

## PROCEDE LUMIROUTE® : PREMIERE NATIONALE

### Présentation des résultats après 24 mois d'expérimentation de Lumiroute® à Limoges : des économies d'énergie supérieures aux prévisions



Le dimensionnement des installations d'éclairage routier fonctionnel est défini principalement par le niveau de luminance de la route, c'est à dire la quantité de lumière réfléchiée par la chaussée.

**Malet**, spécialisée dans les travaux routiers, et **Spie batignolles énergie Borja**, experte en électrification et luminaire, deux filiales du groupe Spie batignolles, en association avec l'**éclairagiste Thorn**, ont mené conjointement un projet d'envergure baptisé « Lumiroute® » visant précisément une optimisation de ce dimensionnement.

En effet, le procédé Lumiroute® consiste à **réduire les consommations énergétiques en maximisant la réflectance du revêtement routier** par la conjugaison innovante du couple revêtement de chaussée/ installation d'éclairage.

**La Communauté d'Agglomération Limoges Métropole** est la première collectivité à avoir accepté d'expérimenter Lumiroute®, après que ce procédé ait été désigné **lauréat de l'appel à projets 2011 lancé par le Ministère en charge du Développement Durable**, visant à soutenir les actions entreprises en faveur de l'innovation routière.

Ce premier test intervient dans le cadre de la réfection d'une 2 x 2 voies, située boulevard Schuman à Limoges, sur laquelle 4 sections disposant de revêtements différents et de luminaires associés ont été mises en œuvre.

Après deux années d'utilisation du procédé, le Comité de Pilotage vient de finaliser l'analyse des dernières mesures menées sur le tronçon expérimental Lumiroute®. L'objectif est de **quantifier les performances de la solution Lumiroute® par rapport à une solution traditionnelle, en termes de réduction de la consommation énergétique et de confort d'usage.**

L'évaluation, confiée par le ministère au **Cerema** (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), porte sur l'ensemble de l'installation et sur chaque composante (lanternes / revêtement de chaussée) considérée individuellement (évaluations énergétiques, photométriques, acoustiques,...).

A l'issue des trois années d'expérimentation, un rapport présentant l'ensemble des résultats sera établi par un comité de suivi dirigé par le **Cerema** afin de valider les solutions innovantes utilisées.

Le premier bilan à 24 mois confirme les ambitions initiales des différents acteurs ayant participé à ce projet, porteur d'importantes économies d'énergie.

- ▶ Sur la section 1 Lumiroute® (voir page.4) : le comité de suivi **mesure 70 % d'économie d'énergie** par rapport à la section « témoin » traditionnelle alors que l'objectif initial portait sur une estimation à 60 %.
- ▶ Sur la section 2 Lumiroute® : le comité de suivi évalue à **plus de 60 % l'économie d'énergie** réalisée par rapport à la section « témoin » traditionnelle, alors que l'objectif initial portait sur une estimation à 40 %.

Ces observations résultent :

- ▶ des propriétés des matériaux (revêtements et installations d'éclairage) et leurs évolutions au cours de ces deux années ;
- ▶ des conditions de gestion de l'installation sur les différentes sections ;
- ▶ des possibles défaillances techniques des éléments du projet ;
- ▶ et enfin des conditions extérieures (trafic, météorologie...) inhérentes à toute expérimentations en situation réelle.



© THORN

## UN PROJET SOUTENU PAR LE MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Le projet porté par deux filiales du groupe de construction Spie batignolles, **Malet**, spécialisée dans les travaux routiers, **Spie batignolles énergie Borja**, opérateur couvrant l'ensemble des métiers de l'électricité et du génie climatique, associés à l'éclairagiste **Thorn** s'est distingué lors d'un **appel** à projets Innovation routière lancé par le Ministère en charge du Développement Durable en 2011.

Baptisé Lumiroute®, ce concept novateur a été désigné lauréat de cet appel à projets dans les catégories « *Matériaux et équipement durables* » et « *Gestion du Patrimoine Urbain* ».

« *Tout son intérêt repose sur la recherche de la meilleure optimisation du couple revêtement routier/luminaire pour réaliser des économies substantielles, et ce afin d'offrir une véritable solution technologique aux collectivités locales pour réduire leurs dépenses* », **explique Alain BEGHIN, Directeur Technique de l'entreprise Malet.**

**Le principe du procédé Lumiroute® est basé sur l'optimisation de la gestion du patrimoine urbain par l'association de deux corps de métiers :**

- **La route**, par une maîtrise des caractéristiques de surface de l'enrobé et notamment sa capacité à réfléchir la lumière ;
- **L'éclairage**, par la prise en compte des propriétés optiques des revêtements routiers pour optimiser les installations d'éclairage et dont le flux lumineux (= la quantité de lumière émise) et la photométrie des lanternes peuvent s'adapter à l'évolution du revêtement au cours du temps.

L'innovation Lumiroute® consiste donc en la prise en compte des propriétés de réflexion de la chaussée étudiée pour dimensionner l'éclairage associé à chacun de ces revêtements.

L'objectif recherché est d' « **Eclairer juste** », pour les usagers et de façon réaliste pour les Maîtres d'ouvrage et le gestionnaire.

### ▸ **Une expérimentation menée sur trois années et pilotée par le CEREMA**

La distinction du Ministère de l'Environnement dans le cadre de cet appel inclut un large soutien du Cerema, chargé par le CIRR (Comité Innovation Routes et Rues) du cadre d'expérimentation et de l'évaluation auprès des concepteurs du procédé Lumiroute® sur site réel.

« *Le Ministère offre l'opportunité aux industriels et aux collectivités d'entreprendre de véritables expérimentations en situation réelle pour permettre l'évaluation de procédés innovants, de soutenir et de valoriser l'évolution des pratiques routières dans un souci d'écologie et de développement durable. Les dimensions visuelles liées aux usagers et énergétiques seront largement développées et mises en avant dans le cadre du projet Lumiroute®. Grâce à son expertise dans ce domaine, le Cerema a défini et mis en œuvre un processus métrologique et méthodologique permettant un diagnostic tous les 6 mois sur le site expérimental* », **explique Cyril Chain, chargé d'études au Cerema et Expert international en éclairage pour le Ministère de l'Environnement.**

Pour mener l'évaluation sur la base d'un référentiel, cette expérimentation prévoit une analyse comparative entre Lumiroute® et une solution d'enrobés/éclairage traditionnels.

Trois années permettront de suivre les fortes évolutions à court terme jusqu'à un stade de quasi stabilisation des revêtements routiers au regard de leur comportement photométrique.

A l'issue de ces 3 ans, le Ministère délivrera un avis sur ce procédé.

L'Ademe est également partenaire de l'opération en soutien auprès de Limoges Métropole.

## LA COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION LIMOGES MÉTROPOLÉ SE PORTE VOLONTAIRE POUR LA PREMIÈRE EXPÉRIMENTATION DE LUMIROUTE®.

Dès la présentation du concept, la Communauté d'Agglomération Limoges Métropole a souhaité, la première, tester cette solution innovante conçue par Malet, Spie batignolles énergie Borja et Thorn. Cette décision a été entérinée le **27 juin 2013** à l'issue de réunions organisées en présence des concepteurs du procédé et des partenaires publics dont le Cerema et l'ADEME.

Porté par l'intérêt écologique et économique du procédé, Limoges Métropole a eu le souhait de participer activement à la réflexion menée sur l'interaction entre les enrobés et l'éclairage afin de conduire le développement de Lumiroute®. L'objectif est d'identifier, en fonction des résultats obtenus, une probable déclinaison du procédé sur d'autres tronçons de la communauté d'agglomération et de faire bénéficier d'autres collectivités territoriales de l'expérience acquise.

« Le projet Lumiroute® est un des exemples de la volonté affichée de la Communauté d'Agglomération de Limoges Métropole d'être moteur en termes d'innovation et d'être à la pointe des évolutions technologiques, dans le domaine notamment du développement durable », **explique Gérard Vandembroucke, Président de la Communauté d'Agglomération Limoges Métropole.**

« Pour la Communauté d'Agglomération Limoges Métropole, participer à ce projet est en effet un atout en terme d'image, l'Agglo est aujourd'hui considérée comme une vitrine de l'innovation routière et présente également un intérêt économique dans la mesure où la baisse de notre facture d'électricité s'avère significative » **précise Gilles Bégout, vice-président de Limoges Métropole.**

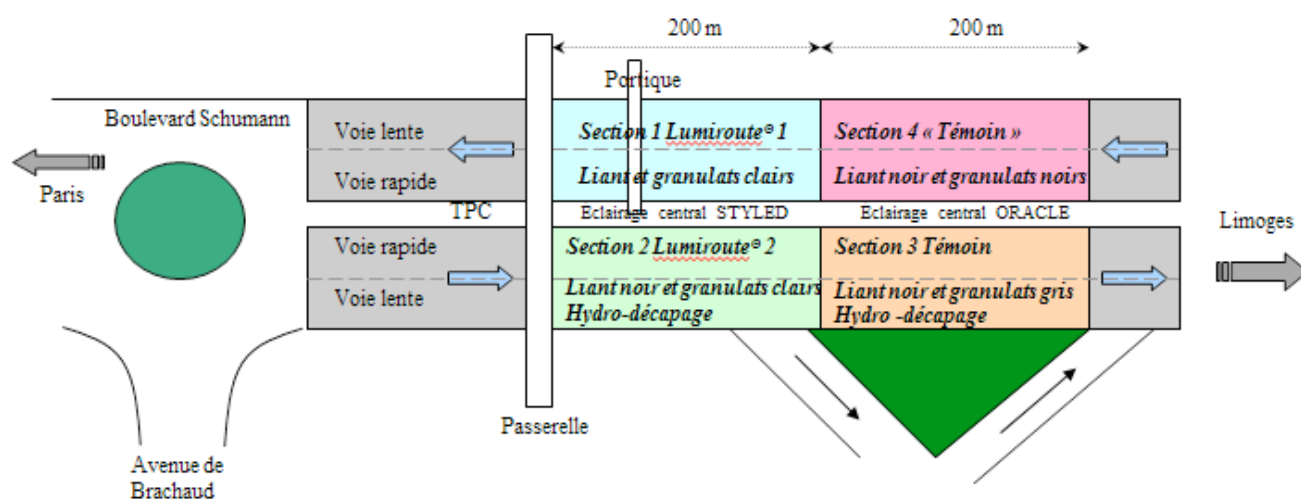
La Communauté d'Agglomération Limoges Métropole n'a eu de cesse de sélectionner les matériaux de construction, notamment les granulats, les plus écologiques possibles, capables de répondre à des exigences strictes en termes de bilan carbone (solutions les plus proches localement), de durabilité et de recyclage, pour des coûts maîtrisés. Cette recherche inclut également les techniques et équipements connexes aux travaux routiers, tels que l'enfouissement des réseaux, l'assainissement ou la production d'énergies renouvelables.

