

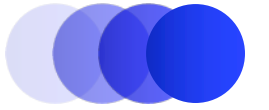


Revêtements & Lumière

Optimiser l'éclairage public en tenant compte des caractéristiques des surfaces urbaines

NICOLAÏ Aurélia, Routes de France

Sommaire



01

CONTEXTE

02

NOTIONS

03

DEMARCHE R&L

04

RÔLE DES REVÊTMENTS

05

CAS PRATIQUE

06

GUIDE ET BIBLIOTHEQUE

1. CONTEXTE

Revêtements & Lumière

Eclairage public => composante essentielle de notre cadre de vie

Dimensionnement de l'éclairage => une approche méthodique encadrée par la norme NF EN 13201

Technologies LED => réduction des consommations d'énergie et amélioration de la qualité de l'éclairage public

Démarche R&L : replacer l'utilisateur au centre des préoccupations et donc au centre du dimensionnement de l'éclairage public en prenant en compte sa perception comme un indicateur de performance

LA LUMINANCE

R&L

LUMINANCE et ECLAIREMENT

2. NOTIONS



Elément de chaussée

L, Luminance
perçue en cd/m^2

ECLAIREMENT

quantité de lumière incidente qui frappe une surface donnée

Quantifier la lumière visible reçue par unité de surface

LUMINANCE

quantité de lumière visible émise ou réfléchie par une surface dans une direction spécifique

Quantifier de la manière dont la lumière réfléchie par le revêtement est perçue par l'œil humain

