



Présentation  
des  
écrans à led



<b>La société Solsystems</b>	<b>1</b>
<b>Le panneau à led</b>	<b>1</b>
Fabrication	1
<b>La LED (Light-Emitting Diode)</b>	<b>2</b>
principe	2
Fabrication	2
Qualité	3
<b>Le pixel</b>	<b>4</b>
La résolution	4
le mélange de couleur	4
Le codage informatique	5
La perception visuelle humaine	5
Alternative le SMD	5
<b>Le pitch</b>	<b>6</b>
le choix du "pitch"	6
Technologie Virtuelle et réelle	6
<b>Le module</b>	<b>6</b>
Fabrication	6
Le rôle du masque	7
<b>Ce que peut afficher l'écran à led</b>	<b>8</b>
Pilotage par ordinateur	8
Pilotage par carte dédiée	8
Diffusion de flux vidéo (stream)	8
<b>Méthode d'affichage</b>	<b>8</b>
Mode filaire	8
Wi-Fi	8
Internet	9
<b>Lexique</b>	<b>9</b>



## La société Solsystems

Située à Bayonne dans le sud-ouest de la France cette PME créée en 1993 par son dirigeant actuel M. Brioso s'est spécialisée dans la fabrication des supports publicitaires en tout genre.

Solsystems propose notamment :

- Des panneaux statiques ;
- des panneaux type trivision ;
- des panneaux type déroulant ;
- des panneaux type LED ;
- des conceptions spéciales.

Ses domaines de compétence se situent entre autres dans la résistance des matériaux et l'automatisme qui lui permettent de mettre en œuvre des projets ambitieux et innovants (Trièdre, Quatro, camion trièdre, etc...).

L'objet de ce document est de vous présenter le panneau à led d'un point de vue technique afin que vous vous familiarisiez avec les termes propres à ce type de nouvelle technologie et que vous appréhendez mieux les notions qui vous seront présentées à l'avenir. Ce document a été établi en se reposant sur la technologie qu'utilise Solsystems et de ce fait lorsque des comparaisons sont faites, elles ne le seront qu'avec des produits similaires.

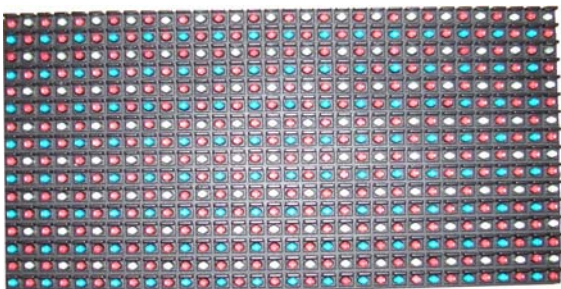
## Le panneau à LED

Utilisant une technologie à base de LED ce système apporte une nouvelle façon de diffuser les messages publicitaires. Ces principaux avantages sont :

- Une pub dynamique (vidéo, diaporama, présentation type PowerPoint ou Scala) ;
- coût d'exploitation faible par rapport aux supports traditionnels. Car les méthodes d'affichage ne nécessitent plus systématiquement un déplacement au panneau ;
- possibilité de vendre la diffusion de messages publicitaires au temps avec échelonnement du prix en fonction de l'horaire de diffusion ;
- quantité de messages publicitaires limitée à la taille mémoire du système. Dans la plupart des cas l'utilisateur n'aura pas de limite.

### *Fabrication*

Le panneau est, dans la majeure partie des cas, composé de caissons. Solsystems fabrique aussi des panneaux de 1 à 8 m<sup>2</sup> dépourvus de caisson. En revanche tous sont composés de modules (cf. photo 2) qui eux même sont composés de pixels formés par la combinaison de de 3 à 4 LEDs.



Module



Panneau vu de dos avec ses caissons

## La LED (Light-Emitting Diode)

### principe

La LED (Light-Emitting Diode) ou DEL en Français (Diode Electro Luminescente) est un composant électronique dont le "chip" (ou puce) fait partie de la famille des semi-conducteurs.

Le "chip" d'une LED est composé de trois parties distinctes (cf. fig.1).

- Une partie repérée N en situation de donneur d'électron (charge négative) ;
- Une partie repérée P en situation de receveur d'électron (charge positive).
- Une partie "active" prise en sandwich entre les deux parties précédentes (rep. BI).

