



LES DÉFIS DU GÉNIE URBAIN :
MULTIDISCIPLINARITÉ,
ACCEPTABILITÉ SOCIALE
ET INNOVATION

REVÊTEMENTS ET LUMIÈRE : BIBLIOTHÈQUE DES REVÊTEMENTS URBAINS

présenté par
avec le concours de

Jean-Pierre CHRISTORY JPCC
Valérie MUZET Cerema
Philippe GANDON-LEGER AFE

QUEBEC, le 22 novembre 2018

PLAN D'EXPOSE

REVÊTEMENTS ET LUMIERE : BIBLIOTHEQUE DES REVÊTEMENTS URBAINS

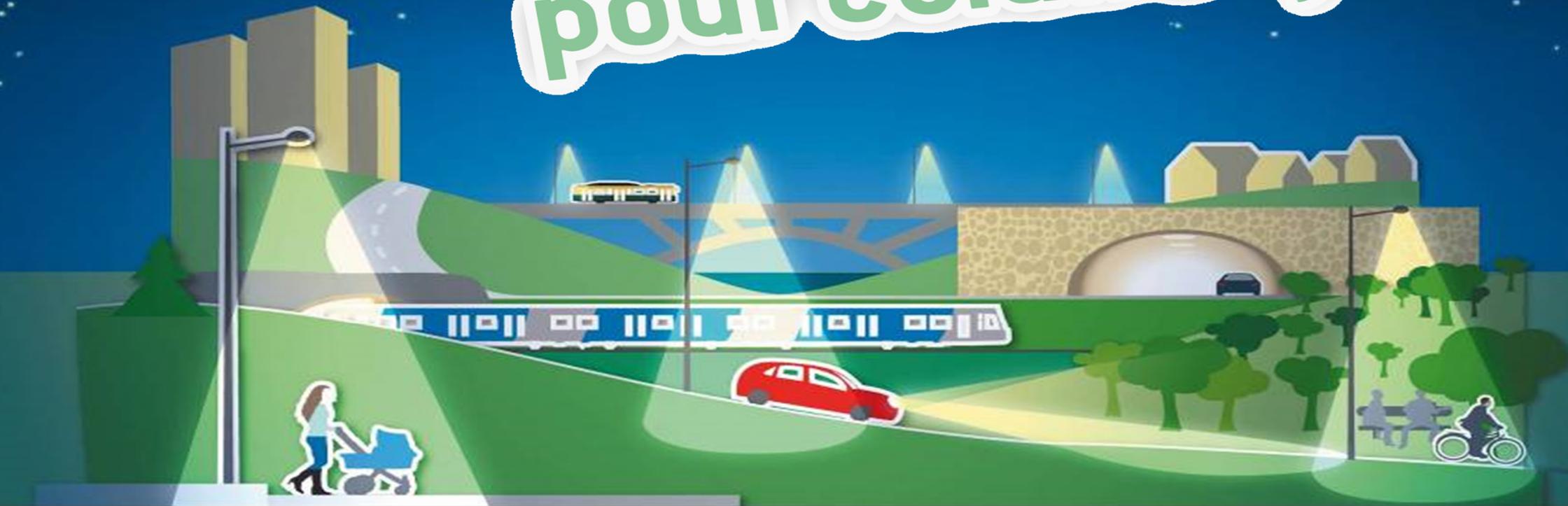
- 1 La naissance et le but du groupe « Revêtements et lumière ».**
- 2 Focus sur la phase 1 des travaux du groupe: décroisonnement des métiers, démonstrateurs....**
- 3 En marche vers la phase 2: essais photométriques ; bibliothèque de revêtements**
- 4 Perspectives de développement , contributions aux politiques publiques plans climat, D.D.....**
- 5 Conclusions.**

PLAN D'EXPOSE

REVÊTEMENTS ET LUMIERE : BIBLIOTHEQUE DES REVÊTEMENTS URBAINS

- 1 La naissance et le but du groupe « Revêtements et lumière ».**
- 2 Focus sur la phase 1 des travaux du groupe: décroisonnement des métiers, démonstrateurs....**
- 3 En marche vers la phase 2: essais photométriques ; bibliothèque de revêtements**
- 4 Perspectives de développement , contributions aux politiques publiques plans climat, D.D.....**
- 5 Conclusions.**

revêtements et lumière pour éclairer juste



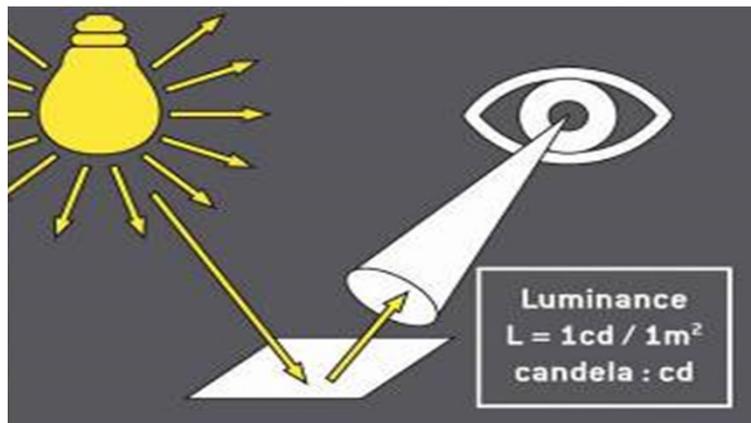
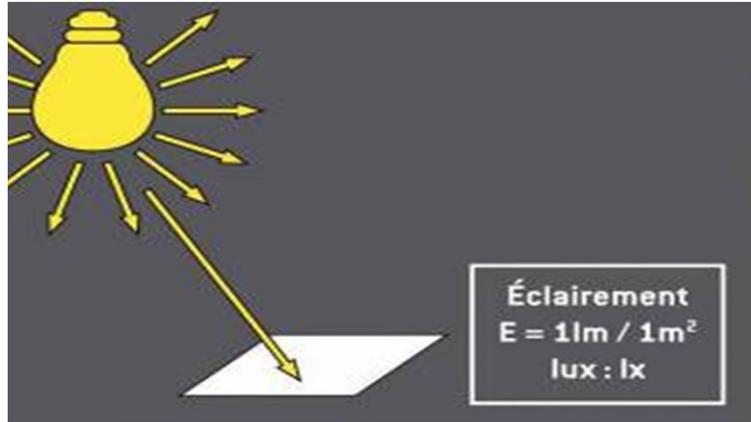
**groupe de travail
«Revêtements et lumière»**



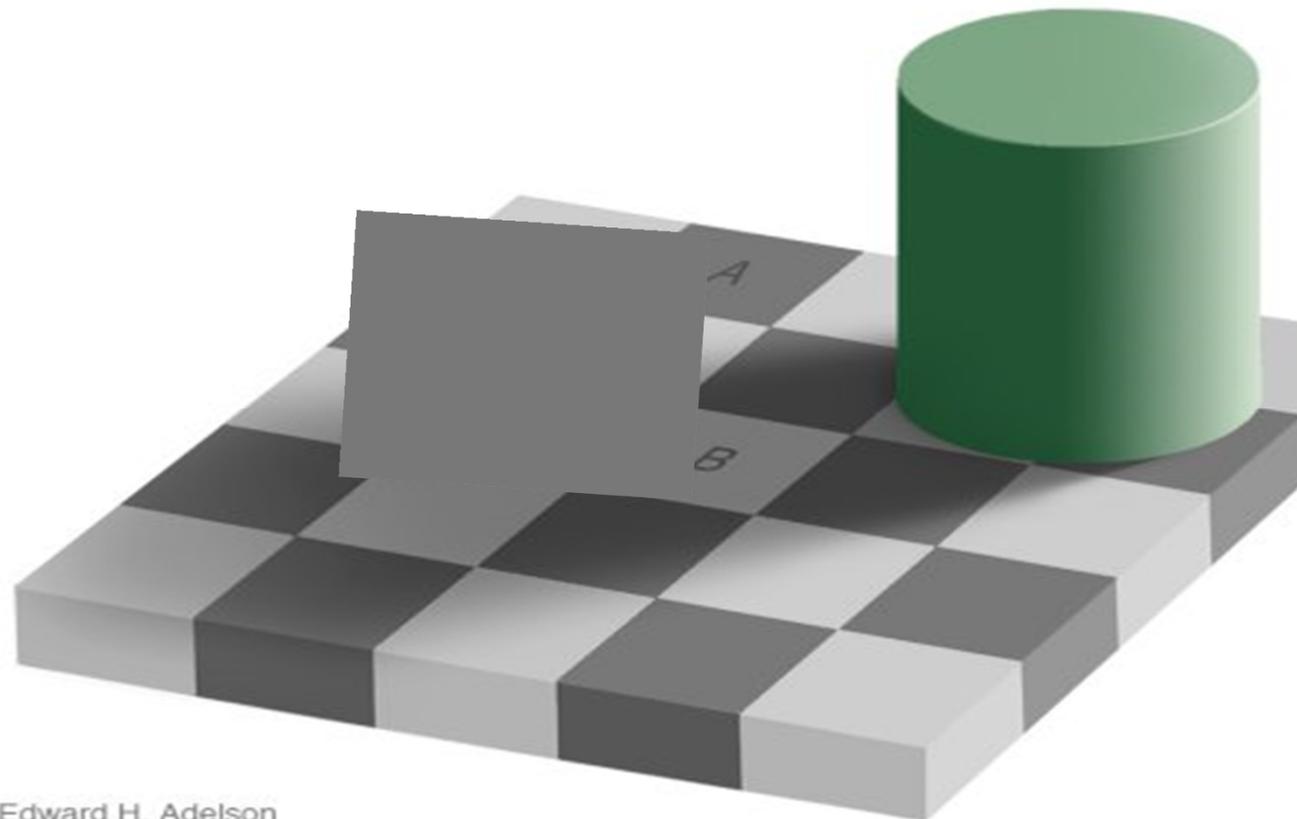
à l'origine du groupe Revêtements et Lumière ,
2 professeurs du cours de « Espaces Publics » EIVP 3
Michel PERET « Eclairage » Mairie de Paris
Jean Pierre CHRISTORY « voirie urbaine » CETE Ile de France/LROP

constat 1

Revêtements & Lumière

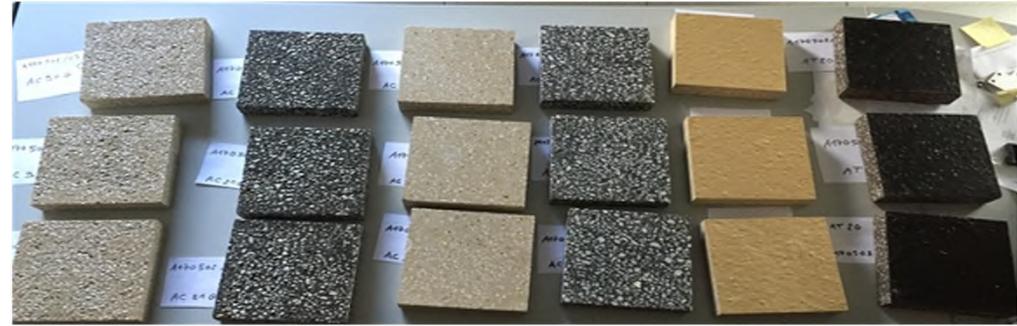


- Perception par *contraste* de luminance
- Luminance identique malgré des éclairagements différents
- Dépend des propriétés du revêtements



constat 2

23^e congrès
INFRA
4 au 6 décembre
2017
Palais des congrès de Montréal

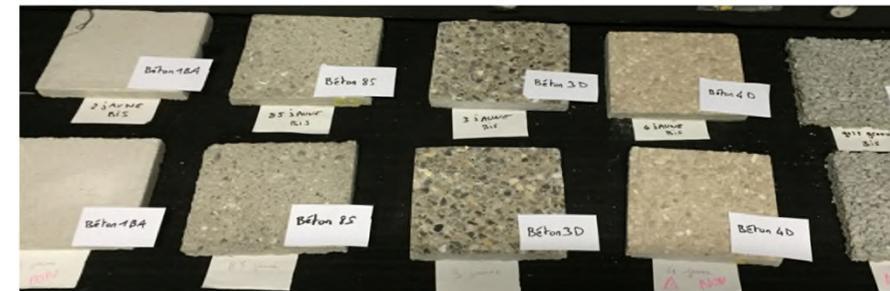


24^e
CONGRÈS | **INFRA**
2018

Session D1 : INFRASTRUCTURES DE SURFACE : MATERIAUX DURABLES

LES REVETEMENTS URBAINS : CARACTERISTIQUES, MISES EN ŒUVRE ET DOMAINES D'EMPLOI PLAN D'EXPOSÉ

- 1 Une riche palette de revêtements urbains, pour qui? Pour quoi ?**
- 2 Une mise en perspective de l'ensemble des techniques: de trop rares opportunités**
- 3 Pierres naturelles, Produits en béton, Bétons décoratifs, Asphaltes, Résines, Enrobés bitumineux, Coulis et enrobés coulés à froid : Progrès récents et points de vigilance**
- 4 L'heure du choix : quelques considérations majeures**



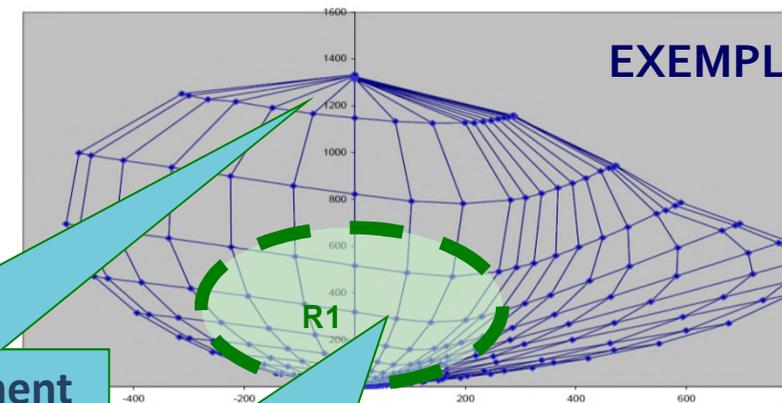
constat 3

Revêtements & Lumière

- les revêtements « standards » employés aujourd'hui pour les calculs datent de plus de 70 ans; ils ne correspondent certainement plus à des revêtements « réels »
- des technologies qui ont évoluées
- nécessité de connaître les caractéristiques réelles afin d'optimiser les calculs d'éclairage
- des métiers et acteurs qui ne travaillent pas obligatoirement ensemble