Le procédé Lumiroute® s'inscrit naturellement dans cette politique.



## DESCRIPTION DE L'EXPÉRIMENTATION

Le site expérimental proposé par la Communauté d'Agglomération Limoges Métropole pour tester Lumiroute® correspond à une chaussée de 2 x 2 voies, située entre le giratoire reliant le boulevard Schuman à l'avenue Brachaud et l'entrée de l'agglomération de Limoges. Il comprend une voie à deux files d'une largeur de 6,50 mètres, avec un terre-plein central d'une largeur de 4 à 4,5 mètres. Le revêtement routier de l'ensemble du Boulevard Schuman, hors zone expérimentale, est une formule de type Béton Bitumineux Mince Continu de granulométrie 0/10 (BBMC 0/10).



Le chantier est composé de quatre sections de 200 mètres disposant d'un éclairage d'une hauteur de feu de 9 mètres et une implantation des lanternes dos-à-dos sur le terre-plein central.

Chacune des 4 sections de l'expérimentation dispose d'un type de lanterne et d'un enrobé aux composants particuliers :

### SECTION 1 – LUMIROUTE® 1

Le choix des lanternes Styled de puissance 77 W a été retenu sur cette première section pour leurs propriétés de réflexion du revêtement, lequel est formulé à partir de granulats clairs, d'un liant de synthèse clair et d'un pigment blanc.

### SECTION 2 – LUMIROUTE® 2

Sur cette section, les lanternes Styled de puissance 103 W ont été choisies en fonction des propriétés de réflexion du revêtement, formulé avec des granulats clairs associés à du bitume. Ce revêtement a subi un traitement de surface permettant d'enlever le film de bitume de manière à faire apparaître la surface (et donc la couleur) des granulats ; cette opération est réalisée par projection d'eau sous pression sur la surface à traiter appelée « hydro-décapage ».

### SECTION 3 TÉMOIN – ENROBE CLASSIQUE HYDRODECAPE

L'éclairage de cette section a été dimensionné de façon « traditionnelle », c'est-à-dire en prenant en compte les propriétés de réflexion d'un revêtement standard R3 et non celles du revêtement en place.

Ainsi, des lanternes ORACLE équipées de source à décharge de type COSMO de 140 W de puissance ont été mises en place. Le revêtement est un enrobé traditionnellement mis en œuvre sur ce type de section composé de granulats gris et de liant noir.

Cette section, dans le cadre de l'expérimentation, a également subi une opération d'hydro-décapage afin de faire apparaître prématurément la couleur des granulats.

#### SECTION 4 TEMOIN - ENROBE CLASSIQUE (SANS HYDRO-DÉCAPAGE)

L'éclairage de cette section a été dimensionné de façon « traditionnelle » avec la mise en place de lanternes ORACLE équipées de sources à décharge de type COSMO de 140 W. Le revêtement routier est un enrobé traditionnellement mis en œuvre sur ce type de section composé de granulats gris et de liant noir.

#### ► Une évaluation portant sur 5 critères et dirigée par le Cerema

L'expérimentation de la solution Lumiroute® comparée aux deux sections « témoins » d'enrobés classiques avec éclairage traditionnel a officiellement débuté **le 2 décembre 2013**.

Elle est conduite par un **comité de suivi** constitué de représentants des entreprises Malet, Spie batignolles énergie Borja et Thorn, de la Communauté d'Agglomération Limoges Métropole, du Cerema et de l'ADEME.

Le Cerema, établissement public sous la tutelle du Ministère de l'Environnement et du Ministère du Logement, a développé une expertise dans l'étude de l'éclairage de la perception visuelle et de la sécurité routière, permettant un suivi des situations sur les différences sections. Cinq services du Cerema sont impliqués dans cette évaluation :

- la direction technique Territoires et ville (département Voirie, Espace public)
- la direction territoriale Méditerranée (mission « éclairage, maîtrise de l'énergie et des nuisances liées à la lumière »)
- la direction territoriale Est (Laboratoire régional de Strasbourg)
- la direction territoriale Ouest (Département Laboratoire et CECF d'Angers)
- la direction territoriale Centre-Est (laboratoire régional de Clermont-Ferrand)

L'évaluation considère trois éléments d'analyse :

- la qualité de l'installation d'éclairage en fonction des caractéristiques de la chaussée ;
- les performances photométriques et énergétiques du couple chaussée/luminaire ;
- la gestion de l'installation d'éclairage pour l'adapter, d'une part, aux exigences visuelles des usagers au cours de la nuit (possible gradation) et d'autre part, à l'évolution des propriétés du revêtement routier au cours du temps.

Quatre phases d'études et d'analyse ont été prévues par le comité de suivi : à + 6 mois, + 12 mois, + 24 mois et + 36 mois. Les mesures sont réalisées par un ensemble d'appareillages dont les systèmes « Cyclope » et « Coluroute » (cf annexes 1 et 2) développés et mis à disposition par le Cerema.

En mai 2016, le comité de suivi vient de remettre le bilan de l'expérimentation à 24 mois.

## UN BILAN À 24 MOIS TRÈS ENCOURAGEANT, AUGURANT DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE PLUS IMPORTANTES QUE CELLES PRÉVUES AU LANCEMENT DE L'EXPÉRIMENTATION

Pour toutes les études menées sur les 4 périodes pré-définies de l'expérimentation, le comité de suivi a identifié 5 principales thématiques.

Chacune d'entre elles présente des résultats satisfaisants, tout juste communiqués par le comité de suivi, après 24 mois d'expérimentation.

### A. EVALUATION ENERGETIQUE

Il s'agit d'évaluer la consommation d'énergie de l'installation d'éclairage pour chaque section étudiée, sans variation de régime.

Un relevé de la puissance électrique effective des sources lumineuses et des appareillages associés, au bout de chaque ligne d'alimentation, permettra d'établir la puissance moyenne instantanée.

#### A1 - BILAN DE L'ÉVALUATION ÉNERGÉTIQUE À T + 24 MOIS

Cette évaluation permet d'avoir une meilleure connaissance de l'usage du procédé Lumiroute® pour permettre une meilleure adaptation de la puissance de l'éclairage par rapport aux objectifs normatifs. Le principe est de pallier à l'évolution des propriétés de réflexion de l'enrobé au cours du temps tout en respectant ces objectifs normatifs.

Afin d'évaluer la puissance initiale nécessaire sur le tronçon expérimenté à Limoges, les concepteurs de Lumiroute® sont partis sur des valeurs théoriques présentées dans un cadre normatif de classe d'éclairage ME3a (en référence à la norme européenne EN 13 201) par rapport au type d'enrobé (carottes préparées et mesurées en laboratoire).

Sur la base des relevés photométriques (de toutes les sections de l'expérimentation) réalisés à différentes périodes (6 mois, 12 mois, 18 mois et 24 mois), **un sur-dimensionnement du niveau lumineux** a été constaté. Dans le but d'« **Eclairer juste** », le procédé Lumiroute® des sections 1 et 2 permet l'optimisation du flux lumineux. Ainsi, le comité de pilotage a pris la décision de baisser progressivement la puissance des leds des deux sections Lumiroute® (l'installation ne prévoyant pas l'équivalent sur les lanternes équipées de sources de type COSMO en raison de leur rôle « témoin »).



© Malet



© Limoges Métropole

Le sur-dimensionnement important du niveau lumineux des sections 3 et 4 n'est pas compensé par de la gradation, ce qui a un impact notable sur la différence entre les sections classiques et innovantes.

Ainsi, après 24 mois de service, les relevés photométriques laissent envisager la possibilité de diminuer encore davantage les puissances des leds. Le Comité de Pilotage a décidé de ne pas réaliser d'abaissement supplémentaire pour des raisons techniques et normatives, et de maintenir le niveau de confort aux usagers.

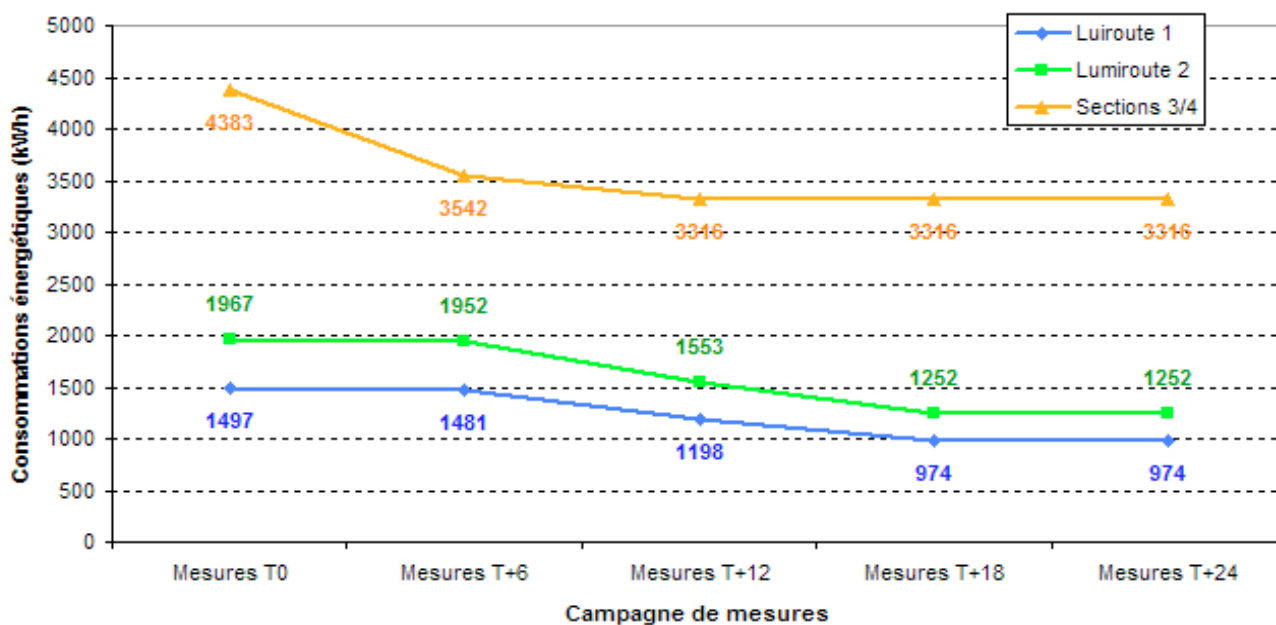
Consommations énergétiques En kWh	Sections « témoins » 3 et 4	Section Lumiroute® 1	Section Lumiroute® 2
T0 <b>Réduction énergétique (%)</b>	4383*	1497 <b>- 65,8%</b>	1967 <b>- 55,1%</b>
T+24 mois <b>Réduction énergétique (%)</b>	3316	974 <b>- 70,6%</b>	1252 <b>- 62,2%</b>

\* cette valeur des sections « témoin » est plus élevée à T0 du fait du non-fonctionnement à la mise en service du dispositif d'abaissement de puissance devenu opérationnel à partir de T+6 mois.