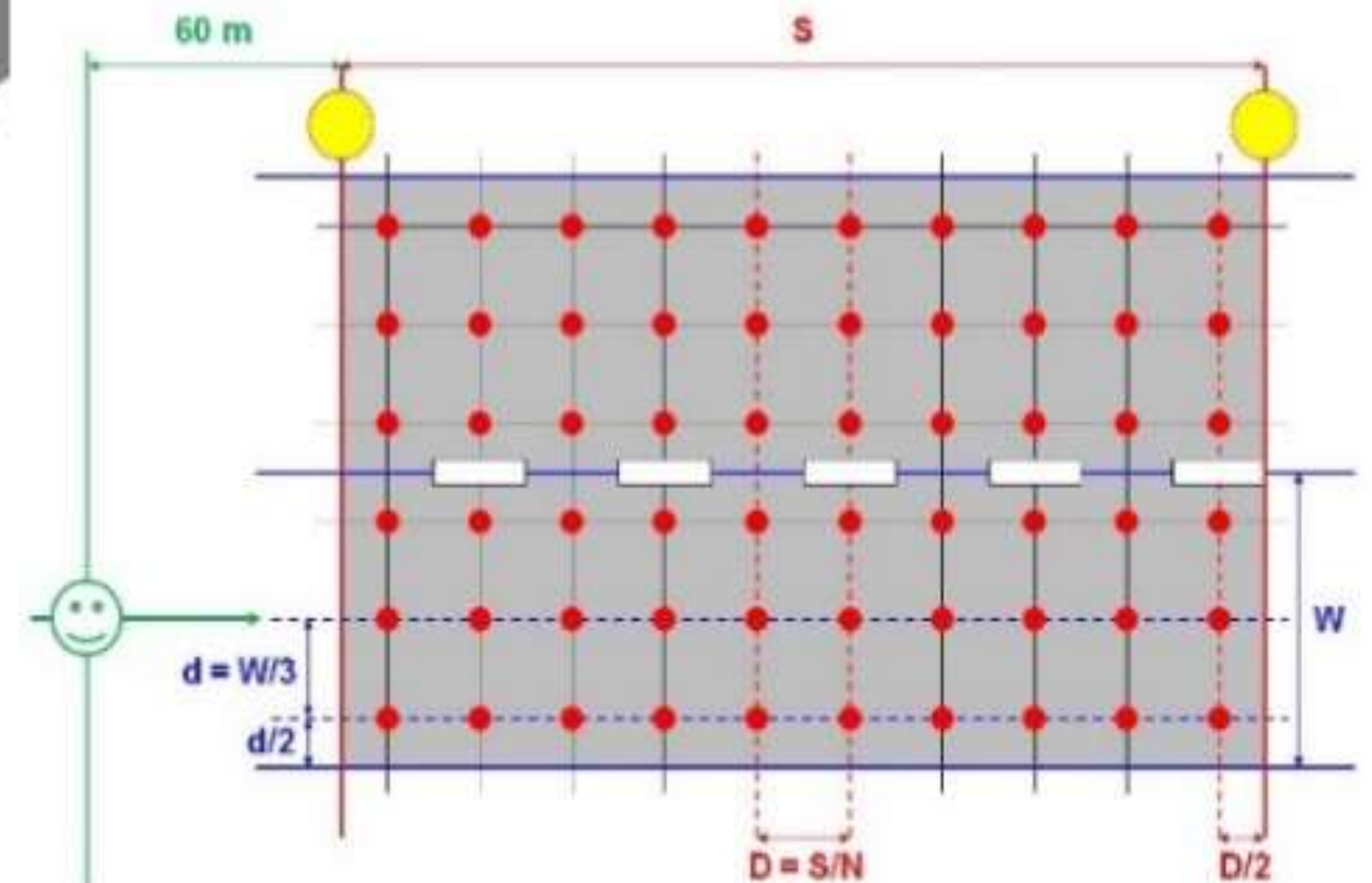


DESCRIPTION D'UNE INSTALLATION D'ÉCLAIRAGE



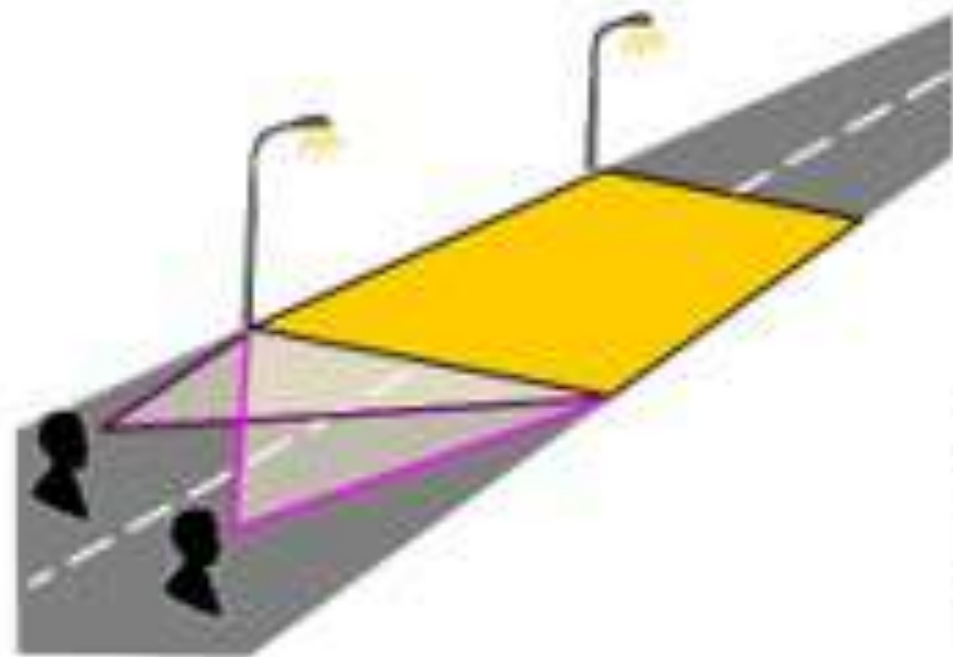
- Nombre de voies et leur largeur
- Hauteur des mats et leur espacement
- Saillie des luminaires et leur inclinaison

2. NOTIONS



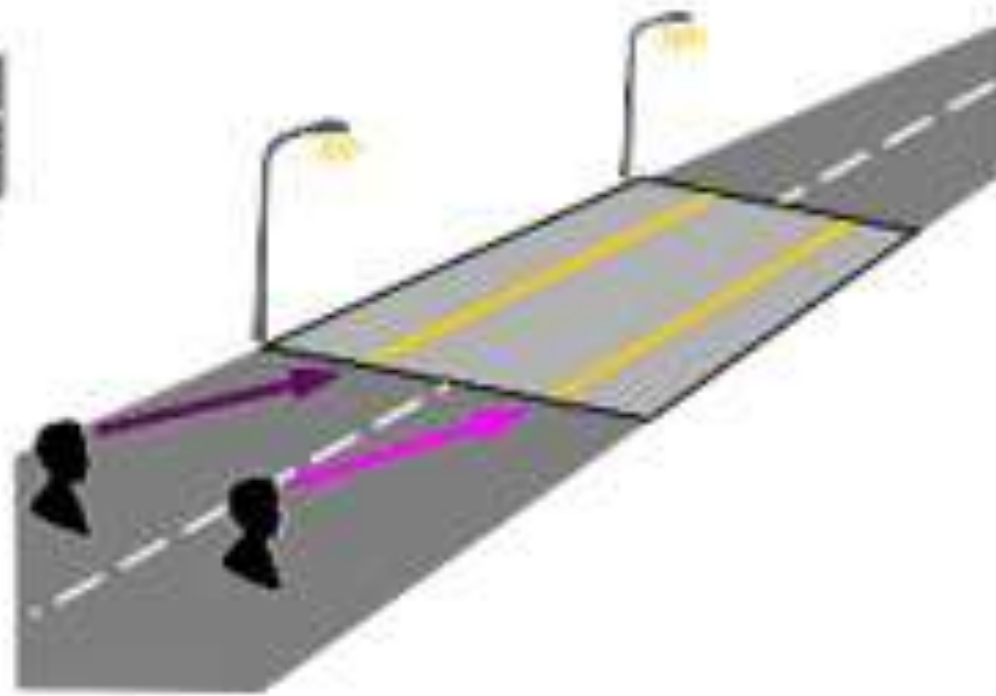
2. NOTIONS

Coefficient d'uniformité
générale : U_0



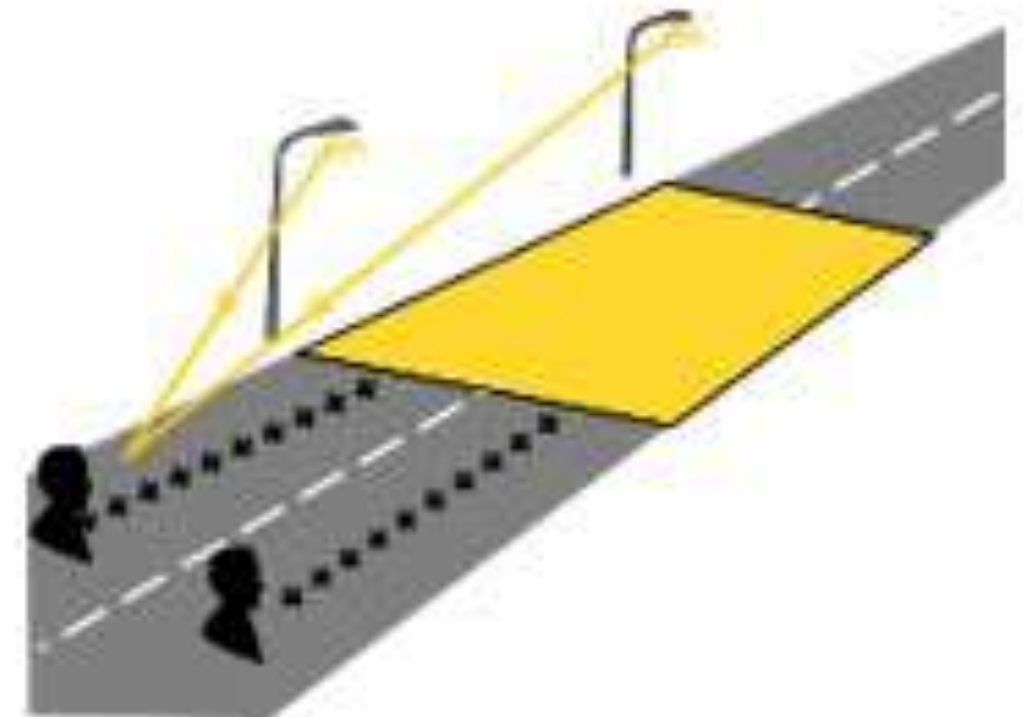
$$U_0 = \frac{L_{\min}}{\bar{L}}$$

Coefficient d'uniformité
longitudinal : U_L



$$U_L = \frac{L_{\min}}{L_{\max}}$$

Eblouissement
d'incapacité: f_{TI}



$$f_{TI} = 65 \frac{L_v}{(\bar{L}_i)^{0,8}}$$

3. DEMARCHE

Définition d'une méthode de dimensionnement et contrôle d'une installation et 3 critères de qualité :

