

**LAMPES LED:
CONFORMITÉ À LA RÉGLEMENTATION SUR
L'ÉCO-CONCEPTION**

Rapport 2022



RÉSUMÉ

Depuis le 1er septembre 2021, deux **nouveaux règlements d'éco-conception sur les sources lumineuses** sont d'application obligatoire : **UE 2020/2019** qui concerne les exigences d'efficacité et de fonctionnalité dit SLR et **UE 2019/2015** qui concerne l'étiquetage dit ELR.

Dans ce cadre, le laboratoire d'essais électro-optique de PISÉO a voulu connaître **l'état de l'art des performances des lampes LED** commercialisées au regard des exigences de ces nouveaux règlements. Pour cela nous avons prélevé sur le marché **33 échantillons de lampes LED** et en avons testé les performances au regard des exigences de ces derniers : **flux lumineux, IRC, efficacité énergétique, effet de scintillement et stroboscopique.**

Dans ce rapport nous nous sommes particulièrement intéressés aux indices **PST LM** (effet de scintillement) et **SVM** (effet stroboscopique) nouvellement introduits dans la réglementation. Réalisés selon les prescriptions des normes en vigueur, ces essais ont montré que **15% à 20%** des lampes testées **ne sont pas conformes** aux exigences réglementaires européenne sur l'écoconception.



SOMMAIRE

- Résumé • P2
- Auteurs du rapport • P4
- Introduction • P5
- Objectif du rapport • P8
- Caractéristiques évaluées, définitions et métriques • P10
- Description des essais réalisés • P18
- Résultats des essais • P21
- Conclusion • P27
- À propos de PISÉO • P29



AUTEURS DU RAPPORT



Anaïs PONS – Electro-Optic Lab Manager

Anaïs Pons est en charge du laboratoire de PISÉO. Elle est diplômée de SIGMA Clermont-Ferrand, spécialité matériaux. Son expérience précédente au sein de PISÉO lui a permis d'intervenir sur la conception de nombreux systèmes optiques pour différents domaines d'applications. Ses fonctions actuelles au sein du laboratoire de PISÉO l'amènent à réaliser de très nombreux essais de photométrie, de radiométrie et d'évaluation du risque photobiologique en conformité avec les méthodes internationales, ainsi qu'à déployer et faire respecter les exigences de l'accréditation ISO 17025 par le COFRAC du laboratoire de PISÉO. Anaïs Pons est également experte en risques optiques et participe à ce titre aux travaux des commissions de normalisation de l'AFNOR, du CENELEC et de l'IEC.



Lionel ARTINYAN – Optronics & Software Engineer

Lionel Artinyan est en charge des tests de caractérisation optique au niveau des composants et des systèmes, et des études de conception optique. Il est titulaire d'un diplôme d'ingénieur de l'ENSATT. Il a rejoint PISÉO début 2019 juste après ses études et a depuis participé à de nombreux projets différents tels que le développement et la réalisation de tests de caractérisation d'imageurs IR et de caméras, le développement d'un système de détection de CO₂, la caractérisation et la qualification de modules de tests optiques basés sur VCSEL développés par PISÉO, développement de scripts Python et Labview pour bancs de tests optiques.

INTRODUCTION

INTRODUCTION (1/2)

Depuis le 1er septembre 2021, le marché des éclairages LED a été bouleversé par l'arrivée de nouvelles réglementations Européenne sur l'écoconception. Deux nouveaux règlements sont d'application obligatoire : UE 2020/2019 qui concerne les exigences d'efficacité et de fonctionnalité des sources lumineuses et des appareillages dit SLR et UE 2019/2015 qui concerne l'étiquetage dit ELR.

En particulier, de nouveaux indicateurs de TLA (Temporal Light Artefact), l'indice P_{ST}^{LM} et l'indice SVM doivent être évalués pour chaque lampe LED commercialisée et ne doivent pas dépasser les valeurs maximums définies dans la réglementation. ($P_{ST}^{LM} max=1$, $SVM max=0,9$ jusqu'au 31 Aout 2024 puis $SVM max =0,4$). Ces TLA sont des effets indésirables dans la perception visuelle d'un observateur et sont induits par des modulations de lumière dans le temps.

Ces indices de TLA s'appuient sur des fluctuations temporelles de la luminance de la source lumineuse :

Scintillement de 0 à 80Hz : perception de l'instabilité visuelle induite par une lumière, dont la luminance fluctue avec le temps.

Effet stroboscopique de 80Hz à 2kHz : changement de perception du mouvement induit par une lumière dont la luminance fluctue avec le temps.



INTRODUCTION (2/2)

De même, le référentiel des classes d'efficacité énergétique a été modifié.