Entre T0 et T+24 mois, on note une baisse de la puissance installée pour les sections équipées en LED de **- 36,8 % sur la section 1** et de **- 38 % sur la section 2** par rapport au dimensionnement initial.

Les performances énergétiques élevées relevées à T + 12 mois avaient déjà confirmé la nécessité d'abaisser la puissance des luminaires pour gagner en consommation d'énergie.

**Evolution des consommations énergétiques (kWh) en 24 mois**

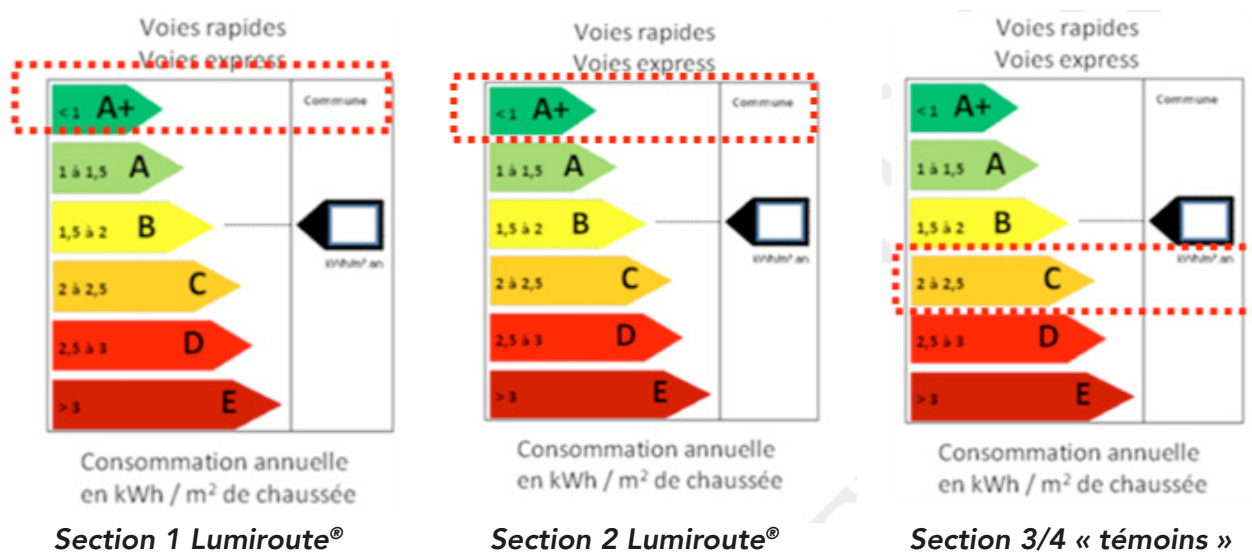




## A2 – CONCLUSION

Les mesures réalisées pour calculer l'efficacité énergétique des sections 1 et 2 Lumiroute® en STYLED 77 W et 103 W par rapport aux sections « témoin » 3 et 4 en éclairage traditionnel permettent de dresser les conclusions suivantes :

- ▶ **La section 1 Lumiroute®** équipée de STYLED 77 W est la plus économe en énergie (0,7 kWh/m<sup>2</sup> par luminaire). La section 2 arrive juste derrière avec 0,9 kWh/m<sup>2</sup> à l'issue des 24 premiers mois.
- ▶ **Les sections 3 et 4 « témoin » demeurent, au fil des différentes évaluations, les plus énergivores** (2,4 kWh/m<sup>2</sup> par luminaire), soit, en moyenne 3 fois plus que les sections Lumiroute®.
- ▶ En termes d'étiquetage énergétique, **la note de A +** est attribuée aux sections 1 et 2 Lumiroute®. Les consommations obtenues par les sections 3 et 4 « témoin » correspondent à la note de C.



## B. EVALUATION PHOTOMETRIQUE

Il s'agit d'évaluer, d'une part, le niveau de service de l'installation d'éclairage par rapport aux objectifs lumineux fixés et, d'autre part, l'évolution des propriétés de réflexion des enrobés.

Les enrobés subissent des modifications quant à leur capacité à réfléchir la lumière. Ces modifications sont notamment liées à l'usure mécanique, aux effets radiatifs des UV et à l'encrassement dû à la pollution. Elles impactent directement la performance lumineuse du projet d'éclairage. Le suivi de l'évolution des caractéristiques photométriques permet d'ajuster la distribution photométrique des luminaires (en intensité et en direction) afin d'atteindre les performances souhaitées.

### B1α - BILAN DE L'ÉVOLUTION DES MESURES PHOTOMÉTRIQUES

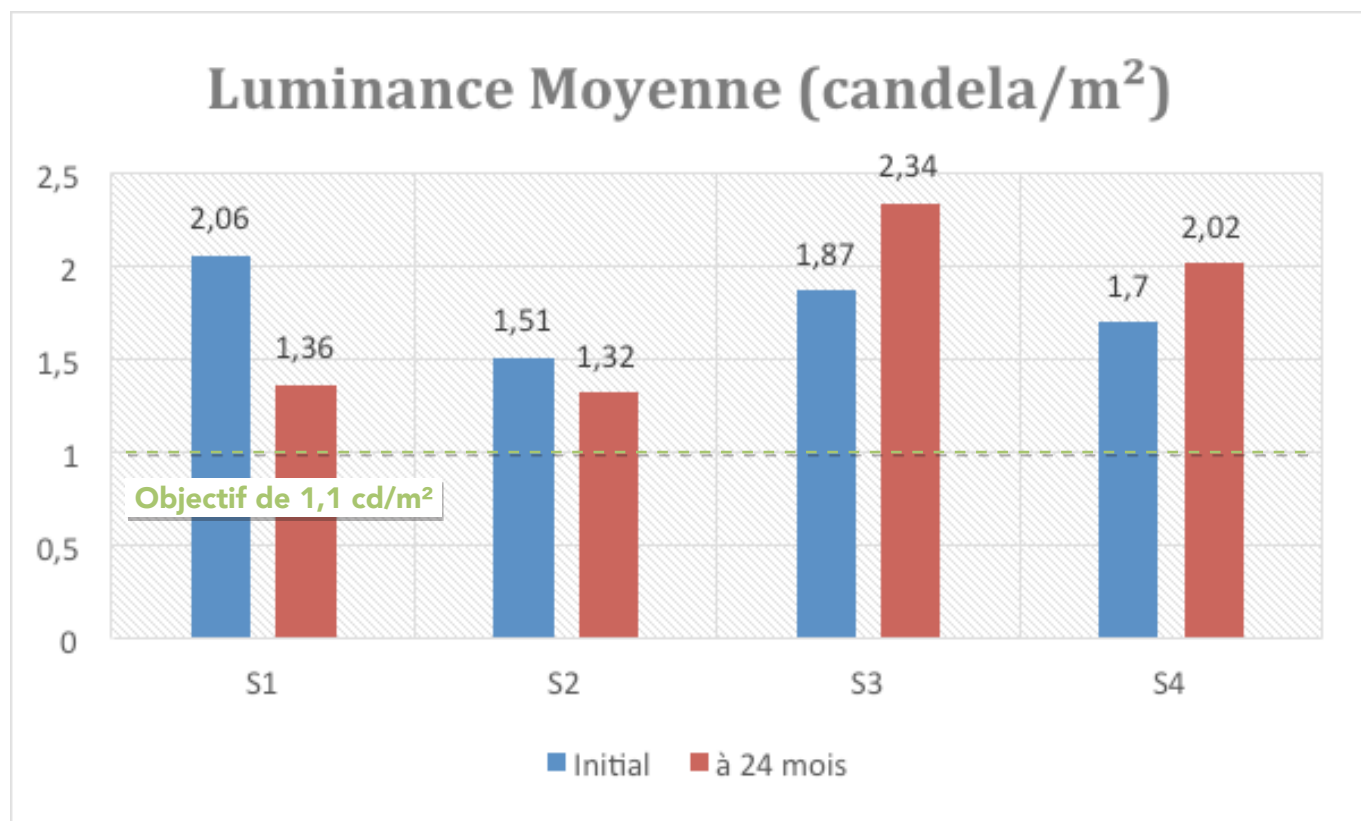
Le comité de suivi a mis en place un double processus de mesure photométrique des chaussées par le système « Cyclope », permettant une évaluation plus fine :

- ▶ Mesure par caméra statique à partir d'un unique point d'observation,
- ▶ Mesure par caméra embarquée à bord d'un véhicule.

La mesure photométrique s'évalue sur la base de trois grandeurs normalisées :

- La luminance moyenne (Lmoyen) exprimée en  $\text{cd}/\text{m}^2$
- L'uniformité générale (Uo)
- L'uniformité longitudinale (Ul)

Cette évaluation permet de s'assurer que les mesures relevées restent dans le cadre normatif, y compris pour les sections 3 et 4.



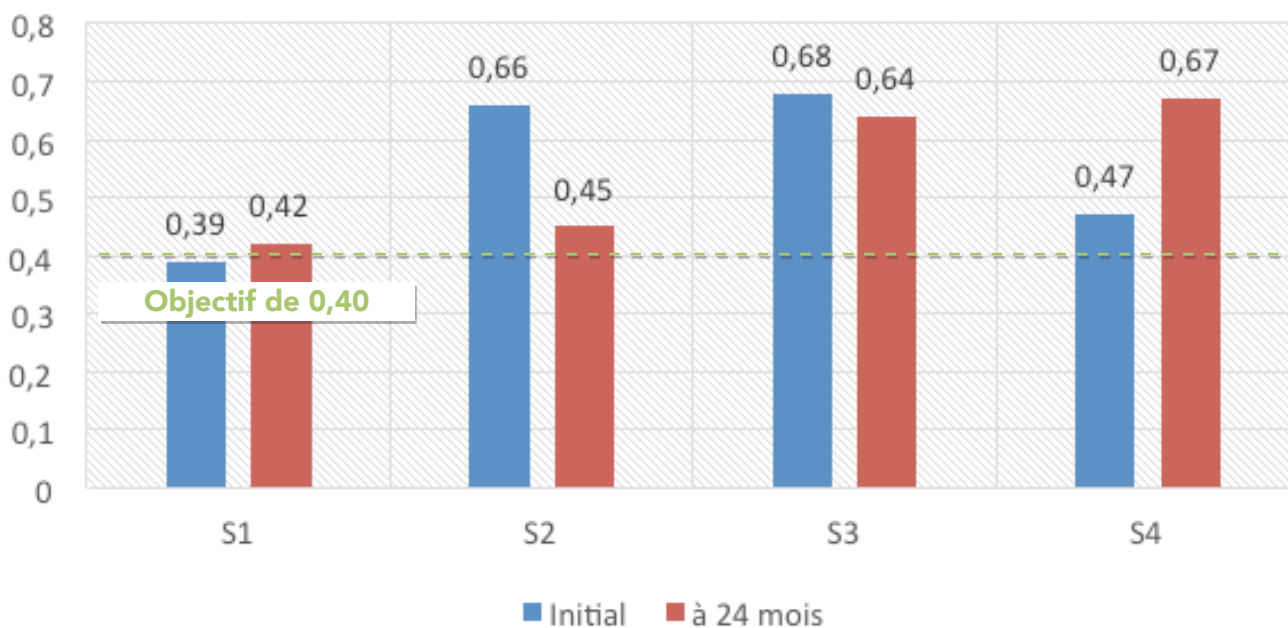
Concernant la section 1 Lumiroute® : une baisse notable des luminances moyennes est observée ; celle-ci est marquée par la réduction progressive de l'intensité lumineuse des STYLED combinée à l'évolution des propriétés optiques du revêtement que permet le procédé Lumiroute®. L'objectif de  $1,11 \text{ cd}/\text{m}^2$  correspondant à un « éclairage juste » reste atteint à 24 mois.

