

LI Zhiling  
LEDAIN-MEURY Hélène

Enseignant tuteur:  
M. JM DELEUIL

# RAPPORT DE PIRD 1

## Evalum 6 :

La LED en éclairage public, potentiel d'économie et de confort  
*Première phase : expérience sur le site de l'OLAC de Philips - résultats et analyse*

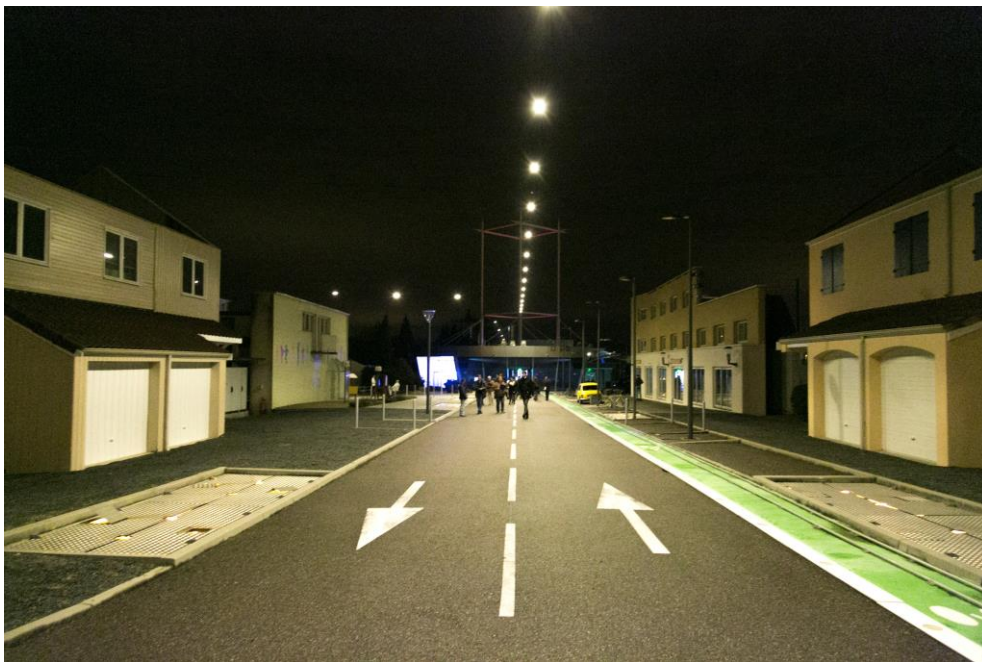


Image 1: expérience OLAC du 30/11/2015 - source : crédit photo Stéphane Alamercury - l'œil en coin

## TABLE DES MATIERES

I-	Présentation d'évalum .....	3
II-	Présentation de l'expérience .....	4
II-1.	Présentation du site.....	4
II-2.	Déroulement de l'expérience .....	4
II-3.	Présentation des configurations .....	7
III-	Présentation de la méthode d'analyse .....	9
IV-	Résultats.....	10
IV-1.	Classement regroupement des deux couleurs .....	10
IV-1.1/	Analyse des configurations préférées : .....	10
IV-1.2/	Comparaison par critères .....	13
IV-1.3/	Comparaison des configurations extrêmes.....	14
IV-1.4/	Analyse des configurations doubles .....	15
IV-2.	Classement séparation des deux couleurs.....	15
IV-2.1/	Influence de l'ordre des configurations sur leur évaluation .....	16
IV-2.2/	Influence de l'ordre des scènes .....	19
V-	Analyse des commentaires .....	19
V-1.	Analyse des commentaires sur les configurations .....	19
V-2.	Analyse des commentaires globaux .....	20
VI-	Suite de l'étude .....	20
VI-1.	Organisation de la suite .....	20
VI-2.	Configurations conservées .....	21
VI-3.	Rôle dans la suite de l'étude .....	21
VII-	Table des illustrations .....	22
VII-1.	Tableaux.....	22
VII-2.	Images.....	22
VIII-	Bibliographie .....	23
VIII-1.	Sites internet.....	23
VIII-2.	Ouvrages .....	23
VIII-3.	Rapports.....	23

## I- PRESENTATION D'EVALUM

L'éclairage public apparaît en France sous Louis XIV, le but est alors d'assurer la sécurité des rues parisiennes la nuit. Au gré des innovations technologiques et des symboliques rattachées à la lumière, l'éclairage public a évolué. Ces évolutions se sont longtemps accompagnées d'une croissance des niveaux lumineux (jusqu'à environ 30 lux sur chaussées et 10 lux sur trottoirs avant 2005). Aujourd'hui les enjeux liés à l'éclairage urbain sont plus variés : la sécurité des personnes et des biens apparaît toujours comme un enjeu majeur mais s'y ajoutent la maîtrise de la consommation, une régulation des nuisances visuelles, une mise en valeur de la ville et de ses ambiances, etc. Ces nouveaux enjeux imposent des niveaux lumineux limites et une plus grande qualité d'éclairage.

La question de la régulation des consommations dues à l'éclairage public est centrale dans la mesure où 41% des consommations électriques des collectivités territoriales y sont liées, cette consommation est d'autant plus problématique qu'elle participe aux pointes hivernales de besoin en électricité. Cet enjeu est double puisqu'il touche à la fois des réductions budgétaires évidentes et également un aspect environnemental majeur. En effet, lors des heures de pointes, des centrales électriques d'appoint sont mises en route pour répondre à la demande. Ces centrales sont d'autant plus polluantes qu'elles sont pour la plupart thermiques, donc mobilisables rapidement, mais utilisant des énergies fossiles. Les débats politiques actuels incitent d'ailleurs à une diminution des consommations électriques des collectivités, l'engagement de réduction de 40 % des émissions de gaz à effet de serre de l'Europe dans le cadre de la Cop21 en est une illustration.

En parallèle de cette volonté de réduction des consommations un nouvel enjeu majeur dans l'éclairage urbain est apparu depuis la fin du XXème siècle : la perception des usagers et la création d'ambiances agréables. C'est dans cette optique qu'a été créé le plan lumière de la ville de Lyon. Dans ce cadre, le dispositif Evalum a vu le jour en 2005 en partenariat avec : la DEP de Lyon, l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), EDF, Philips et l'INSA de Lyon. Le but de cette première version d'Evalum était alors de comparer les ressentis des usagers de différents dispositifs lumineux afin de mieux guider la ville de Lyon dans ses choix techniques.

Suite aux cinq premières versions du projet Evalum, la sixième en cours se base sur les mêmes intentions que les précédentes, à savoir, évaluer le ressenti des usagers sur certains dispositifs techniques. Cette nouvelle version conservant les mêmes partenaires ainsi que l'ENTPE s'axe cependant tout particulièrement sur les technologies de diodes électroluminescentes (LED). Le but est alors de tenter de réduire l'éclairement tout en conservant une ambiance et un confort satisfaisants pour les usagers doublé d'une bonne uniformité lumineuse. Cette diminution d'intensité permettrait alors de réduire considérablement les consommations, il s'agit de trouver un bon compromis entre confort et intensité réduite. En outre, l'une des problématiques de cette technologie qu'est la LED est qu'elle peut avoir une tendance à l'éblouissement, les expériences menées dans le cadre d'Evalum 6 auront donc également pour but de trouver les réglages appropriés pour l'utilisation de ces LED (hauteurs des mâts des luminaires, espacement des mâts, etc.).