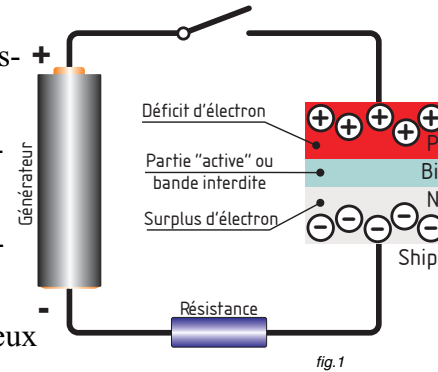


fig.1

Lorsque ce système (cf. fig.2) est mis sous tension l'émission de lumière, c'est-à-dire la génération de photons, est réalisée par l'interaction entre les charges électriques qui se rencontrent dans la partie "active" (rep BI).

Par ce procédé la majeure partie de l'énergie injectée est convertie en lumière, ce qui rend cette technologie très rentable, fiable et dont la durée de vie est très importante en comparaison aux systèmes à incandescence qui produisent essentiellement de la chaleur, et dont la durée de vie est faible.

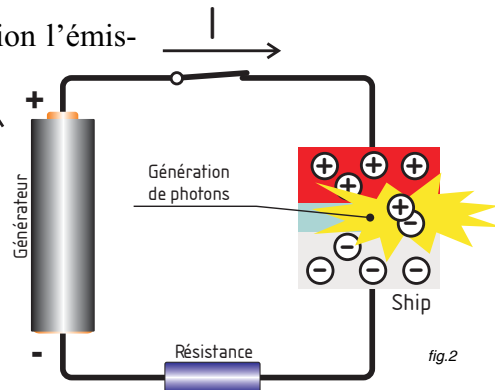


fig.2

### Fabrication

Le processus de fabrication des LEDs est aujourd'hui maîtrisé par la plupart des fabricants du monde entier. En effet ces derniers sont équipés de machines automatiques qui leur permettent de produire des LEDs à des cadences très élevées. La fabrication de la LED se fait en cinq étapes importantes (cf. fig.3) :

- 1 - Fixation du "chip" sur la cathode de la led.
- 2 - Soudure de la jonction entre le "chip" et l'anode.
- 3 - Surmoulage de la résine époxy.
- 4 - Tri par longueur d'onde.
- 5 - Tests de fonctionnement.

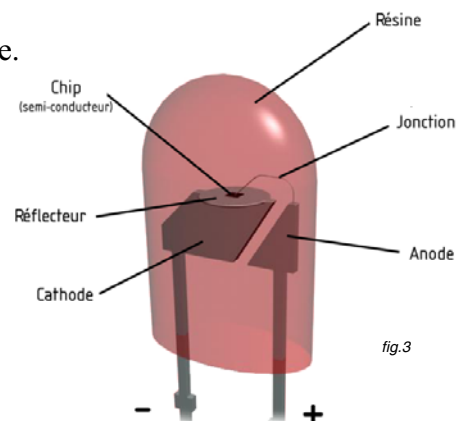
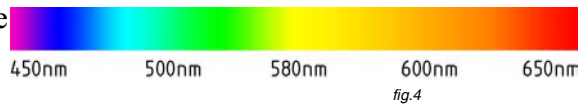


fig.3

Qualité

Quels sont les critères de qualité d'une led ?