Concernant la section 2 Lumiroute®, une légère baisse de la luminance moyenne est constatée ; celle-ci est également due à la baisse progressive des puissances de 0 à 24 mois permise par le procédé Lumiroute® et à l'évolution des propriétés de surface du revêtement. L'écart plus réduit entre la luminance initiale et celle à 24 mois s'explique par l'intervention d'hydrodécapage réalisée sur la section 2 lors de sa mise en œuvre.

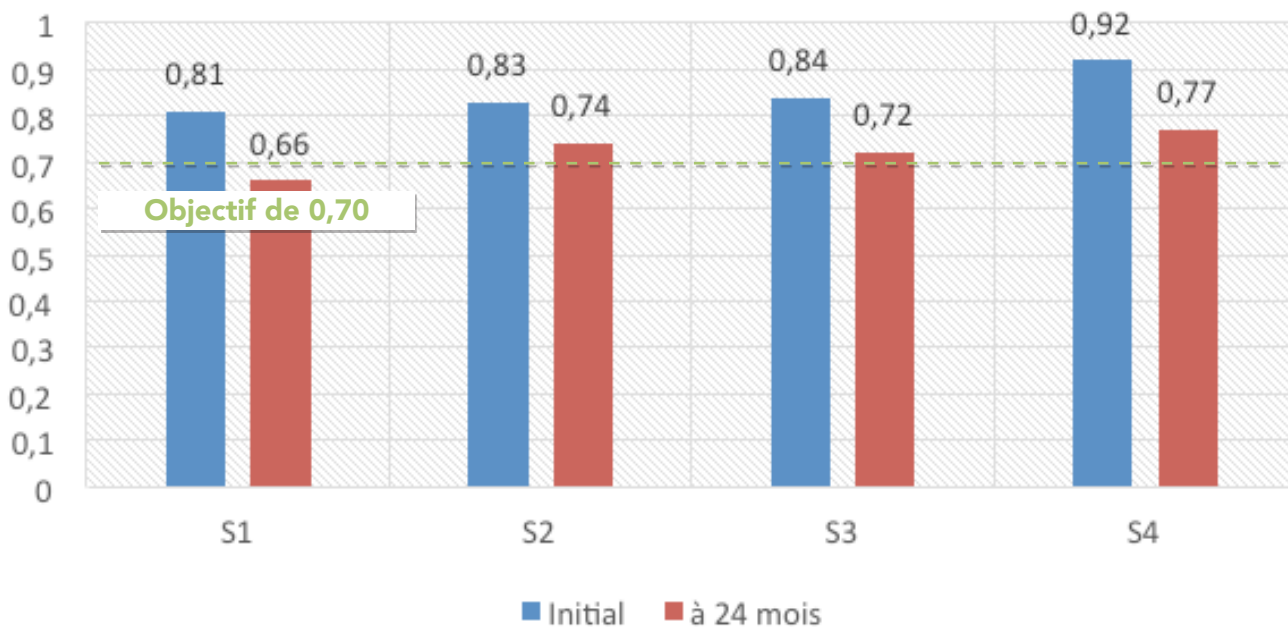
Concernant les sections « témoin » 3 et 4, la luminance moyenne de la section augmente ; ceci est dû à l'éclaircissement progressif du revêtement combiné à l'impossibilité de modifier la puissance des lampes à décharge. Ces sections peuvent être considérées comme sur-éclairées.

La qualité des installations d'éclairage et donc le confort aux usagers sont évalués par le calcul des uniformités générales et longitudinales. Ainsi, le cadre normatif de l'expérimentation impose un objectif à 0,40 pour l'uniformité générale Uo et à 0,70 pour l'uniformité longitudinale Ul.

## Uniformité générale U0



## Uniformité longitudinale UI



## B1b. CONCLUSION

Globalement, l'ensemble des sections présente un niveau optimum de service aux usagers avec des valeurs d'uniformités générales et longitudinales respectant les objectifs initiaux à 0,40 et 0,70 correspondant aux exigences normatives de la classe ME3a.

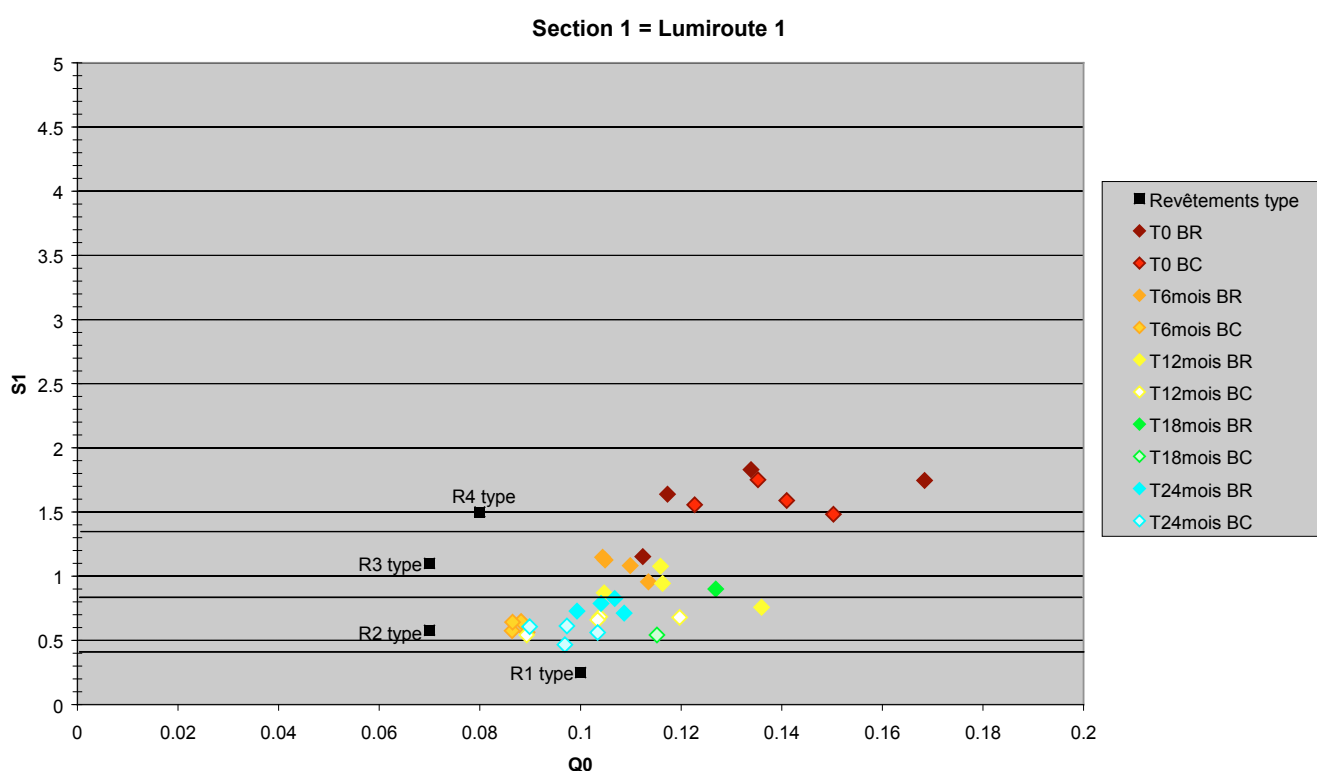
Seule la section Lumiroute® 1 présente quelques valeurs légèrement inférieures aux objectifs fixés ; néanmoins ces valeurs s'inscrivent dans la marge d'erreur correspondant à la prise en compte de l'environnement extérieur lors des mesures tel que les aléas de la météo ou l'humidité relative à la surface des revêtements.

Cette marge d'erreur est aussi valable avec des valeurs qui seraient légèrement supérieures.

## B2a. BILAN DE L'ÉVOLUTION DES COMPORTEMENTS PHOTOMÉTRIQUES DES REVÊTEMENTS

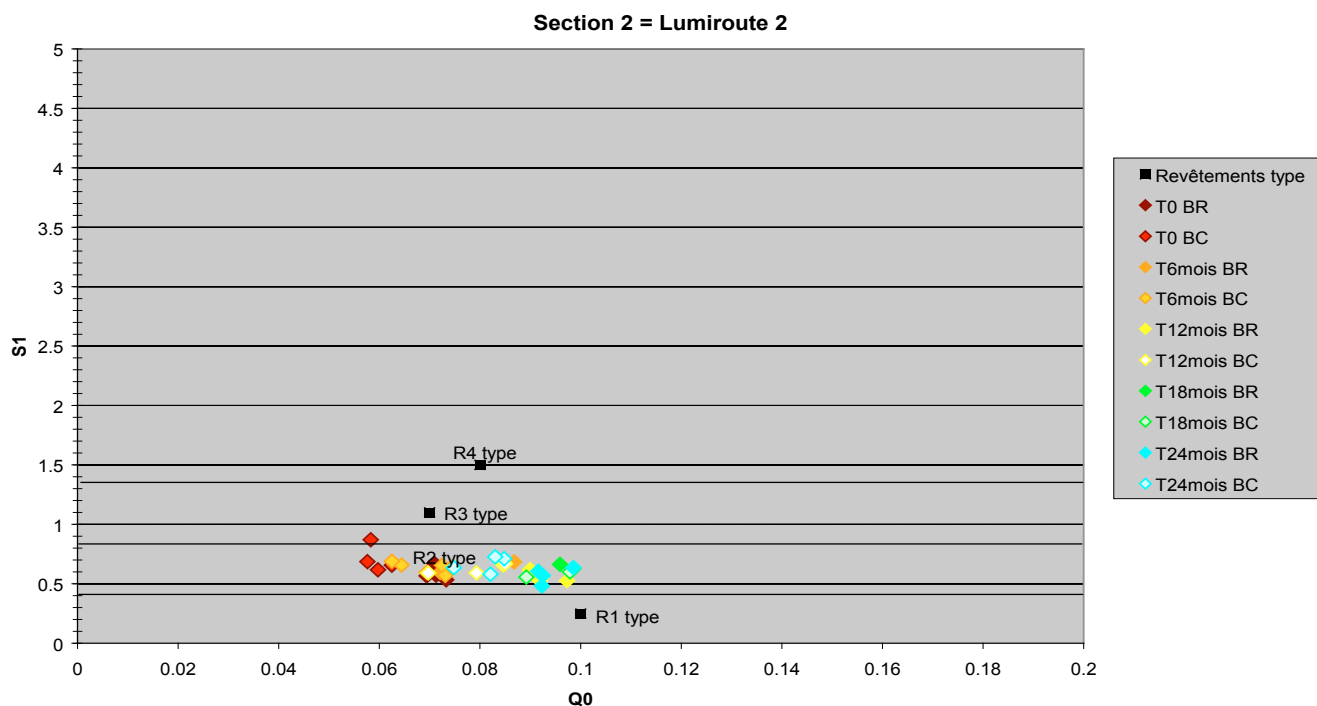
Une seconde évaluation menée grâce à l'appareil Coluroute permet de présenter les caractéristiques de clarté et de brillance (spécularité) des enrobés.

