



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

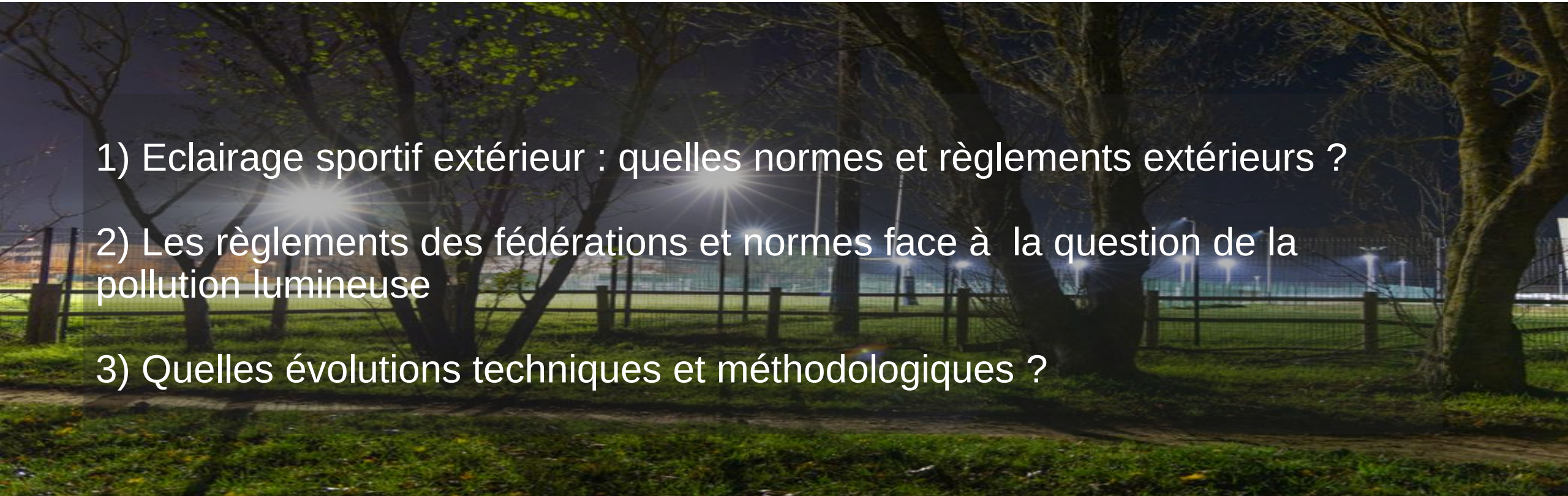
*Liberté
Égalité
Fraternité*



ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL DES INSTALLATIONS SPORTIVES EXTERIEURES

La réglementation face aux enjeux de pollution lumineuse

ÉCLAIRAGE ARTIFICIEL DES INSTALLATIONS SPORTIVES EXTERIEURES

- 
- 1) Eclairage sportif extérieur : quelles normes et règlements extérieurs ?
 - 2) Les règlements des fédérations et normes face à la question de la pollution lumineuse
 - 3) Quelles évolutions techniques et méthodologiques ?

Eclairage sportif extérieur : Quelles normes et réglementations ?

L'éclairage extérieur d'installations sportives

➔ Des exigences photométriques minimales pour la pratique sportive fixées par une norme européenne : EN 12 193

À l'extérieur		
Ex : TENNIS		
PA		TA
Padel ^a		PA
Classe	Éclairage horizontal	
	$E_{hor\ Ave\ lx}$	U_{2hor}
I	500	0,70
II	300	0,70
III	200	0,60
Sports équestres		PA
Ex : SPORTS EQUESTRES		PA
Classe	Éclairage horizontal	
	$E_{hor\ Ave\ lx}$	U_{2hor}
I	500	0,70
II	200	0,50
III	100	0,50

Extrait norme EN 12 193 (2018)