- Luminance moyenne L_{moy}
- Uniformité globale de la luminance U_0
- Uniformité longitudinale de la luminance U_l

Nos yeux perçoivent la luminance



Choix du groupe R&L :
Travailler en luminance ce qui implique de considérer les caractéristiques des revêtements



3. DEMARCHE



Exigences de performance en éclairage basées :

- sur l'éclairement en ville*
- sur la luminance pour les conducteurs*



Si on ne considère pas la luminance,

on ne considère pas ce que perçoivent les usagers



Qu'est ce que la photométrie routière ?

- Coefficient de luminance $q(\alpha, \beta, \gamma)$

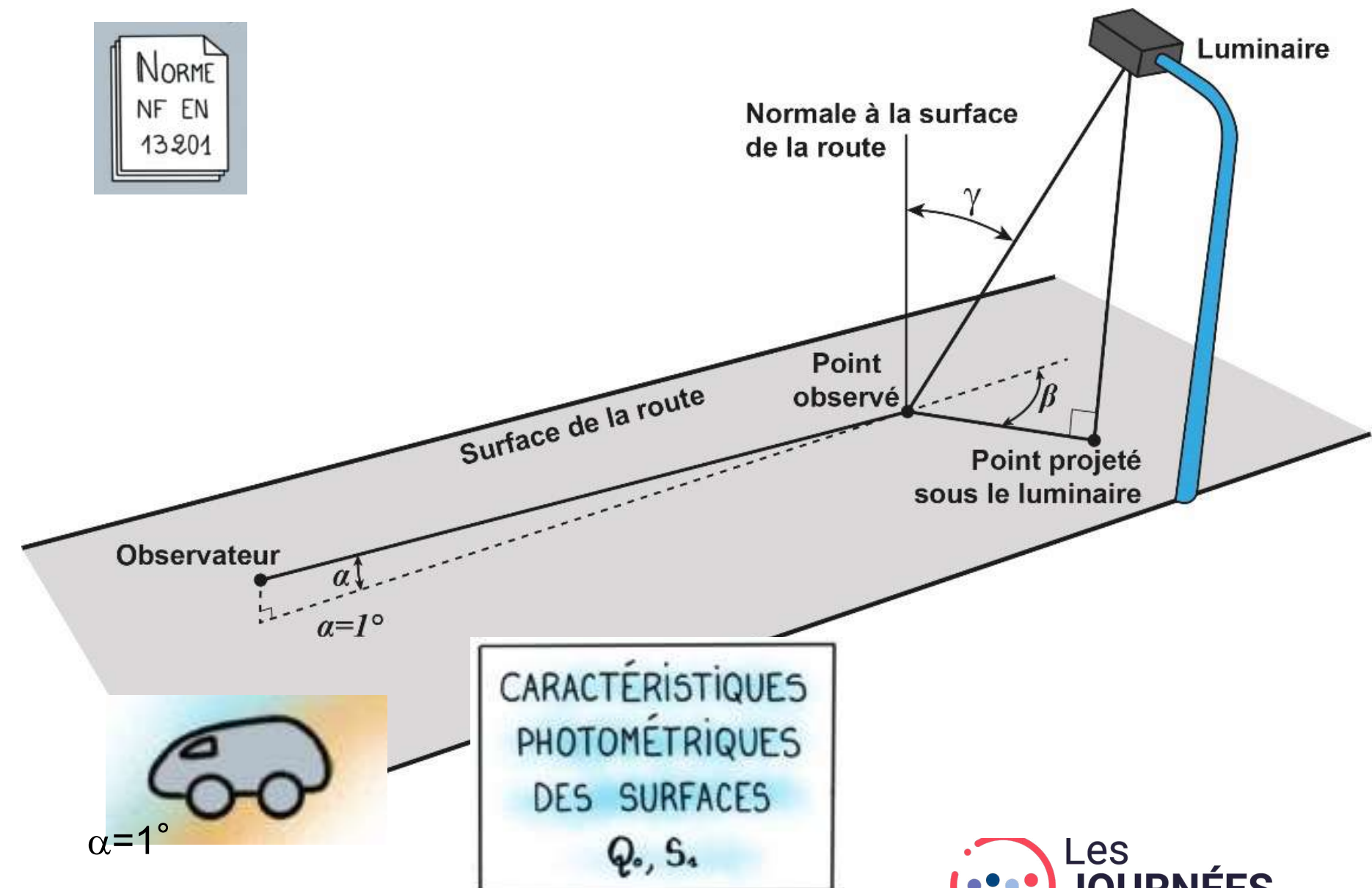
$$q = \frac{L}{E}$$

Luminance perçue par l'observateur
Eclairage émis

Définitions :

- d'un coefficient de luminance moyenne Q_0
- d'un coefficient de spécularité (brillance) S_1