Aussi, les experts de PISÉO ont souhaité connaître l'état de l'art des produits actuellement commercialisés en évaluant leurs performances au regard de cette nouvelle réglementation. Pour cela ils ont prélevé sur le marché un échantillonnage de 33 lampes LED pour lesquelles ont été mesurés les nouveaux indices de TLA ($P_{ST} LM$ et SVM), ainsi que les caractéristiques de performances plus classiques (Flux, Température de couleur, IRC, Efficacité lumineuse, Puissance électrique consommée et classes d'efficacité énergétique). Ces dernières sont issues de mesures photométriques et électriques réalisées de manière fiable et précise, dans la limites des incertitudes maîtrisables.

Ces mesures ont toutes été réalisées dans le laboratoire de PISÉO, accrédité ISO 17025 par le COFRAC (portée disponible sur www.cofrac.fr). L'accréditation ISO 17025 garantit des résultats d'essais de qualité rendus en toute impartialité.

Les produits ont été prélevés au deuxième semestre 2021.



OBJECTIF DU RAPPORT

OBJECTIF DU RAPPORT

L'objectif du rapport est de rendre compte de manière indépendante et impartiale de la conformité des lampes LED au regard des exigences européennes réglementaires en matière d'écoconception.

Il est destiné à améliorer la connaissance du marché par l'ensemble des parties prenantes : fabricants, distributeurs, usagers, pouvoirs publics, et le cas échéant à leur permettre de prendre les mesures nécessaires pour assurer la conformité des produits.



CARACTÉRISTIQUES ÉVALUÉES DÉFINITIONS ET MÉTRIQUES

PAPILLOTTEMENT $P_{ST} LM$ (1/2)

Cet indice a été proposé dans le cadre de l'IEC et est une évolution du PST (« Short Term flicker ») déjà proposé par le passé pour caractériser le flicker induit par une lampe à incandescence soumise à des variations de tensions. Le dispositif et la méthode d'essai du $P_{ST} LM$ sont décrits dans le document technique IEC TR 61547-1 ed.2.

L'objectif de cet indice est de rendre compte de manière objective de l'immunité du matériel d'éclairage envers les fluctuations de tension du réseau électrique générées par des charges variables (par exemple : lave-linge), et en tenant compte de l'évolution des technologies des sources lumineuses, notamment le déploiement massif des LED.

La détermination de l'indice $P_{ST} LM$ est réalisée en appliquant des modulations contrôlées sur la tension d'alimentation du dispositif et en mesurant la réaction de la lampe en luminance. Le calcul de l'indice $P_{ST} LM$ fait intervenir plusieurs filtres et émulateurs physiologiques : réjection de la composante non fréquentielle, émulation de la réponse de l'œil, démodulation et filtre passe bas pour simuler la réponse du cerveau etc.

La constitution de ce traitement du signal est décrite dans le document technique IEC TR 61547-1 ed.2 (annexe A). 5 modulations de tension sont appliquées, correspondant à 5 indices différents : plus l'indice est élevé, plus l'énergie apportée par la perturbation est grande. Une évaluation complète suppose l'application de ces 5 modulations. Pour cela une alimentation programmable précise est nécessaire pour réaliser ces essais, de même qu'une acquisition des données mesurées et un calcul de l'indice selon les modèles prescrits.



PAPILLOTTEMENT P_{ST}^{LM} LM (2/2)

Indice	Fréquence de modulation (Hz)	Variation relative de tension (%) (230V 50Hz)
$P_{ST}^{LM} 1$	0.325	0.894
$P_{ST}^{LM} 2$	0.916	0.722
$P_{ST}^{LM} 3$	8.8	0.275
$P_{ST}^{LM} 4$	13.5	0.407
$P_{ST}^{LM} 5$	33.3	2.343

Lien entre l'indice P_{ST}^{LM} et la fréquence de modulation appliquée

D'un point de vue technique, l'IEC TR 61547-1 ed.2 définit le flicker comme « la perception de l'instabilité visuelle induite par un stimulus lumineux dont la luminance ou la distribution spectrale fluctue avec le temps, pour un observateur statique dans un environnement statique ». Ce document conseille de ne pas dépasser un pourcentage de flicker optique de 5% et indique aussi que la valeur du P_{ST}^{LM} doit rester inférieure à 1. Un $P_{ST}^{LM} = 1$ correspondant à plus de 50% de personnes pouvant ressentir l'effet de flicker. Cet indice et la valeur maximale de 1 ont été retenus dans le cadre de la nouvelle réglementation européenne qui est applicable depuis le 1er septembre 2021.

EFFET STROBOSCOPIQUE SVM

Le SVM (Stroboscopic Visibility Measure) est un indice qui a été développé pour rendre compte de l'effet stroboscopique qui modifie la perception d'un mouvement par une lumière dont la luminance fluctue avec le temps.

De la même manière que le P_{ST} LM, le SVM a été développé en intégrant des données d'essais cliniques, utilisant des sujets observant différents types de modulations d'éclairage (en variant l'intensité lumineuse, la profondeur de modulation, le rapport cyclique, la fréquence, etc.). Les caractéristiques de la lumière ont été comparées à des caractéristiques connues comme étant propices aux phénomènes stroboscopiques, et ont été évaluées en conséquence. Plus le SVM est élevé, plus l'effet stroboscopique aura de chance d'être visible.