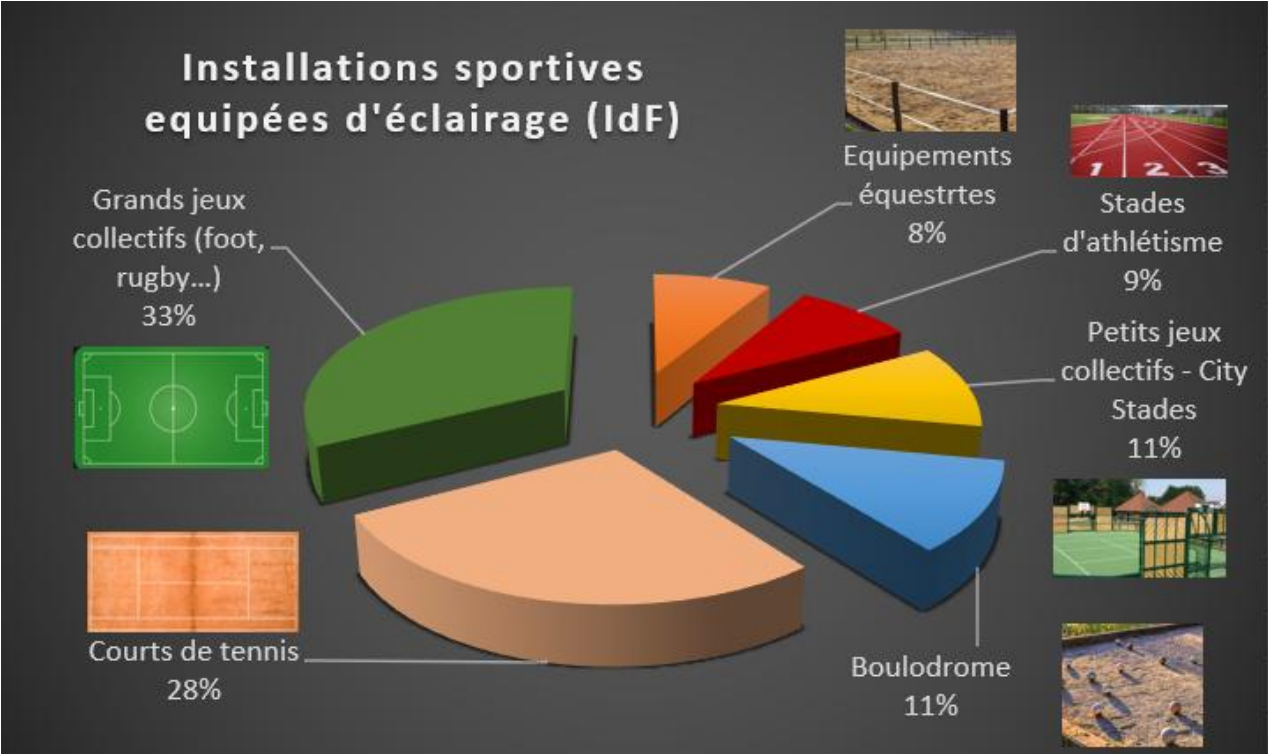


Tableau 4 — Choix de la classe d'éclairage

Niveau de compétition	Classe d'éclairage		
	I	II	III
International et national	X		
Régional	X	X	
Local	X	X	X
Entraînement		X	X
Loisirs/Sports scolaires (Éducation physique)			X

L'éclairage extérieur d'installations sportives

Des déclinaisons nationales via des règlements de fédérations sportives

- des niveaux lumineux très élevés (> 100 lux)
- des exigences fortes d'uniformité d'éclairement
- des règles de limitation de l'éblouissement (GR)
- la nécessité d'une bonne perception des couleurs (maillots, ballon...) impactant la T_c



Impacts sur le nombre de projecteurs et la hauteur

- ❑ En réponse aux besoins des acteurs pour une pratique sportive nocturne confortable
- ❑ Des exigences évolutives en fonction de la catégorie dans laquelle évolue les équipes (exigences accrues si retransmissions télévisées)

Synthèse des exigences photométriques requises par la FFF :

ÉCLAIREMENT HORIZONTAL	 professionnels			 amateurs			
EhMoy mise en service (lux)	2 300	1 250	750	400	250	150	-
EhMoy à maintenir (lux)	1 840	1 000	600	320	200	120	75
U1h rapport EhMin/EhMax	$\geq 0,6$		$\geq 0,5$			$\geq 0,4$	-
U2h uniformité EhMin/EhMoy		$\geq 0,7$			$\geq 0,6$		$\geq 0,4$
Glare Rating (GR)			50				-
Indice de Rendu des Couleurs (Ra)		70			60		



L'éclairage extérieur d'installations sportives

→ de fortes puissances installées (en dizaines de kW) et des flux lumineux très importants (en millions de lumen)

→ des hauteurs de feu conséquentes (souvent au-delà de 15 à 20 m)

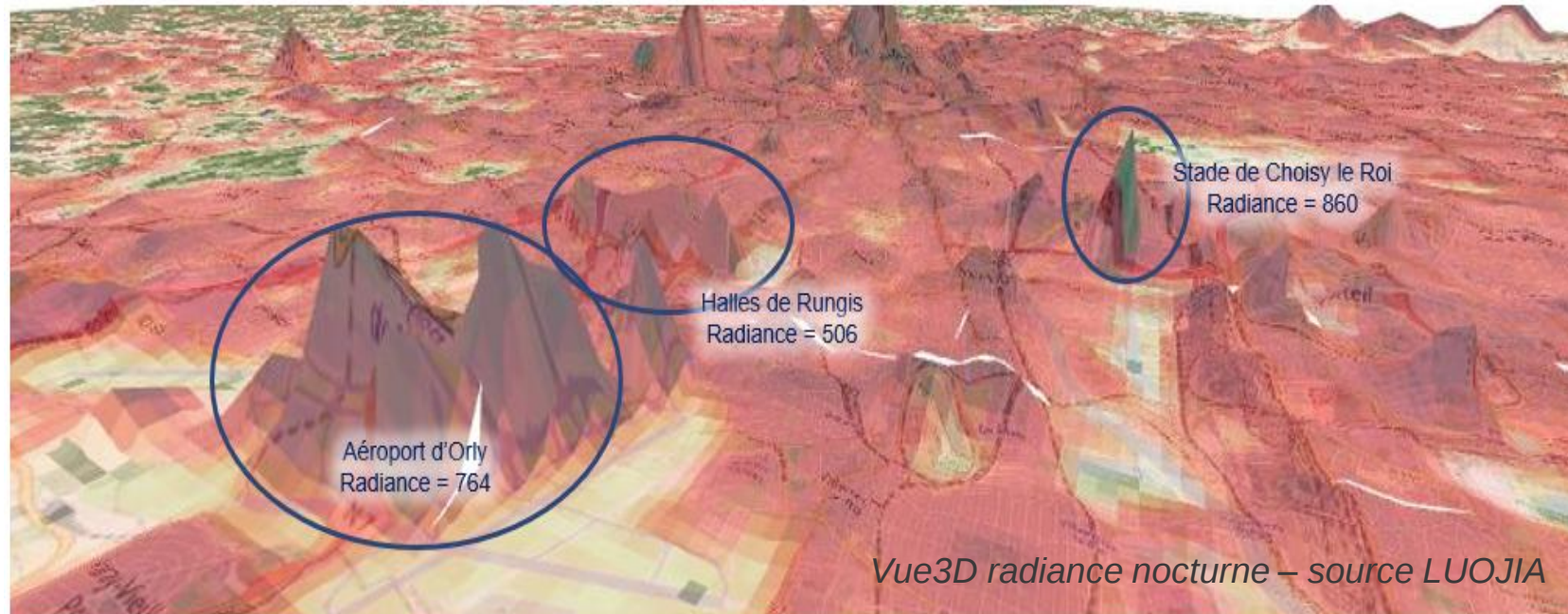
Exemples :