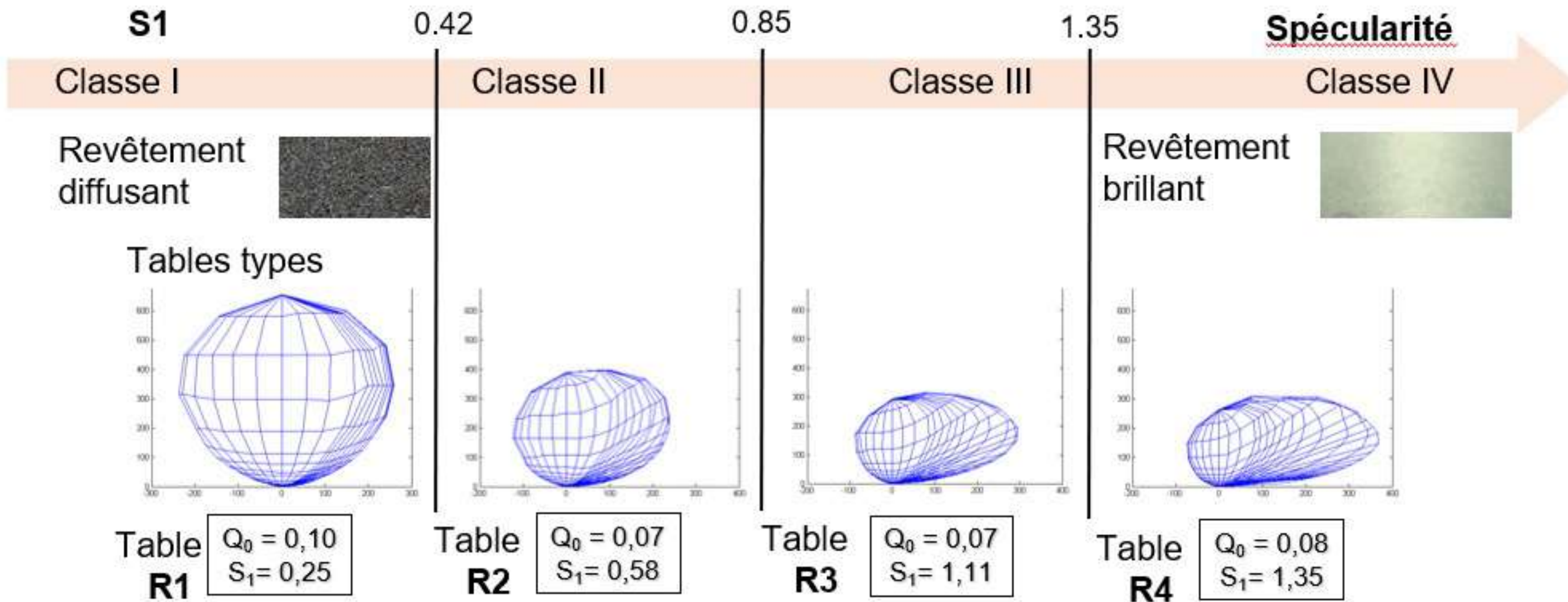
4. RÔLE DES REVÊTEMENTS



Qu'est ce que la photométrie routière ?

Les classes de la CIE sont définies selon la specularité S_1 (brillance)
Ce qui permet d'affecter les tables types R1 à R4

4. RÔLE DES REVÊTEMENTS



- Quel état des lieux des pratiques ?

*Utilisation de logiciels d'éclairages
(DIALux, RELUX,...)*

4. RÔLE DES REVÊTEMENTS

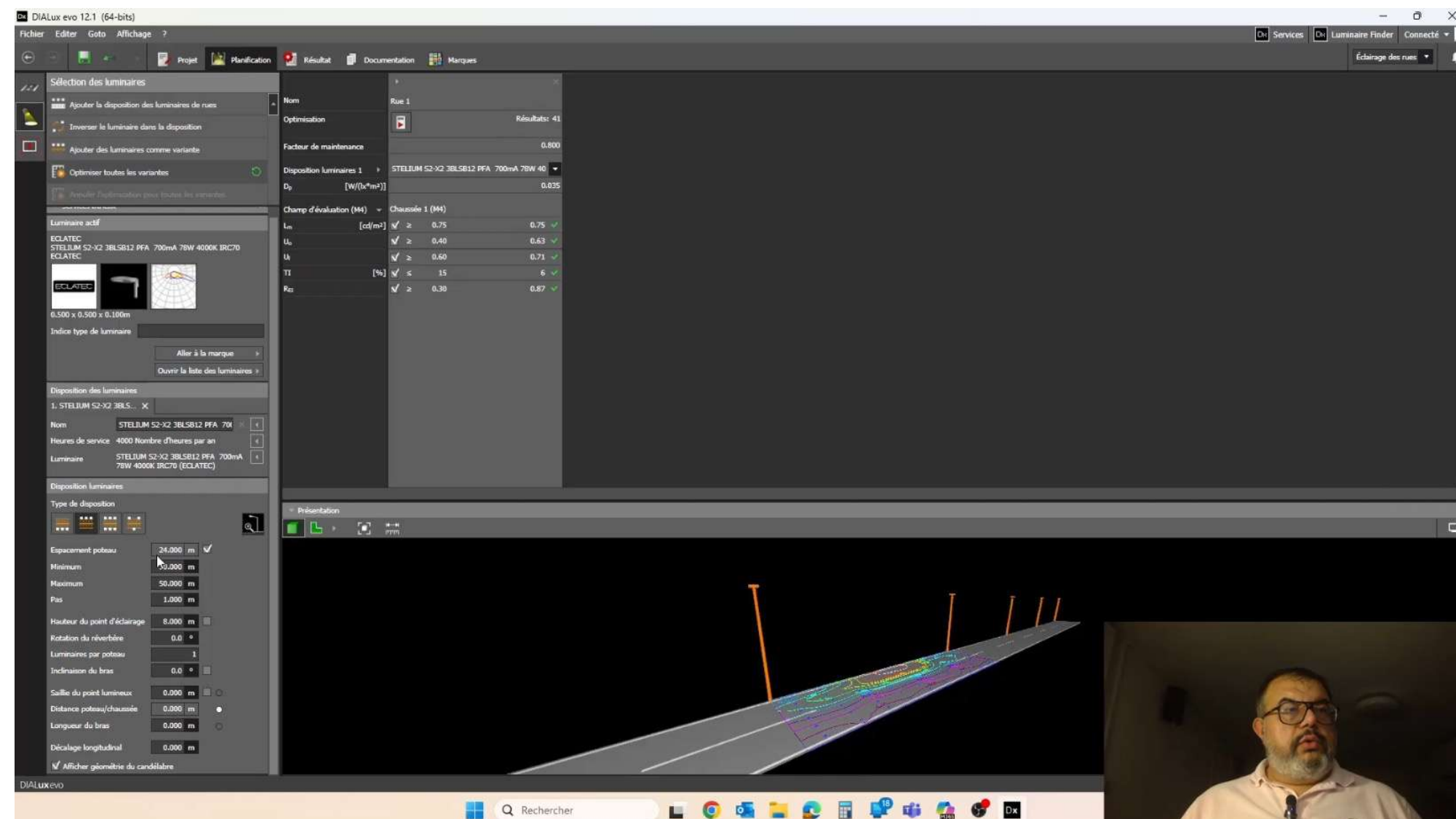
Utilisation des tables-r de la CIE - et en France, en général