L'IEC TR 63158 ed.1 décrit la méthode de cet essai.



PHOTOMÉTRIE ET COLORIMÉTRIE

FLUX LUMINEUX

Le flux lumineux désigne la quantité totale de lumière visible émise par une source lumineuse. Par «lumière visible», on entend la partie du spectre lumineux visible par l'œil humain. L'unité de mesure du flux lumineux est le lumen, dont le symbole est lm.

EFFICACITE LUMINEUSE

L'efficacité lumineuse d'une source est le rapport entre le flux lumineux fourni et la puissance électrique consommée pour produire cette lumière. Elle s'exprime en lumen/watts (lm/W). Plus ce chiffre est grand, plus la lampe émet de lumière pour une même consommation électrique.

TEMPERATURE DE COULEUR

La température de couleur peut se définir comme la couleur de la lumière issue d'une source lumineuse. Cette température de couleur se mesure en kelvins (K), sur une échelle allant du bleu froid (20.000 K) au rouge chaud (1000 K).

IRC

L'indice de rendu de couleur, ou IRC, rend compte de la capacité d'une source de lumière à restituer les nuances de couleur d'une surface. Compris entre 0 et 100, il est établi par rapport aux couleurs rendues avec une source de référence de même température de couleur. L'IRC considéré par la réglementation est le Ra qui s'appuie sur 8 couleurs de références.

Ces deux dernières caractéristiques, température de couleur et indice de rendu des couleurs, permettent souvent de qualifier sommairement les qualités colorimétriques d'une source de lumière.



ÉCHANTILLONS TESTÉS

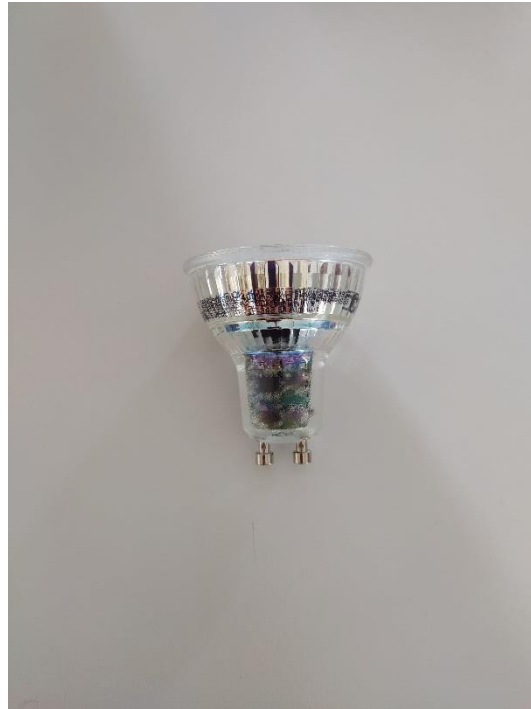
Un échantillonnage de 33 lampes LED disponible en grande distribution a été sélectionné. Ces 33 échantillons ont été choisis pour représenter l'éventail existant de lampes LED grand public.



1. Lampe B22 opal



2 Lampe E14 filament clair



3. Lampe GU10



4. Lampe E22 opal

DESCRIPTION DES ESSAIS RÉALISÉS

MESURES DE TLA

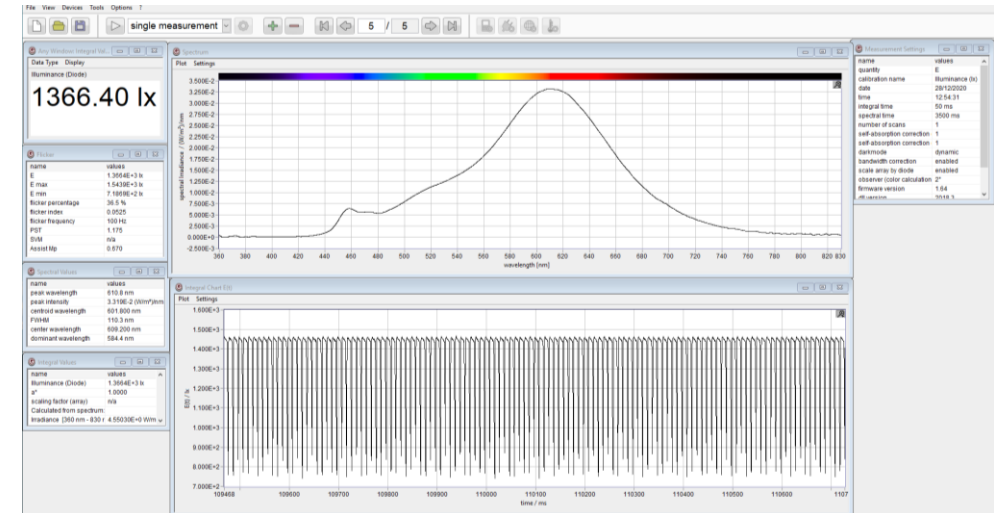
Pour les mesures de TLA, les essais ont été réalisés au sein du laboratoire d'essais de PISÉO au moyen d'un équipement étalonné conforme aux prescriptions de l'IEC TR 61547-1 ed.2. et de l'IEC TR 63158 ed.1.

