



29 et 30 SEPT. 2008

Qualité de l'éclairage par diodes électroluminescentes : de la couleur à la lumière blanche

AFÉ
PARTENAIRE MAIRIE DE TOULOUSE

Françoise Viénot – Professeur au Muséum national d'histoire naturelle

Remerciements :
Elodie Mahler, Albane Rambaud, Marie-Lucie Durand, Clotilde Boust, Jean-Jacques Ezrati, Alain Bricoune, Frantz Dennery

Toulouse – JNL 2008 – Les DEL en éclairage : réalités et perspectives ? – 30 septembre 2008

Obtenir de la lumière blanche avec des LEDs

- Fluorescence
 - B + 1 ou 2 phosphores
 - UV + 3 phosphores
- Assemblages
 - R,G,B
- Assemblages *riches*
 - R,G,B,A,C,White

De la lumière de qualité

- L'indice de rendu des couleurs
 - La fidélité des couleurs

De la lumière de qualité

- L'indice de rendu des couleurs
- EXPERIENCES avec des LEDs
 - Cadre expérimental : l'éclairage

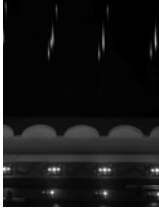
Eclairage

- LED clusters

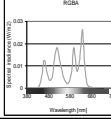
LEDs rouge, verte, bleue "RGB"

Eclairage

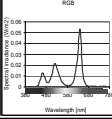
- LED clusters
 - ● ● LEDs rouge, verte, bleue "RGB"
 - ● ● ● LEDs rouge, verte, bleue, ambre "RGBA"



RGBA




RGB

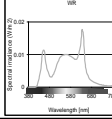


Eclairage

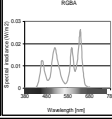
- LED clusters
 - ● ● LEDs rouge, verte, bleue "RGB"
 - ● ● ● LEDs rouge, verte, bleue, ambre "RGBA"
 - ● LED blanc froid, rouge "WR"



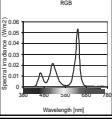
WR



RGBA

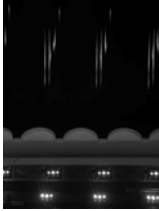


RGB

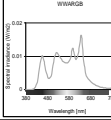


Eclairage

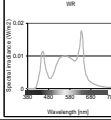
- LED clusters
 - ● ● LEDs rouge, verte, bleue "RGB"
 - ● ● ● LEDs rouge, verte, bleue, ambre "RGBA"
 - ● LED blanc froid, rouge "WR"
 - ○ ● ● ● LED blanc froid, blanc chaud, rouge, verte, bleue, ambre "WWARGB"



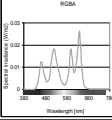
WWARGB



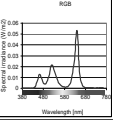
WR



RGBA




RGB

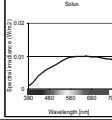


Eclairage

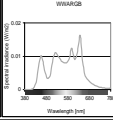
- LED clusters
 - ● ● LEDs rouge, verte, bleue "RGB"
 - ● ● ● LEDs rouge, verte, bleue, ambre "RGBA"
 - ● LED blanc froid, rouge "WR"
 - ○ ● ● ● LED blanc froid, blanc chaud, rouge, verte, bleue, ambre "WWARGB"
- Référence : incandescence tungstène-halogène "Solux"



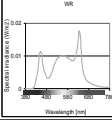
Solux



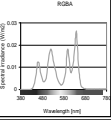
WWARGB



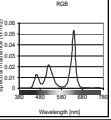
WR



RGBA




RGB



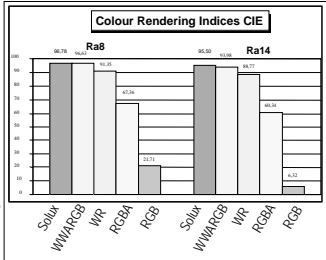
Réglages des LEDs

- Même température de couleur proximale 4000 K
- Même éclairement 600 lx



Réglages des LEDs

- Même température de couleur proximale 4000 K
- Même éclairement 600 lx
- Indice de rendu des couleurs optimisé



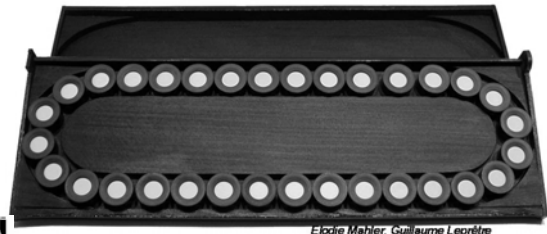
Cluster	Temperature (K)	Iluminance (lx)	Ra8	Ra14
5000k WWARGB	5000	600	96.79	96.25
WR	4000	600	91.05	87.34
RGBA	4000	600	85.15	80.33
RGB	4000	600	71.15	63.11
5000k WWARGB	5000	600	95.50	95.00
WR	4000	600	91.05	87.34
RGBA	4000	600	85.15	80.33
RGB	4000	600	71.15	63.11