❑ Stade entraînement foot (sans homologation – 75 lux moyen) : 950 000 lm / 8 kW / H = 15 m

❑ Stade de football (homologation E6 – 120 lux moyen) : 2 000 000 lm / 18 kW / H = 20 m



Source : Amiens Métropole



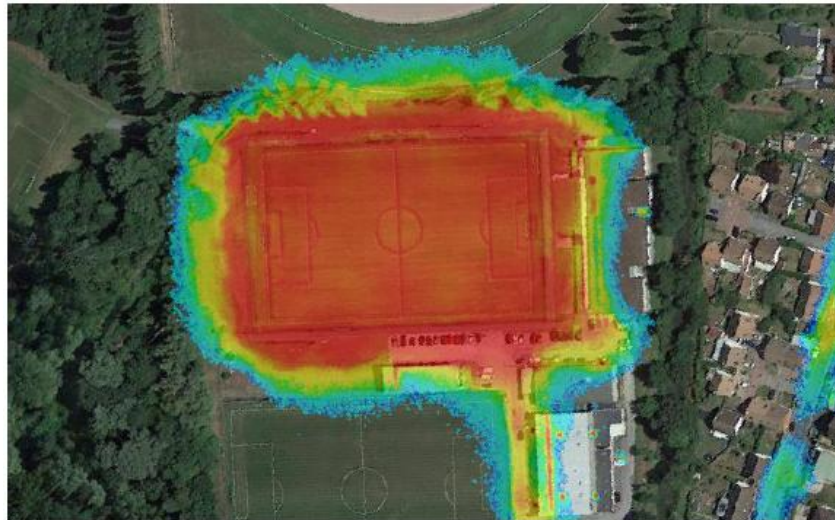
Vue3D radiance nocturne – source LUOJIA

L'éclairage extérieur d'installations sportives

- une maîtrise limitée des flux lumineux au-delà de l'enceinte sportive
- peu de prise en compte des conséquences au-delà des aires de jeux



Source : Amiens Métropole



Photos : Samuel Busson

- En direction d'espaces naturels (franges de zones urbaines)

- En direction d'habitations (lumière intrusive)



L'éclairage extérieur d'installations sportives

→ une maîtrise limitée des flux lumineux au-delà de l'enceinte sportive



Photo Lionel Delannoy

Exemple d'installations sportives (aviron) en bord de Marne émettant des flux lumineux dans la rivière

