

## Sources lumineuses des phares

[F.A.Q. du forum [Usenet fr.rec.plongee](http://www.usenet.fr/rec.plongee) - <http://ardf.free.fr/faqfrp/>]

Trois technologies s'affrontent actuellement :

- l'halogène (en fait filament de tungstène + gaz halogène),
- les leds,
- le HID.

Le choix n'est pas facile car ces technologies sont différentes et n'ont pas le même rendement (une ampoule HID de 35W de consommation électrique éclaire plus qu'une halogène de 35W) et enfin elles ne délivrent pas la même qualité de lumière. Le choix pour le profane est encore plus complexe lorsque l'on relève sur internet :

- 4 leds de 3W (soit consommation de 12W + électronique = 15W) = 50W halogène (X4)
- 6 leds de 5W (soit consommation de 30W+électronique = 35W) = 90W halogène (X3)
- 3 leds de 3W (soit consommation de 9W + électronique = 11W) = 40W halogène (X4,5)
- 3 leds de 5W (soit consommation de 15W + électronique = 18W) = 50W halogène (X3,5)
  
- HID de 30W (soit consommation de 30W + électronique = 35W) = 150W halogène (X5)
- HID de 12W (soit consommation de 12W + électronique = 15W) = 50W halogène (X4)
- HID de 10W (soit consommation de 10W + électronique = 12W) = 30W halogène (X3)

Ces chiffres sont presque tous faux, nous allons voir pourquoi.

### Connaissances minimales pour comprendre la suite :

Puissance électrique totale consommée :

Exprimée en Watt elle mesure la consommation totale de la lampe et de l'électronique éventuelle.

Flux lumineux produit par une source lumineuse :

Exprimé en lumens, il mesure l'éclairement dans toutes les directions. C'est l'équivalent de la puissance électrique. On rencontre souvent le candela comme caractéristique d'une source lumineuse. Le candela est l'unité de l'intensité lumineuse, elle n'exprime pas le flux ou la puissance lumineuse totale mais la quantité de lumière qui arrive sur une surface et dépend donc de l'optique utilisée. Le candela est souvent utilisée pour les leds 7mm car par construction il n'y a pas besoin d'optique, le faisceau est déjà concentré.

*Résumé :*

*Pour comparer deux sources lumineuses il faut comparer leur flux lumineux exprimé en lumens.*

*On peut comparer l'intensité lumineuse en candela de deux sources uniquement si l'angle de couverture des sources sont les mêmes.*

-----  
[F.A.Q. du forum [Usenet fr.rec.plongee](http://www.usenet.fr/rec.plongee) - <http://ardf.free.fr/faqfrp/>]

[Source : [Bernard - Bernard Caron](http://www.bernard-bernard-caron.com) - bernard-f.caron@wanadoo.fr - [web](http://www.web) - E2/Moniteur CMAS\* - [Annecy/74\(F\)](http://www.annecy74.fr)]

*Pour 2 sources ayant le même flux en lumens, si la première couvre un angle de 45° et l'autre un angle de 15°, la seconde aura une intensité lumineuse (exprimée en candela) plus importante.*

Rendement :

On comprend donc que le rendement d'un dispositif d'éclairage est donné par le flux lumineux divisé par la puissance électrique (c'est un rapport de puissances) et s'exprime en lumens/Watt.

Température de couleur :

Une source lumineuse parfaite n'existe pas. La référence c'est le soleil car nous sommes habitués à lui. Le soleil émet de la lumière sur des fréquences visibles par notre œil allant du rouge au bleu qui vient de la température à sa surface soit 5600 °K (retrancher 273 pour obtenir la température en °C). Quand on chauffe une barre métallique, elle commence par rougir (sa température est faible de l'ordre de 2000 °K) si on continue, on dit qu'on la chauffe à blanc, sa température augmente.