Les expériences menées dans le cadre d'Evalum 6 se décomposent en deux phases. Dans un premier temps une expérience a été menée le 30 Novembre sur le site expérimental de l'OLAC de Philips pour faire évaluer de multiples configurations par un panel de profanes de l'éclairage urbain dans deux ambiances urbaines différentes (cette expérience et ses résultats sont présentés dans la suite). L'analyse de ces résultats, objet du présent rapport, mènera à une sélection de configurations qui seront par la suite mise en place dans le 5ème arrondissement de Lyon, au mois de mars 2016 en accord avec l'ensemble des partenaires du projet. Des groupes de personnes seront alors conviées sur place pour évaluer les configurations mises en place.

## II- PRESENTATION DE L'EXPERIENCE

### II-1. Présentation du site

Cette première phase d'expérimentation s'est déroulée sur le site de l'OLAC (Outdoor Lighting Application Center) de Philips. Ce site situé dans l'Ain, à proximité de Lyon, permet d'observer des technologies nouvelles d'éclairages dans des ambiances urbaines différentes. Pour nos expérimentations deux des trois lieux de vie proposés par Philips ont été choisis : un quartier résidentiel et une route de 250 m de long.

Sur chacune de ces ambiances il est possible de modifier de nombreux paramètres pouvant influencer sur l'éclairage et donc sur le ressenti : le type de lampe, la hauteur des luminaires, l'espacement des mâts.

Les différentes ambiances sont normalement observées depuis un pavillon central aux 3 ambiances, permettant de les évaluer depuis l'intérieur. Dans notre cas il était intéressant de pouvoir déambuler dans les deux sites choisis pour avoir le ressenti réel d'un piéton. Nous avons donc obtenu exceptionnellement l'autorisation de la part de Philips de placer nos évaluateurs au cœur des ambiances avec quelques consignes d'ordre sécuritaires pour les changements d'ambiances.

### II-2. Déroulement de l'expérience

Tableau 1: Répartition des évaluateurs - en gris les absents


Groupe Jaune		Groupe Rouge	
Sexe	Entreprise	Sexe	Entreprise
F	ENTPE	H	Mairie Lyon
H	Mairie Lyon	H	Mairie Lyon
H	Mairie Lyon	F	Mairie Lyon
H	Mairie Lyon	H	Mairie Lyon
H	Mairie Lyon	H	Mairie Lyon
H	Mairie Lyon	H	Mairie Lyon
H	Mairie Lyon	F	EDF
H	EDF	H	EDF
F	EDF	F	EDF
H	EDF	H	EDF
F	EDF	H	?
F	?	H	Philips
F	?	F	Philips
F	Philips	H	Philips
H	Philips	H	Philips
F	Philips	H	Philips
H	Philips	F	Philips
H	Philips	H	Philips
F	Philips	F	Philips
H	?	F	?
H	?	H	?
F	?		
Total initial	9 F / 13 H	1 ENTPE / 6 Mairie Lyon / 4 EDF / 6 Philips / 5 ?	7 F / 14 H
Total sur présents	8 F / 12 H	1 ENTPE / 5 Mairie Lyon / 5 Philips / 5 ?	6 Mairie Lyon / 4 EDF / 8 Philips / 3 ?

Le groupe d'évaluateurs se composait de 37 personnes (initialement 45 personnes étaient conviées mais certaines ne sont pas venues). Les évaluateurs avaient été recrutés parmi des employés du grand Lyon, d'EDF, de Philips et de l'ENTPE en prenant grand soin de ne prendre que des profanes de l'éclairage urbain. 43 des 45 personnes avaient été réparties en deux groupes se voulant relativement équilibrés malgré les absences évoquées ci-dessus. La répartition s'étant faite sur la base des adresses mails des contacts, l'entreprise de certains d'entre eux n'a pu être identifiée lors de la répartition. Deux des évaluateurs avaient un rôle spécifique qui sera détaillé dans la suite.

L'expérience s'est déroulée le lundi 30 Novembre 2015, un acheminement en bus depuis la gare de la Part-Dieu était proposé à ceux qui le désiraient. A leur arrivée les évaluateurs se voyaient remettre un post-it de la couleur de leur groupe et avec leur numéro d'évaluateur (ex : le 21ème évaluateur jaune sur la liste avait le numéro J21).

Lors de l'arrivée sur site les deux groupes ont été séparés dans deux salles afin de leur donner les consignes. Le groupe rouge commençait par la scène de quartier résidentiel puis par la route et inversement pour l'équipe jaune. Les configurations choisies (qui sont présentées ci-dessous) n'apparaissaient pas dans le même ordre pour les évaluateurs jaunes et rouges. La grille d'évaluation à remplir par chaque évaluateur était remise avec les configurations dans l'ordre du groupe.

Tableau 2: Grille d'évaluation équipe rouge



**EVALUM 6**  
**GRILLE D'EVALUATION**  
**OLAC - 30/11/2015**

**R**      **H F**      **AGE :**

MW	Visibilité	Confort	Ambiance	Commentaires	Mieux ?
Echo	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		
Delta	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Charlie	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Bravo	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Alpha	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Hotel	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Golf	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Foxtrot	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
India	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Tango	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +

Libre commentaire sur zone CSFS

Libre commentaire sur zone MW

CS FS	Visibilité	Confort	Ambiance	Commentaires	Mieux ?
Juliett	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		
Kilo	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Lima	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Mike	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
November	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Oscar	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Papa	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Québec	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Romeo	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +
Tango	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5	1-2-3-4-5		- 0 +

Il était demandé aux évaluateurs de rentrer leur numéro, d'entourer leur sexe et d'indiquer leur âge en haut de la grille d'évaluations. Les configurations du recto de la feuille correspondaient à celles de la première scène évaluée et celles du verso à celles de la seconde. Les différents critères leur ont ensuite été expliqués :

- La visibilité : si les obstacles, les personnes, les paysages sont vus ou non.
- Le confort : si la configuration apporte ou non une gêne, notamment les problématiques d'éblouissement mais cela n'était pas dit aux évaluateurs pour qu'ils ne se concentrent pas exclusivement sur cet aspect du confort.
- L'ambiance : ce critère se rapportait plus au ressenti général, au fait de se sentir bien ou non dans l'environnement.

Les notes allaient de 1 à 5 pour chaque critère et chaque configuration (la moins bonne note étant 1 et la meilleure 5), il était également proposé aux évaluateurs de donner un commentaire sur chaque configuration et de l'évaluer par rapport à la précédente (moins bien -, pareil 0, mieux +). A l'issue de l'expérience les évaluateurs pouvaient également proposer un commentaire plus général sur les deux scènes observées.

Sur site les configurations restaient en place pendant environ 2 minutes puis étaient éteintes pendant 30 secondes pour le changement de paramètres afin de permettre aux évaluateurs de faire des "pauses" visuelles. Il était demandé aux évaluateurs de circuler pendant l'évaluation des configurations sur au moins deux espaces inter-lampadaires pour qu'ils aient un vrai ressenti de piéton et qu'ils puissent observer la configuration sur un espace large. Les évaluateurs ne devaient pas regarder les sources de lumière pour ne pas subir un éblouissement et fausser leur ressenti.

Deux évaluateurs avaient un statut particulier : ils étaient munis d'un eye tracker, cette technologie basée sur l'oculométrie a été proposée par l'ENTPE. Le dispositif repose sur une caméra qui filme le regard de l'évaluateur pendant que ce dernier circule entre les sources ou les regarde fixement. Grâce à des mesures de dilatation de la pupille, de clignement des yeux ou de détournement du regard il est ensuite possible de déterminer les configurations les plus éblouissantes et les plus gênantes pour l'œil humain. Cet évaluateur ne devant pas être gêné par les interférences dues aux mouvements une partie de chaque scène lui était exclusivement réservée.

Entre les deux scènes une pause accompagnée d'une collation commune était proposée aux deux groupes. Afin d'éviter les échanges sur le questionnaire ou que les groupes ne se rendent compte de l'ordre des configurations les questionnaires ont été récupérés pendant cette pause.