- la table R3 pour les revêtements bitumineux
- la table R1 pour des revêtements dits « clair » et diffusants

***Il est possible d'indiquer un autre QO** afin de mettre à l'échelle la table type,*

Mais cela suppose de disposer d'une mesure !

5. CAS PRATIQUE



Frédérico Batista

Chef de projet opérations

Direction de projet Pôles et quartiers EOLE

Equipe mixte CD78/GPS&O

DGA Aménagement du Territoire



5. CAS PRATIQUE



Frédérico Batista

Chef de projet opérations

Direction de projet Pôles et quartiers EOLE

Equipe mixte CD78/GPS&O

DGA Aménagement du Territoire



Sélection des luminaires

Ajouter la disposition des luminaires de rues
Inverser le luminaire dans la disposition
Ajouter des luminaires comme variante
Optimiser toutes les variantes
Annuler l'optimisation pour toutes les variantes

Luminaire actif

ECLATEC
STELIUM S2-X2 3BL5812 PFA 700mA 78W 4000K IRC70
ECLATEC

0.500 x 0.500 x 0.100m

Indice type de luminaire

Allez à la marque
Ouvrir la liste des luminaires

Disposition des luminaires

1. STELIUM S2-X2 3BL5... X

Nom STELIUM S2-X2 3BL5812 PFA 700
Heures de service 4000 Nombre d'heures par an
Luminaire STELIUM S2-X2 3BL5812 PFA 700mA 78W 4000K IRC70 (ECLATEC)

Disposition luminaires

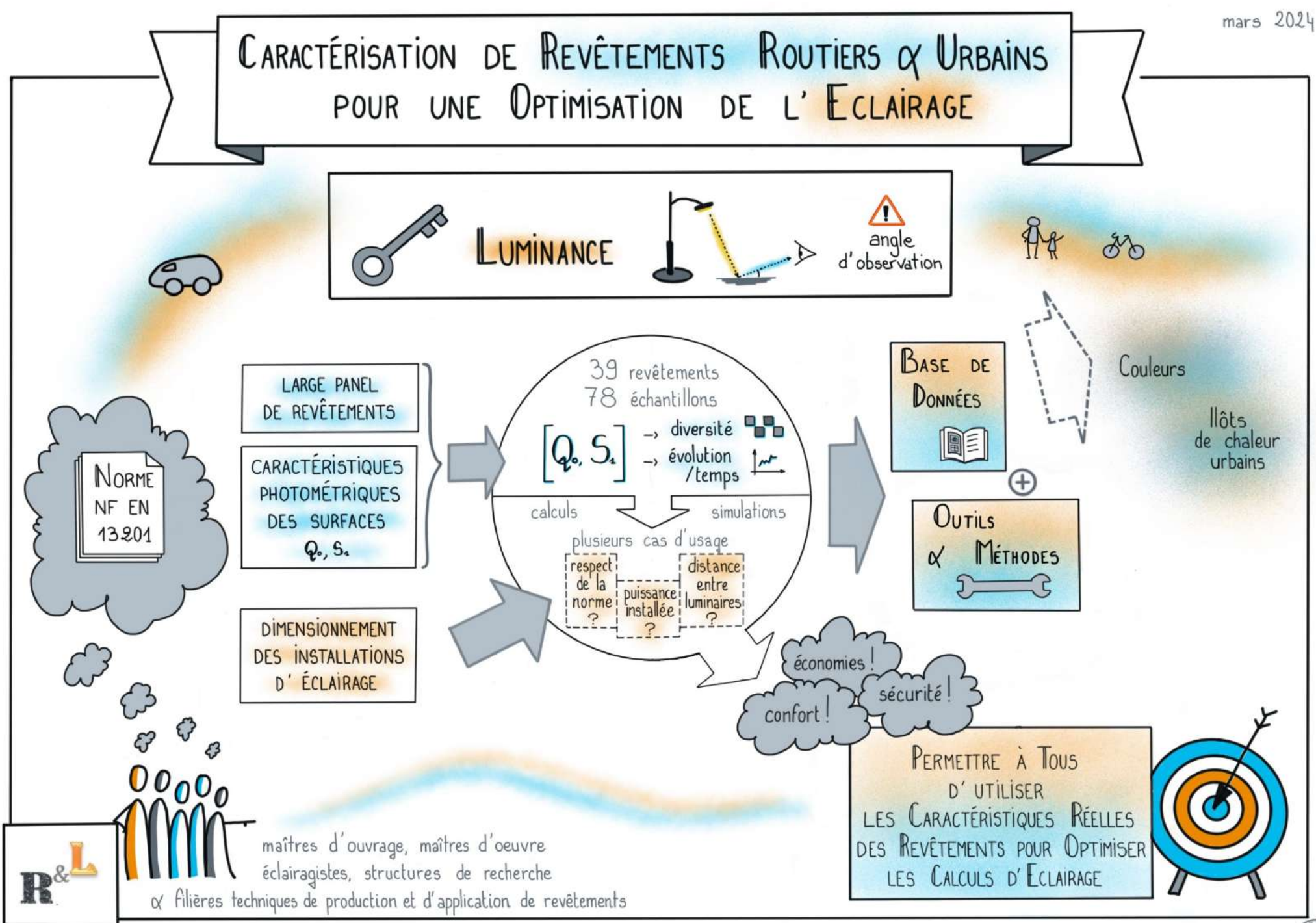
Type de disposition

Espacement poteau 24.000 m ✓
Minimum 30.000 m
Maximum 50.000 m
Pas 1.000 m
Hauteur du point d'éclairage 8.000 m
Rotation du réverbère 0.0 °
Luminaires par poteau 1
Inclinaison du bras 0.0 °
Saillie du point lumineux 0.000 m
Distance poteau/chaussée 0.000 m
Longueur du bras 0.000 m
Décalage longitudinal 0.000 m