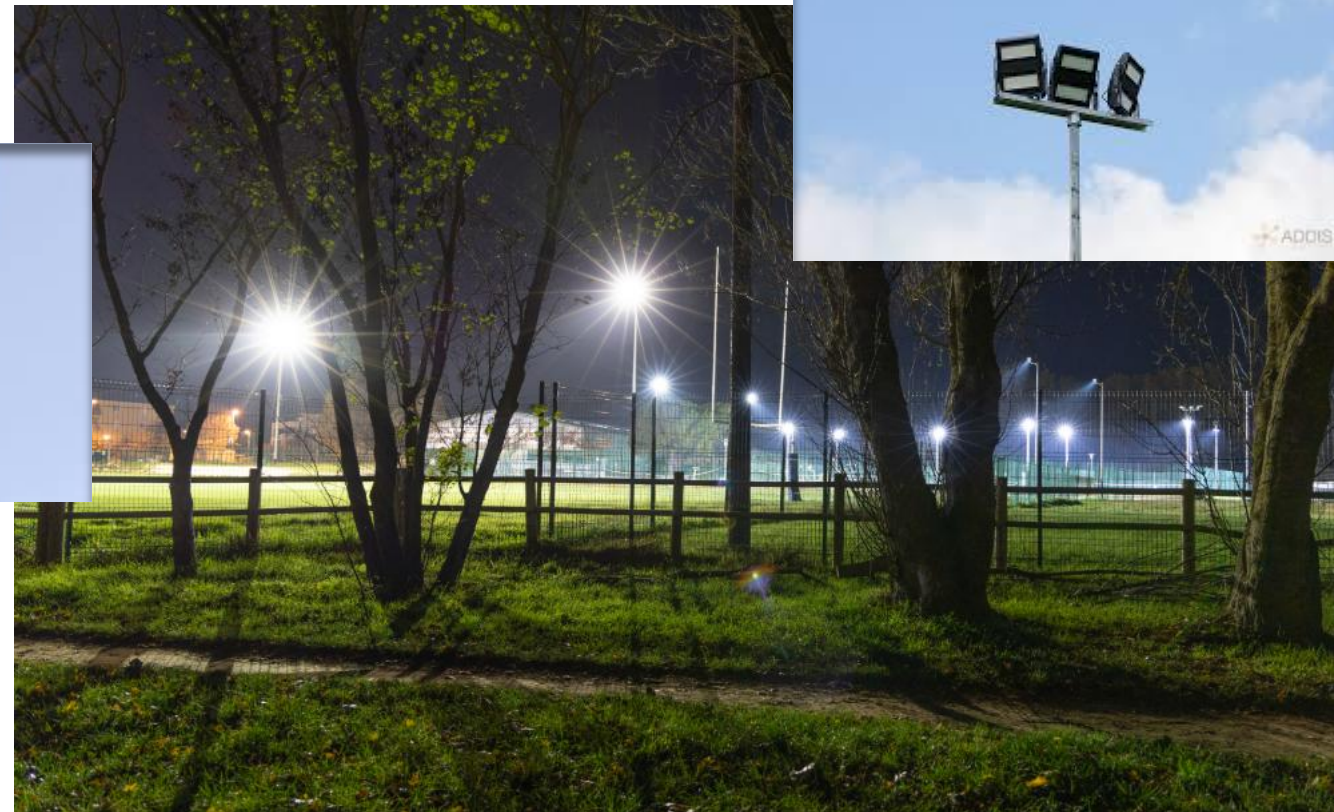


Espaces boisés en bordure de stades éclairés

L'éclairage extérieur d'installations sportives

→ une perception lointaine des sources accrue du fait des puissances installées, des hauteurs de feu et des orientations des projecteurs

Certaines études scientifiques ont démontré le pouvoir d'attraction à très longue distance de sources lumineuses → pièges écologiques



L'éclairage extérieur d'installations sportives

→ une gestion des plages de fonctionnement parfois difficile à maîtriser

- ☐ Les allumages/extinctions sont confiés aux associations sportives
- ☐ Extinction programmée pour palier aux « oublis »
- ☐ Peu de souplesse d'adaptation des programmes (ex : si annulation de l'entraînement) et télégestion encore peu présente surtout avec les anciennes technologies (hors LED)

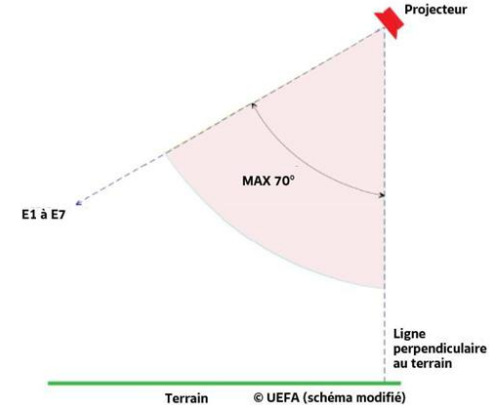
→ des pratiques de dimensionnement qui n'intègrent pas encore suffisamment la problématique de pollution lumineuse

- ☐ Les études de dimensionnement ne prévoient pas d'évaluer les aspects liés aux flux perdus
- ☐ Le dimensionnement se concentre majoritairement sur la performance sur la zone de jeu
- ☐ Des outils logiciels qui ne permettent parfois pas de mettre en évidence les indicateurs de pollution lumineuse (intensité lumineuse depuis un espace sensible, représentation de la limite de propagation de la lumière (« isolux 0 »))

Les règlements des fédérations et normes face à la question de la pollution lumineuse