Le dispositif expérimental comprend :

- Une alimentation programmable pilotée par logiciel pour appliquer les séquences de modulation.
- Un luxmètre-spectromètre à grande dynamique compatible avec les mesures de TLA induit par fluctuation de tension.
- Une centrale d'acquisition.
- Un logiciel de calcul automatique des indices retenus (P_{ST} LM, SVM) qui supporte les modèles décrits par les référentiels IEC 61000-4-15, IEC TR 61547-1 ed.2. et IEC TR 63158 ed.1.

Le protocole suivi pour chaque lampe consiste à stabiliser la lampe en fonctionnement sur une durée de 30min, puis à réaliser une mesure de l'effet stroboscopique (SVM) sous tension d'alimentation non modulée, et ensuite à réaliser des mesures de l'effet flicker : indices P_{ST} LM (1 à 5) par application des différentes modulations requises.

Les variations d'éclairage sont mesurées par le luxmètre-spectromètre. Le logiciel associé calcule ensuite automatiquement les valeurs des indices de TLA. Ce matériel est également couplé à une alimentation programmable pour le calcul précis des indices de PST LM.



Source : PISEO

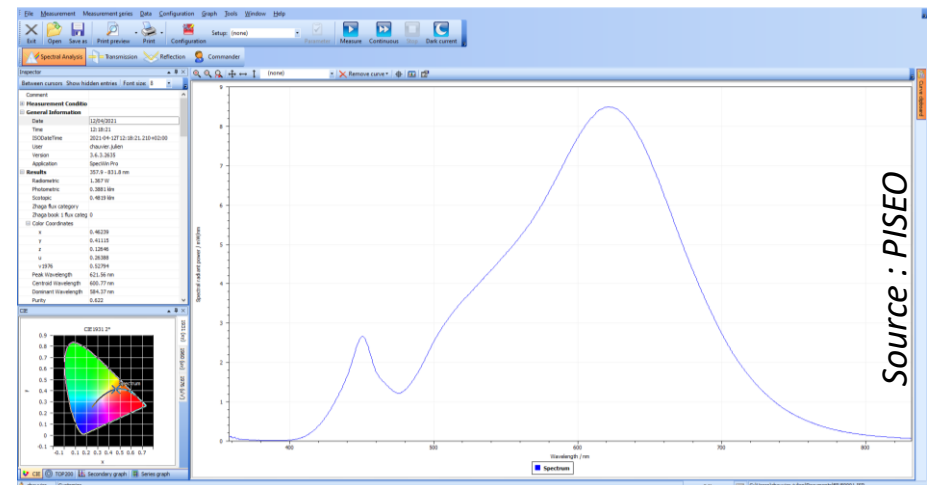


MESURES PHOTOMÉTRIQUES, COLORIMÉTRIQUES ET ÉLECTRIQUES

Comme pour les mesures photométriques, les essais ont été réalisés au sein du laboratoire d'essais électro-optique de PISÉO, au moyen d'un équipement étalonné dédié aux essais de mesure de données photométriques et conforme aux prescriptions de l'**EN 13032-4**. Le laboratoire est **accrédité ISO 17025** par le **COFRAC** pour les mesures des caractéristiques suivantes : Flux lumineux, point de couleur, température de couleur, IRC, ainsi que sur les mesures électriques (courant, tension, puissance).

Le dispositif expérimental comprend :

- Une sphère intégrante de 2m de diamètre, couplée à un spectroradiomètre via une fibre optique de marque Instrument Systems.
- Un puissance mètre Yokogawa WT 3000 pour les mesures électriques.
- Une alimentation stabilisée.
- Un logiciel de calcul automatique Instrument Systems permettant d'extraire toutes les informations photométrique issues directement du spectre radiométrique.



RÉSULTATS DES ESSAIS

TLA (1/2)

Le tableau ci-contre présente les valeurs des différents indices de TLA obtenues à partir des essais décrits dans les paragraphes précédent.