Nom Rue 1
Optimisation Résultats: 41
Facteur de maintenance 0.800
Disposition luminaires 1 STELIUM S2-X2 3BL5812 PFA 700mA 78W 40
Dp [W/(lx*m²)] 0.035
Champ d'évaluation (M4) Chaussée 1 (M4)
Lm [cd/m²] ✓ ≥ 0.75 0.75 ✓
Uo ✓ ≥ 0.40 0.63 ✓
U1 ✓ ≥ 0.60 0.71 ✓
TI [%] ✓ ≤ 15 6 ✓
Rct ✓ ≥ 0.38 0.87 ✓

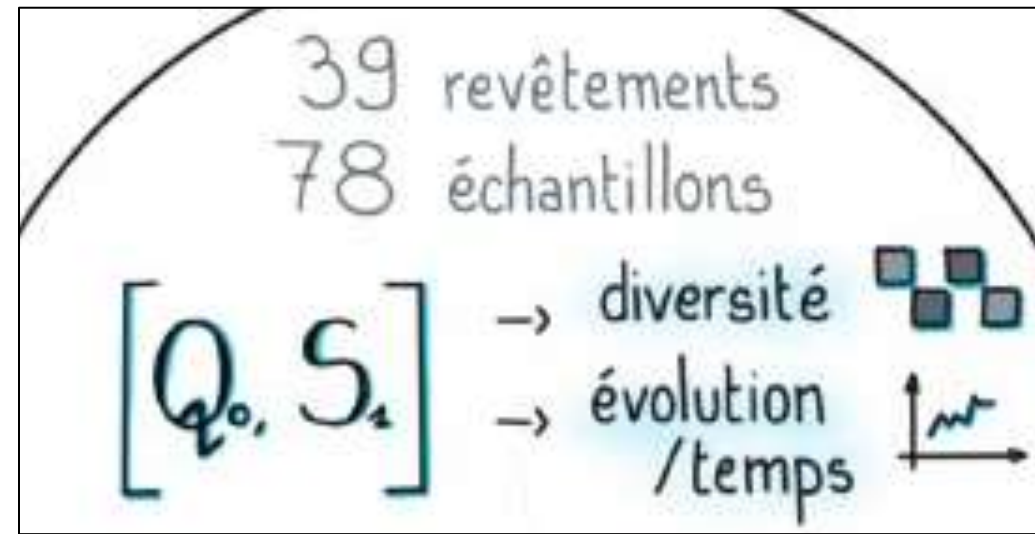
Guide d'utilisation du catalogue des revêtements dans la conception de l'éclairage public

6. GUIDE ET BIBLIOTHEQUE



Une bibliothèque de revêtements urbains caractérisée

- Enrobés
- Asphalte
- Bétons de ciment coulés
- Bétons de ciment préfabriqués
- Pierres naturelles



6. GUIDE ET BIBLIOTHEQUE



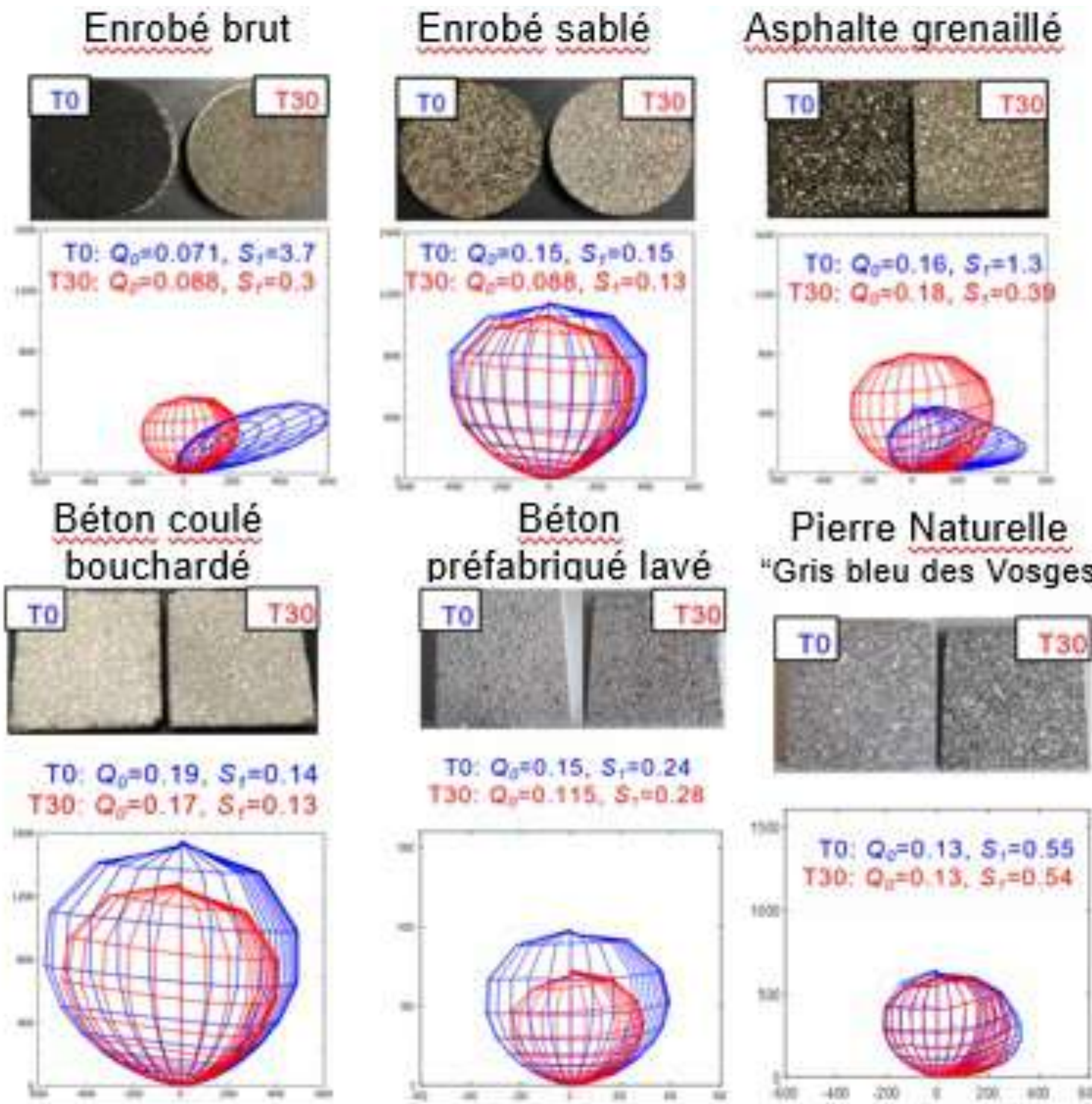
Caractérisation à l'état neuf (T0) et après un vieillissement naturel en extérieur de 30 mois (T30)