La question de la pollution lumineuse dans les règlements et normes

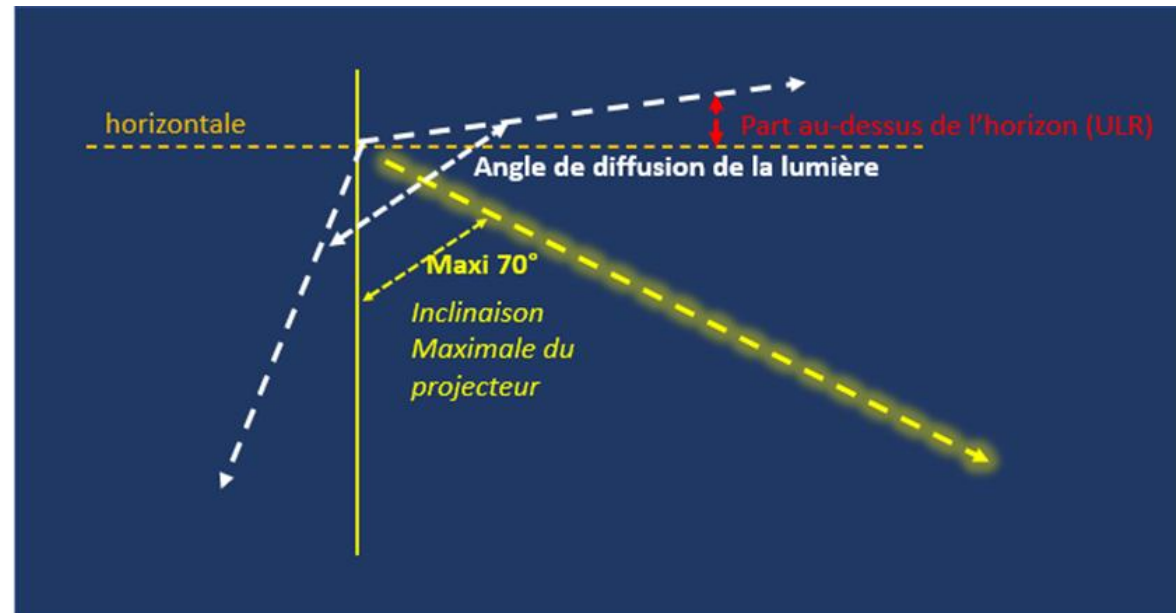
- Orientation des flux lumineux
 - les fédérations sportives (ex : FFF) alertent sur l'orientation des intensités lumineuses suivant certains angles limites **dans un objectif prioritaire de limiter les risques d'éblouissement** lors de la pratique sportive
 - Ces mesures vont dans le sens de la réduction des flux lumineux au-delà de l'enceinte sportive limitant ainsi une part des nuisances lumineuses sans toutefois les supprimer en totalité



Règlement de l'éclairage des terrains et installations sportives – Fédération Française de Football – 2021

Réglementation AM 2018 :

➔ La limite d'ULR < 4% installé pour l'éclairage public ne s'applique pas pour l'éclairage sportif



La norme européenne NF EN 12 193

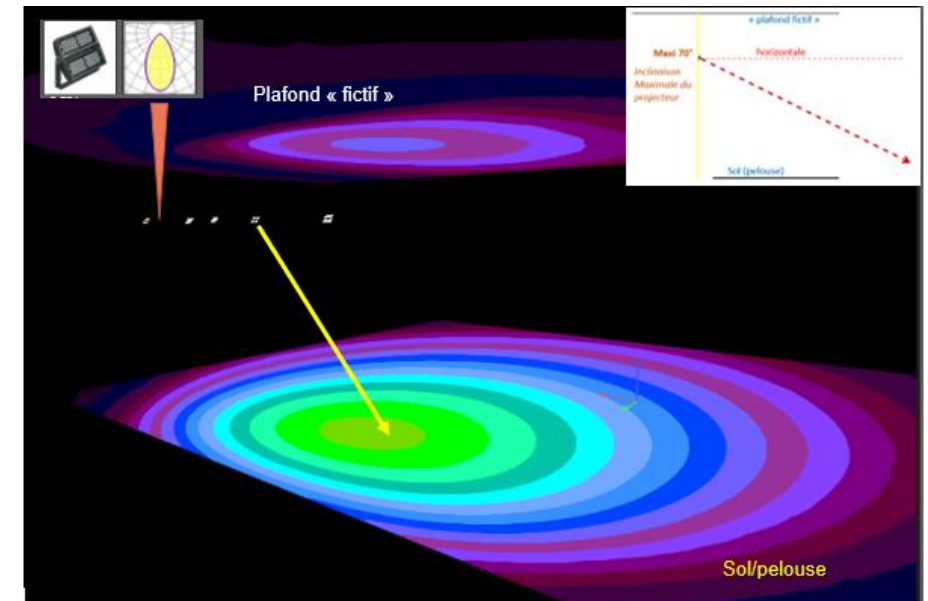
- Orientation des flux lumineux (flux au-dessus de l'horizon)

➔ Tolérances retenues par la norme EN 12 193 pour ce qui concerne les émissions de flux lumineux au-dessus de l'horizontale

Zone	Sensibilité environnementale du territoire	R_{ulmax}
E1	Zones intrinsèquement sombres telles que les parcs nationaux ou les sites protégés	0 %
E2	Zones de faible luminosité telles que les zones industrielles, résidentielles ou rurales	5 %
E3	Zones de luminosité moyenne telles que les quartiers industriels ou résidentiels	15 %
E4	Zones de forte luminosité telles que les centres-villes et les aires commerciales	25 %

Définition de ~~R_{ulmax}~~

Proportion de flux du ou des luminaires qui est émise au-dessus de l'horizontale quand ces luminaires sont montés en position et orientés.



Exemple :

- Installation sportive équipée de 20 projecteurs émettant chacun 130 000 lumen (environ 1000 W) soit un flux total de **2 600 000 lm**.
- Lieu géographique : E4
- $R_{ulmax} = 25\%$
 - Part de flux autorisé au-dessus de l'horizontale (vers le ciel) = 650 000 lm
 - Equivalent à **100 luminaires LED d'environ 55 W** (6500 lm/luminaire)

La norme européenne NF EN 12 193

- Lumière intrusive

La norme NF EN 12 193 (cf 3.3) mentionne des valeurs limites de lumière émise en direction des habitations avoisinant les enceintes sportives éclairées, valeurs fonction de la sensibilité environnementale du territoire