Tableau 2. Système de classification R de la CIE

Classe	Limites de S_1	Tableaux types	
		S_1	Q_0
RI	$S_1 < 0,42$	0,25	0,10
RII	$0,42 \leq S_1 < 0,85$	0,58	0,07
RIII	$0,85 \leq S_1 < 1,35$	1,11	0,07
RIV	$1,35 \leq S_1$	1,55	0,08



Enrobé réel particulièrement clair

Revêtement clair standard

constat 4

Groupe Revêtements & Lumière

Des structures publiques :

- **CEREMA** (Centre d'Etudes et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement)
- **AITF** (Association des Ingénieurs Territoriaux de France)
- Des collectivités (Mairie de Paris, Métropole Européenne de Lille, Ville des Mureaux ...)
- **EPAMSA** (Établissement Public d'Aménagement du Mantois Seine Aval)

Des Associations et syndicat experts :

- **AFE** (Association Française de l'Éclairage),
- **IDRRIM** (Institut des routes, des rues et des infrastructures pour la mobilité)

Des organismes représentant l'industrie des revêtements :

- **ROUTES DE FRANCE**
- **CIMBETON** (Centre d'Information sur Ciment et ses applications),
- **EUROBITUME** (Groupement Professionnel des Bitumes),
- **SPECBEA** (Spécialistes de la Chaussée en Béton et des Aménagements)
- **OFFICE DES ASPHALTES**
- **CERIB** (Centre d'étude et de recherche de l'Industrie du béton)

Des consultants experts :

- JPC Consultant
- Route et Conseil



OFFICE DES
ASPHALTES



Groupe Revêtements & Lumière

Objectifs généraux



1^{ère} phase (achevée)

- Appropriation des langages et des **connaissances de base de chaque métier** de l'éclairage et de la voirie
- Pertinence des enjeux et des concepts par des **démonstrateurs** et opérations d'innovation
- **Vulgarisation** et dissémination des premiers résultats et pistes de progrès

2^{ème} phase (engagée sur le court et moyen terme)

- Elaboration d'une **bibliothèque des revêtements urbains**
- Défrichage contributif à des **travaux prénormatifs** (usages et usagers route versus rue)
- Calculs pour l' introduction des résultats dans les **logiciels de dimensionnement de l'éclairage**

PLAN D'EXPOSE

REVÊTEMENTS ET LUMIERE : BIBLIOTHEQUE DES REVÊTEMENTS URBAINS

- 1 La naissance et le but du groupe « Revêtements et lumière ».
- 2 **Focus sur la phase 1 des travaux du groupe: décroisonnement des métiers, démonstrateurs....**
- 3 **En marche vers la phase 2: essais photométriques ; bibliothèque de revêtements**
- 4 **Perspectives de développement , contributions aux politiques publiques plans climat, D.D.....**
- 5 **Conclusions.**

Groupe Revêtements & Lumière

Objectifs généraux



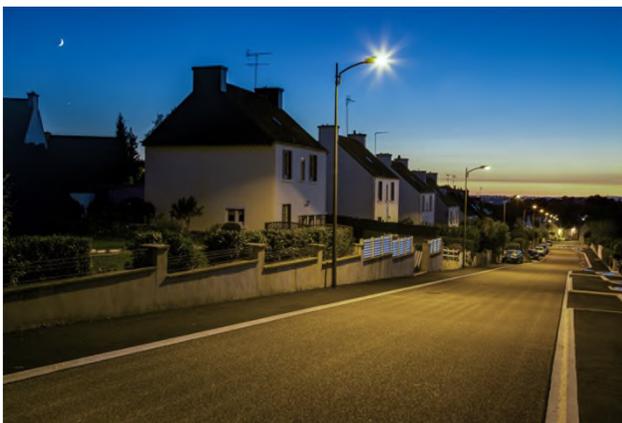
1^{ère} phase (achevée)

- Appropriation des langages et des connaissances de base de chaque métier de l'éclairage et de la voirie
- **Pertinence des enjeux et des concepts par des démonstrateurs et opérations d'innovation**
- **Vulgarisation et dissémination des premiers résultats et pistes de progrès**

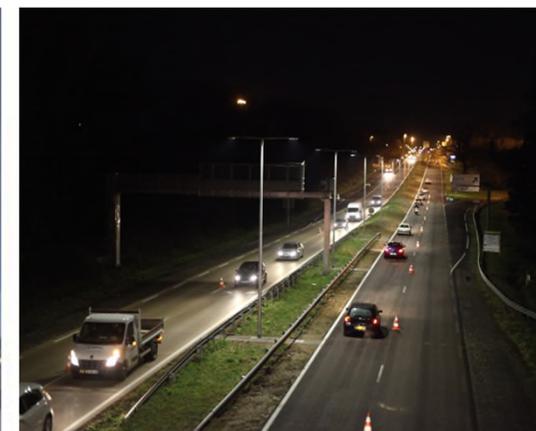
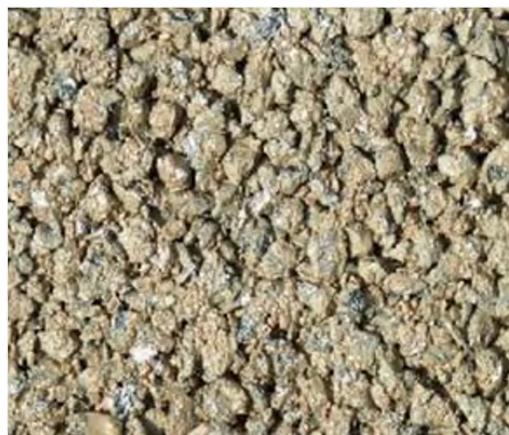
2^{ème} phase (engagée sur le court et moyen terme)

- Elaboration d'une bibliothèque des revêtements urbains
- Défrichage contributif à des travaux prénormatifs (usages et usagers route versus rue)
- Calculs pour l' introduction des résultats dans les logiciels de dimensionnement de l'éclairage

Les démonstrateurs et chantiers d'innovation



ERGUE GUABERIC
Viaphone lumineux



LIMOGES
Lumiroute démarche intégrée revêtement /luminaire



CHANTELOUP LES VIGNES
Ecoparc des Cettions
Approche environnementale globale



Etude comparative Ecoparc des Cettons

750 ml de voie

Situation : B2

Classe de la chaussée : ME4a

Etude sur trois revêtements :

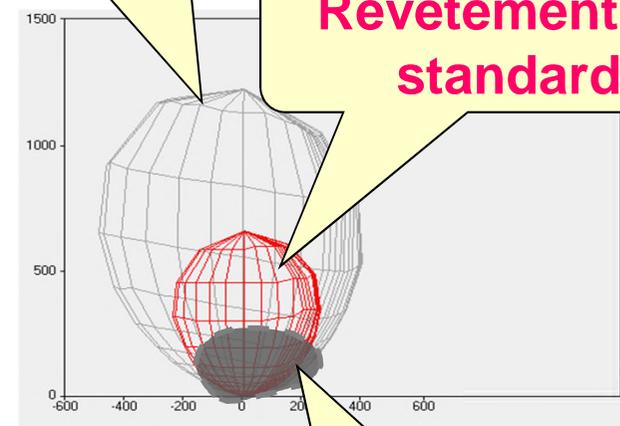
- + Matrice du matériau Ecoparc des Cettons
- + Revêtement type : R1
- + Revêtement type : R3

Deux technologies pour les sources:

- + Iodure Métallique
- + LED : 4 configurations
 - × LED simple
 - × LED + diming : abaissement de la puissance – 50% / la moitié de la durée de la nuit
 - × LED en lampe constante (variation de la puissance tout au long de la durée de la source et garder ainsi un niveau de flux lumineux identique de l'installation à la fin de la vie de la lampe)
 - × LED en lampe constante + diming

Revêtement béton
« les Cettons »

Revêtement R1
standard



Revêtement R3
standard

Etude comparative ecoparc des Cetton

Résultats de L'étude

COMPARAISONS budgétaires avec différents revêtements et différentes sources (durée étude 15 ans)

	Source CosmoWhite	LED + lampe constante sans diming	LED + lampe constante + diming	LED	LED + diming
--	----------------------	---	--------------------------------------	-----	--------------

ecoparc des cetton

cout d investissement	75 000,00	115 200,00	117 400,00	113 000,00	115 200,00
cout de gestion  consommation	34 758,99	30 099,04	22 574,28	33 796,20	25 347,15
entretien relamping	15 500,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00	12 000,00
cout global eclaireage	125 258 	157 299,04	151 974,28	158 796,20	152 547,15

etude revetement type R1

cout d investissement	82 500,00	126 720,00	129 140,00	124 300,00	126 720,00
cout de gestion consommation	38 234,88	33 108,95	24 831,71	37 175,82	27 881,87
entretien relamping	17 300,00	13 000,00	13 000,00	13 000,00	13 000,00
cout global eclaireage	138 034,88	172 828,95	166 971,71	174 475,82	167 601,87

etude revetement R3

cout d investissement	97 500,00	195 840,00	195 840,00	192 100,00	195 840,00
cout de gestion  consommation	69 517,97	60 198,09	45 148,56	67 592,40	50 694,30
entretien relamping	19 100,00	15 000,00	15 000,00	15 000,00	15 000,00
cout global eclaireage	186 117 	271 038,09	255 988,56	274 692,40	261 534,30

LUMIROUTE

Hydro-décapage pour l'amélioration de la clarté et la specularité du revêtement

- Cette technique consiste à projeter de l'eau à ultra haute pression (2500 bars) et d'aspirer immédiatement les déchets.
- L'objectif est de retirer la pellicule de liant superficiel afin de faire apparaître la couleur naturelle des granulats

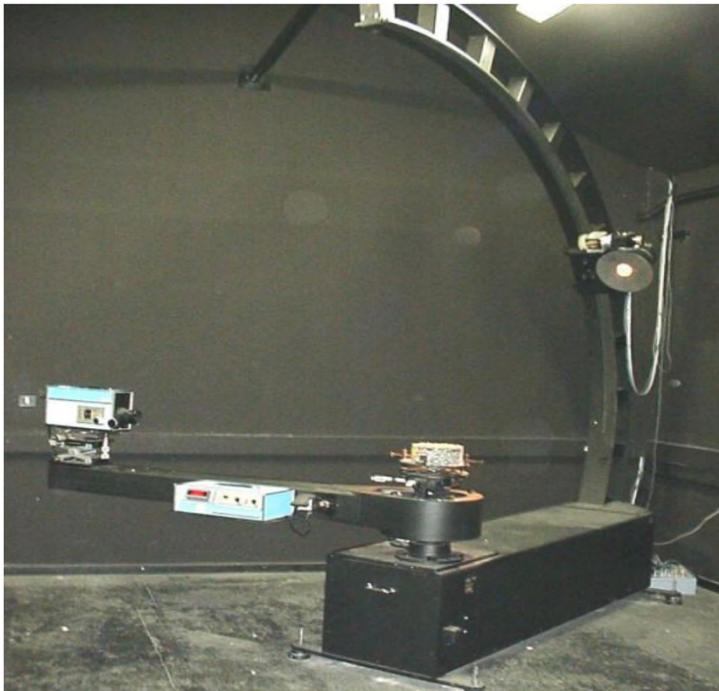


LUMIROUTE

mesures de photométrie de revêtement

En laboratoire sur des prélèvements

Goniophotomètre

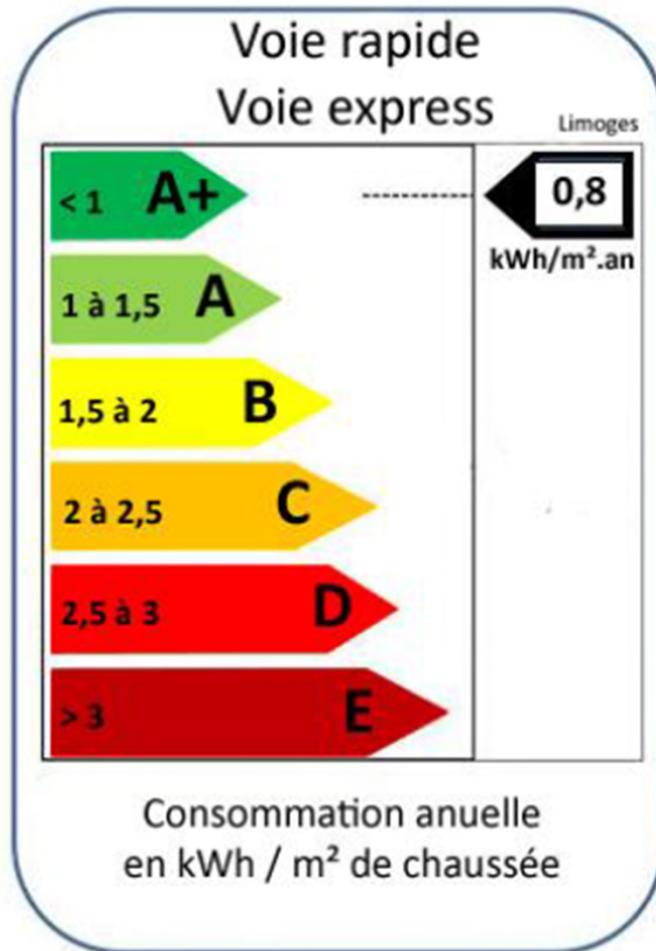


- Sur site

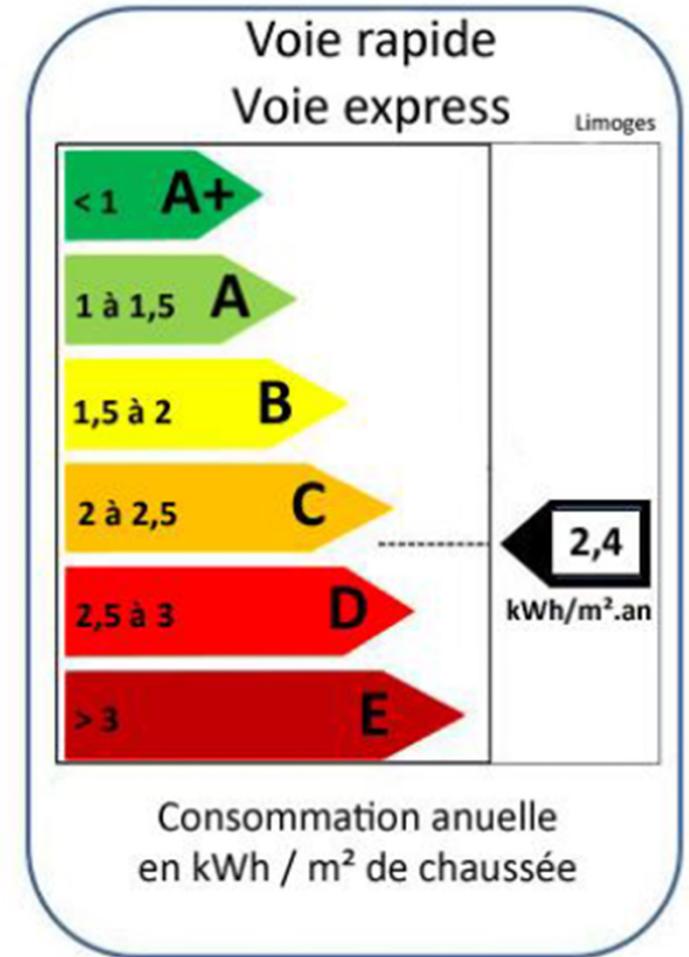
Coluroute



Les sections Lumiroute® les plus économes en énergie
(0.8 kWh/m² par luminaire en moyenne)

