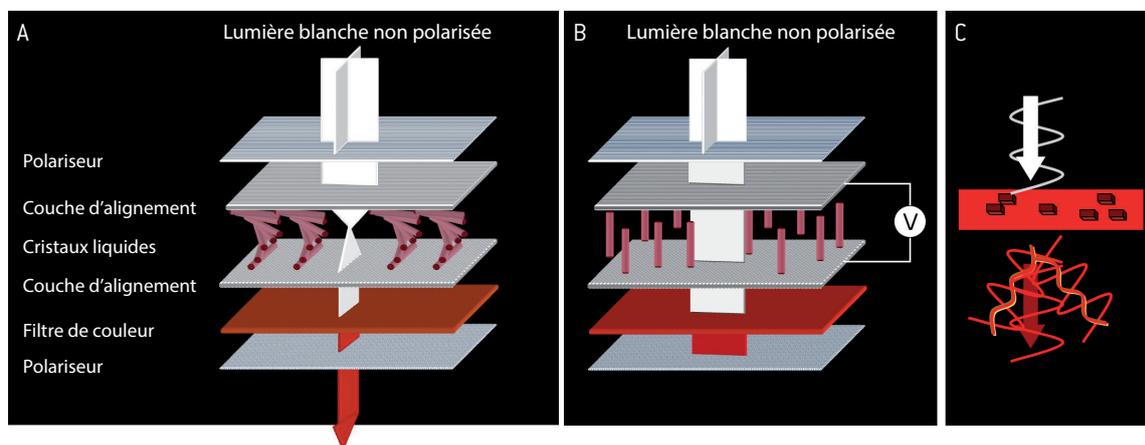


Figure 5 – Schéma du trajet d'une lumière blanche non polarisée à travers les différents constituants d'un sous-pixel rouge : sans voltage [A], avec voltage [B] appliqué sur les cristaux liquides ; lumière blanche traversant le filtre de couleur possédant des pigments peu performants [C]. Source : BASF.

ces filtres et qui donne sa couleur à la lumière émise par ces sous-pixels par synthèse soustractive. Un écran ne produit donc que trois types de lumière. Mais leurs combinaisons suffisent pour produire, par synthèse additive, des lumières perçues comme l'ensemble des lumières colorées auxquelles est sensible l'être humain.

Ces sous-pixels sont également dotés d'un système de polariseurs et de cristaux liquides, qui eux même polarisent la lumière. Des transistors installés aux bornes des cristaux peuvent en modifier la morphologie et la direction de polarisation, faisant en sorte que la lumière colorée soit bien émise par un sous-pixel (Figure 5A) ou pas (Figure 5B)

Ce principe de fonctionnement semble simple, néanmoins des problèmes subsistent. Par exemple, les pigments qui composent les filtres colorés ont une taille voisine de la longueur d'onde de la lumière. Il en résulte, par diffraction, une dispersion de la lumière. Le contraste de l'écran s'en trouve diminué, ce qui nuit à la qualité de l'image. Un enjeu pour la chimie consiste donc à rendre les pigments plus petits [6].

### La technologie OLED

Dans la technologie OLED (*Organic Light-Emitting Diode* ; DELO en français), trois ou quatre diodes électroluminescentes organiques émettent leur propre lumière (de couleur rouge, verte, bleue ou blanche). Cette technologie supprime le rétroéclairage, les cristaux liquides, les polarisants, les transistors, ce qui permet de rendre les écrans plus fins [7].

Sur un substrat transparent (qui peut être flexible) est déposée une anode transparente, générale-

ment de l'oxyde d'indium et d'étain. On ajoute la couche émettrice organique et une couche métallique qui sert de cathode (voir Figure 6). Quand on établit une différence de potentiel entre les deux électrodes, la couche émettrice génère de la lumière colorée.

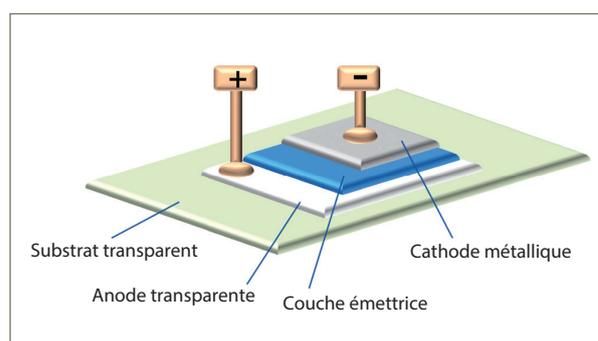


Figure 6 – Schéma d'un pixel OLED.

Les écrans équipés de cette technologie sont plus fins, plus contrastés, ont un meilleur temps de réponse, sont moins énergivores. Leur nature organique leur confère cependant une durée de vie plus courte que celle des écrans LCD. Leur prix est par ailleurs plus élevé.

### LES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION AIMENT LA CHIMIE !

La chimie contribue aux technologies de l'information et participe activement à leur essor ; elle est intimement liée à l'industrie de l'électronique et aux nouvelles technologies. L'industrie chimique s'attache à élaborer des produits plus purs, plus robustes, plus performants et plus innovants pour des applications qui sont toujours plus exigeantes.

## POUR EN SAVOIR PLUS

**(1) Des chimistes au service de nouveaux objets intelligents (Chimie et... junior)**

<http://www.mediachimie.org/node/1281>

**(2) Toujours plus petit (Chimie et... junior)**

<http://www.mediachimie.org/node/1278>

**(3) Fer (produit du jour SCF)**

<http://www.mediachimie.org/node/525>

**(4) Stocker l'énergie pour communiquer (Chimie et... junior)**

<http://www.mediachimie.org/node/1278>

**(5) Meilleurs matériaux pour batteries à ion Li. L'approche déductive et inductive du chimiste**

<http://www.mediachimie.org/node/998>

**(6) La chimie s'invite dans la guerre des téléphones**

<http://www.mediachimie.org/node/1689>

**(7) Les diodes électroluminescentes organiques : des sources « plates » de lumière**

<http://www.mediachimie.org/node/711>

**Jean-Claude Bernier**, professeur émérite de l'Université de Strasbourg, ancien directeur scientifique des sciences chimiques du CNRS

**Andrée Harari**, ingénieur ENSCP, directeur de recherches honoraire au CNRS, spécialité de recherches : science des matériaux

**Julien Lefebvre**, professeur de physique chimie

**Grégory Syoën**, professeur agrégé, chef de projet Mediachimie-Fondation de la maison de la chimie