

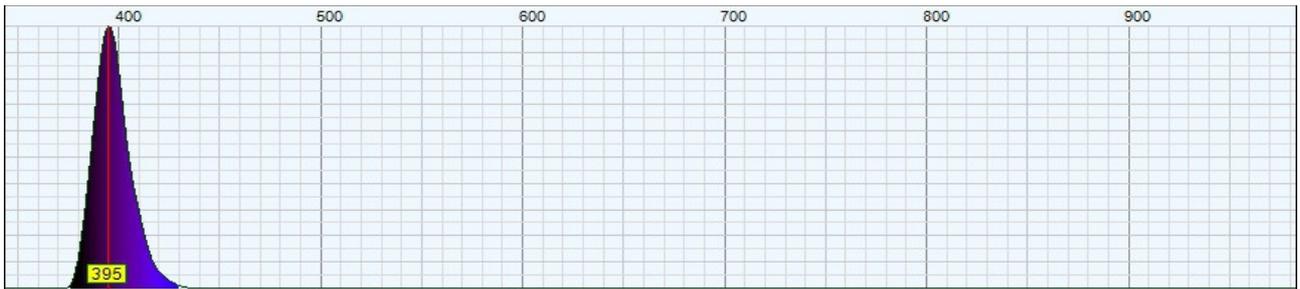
**theremino**  
•the•real•modular•in-out•