Zone	Sensibilité environnementale du territoire	Eclairage vertical moyen sur façade (lux)	
		Valeurs maxi à ne pas dépasser	Limites à cibler
E1	Zones intrinsèquement sombres telles que les parcs nationaux ou les sites protégés	2 lux	0 lux
E2	Zones de faible luminosité telles que les zones industrielles, résidentielles ou rurales	5 lux	1 lux
E3	Zones de luminosité moyenne telles que les quartiers industriels ou résidentiels	10 lux	2 lux
E4	Zones de forte luminosité telles que les centres-villes et les aires commerciales	25 lux	5 lux



Photo : Samuel Busson

Les règlements de Fédérations

- **Température de couleur et restitution des couleurs**

La FFF précise dans son règlement que la température de couleur, doit être supérieure à 5 000 kelvins (K) en extérieur : « ***La température de couleur permet d'optimiser la perception des couleurs et d'obtenir une distinction marquée entre ces dernières (pour éviter les confusions de maillots notamment).*** »

- La Température de couleur doit être supérieure à 5000 K
- Indice de rendu des couleurs $Ra > 60$



→ Les sources LED proposent aujourd'hui des rendus de couleurs très performants (> 70 voire 80) dans des températures de couleur plus basses (ex : 3000 K) – à prendre en compte un rendement énergétique plus faible ($- 10\%$)

→ **Dérogation au règlement non recevable** car non conforme au règlement

L'indice de rendu des couleurs est la capacité d'une source de lumière à restituer les différentes couleurs du spectre visible sans en modifier les teintes.

La valeur maximale 100 correspond à la lumière de jour (échelle significative de 50 à 100).

La température de couleur désignée par T_c , permet d'optimiser la perception des couleurs et d'obtenir une distinction marquée entre ces dernières (pour éviter les confusions de maillots notamment).

Quelles évolutions techniques et méthodologiques ?

Propositions de solutions

Mieux contrôler la maîtrise des flux lumineux au-delà de l'enceinte sportive

- Référence : Cahier des charges reprenant pour l'essentiel les critères de labélisation de l'association "Dark Sky" pour les installations sportives (<https://darksky.org/what-we-do/darksky-approved/outdoor-sports-lighting/>),
 - ➔ Lumière envoyée au maximum vers l'aire de jeux avec la meilleure maîtrise possible des flux lumineux
 - ➔ Réduction de la « lumière perçue » de loin