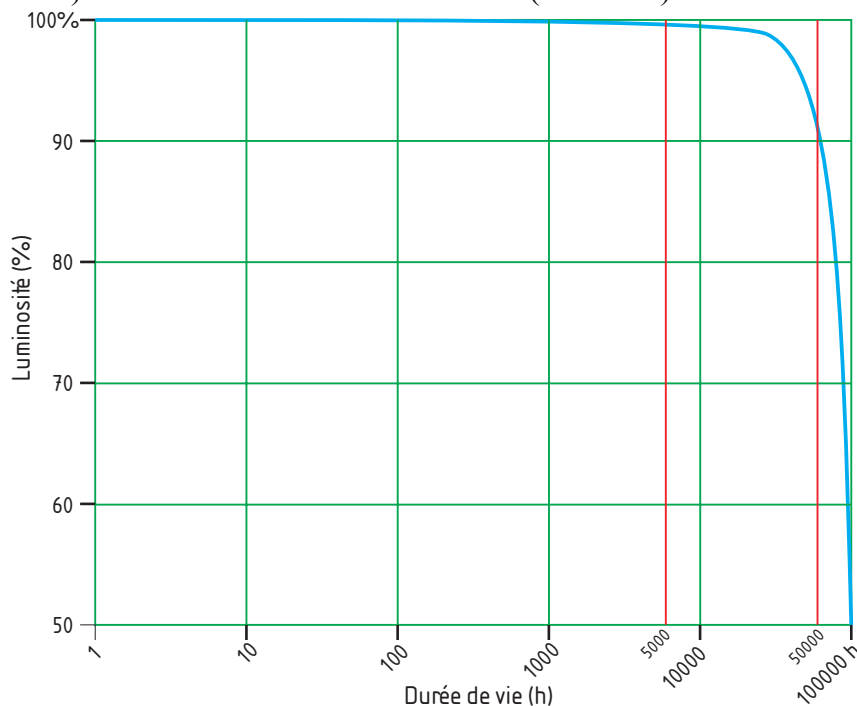
- Son taux d'émission de lumière (luminosité). Il dépend directement de la qualité du semi-conducteur ;
- sa couleur (longueur d'onde). Aujourd'hui, comme la couleur émise par la LED est fonction des matières du "chip" et de la résine époxy, les fabricants de LED optent pour un tri systématique par longueur d'onde (cf. fig.4 et tableau 1) ce qui leur permet de fournir des lots de LED, dont la différence de couleur est très petite, en répondant à des critères de tolérance. La couleur est ajustée au plus proche de la couleur souhaitée en teintant la résine époxy. Ceci explique les différences de couleur des LEDS d'un fabricant à l'autre, lorsque celles-ci sont éteintes ;



Longueur d'onde	Domaine	Commentaire
> 10 cm	Radio (Wi-fi, téléphone portables, ...)	(150 kHz - 3 GHz)
de 1 mm à 10 cm	micro-onde et radar	(10 cm - ± 1 cm, 3 - 300 GHz)
de 1 µm à 500 µm	Infrarouge norme NF/en 1836	
de 400 nm à 700 nm	Lumière visible par l'œil humain	cf. fig.4
de 10 nm à 400 nm	Ultraviolet	
de 10e-8 m à 10e-7 m		
de 10e-11 m à 10e-8 m	Rayon X	
de 10e-14 m à 10e-12 m	Rayon γ	

Tableau 1

- sa durée de vie.  
Par abus de langage on utilise le terme "durée de vie" mais en fait il s'agit du temps que met, en moyenne, une LED pour perdre 50% de sa luminosité. Elle se situe aux alentours de 100 000 heures, ce qui représente environ 15 ans avec une utilisation quotidienne de 18 heures. Concrètement la LED ne perd rien la 1<sup>ère</sup> année (5000 h), puis perd progressivement de la luminosité pour arriver à 10% au bout d'environ 7 ans (50000h) et 50 % au bout d'environ 15 ans (100 000h).

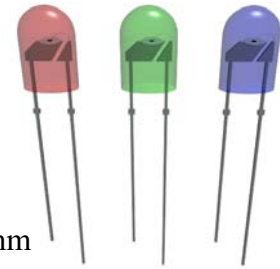


Pour les deux premiers points la qualité dépend de la fabrication du “chip”. Ce dernier est réalisé par des procédés chimiques nécessitant de ce fait, à l’image d’un cuisinier, un savoir faire difficile à obtenir de la part du fabricant. C’est pour cette raison qu’il existe beaucoup de fabricants de LED mais très peu de fabricants de “chip”, en d’autres termes cela signifie que la plupart des fabricants de LED intègrent des “chips” achetés.

Le troisième point dépend de la partie “mécanique” de la LED, c’est à dire les matières, les soudures et le surmoulage. Aujourd’hui les différences s’estompent d’un fabricant à l’autre grâce à, d’une part, l’expérience et, d’autre part, la veille technologique (nom élégant que l’on donne à la copie).

## Le pixel

On appelle un pixel un point lumineux composé de 3 ou 4 LEDs et qui représente la plus petite unité des dimensions d’un écran.