Ici l'objectif est d'obtenir des chaussées offrant le plus de clarté (Coefficient de clarté Q0) possible et d'éliminer la brillance, appelée spécularité S1, sur les enrobés afin d'obtenir le matériau le plus diffusant possible.

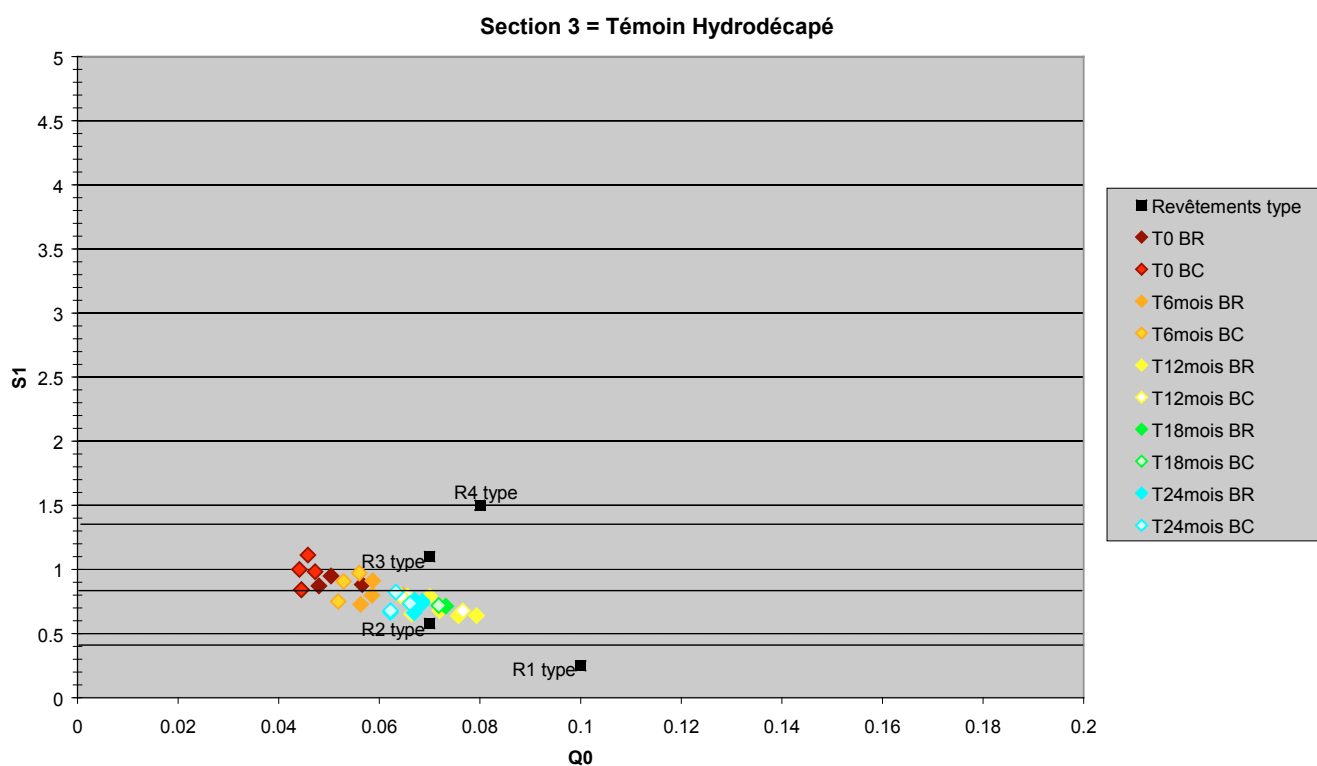


**1/ sur la section 1 Lumiroute®**, au fur et à mesure des évaluations, on constate que l'enrobé s'assombrit et devient plus diffusant. A la pose de l'enrobé, le film de liant n'étant pas décapé, il s'encrasse naturellement (coefficient Q0 plus élevé que pour les 3 autres sections). Puis avec le temps, il est décapé et l'enrobé redevient très légèrement plus clair. On se rapproche alors de la couleur du granulat. La brillance de la section diminue au cours du temps. L'évolution sur cet enrobé est plus importante que celle de la section 2 qui bénéficie dès sa mise en œuvre d'un traitement hydro-décapé.

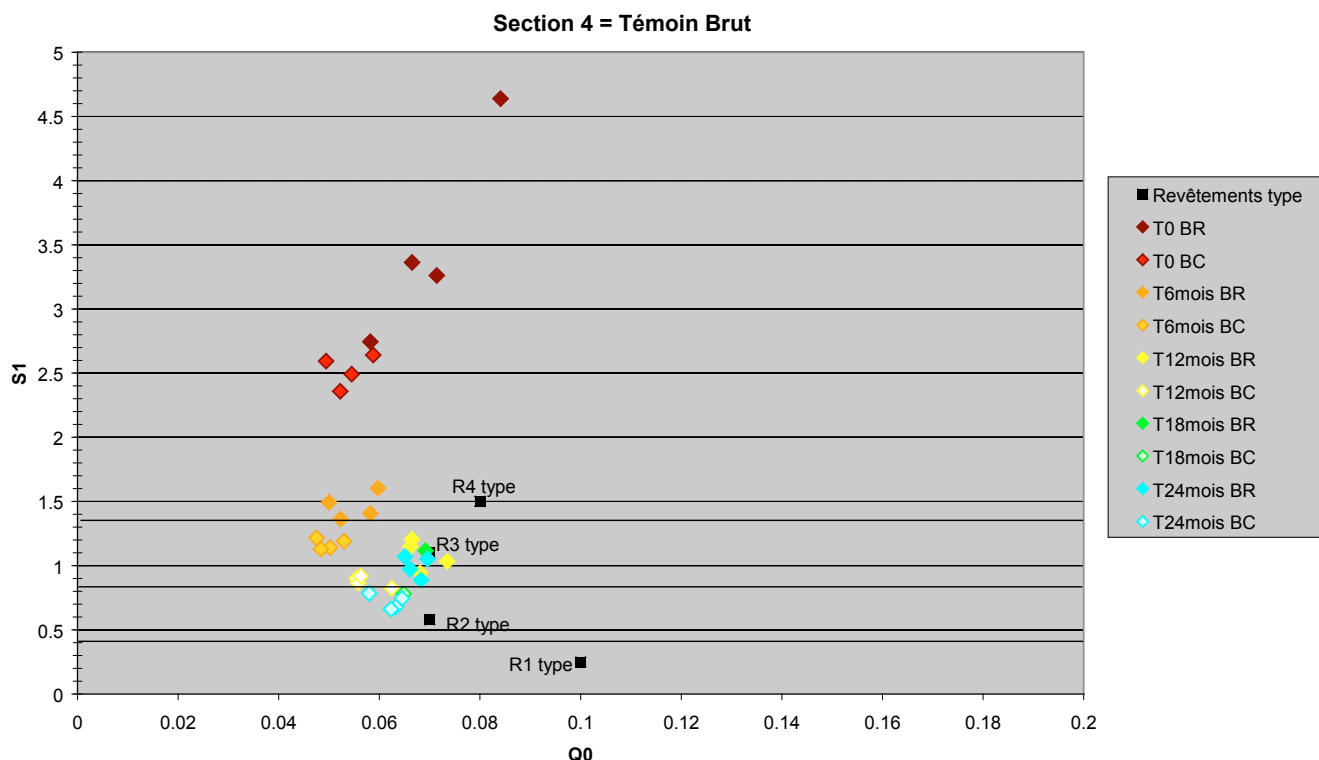




**2/ sur la section 2 Lumiroute®**, la spécularité est stable. En revanche, le liant bitumineux (noir), partiellement découvert lors du décapage, continue à dégager les granulats blancs, rendant le revêtement globalement plus clair.

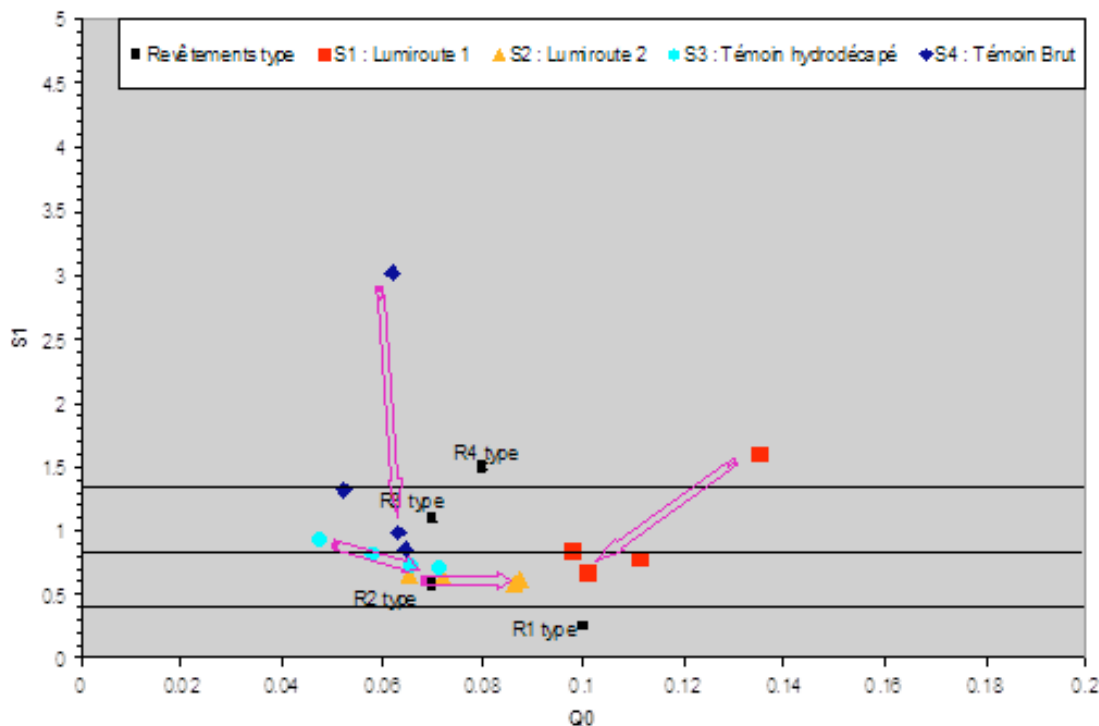


**3/ la section 3 « témoin » hydro-décapée** présente des similarités avec la section 2 Lumiroute®, les deux enrobés bénéficiant d'un hydro-décapage à leur mise en œuvre. La seule différence concerne le coefficient Q0 : il est plus élevé pour la section 2 en raison de la présence de granulats clairs.