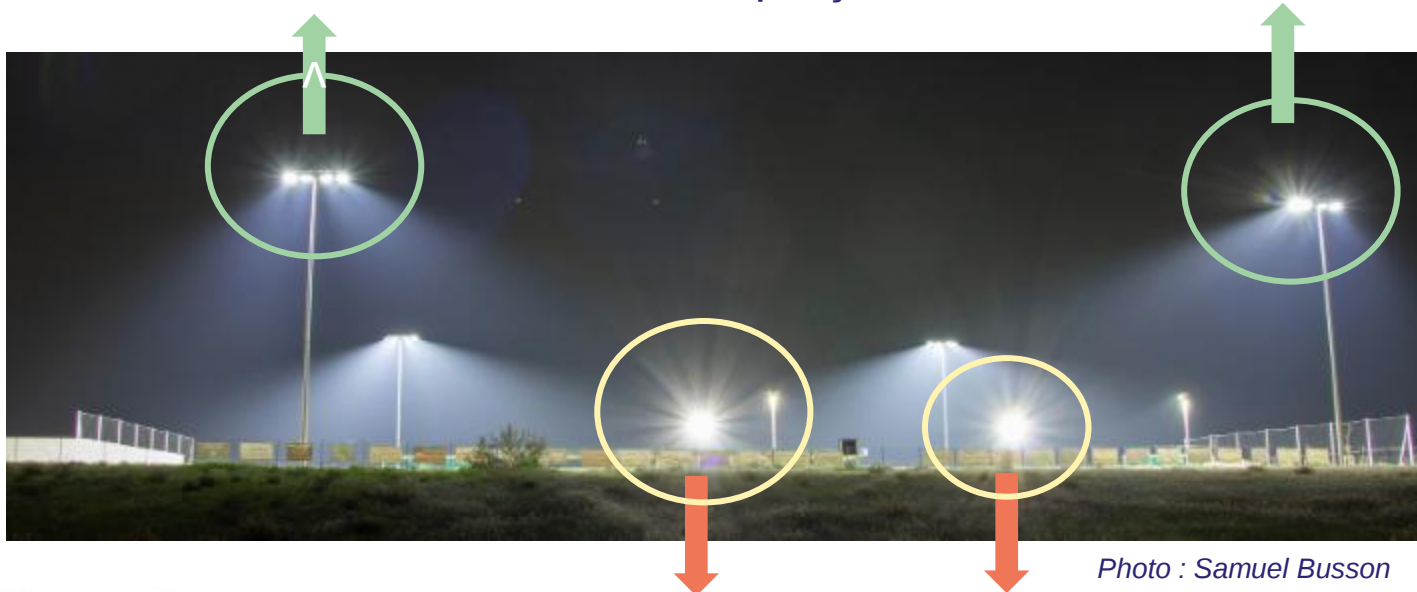


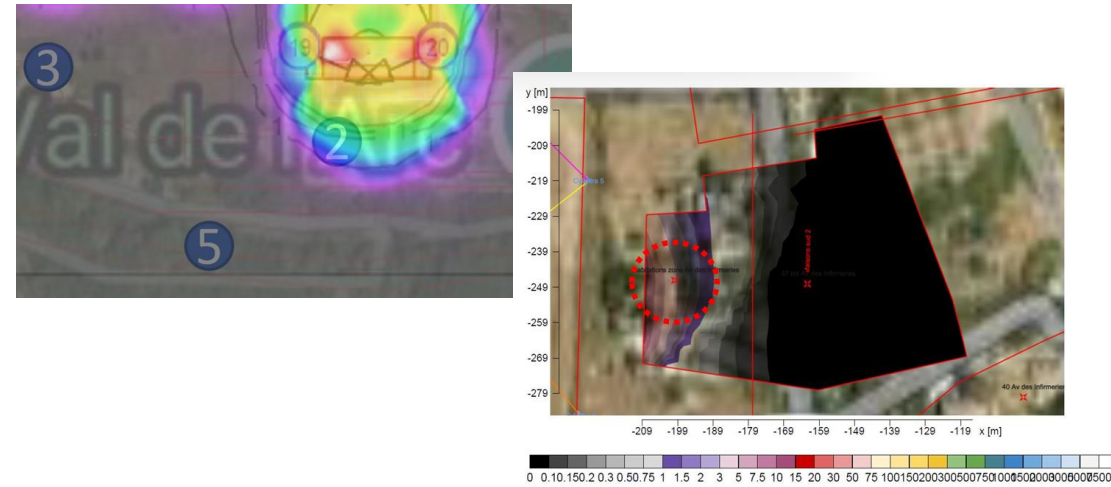
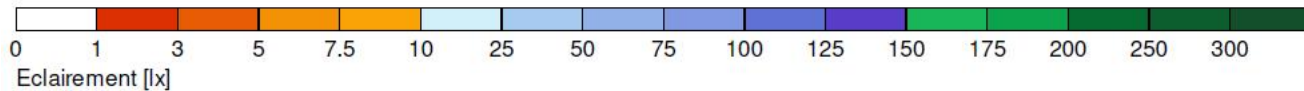
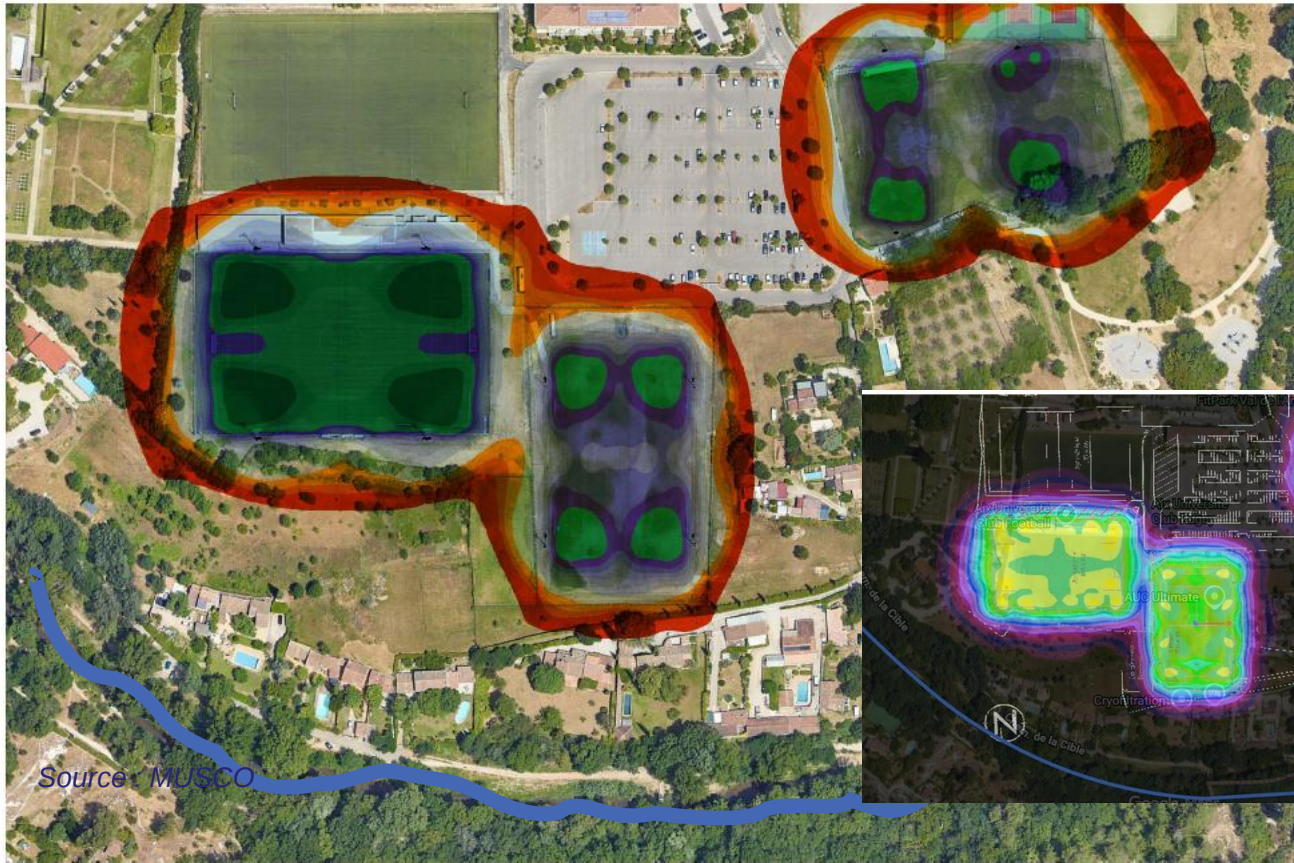
Photo : Samuel Busson