Echantillon n°	Culot	Type	SVM	P_{ST}^{LM} max
1	E27	filament clair	0.17	1.63
2	E27	opal	0.00	0.00
3	E14	filament clair	0.00	0.13
4	GU10	GU10	4.55	1.41
5	E14	filament clair	0.00	0.05
6	E27	opal	0.00	0.00
8	E27	filament clair	0.03	1.14
9	GU10	GU10	0.00	0.01
10	E27	opal	0.24	0.12
11	E27	filament clair	0.00	0.05
12	E27	opal	0.00	0.32
13	E27	filament clair	0.00	0.05
15	E27	filament clair	0.87	4.37
16	E27	opal	0.24	1.58
17	E14	opal	0.00	0.26
18	E14	filament clair	0.00	0.22
19	GU10	GU10	0.04	0.36
20	E27	filament clair	0.09	0.43
21	E27	opal	0.01	0.92
22	E14	opal	0.02	0.08
23	E14	filament clair	0.00	0.56
24	GU10	GU10	0.02	0.08
25	E27	opal	0.20	0.92
26	E27	opal	0.02	0.82
27	E14	filament clair	0.90	1.26
28	E14	opal	0.01	0.04
29	GU10	GU10	0.01	0.18
30	E27	filament clair	0.00	0.03
31	E27	opal	0.12	0.00
32	B22	opal	0.00	0.00
33	GU10	GU10	2.95	1.22

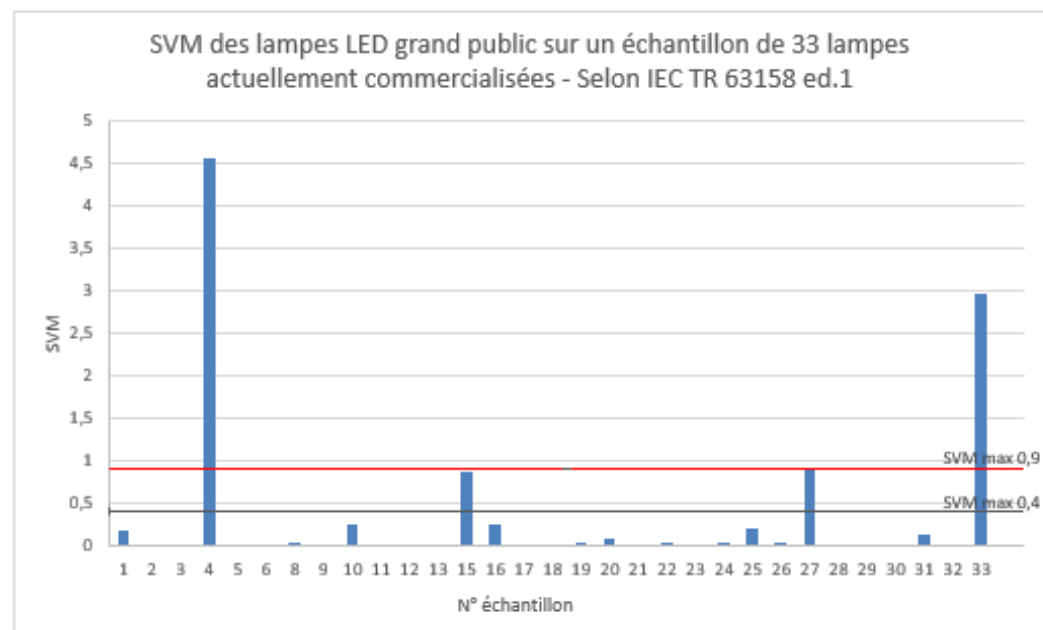
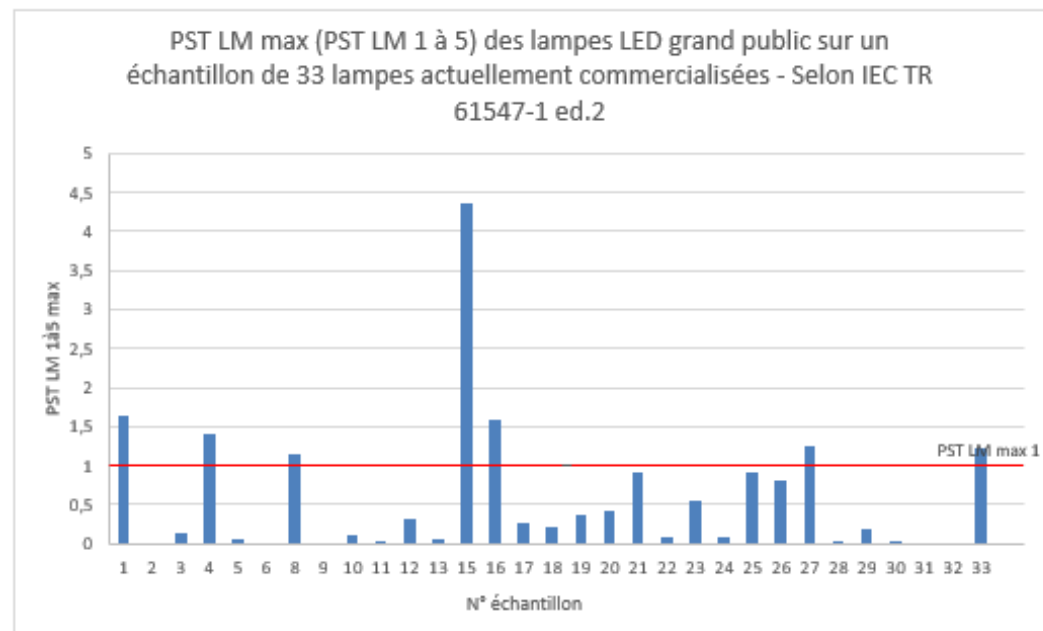
Limites :