## II-3. Présentation des configurations

Les tableaux ci-dessous récapitulent l'ordre des configurations et les caractéristiques techniques de chacune d'entre elle.

Tableau 3: Détail et ordre des configurations

Nom	Lampe	Configurations			Eclairage				PARCOURS JAUNE	PARCOURS ROUGE
		hauteur	espacement	Dimming value	Eclairage	Emoy	Uniformité	Uo	MW	CS FS
Alpha	MW	8	40	100%	10 lux	10,7	0,4	0,41	Alpha	Juliett
Bravo *	MW	8	40	45%	5 lux	5,3	0,4	0,41	Bravo *	Kilo
Charlie	MW	8	40	20%	2 lux	2,6	0,4	0,41	Charlie	Lima
Delta	MW	9	35	20%	2 lux	2,8	0,6	0,59	Delta	Mike
Echo	MW	12	30	20%	2 lux	2,5	0,8	0,81	Echo	November **
Foxtrot	MW	12	30	45%	5 lux	5,6	0,8	0,81	Foxtrot	Oscar
Golf	MW	12	30	100%	10 lux	11,2	0,8	0,81	Golf	Papa
Hotel	MW	9	35	100%	10 lux	11,6	0,6	0,59	Hotel	Quebec
India	MW	9	35	45%	5 lux	5,8	0,6	0,59	India	Romeo
Victor *	MW	8	40	45%	5 lux	5,3	0,4	0,41	Victor *	Tango **
Juliett	CS	5,15	20	35%	7,5 lux	8,3	0,45	0,45	Oscar	Echo
Kilo	CS	5,15	20	25%	5 lux	6,1	0,45	0,45	November **	Delta
Lima	CS	5,15	20	15%	3 lux	3,5	0,45	0,45	Mike	Charlie
Mike	CS	5,65	20	15%	3 lux	3,4	0,6	0,58	Lima	Bravo *
November **	CS	5,65	20	25%	5 lux	6	0,6	0,58	Kilo	Alpha
Oscar	CS	5,65	20	35%	7,5 lux	8,1	0,6	0,58	Juliett	Hotel
Papa	FS	FIXE	FIXE	20%	2 lux	1,8	0,9	0,89	Papa	Golf
Quebec	FS	FIXE	FIXE	30%	3 lux	3,4	0,9	0,89	Quebec	Foxtrot
Romeo	FS	FIXE	FIXE	40%	7,5 lux	6,5	0,9	0,89	Romeo	India
Tango **	CS	5,65	20	25%	5 lux	6	0,6	0,58	Tango **	Victor *

\* Configurations doubles MW  
\*\* Configurations doubles CS FS

Les lampes utilisées dans le cadre de cette étude sont de trois types.

Sur le site routier les lampes utilisées sont des MW (Luminaire Milewide - marque philips), ces luminaires étaient équipés de LED.



Image 2: Luminaire MW - source: plaquette commerciale Philips

Sur le site urbain deux types de sources étaient utilisés :

Les configurations non soulignées dans le tableau ci-dessus étaient éclairées à l'aide de lampes à LED et de luminaires CS (city Soul), cet éclairage par luminaires sur des mâts latéraux correspond à un éclairage axial classique.



Image 3: Luminaires CS - source: plaquette commerciale Philips

Les configurations soulignées dans le tableau ci-dessus étaient éclairées par le système FS (free street), système assez innovant développé par Philips. Il s'agit de sources lumineuses disposées sur un câble courant au-dessus de la rue. Cette disposition en éclairage sommital permet une uniformité importante de l'éclairage. Le dispositif est éclairé en LED.



Image 4: Système free street - sources : vidéo de présentation de l'OLAC et plaquette commerciale Philips

Les configurations sont ensuite définies par plusieurs critères : la hauteur des sources, leur espacement, l'éclairement (en lux) et l'uniformité de l'éclairage. Un pourcentage de diminution de l'éclairement (dimming value) est également calculé (cf. tableau des configurations), il permet de comparer les configurations entre elles. Notre étude portera finalement sur l'évaluation des critères en fonction de l'éclairement et de l'uniformité.

Il est à noter que certaines configurations sont doubles (Bravo et Victor dans la scène de route, November et Tango dans la scène de ville). En outre, l'ordre de passage des configurations varie selon le groupe (jaune ou rouge) cela permet d'évaluer l'influence des configurations précédentes sur l'appréciation des configurations suivantes.



### III- PRESENTATION DE LA METHODE D'ANALYSE

Suite à l'expérience décrite ci-dessus et menée le 30 novembre sur le site de Philips à Lyon nous avons effectué la saisie de l'ensemble des fiches de nos deux groupes.

L'analyse s'est ensuite faite en trois temps, en partant d'observations assez générales à une analyse plus sensible.

Tout d'abord, un regroupement des résultats des deux groupes de couleur a été effectué afin d'obtenir un classement général des configurations ainsi qu'une appréciation des configurations doubles. Cette analyse permet également d'observer l'appréciation des différents critères sur chacune des configurations et les éventuelles valeurs limites de couples éclaircissement/uniformité acceptables.

Afin d'obtenir une note globale et un classement des configurations la somme des notes données à chaque critère a été faite pour chaque configuration de chaque évaluateur. Une moyenne des notes par configuration a ensuite été calculée afin d'obtenir le classement des configurations.

Un classement par critère a aussi été effectué de la même manière : les moyennes des notes données par critère ont été calculées sur chaque configuration ce qui a permis d'établir un classement.

L'équipe jaune comportant plus d'évaluateurs, il est à noter que la méthode de regroupement peut comporter certains biais. En effet, les évaluateurs jaunes auront un poids plus important dans les moyennes calculées.

Dans un second temps une analyse sans regroupement a été menée, cette analyse permet de mieux cerner l'importance de l'ordre d'apparition des configurations et, éventuellement, des lieux d'expérience (ville ou route). Cette démarche permet également d'observer l'importance de l'ordre sur l'évaluation des configurations doubles.

Cette deuxième phase s'est aussi décomposée en un classement global des configurations (sans prise en compte des critères) et par un classement par critère. Les mêmes méthodes de calcul que pour l'analyse regroupée ont été utilisées, la seule différence étant que les classements sont ici toujours double (classement jaune et classement rouge).

Ce mode d'analyse permet de gommer le biais énoncé précédemment puisque dans ce cas le nombre d'évaluateurs n'influe pas sur le résultat final.

Enfin, la dernière phase de notre analyse a porté sur les commentaires laissés par les évaluateurs sur chacune des configurations observées. Le but étant de repérer les commentaires récurrents sur des configurations en particulier pour tenter de mieux en comprendre l'évaluation.

## IV- RESULTATS

### IV-1. Classement regroupement des deux couleurs

Le tableau ci-dessous récapitule les configurations testées et le classement globalisé (sans différenciation par groupe) par critère et globalement.

