

## 1. Présentation

Avec une architecture résolument moderne et des équipements pluri technologiques innovants, le nouveau centre culturel des Quinconces est une vitrine culturelle pour la ville du Mans. Située au-dessus d'un parking accueillant plus de 600 véhicules, il abrite un cinéma avec 11 salles de projection proposant les dernières technologies en termes d'image et de son.

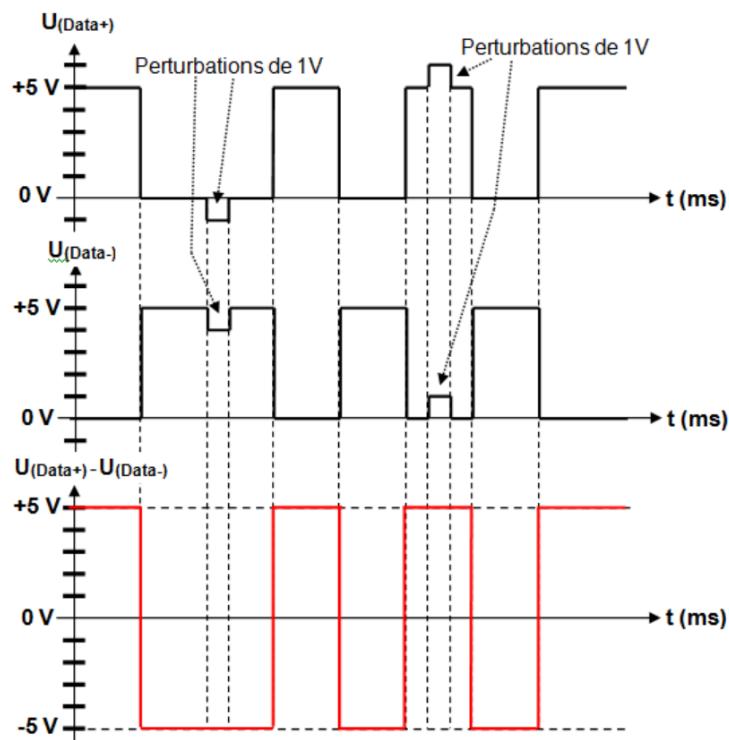
On y trouve également un théâtre avec une salle de 832 places qui offre l'image d'un cocon chaleureux et enveloppant forme d'écaillés en bois.



## 2. Problématique : comment contrôler à distance les effets lumineux ?

L'objectif de cette étude est de vérifier comment il est possible de contrôler à distance les effets lumineux des projecteurs en utilisant le protocole DMX 512.

**Q1** : Pour transmettre les données, le protocole DMX utilise une liaison symétrique obtenue à partir de la différence de deux signaux Data+ et Data-. À l'aide du document technique DT1, **compléter** le chronogramme ci-dessous du signal  $U(\text{Data}+) - U(\text{Data}-)$ .



**Q2** : À partir du chronogramme obtenu et du document technique DT1, **conclure** sur l'intérêt d'utiliser une transmission symétrique.

Les perturbations extérieures sont supprimées du fait de la tension différentielle.

**Q3** : À partir du document technique DT2, **compléter** sur le tableau ci-dessous la position (ON ou OFF) des différents interrupteurs DIP (DIP #1 à DIP #10) pour configurer un projecteur à LED de type PAR64 à l'adresse 13 en mode « Black-Out ».

DIP	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
ON	■		■	■						
OFF		■			■	■	■	■	■	■

**Q4** : À partir du document technique DT2, **compléter** le tableau ci-dessous en indiquant les valeurs décimales de chaque canal reçu par le projecteur pour obtenir uniquement un éclairage vert à 50 % avec une luminosité à 100 %.

Valeur du 1 <sup>er</sup> canal	Valeur du 2 <sup>ème</sup> canal	Valeur du 3 <sup>ème</sup> canal	Valeur du 4 <sup>ème</sup> canal
0	127	0	189

Pour vérifier le fonctionnement de la communication, le technicien de maintenance réalise un relevé de la trame DMX à l'oscilloscope fourni sur le document technique DT1. Il désire ainsi vérifier que la vitesse de transmission des données est correcte et vérifier que les nouvelles valeurs reçues sur les différents canaux du projecteur PAR64 permettent d'afficher sur le 1<sup>er</sup> canal la couleur rouge à 20 %, sur le 2<sup>ème</sup> canal la couleur verte à 85 %, sur le 3<sup>ème</sup> canal la couleur bleue à 50 % et sur le 4<sup>ème</sup> canal la luminosité à 53 %.