**4/ la section 4** présente des similarités avec la section 3 puisqu'il s'agit des mêmes matériaux. Seule la mise en oeuvre diffère, sans hydrodécapage en section 4 expliquant la forte spécularité initiale.

Le graphe suivant synthétise les propriétés photométriques des 4 revêtements au cours des deux années d'expérimentation. On repère aisément le positionnement des revêtements par rapport à leur clarté et spécularité relative, ainsi que les tendances d'évolution dans le temps qui tend vers un rapprochement de ces propriétés.



## B2b. CONCLUSION

A l'issue des deux années de mise en œuvre, il apparaît que les caractéristiques photométriques des sections Lumiroute® 1 et 2 se rejoignent. Le constat est identique concernant celles des sections témoins 3 et 4, plus proches après deux ans de mesure. L'hydro-décapage des sections permet d'accélérer la stabilisation des propriétés de surface du revêtement.





## C. EVALUATION ENVIRONNEMENTALE LUMINEUSE

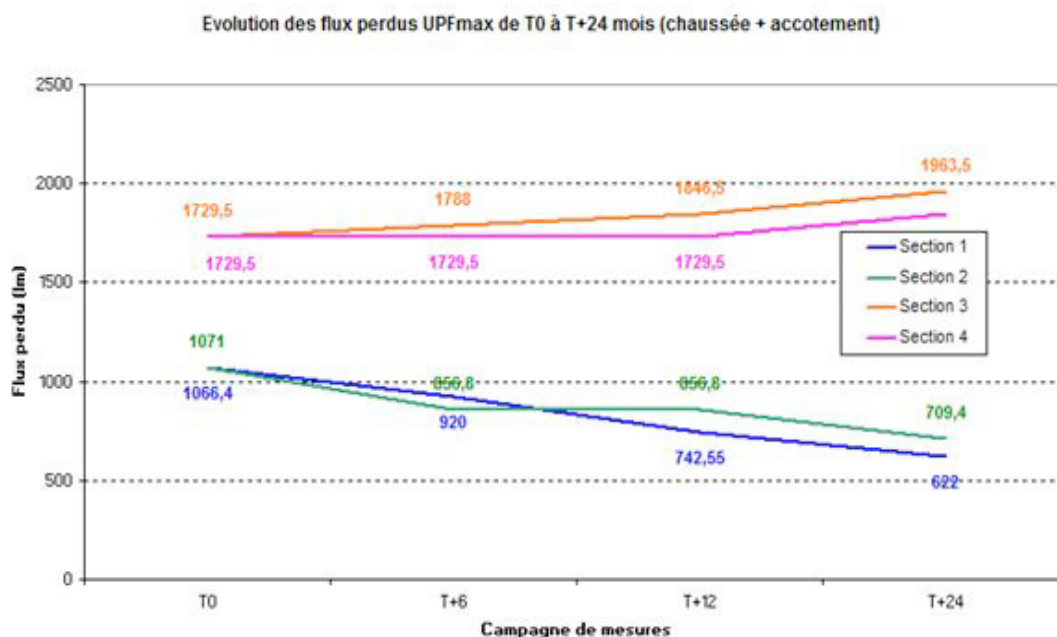
Il s'agit d'évaluer la contribution des installations d'éclairage par rapport à la lumière non utile voire éventuellement nuisible.

On s'intéresse ainsi au découpage géométrique de la répartition du flux sortant des luminaires de chaque section étudiée en distinguant :

- ▶ **UPFmax** est le flux maximum des installations potentiellement perdu (direct et réfléchi) vers le ciel, en lumens,
- ▶ **UPFmin** le flux minimal irréductible réfléchi vers le ciel par la seule surface de référence,
- ▶ **UFR** le rapport entre UPFmax et UPFmin qui correspond au rapport proposé par la norme XP90-013:2011-03 pour l'évaluation et la maîtrise de la contribution au halo nocturne, aussi appelé « niveau de nuisance ». UFR donne un rapport comparatif entre plusieurs solutions, dont la valeur minimale est l'unité : valeur idéale vers laquelle on doit tendre pour limiter au mieux les nuisances dues à la lumière, mais également l'énergie nécessaire pour atteindre les exigences d'éclairage.

		UPFmax	UPFmini	UFR
Section 1	T0	1066,4	530	2,0
	T+6	920	507	1,8
	T+12	742,55	330	2,3
	T+24	622	312	2,0
Section 2	T0	1071	351	3,1
	T+6	856,8	281	3,1
	T+12	856,8	281	3,1
	T+24	709,4	257	2,8
Section 3	T0	1729,5	293	5,9
	T+6	1788	351	5,1
	T+12	1846,5	410	4,5
	T+24	1963,5	527	3,7
Section 4	T0	1729,5	293	5,9
	T+6	1729,5	293	5,9
	T+12	1729,5	293	5,9
	T+24	1846,5	410	4,5

La courbe suivante évalue en volume l'évolution des flux perdus (UPF) par chacune des configurations sur les 4 sections du projet Lumiroute en application de la méthodologie définie dans la norme expérimentale X 90-013 « Nuisances lumineuses extérieures – Méthodes de calcul et de contrôle » éditée par l'AFNDR.





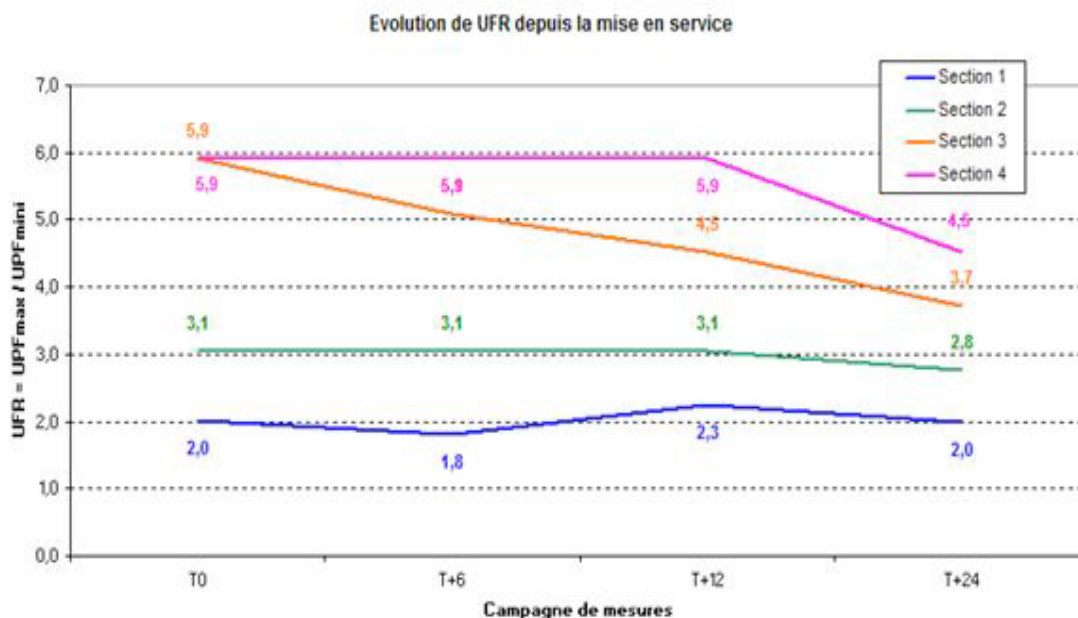
## C1. BILAN DE L'ÉVOLUTION DES COMPORTEMENTS PHOTOMÉTRIQUES DES REVÊTEMENTS

Le constat issu uniquement de données calculées à partir de l'évolution des caractéristiques de chaque section (flux sortant, coefficient de réflexion de la chaussée, éclairage moyen...) tend à démontrer :

- **une baisse nette des flux perdus** depuis la mise en service pour les sections Lumiroute® 1 (- 42,3 %) et 2 (- 36,3 %) pour des valeurs maxi inférieures à 800 lm. Cette baisse est notamment due aux baisses de niveau d'éclairage sur ces sections.
- **Inversement, un très léger accroissement des flux perdus** pour les sections « témoin » 3 (+ 3,5 %) et 4 (+ 2 %) pour des valeurs mini proches ou supérieures à 1500 lm soit bien au-dessus des courbes des sections 1 et 2.

La valeur absolue de UPFmax est intéressante lorsqu'il s'agit de comparer des solutions d'éclairage différentes comme dans le cas de l'expérimentation Lumiroute®.

Les courbes suivantes représentent l'évolution du « niveau de nuisance » UFR qui est le rapport de UPFmax (flux perdu global) sur UPFmini (flux incontournable réfléchi par les revêtements).



Ces courbes démontrent des valeurs UFR plus fortes pour les sections 3 et 4 que pour les sections 1 et 2, ce facteur caractérisant le niveau de nuisance potentiel de chacune des installations. On peut donc énoncer que les sections « témoin » présentent des niveaux de nuisance potentiels plus forts que les sections 1 et 2 équipées de luminaires à LED, ceci en raison de la gradation fine du niveau lumineux dès la mise en service et au cours du temps.

## C2. CONCLUSION :

Ces évaluations environnementales liées aux nuisances lumineuses tendent à démontrer :

- ▶ **une limitation bien plus importante des flux perdus** par les configurations des sections 1 et 2 que pour les sections « témoin » conséquence d'une meilleure maîtrise de la répartition photométrique des flux lumineux sortant des luminaires LED dès la mise en service (gradation souple contrairement aux paliers des sections traditionnelles),
- ▶ **des « niveaux de nuisance potentiels » moins importants** que les sections 1 et 2 pour les mêmes raisons.

## D. EVALUATION DE L'ADHERENCE

Il s'agit d'évaluer le niveau de service des enrobés afin de s'assurer de leur bonne adhérence.

L'évaluation comprend des mesures du Coefficient de Frottement Transversal (CFT) réalisées au griptester et des mesures ponctuelles de macrotecture (PMT, méthode volumétrique : essai à la bille de verre) et en continu au rugolaser (PTE, méthode profilométrique dans et hors bande de roulement) en réception de chantier.