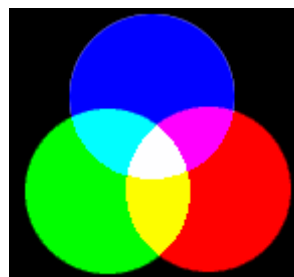
## *La résolution*

La résolution est le nombre de pixel par pouce (dpi ou ppp) ou par mm (dpm ou ppm). On peut facilement calculer la résolution d’un panneau en connaissant ses dimensions physiques ainsi que ses caractéristiques en appliquant les formules suivantes :

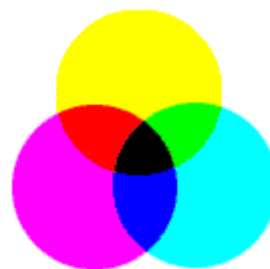
Mode virtuel		Mode réel	
Resolx(pixel)	$\frac{\text{Longueur(mm)} \cdot 2}{\text{pitch(mm)}}$	Resolx(pixel)	$\frac{\text{Longueur(mm)}}{\text{pitch(mm)}}$
Resoly(pixel)	$\frac{\text{Hauteur(mm)} \cdot 2}{\text{pitch(mm)}}$	Resoly(pixel)	$\frac{\text{Hauteur(mm)}}{\text{pitch(mm)}}$

## *le mélange de couleur*

Le mélange de couleur est créé en combinant trois composantes qui sont le rouge, le vert et le bleu. Dans le cas présent on parle de synthèse additive car lorsque les trois composantes réglées au maximum de leur valeur sont combinées on obtient du blanc, en opposition à la synthèse soustractive qui dans les mêmes conditions génère du noir (affichage papier). La notion de synthèse a son importance car, dans le cas de la synthèse additive on s’aperçoit que, plus on diminue la lumière ambiante plus le contraste augmente. C’est à cause de cela que face au soleil une affiche papier sera mieux vue qu’un panneau à led, en revanche la nuit, sans éclairage, c’est exactement le contraire qui se produit.



**Synthèse additive**



**Synthèse soustractive**



### Le codage informatique

En informatique, à l'heure actuelle, une composante de couleur, quelle soit rouge verte ou bleue, est codée sur un octet, ou "byte"<sup>1</sup> en Anglais, c'est à dire sur 8 bits.

Rappel : Un bit n'a que deux états 1 ou 0 ce qui représente  $2^1 = 2$  solutions, de la même manière, une combinaison de deux bits donne 00, 01, 10 et 11 c'est à dire  $2^2 = 4$  solutions, ou encore, avec trois bits nous aurions 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111 soit  $2^3 = 8$  solutions et ainsi de suite...

Donc dans notre cas 8 bits se notent 11111111 en binaire, ce qui donne  $2^8 = 256$  solutions. C'est pour cette raison que l'on voit souvent la valeur 255<sup>2</sup> comme valeur maximale de couleur dans nos logiciels de dessin préférés.

Maintenant si l'on prend 3 couleurs codées sur 8 bits nous obtenons  $256^3 = 16777216$  couleurs, que l'on notera plus simplement 16 millions de couleurs par pixel.

### La perception visuelle humaine

À ce jour la technologie permet de générer plusieurs milliards de couleurs mais on peut se poser la question si cela est bien nécessaire quand on sait que l'oeil humain ne peut péniblement distinguer plus de 2 millions de couleurs, jusqu'à 8 millions pour les plus doués d'entre nous.

Pour s'en convaincre il suffit de se tourner vers le principe de la stéganographie qui consiste à cacher un contenu informatique dans une image. Quel est le principe ? Et bien précisément on se sert de cette lacune humaine. Comme on l'a vu précédemment une couleur est codée sur 8 bits, partant de cela, si l'on ne se sert que des 6 premiers bits pour afficher notre image l'oeil ne fera pas la différence et on récupère 2 bits par couleur qui peuvent servir à cacher du contenu informatique. De cela on peut en déduire que l'oeil humain a du mal à distinguer plus de  $2^6=64$  nuances par couleur c'est à dire  $64^3=2.6$  millions de couleurs... Ainsi, sans tomber dans l'excès, on peut estimer qu'un système de 16 millions de couleurs suffit largement.