- SVM max = 0.9 jusqu'au 31/08/2024, puis SVM max = 0.4 à partir du 01/09/2024 -
- P_{ST}^{LM} max = 1



TLA (2/2)

Le visuels ci-contre présentent les valeurs des différents indices de TLA du tableau précédent sous forme de graphiques.



PUISSANCE ELECTRIQUE

Le tableau ci-contre présente les valeurs des différentes caractéristiques électriques obtenues à partir des essais décrits dans le paragraphe précédent.

Echantillon n°	Culot	Type	Puissance électrique assignée [W]	Puissance électrique mesurée [W]	Δ Puissance électrique [%]
1	E27	filament clair	7.00	6.95	-0.72%
2	E27	opal	7.00	7.04	0.57%
3	E14	filament clair	4.50	4.37	-2.97%
4	GU10	GU10	5.10	4.86	-4.94%
5	E14	filament clair	4.50	4.50	0.00%
6	E27	opal	8.10	7.40	-9.46%
8	E27	filament clair	6.50	6.51	0.15%
9	GU10	GU10	4.50	4.63	2.81%
10	E27	opal	8.50	8.84	3.85%
11	E27	filament clair	7.00	7.25	3.45%
12	E27	opal	4.30	4.20	-2.38%
13	E27	filament clair	4.30	4.35	1.15%
15	E27	filament clair	6.50	6.40	-1.56%
16	E27	opal	7.00	6.23	-12.36%
17	E14	opal	4.00	4.12	2.91%
18	E14	filament clair	4.00	4.02	0.50%
19	GU10	GU10	3.70	3.68	-0.54%
20	E27	filament clair	6.50	6.63	1.96%
21	E27	opal	9.70	8.87	-9.36%
22	E14	opal	5.00	4.79	-4.38%
23	E14	filament clair	4.00	3.98	-0.50%
24	GU10	GU10	5.00	4.80	-4.17%
25	E27	opal	11.00	10.63	-3.48%
26	E27	opal	7.00	6.57	-6.54%
27	E14	filament clair	5.30	4.73	-12.05%
28	E14	opal	4.40	4.05	-8.64%
29	GU10	GU10	5.30	5.30	0.00%
30	E27	filament clair	7.00	7.17	2.37%
31	E27	opal	7.50	6.67	-12.44%
32	B22	opal	5.50	5.21	-5.57%
33	GU10	GU10	5.00	4.90	-2.04%

Limites max :

- +10% de 2W à 5W
- +5% de 5W à 25W



PHOTOMETRIE COLORIMETRIE

Le tableau ci-contre présente les valeurs des différentes caractéristiques photométriques et colorimétriques obtenues à partir des essais décrits dans le paragraphe précédent.