*Pour résumer :*

*Température 3000 °K : couleur tirant vers le jaune-rouge*

*Température 5600 °K : couleur blanche*

*Température 7000 °K : couleur bleue*

*Nota :*

*Des températures de 8000 °K ou plus se rencontrent sous une couche de nuage. Le ciel c'est 11000 °K car il est bleu.*

*Bizarrement on dit que le jaune est une couleur chaude et le bleu une couleur froide alors qu'en fait une source délivrant du bleu est plus chaude qu'une source délivrant du jaune.*

Indice de rendu de couleur :

La température de couleur n'exprime pas la répartition entre toutes les couleurs émises par la source. Pour exprimer cette répartition ( il ne faut pas que des couleurs soient absentes ou trop importantes) on utilise l'indice de rendu de couleur qui varie de 100 (parfait) à 0 (nul) sachant que 65 c'est déjà mauvais. Cet indice est surtout important pour les photographes et vidéastes.

Absorption :

L'eau absorbe principalement le rouge, donc une lumière rouge porte moins loin qu'une lumière bleue. Cependant ce n'est pas la perception que l'œil a. En effet, éclairer avec une lumière rouge-jaune un objet éclairé par du bleu (la lumière naturelle filtrée par l'eau) donnera l'impression d'un meilleur éclairage qu'une source qui émet plutôt sur le bleu, dont le rouge sera vite absorbé et qui accentuera seulement le bleu déjà présent. Ainsi, une lumière jaune est plus intéressante de jour qu'une lumière bleue.

Pour aller plus loin :

- [http://www.bon-bini.net/dossiers\\_techniques/led/formules\\_et\\_unites\\_photometriques\\_art1.html](http://www.bon-bini.net/dossiers_techniques/led/formules_et_unites_photometriques_art1.html)

-----  
[F.A.Q. du forum [Usenet fr.rec.plongee](http://www.usenet.fr/rec/plongee) - <http://ardf.free.fr/faqfrp/>]

[Source : [Bernard - Bernard Caron](#) - [bernard-f.caron@wanadoo.fr](mailto:bernard-f.caron@wanadoo.fr) - [web](#) - E2/Moniteur CMAS\* - [Annecy/74\(F\)](#)]

- [http://perso.magic.fr/zacharias/art\\_tech/techniques/couleur/temp\\_couleur.htm](http://perso.magic.fr/zacharias/art_tech/techniques/couleur/temp_couleur.htm)
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Indice\\_de\\_rendu\\_de\\_couleur](http://fr.wikipedia.org/wiki/Indice_de_rendu_de_couleur)

## Comparaisons des trois technologies

Halogène :

Le courant électrique chauffe un fil en tungstène qui émet de la lumière. Pour augmenter la durée de vie et pouvoir obtenir des températures plus élevées, l'ampoule ne contient pas d'oxygène (sinon le fil se détruirait en quelques secondes) mais contient des gaz spéciaux comme le fluor, le chlore, le brome, l'iode ou le xénon. Dans les phares de plongée, l'ampoule est en général suralimentée (pour obtenir une température plus élevée et donc une température de couleur plus élevée) au prix d'une durée de vie très faible. Les lampes halogènes ne nécessitent pas d'électronique particulière et peuvent être branchées directement à une batterie.

HID :

Les lampes HID que l'on traduira par « Haute Intensité Décharge » n'ont pas de filament. On crée un arc électrique à travers un composé de gaz à haute pression (le xenon ou des halogènes comme le sodium, l'iode ou le mercure). Pour amorcer la décharge, un dispositif électronique complexe est nécessaire, pour entretenir l'éclairage il faut aussi réguler précisément le courant.

LED :

Les leds utilisent la technologie des semi-conducteurs. Le semi-conducteur est construit pour que le courant qui passe dans la led déplace des électrons (et des absences d'électrons) qui produisent directement de la lumière. Les leds émettent normalement une seule couleur, pour obtenir des leds blanches, on utilise par exemple une led bleu à laquelle on ajoute du phosphore. Les leds nécessitent d'être alimentées en imposant le courant qui les traverse et non pas la tension à leur borne, une électronique est donc normalement nécessaire.