### Alternative le SMD

Le SMD (Surface Mount Device) est un concept assez récent qui consiste à encapsuler les "chips" des trois couleurs, c'est à dire rouge vert et bleu, dans une même enveloppe (cf. fig.5). Les avantages d'une telle solution sont :

- La dimension du pixel est plus petite ce qui permet de faire des panneaux avec des "pitch" plus petits et donc destinés à être vus de près ;
- un meilleur mixage des couleurs par pixel.

Cette technologie comporte quelques inconvénients :

- La luminosité émise par le composant est plus faible que le même pixel en LED traditionnelle imposant de ce fait une utilisation plutôt intérieure. Cependant l'évolution est telle que cet inconvénient tend à disparaître dans un avenir très proche ;
- la fabrication est plus complexe et nécessite plus de temps machine rendant le prix au pixel plus important mais encore une fois la technologie évolue rapidement favorisant une baisse des coûts.



fig.5

1- Ne pas confondre bit et byte, le premier est une subdivision du second.

2- Attention le 0 étant la 1<sup>ère</sup> solution et 255 étant la 256<sup>ème</sup> solution.

## Le pitch

Comme vu précédemment le pixel est formé par quatre LEDS ; deux rouges, une verte et une bleue ou dans le cas du SMD par un composant. Partant de cela le “pitch” est la distance séparant deux pixels, c’est à dire la distance entre deux LEDS d’une même couleur sur la même ligne (cf. fig.7) ou, dans le cas du SMD, la distance entre deux composants.

### *le choix du “pitch”*

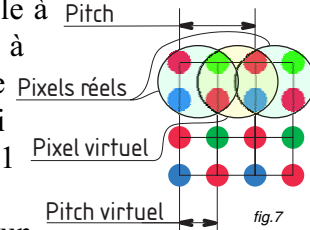
Le choix se fait en fonction de l’utilisation du panneau ou plus exactement de la distance minimum de visualisation à laquelle il est destiné. En effet inutile de mettre un “pitch” de 12 mm si le panneau ne peut être vu en deçà de 20 m, lorsque qu’il est placé sur la façade d’un immeuble par exemple, un “pitch” 16 semble, dans ce cas, plus approprié. Le rendu sera bon et l’investissement sera moins lourd.

Il est certain qu’un “pitch” de 8 serait parfait à 30 m, mais est-ce réellement judicieux, quand on sait que le rendu avec un “pitch” 25 sera largement aussi bon ?

Distance optimale de visibilité						
P8	P8.5	P10	P12	P16	P20	P25
10.5 m	11.2 m	13.1 m	15.8 m	21 m	26.3 m	32.8 m

### *Technologie Virtuelle et réelle*

Devant le prix des écrans à led qui est inversement proportionnelle à Pitch la taille du “pitch”, les fabricants ont trouvé l’astuce qui consiste à doubler la résolution en créant un pixel virtuel. comme on peut le voir sur la fig. 7, entre deux pixels réels il existe un pixel virtuel qui comprend comme ses confrères réels 4 leds (2 rouges, 1 verte, 1 bleue).



Le problème se pose lorsque l’on veut allumer un pixel réel et un pixel virtuel en même temps, surtout si les couleurs sont complètement différentes, car comme on peut le voir dans la fig. 7 le pixel virtuel partage une led verte et une led rouge avec son voisin de gauche, de la même manière il partage la led bleue et l’autre rouge avec son voisin de droite. Comment s’y prend-t’on ? La solution se trouve dans le multiplexage, c’est à dire qu’on alterne l’allumage des pixels réels et des pixels virtuels à haute fréquence. Là encore, on exploite la faiblesse de l’oeil humain.

Les premiers panneaux équipés de cette technologie avaient la fâcheuse tendance à scintiller surtout sur les images fixes. Ce scintillement était dû au multiplexage. Cet inconvénient permet de révéler le niveau de maîtrise de cette technologie et par conséquent peut s’avérer être un critère de choix entre plusieurs fabricants.