Tableau 4: Résultats globaux des évaluations

CODE	Lampe	Configuration			Eclairage				NOTE GLOBALE	CLASSEMENT VISIBILITE	CLASSEMENT CONFORT	CLASSEMENT AMBIANCE	CLASSEMENT GLOBAL
		Hauteur	Espacement	Dimming value	Eclairement	Emoy	Uniformité	Uo					
ALPHA	MW	8	40	100%	10 lux	10.7	0.4	0.41	9,62	4	6	4	4
BRAVO	MW	8	40	45%	5 lux	5.3	0.4	0.41	9,17	5	7	5	6
CHARLIE	MW	8	40	20%	2 lux	2.6	0.4	0.41	7,26	10	10	10	10
DELTA	MW	9	35	20%	2 lux	2.8	0.6	0.59	8,09	9	9	9	9
ECHO	MW	12	30	20%	2 lux	2.5	0.8	0.81	8,41	7	8	8	8
FOXTROT	MW	12	30	45%	5 lux	5.6	0.8	0.81	11,12	3	2	3	3
GOLF	MW	12	30	100%	10 lux	11.2	0.8	0.81	12	1	1	1	1
HOTEL	MW	9	35	100%	10 lux	11.6	0.6	0.59	11,15	2	3	2	2
INDIA	MW	9	35	45%	5 lux	5.8	0.6	0.59	9,35	6	4	6	5
VICTOR	MW	8	40	45%	5 lux	5.3	0.4	0.41	8,85	8	5	7	7
JULIETT	CS	5(5.15)	20	35%	7.5 lux	8.3	0.45	0.45	9,11	4	6	5	5
KILO	CS	5(5.15)	20	25%	5 lux	6.1	0.45	0.45	8,57	6	10	8	8
LIMA	CS	5(5.15)	20	15%	3 lux	3.5	0.45	0.45	8,11	8	8	9	9
MIKE	CS	5.5(5.65)	20	15%	3 lux	3.4	0.6	0.58	7,42	10	8	10	10
NOVEMBER	CS	5.5(5.65)	20	25%	5 lux	6	0.6	0.58	8,94	6	5	6	6
OSCAR	CS	5.5(5.65)	20	35%	7.5 lux	8.1	0.6	0.58	9,56	3	4	4	3
PAPA	FS	fixed	fixed	20%	2 lux	1.8	0.9	0.89	9,29	9	3	3	4
QUEBEC	FS	fixed	fixed	30%	3 lux	3.4	0.9	0.89	11,72	2	2	2	2
ROMEO	FS	fixed	fixed	40%	7.5 lux	6.5	0.9	0.89	12,58	1	1	1	1
TANGO	CS	5.5(5.65)	20	25%	5 lux	6	0.6	0.58	8,81	5	7	6	7

#### IV-1.1/ Analyse des configurations préférées :

Dans un premier temps nous nous attachons à déterminer les caractéristiques principales des configurations préférées par les évaluateurs.

#### Scène routière - éclairage MW

L'analyse est tout d'abord menée sur l'influence des différents paramètres sur l'appréciation globale de la configuration, dans un second temps nous tenterons de comprendre quels facteurs influencent quels critères.

Tableau 5: MW - Regroupement par configuration

CODE	Configuration			NOTE GLOBALE	CLASSEMENT GLOBAL
	Hauteur	Espacement	Dimming value		
CHARLIE	8	40	20%	7.26	10
BRAVO	8	40	45%	9.17	6
VICTOR	8	40	45%	8.85	7
ALPHA	8	40	100%	9.62	4
DELTA	9	35	20%	8.09	9
INDIA	9	35	45%	9.35	5
<b>HOTEL</b>	<b>9</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>	<b>11.15</b>	<b>2</b>
ECHO	12	30	20%	8.41	8
<b>FOXTROT</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>45%</b>	<b>11.12</b>	<b>3</b>
<b>GOLF</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>	<b>12</b>	<b>1</b>

Tableau 6: MW - Regroupement par éclairage

CODE	Éclairage				NOTE GLOBALE	CLASSEMENT GLOBAL
	Éclairement	Emoy	Uniformité	Uo		
CHARLIE	2 lux	2.6	0.4	0.41	7.26	10
DELTA	2 lux	2.8	0.6	0.59	8.09	9
ECHO	2 lux	2.5	0.8	0.81	8.41	8
BRAVO	5 lux	5.3	0.4	0.41	9.17	6
VICTOR	5 lux	5.3	0.4	0.41	8.85	7
INDIA	5 lux	5.8	0.6	0.59	9.35	5
<b>FOXTROT</b>	<b>5 lux</b>	<b>5.6</b>	<b>0.8</b>	<b>0.81</b>	<b>11.12</b>	<b>3</b>
ALPHA	10 lux	10.7	0.4	0.41	9.62	4
<b>HOTEL</b>	<b>10 lux</b>	<b>11.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.59</b>	<b>11.15</b>	<b>2</b>
<b>GOLF</b>	<b>10 lux</b>	<b>11.2</b>	<b>0.8</b>	<b>0.81</b>	<b>12</b>	<b>1</b>

Les tableaux de résultats ci-dessus semblent clairement indiquer que les préférences se dessinent principalement en fonction des éclairages plus que dans les dispositions spatiales des luminaires.

En effet, il semble que les configurations préférées soient celles présentant les éclairages les plus importants et des coefficients d'uniformité élevés. Les configurations GOLF et HOTEL qui présentent un éclairage et une uniformité élevés sont ainsi préférées. Il est intéressant de noter que l'éclairage important ne suffit pas à une bonne appréciation puisque par exemple la configuration FOXTROT a été préférée à la configuration ALPHA malgré un éclairage deux fois moins important mais avec un coefficient d'uniformité double.

L'espacement ou la hauteur des sources ne semblent pas être un obstacle à l'appréciation puisque les configurations préférées se retrouvent tant avec des hauteurs de lampes élevées et des espacements faibles que pour des configurations aux hauteurs moindres et aux espacements élevés. Il est cependant à noter que les configurations aux hauteurs de sources très faibles (8m) et aux espacements les plus grands (40 m) semblent moins plaire, cela peut cependant s'expliquer par leurs coefficients d'uniformité faibles.

### Scène d'espace résidentiel - éclairage CS / FS

La même stratégie d'analyse que dans le cadre de la scène routière est menée (analyse par configuration et éclairage). Les tableaux ci-dessous récapitulent les résultats obtenus.

Tableau 7: CSFS - Regroupement par configuration

CODE	Lampe	Configuration			NOTE GLOBALE	CLASSEMENT GLOBAL
		Hauteur	Espacement	Dimming value		
MIKE	CS	5.5(5.65)	20	15%	7.42	10
TANGO	CS	5.5(5.65)	20	25%	8.81	7
NOVEMBER	CS	5.5(5.65)	20	25%	8.94	6
<b>OSCAR</b>	<b>CS</b>	<b>5.5(5.65)</b>	<b>20</b>	<b>35%</b>	<b>9.56</b>	<b>3</b>
LIMA	CS	5(5.15)	20	15%	8.11	9
KILO	CS	5(5.15)	20	25%	8.57	8
JULIETT	CS	5(5.15)	20	35%	9.11	5
PAPA	FS	fixed	fixed	20%	9.29	4
<b>QUEBEC</b>	<b>FS</b>	<b>fixed</b>	<b>fixed</b>	<b>30%</b>	<b>11.72</b>	<b>2</b>
<b>ROMEO</b>	<b>FS</b>	<b>fixed</b>	<b>fixed</b>	<b>40%</b>	<b>12.58</b>	<b>1</b>

Tableau 8: CSFS - Regroupement par éclairage

CODE	Lampe	Éclairage				NOTE GLOBALE	CLASSEMENT GLOBAL
		Éclairement	Emoy	Uniformité	Uo		
LIMA	CS	3 lux	3.5	0.45	0.45	8.11	9
MIKE	CS	3 lux	3.4	0.6	0.58	7.42	10
KILO	CS	5 lux	6.1	0.45	0.45	8.57	8
TANGO	CS	5 lux	6	0.6	0.58	8.81	7
NOVEMBER	CS	5 lux	6	0.6	0.58	8.94	6
JULIETT	CS	7.5 lux	8.3	0.45	0.45	9.11	5
<b>OSCAR</b>	<b>CS</b>	<b>7.5 lux</b>	<b>8.1</b>	<b>0.6</b>	<b>0.58</b>	<b>9.56</b>	<b>3</b>
PAPA	FS	2 lux	1.8	0.9	0.89	9.29	4
<b>QUEBEC</b>	<b>FS</b>	<b>3 lux</b>	<b>3.4</b>	<b>0.9</b>	<b>0.89</b>	<b>11.72</b>	<b>2</b>
<b>ROMEO</b>	<b>FS</b>	<b>7.5 lux</b>	<b>6.5</b>	<b>0.9</b>	<b>0.89</b>	<b>12.58</b>	<b>1</b>

Les configurations en éclairage sommital (lampes FS) apparaissent comme clairement préférées par les évaluateurs.