Les mesures de la macrotecture et de la microtexture permettent de vérifier la bonne « drainabilité » de la chaussée, c'est-à-dire de s'assurer du bon écoulement de l'eau afin d'éviter tout risque d'aquaplanage en conservant un contact sec entre le pneu et la chaussée.

- ▶ La mesure de la macrotecture est basée sur la composition de l'enrobé, de la couche de roulement ainsi que du traitement de surface appliqué.
- ▶ La mesure de la microtexture se calcule au moyen du Coefficient de Frottement Transversal (CFT) pour s'assurer de la pérennité de l'aspect rugueux de la chaussée pour accrocher le pneumatique.

## D1- BILAN DE L'ÉVALUATION DE L'ADHÉRENCE À T + 24 MOIS

L'évolution de la macrotecture et la microtexture dépendent fortement de plusieurs facteurs tels que la vitesse des véhicules, l'impact du trafic, leur poids (voitures / motos / camions), les aléas météorologiques (présence abondante de pluie au cours de l'année, chaleur,...) et l'environnement même du site (pente, trace,...).

Les évaluations menées à 24 mois démontrent un double phénomène, lequel reste classique pour des chaussées réalisées à partir de BBMc 0/10 et mises en œuvre depuis deux ans :

- ▶ **Légère augmentation de la macrotecture** des 4 revêtements, laissant apparaître de premières altérations,
- ▶ **Réduction du niveau moyen de l'adhérence** sur les 4 chaussées. Le CFT des 4 sections se situe actuellement entre 60 et 70 points de 100 CFT, correspondant à un niveau d'adhérence satisfaisante sur la classe de revêtement mesurée en CFT.

## D2 - CONCLUSION

Au regard des mesures ponctuelles effectuées, le comité de suivi observe une légère faiblesse de la macrotexture du revêtement de la section 4 « témoin ». Ce constat se vérifie à chaque nouvelle évaluation menée.

Ce sont les deux sections « témoin » qui enregistrent la plus forte baisse de microtexture exprimée en CFT, alors que les deux sections Lumiroute® démontrent un CFT à l'identique, de l'ordre de 64 points de CFT. L'application de l'hydro-décapage sur la section 2 Lumiroute® semble s'être définitivement estompée.

En matière d'orniérage, les mesures confirment que la composition des enrobés répond bien à cette problématique puisqu'aucune ornière significative n'a été identifiée. Néanmoins, il existe un niveau de déformation légèrement plus marqué sur les voies plus lentes qui accueillent le trafic des poids lourds.

## E. EVALUATION ACOUSTIQUE

Il s'agit d'évaluer en continu le niveau sonore des divers enrobés étudiés.

### E1. BILAN DE L'ÉVALUATION ÉNERGÉTIQUE À T + 24 MOIS

		T+6 mois	T+12 mois	T+24 mois
Type de revêtement	Section PR	Niveaux sonores de proximité en continu en dB(A) et homogénéité à la T°C référence , en juillet 2014	Niveaux sonores de proximité en continu en dB(A) et homogénéité à la T°C référence , en avril 2015	Niveaux sonores de proximité en continu en dB(A) et homogénéité à la T°C référence , en novembre 2015
BBMc 0/10 section 1 (lumiroute)	2-080 à 2-284	95,8	96,7	96,1
BBMc 0/10 section 2 (lumiroute)	2-284 à 2-080	95,1	96,3	96
BBMc 0/10 section 3 (témoin)	2+142 à 2-080	95,1	96,2	95,4
BBMc 0/10 section 4 (témoin)	2-080 à 2+142	95,4	96,2	95,3

Tableau 1 : Résultats aux microphones latéraux en niveau global A recomposé

### E2. BILAN DE L'ÉVALUATION ÉNERGÉTIQUE À T + 24 MOIS

Concernant l'évaluation acoustique, deux observations sont mises en exergue :

- Il existe une similarité des niveaux acoustiques sur les 4 tronçons Lumiroute® et « témoin » en raison d'un revêtement équivalent de type BBMc 0/10,
- On note très peu d'évolution du niveau sonore exprimé en dB(A) pour les 4 revêtements et au cours des trois périodes de tests. Ces résultats restent classiques, les couches de roulement ne subissant pas d'aléas majeurs au cours des deux premières années d'installation.

## ANNEXE.1

## OUTIL DE MESURES PHOTOMÉTRIQUES CYCLOPE

## CYCLOPE

Un outil de diagnostic photométrique pour l'optimisation des performances de vos installations d'éclairage

### ■ Contexte

Fruit de 10 ans de recherche et développement, **CYCLOPE** est aujourd'hui un outil de diagnostic photométrique opérationnel au service des partenaires territoriaux et des clients du Cerema.

Le **diagnostic des performances photométriques** d'une installation d'éclairage permet d'évaluer le **niveau de service** de cette installation et d'examiner son **adéquation avec les enjeux de sécurité routière et de confort visuel** qui ont motivé son implantation.

À la mise en service ou après travaux, un diagnostic permet de **réceptionner une nouvelle installation** et de vérifier *in situ* le dimensionnement et les hypothèses de calcul associées.

Puis, tout au long de la vie de l'installation, le diagnostic photométrique permet de **contrôler** que les **performances visées sont maintenues dans le temps, conformes aux exigences normatives et optimales** en termes de consommation énergétique.



Source : DLPCA - Site LUMIROUTE (Lisieux Métropole)

### ■ Repères réglementaires

Les **exigences de performance en éclairage routier** sont définies principalement dans les documents suivants :

- la norme européenne NF EN 13201 relative à l'éclairage public,
- la publication 115 de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE),
- les guides du Cerema concernant l'éclairage du réseau routier national,
- les recommandations de l'Association Française de l'Éclairage (AFE).

Les **exigences de performance en éclairage de tunnel** sont définies principalement dans les documents suivants :

- le fascicule européen FD CEN 14380 relatif à l'éclairage des tunnels,
- le dossier pilote des tunnels du Centre d'études des tunnels (CETU),
- les recommandations de l'AFE,
- la publication 88 de la CIE.

Ces exigences sont évaluées *in situ* par la mesure et/ou le calcul de :

- la **luminance moyenne** de la chaussée
- les luminances minimale et maximale de la chaussée
- l'**uniformité générale** en luminance sur la chaussée
- l'**uniformité longitudinale** en luminance sur la chaussée
- la luminance moyenne des parois (cas des tunnels)
- les uniformités sur les parois (cas des tunnels)



Source : DLPCA - Tunnel sur l'A50 (Toulon)



Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale Ouest : MAN - 9 rue Viviani - BP 46223 - 44262 Nantes cedex - Tél : +33 (0)2 40 12 83 01

Siège social : Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - C8 92 803 - F-69674 Bron cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

Établissement public : Siret 130 018 310 00 222 - TVA intracommunautaire : FR 94 130018310 [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)



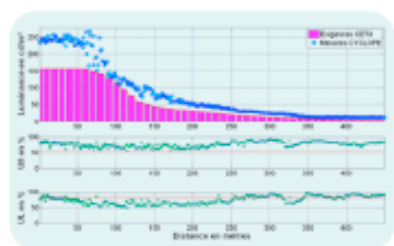
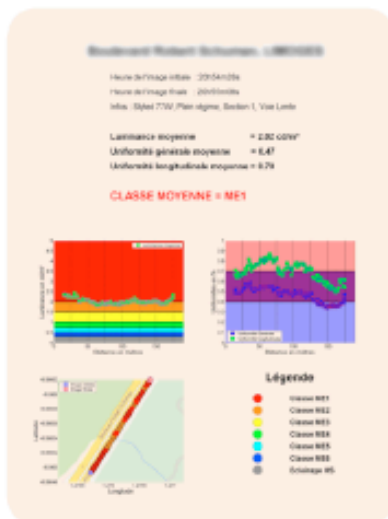
## ■ Prestations

L'outil CYCLOPE est un appareil de mesure innovant développé par le Cerema. Il permet d'effectuer dans le cadre réglementaire précédemment mentionné des diagnostics de performance photométrique d'installations d'éclairage. Les relevés de luminance sont réalisés en continu et en dynamique par véhicule instrumenté ce qui minimise les contraintes d'exploitation pour le maître d'ouvrage. Toutes les mesures produites sont géoréférencées et peuvent être intégrées dans le système d'information géographique (SIG) du gestionnaire.

## ■ Méthodologie

La méthodologie CYCLOPE repose sur une caméra calibrée embarquée dans un véhicule dédié. Les images enregistrées portent les distributions de luminance et le maillage normalisé de mesure est projeté dans chaque image, offrant un parfait recouvrement entre deux mesures successives.

Outre l'évaluation photométrique d'un parc d'éclairage, la fourniture d'un rapport d'audit et l'exploitation des mesures associées, la technologie originale CYCLOPE offre à ses clients la possibilité de disposer d'une base de données d'images nocturnes de leur réseau.



## ■ Compétences et moyens

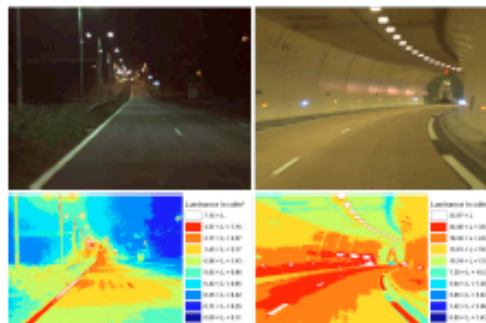
Deux agents de la Direction territoriale Ouest (Dter Ouest) du Cerema sont impliqués dans les activités réglementaires et normatives relatives à l'éclairage routier et aux nuisances lumineuses. Trois agents assurent les diagnostics CYCLOPE.

La Dter Ouest peut également s'appuyer sur les compétences et les outils disponibles dans les autres directions territoriales du Cerema.

## ■ Références

### Quelques interventions récentes

- Diagnostic photométrique d'éclairage public pour :
  - Nantes Métropole
  - Angers Loire Métropole
  - Limoges Métropole
- Diagnostic photométrique en tunnel sur :
  - A10 (Chantier LGV Paris-Bordeaux – VINCI)
  - A40 (Tunnel de Chamoise – APRR)
  - A50 (Tunnel de Toulon – DIR Méditerranée)



## ■ Contact

**Florian GREFFIER**  
 Cerema / Direction territoriale Ouest / Département Laboratoire et CECP d'Angers  
 Groupe Exploitation et Sécurité Routières – Équipe Vision  
 Tél : 02 41 79 13 02 – Courriel : [florian.greffier@cerema.fr](mailto:florian.greffier@cerema.fr)



Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement  
 Direction territoriale Ouest : MAN – 9 rue Viviani – BP 46223 – 44262 Nantes cedex – Tél : +33 (0)2 40 12 83 01  
 Siège social : Cité des Mobilités – 25, avenue François Mitterrand – CS 92 803 – F-69674 Bron cedex – Tél : +33 (0)4 72 14 30 30  
 Établissement public : Siret 130 018 310 00 222 – TVA Intracommunautaire : FR 94 130018310 [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

## ANNEXE.2

### MÉTHODOLOGIE DES MESURES PHOTOMÉTRIQUES DES REVÊTEMENTS : SYSTÈME COLUROUTE

Le réflectomètre portable Coluroute (COefficient de LUminance des ROUTES) dont dispose le Laboratoire de Strasbourg du Cerema permet de mesurer en statique et in situ les propriétés de réflexion d'un revêtement suivant les recommandations de la CIE. Breveté par le LCPC, cet appareil a reçu en 2002 le trophée du prix de l'innovation du Réseau Scientifique et Technique de l'Équipement.