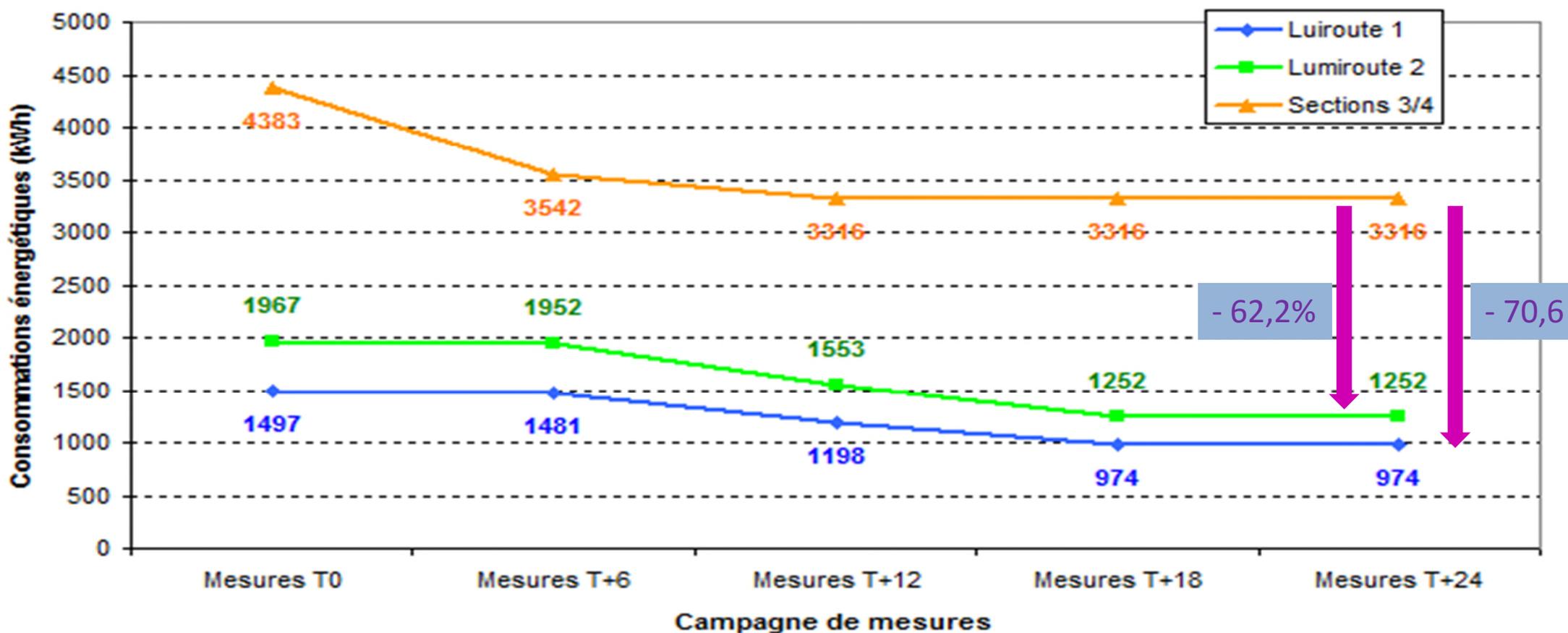


Les sections « témoin » les plus énergivores
(2.4 kWh/m² par luminaire)
3 fois plus que les sections Lumiroute®



Bilan de l'évaluation énergétique à 24 mois

Evolution des consommations énergétiques (kWh) en 24 mois



LUMIROUTE

Cadre d'expérimentation et d'évaluation

Lauréat de l'appel à projet pour l'innovation routière du Ministère de l'Écologie en 2011

- Expérimentation et évaluation
 - demandées par le Comité d'Innovation Routes et Rues
 - confiées au Cerema

- Le suivi expérimental considère 5 thématiques :
 1. L'évaluation de l'**adhérence** des revêtements ;
 2. L'évaluation **acoustique** des revêtements ;
 - 3. L'évaluation énergétique** des installations ;
 - 4. L'évaluation photométrique** des installations et des revêtements ;
 5. L'évaluation **environnementale lumineuse**.



Invitation

revêtements et lumière pour éclairer juste

Maison des Travaux Publics
9 rue de Berri - 75008 PARIS



**Journée Technique ouverte aux métiers de la voirie et de l'éclairage :
maitres d'ouvrages et d'œuvre, Exploitants, BET, Fournisseurs, Entreprises
PARIS, Maison des Travaux Publics**

Programme

Journée animée par Jean-Pierre Christory

revêtements et lumière
pour éclairer juste

8 heures 45 : Accueil

9 heure 15 : Ouverture de la journée par **Marc Courbot**, AITF

9 heures 30 : **LES FONDAMENTAUX**

Présentation générale de la démarche revêtements et lumière **Sophie Banette**, AITF

Panorama des revêtements des routes, des rues et des espaces publics **Eric Godard**, USIRF/Colas

Panorama de l'offre lumière sur routes, rues et espaces publics **Philippe Gandon-Leger**, AFE/Comatelec

11 heures 30 : **PROJETS INNOVANTS ET DEMONSTRATEURS**

La conception et la réalisation de l'Eco-parc des Cettons II **Frédérico Batista**, Epamsa

La démarche Lumiroute, du concept à la réalisation **Marc Jakubowski**, entreprise Malet / Jacques Lecocq, Thorn

La démarche exploratoire conduite sur le site de Ergue, EPCI de Quimper **Michel Mazé**, Eurovia

12 heures 45 : déjeuner

14 heures : **MISE EN PERSPECTIVE AVEC LES GRANDS ENJEUX DE L'ENERGIE ET DE LA VILLE DURABLE**

Un nouveau mode de gestion centré sur le développement durable : le marché à performance énergétique de la Ville de Paris

Christine Grall-Hunsinger, Mairie de Paris

Déclinaison du marché à performance énergétique dans un tunnel parisien **Denis Perrot**, Evesa

Adapter l'éclairage aux besoins : éclairer juste **Philippe Gandon-Leger**, AFE / Comatelec

La gestion centralisée des espaces publics de Rouen : éclairage et gestion du trafic dans le cadre d'un partenariat public privé

Fabrice Clermont, Citéos Rouen

La ville durable : réfléchir globalement pour de nouvelles dimensions à intégrer **Joseph Abdo**, Cimbéton

16 heures : **PREPARER LE FUTUR : RECHERCHE, INNOVATIONS, NOUVELLES TECHNOLOGIES : LA VISION DES ACTEURS PUBLICS ET PRIVES** (Table ronde animée par **Marie-Françoise Ossola**, RGRA)

Membres du panel : **Alain Azais**, AFE - **Carole Cheucle**, Limoges Métropole - **Cyril Chain**, Certu - **Florence Pero**, SPECBEA - **Christine Leroy**, USIRF - **Patrick Duguet**, Mairie de Paris

16 heures 50 : Synthèse et conclusions par **Claude Dezert**, IDRRIM



Groupe Revêtements & Lumière

Dissémination des connaissances et bonnes pratiques

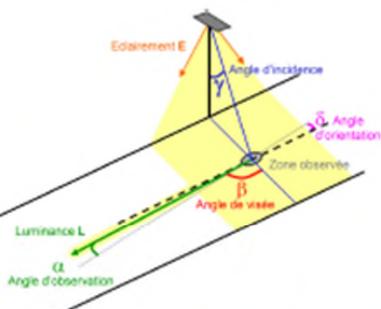


Quand les revêtements de sol s'invitent dans les projets d'éclairage

■ Un critère essentiel pour les usagers : la luminance de la voirie

Les matériaux utilisés comme revêtements de sol offrent une large diversité, du noir au très clair, du très brillant au très mat. L'aspect visuel peut donc être très différent, ce qui en fait un atout dans l'aide à l'identification des espaces (trottoirs, pistes cyclables, plateaux traversant, chaussée, plate-forme tramway...)

Dans les projets d'éclairage, les propriétés photométriques des revêtements sont au cœur de l'exercice de dimensionnement, car elles décrivent comment la lumière émise par les luminaires et arrivant au sol (éclairage E) va donner lieu à la luminance (L) perçue par l'utilisateur [1].



Ainsi, les documents de référence [2][3][4] stipulent les objectifs photométriques à atteindre. Parmi ces paramètres, la luminance moyenne, les uniformités et la limitation des éblouissements sont directement dépendants des propriétés photométriques des matériaux utilisés dans le projet de voirie.

Dans un contexte de maîtrise des coûts énergétiques liés à l'éclairage, c'est une combinaison optimale entre les caractéristiques optiques des luminaires et les propriétés photométriques des revêtements qui va garantir la juste quantité de lumière, le respect des recommandations et la sécurité des déplacements.

Cette optimisation est possible grâce :

- à l'intégration des propriétés réelles des enrobés comme composantes du projet d'éclairage, passant par un rapprochement des industriels de la route et des professionnels de l'éclairage ;
- à l'adaptation photométrique du flux lumineux des luminaires (tant en intensité qu'en répartition spatiale du flux, possible grâce aux technologies innovantes des luminaires à LED), ceci dès la mise en service et au cours de la vie du projet de voirie pour prendre en compte le vieillissement des matériaux.

Enfin, précisons que si le concept de luminance en éclairage est actuellement réservé à de l'éclairage public fonctionnel à vitesse élevée où l'utilisateur regarde la chaussée 100 mètres devant son véhicule (correspondant à un angle d'observation $\alpha=1^\circ$), des réflexions sont actuellement menées pour élargir le concept de dimensionnement en luminance en milieu urbain, pour d'autres vitesses et d'autres usagers, c'est-à-dire selon d'autres angles d'observation que 1° [5].



Cette plaquette, conçue et rédigée par un groupe mixte représentatif des acteurs des métiers de la voirie et de l'éclairage public, est destinée à sensibiliser les maîtres d'ouvrage et d'œuvre à une démarche innovante d'optimisation des installations d'éclairage. Elle donne les éléments-clés indispensables pour mener à bien un projet.

En quelques chiffres L'éclairage public représente en France :

- Environ 9 millions de sources lumineuses (moyenne de 133 W/source),
- Un coût annuel de fonctionnement de 400 millions d'euros environ,
- 39 % de la facture d'électricité des Collectivités Locales

(source : ADEME)

Éclairage et économie

Éclairer est une nécessité qui répond à une demande de sécurité et d'ambiance urbaine. Éclairer, c'est investir dans une installation (fabrication, transport, installation) et assurer son exploitation (changement et recyclage des lampes, nettoyage des luminaires, consommation d'énergie).

Éclairage et environnement

L'éclairage public consomme de l'énergie électrique pour son installation et son exploitation : il contribue ainsi aux émissions de CO₂ et autres gaz à effet de serre.

Et pourtant, il est difficile de concevoir des rues sans installation d'éclairage. Mais, il est possible de l'optimiser et d'en atténuer les impacts sur l'environnement, tout en réalisant des économies substantielles :

- en appliquant la norme NF EN 13201,
- en adoptant les nouvelles technologies en matière d'installation d'éclairage (matériel et souplesse de fonctionnement),
- en intégrant les propriétés photométriques des revêtements des rues à éclairer dans la conception et le dimensionnement du projet d'éclairage.