Qualité de l'éclairage par LEDs

- EXPERIENCES avec des LEDs
 - La discrimination des couleurs

La discrimination des couleurs

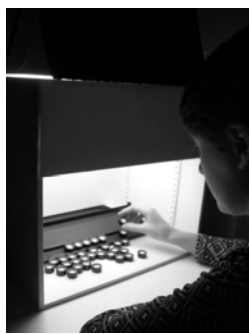
- 32 pions colorés uniformément distribués sur un cercle chromatique



Elodie Mahier, Guillaume Leprêtre

La discrimination des couleurs

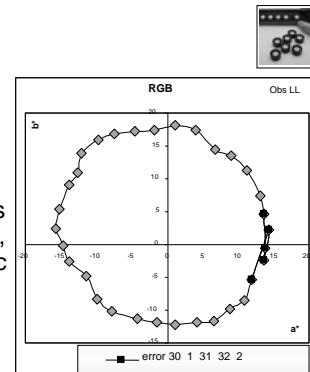
- Tâche : "Remettre les pions dans le plateau dans l'ordre de leur couleur"
- 40 observateurs
- Chaque observateur est interrogé sous les 5 éclairages



La discrimination des couleurs

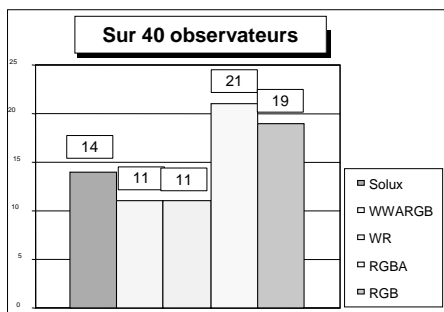
L'observateur peut réaliser une séquence dans l'ordre prévu, ou échouer (inversion, permutation)

Hypothèse : si tous les observateurs échouent, on attribuera leur échec à un défaut de qualité de l'éclairage



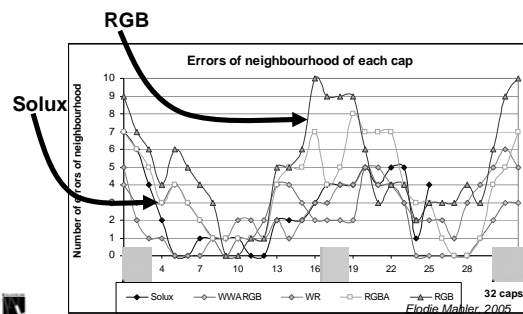
La discrimination des couleurs

- Nombre de séquences avec erreurs



La discrimination des couleurs

- Distribution des erreurs de classement



Qualité de l'éclairage par LEDs

- EXPERIENCES avec des LEDs
 - La discrimination des couleurs
 - La capacité de discriminer finement les nuances de couleur est liée à la fidélité des couleurs, et à l'indice de rendu des couleurs.
 - La dégradation de la discrimination colorée n'est pas uniformément distribuée sur le cercle chromatique.



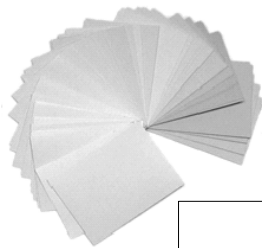
Qualité de l'éclairage par LEDs

- EXPERIENCES avec des LEDs
 - La discrimination des couleurs
 - L'apparence des couleurs



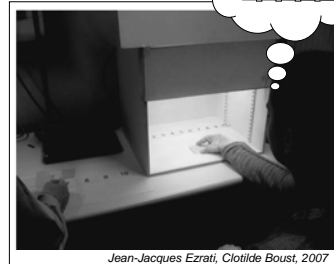
L' apparence des couleurs

- 38 échantillons de l'atlas NCS (Natural Color System)
 - Toutes les tonalités disponibles.
 - Les échantillons sont présentés un par un.



L' apparence des couleurs

- Tâche : Juger le degré de coloration sur une échelle numérique de 0 à 10.
 - L'échantillon neutre est placé sur la borne "0"

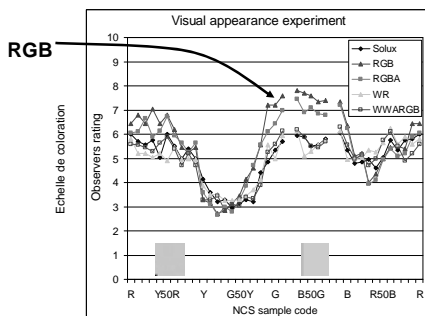


Jean-Jacques Ezrati, Clotilde Boust, 2007



L' apparence des couleurs

- Distribution du degré de coloration



Un paradoxe

- Discrimination fine des couleurs
 - Fidélité, naturel, IRC



OU

- Accentuation de la coloration
 - Changement d'apparence, "embellissement"



Qualité de la lumière – Conclusion (1)

- Toutes les lumières ne sont pas équivalentes.
- Rendu des couleurs
 - soit Fidélité des couleurs, et discrimination fine des couleurs
 - soit “Embellissement” avec accentuation de la coloration

! Le gain apparent de coloration s’obtient aux dépens de la discrimination fine des couleurs



Qualité de la lumière – Conclusion (2)

- Il convient de développer **plusieurs indices de qualité** pour la lumière, selon l’**objectif** que l’on se fixe



Jour / Nuit

- Pour la vie quotidienne, priorité à la **fidélité** des couleurs, priorité à un **spectre complet**, proche du spectre de la **lumière naturelle**