Comme pour l'environnement de route il semble que les critères importants d'évaluation soient l'éclairement et l'uniformité. Une nuance apparaît cependant : les tolérances pour des niveaux d'éclairements très bas semblent assez importants si l'uniformité est respectée, en effet, il est surprenant d'observer l'acceptation importante des configurations QUEBEC et PAPA (classées respectivement en 2ème et 4ème position) alors que leurs coefficient d'éclairement sont parmi les plus bas. Cette hypothèse d'importance majeure de l'uniformité est confirmée par le fait que les configurations MIKE et LIMA ayant pourtant un éclairement égal à QUEBEC sont classées respectivement 9 et 10ème. La technique d'éclairage FS peut également être un facteur important de cette appréciation qu'il faut toutefois garder à l'esprit.

Il est à noter que la hauteur des sources ne semble pas jouer particulièrement sur l'appréciation des configurations.

## IV-1.2/ Comparaison par critères

Le but de cette partie est de définir quel paramètre agit sur quel critère. Afin de constater ces relations critères/paramètres nous avons travaillé sur des coefficients de corrélation. Ces coefficients ont été obtenus grâce à un tableur et permettent d'observer l'influence d'un paramètre sur une valeur, plus le coefficient de corrélation est proche de 1 plus le paramètre et la valeur sont liés, réciproquement si la corrélation est proche de 0 le paramètre n'a que peu d'influence sur la valeur. Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs absolues des coefficients de corrélation obtenus.

Tableau 9: Corrélation critères/paramètres pour la scène routière

Corrélation	Éclairage	Uniformité
Note Visibilité	0.854	0.603
Note Confort	0.619	0.632
Note Ambiance	0.823	0.589

Tableau 10: Corrélation critères/paramètres pour la scène résidentielle, éclairages CS et FS

Corrélation	Éclairage	Uniformité
Note Visibilité	0.469	0.438
Note Confort	0.159	0.912
Note Ambiance	0.034	0.786

Ces coefficients laissent apparaître des corrélations très variables d'une scène à l'autre.

Ainsi, la visibilité semble très liée à l'éclairage dans le cadre de la scène routière et également assez liée à l'uniformité. En revanche dans le cadre de la scène résidentielle il semble que la visibilité soit beaucoup moins corrélée à ces deux paramètres.

Dans le cadre de la scène routière le confort paraît globalement autant lié à l'uniformité qu'à l'éclairage, pourtant dans le cadre d'une ambiance plus résidentielle il semble que l'uniformité soit clairement beaucoup plus déterminante pour un meilleur confort.

L'évaluation de l'ambiance se révèle particulièrement liée à l'environnement. Il apparaît très clairement que dans le cadre d'un environnement routier une bonne ambiance est pleinement liée à l'éclairage et dans une moindre mesure à l'uniformité. En revanche, pour la scène résidentielle il semble très clairement que l'ambiance ne soit liée presque qu'à l'uniformité et presque pas à l'éclairage.

Une hypothèse globale peut être émise sur les évaluations en scène résidentielle : les configurations FS globalement très appréciées peuvent être la cause des résultats énoncés. Elles ont en effet été très bien notées par les évaluateurs et pourraient avoir un poids important dans ces corrélations. Afin d'évaluer cette influence de l'éclairage FS nous avons calculé ces mêmes coefficients de corrélations pour la scène résidentielle en ne prenant en compte que les évaluations des éclairages CS. La suite des expérimentations se déroulant dans le 5<sup>ème</sup> arrondissement de Lyon l'éclairage FS ne pourra pas être mis en place, il est donc intéressant de mener cette analyse en CS seul.

Tableau 11: Corrélation critères/paramètres pour la scène résidentielle, éclairage CS seul

Corrélation	Éclairage	Uniformité
Note Visibilité	0.911	0.044
Note Confort	0.749	0.337
Note Ambiance	0.842	0.106

Les résultats sont alors assez surprenants : il semble en effet que les éclairages FS apportaient des critères de jugements très différents que l'éclairage CS plus classique. En effet, dans le cas des éclairages CS et FS on avait une grande (voire très grande) importance de l'uniformité dans l'évaluation des configurations. Lorsque l'on enlève les configurations FS il semble que cette tendance s'inverse complètement. En effet l'uniformité paraît beaucoup moins importante dans l'évaluation : la visibilité et l'ambiance apparaissent comme presque exclusivement liés à l'éclairage, le confort semble lui lié aux deux notions d'éclairage et d'uniformité même si l'éclairage reste prépondérant.

#### IV-1.3/ Comparaison des configurations extrêmes

Tableau 12: Comparaison de configurations extrêmes

CODE	Lampe	Configuration		Éclairage		NOTE GLOBALE	CLASSEMENT GLOBAL
		Hauteur	Espacement	Éclairage	Uniformité		
ALPHA	MW	8	40	10 lux	0.4	9.62	4
GOLF	MW	12	30	10 lux	0.8	12	1
CHARLIE	MW	8	40	2 lux	0.4	7.26	10
ECHO	MW	12	30	2 lux	0.8	8.41	8
OSCAR	CS	5.5 (5.65)	20	7.5 lux	0.6	9.56	3
ROMEO	FS	fixed	fixed	7.5 lux	0.9	12.58	1
LIMA	CS	5 (5.15)	20	3 lux	0.45	8.11	9
QUEBEC	FS	fixed	fixed	3 lux	0.9	11.72	2

Afin de s'assurer des résultats obtenus précédemment il nous a semblé intéressant de comparer les configurations extrêmes en termes d'éclairage et d'uniformité.

Les tendances énoncées précédemment semblent se confirmer : en effet il apparaît qu'à éclairage égal une grande uniformité est unanimement préférée et qu'à uniformité égale un éclairage important est préféré.

Cette analyse permet également d'apporter une analyse plus fine sur l'importance de ces deux critères.

En effet il semble que le critère d'éclairage soit prépondérant sur le critère d'uniformité dans le cadre de la scène routière : la configuration ALPHA (éclairage 10 lux, uniformité de 0.4) a été préférée à la configuration ECHO (éclairage 2 lux, uniformité de 0.8) malgré un coefficient d'uniformité moindre.

Pour ce qui est de la scène résidentielle les configurations en FS semblent clairement privilégiées. Il est difficile de mesurer dans quelle mesure cela est dû à l'uniformité importante qu'elles proposent ou simplement à un type d'éclairage inédit. On note cependant que la configuration QUEBEC a été préférée à la configuration OSCAR malgré un éclairage beaucoup plus faible (de 7.5 lux à 3 lux) mais avec une uniformité plus élevée (de 0.9 contre 0.6).



## IV-1.4/ Analyse des configurations doubles

Afin d'observer l'influence de l'ordre sur l'appréciation des configurations, des configurations identiques ont été testées par les deux groupes.

Tableau 13: Comparaison des classements des configurations doubles

CONFIGURATION	NOTE GLOBALE	CLASSEMENT GLOBAL
BRAVO	9.17	6
VICTOR	8.85	7
NOVEMBER	8.94	6
TANGO	8.81	7

Les deux paires de configuration, Bravo/Victor pour le scénario MW et November/Tango pour CSFS, présentent les mêmes caractéristiques. Sur ce classement global l'appréciation de ces deux configurations semble équivalente. D'un point de vue global, l'ordre d'apparition de la configuration semble avoir un effet faible sur son évaluation. Il faut cependant noter que, notamment dans le cas de l'éclairage MW les notes sont relativement éloignées, il sera donc intéressant d'observer l'influence des configurations précédentes sur ces notations.

