

PYLA

CENTRE DE
FORMATION **LASER**
OPTIQUE
PHOTONIQUE

Comparaison entre les Valeurs Limites d'Exposition Oculaires pour les Lasers et celles associées aux Sources Incohérentes

José GARCIA

06 11 80 55 12

j.garcia@pyla-routedeslasers.com

université
de BORDEAUX



Route des Lasers



SOMMAIRE

- Références
- Différences de prise en compte des effets
- Méthode de comparaison
- Résultats
- Conclusion

REFERENCES sur les VLE

Lasers :

ICNIRP (2013) : Guidelines on limits of exposure to laser radiation of wavelengths between 180 nm to 1000 μm – Health Physics 105(3):271-295

CEI 60825-1 (2014) : Sécurité des appareils à laser - Classification des matériels exigences

Sources incohérentes :

ICNIRP (2013) : Guidelines on limits of exposure to visible and infrared radiation of wavelengths (Incoherent optical radiation) – Health Physics 105(1):74-96

ICNIRP (2004) : Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (Incoherent optical radiation) – Health Physics 87(2):171-186

ICNIRP (1997) : Guidelines on limits of exposure to broadband incoherent optical radiation (0,38 μm to 3 μm) – Health Physics 73(3):539-554

Lasers et sources incohérentes:

Directive 2006/25/CE: du parlement Européen et du Conseil du 5 avril 2006 relative aux prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (rayonnements optiques artificiels)

DIFFERENCES de prise en compte des EFFETS dans les VLE

Bande spectrale	Lasers	Sources incohérentes
UVC – UVB –(UVA)	Photokératite, conjonctivite Cornée	Photokératite, conjonctivite, Cataractogénèse Cornée, Cristallin
UVA	Cataractogénèse Cristallin	Cataractogénèse Cristallin
Visible	Photorétinite Rétine (400-600 nm)	Photorétinite Rétine (300-700 nm)
Visible – IRA	Brulure rétinienne Rétine	Brulure rétinienne Rétine
IRA		Cataractogénèse Cristallin
IRB	Cataractogénèse, brulure cornéenne Cristallin, cornée	Cataractogénèse, brulure cornéenne Cristallin, cornée

Effet photochimique
 Effet thermique

DIFFERENCES de prise en compte des EFFETS dans les VLE

Nombre de VLE

Sources incohérentes :

Plusieurs valeurs limites d'exposition pour une même longueur d'onde dans l'UVA (3 VLE) , dans le visible (2 VLE), dans l'IRA (2 VLE)

Lasers :

Situation qui n'apparaît que dans le visible avec deux valeurs limites (Effets photochimique et thermique)

Exploitation des VLE pour l'évaluation du risque

Sources incohérentes :

Les éclaircements ou les luminances spectrales sont pondérés par des fonctions ($S(\lambda)$, $B(\lambda)$ et $R(\lambda)$) pour être comparés aux VLE

Lasers :

Les VLE sont pondérées et comparées aux éclaircements laser

D'autres différences existent dans la définition du spectre visible, les angles apparents définissant les petites sources, les impulsions répétitives ...