**Q5** : La durée mesurée par le technicien sur la trame DMX pour transmettre un bit est de 4 µs. **Calculer** la vitesse de transmission des données en bit·s<sup>-1</sup>.

À l'aide du document technique DT1, **vérifier** que la vitesse de transmission est conforme au protocole DMX 512.

**Durée d'un bit** : 4 µs → **Vitesse de transmission** :  $1 / (4 \times 10^{-6}) = 250\,000 \text{ bit}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**D'après DT1**, la vitesse de transmission est de 250 000 bit·s<sup>-1</sup> → conforme au protocole.

**Q6** : À partir de la trame DMX du document technique DT1, **déterminer** la valeur (en binaire et en décimal) reçue par le canal 13 et le canal 14 et **compléter** le tableau ci-dessous.

	Canal 13	Canal 14
Valeur binaire	00110011	11011001
Valeur décimale	51	217

**Q7** : À partir des valeurs des canaux 13 et 14, **déterminer** les couleurs et les intensités lumineuses produites par le projecteur. **Conclure** sur le bon fonctionnement de la communication.

**Le canal 13 commande la couleur rouge** ; valeur reçue : 51 →  $51/255 = 20\%$  rouge ;

**Le canal 14 commande la couleur verte** ; valeur reçue : 217 →  $217/255 = 85\%$  vert ;

**Le cahier des charges est respecté.**

## Document technique DT1 : protocole DMX 512

Le protocole DMX 512 (Digital MultipleXing) est un standard venant des Etats-Unis défini par l'USITT (United Institute of Theater Technology), introduit en 1986 et mis à jour en 1990. Cette norme est utilisée par tous les fabricants de matériels d'éclairage dans le milieu du spectacle, du théâtre, de la télévision, ...

### Caractéristiques électriques :

La liaison DMX est de type symétrique : elle utilise 3 fils (Masse, DATA+ et DATA-) pour communiquer les informations. Le signal électrique est transmis simultanément sur deux fils DATA+ et DATA-. Lorsque DATA+ présente un état haut, DATA- présente un état bas. Chaque récepteur retrouve l'information utile en effectuant la tension différentielle  $U_{(DATA+)} - U_{(DATA-)}$ . Le troisième fil de masse sert de blindage. Ainsi, si une perturbation arrive sur le fil DATA+, elle arrivera de la même façon sur le fil DATA- et sera éliminée en effectuant la différence. Les liaisons symétriques procurent un haut degré de protection contre les parasites extérieurs.

### Adressage :

Chaque récepteur DMX possède des canaux correspondant à des fonctions spécifiques (couleurs, intensité lumineuse, clignotement,...) et doit être configuré à une adresse correspondant au numéro du premier canal qu'il va utiliser.

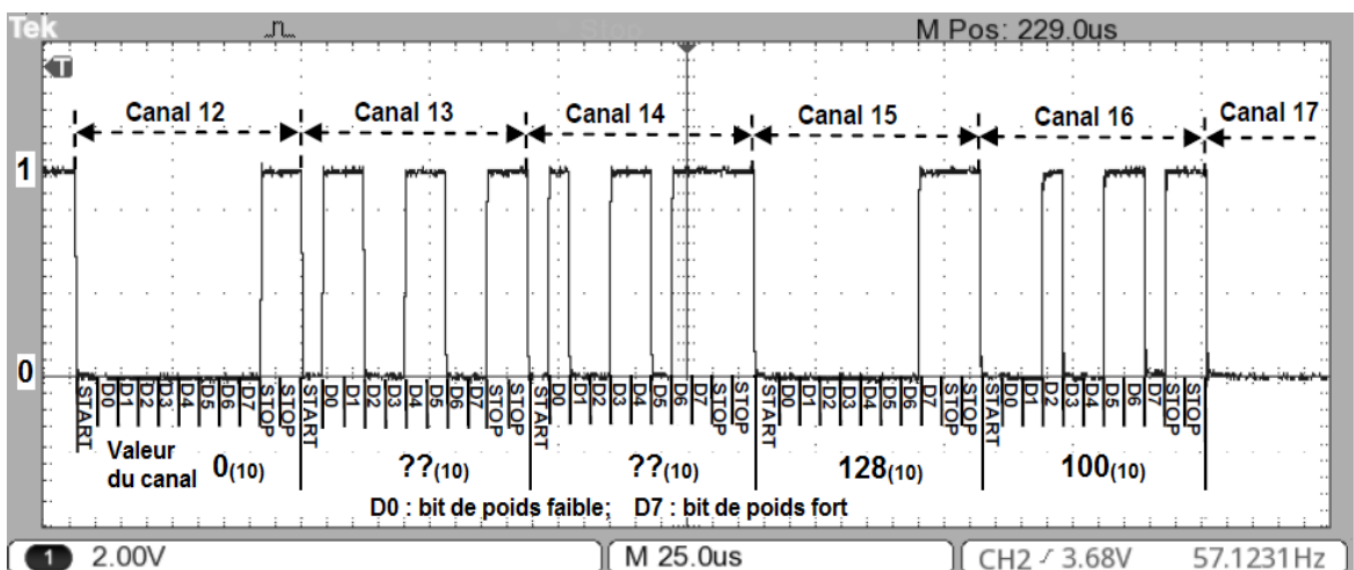
Par exemple, si l'on désire qu'un projecteur possédant 4 canaux réponde aux valeurs émises à partir du canal 17, il devra être configuré à l'adresse 17 et il sera piloté par les canaux de 17 à 20. Le projecteur suivant pourra être configuré à l'adresse 21.