PLAN D'EXPOSE

REVÊTEMENTS ET LUMIERE : BIBLIOTHEQUE DES REVÊTEMENTS URBAINS

- 1 La naissance et le but du groupe « Revêtements et lumière ».
- 2 Focus sur la phase 1 des travaux du groupe: décroisonnement des métiers, démonstrateurs....
- 3 En marche vers la phase 2: essais photométriques ; bibliothèque de revêtements**
- 4 Perspectives de développement , contributions aux politiques publiques plans climat, D.D.....**
- 5 Conclusions.**

Groupe Revêtements & Lumière

Objectifs généraux

1^{ère} phase (achevée)

- Appropriation des langages et des connaissances de base de chaque métier de l'éclairage et de la voirie
- Pertinence des enjeux et des concepts par des démonstrateurs et opérations d'innovation
- Vulgarisation et dissémination des premiers résultats et pistes de progrès

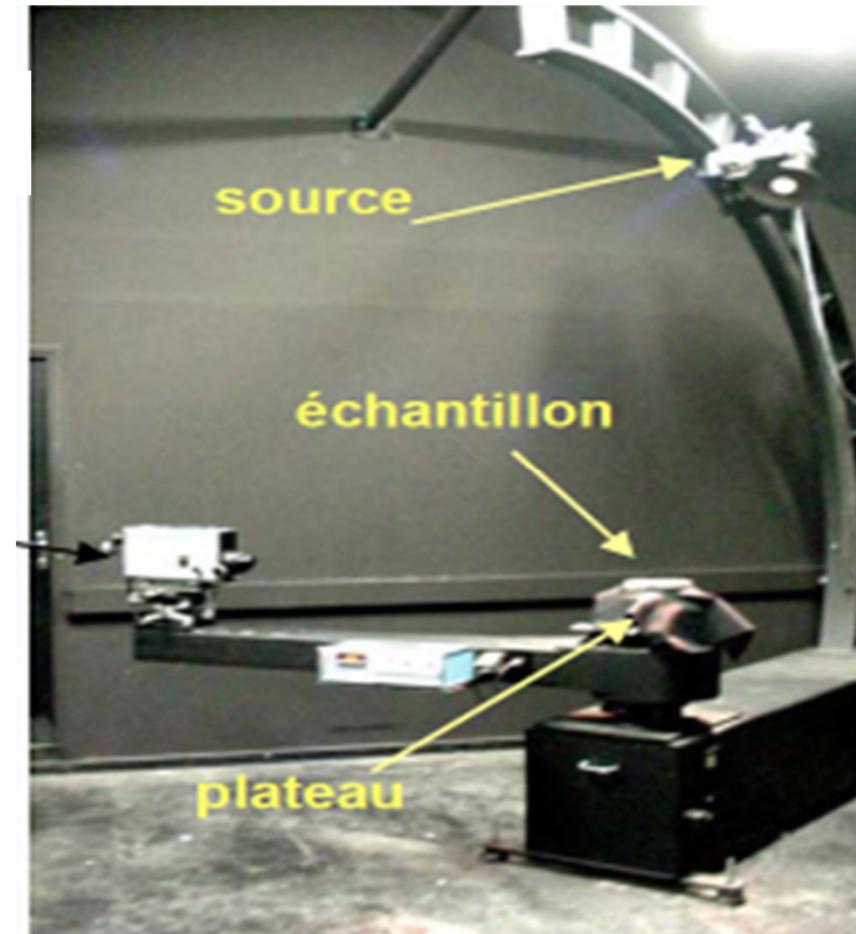
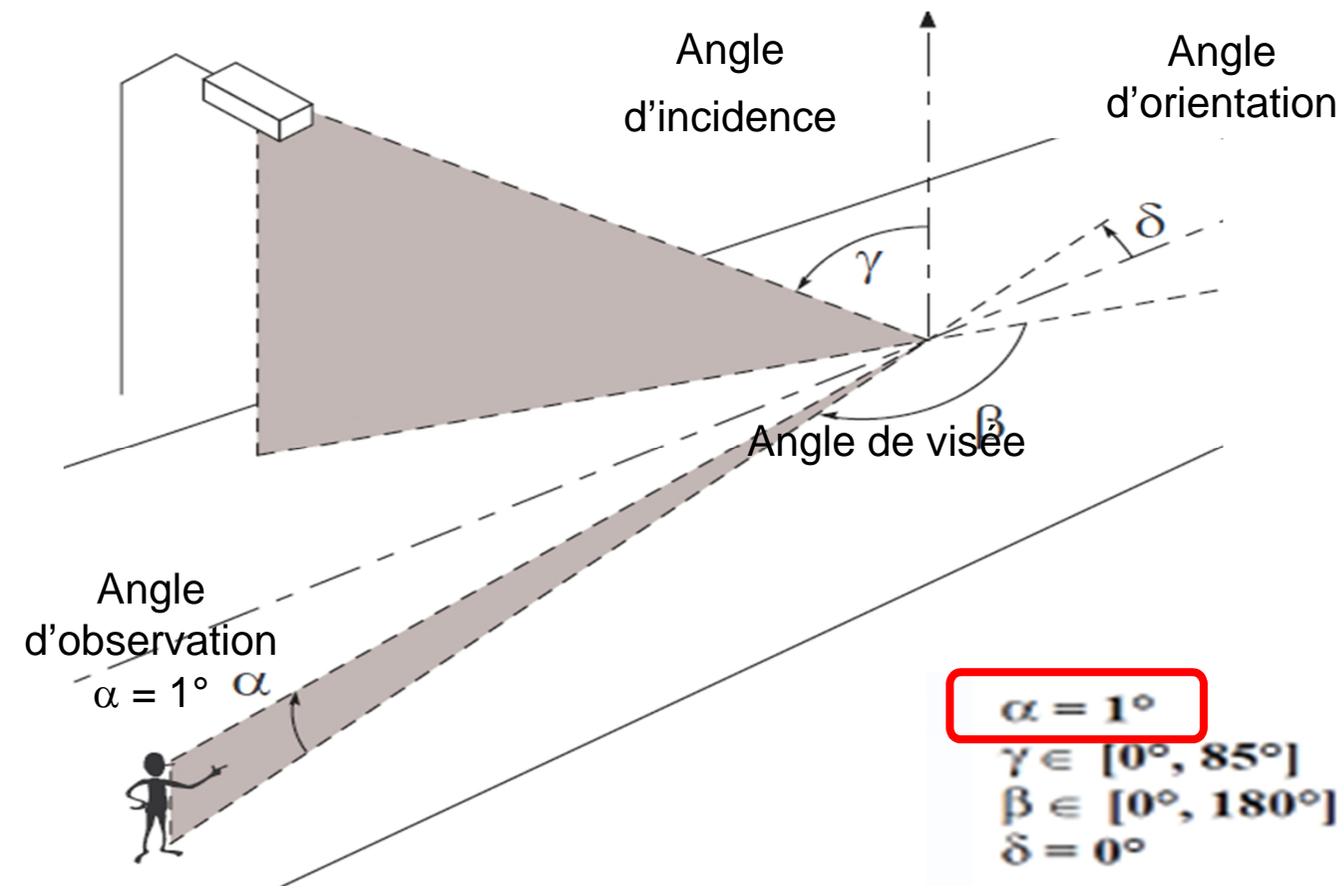
2^{ème} phase (engagée sur le court et moyen terme)

- **Elaboration d'une bibliothèque des revêtements urbains**
Mesurer les propriétés photométriques
- Défrichage contributif à des travaux prénormatifs (usages et usagers route versus rue)
- Calculs pour l' introduction des résultats dans les logiciels de dimensionnement de l'éclairage



Revêtements & Lumière - gonioréfectomètre

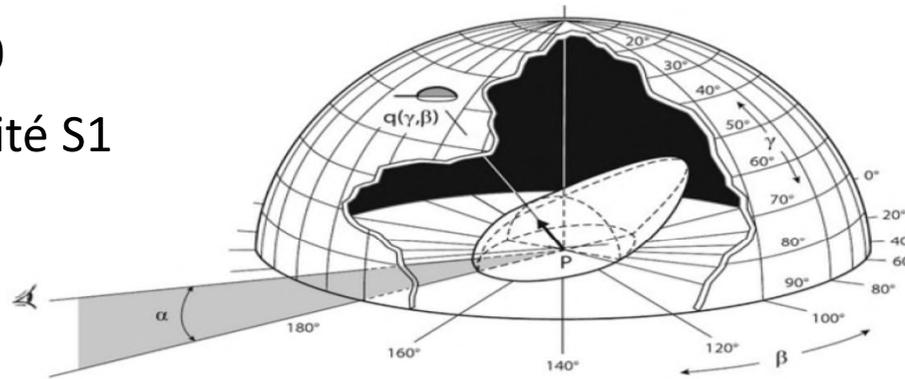
Rappel des angles de mesures photométriques



Revêtements & Lumière – paramètres mesurés

Matrice de 396 valeurs r

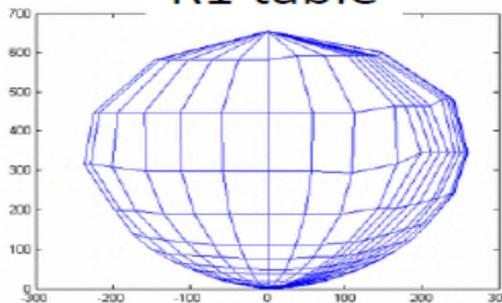
- Coefficient de luminance réduit $r(\beta, \gamma) = q(\beta, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma$
- Coefficient de clarté Q_0
- Coefficient de Spécularité S_1



Nom du Fichier : 15032407 Date des mesures : 24-

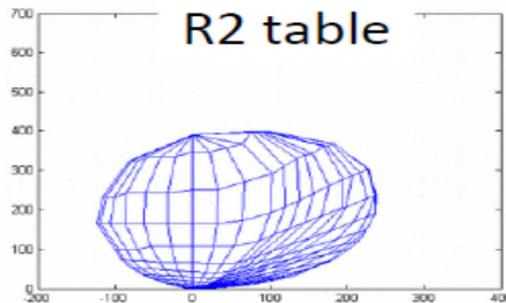
c.i.e		MATRICE DES COEFFICIENTS REDUITS DE LUMINANCE																	
		Valeurs de r (r = q . cos³ Γ . 10⁴)																	
lg Γ		0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150
0,00		336	337	336	336	336	335	337	335	337	337	336	336	336	336	336	339	341,1	340,1
0,25		367	367	366	363	359	356	352	345	339	335	329	315	298	286	279	277	275,1	268,8
0,50		393	394	391	387	380	368	355	342	325	314	303	270	247	230	220	214	212,4	210,2
0,75		407	408	401	389	370	346	321	299	277	259	242	202	181	165	159	155	155,6	155
1,00		397	395	390	367	332	296	265	237	211	191	176	142	126	118	112	111	110,8	112,7
1,25		372	368	357	322	278	235	200	173	152	134	122	99,5	88,2	81,6	79,2	87,6	79,8	82,6
1,50		335	339	324	278	226	181	149	126	109	96,9	86,6	71,7	63	59,7	58,6	59,2	60,1	62
1,75		309	304	282	252	174	137	116	91	78,5	69,5	63,3	52,4	46,1	44,4	43,8	44,4	46	47,5
2,00		272	266	240	185	132	101	79,8	65,8	57	50,3	45,8	38,8	34,4	33,3	32,9	33,7	35,2	37,2
2,50		215	206	176	119	79,7	58,3	45,1	37,6	32,5	29,4	26,7	22,5	20,7	19,9	20,3	21	21,9	23,2
3,00		166	157	127	76,9	48,5	34,8	27,1	22,6	19,8	18	16,6	14,3	13,1	12,8	13,1	14	14,9	16,3
3,50		132	122	94,2	51,6	31	21,9	17,2	14,2	12,8	11,7	11	9,4	9	8,9	9,3	9,7	10,5	11,6
4,00		108	99,2	71,6	36,7	20,9	14,8	11,6	9,9	8,8	8,1	7,6	6,6	6,3	6,3	6,7	7	7,7	8,6
4,50		89,3	81,3	58	25,9	14,5	10,2	8,2	7,1	6,4	6	5,5	4,9	4,7	4,8	5	5,3	5,8	6,5
5,00		78,1	70,4	44,5	19,6	10,7	7,6	6,2	5,3	4,9	4,5	4,2	3,8	3,7	3,8	4	4,3	4,8	5,3
5,50		69,8	62,1	37,4	16,2	8,3	5,9	4,8	4,2	3,9	3,6								
6,00		61,4	53,8	31,2	12,5	6,4	4,6	3,7	3,3	3									
6,50		55	48,3	26,2	9,8	5,1	3,7	3	2,7										
7,00		49,9	43,6	22,6	7,8	4,1	3	2,5	2,2										
7,50		45,3	39,3	19,3	6,4	3,4	2,4	2											
8,00		41,4	35,5	17,2	5,2	2,8	2	1,7											

R1 table



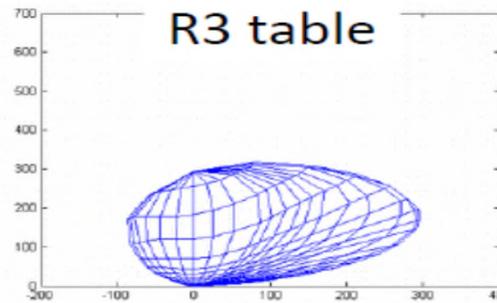
$Q_0 = 0,10$
 $S_1 = 0,25$

R2 table



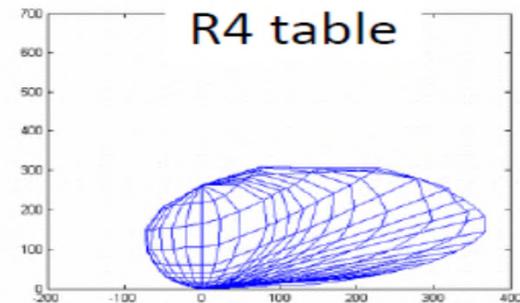
$Q_0 = 0,07$
 $S_1 = 0,58$

R3 table



$Q_0 = 0,07$
 $S_1 = 1,11$

R4 table

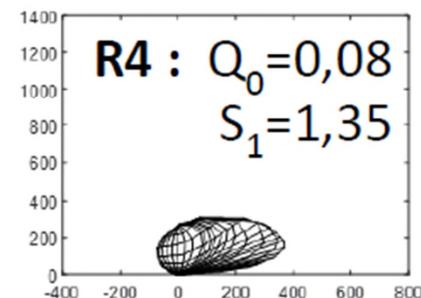
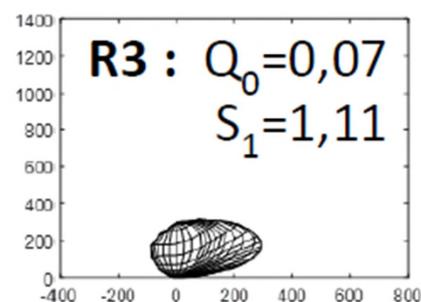
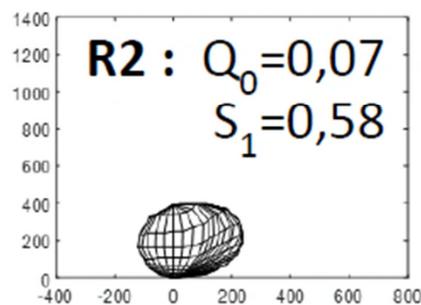
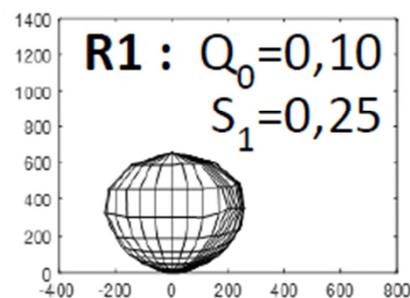


$Q_0 = 0,08$
 $S_1 = 1,35$

Classe	Condition sur S1	Caractéristique
R1	$S1 < 0,42$	diffusant
R2	$0,42 \leq S1 < 0,85$	peu spéculaire
R3	$0,85 \leq S1 < 1,35$	moyennement spéculaire
R4	$1,35 \leq S1$	très spéculaire

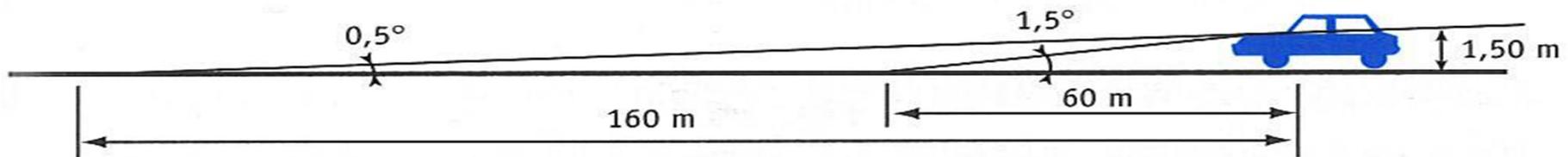
Tables R types

Augmentation de la spécularité S1



Revêtements & Lumière

- **Caractérisation à 1° à T0 et T 36 mois**
- **Mesures à un angle d'observation plus important** : Adaptation du concept de luminance pour une approche urbaine Réflexion sur l'un angle d'observation à considérer.