- Mesures de colorimétrie
- Mesures de table-r avec le gonioreflectomètre du Cerema



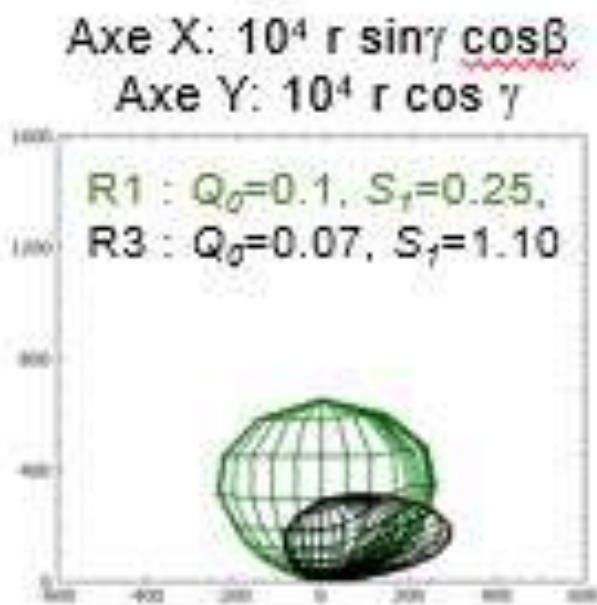
Résultats : focus sur quelques revêtements

6. GUIDE ET BIBLIOTHEQUE



- Confirmation
- de l'énorme diversité de revêtements
 - de la non représentativité des tables types
 - de l'évolution au cours du temps

Tables-r types de la CIE



Mesures initiales (T0) en bleu
Mesures à T30 mois en rouge

Méthodologie utilisée par le Groupe R&L

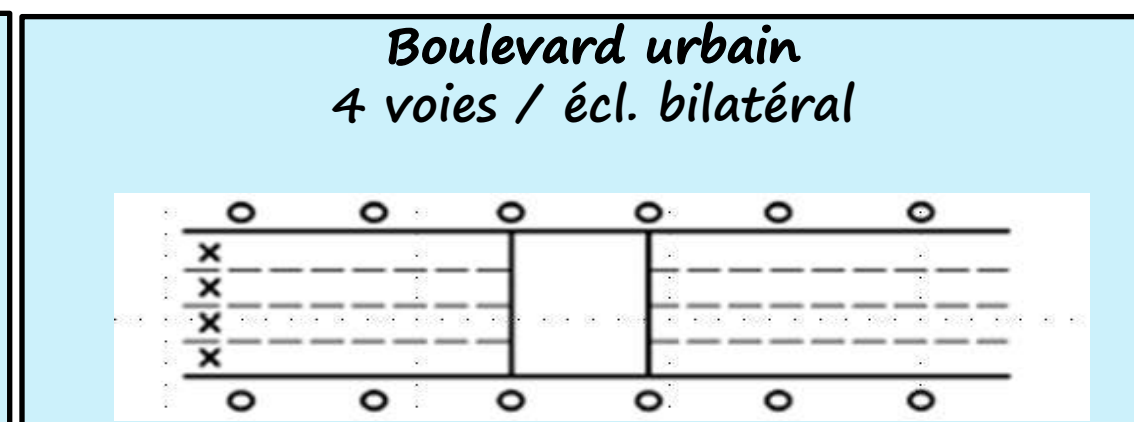
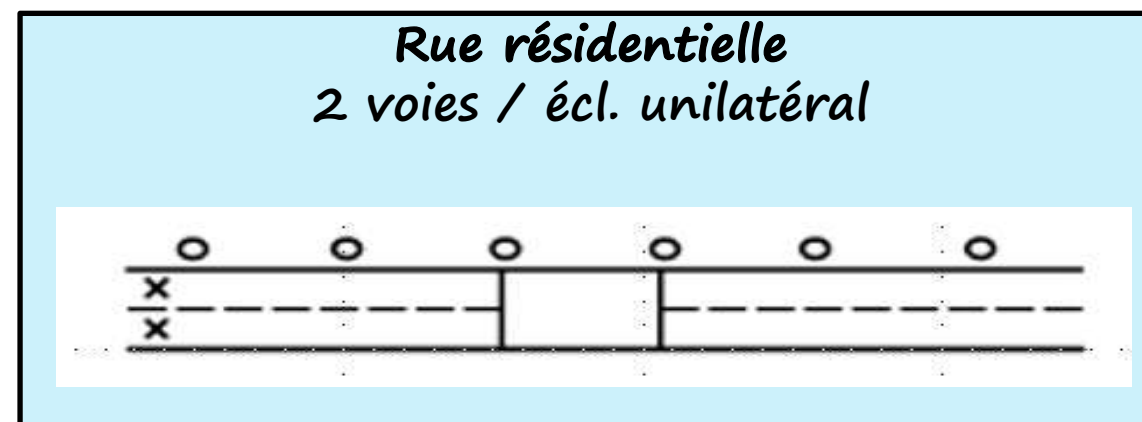
1. Travaux de rénovations avec une géométrie imposée