### Transmission des données :

La transmission des données est de type série asynchrone et ne possède qu'un seul émetteur (pupitre de commande). Il peut y avoir jusqu'à 32 récepteurs (projecteurs). La liaison est unidirectionnelle, seul le pupitre de commande envoie des données aux récepteurs. La vitesse de transmission est fixée à  $250000 \text{ bits.s}^{-1}$ .

Le protocole DMX 512 permet de contrôler 512 canaux en affectant à chacun une valeur comprise entre 0 et 255. L'ensemble de ces canaux forme la trame DMX.

Chaque canal transmis possède le format suivant : 1 bit de Start, 8 bits de données (D0 à D7) avec le poids faible en premier et le poids fort en dernier, 2 bits de Stop.



## Document technique DT2 : documentation projecteur LED PAR 64

Le projecteur PAR64 est un projecteur à LED RVB stylé contenant 212 LED (70 Rouges, 71 Vertes et 71 Bleues) de 5 mm de haute puissance.

Configuration du projecteur à l'aide de 10 interrupteurs DIP en façade arrière.

### Configuration du mode Automatique ou du mode Black-Out

L'interrupteur DIP #10, permet de sélectionner 2 modes de fonctionnement :

- Interrupteur DIP #10 = ON  $\Rightarrow$  projecteur en mode automatique quand aucun signal DMX n'est détecté. Le projecteur change les couleurs automatiquement.
- Interrupteur DIP #10 = OFF  $\Rightarrow$  projecteur en mode « Black-Out » (projecteur éteint) quand aucun signal DMX n'est détecté. Utile pour des projecteurs utilisés sur scène.

### Adressage du projecteur

Les commutateurs DIP #1 à DIP #9 permettent l'adressage DMX.

	ON	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	OFF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DIP	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9
Valeur	1	2	4	8	16	32	64	128	256

Combiner ces valeurs pour obtenir des adresses de démarrage entre 1 et 511 comme par exemple : Adresse = 62  $\Rightarrow$  DIP #2 à DIP #6 = ON Valeurs : 2 + 4 + 8 + 16 + 32 = 62

### Canaux DMX

Chaque projecteur est contrôlé par 4 canaux DMX.

- 1<sup>er</sup> canal : Intensité de la couleur rouge ; Valeur entre 0 (0 %) et 255 (100 %) ;
- 2<sup>ième</sup> canal : Intensité de la couleur verte ; Valeur entre 0 (0 %) et 255 (100 %) ;
- 3<sup>ième</sup> canal : Intensité de la couleur bleue ; Valeur entre 0 (0 %) et 255 (100 %) ;
- 4<sup>ième</sup> canal : Contrôle possible de 4 modes selon le tableau ci-dessous ;

Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4
Valeur du canal de 0 à 189	Valeur du canal de 190 à 200	Valeur du canal de 201 à 248	Valeur du canal de 249 à 255
Mode variation de luminosité de 0 % à 100 %	Mode musical	Mode stroboscope (Vitesse de clignotement de 0 % à 100 %)	Mode statique (Aucun changement)