Il est équipé d'un capteur visant la surface de mesure sous un angle de  $1^\circ$ , et de vingt-sept sources disposées de manière à éclairer successivement cette surface selon différentes combinaisons des angles  $\beta$  et  $\gamma$  ; ces angles sont judicieusement choisis pour pouvoir, d'une part, calculer le facteur de spécularité  $S_1$ , et d'autre part, reconstruire par interpolation le tableau de réflexion complet du revêtement. L'étalonnage est réalisé à l'aide de plaques de référence mesurées sur un goniophotomètre de laboratoire, et peut être effectué sur site. Etant donné l'encombrement réduit de l'appareil, la zone de mesure couvre une surface de 5 cm de diamètre. Il est donc nécessaire de réaliser à minima 5 acquisitions au voisinage de la zone à caractériser, afin de garantir l'obtention de valeurs représentatives. Les mesures peuvent être réalisées en plusieurs points, permettant une caractérisation plus représentative du revêtement, notamment en termes d'hétérogénéité.



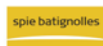
Appareil Coluroute

## ANNEXE.3

### FICHE D'IDENTITÉ DE L'ENTREPRISE MALET



Une société du groupe  
**Spie batignolles**



L'entreprise MALET, filiale du groupe Spie batignolles, intervient principalement dans le Sud de la France au travers de ses implantations : 33 agences et filiales, 23 postes d'enrobage, 14 plateformes de recyclage, 7 sites de production de granulats et 6 usines d'émulsion.

L'entreprise Malet opère dans 3 grands domaines d'activité :

- Les travaux routiers,
- L'extraction et la transformation des granulats,
- La fabrication et la mise en œuvre d'enrobés.

Le portefeuille client de MALET est majoritairement constitué de collectivités locales et de grands groupes privés.

MALET dispose d'un savoir-faire très pointu en matière de travaux routiers. Elle a su développer ses propres innovations avec le dépôt de nombreux brevets (tel que celui de l'enrobé tiède), depuis la création, en 2006, d'un pôle technique dédié à la recherche, à la conception, au contrôle, aux études, aux analyses...

Elle a d'ailleurs reçu le Prix de l'Innovation à l'occasion d'un Congrès Mondial de la Route.

#### Quelques références

- Projet Lumiroute®
- Autoroute A88 dans le Calvados
- Tramway de Toulouse, Montpellier, Bordeaux
- Contournement de Tarbes en Partenariat Public Privé
- Reconstruction de la montée au Puy-de-Dôme
- Rénovation de l'aéroport de Carcassonne
- Rénovation d'une section de l'autoroute A64 entre Muret et Roques (31)

## ANNEXE.4

### FICHE D'IDENTITÉ DE L'ENTREPRISE SPIE BATIGNOLLES ÉNERGIE BORJA



**/ Spie batignolles énergie**

Pôle énergie du groupe Spie batignolles, Spie batignolles énergie est un opérateur complet couvrant l'ensemble des métiers du génie électrique, du génie climatique et des services qui y sont associés.

Spie batignolles énergie réalise des installations de génie électrique et de génie climatique depuis la conception jusqu'à la maintenance et opère dans les domaines de l'industrie, des infrastructures et des bâtiments tertiaires :

- ▶ Génie électrique
- ▶ Génie climatique
- ▶ Maintenant multitechnique
- ▶ Fluides industriels
- ▶ Infrastructures ferroviaires
- ▶ Réseaux d'énergie

Pour répondre aux besoins diversifiés des collectivités locales et des entreprises, Spie batignolles énergie Borja dispose de multiples solutions réseaux, parfaitement intégrées à l'environnement des sites afin de contribuer à l'amélioration du cadre de vie :

- ▶ Lignes haute tension aériennes et terrestres
- ▶ Eclairage extérieur public et privé
- ▶ Mise en lumière : valorisation du patrimoine, illuminations évènementielles
- ▶ Vidéosurveillance urbaine
- ▶ Réseaux divers : gaz, télécom, eau potable

## ANNEXE.5

### FICHE D'IDENTITÉ DE L'ÉCLAIRAGISTE THORN

**THORN**  
LIGHTING PEOPLE

Thorn est un fabricant et fournisseur international de solutions d'éclairage intérieur et d'extérieur incluant les systèmes de gestion.

Présent dans plus de 120 pays à travers le monde, nous avons pour mission de rendre accessible à tous un éclairage de qualité.

Nos solutions de haute performance sont installées dans toutes sortes d'applications ; des installations sportives aux routes, en passant par les tunnels, les paysages urbains, les bureaux, les bâtiments scolaires ou industriels.

La société, qui a vu le jour en 1928, bénéficie de nombreuses années d'expérience en matière de fourniture de solutions d'éclairage.

Grâce à nos installations de recherche et de développement, nous nous efforçons de promouvoir les normes d'éclairage qui conviennent et nous sommes en position idéale pour combiner la toute dernière technologie de source lumineuse à notre expertise spécialisée en matière de design optique et de luminaires.

Nous mettons l'accent sur des solutions numériques, grâce à la dernière technologie de contrôle de l'éclairage.

Nous nous engageons à fournir un éclairage de haute performance. Nous voulons être le partenaire privilégié de nos clients en offrant des solutions numériques, rentables et durables.

Nous offrons des économies d'énergie sans faire de compromis au niveau de la performance, de l'efficacité et du confort. Tout ce que nous faisons vise à mettre au point une solution d'éclairage où l'esthétique, la performance optique et la consommation d'énergie sont en parfaite harmonie. Nos solutions d'éclairage sont faciles à prescrire, installer et entretenir.

Thorn fait partie du groupe Zumtobel.

Plus d'informations sur notre site [www.thornlighting.fr](http://www.thornlighting.fr)

Contact Presse

**Jean-Charles Lozat**

Responsable Communication

Tél. : +33 (0) 1 49 53 62 52

[jean-charles.lozat@zumtobelgroup.com](mailto:jean-charles.lozat@zumtobelgroup.com)



## ANNEXE.6

### FICHE D'IDENTITÉ DE LA COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION LIMOGES MÉTROPOLÉ



**La Communauté d'agglomération Limoges Métropole est un Etablissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI) qui regroupe 19 communes et rassemble plus de 212 000 habitants sur plus de 500 km<sup>2</sup>. Cela en fait le 2ème pôle urbain de la nouvelle grande Région Aquitaine-Limousin-Poitou-Charentes.**

La mission générale de la Communauté d'agglomération Limoges Métropole est de mener à bien de grands projets structurants, de développer l'offre de services et des équipements à vocation économique, et de gérer les grands services nécessaires à la population tout en maintenant la qualité de l'environnement, atout majeur de notre région.

Avec ses 5,2 millions de km de réseau de transport en commun parcourus par près de 15 millions de voyageurs chaque année, ses 1 400 ha de zones économiques, ses 1 360 km de voirie, son centre de recyclage, sa centrale énergie déchets, sa technopole ESTER (195 ha) composée de 200 raisons sociales rassemblant près de 2 500 emplois, ses 2 pôles de compétitivité - Elopsys et le Pôle européen de la céramique, son Zénith, son centre aquatique, L'Aquapolis, qui compte aujourd'hui parmi les trois plus grands complexes aquatiques français et prochainement son vélodrome, Limoges Métropole se présente comme un acteur dynamique majeur du territoire.

Le territoire de Limoges Métropole est desservi et relié par l'autoroute A 20 (axe Barcelone-Londres, gratuite sur 300 Km), l'A89 (axe Bordeaux-Lyon), la Route Centre Europe Atlantique (Nantes - Genève), l'aéroport international de Limoges Bellegarde (300 000 passagers /an) et la ligne SNCF Paris-Toulouse-Barcelone.

#### **Siège social**

##### **Communauté d'agglomération**

##### **Limoges Métropole**

64, avenue Georges Dumas

CS 10001

87301 Limoges cedex 1

Tél. : 05 55 45 79 00

@ : [www.agglo-limoges.fr](http://www.agglo-limoges.fr)

#### **Contact presse**

##### **Hélène VALLEIX**

64, avenue Georges Dumas

CS 10001

87031 Limoges Cedex 1

Tél. : 05 55 45 79 09

@ : [helene\\_valleix@agglo-limoges.fr](mailto:helene_valleix@agglo-limoges.fr)

## ANNEXE.7

### FICHE D'IDENTITÉ DU CEREMA



#### **L'EXPERTISE PUBLIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE DES TERRITOIRES**

Le Cerema est un établissement public placé sous la double tutelle du ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, et du ministère du logement et de l'habitat durable.

Centre de ressources et d'expertises scientifiques et techniques inter-disciplinaires, il est chargé d'apporter son concours à l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des politiques publiques en matière d'aménagement, d'égalité des territoires et de développement durable.

Il développe des relations étroites avec les collectivités territoriales qui siègent conjointement à son conseil d'administration et son conseil stratégique.

Fort du savoir-faire transversal de ses 3000 agents, et de leur potentiel d'innovation et de recherche appliquée, le Cerema propose une large palette de prestations dans les 9 champs d'action suivant :

- aménagement et développement des territoires, égalité des territoires,
- villes et stratégies urbaines,
- transition énergétique et changement climatique,
- gestion des ressources naturelles et respect de l'environnement,
- prévention des risques,
- bien-être et réduction des nuisances,
- mobilité et transport,
- gestion, optimisation, modernisation et conception des infrastructures,
- habitat et bâtiment.

Pour l'accomplissement de ses missions, l'établissement met en œuvre des activités d'expertise et d'ingénierie, d'évaluation, de méthodologie, d'innovation, d'essais et de contrôle, de recherche, de certification et de normalisation. Le Cerema diffuse également largement ses connaissances au travers de nombreuses publications, de colloques et journées techniques, de formations ou de sites web.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur notre site : [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Contact presse

**Anouk GAUBERT**

Chargée de communication du siège

Direction de la communication et de la diffusion des connaissances

Tél.: +33(0)4 82 91 75 49 - Port : +33(0)6 12 73 54 10