## IV-2. Classement séparation des deux couleurs

Le tableau ci-dessous récapitule les classements obtenus par l'analyse par groupe de couleurs. Pour rappel l'ordre des configurations pour chaque groupe de couleur a également été ajouté.

Tableau 14: Classement par séparation des couleurs

CONFIGURATION	EQUIPE ROUGE					EQUIPE JAUNE				
	NOTE GLOBALE	CLASSEMENT GLOBAL	CLASSEMENT VISIBILITE	CLASSEMENT CONFORT	CLASSEMENT AMBIANCE	NOTE GLOBALE	CLASSEMENT GLOBAL	CLASSEMENT VISIBILITE	CLASSEMENT CONFORT	CLASSEMENT AMBIANCE
ALPHA	10,44	3	3	6	3	8,89	7	7	9	8
BRAVO	9,5	5	5	7	4	8,89	7	8	8	7
CHARLIE	7	8	8	8	8	7,5	10	10	10	10
DELTA	6,25	10	10	9	10	9,72	5	5	6	4
ECHO	6,5	9	9	9	9	10,11	4	4	3	4
FOXTROT	10,06	4	4	2	5	12,06	2	2	1	1
GOLF	11,88	1	1	1	1	12,11	1	1	2	3
HOTEL	10,94	2	2	4	2	11,33	3	3	3	2
INDIA	9,2	6	6	3	6	9,47	6	6	5	6
VICTOR	9,13	7	6	5	6	8,61	9	9	6	8
JULIETT	6,63	10	9	9	10	11,21	3	2	4	3
KILO	6,69	9	7	10	9	10,16	5	4	5	5
LIMA	7,63	7	8	8	7	8,5	8	7	8	7
MIKE	7,63	7	6	7	8	7,25	10	10	10	10
NOVEMBER	9,69	4	4	5	4	8,35	9	9	7	8
OSCAR	10,63	3	2	3	3	8,7	7	6	6	8
PAPA	8,07	6	10	4	6	10,2	4	8	3	4
QUEBEC	11,5	2	3	2	2	11,9	2	3	2	2
ROMEO	12,56	1	1	1	1	12,6	1	1	1	1
TANGO	8,63	5	5	6	5	8,95	6	5	9	6

Tableau 15: ordre des configurations en fonction des couleurs

PARCOURS JAUNE	PARCOURS ROUGE
MW	CS FS
Alpha	Juliett
Bravo *	Kilo
Charlie	Lima
Delta	Mike
Echo	November **
Foxtrot	Oscar
Golf	Papa
Hotel	Quebec
India	Romeo
Victor *	Tango **
CS FS	MW
Oscar	Echo
November **	Delta
Mike	Charlie
Lima	Bravo *
Kilo	Alpha
Juliett	Hotel
Papa	Golf
Quebec	Foxtrot
Romeo	India
Tango **	Victor *

\* Configurations doubles MW

\*\* Configurations doubles CS FS

#### IV-2.1/ Influence de l'ordre des configurations sur leur évaluation

Le tableau ci-dessous récapitule les ordres des configurations pour les deux groupes et les fluctuations de valeurs. Nous nous attachons alors à évaluer l'effet des configurations précédentes sur l'évaluation de la configuration suivante. Grâce à ce tableau plusieurs scénarios ont été relevés (diminution de l'uniformité à éclairage égal, augmentation de l'uniformité à éclairage égal, augmentation de l'éclairage à uniformité égale, diminution de l'éclairage à uniformité égale). L'influence de ces changements sur le classement successif des configurations a également été analysé. L'ensemble de ces analyses a été récapitulé ci-dessous :

Tableau 16: Classement des configurations par couleur et dans l'ordre

EQUIPE ROUGE				EQUIPE JAUNE			
CONFIGURATION	Eclairage	Uniformité	CLASSEMENT GLOBAL	CONFIGURATION	Eclairage	Uniformité	CLASSEMENT GLOBAL
JULIETT	7,5	0,45	10	ALPHA	10	0,4	7
KILO	5	0,45	9	BRAVO	5	0,4	7
LIMA	3	0,45	7	CHARLIE	2	0,4	10
MIKE	3	0,6	7	DELTA	2	0,6	5
NOVEMBER	5	0,6	4	ECHO	2	0,8	4
OSCAR	7,5	0,6	3	FOXTROT	5	0,8	2
PAPA	2	0,9	6	GOLF	10	0,8	1
QUEBEC	3	0,9	2	HOTEL	10	0,6	3
ROMEO	7,5	0,9	1	INDIA	5	0,6	6
TANGO	5	0,6	5	VICTOR	5	0,4	9
ECHO	2	0,8	9	OSCAR	7,5	0,6	7
DELTA	2	0,6	10	NOVEMBER	5	0,6	9
CHARLIE	2	0,4	8	MIKE	3	0,6	10
BRAVO	5	0,4	5	LIMA	3	0,45	8
ALPHA	10	0,4	3	KILO	5	0,45	5
HOTEL	10	0,6	2	JULIETT	7,5	0,45	3
GOLF	10	0,8	1	PAPA	2	0,9	4
FOXTROT	5	0,8	4	QUEBEC	3	0,9	2
INDIA	5	0,6	6	ROMEO	7,5	0,9	1
VICTOR	5	0,4	7	TANGO	5	0,6	6

Tableau 18: Etablissement des scénarios

EQUIPE ROUGE					EQUIPE JAUNE								
CONFIGURATION	Eclairement		Uniformité		CLASSEMENT GLOBAL	CONFIGURATION	Eclairement		Uniformité		CLASSEMENT GLOBAL		
JULIETT	7,5		0,45		10	ALPHA	10		0,4		7		
KILO	5	↘	0,45		=	BRAVO	5	↘	0,4		=	7	
LIMA	3		0,45			7	CHARLIE		2	0,4		10	
MIKE	3	=	0,6		↗	DELTA	2	=	0,6		↗	5	
NOVEMBER	5	↗	0,6			4	ECHO	2	=	0,8		4	
OSCAR	7,5		↘	0,6		=	FOXTROT	5	↗	0,8		=	2
PAPA	2	0,9		6	GOLF		10	0,8		1			
QUEBEC	3	↗	0,9		=	HOTEL	10	=	0,6		↘	3	
ROMEO	7,5		0,9			1	INDIA	5	↘	0,6		=	6
TANGO	5	↘	0,6		↘	5	VICTOR	5	=	0,4		↘	9
ECHO	2			0,8		9	OSCAR	7,5		0,6		7	
DELTA	2	=	0,6		↘	10	NOVEMBER	5	↘	0,6		=	9
CHARLIE	2		0,4			8	MIKE	3		0,6			10
BRAVO	5	↗	0,4		=	5	LIMA	3	=	0,45		↘	8
ALPHA	10		0,4			3	KILO	5	↗	0,45			=
HOTEL	10	=	0,6		↗	2	JULIETT	7,5		0,45		=	3
GOLF	10		0,8			1	PAPA	2	↘	0,9			↗
FOXTROT	5	↘	0,8		=	4	QUEBEC	3	↗	0,9		=	2
INDIA	5		0,6			6	ROMEO	7,5		0,9			=
VICTOR	5	=	0,4		↘	7	TANGO	5	↘	0,6		↘	6

Tableau 17: Analyse des scénarios

Scène	Evolution des paramètres		Effet sur le classement
	E	U	
Route	=	↘	≈ (9 -> 10 -> 8)
Route			↘ (4 -> 6 -> 7)
Route			↘ (1 -> 3)
Résidentiel			↗ (10 -> 8)
Route	=	↗	↗ (3 -> 2 -> 1)
Route			↗ (10 -> 5 -> 4)
Résidentiel			= (7 -> 7)
Route	↗	=	↗ (8 -> 5 -> 3)
Route			↗ (4 -> 2 -> 1)
Résidentiel			↗ (7 -> 4 -> 3)
Résidentiel			↗ (6 -> 2 -> 1)
Résidentiel			↗ (8 -> 5 -> 3)
Résidentiel			↗ (4 -> 2 -> 1)
Route	↘	=	↘ (1 -> 4)
Route			≈ ↘ (7 -> 7 -> 10)
Résidentiel			↗ (10 -> 9 -> 7)
Résidentiel			↘ (7 -> 9 -> 10)

Cette analyse laisse apparaître très clairement qu'en augmentant l'éclairage à uniformité égale on obtient une meilleure appréciation. La diminution de l'éclairage semble impliquer une dévaluation des configurations même si cela est moins flagrant que dans le cas précédent.