- Angle de 1° : perception à 90 m
- Angle de 2,3° : perception à 30 m (orientation projet Empir / Surface)
- **Angle de 10° : perception à 8 /10 m à T0**

Revêtements & Lumière – 12 formulations « enrobés bitumineux »

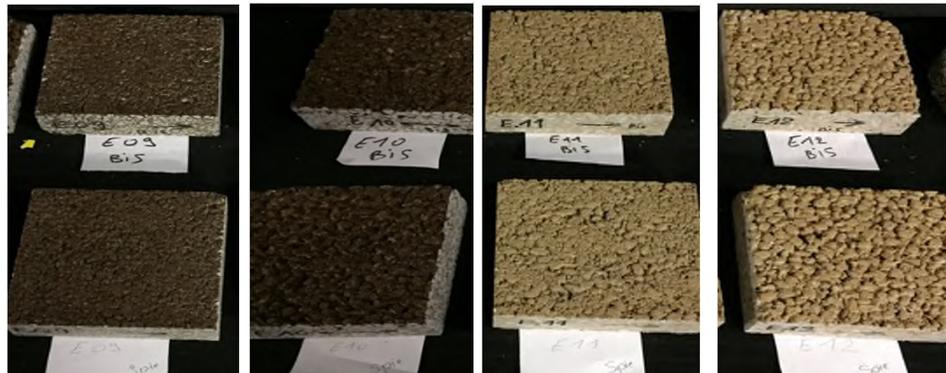
Bitumineux Liants bitumes Bruts



Bitumineux Liants bitumes Sablés



Bitumineux Liants Synthétiques



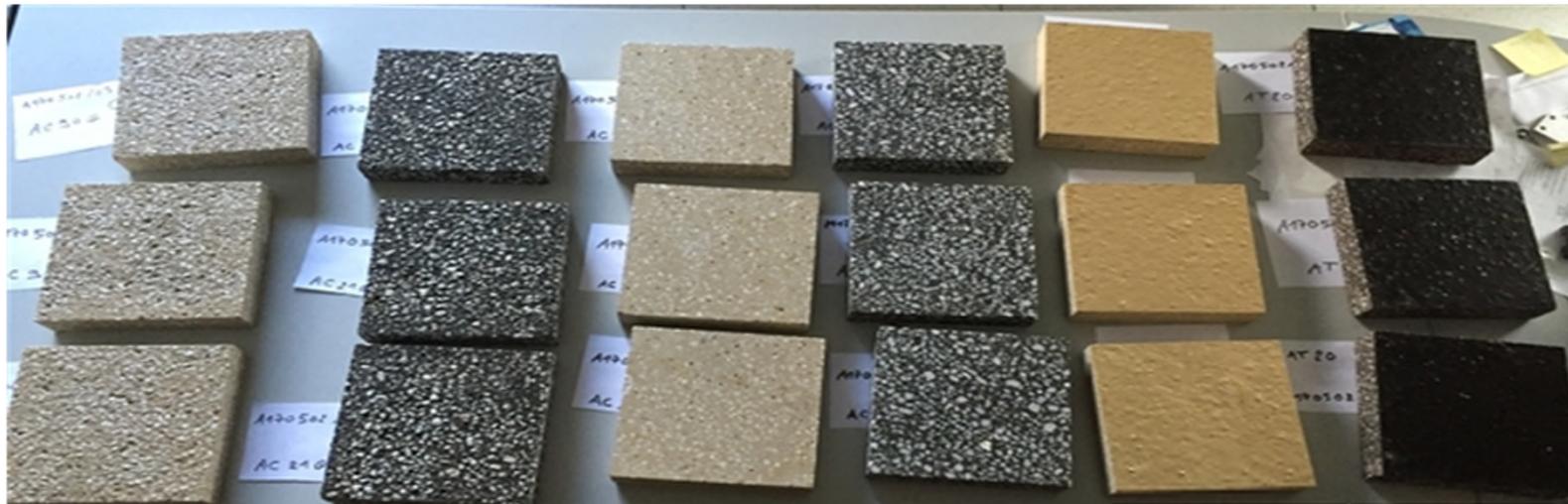
Revêtements & Lumière – « 6 formulations Asphaltes »

Asphaltes au bitume noir :

1. Asphalte type AT 0/6 avec **granulats clairs** finition brut
2. Asphalte type AC2Gr 0/10 avec **granulats clairs** finition grenailé
3. Asphalte type AC2Gr 0/10 avec **granulats clairs** finition poncé

Asphaltes au liant de synthèse (blanc ou beige) :

4. Asphalte type AT 0/6 avec **granulats clairs** finition brut, **TiO₂***
5. Asphalte type AC2Gr 0/10 avec **granulats clairs** finition grenailé, **TiO₂***
6. Asphalte type AC2Gr 0/10 avec **granulats clairs** finition poncé et **TiO₂***



Revêtements & Lumière – 10 formulations « bétons »

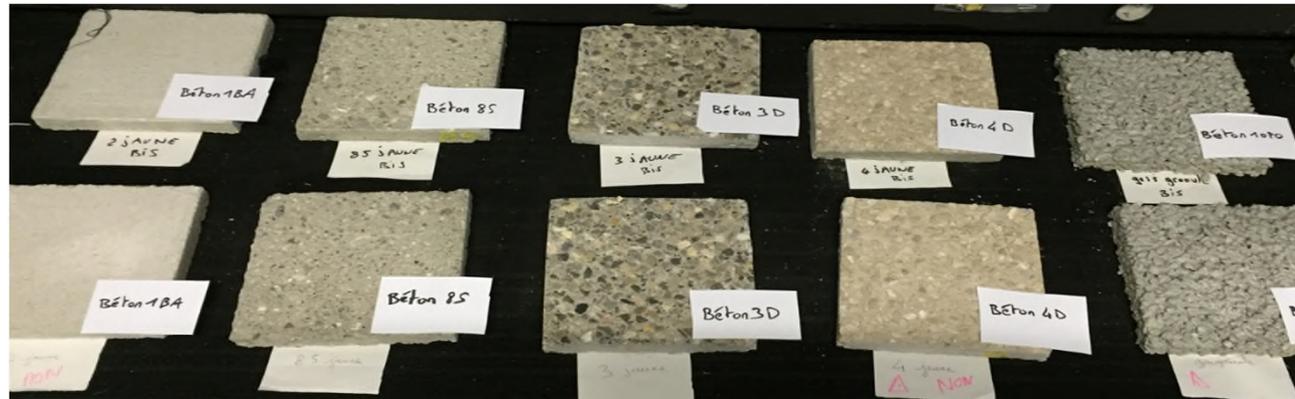
Béton 0/14 finition balayée granulats clairs

Béton 0/14 finition lissée granulats clairs

Béton 0/14 finition désactivée granulats foncés

Béton 0/14 finition désactivé granulats clairs

Béton 0/14 finition bouchardé granulats foncés



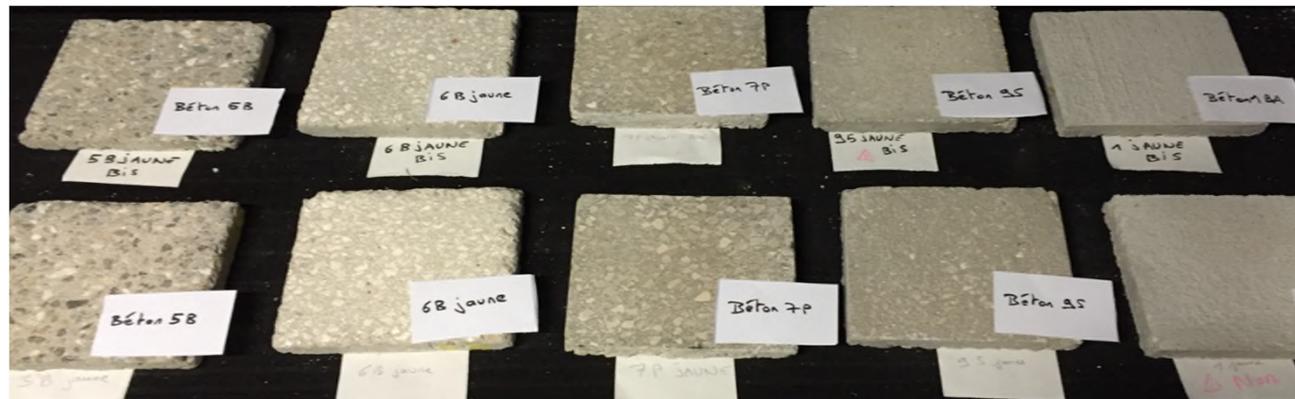
Béton 0/14 finition bouchardé granulats clairs

Béton 0/14 finition poncée granulats clairs

Béton 0/14 finition sablée granulats foncés

Béton 0/14 finition sablée granulats clairs

Béton 4/10 Poreux



Revêtements & Lumière – 7 formulations « pavés/dalles béton »

Choix des produits (pavés/dalles)

brut « gris »

lavé « gris »

grenailé « gris »

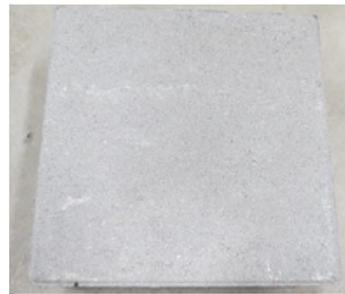
vieilli « gris »

poreux « gris »

Choix effectué (pavés/dalles)

flammé « blanc »

flammé « noir »



Brut « gris »



Lavé « gris »



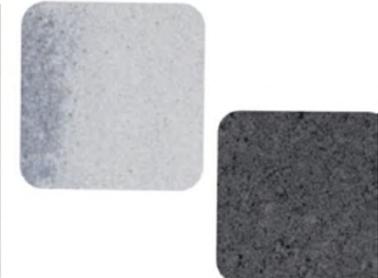
grenailé « gris »



Vieilli « gris »



Poreux « gris »



Flammé « blanc »/« noir »

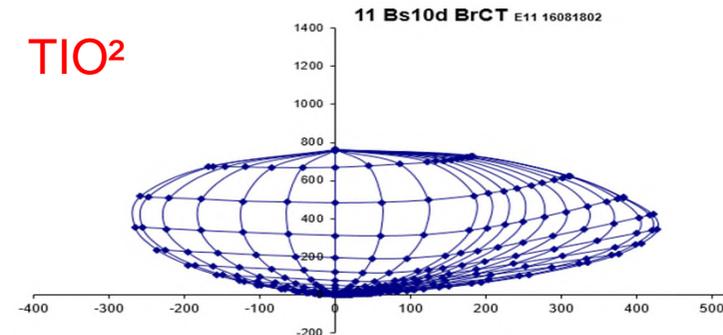
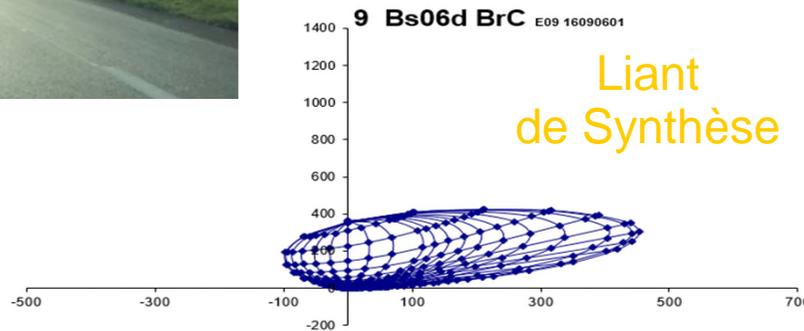
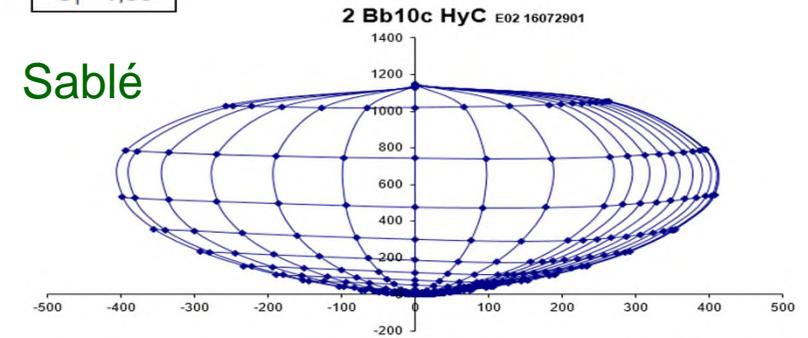
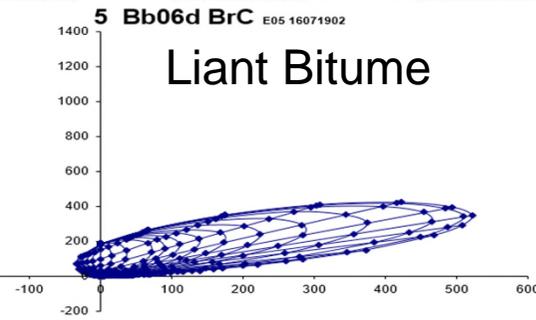
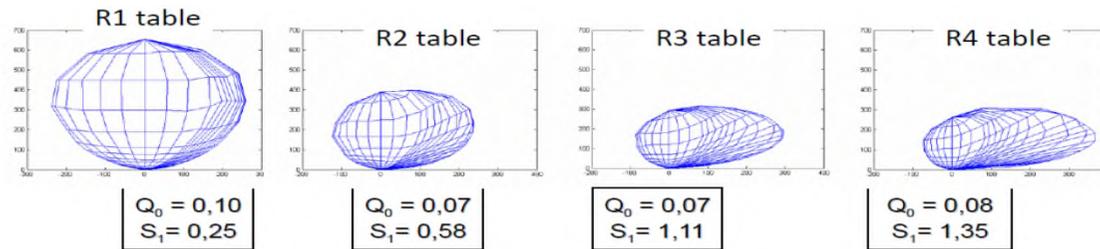
Revêtements & Lumière – mesures et vieillissement