## Le module

Le module est un sous-ensemble du caisson, on peut l’assimiler à un petit écran de généralement 16x8 pixels ce qui représente une matrice de 32x16 LEDS soit 512 LEDS

### *Fabrication*

Encore à ce jour, beaucoup de fabricants exécutent le montage des modules en suivant un processus manuel. Cette solution contribue à mettre en évidence les différences de qualité par rapport à d’autres fabricants qui eux privilégient des processus automatiques. Notre fournisseur de LED fait partie de la deuxième catégorie et c’est ce montage qui est décrit. Il

s'effectue en suivant 8 étapes importantes :

- 1- Les LEDS sont disposées sur le circuit imprimé à une cadence d'environ 5 LEDS à la seconde.
- 2- Positionnement des composants électroniques de pilotage des LEDS. Il s'agit de composants passifs comme des portes logiques, des résistances et des condensateurs.
- 3- Soudure à la vague de l'ensemble des composants sur le circuit imprimé. Ce procédé est couramment utilisé dans l'industrie en général, inutile donc de s'attarder dessus.
- 4- Vernissage du circuit imprimé. Ce vernissage peut comprendre une tropicalisation dans le cas d'exposition à des environnements agressifs comme le bord de mer, etc...
- 5- Test du circuit visant à vérifier la qualité des soudures. Si ce dernier n'est pas positif à ce stade la pièce part au rebut.
- 6- Intégration du circuit dans son enveloppe plastique.
- 7- Coulée d'une résine entre les LEDS de façon à obtenir une étanchéité parfaite entre la face vue et l'électronique (cf. fig.6)
- 8- Batterie de tests qui visent à vérifier l'étanchéité, la résistance aux variations de température en suivant des cycles pré-programmés et enfin le test de vieillissement en faisant des cycles d'allumage et d'extinction des LEDS sur plusieurs heures.

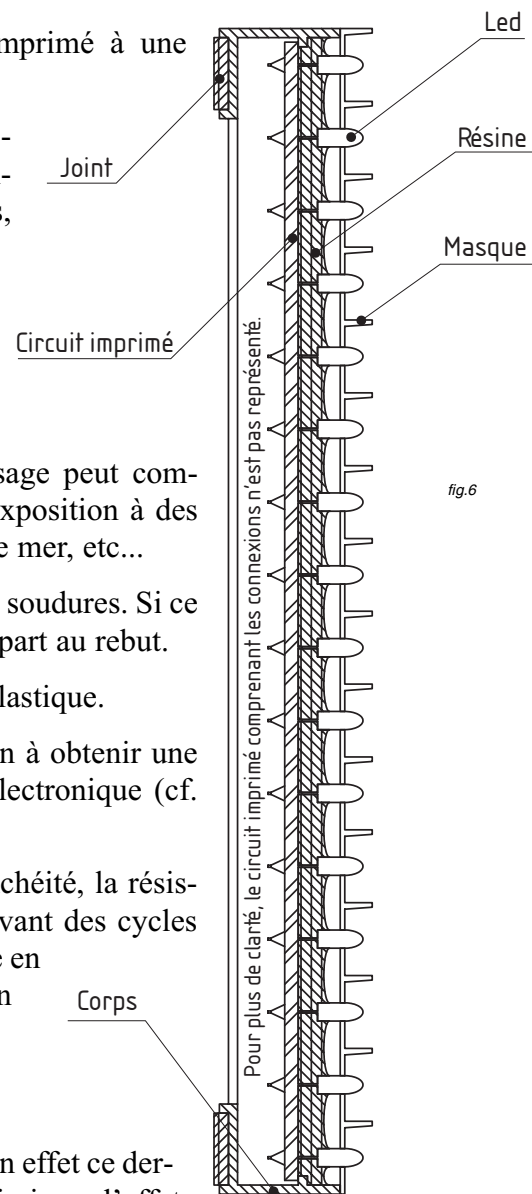


fig.6

### Le rôle du masque

Le soleil a un impact sur la luminosité des LEDS. En effet ce dernier altère le contraste de l'image ainsi, pour en diminuer l'effet, les modules sont équipés de masques. Comme on peut le deviner à l'aide de la fig.6 ce masque génère une ombre sur la led afin que celle-ci puisse exprimer pleinement sa luminosité. D'autre part il procure aux LEDS une excellente protection contre les chocs et, à moindre mesure, contre l'exposition aux UV. Il est, dans la plupart des cas, en matière plastique mais il peut être en caoutchouc dans le cas où les panneaux sont disposés autour d'un terrain de sport (foot, volley, etc...) ou lorsque ils sont susceptibles d'être à portée de main.