Theremino System

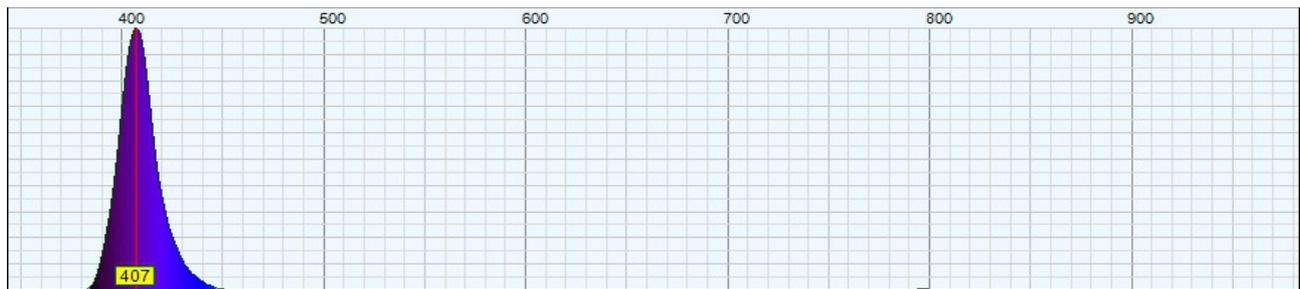


# Spectromètre Theremino Echantillons de Spectres

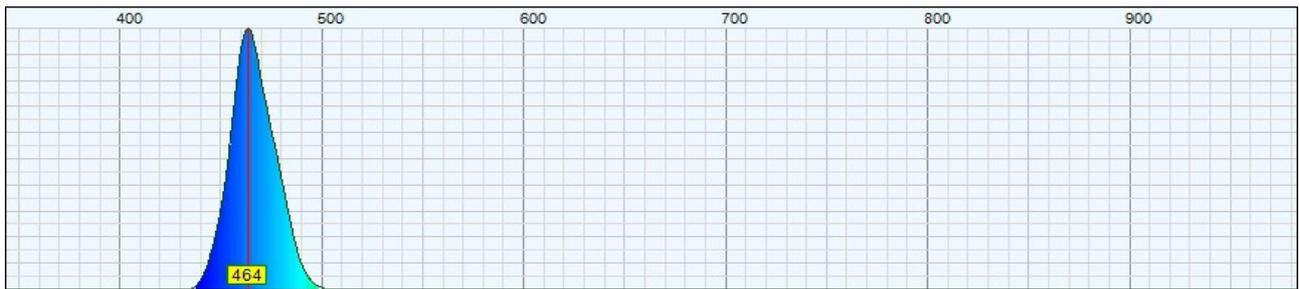
# Spectres de LEDs



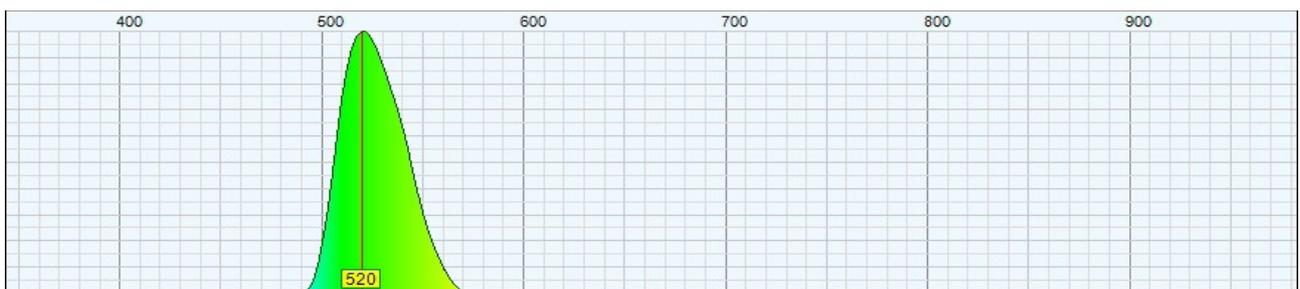
LED Ultraviolette - 395 nm



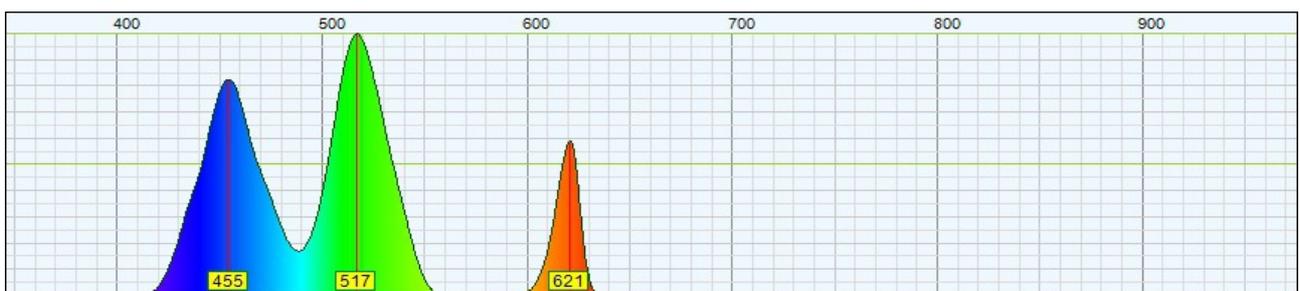
LED Ultraviolette - 407 nm ( la meilleure pour la fluorescence chlorophylle de l'huile d'olive )



LED Bleue

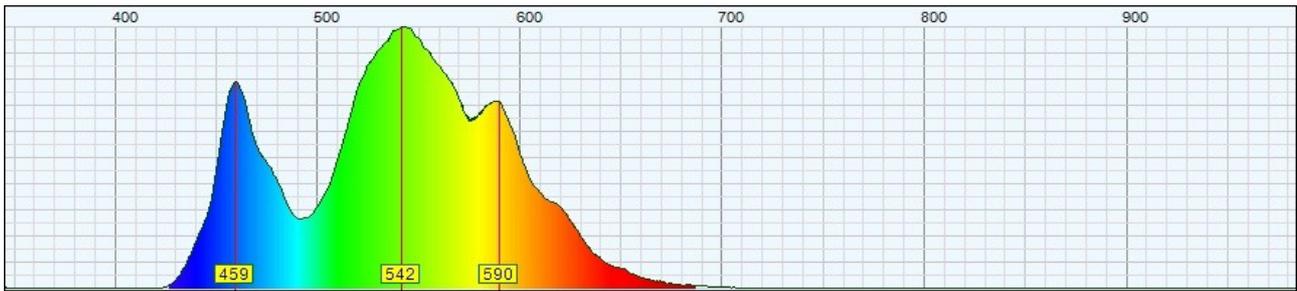


LED Verte

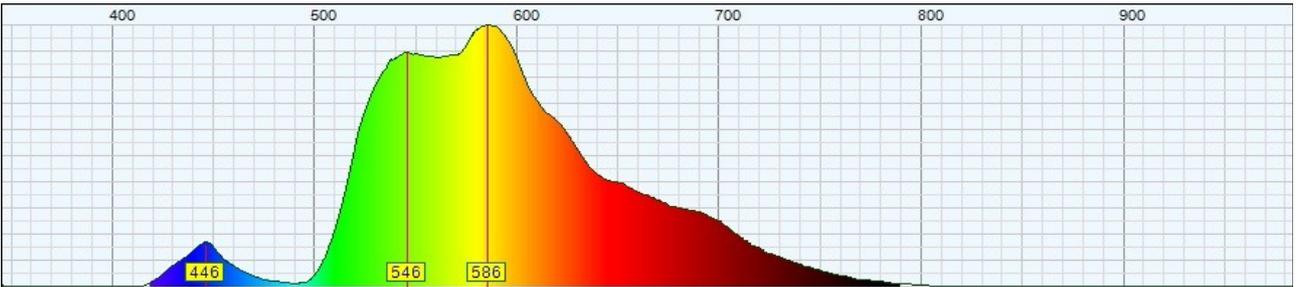


LED RGB ( bande de led 5050 montées en surface, comprenant 3 dices chacune )