2017 : Réception et mesure de tous les échantillons T0

début 2018 : démarrage du vieillissement (échantillons bis) – T36

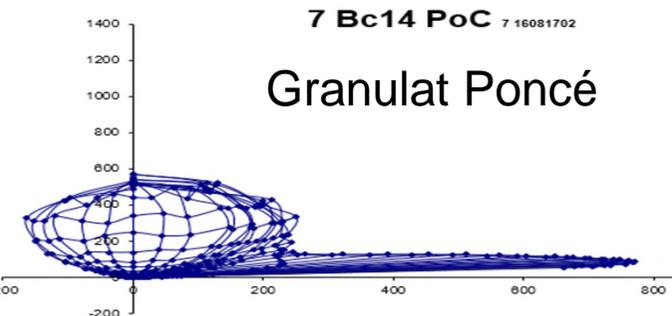
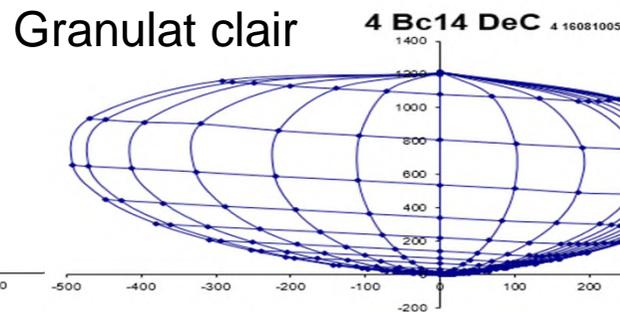
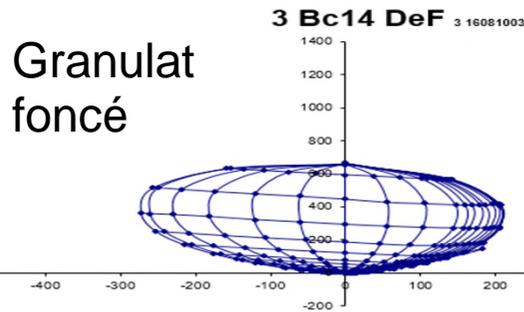
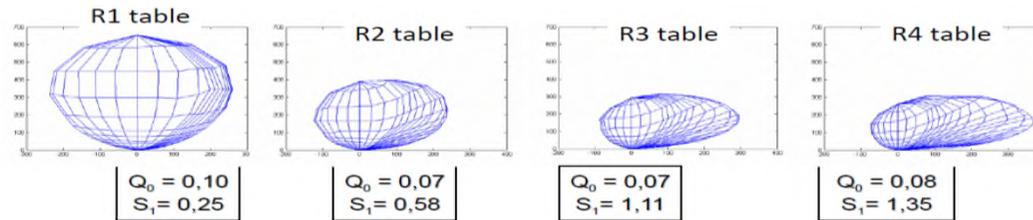


Revêtements & Lumière – Enrobés Bitumineux



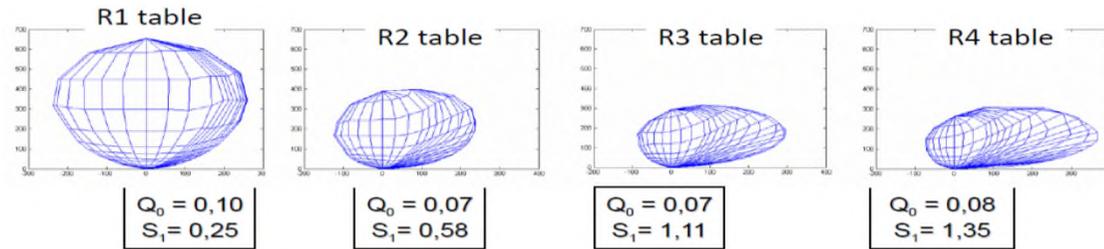
- Comportement proche entre les 2 échantillons
- Q_0 assez important
- Spécularité très importante pour les bruts (sauf si TiO₂)

Revêtements & Lumière – Bétons de ciment

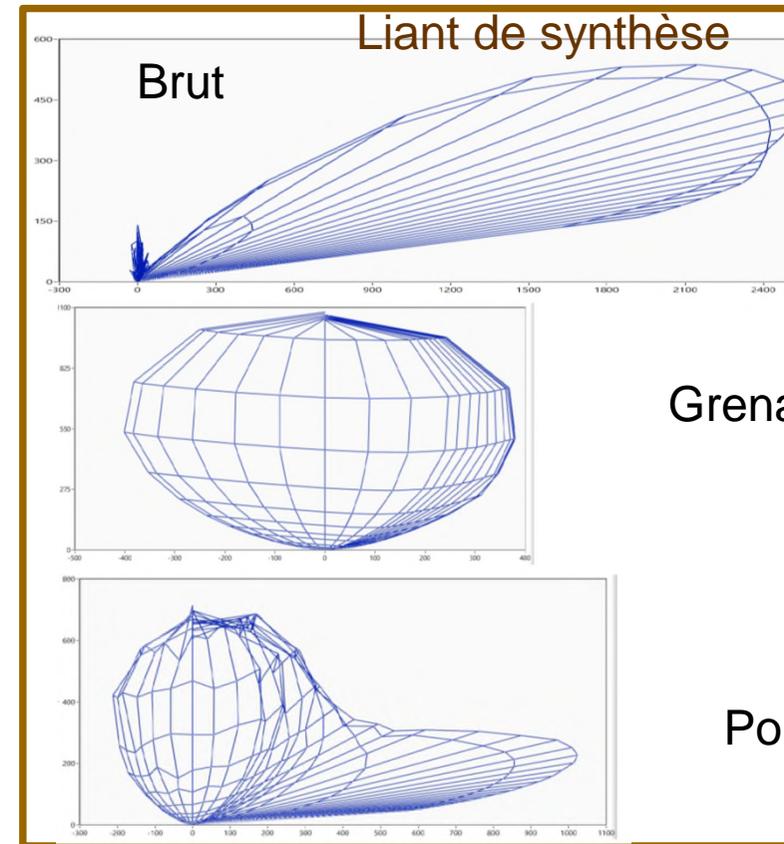
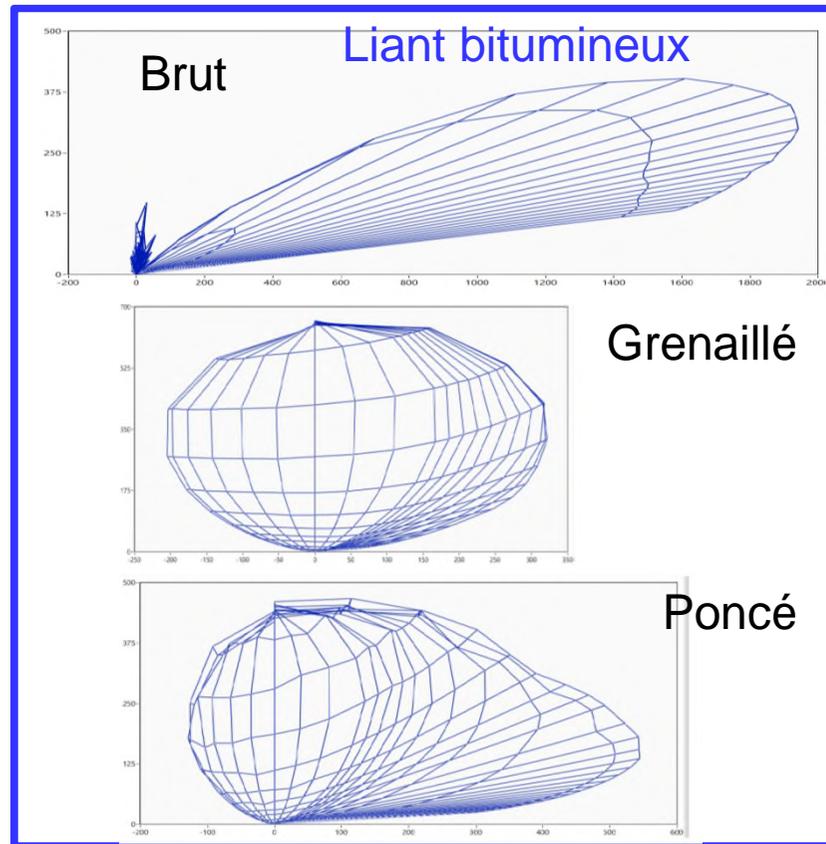


- Comportement proche entre les 2 échantillons
- Revêtements très clairs
- Spécularité TRES FAIBLE sauf pour le Granulat poncé

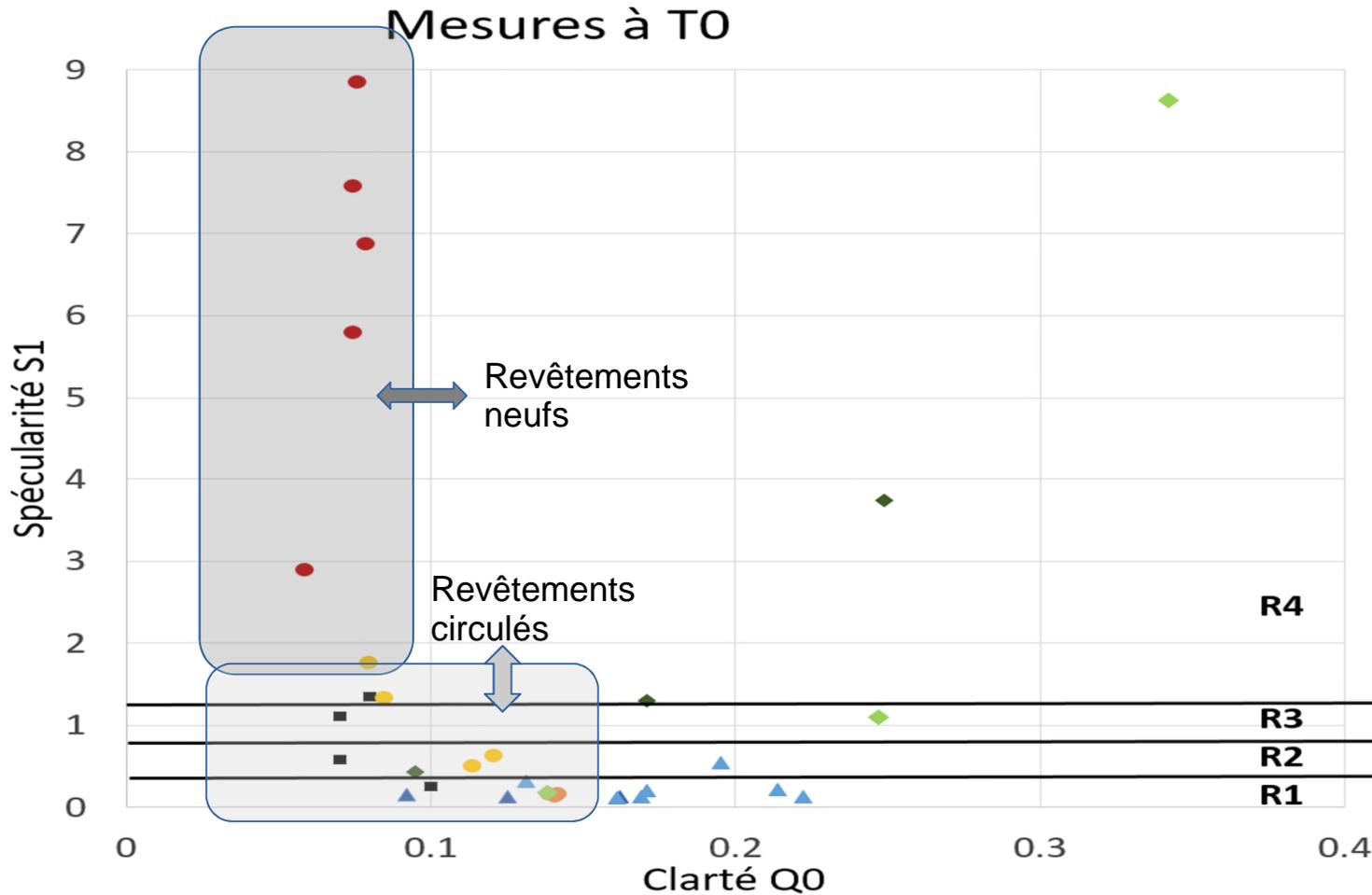
Revêtements & Lumière - Asphaltes



- Forte hétérogénéité des asphaltes bruts
- Clarté très importante



Revêtements & Lumière - Synthèse

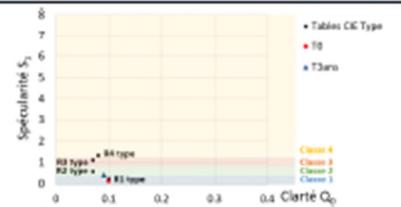


- Les 2 échantillons sont proches,
- Revêtements bruts sont très spéculaires,
- Beaucoup de revêtements clairs et atypiques

Revêtements & Lumière – Fiche Technique

Type : Béton brossé

Liant ciment
Granulats 0/14 clairs,
Traitement initial : balayé



Caractérisation photométrique du revêtement

Coefficient	Etat neuf	Revêtem ^t stabilisé* après 3 ans minimum
Photos		
Aspect	Clair et balayé	Clair
Clarté Q_0	0,099	0,140
Spécularité S_1 (effet miroir)	0,09 Très diffusant	0,42 Reste diffusant
Classe C.I.E.	Classe 1	Classe 2
Colorimétrie		
Courbe de propagation des réflexions (BRDF)		
Caractérisation à 10° (pour urbain)		
Aspect énergétique	Permet un gain de XX%	