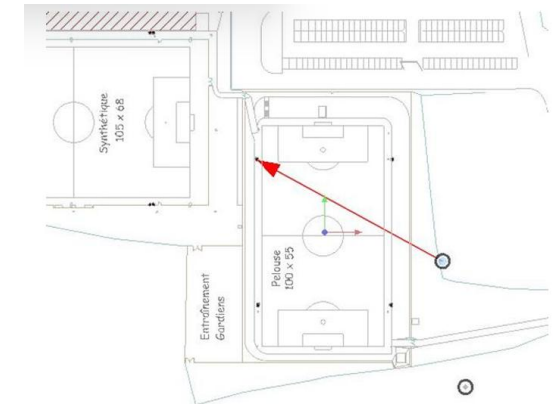
Photo : Samuel Busson

Propositions de solutions

➔ Modélisation des « Isolux » au-delà des stades



➔ Modélisation des éclairagements horizontaux et verticaux (lux) au droit des façades connexes



➔ Modélisation des intensités lumineuses (cd) perçues depuis certaines habitations au droit des façades connexes

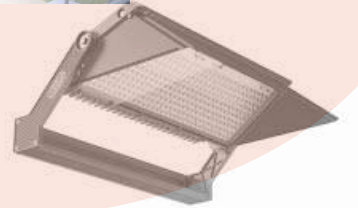
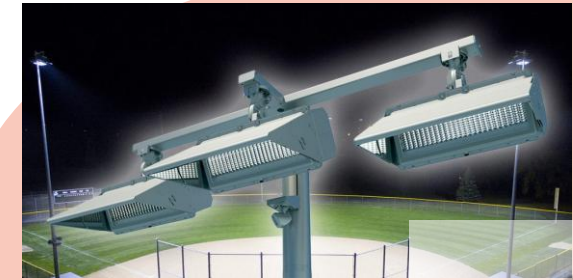
Propositions de solutions

- La limitation de la perception lointaine des sources lumineuses



Photo : Samuel Busson

- Cibler autant que possible des projecteurs « à plat » ou faiblement inclinés et munis de volets ou casquettes destinés à masquer les sources LED à grande distance
- Peut nécessiter plus de projecteurs selon les projets
- Comparaison des poids « avant » et « après » pour conservation des supports existants
- Adapter le flux lumineux aux objectifs sans sur-éclairagements

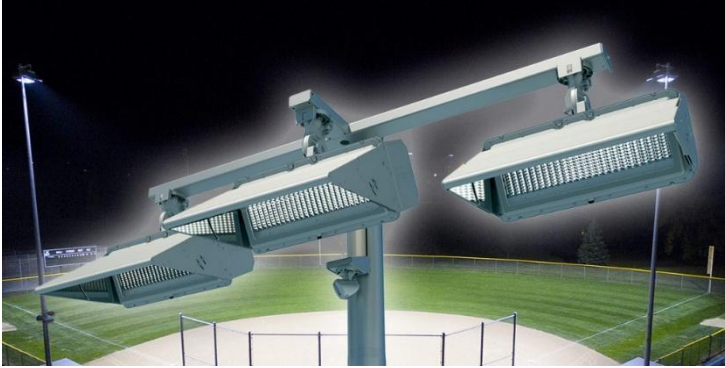


VS



Propositions de solutions

- Des solutions additionnelles de « coupe-flux » ou lentilles



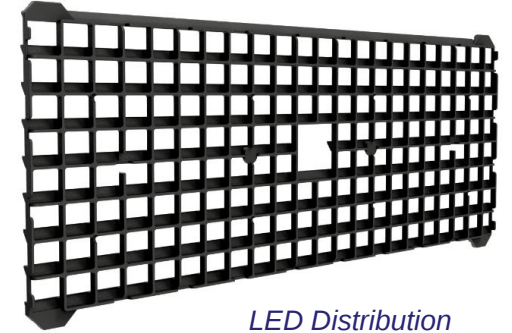
MUSCO Lighting

Dispositif de type « casquette » pour masquage des sources et coupe-flux



EWO

Dispositif de type « Full Cut-off » pour masquage des sources et coupe-flux



LED Distribution

Dispositif de type « Lentilles filtre » pour masquage des sources et coupe-flux



Objectif

Avant



Après



Photo : Samuel Busson

Propositions de solutions

- Gestion temporelle des allumages
 - Adapter les niveaux lumineux en fonction de la pratique sportive :
 - Régime compétition (lié au niveau de compétition des équipes concernées)
 - Régime entraînement (ex : 150 lux → 75 lux = 50%)
 - Régime « 1/2 terrain »
 - Etc....
 - Gestion mécanique (bouton de réglage à proximité du stade) ou gestion à distance (via une appli sur smartphone ou Web)
 - Extinction par horloge (en cas d'oubli d'extinction de la part des associations sportives)



Exemple d'un tableau de commande manuelle par « bouton poussoir » des régimes d'éclairage