



Mesures LED

La lumière LED ne se mesure pas comme les autres sources lumineuses, apprenez en plus avec ce document!

Les mesures comptent ... Attendez, quelles sont les mesures?

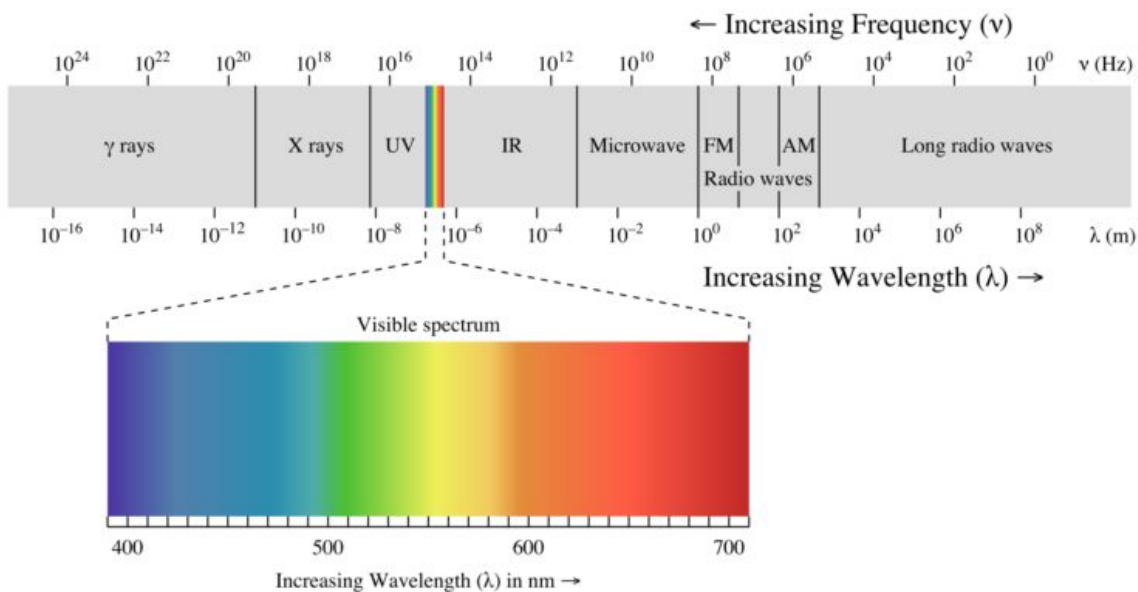
Essayer de trouver les meilleures lumières horticoles pour votre application peut être un processus accablant. En fait, la recherche sur le sujet pourrait vous laisser plus de questions qu'avant d'avoir commencé vos recherches. Après tout, nous ne sommes pas tous des ingénieurs qualifiés ou des physiologistes des plantes, et les spécifications des systèmes d'éclairage peuvent devenir très techniques rapidement. L'un des problèmes les plus difficiles auxquels font face les acheteurs lorsqu'ils étudient l'éclairage horticole est d'apprendre à interpréter et à comprendre les nombreux paramètres utilisés pour mesurer et décrire la lumière émise par les systèmes (watts, lumens, PAR, PPFD...). Malheureusement, sans une bonne compréhension, le processus d'achat peut sembler un peu comme l'élevage d'un animal d'un compagnie sans guide. Par conséquent, le but de cet article est de définir et de discuter des métriques (différentes unités de mesures) les plus courantes utilisées pour décrire les systèmes de lumière de horticoles.

Types de lumière: lumière visible contre lumière PAR

Pour comprendre les différences entre les différentes mesures, il est d'abord important de comprendre un peu la lumière en général. Cela inclut la compréhension des différences entre les types de lumière qui sont plus importants pour la vue humaine et ceux qui sont plus importants pour conduire la photosynthèse. Il est important de se rappeler que toute la lumière n'est pas visible à l'œil humain et que la lumière ne constitue qu'une petite partie d'une classe d'énergie connue sous le nom de rayonnement électromagnétique qui comprend aussi les rayons X, les micro-ondes et même les ondes radio.

Différents types de rayonnement électromagnétique sont définis par leurs longueurs d'onde et leurs fréquences, exprimées respectivement en Hertz et en mètres. La plupart des rayons X, par exemple, ont des longueurs d'onde comprises entre 0,01 et 10 nm. En revanche, les longueurs d'onde visibles à l'œil humain (c'est-à-dire la lumière visible ou le spectre visible) vont de **400 à 700 nm**, et le rayonnement électromagnétique qui se situe en dehors de cette plage est imperceptible, du moins chez l'homme. Cependant, les longueurs d'onde en dehors de la portée humaine sont encore visibles pour de nombreux autres animaux. Par exemple, les rayons UV (10-400 nm) sont visibles pour de nombreux poissons et insectes, et l'infrarouge (700-1000 nm) est visible pour de nombreux serpents. Plus important, cependant, est que ces types de lumière sont également détectés et utilisés par les plantes. En fait, les plantes sont capables de détecter des longueurs d'onde aussi courtes que **260 nm (UV-C)** et jusqu'à **730 nm (rouge foncé)**.