PROJET DOCUMENT DE TRAVAIL

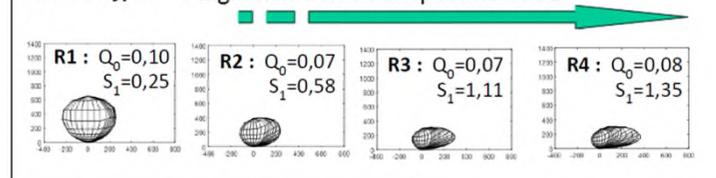
Informations complémentaires

Thème	Descriptif
Particularités	Non, technique classique
Domaine d'emploi	Tous
Point de vigilance	Contraste avec marquage, éventuellement encadrer le marquage avec des bandes noires

Rappel du référentiel en vigueur

Classe	Condition sur S_1	Caractéristique
R1	$S_1 < 0,42$	diffusant
R2	$0,42 \leq S_1 < 0,85$	peu spéculaire
R3	$0,85 \leq S_1 < 1,35$	moyennement spéculaire
R4	$1,35 \leq S_1$	très spéculaire

Tables R types Augmentation de la spécularité S_1



PLAN D'EXPOSE

REVÊTEMENTS ET LUMIERE : BIBLIOTHEQUE DES REVÊTEMENTS URBAINS

- 1 La naissance et le but du groupe « Revêtements et lumière ».
- 2 Focus sur la phase 1 des travaux du groupe: décroisonnement des métiers, démonstrateurs....
- 3 En marche vers la phase 2: essais photométriques ; bibliothèque de revêtements.
- 4 **Perspectives de développement , contributions aux politiques publiques plans climat, D.D.....**
- 5 **Conclusions.**

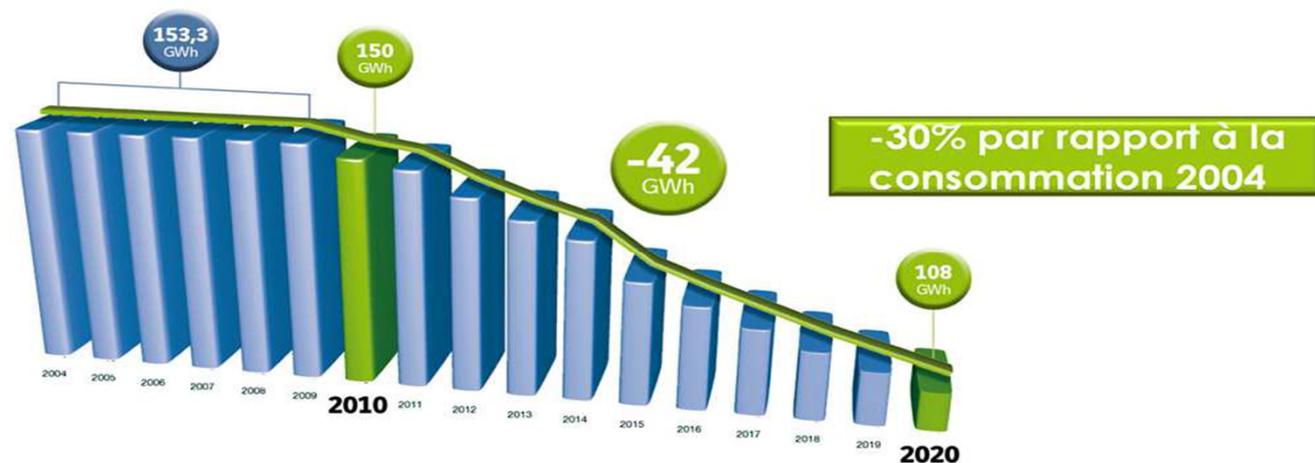
revêtements et lumière pour éclairer juste

Un nouveau mode de gestion centré sur le développement durable: le marché de performance énergétique de la Ville de Paris



Evolutions contextuelles

- des fonctions
 - Assurer la **sécurité des personnes, des biens** et des déplacements
 - **Valoriser certains espaces ou monuments**
 - Répondre à des préoccupations de développement durable
- Lumière sociale, **Consommation d'énergie, Nuisance lumineuse**



Évolutions contextuelles

Rupture technologique

- Développement de l'électronique
- Auxiliaires d'alimentation (Ballasts électroniques)
- Sources (Cosmo, semi-conducteur LED)
- Système de télégestion

Induisant

- un rapprochement des métiers de l'éclairage public et de la signalisation lumineuse
- une nouvelle manière d'exploiter

Approche retenue

Lancement d'un marché à performance énergétique (MPE) en 2009

Recours à la procédure dite de dialogue compétitif

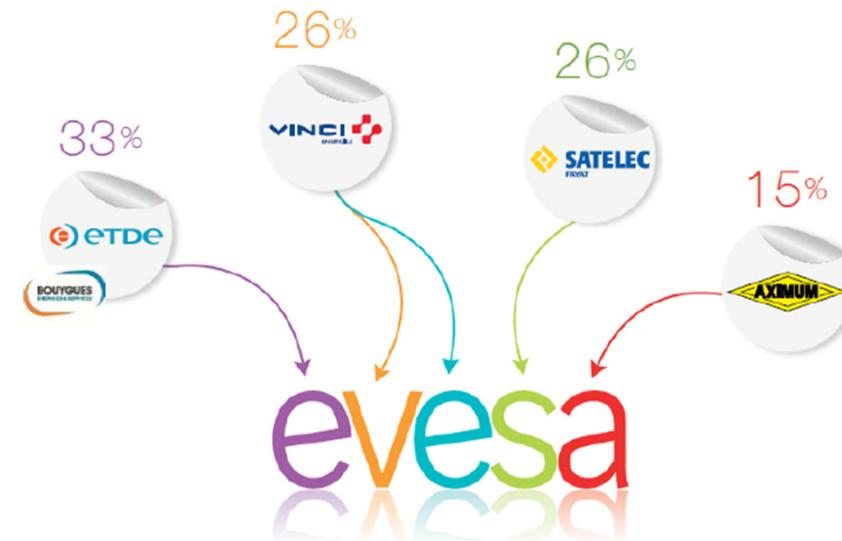
Contrat global qui concerne tout Paris

Durée 10 ans

Attribué au groupement EVESA en 2011

ETDE/VINCI Energie/SATELEC/AXIMUM

En vigueur depuis le 1er juillet 2011



Objectifs du MPE

- **Atteindre les objectifs du plan climat de Paris en minimisant les nuisances lumineuses**
329 opérations plan climat réalisées en 2 ans –gain de 8GWh
- **Assurer une gestion patrimoniale optimale**
- **Mettre en œuvre une exploitation et une maintenance , répondant aux niveaux de service indispensables aux usagers et aux riverain**
- **Valoriser certains espaces ou monuments en développant notamment de nouvelles illuminations**

Périmètre du MPE

Création, modification, suppression, exploitation et maintenance des installations d'éclairage public et d'illumination, de signalisation tricolores et d'accès règlementés aux quartiers piétonniers

- 340 000 **sources lumineuses** (EP : 200 000 – SLT : 140 000)
- 92 000 **candélabres et consoles**
- 1760 **carrefours à feux**
- 320 **mises en lumière**

Prestations intellectuelles d'assistance à maîtrise d'ouvrage

Mise à disposition d'un système informatique de gestion

Mise à jour des données patrimoniales

Mise en œuvre d'une expertise conseil et d'une veille technologique

Etudes et suivi des travaux

Prestations exclues du MPE

Réalisation de travaux neufs faisant suite à de la maitrise d'œuvre

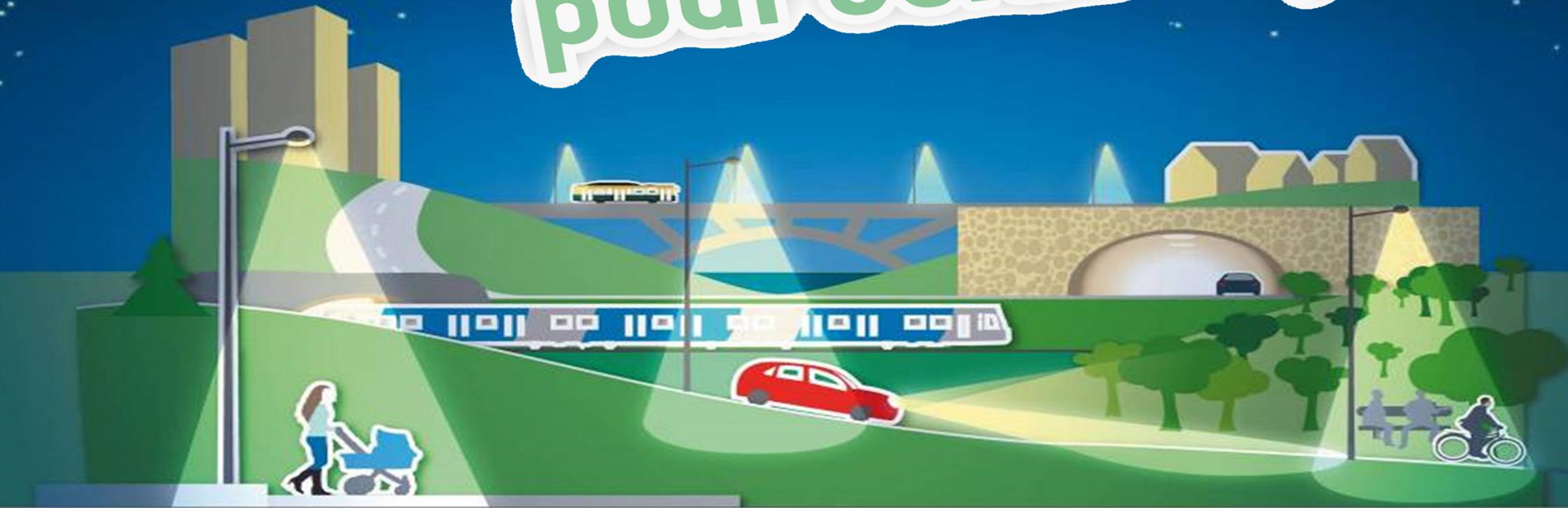
Fourniture d'énergie

Contrôle technique

**Prestations de conception d'évènementiel de fin d'année de type Paris Illumine
Paris**

**Marchés pour opération spécifiques
(ex tramway)**

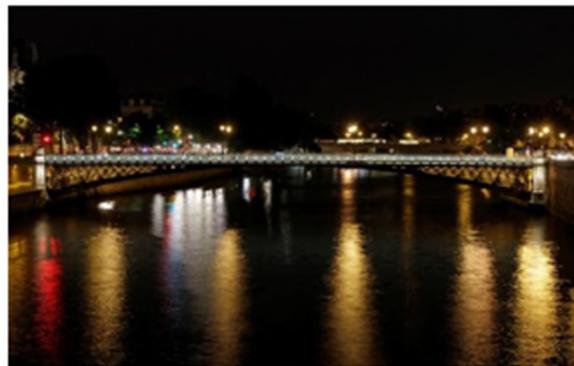
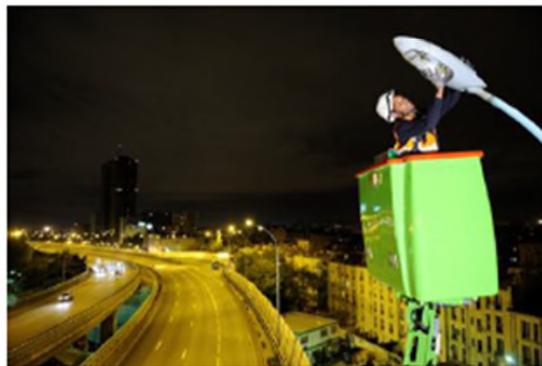
revêtements et lumière pour éclairer juste



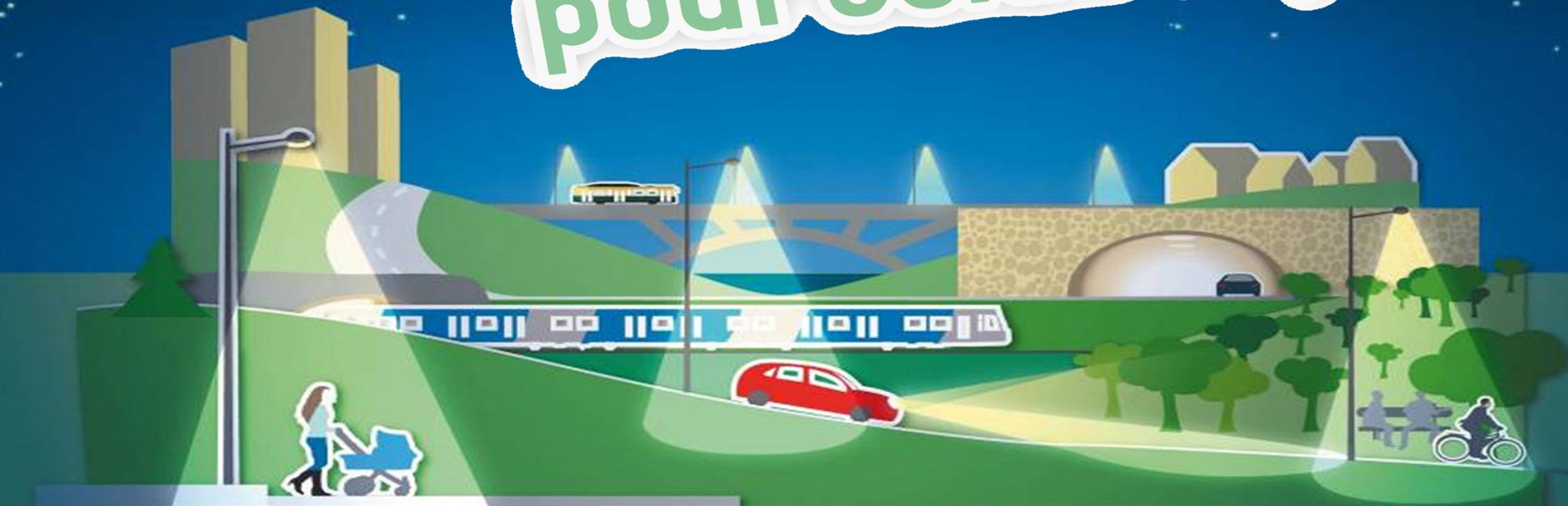
Au départ, focus sur les gains importants les plus « faciles... »