METHODE de COMPARAISON

Comparaison

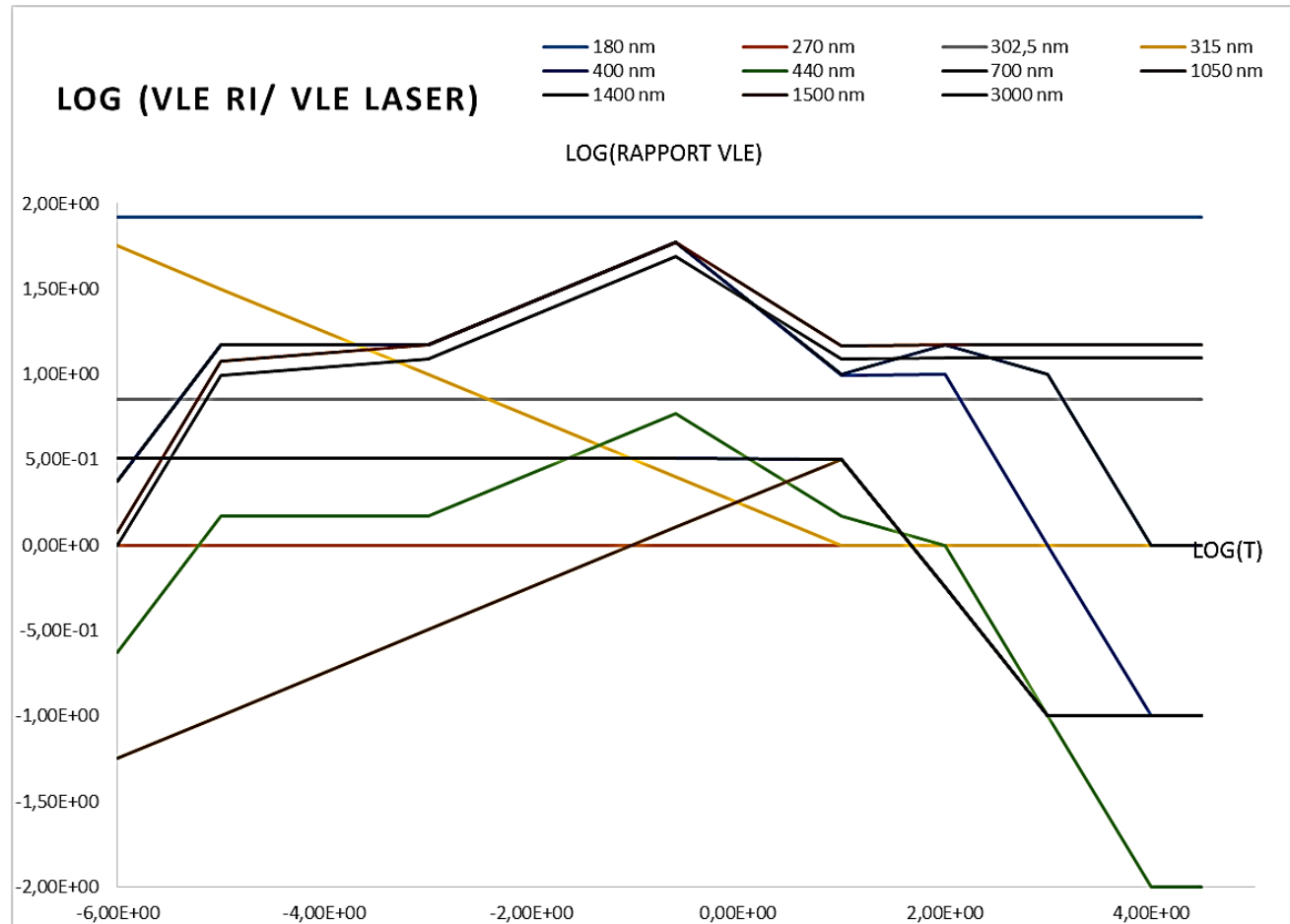
Elle est effectuée pour une même longueur d'onde et pour une même durée d'exposition ($1 \mu\text{s} \leq \tau_h \leq 30000 \text{ s}$)

Pour les sources incohérentes, dans les bandes spectrales pour lesquelles lorsque une fonction de pondération est requise ($S(\lambda)$, $B(\lambda)$ ou $R(\lambda)$), la VLE est divisée par la valeur de la fonction.

Dans un souci de simplification, la comparaison est effectuée en W/m^2 donc pour les sources incohérentes, les sources sont supposées ponctuelles.

Mais sans que cela nuise à la comparaison, elle pourrait aussi prendre en compte les sources étendues (400-1400 nm), l'écart ou le rapport serait la plupart du temps identique à celui des sources ponctuelles car le coefficient C_6 (laser) est équivalent au passage en luminance et en divisant par C_α .