Pour les autres scénarios traités il semble également que la tendance soit à une meilleure évaluation lorsque l'uniformité augmente, l'influence de l'uniformité paraît cependant moins linéaire que celle de l'éclairage (on observe des évolutions contraires de classement ou des égalités).

Ces observations permettent de moduler les appréciations faites et d'attester la pertinence d'avoir mené cette enquête avec des ordres différents et des configurations doubles. En effet il semble que l'évaluation d'une configuration soit fortement liée aux configurations précédentes.

L'ensemble de ces observations peut également constituer une explication des évaluations faites pour les configurations doubles. En effet, il est intéressant de noter que ces configurations ne reçoivent pas du tout la même évaluation d'un groupe à l'autre comme le récapitule le tableau ci-dessous.

Tableau 19: Classement par couleur des configurations doubles

	Equipe Rouge		Equipe Jaune	
	Classement global	Note globale	Classement global	Note globale
NOVEMBER	4	9,69	9	8,35
TANGO	5	8,63	6	8,95
BRAVO	5	9,5	7	8,89
VICTOR	7	9,13	9	8,61

Les configurations ne s'inscrivent pas dans les mêmes scénarios d'ordres présentés ci-dessus pour les deux équipes.

En effet, pour l'équipe rouge la configuration TANGO apparaît après une configuration avec plus d'éclairage et plus d'uniformité tandis que la configurations NOVEMBER apparaît suite à une configuration moins éclairée et d'uniformité égale. L'analyse des scénarios évoquées ci-dessus peut alors expliquer la différence de classement entre ces deux configurations pour l'équipe rouge.

Dans le cas de l'équipe jaune l'explication est moins claire : en effet la configuration NOVEMBER suit une configuration plus éclairée mais d'uniformité égale tandis que la configuration TANGO apparaît suite à une configuration dont l'éclairage et l'uniformité sont supérieurs. Il est donc surprenant d'observer le classement proposé : NOVEMBER est en 9<sup>ème</sup> position et TANGO en 6<sup>ème</sup>, il est intéressant ici d'observer que si les classements sont éloignés les notes ne le sont pas (8.35 pour NOVEMBER et 8.95 pour TANGO).

Les configurations éclairées en MW (BRAVO et VICTOR) semblent suivre parfaitement les scénarios et leurs analyses énoncées précédemment. Ainsi, si les classements sont différents pour les deux groupes il est à noter que les notes sont relativement proches.

L'analyse des configurations doubles permet donc d'attester l'hypothèse que l'ordre des configurations influe beaucoup sur leur évaluation. Il peut être intéressant de conserver cette notion pour la suite des évaluations : il est possible de considérer qu'une configuration moins éclairée ou moins uniforme sera moins bien notée sans pour autant qu'elle soit inacceptable

pour les évaluateurs. Il s'agira alors de bien cerner les seuils d'acceptabilité dans les évaluations.

#### IV-2.2/ Influence de l'ordre des scènes

La question de l'ordre des scènes sur l'évaluation des configurations nous a également semblée pertinente à traiter. Pour ce faire nous avons calculé la note moyenne donnée à l'ensemble des configurations pour les deux groupes. Le tableau ci-dessous récapitule ces moyennes :

Tableau 20: Notes moyennes par groupe et par scène

Scène	Note moyenne équipe Rouge	Note moyenne équipe Jaune
Ville	9.0	9.8
Routière	9.1	9.9

Il ne semble pas que l'ordre des scènes ait une influence majeure sur la notation des configurations. L'équipe rouge paraît donner globalement des notes moins élevées que l'équipe jaune, cela peut nuancer les observations faites dans l'analyse globale puisque les observateurs rouges étaient moins nombreux que les jaunes : le poids des notes plus importantes données par les jaunes peut accentuer encore plus leur représentativité dans le regroupement. La scène de ville semble légèrement mieux notée par les deux groupes mais cette variation est faible et donc peu significative.

### V- ANALYSE DES COMMENTAIRES

#### V-1. Analyse des commentaires sur les configurations

Pour les configurations énoncées ci-dessus il nous a semblé intéressant d'observer les commentaires faits par les observateurs afin de rester vigilants à d'éventuelles remarques récurrentes. Nous avons donc conservé certains commentaires représentatifs de l'ensemble des remarques faites sur chacune de ces configurations.

Ainsi, sur la scène de route la configuration Golf a principalement été commentée selon les termes suivants : "Excellente visibilité homogène", "très (trop ?) lumineuse", les remarques semblent donc plaider pour une réduction de l'éclairage. D'ailleurs, l'analyse de la configuration Hotel (au même niveau d'éclairage) confirme ce souci : "toujours éblouissant". La configuration Foxtrot reçoit elle des remarques différentes : "moins bonne diffusion et visibilité" mais "meilleur confort". Il s'agit donc de faire un compromis entre un confort idéal pour les usagers et une configuration suffisamment visible.

Dans le cadre des scènes sur la zone résidentielle les configurations éclairées en FS ont été les plus commentées, le type d'éclairage et les "ambiances" qu'il crée ont notamment beaucoup été évoquées. Certains décrivent ainsi une ambiance "plus urbaine", "fin de soirée", "bal du village", "poétique", ces qualifications positives et très liées à un cadre agréable laissent à penser que ce type d'éclairage pourrait être très apprécié. Des nuances sont cependant faites entre les trois configurations éclairées en FS. Ainsi la configuration Romeo est jugée d'une "très bonne visibilité" et "régulière" mais "trop éclairée et donc moins poétique" alors que la configuration Quebec ne semble pas présenter de soucis d'éblouissement majeur. La configuration Papa est souvent jugée comme "trop sombre" même si une grande régularité est relevée.

## V-2. Analyse des commentaires globaux

A la fin de la feuille d'évaluation les observateurs pouvaient donner des commentaires globaux sur l'expérience, seules 5 personnes ont répondu mais il nous semblait intéressant de récapituler les remarques faites.

Certaines remarques faisaient état du fait que l'ambiance routière était "plus impersonnelle" et donc moins bien notée par les personnes concernées. Il a également été pointé du doigt que ce genre de voirie se vit habituellement plutôt en tant qu'automobiliste ou passager et qu'il est donc assez difficile de l'évaluer en tant que piéton.

Les remarques reviennent aussi assez largement sur les "ambiances filaires" (éclairage FS) dont l'appréciation manifeste, tant par les classements que par les commentaires de configurations, se confirme encore. Un observateur a fait la remarque que les ambiances CS n'éclairant qu'un côté de la chaussée et assez peu le trottoir elles en étaient moins intéressantes.