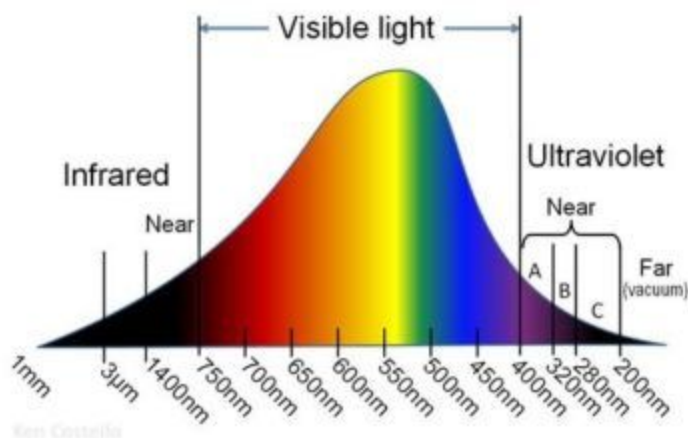
Cela étant dit, la plupart de la lumière utilisée par les plantes pour la photosynthèse, connue sous le nom de rayonnement photosynthétiquement actif (ou **PAR**), se situe dans le spectre visible (**400-700 nm**). Cependant, les plantes sont beaucoup plus sensibles à la lumière rouge (**640-680 nm**) qu'aux autres longueurs d'onde, alors que l'œil humain est plus sensible au vert et au jaune. Ceci est important parce que les lumières qui semblent brillantes à l'œil humain pourraient être beaucoup moins utiles aux plantes que vous ne le pensez, surtout si la lumière jaune est sur-représentée.



Ce schéma représente la petite partie visible des radiations électromagnétiques

Les Lumens sont pour les humains

Maintenant que nous comprenons un peu les types de lumière, nous pouvons parler de la façon de le mesurer. Pour les applications humaines, comme l'éclairage des maisons ou des lieux de travail, l'intensité de la lumière visible peut être mesurée en mesurant le flux (ou la puissance) radiant qui est calculé comme la somme de la lumière visible (en Watts ou J / s). Cette métrique peut toutefois être trompeuse, car les systèmes qui ne produisent pas toute la gamme des longueurs d'onde visibles peuvent produire des valeurs de flux de rayonnement élevées. Par exemple, un système d'éclairage qui produit de hauts niveaux de lumière violette et rouge peut avoir un flux de rayonnement radiant élevé, mais comme l'œil humain est plus sensible aux lumières jaune et verte, la lumière ne semble pas aussi brillante que le flux de rayonnement mesure suggérée. Au lieu de cela, les mesures du flux lumineux sont beaucoup plus significatives. Cette métrique, qui est exprimée en **lumens(lm)**, est similaire au flux de rayonnement mais est pondérée en fonction de la sensibilité de l'œil humain aux différentes longueurs d'onde de la lumière. En conséquence, les sources lumineuses avec des valeurs de lumens plus élevées sont perçues comme plus lumineuses. Cependant, étant donné que l'œil humain est le plus sensible à la lumière **verte / jaune (550 nm)**, la métrique est fortement polarisée vers ces longueurs d'onde. Cela signifie que les mesures du flux lumineux sous-représentent les longueurs d'onde rouges et bleues et, par conséquent, que le flux lumineux est un mauvais indicateur de l'utilité des sources lumineuses pour les plantes qui dépendent principalement de la lumière rouge pour la photosynthèse. Pour cette raison, les mesures du flux lumineux et de la luminance sont inadéquates pour évaluer et comparer les lumières destinées à la croissance végétale. **Attention, les lux, les bougies et les candelas sont autant de mesures supplémentaires du flux lumineux.**



Spectre visible par l'homme

Les humains et les plantes utilisent des longueurs d'onde de lumière très différentes.