Travaux Plan Climat

- Depuis mai 2012 (démarrage retardé du fait du contexte judiciaire et des discussions sur l'application de la norme C17200), 360 opérations plan climat ont été réalisées et 190 sont terminées ou en cours pour l'année 3.
- **Place de la Concorde** : remplacement de toutes les lampes incandescentes par des sources Iodures métalliques de dernière génération; remplacement des projecteurs d'illuminations. Résultats : une ambiance générale lumineuse conservée et 80% de réduction des consommations (578 MWh)
- **Boulevard Périphérique** : remplacement en cours de l'ensemble des 3000 luminaire du BP. 80% d'avancement, gain 2 GWh
- **Pont d'Arcole** : rénovation de l'éclairage et mise en valeur du pont par la mise en place d'éclairage LED. Résultats : un éclairage qualitatif retrouvé et 85% de réduction des consommations
- **Tunnel Alma** : premier souterrain éclairé en LED sur Paris. Mise en place d'un asservissement de l'éclairage de renforcement en fonction de la luminosité. Résultats : technologie plus performante + consommation d'énergie réduite (environ 100 MWh)

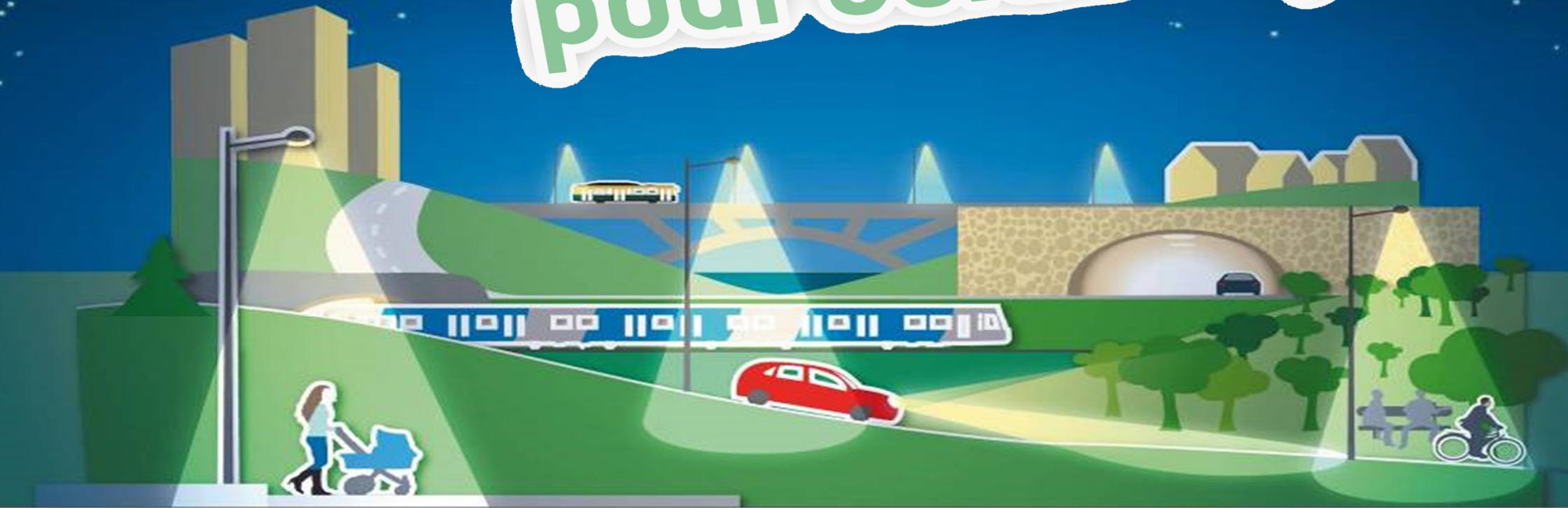


revêtements et lumière pour éclairer juste



**Déclinaison du marché à performances
énergétiques dans les tunnels parisiens**

revêtements et lumière pour éclairer juste



**D'autres logiques à impulser pour des gains additionnels,
après les gains importants les plus faciles..**

Quelles perspectives ?



1 des projets communs « Revêtements et Eclairage » initiés dans une approche environnementale globale

- Opérations couplées de modernisation de l'éclairage public et d'aménagement urbain
- Opérations couplées de requalification de voies/Travaux de voiries et travaux plan climat
 - Pertinentes sur différentes typologies d'espaces publics
 - °Voies à 50 et 30 km/h
 - °Zones de rencontre
 - °Espaces piétons
 - °Grandes places parisiennes

Démarches complémentaires aux solutions innovantes « d'éclairage intelligent » pour réduire la consommation énergétique LED, détecteurs de présence, gradation dynamique....

Quelles perspectives ?



2 Promouvoir, animer et décliner la démarche « Revêtements et lumière » au sein des services

- Mettre autour de la table les professionnels publics et privés de la voirie et de l'éclairage public
- Réunir les conditions favorables pour parler le même langage et développer ensemble des outils pour l'aide à la prescription
- Faire évoluer les outils de conception pour prendre en compte les interactions conjuguées du revêtement, du luminaire et des conditions d'installation
- Disposer d'un recueil de fiches pédagogiques et de vulgarisation des caractéristiques photométriques des revêtements (documents d'aide à la décision très attendus)
- Faire la preuve en pratiquant et en évaluant que le succès est au rendez vous

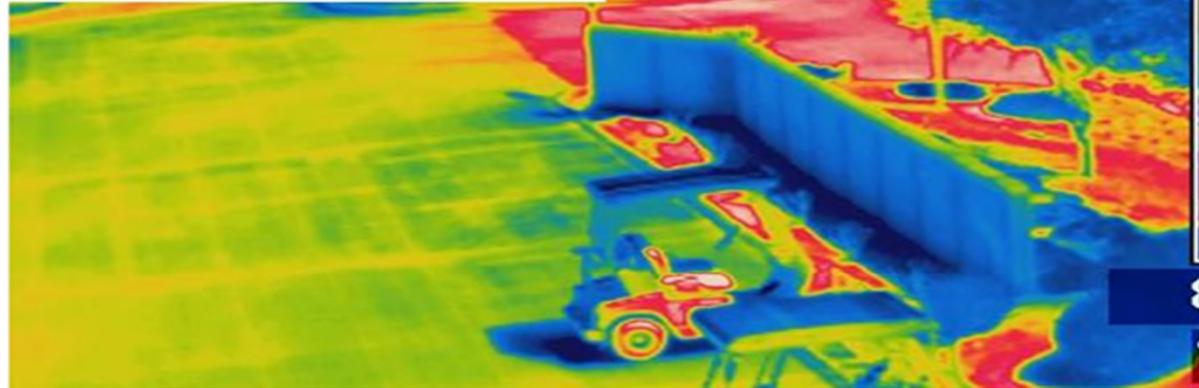
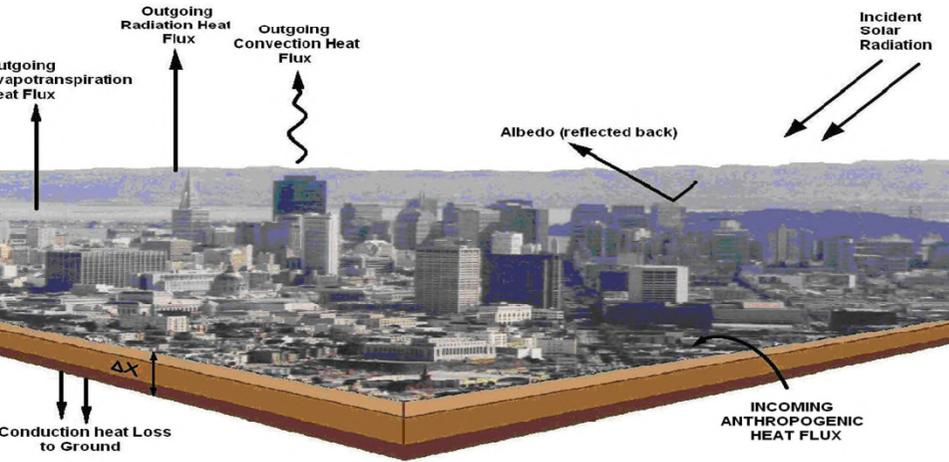
Quelles perspectives ?



3 Intégrer d'autres dimensions de sécurité et d'ambiance , prérequis de l'éclairage et des revêtements

- Lutte contre les ilots de chaleur urbains
- Rapports des revêtements et des structures à l'eau
- Lutter durablement contre le bruit du trafic automobile VL et PL

La lutte contre les ilots de chaleur urbains

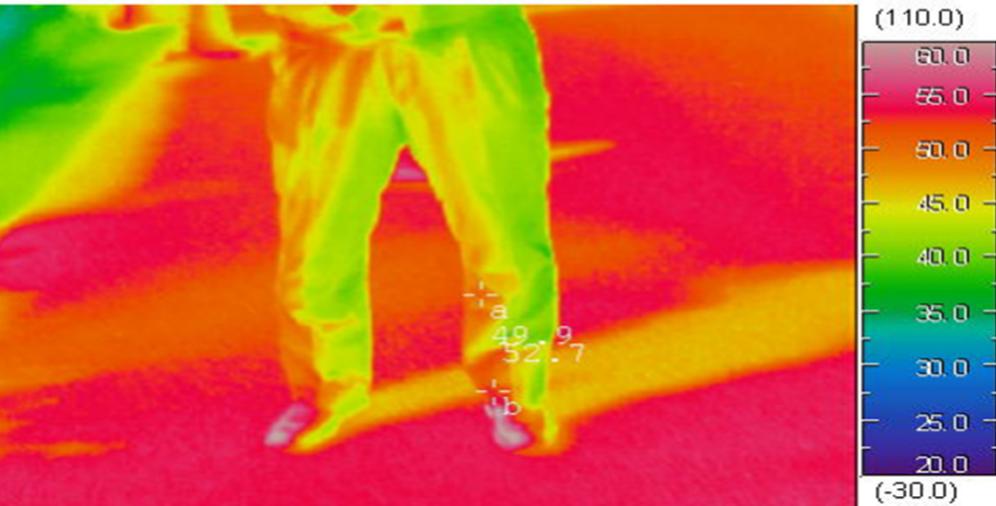


:1 ε: 1.00 SC: NORM

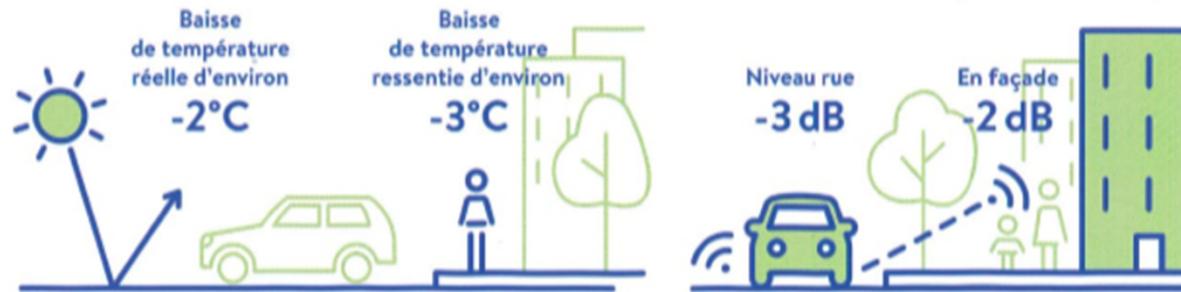
05/09/08

14:30:56

(110.0)



Projet Life-Clown (Cool & Life noise asphalt)
Mairie de Paris, Bruit Paris, Colas, Eurovia



PLAN D'EXPOSE

REVÊTEMENTS ET LUMIERE : BIBLIOTHEQUE DES REVÊTEMENTS URBAINS

- 1 La naissance et le but du groupe « Revêtements et lumière ».
- 2 Focus sur la phase 1 des travaux du groupe: décroissement des métiers, démonstrateurs....
- 3 En marche vers la phase 2: essais photométriques ; bibliothèque de revêtements
- 4 Perspectives de développement , contributions aux politiques publiques plans climat, D.D.....
- 5 Conclusions.**

L'éclairage public et les voiries sont des centres d'intérêt majeurs pour les collectivités urbaines et les citoyens.

Les collectivités

Des enjeux environnementaux et financiers :

- Maîtriser la facture d'électricité.
- Baisser la consommation d'électricité (engagements de -30% en 2020 / année 2004 du Plan Climat Energie de Paris par le biais du Marché à performance énergétique).
- Réduire les nuisances et la pollution lumineuses.
- Atténuer les impacts sur la biodiversité (faune et flore)
- Réduire les effets îlots de chaleur urbain.

Les citoyens

Les services numériques les plus attendus par les Français

Récapitulatif du Top 10 des services jugés les plus utiles par les Français

	1	Effectuer des démarches administratives sur Internet	52%
	2	Créer des systèmes d'éclairage public avec des lampadaires intelligents	51%
	3	Améliorer la circulation avec des feux tricolores dont la durée s'adapte automatiquement au trafic	49%
	4	Installer des compteurs intelligents pour permettre aux habitants de réduire leurs factures d'énergie	45%
	5	Payer des prestations en ligne (cartes de stationnement, cantine ou activités extra scolaires des enfants)	40%

SOURCES ET REMERCIEMENTS

Michel PERET EIVP

Valérie MUZET Cerema

Cyril CHAIN Cerema

Marc TOINETTE Cerema

Philippe GANDON- LEGER AFE

Christine LEROY Routes de France

Maël BUANIC Office des Asphaltes

Joseph ABDO Cimbéton

Florence PERO SPECBEA

Sophie JACOB CERIB

Thibaut LE DOEUFF CERIB

Jérôme DHERBECOURT Eiffage

Aurélia NICOLAÏ Malet

Emmanuel LOISON Colas

Romain LAFON Eurovia

Guy BEURIER AITF

Marc COURBOT MEL

Sophie BANETTE AITF

Frédérico BATISTA EPAMSA

Patrick DUGUET Mairie de Paris

Marc JAKUBOWSKI MALET er

Salah BOUSSADA MEL

Denis PERROT EVESA

Christine GRALL- HUNSINGER Mairie de Paris

Michel MAZE EUROVIA er

Marie Françoise OSSOLA RGRA er

Eric GODARD Colas



LES DÉFIS DU GÉNIE URBAIN :
MULTIDISCIPLINARITÉ,
ACCEPTABILITÉ SOCIALE
ET INNOVATION

REVÊTEMENTS ET LUMIÈRE : BIBLIOTHÈQUE DES REVÊTEMENTS URBAINS

MERCI DE VOTRE ATTENTION

présenté par
avec le concours de

Jean-Pierre CHRISTORY JPCC
Valérie MUZET Cerema
Philippe GANDON-LEGER AFE

QUEBEC, le 22 novembre 2018

j-p.christory@wanadoo.fr