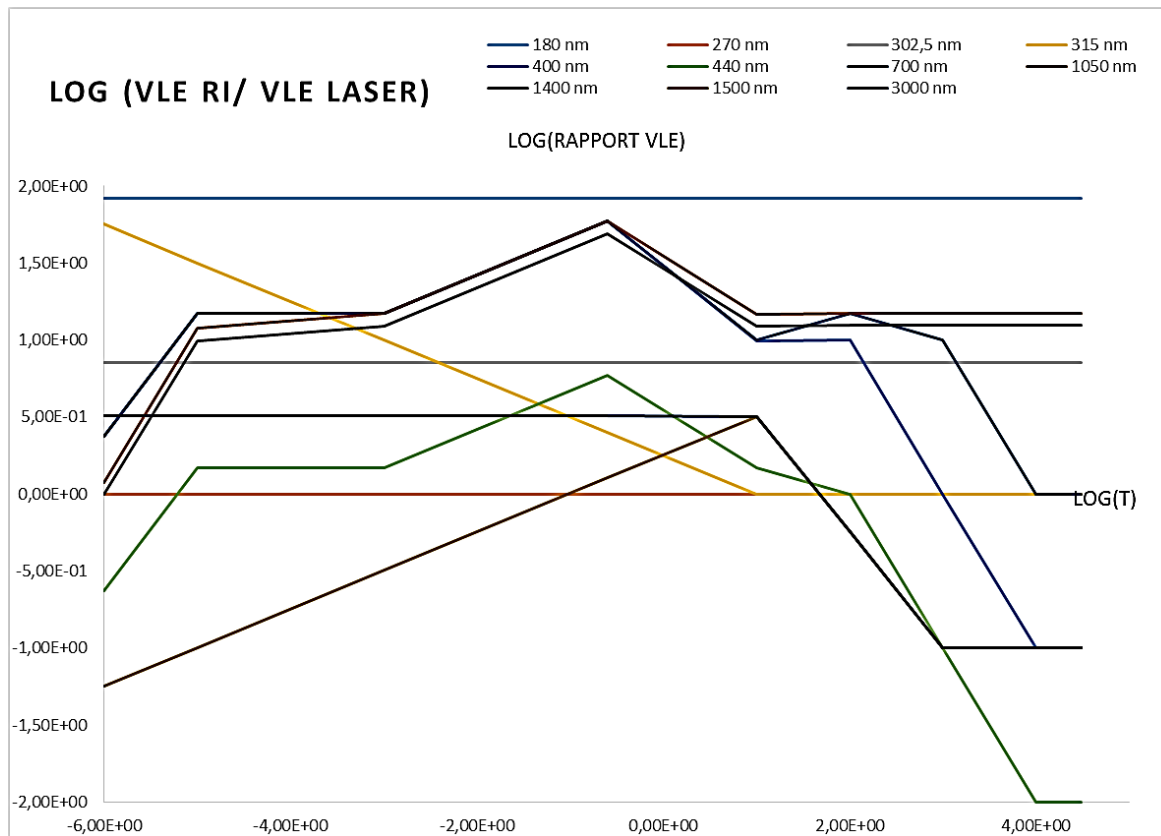
METHODE de COMPARAISON



Tracé en log10 : Abscisse de 1 μ s à 30000 s (8 heures)
Ordonnée rapport log (VLE Incohérent/ VLE laser)

Ordonnée **positive VLE laser plus restrictive**, négative moins restrictive

RESULTATS GENERAUX



Les rapports entre les VLE peuvent atteindre 100 sans règle générale c'est-à-dire dans un sens comme dans l'autre.

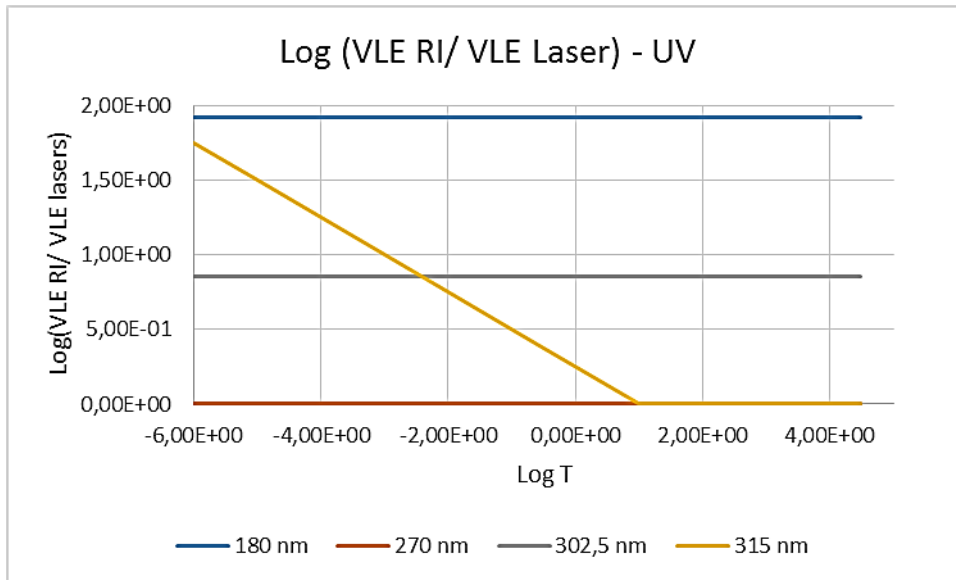
Pour les durées $< \text{à } 100 \text{ s}$, en général les VLE laser sont plus restrictives.