Les photons sont pour les plantes

Alors, comment mesurer l'utilité de la lumière pour les plantes? Fait intéressant, l'idée que les plantes et les humains utilisent différentes longueurs d'onde de lumière n'est pas nouvelle. En fait, un certain nombre de mesures ont été développées pour mesurer spécifiquement le **PAR** (rayonnement photosynthétiquement actif). Cependant, la confusion concernant l'évaluation et la comparaison des lumières horticoles a une histoire similaire. Pour vous assurer que vous n'êtes pas dupé par des spécifications sans signification, la première chose que vous devez comprendre est que le **PAR** n'est pas une unité de mesure en soi. C'est plutôt le nom donné à la gamme de lumière qui anime la photosynthèse (**400-700 nm**). En d'autres termes, le **PAR** est la version végétale du flux de rayonnement (la somme totale de la lumière visible), et la seule différence réelle entre les deux est la façon dont ils sont mesurés (énergie vs. Photons). Deux des principales métriques basées sur le flux de photons sont **PPF** et **PPFD**.

Flux de photons photosynthétiques

(Image de notre appareil de mesures PPF
Apogee MQ500)



Le PPF (flux de photons photosynthétiques), ou la sortie lumineuse, par exemple, est une mesure du PAR total produit par une source de lumière par **seconde**. Contrairement au flux de rayonnement, exprimé en énergie (Watts ou J / s), le PPF est exprimé en termes de photons, qui constituent l'unité de base de l'énergie électromagnétique. De plus, le nombre de photons comptés étant

généralement de l'ordre des quadrillions et des quintillions, le nombre de photons est typiquement exprimé en **micromoles** (μmol), chaque mol représentant environ $6,02 \times 10^{23}$ (602 quadrillions) de photons. Par conséquent, puisque PPF est une mesure de PAR produite par seconde, la métrique est généralement rapportée en $\mu\text{mol/s}$.

Cependant, du fait que la PPF est mesurée à la source lumineuse, la métrique **ne représente pas avec précision** la quantité de lumière qui atteint réellement les feuilles des plantes ou la distribution de la lumière après son émission

Densité du flux de photons photosynthétiques

En revanche, la **PPFD** (densité de flux de photons photosynthétiques), ou intensité lumineuse, est une mesure de PPF qui atteint une surface spécifique (m²) d'une surface donnée. Il est exprimé en **μmol/m²/s**. Puisque **PPFD** considère seulement la lumière qui atteint les plantes, il est généralement considéré comme une meilleure métrique que PPF, et cette mesure est actuellement l'une des meilleures façons de mesurer et de comparer les intensités lumineuses.

Malheureusement, le **PPFD** est encore loin d'être parfait. Par exemple, la métrique donne un poids égal à tous les photons qui se situent dans la gamme **400-700 nm**, même si la lumière rouge est plus importante pour conduire la photosynthèse. La métrique ignore également presque toute la lumière UV et la lumière infrarouge, bien qu'un grand nombre d'études aient montré que la lumière UV stimule la production de métabolites secondaires - comme les pigments, les flavonoïdes et certaines molécules comme le CBD et le THC - et la lumière infrarouge joue un rôle important dans la régulation des rythmes de développement des plantes.

En outre, **PPFD** est également facile à manipuler et à exagérer. Une façon d'exagérer la métrique consiste à réduire la distance entre la source de lumière et le point de mesure. Puisque l'intensité lumineuse est inversement proportionnelle au carré de la distance parcourue (loi du carré inverse), le **PPFD** mesuré à une surface plus proche de la source de lumière sera plus grand que celui mesuré à une surface plus éloignée. Profitant de cela, certains fabricants d'éclairage très connus rapportent des valeurs **PPFD** proches, même si les distances sont irréalistes, soit à cause de la chaleur générée par les lumières ou d'autres facteurs. De plus, puisque la zone sous un système d'éclairage n'est pas nécessairement éclairée uniformément (en d'autres termes, certains spots reçoivent plus de lumière que d'autres).

Pour ces raisons, même si la **PPFD** est actuellement la meilleure mesure disponible, elle doit être interprétée avec prudence. Les fabricants doivent indiquer la distance à laquelle les valeurs **PPFD** sont mesurées et décrire également la distribution du flux lumineux en rapportant le **PPFD** moyen à partir de plusieurs points d'échantillonnage ou en rapportant le rapport entre le **PPFD** minimal et maximal mesuré dans une zone spécifiée ou se trouve l'empreinte lumineuse. Si les fabricants ne fournissent pas ces informations, nous vous recommandons de les

contacter pour voir si elles sont disponibles. Sans cette information, vous ne pourrez pas évaluer avec précision les produits du fabricant.

Mentions légales:

Toute reproduction totale ou partielle de ce document est interdite. Cet article rédigé par Alexandre Schwartzwalder, directeur technique, est la propriété de : SAS S-Systems, 4 rue du Lavoir, 25480, Pirey, FRANCE