Enfin, nous concluons sur cette remarque d'un évaluateur qui donne toute sa légitimité à ce genre d'étude basée sur le ressenti : "Il est très intéressant de voir à quel point l'éclairage change le milieu et les sentiments".

## VI- SUITE DE L'ETUDE

### VI-1. Organisation de la suite

Une réunion a été menée avec l'ensemble des partenaires du projet le 14 janvier 2016. Cette réunion a été l'occasion d'une mise en commun des résultats présentés ci-dessus ainsi que de l'analyse des données mesurées par l'eye tracker.

Cette mise en commun avait pour but de définir les types de configurations à conserver pour la suite de l'étude et, éventuellement, d'établir des seuils critiques de couples éclairage/uniformité sous lesquels les configurations n'auraient plus été acceptables. Dans les faits les notations étant assez homogènes ces seuils ont été difficiles à établir.

La suite de l'étude a pour but de concerner un nombre d'évaluateurs beaucoup plus important. Il s'agira d'équiper quatre rues du 5<sup>ème</sup> arrondissement lyonnais pendant deux soirs consécutifs (aux alentours du 23 Mars) et d'y faire défiler les groupes d'évaluateurs. Des réunions de calage et d'organisation sont prévues mais certaines problématiques évoquées dans ce rapport et lors de cette mise en commun avec les partenaires doivent être gardées en mémoire.

Il sera important de bien définir si une notation et un classement des configurations est souhaité ou si le but de l'étude est de définir si les solutions proposées sont acceptables ou non. L'établissement de la grille d'évaluation dépendra entièrement de cet arbitrage qu'il sera nécessaire de mener.

En outre, les problématiques d'ordre de passage sont à prendre en compte : l'étude a prouvé que les configurations précédentes influent sur l'évaluation des suivantes. Il est important de le prendre en compte pour l'établissement du protocole. La grille d'évaluation ne doit, par exemple, pas inciter à des comparaisons avec les configurations précédentes si cela n'est pas souhaité (lors de l'expérience OLAC la grille comportait une case +, -, 0 qui permettait cette comparaison). Il peut également être intéressant de conserver plusieurs ordres de passages pour permettre d'en lisser l'importance dans l'évaluation des configurations. Par ailleurs, la question des ambiances dans lesquelles auront été plongés les évaluateurs avant l'expérience



peut être posée, il pourrait alors être intéressant de proposer un blackout ou un arrêt dans une zone sombre avant de débiter. Cela permettrait au moins d'obtenir des conditions initiales d'observation identiques pour l'ensemble des évaluateurs.

## VI-2. Configurations conservées

Bien que globalement très appréciées des évaluateurs, les configurations FS ne pourront pas être mises en places dans le cadre de notre étude pour des raisons matérielles. Il est intéressant de noter que certaines configurations pourtant peu éclairées ont obtenu des notes peu éloignées des premières configurations souvent très éclairées et/ou très uniformes.

L'intérêt de cette deuxième partie sera alors d'évaluer si des seuils relativement bas d'éclairage peuvent ou non être acceptables à la condition d'une uniformité plus grande. Le nombre de configurations étant plus restreint pour cette future étude les scénarios envisagés sont les suivants (les valeurs données ne sont qu'indicatives puisqu'elles seront mesurées sur terrain lorsque les choix des rues aura été fixé).

Tableau 21: Scénarios envisagés pour la suite de l'étude

Configuration	E (lux)	U
A	3-4	0.4
B	3-4	0.6
C	7-8	0.4
D	7-8	0.6

## VI-3. Rôle dans la suite de l'étude

Notre rôle se décomposera en plusieurs temps au fur et à mesure de la suite de l'étude.

Tout d'abord, nous participerons à l'organisation générale des expériences du 5<sup>ème</sup> arrondissement ainsi qu'à l'élaboration du protocole expérimental. En parallèle, le recrutement des évaluateurs nous sera confié, il s'agira alors de constituer un échantillon le plus hétérogène possible (en termes d'âges, de professions et de sexes). Pour cette nouvelle expérimentation il serait intéressant de parvenir à un nombre conséquent d'évaluateurs, l'objectif fixé est pour l'instant entre 150 et 200 personnes.

Suite à cette expérience nous serons à nouveau chargées de regrouper, de numériser et d'analyser les résultats pour une mise en commun finale et une clôture de cette nouvelle version d'Evalum au mois de juin.

## VII- TABLE DES ILLUSTRATIONS

### VII-1. Tableaux

Tableau 1: Répartition des évaluateurs - en gris les absents.....	4
Tableau 2: Grille d'évaluation équipe rouge.....	5
Tableau 3: Détail et ordre des configurations .....	7
Tableau 4: Résultats globaux des évaluations.....	10
Tableau 5: MW - Regroupement par configuration .....	11
Tableau 6: MW - Regroupement par éclairage .....	11
Tableau 7: CSFS - Regroupement par configuration .....	12
Tableau 8: CSFS - Regroupement par éclairage .....	12
Tableau 9: Corrélation critères/paramètres pour la scène routière.....	13
Tableau 10: Corrélation critères/paramètres pour la scène résidentielle, éclairages CS et FS .....	13
Tableau 11: Corrélation critères/paramètres pour la scène résidentielle, éclairage CS seul ..	14
Tableau 12: Comparaison de configurations extrêmes .....	14
Tableau 13: Comparaison des classements des configurations doubles .....	15
Tableau 14: Classement par séparation des couleurs .....	15
Tableau 15: ordre des configurations en fonction des couleurs .....	16
Tableau 16: Classement des configurations par couleur et dans l'ordre .....	16
Tableau 17: Analyse des scénarios .....	17
Tableau 18: Etablissement des scénarios .....	17
Tableau 19: Classement par couleur des configurations doubles .....	18
Tableau 20: Notes moyennes par groupe et par scène .....	19
Tableau 21: Scénarios envisagés pour la suite de l'étude .....	21

### VII-2. Images

Image 1: expérience OLAC du 30/11/2015 - source : crédit photo Stéphane Alamertery - l'œil en coin .....	1
Image 2: Luminaire MW - source: plaquette commerciale Philips.....	7
Image 3: Luminaires CS - source: plaquette commerciale Philips .....	8
Image 4: Système free street - sources : vidéo de présentation de l'OLAC et plaquette commerciale Philips .....	8

## VIII- BIBLIOGRAPHIE

### VIII-1. Sites internet

ADEME (agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie). Collectivités et secteur public – éclairage public [en ligne]. Disponible sur : <http://www.ademe.fr/collectivites-secteur-public/gerer-equipements-services/eclairage-public> (consulté le 08/01/2015)

Phozagora. L'éclairage public – histoire de l'éclairage public [en ligne]. Disponible sur : <http://phozagora.free.fr/?surfpape=Historique>. (Consulté le 07/01/2015)

B. CHATAIN – W DE MONTIS (Parlement européen). COP 21 : feuille de route du parlement pour les négociations climatiques de l'ONU à Paris [En ligne]. Disponible sur : <http://www.europarl.europa.eu/news/fr/news-room/20151013IPR97324/COP-21-feuille-de-route-pour-les-n%C3%A9gociations-climatiques-de-l'ONU-%C3%A0-Paris> (Consulté le 07/01/2015)

### VIII-2. Ouvrages

Roger NARBONI. Les éclairages des villes – vers un urbanisme nocturne. Infolio editions, 2012, CH-Gollion, 221 p. (Collection Archigraphie Poche)

### VIII-3. Rapports

Elise CHANE SHA LIN – Marika MAILLOT. Evalum 5-1, Acceptabilité sociale d'un éclairage urbain – Détection de présence et télégestion simulée en quartier résidentiel. LYON, INSA de Lyon, 2013, 51 p.