Echantillon n°	Culot	Type	Flux lumineux assigné [lm]	Flux lumineux mesuré [lm]	Δ Flux [%]	Efficacité lumineuse assignée [lm/W]	Efficacité lumineuse mesurée [lm/W]	Δ Efficacité lumineuse [%]	Température de couleur assignée [K]	Température de couleur mesurée [K]	Δ CCT [K]	IRC mesuré
1	E27	filament clair	806	868	7.14%	115.1	124.9	7.85%	2700	2707	7	82
2	E27	opal	806	765	-5.36%	115.1	108.6	-5.99%	2700	2825	125	82
3	E14	filament clair	470	473	0.63%	104.4	108.4	3.69%	2700	2705	5	82
4	GU10	GU10	345	465	25.81%	67.6	95.7	29.36%	2700	2780	80	81
5	E14	filament clair	470	494	4.86%	104.4	109.8	4.92%	2700	2750	50	87
6	E27	opal	806	759	-6.19%	99.5	102.5	2.93%	2700	2640	-60	87
8	E27	filament clair	806	815	1.10%	124.0	125.2	0.96%	2700	2753	53	87
9	GU10	GU10	345	364	5.22%	76.7	78.7	2.54%	2700	2841	141	84
10	E27	opal	806	765	-5.36%	94.8	86.6	-9.47%	2700	2636	-64	92
11	E27	filament clair	806	825	2.30%	115.1	113.8	-1.14%	2700	2786	86	83
12	E27	opal	470	394	-19.29%	109.3	93.8	-16.52%	2700	2699	-1	82
13	E27	filament clair	470	471	0.21%	109.3	108.3	-0.92%	2700	2741	41	83
15	E27	filament clair	806	862	6.50%	124.0	134.7	7.94%	4000	4172	172	85
16	E27	opal	806	730	-10.41%	115.1	117.2	1.79%	4000	4151	151	85
17	E14	opal	470	487	3.49%	117.5	118.1	0.51%	4000	4159	159	85
18	E14	filament clair	470	453	-3.75%	117.5	112.7	-4.26%	2700	2735	35	83
19	GU10	GU10	230	279	17.56%	62.2	75.7	17.83%	2700	2699	-1	91
20	E27	filament clair	806	740	-8.92%	124.0	111.6	-11.11%	2700	2714	14	83
21	E27	opal	806	769	-4.81%	83.1	86.7	4.15%	2700	2694	-6	82
22	E14	opal	470	462	-1.73%	94.0	96.4	2.49%	2700	2719	19	81
23	E14	filament clair	470	452	-3.98%	117.5	113.7	-3.34%	2700	2723	23	81
24	GU10	GU10	460	436	-5.50%	92.0	90.7	-1.43%	2700	2795	95	82
25	E27	opal	1000	858	-16.55%	90.9	80.7	-12.64%	2700	2683	-17	92
26	E27	opal	600	620	3.23%	85.7	94.3	9.12%	2700	2698	-2	92
27	E14	filament clair	400	403	0.74%	75.5	85.2	11.38%	2700	2643	-57	93
28	E14	opal	400	381	-4.99%	90.9	93.9	3.19%	2700	2770	70	82
29	GU10	GU10	400	362	-3.82%	75.5	73.2	-3.13%	2700	2669	-31	91
30	E27	filament clair	806	826	2.42%	115.1	115.2	0.09%	2700	2751	51	81
31	E27	opal	806	773	-4.27%	107.5	116.0	7.33%	2700	2823	123	82
32	B22	opal	470	408	-15.20%	85.5	78.3	-9.20%	2700	2729	29	82
33	GU10	GU10	345	317	-8.85%	69.0	64.7	-6.65%	2700	2787	87	82

Limites max flux :

- - 10%



CLASSES D'EFFICACITÉ ENERGÉTIQUE

Le tableau ci-contre présente les différentes classes d'efficacité énergétiques obtenues suite aux essais décrits dans le paragraphe précédent, ainsi qu'une comparaison avec la valeur assignée (indiquée sur l'emballage).

(Règlement UE 874/2012 et règlement UE 2015/2019).

Echantillon n°	Culot	Type	Classe énergie assignée (règlement UE 874/2012)	Classe énergie mesurée (règlement UE 874/2012)	Classe énergie mesurée (règlement UE 2015/2019 1er septembre 2021)
1	E27	filament clair	A++	A++	E
2	E27	opal	A++	A++	F
3	E14	filament clair	A++	A++	F
4	GU10	GU10	A+	A++	E
5	E14	filament clair	A++	A++	F
6	E27	opal	A+	A+	F
8	E27	filament clair	A++	A++	E
9	GU10	GU10	A+	A++	F
10	E27	opal	A+	A+	F
11	E27	filament clair	A++	A++	E
12	E27	opal	A++	A++	F
13	E27	filament clair	A++	A++	F
15	E27	filament clair	A++	A++	E
16	E27	opal	A++	A++	E
17	E14	opal	A++	A++	E
18	E14	filament clair	A++	A++	E
19	GU10	GU10	A+	A++	F
20	E27	filament clair	A++	A++	E
21	E27	opal	A+	A+	F
22	E14	opal	A+	A+	F
23	E14	filament clair	A++	A++	E
24	GU10	GU10	A++	A++	F
25	E27	opal	A+	A+	G
26	E27	opal	A+	A+	F
27	E14	filament clair	A+	A+	F
28	E14	opal	A+	A++	F
29	GU10	GU10	A+	A+	G
30	E27	filament clair	A++	A++	E
31	E27	opal	A+	A++	E
32	B22	opal	A+	A+	G
33	GU10	GU10	A+	A+	G



CONCLUSION

CONCLUSION

- L'échantillonnage testé a montré qu'environ **20% des lampes dépassent les valeurs maximums de TLA** définies dans la réglementation UE 2019/2020.
- **Pour environ 15% des lampes, le flux mesuré est inférieur de plus de 10% par rapport au flux assigné** et dépasse également les limites fixées dans la réglementation.
- Les essais de performance réalisés par le laboratoire de caractérisation électro-optique de PISÉO montre que **15% à 20% des 33 échantillons de lampes LED prélevés sur le marché ne sont pas conformes à la réglementation européenne.**