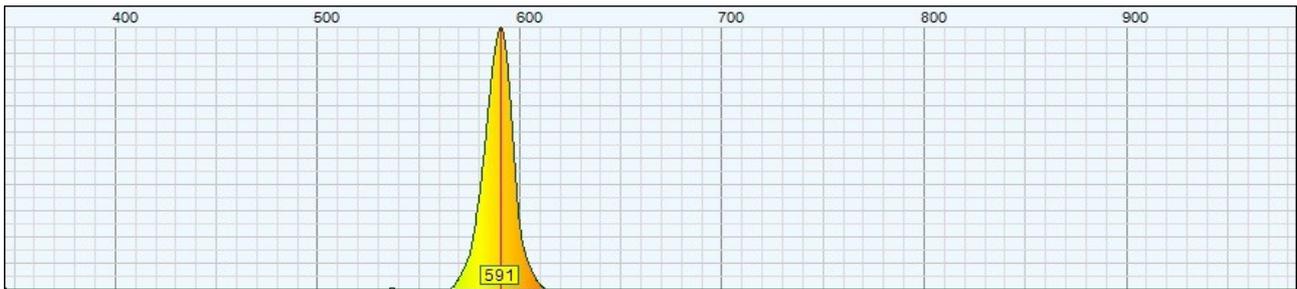
# Spectres de LEDs



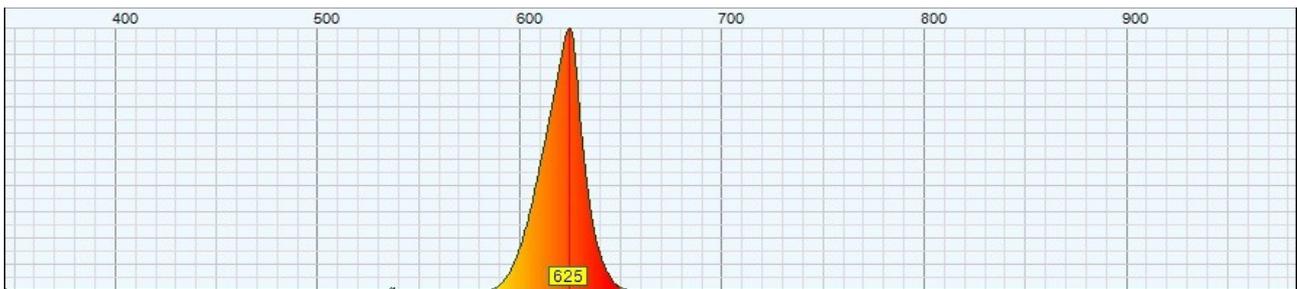
LED Blanc Froid



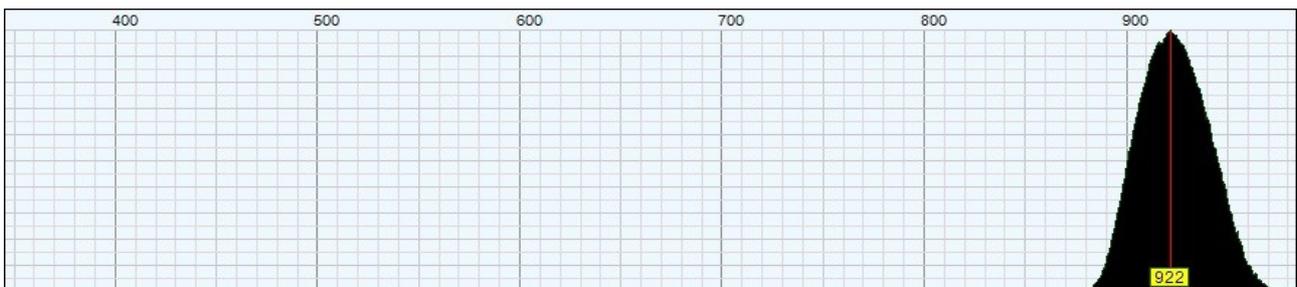
LED Blanc Chaud



LED Ambre

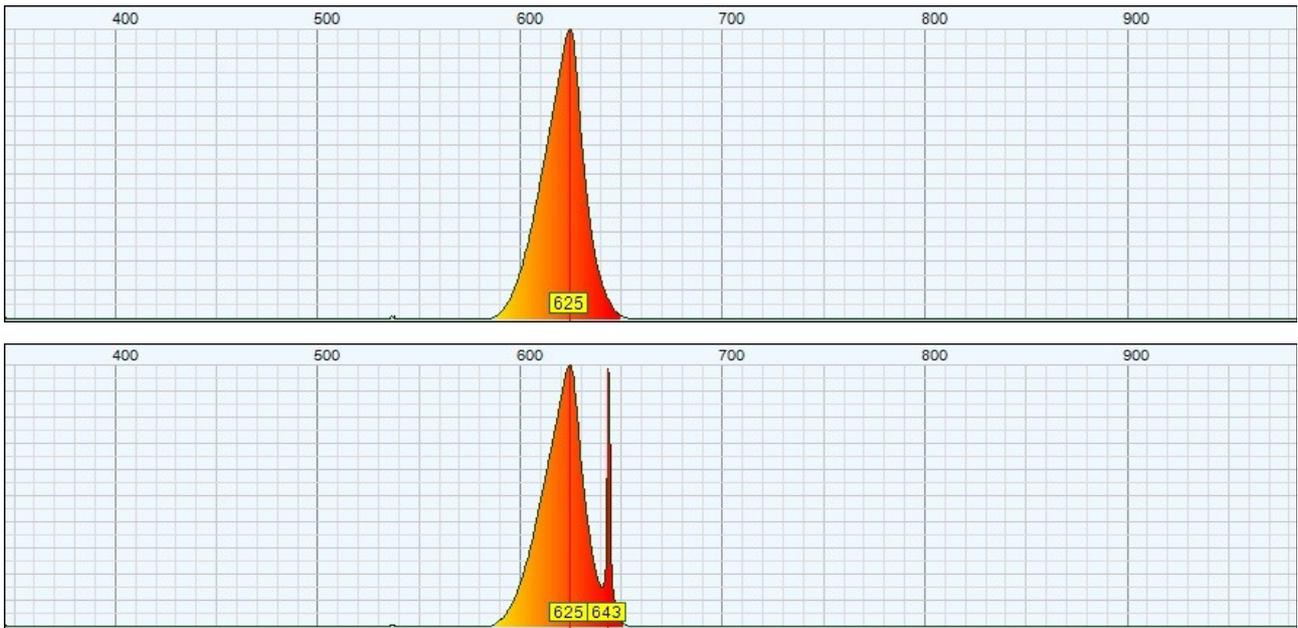


LED Rouge



LED Infrarouge