Peut être que les effets pour les courtes durées d'exposition sont mieux pris en compte pour les lasers. Ces risques sont majoritaires avec les lasers.

Pour les durées $\geq \text{à } 100 \text{ s}$, souvent les VLE incohérent sont plus restrictives.

Certainement que les effets pour les rayonnements incohérents pour les longues durées d'exposition sont mieux traduits. Ces risques sont plus courants avec les sources incohérentes.

RESULTATS POUR L'UV



Les VLE laser sont toujours plus restrictives que les VLE incohérent.

Comme la valeur de VLE est identique pour les lasers et les sources incohérentes : 30 J/m^2 , la fonction $S(\lambda)$ intervient pour les incohérents mais pas pour les lasers.

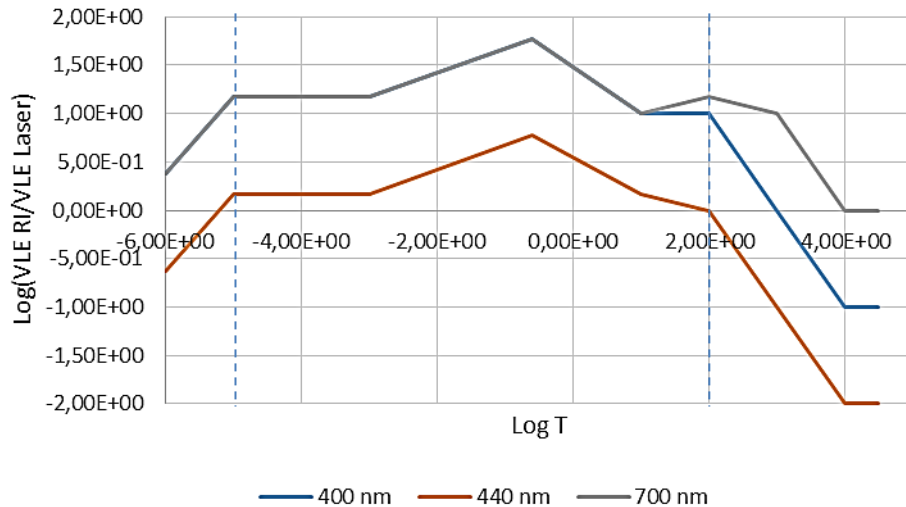
Elle est maximale à **270 nm** donc pour cette longueur d'onde les VLE lasers et VLE incohérent sont **identiques**.

Pour **180 nm**, le rapport est maximal et atteint quasiment **100**.

Enfin à **315 nm (UVA)**, puisqu'aucune fonction de pondération n'est appliquée, les valeurs sont là aussi **identiques pour les longues durées**. Pour les courtes durées, l'influence de la durée n'est pas pris en compte de la même façon pour les lasers et les sources incohérentes.

RESULTATS POUR LE VISIBLE

Log (VLE RI/ VLE Laser) - Visible



Les VLE laser sont majoritairement plus restrictives que les VLE incohérent.