A PROPOS DE PISÉO

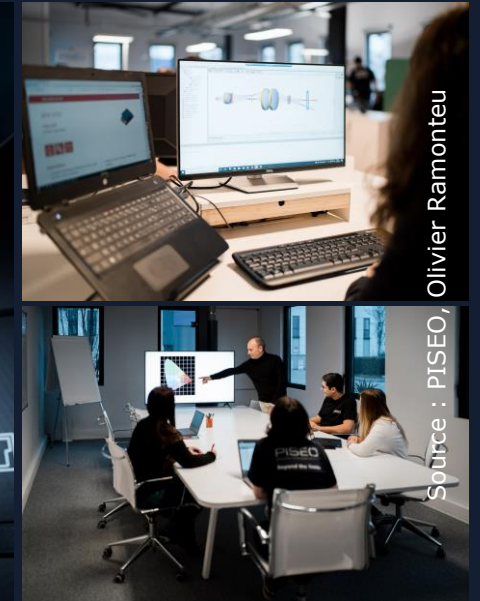
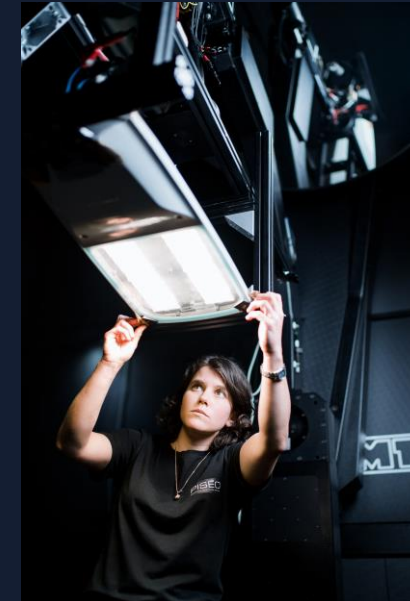
PISÉO, CENTRE D'INNOVATION INDÉPENDANT

ENSEMBLE ÉCLAIRONONS L'AVENIR DE LA PHOTONIQUE

NOTRE MÉTIER :

Accompagner vos innovations et optimisations produits et systèmes photoniques

- **UNE ÉQUIPE D'EXPERTS DÉDIÉE**
- **LABORATOIRE DE CARACTÉRISATION ÉLECTRO-OPTIQUE ACCREDITÉ ISO 17025**
- **MOYENS DE CONCEPTION ET DE SIMULATION PUISSANTS : ZEMAX, LIGHTTOOLS, SOLIDWORKS, RHINO3D, OUTILS ET MODELES PROPRES...**
- **ÉCOSYSTEME INDUSTRIEL SOLIDE : MÉCANIQUE, ÉLECTRONIQUE, LOGICIEL, IA, ASSEMBLAGE, TESTS...**



PISÉO, CENTRE D'INNOVATION INDÉPENDANT

METTONS VOS PROJETS DANS LA LUMIERE

NOTRE OFFRE :

- **INNOVATIONS PRODUITS ET OPTIMISATIONS**



CARACTÉRISATION
ÉLECTRO-OPTIQUE
RISQUE OPTIQUE



ANALYSE
CRITIQUE DES
SYSTÈMES ET
AMÉLIORATIONS



CONCEPTION,
INDUSTRIALISATION DE
SYSTÈMES INNOVANTS



VEILLE
TECHNOLOGIQUE,
MARCHÉS,
RÈGLEMENTATION



FORMATION

- **PUBLICATION DE RAPPORTS TECHNOLOGIQUES**



COMPOSANTS



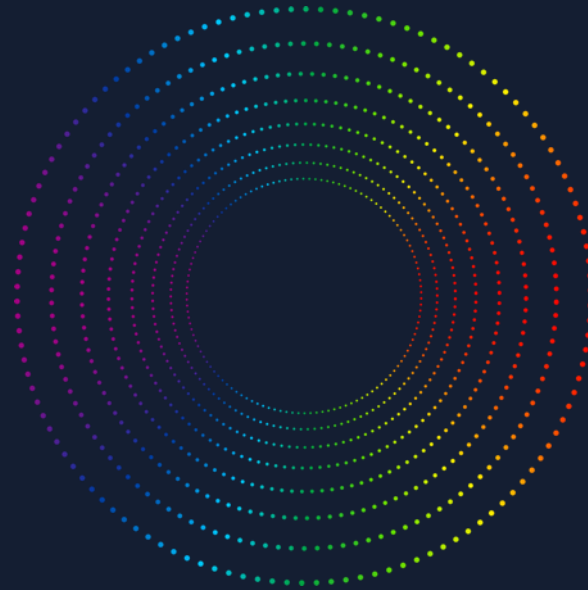
SYSTÈMES



Source : PISEO, Olivier Ramoneteu



THANK YOU



Joël Thomé - CEO - thome.joel@piseo.fr - +33 (0) 6 68 62 49 06

Tristan Athanaze - Sales Engineer - athanaze.tristan@piseo.fr +33 (0) 6 77 24 35 07

Marie-Eve Fraisse - Sales administration - commercial@piseo.fr - +33 (0) 4 26 83 02 25

PISEO
photonics.innovation.services