1. Dimensionnement habituel en éclairage
2. Dimensionnement en luminance avec un revêtement type de la CIE
3. Dimensionnement en luminance avec les revêtements stabilisés et une optimisation de la puissance installée

2. Travaux neufs sans géométrie imposée

4. Dimensionnement en luminance avec les revêtements stabilisés et une optimisation du nombre de luminaires

2 profils de route



6. GUIDE ET BIBLIOTHEQUE

Etude d'impact
sur les critères de qualité de
la norme d'éclairage
(EN13201)
pour les différents
revêtements

Exemple de fiche revêtement disponible dans le guide

1

BETON 0/14 bouchardé, granulats clairs

Type : Béton coulé

Liant : Ciment (CEMIII)

Teinte des granulats: clairs

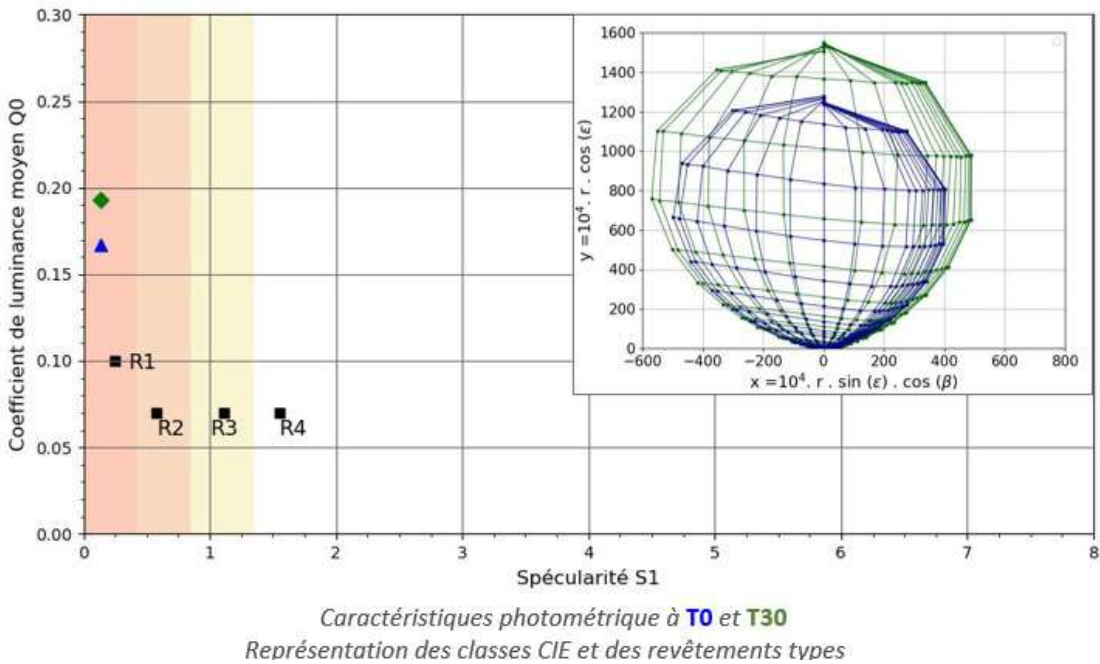
Granulométrie : 0/14, courbe continue

Traitement : Bouchardé

Spécificité : Béton à granulats clairs apparents, aspect moucheté, proche du granit

Caractérisation du revêtement

Age du revêtement	Etat neuf T0 mois	Etat stabilisé T30 mois
Photographie		
Aspect visuel perçu	Très clair	Clair
Colorimétrie	L*=77 a*=0.8, b*=7.6	L*= 70 a*=-0.8, b*=7.1
Albédo	57.1 %	41.6 %
Photométrie	Q0 = 0.19 cd.m ⁻² .lx ⁻¹ Spécularité S1 = 0.14	Q0 = 0.17 cd.m ⁻² .lx ⁻¹ Spécularité S1 = 0.13
Evolut° photométrique par rapport état neuf	Pas d'évolution notable de spécularité au cours du temps et baisse modérée de Q0	



6. GUIDE ET BIBLIOTHEQUE

THEME		DESCRIPTIF
Domaines d'emploi privilégiés		Voirie tout trafic, Plateformes de tramway, Mobilité active
Points de vigilance	Conception	Granulats à choisir selon effet final souhaité: dureté, taille et couleur des granulats essentiel
	Formulation	
	Fabrication	Durcissement adapté du béton et outils adaptés
	Mise en œuvre	
	Exploitation	Contraste à assurer vis à vis de la signalisation horizontale (prévoir un pré-marquage noir)
	Entretien	
		Possibilité de nettoyer à l'eau haute pression ou avec cloche de nettoyage

Aspects énergétiques	Photométrie utilisée		Boulevard urbain, installation bilatérale	Rue résidentielle, installation unilatérale
Cas d'une rénovation à géométrie imposée : Optimisation de la puissance installée	Table CIE type R3 (cas 1)	conformité ?	L _{moy} U ₀ U _I	L _{moy} U ₀ U _I
	Revêtement stabilisé à T30 (cas 2)	conformité ? delta puissance par km en %	L _{moy} U ₀ U _I -54%	L _{moy} U ₀ U _I -59%
Cas d'un chantier neuf : Optimisation du nombre de mats	Revêtement stabilisé à T30 (cas 3)	conformité ?	L _{moy} U ₀ U _I	L _{moy} U ₀ U _I
		Nb mats par km	42 au lieu de 68	19 au lieu de 34
		delta puissance par km en %	+5% par rapport au cas 2	+56% par rapport au cas 2



●●

**Merci pour
votre attention
et échanges
avec la salle**

●