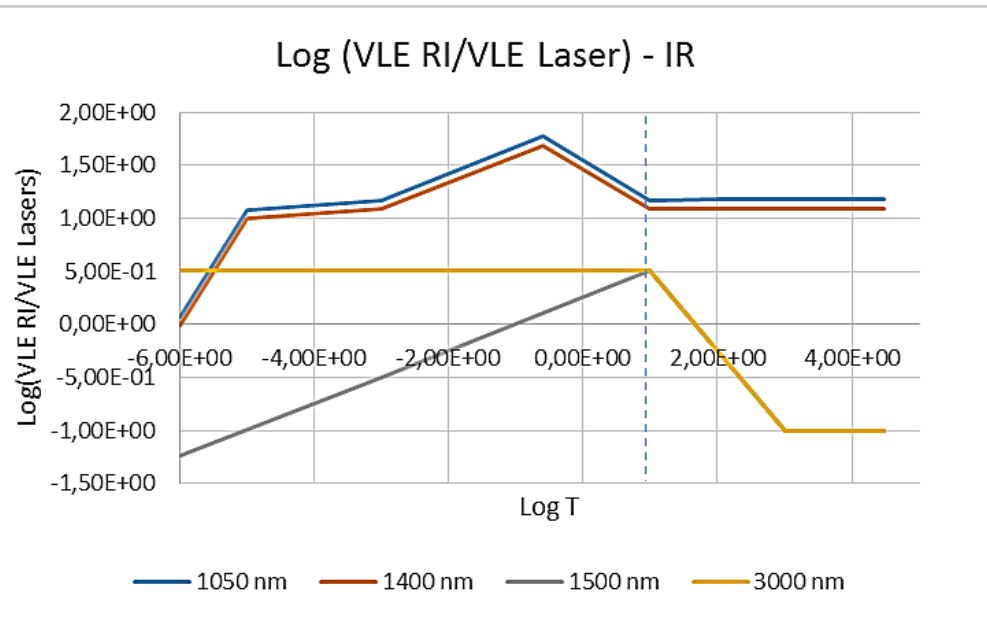
Comme pour l'UV, l'influence des fonctions de pondération $B(\lambda)$ (400, 440 nm) et $R(\lambda)$ (700 nm), permet une meilleure prise en compte de l'influence de la longueur d'onde sur les VLE en incohérent par rapport aux VLE lasers .

Pour une même longueur d'onde, l'influence du temps est relativement faible sauf pour les longues durées d'exposition pour lesquelles, les VLE incohérent sont plus restrictives.

La fonction de pondération $B(\lambda)$ est maximale à 440 nm donc pour cette longueur d'onde les VLE lasers et VLE incohérent sont quasiment identiques, sauf pour les longues durées (> 100 s). A 400 nm, la courbe est parallèle à celle à 440 nm, l'influence de la $B(\lambda)$ rend les VLE laser plus restrictives.

Enfin à 700 nm, la pondération par le coefficient C_4 (laser) n'intervient qu'au-delà de 700 nm, de plus différents effets sont pris en compte pour les sources incohérentes.

RESULTATS POUR L'INFRAROUGE



Les VLE laser sont majoritairement plus restrictives que les VLE incohérent.

Les cas où les VLE incohérent sont plus restrictives concernent 1500 nm et 3000 nm.

Dans la bande **1050 à 1400 nm**, l'influence de la longueur d'onde est due à la fonction $R(\lambda)$, le rapport n'est du qu'à la prise en compte du temps. On retrouve la forme des courbes du spectre visible.

Il est **important de souligner** que les **VLE incohérent** seraient différentes et certainement plus basses si la source n'était pas ponctuelle. **Les VLE incohérent IR** pourraient être les plus restrictives.

A **1500 nm**, les **VLE laser** sont **peu restrictives** même pour les **durées d'exposition courtes**.

A **3000 nm** comme à **1500 nm**, la prise en compte de **l'effet thermique pour les longues durées d'exposition**, conduit à des **VLE incohérent assez restrictives**.

CONCLUSION

Les **effets** pris en compte pour les sources lasers et incohérentes sont quasiment **les mêmes** (à quelques nuances près), ils devraient conduire logiquement aux **mêmes valeurs limites**.

Il semblerait que:

- l'**influence de la longueur d'onde** soit mieux pris en compte au niveau des **VLE incohérent** par l'intermédiaire des fonctions $S(\lambda)$, $B(\lambda)$ et $R(\lambda)$,
- l'influence du temps d'exposition **pour les courtes durées** soit mieux appréhendé dans les **VLE lasers** et
- pour les **longues durées d'exposition**, probablement, par une meilleure prise en compte des effets à moyen ou long terme, **les VLE incohérent** soient plus adaptées.

Si une uniformisation était appliquée, cela pourrait conduire :

- à un **relèvement des VLE laser** avec l'introduction de nouveaux coefficients liés à la longueur d'onde,
- à un **abaissement des VLE incohérent** pour les **courtes durées** et
- à un **abaissement des VLE laser** pour les **longues durées**.

PYLA



PYLA – centre de formation laser optique photonique

Institut d'Optique d'Aquitaine
Rue François Mitterrand
33400 Talence
+33(0)5 57 01 74 00

contact@pyla-routedeslasers.com

www.pyla-routedeslasers.com

université
de BORDEAUX



Route des Lasers