Pour aller plus loin :

<http://www.led-fr.net/>

## Comparaisons

	Halogène	HID	LED
Durée de vie (h)	30 à 100	2000	20000
Rendement (lm/watt)	25	75	25
Température de couleur (°K)	3500	5500 ou plus	5500 ou plus
Indice de rendu de couleur	95 (très bon)	85 (bon)	65 (médiocre)
Electronique	Simple	Très complexe (dangereuse car haute tension)	Complexe
Résistance aux chocs	Mauvaise	Bonne	Excellente

-----  
[F.A.Q. du forum [Usenet fr.rec.plongee](http://www.usenet-fr.net/rec/plongee) - <http://ardf.free.fr/faqfrp/>]

[Source : [Bernard - Bernard Caron](#) - [bernard-f.caron@wanadoo.fr](mailto:bernard-f.caron@wanadoo.fr) - [web](#) - E2/Moniteur CMAS\* - [Annecy/74\(F\)](#)]

Coût de remplacement de l'ampoule (euros)	15 (pour 50W)	150 (pour 35W) et même le double.	50 (pour 5W),
Coût de remplacement de la lampe ramené à sa durée de vie (euros/heures)	0,2	0,15	Nul car indestructible
Usage	Excellent de jour	Excellent en éclairage puissant	Excellent de nuit Lampe de secours
Coût (euros)	400-500 (50W 1h)	1000 (30W 1h30)	300-400 (12W 2h)
Coût ramené au lumen (euro/lumen)	0,4	0,45	1

De ce tableau on en déduit que les leds ont aujourd'hui un rendement plus faible (à cause de la consommation de l'ordre de 10% de l'électronique non prise en compte) que les halogènes mais avec une température de couleur plus élevée et proche de la lumière du soleil.

L'HID a tous les avantages en termes de performances (rendement 3 fois supérieur et température de couleur élevée) mais pour un coût élevé à l'unité mais pas en termes d'euros/lumens

L'halogène est encore un bon compromis pour un phare de 50W, il ne l'est plus pour les petites puissances lumineuses par rapport aux leds ni pour les grandes puissances par rapport à l'HID de 30W et plus.

Bien sûr des utilisations particulières peuvent diriger vers un choix ou un autre :

- eaux très sombres
- eaux chargées
- spéléo
- eaux très claires

De ce tableau on en déduit qu'il faudrait que les vendeurs de matériels arrêtent de dire n'importe quoi particulièrement à propos de l'éclairage à leds car pour le HID les rendements annoncés sont proches de la réalité (3 fois l'halogène). Il n'y a aucune raison de donner un bonus aux phares à leds de part leur température de couleur élevée, sinon il faudrait donner le même bonus aux phares HID qui ont la même température de couleur.

L'ampoule HID semble chère mais ramenée à sa durée de vie, le coût est de l'ordre de grandeur d'une ampoule halogène. Cependant sa durée de vie est bien supérieure à la durée de plongée totale d'un plongeur moyen.

### Et l'avenir ?

Les lampes à filament tungstène ne peuvent plus évoluer ou à la marge.

Les lampes HID peuvent encore légèrement progresser (rendement en particulier)

Les progrès des leds sont constants et les performances suivantes :

- 60 lumen/watt grâce à une température de la jonction plus élevée
- meilleur indice de couleur (surtout pour la photo)

-----  
[F.A.Q. du forum [Usenet fr.rec.plongee](http://usenet.fr/rec.plongee) - <http://ardf.free.fr/faqfrp/>]

[Source : [Bernard - Bernard Caron](#) - [bernard-f.caron@wanadoo.fr](mailto:bernard-f.caron@wanadoo.fr) - [web](#) - E2/Moniteur CMAS\* - [Annecy/74\(F\)](#)]

sont déjà atteintes en laboratoire. Un phare équipé aujourd'hui de ces leds serait le meilleur compromis dans presque tous les cas d'usage.  
Plus de 200 lumens/watt sont théoriquement accessibles.

Les leds sont donc l'avenir des phares de plongée mais ce n'est pas la peine d'anticiper et de léser le consommateur. Il faut attendre encore 3 à 5 ans et cet article sera totalement obsolète.

Quelques liens intéressants :

- <http://compoundsemiconductor.net/articles/magazine/9/6/3/2>
- [http://www.globefox.com/vospad/luxeon\\_factsheet.pdf](http://www.globefox.com/vospad/luxeon_factsheet.pdf)