## Ce que peut afficher l'écran à LED

Le panneau à LED est en train de révolutionner petit à petit les méthodes de diffusions des messages publicitaires. Il ne faut cependant pas perdre de vue qu'il faille adapter le matériel en fonction du type de message que l'on souhaite diffuser. Solsystems adapte le système aux différentes méthodes ou habitudes du client en apportant les solutions logiciel ou matériel adéquates. **Important** : quelle que soit la solution adoptée il est toujours possible de modifier ou de compléter le mode de pilotage.

### *Pilotage par ordinateur*

Le panneau à led peut être considéré comme un écran d'ordinateur géant et de ce fait on peut y diffuser tout ce qu'un ordinateur est capable de produire (images, vidéo, pages internet, applications, etc...). Seule restriction ; il faut que l'ordinateur intégré au panneau soit équipé des logiciels ou "codecs"<sup>1</sup> adaptés aux nombreux et divers formats de fichier que l'on peut rencontrer.

### *Pilotage par carte dédiée*

Lorsque l'on n'a que des images à diffuser, Solsystems propose un système de pilotage très bon marché se présentant sous forme de cartes électroniques dans lesquelles on insert une carte SD<sup>2</sup>. Le système affichera les images comme un diaporama. Inconvénient, le choix du format des fichiers est plus restrictif.

### *Diffusion de flux vidéo (stream)*

On parle de flux vidéo toute source provenant de la télévision ou autre matériel audio visuel (retransmission de manifestation sportive, alerte enlèvement, message de sécurité, météo et qualité de l'air). Dans ce cas Solsystems propose un matériel spécifique qui s'interface entre la source vidéo et l'électronique du panneau. Ce système peut être complémentaire.

## Méthode d'affichage

Lorsque le pilotage du panneau est effectué avec un ordinateur, on peut copier ou effacer des fichiers en partageant un espace protégé via un réseau qui peut être établi de trois façons :

### *Mode filaire*

Dans ce cas l'opérateur doit se rendre au panneau, brancher un câble "ethernet" entre le pc de contrôle du panneau et un PC portable. Un fois la connexion établie, l'opérateur transfère les messages publicitaires sous forme de fichiers informatique. De plus il peut mettre à jour la planification de la diffusion des divers messages.

### *Wi-Fi*

Tout comme pour la solution filaire l'opérateur se rendra au panneau mais établira la connexion par voie Hertzienne. La sécurité, sans rentrer dans les détails, est obtenue par filtrage des adresses MAC<sup>3</sup> des cartes réseaux des ordinateurs voulant se connecter.

1- le "codec" est un logiciel destiné à encoder puis à décoder un contenu, généralement vidéo, ayant dans la plupart des cas pour objectif une réduction de taille de fichier. Le mot vient d'une contraction des termes **codeur** - **décodeur**.

2- La carte SD est aujourd'hui ce qu'était la disquette hier. Souvent plus petite qu'une clé usb, de forme plate, faisant 35mm x 22mm environ elle permet de stocker plusieurs giga-octet de fichier informatique.

3- Adresse MAC "media control access" est un identifiant physique mondialement unique stocké dans une carte réseau. Ne pas confondre avec le nom du célèbre fabricant d'ordinateur.

### *Internet*

Cette solution présente l'avantage de pouvoir piloter un panneau à situé à longue distance ayant comme seule restriction de posséder un abonnement internet ADSL ou 3G et que le lieu où est implanté le média soit couvert par les divers fournisseurs d'accès.

Ces méthodes d'affichage ne sont possibles que sur les panneaux équipés d'ordinateurs intégrés. Pour les solutions avec cartes dédiées et diffusion de flux vidéo l'intervention de l'opérateur est nécessaire.

### Lexique

- Candela** : Il s'agit de l'unité de mesure de l'intensité lumineuse, dans une direction donnée. Par analogie avec l'électricité ce serait l'intensité.
- Lumen** : Unité de mesure du flux lumineux ou puissance lumineuse. Par analogie avec ce qui se pratique en électricité, où l'on mesure les puissances, nous pouvons exprimer également les flux, dans la même unité que le watt — c'est ce qui se fait en photométrie énergétique — mais il n'en est pas de même en photométrie visuelle, puisque le rayonnement émis par une lampe n'est pas intégralement visible : une grande partie est dans le domaine infra-rouge, l'œil humain ne peut les percevoir.
- Lux** : est l'éclairement au m<sup>2</sup>. Qui est la puissance au m<sup>2</sup> soit le nombre de lumen/m<sup>2</sup>.