# Comparaison entre LED et Laser



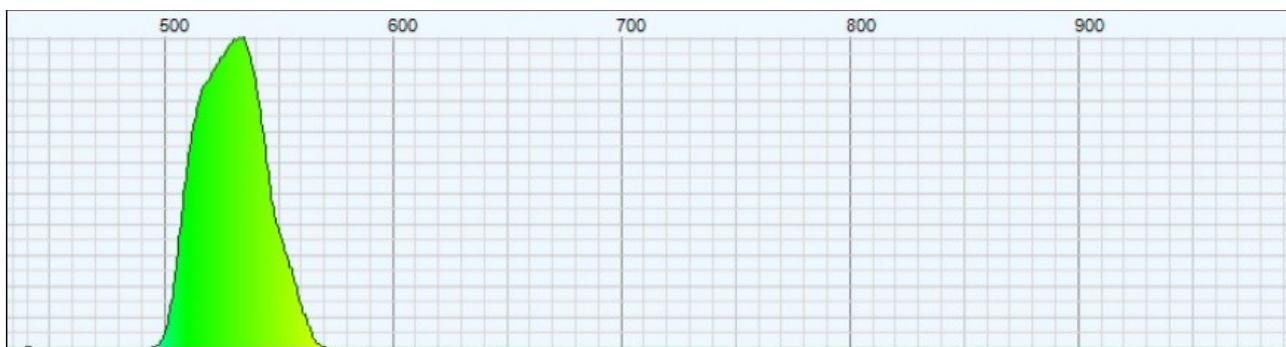
**LED Rouge + Laser Rouge.** Notez la résolution de la ligne laser. La ligne de la led n'est pas altérée par celle du laser, qui n'est qu'à quelques nanomètres de distance.

## Longueurs d'onde des lasers les plus courants

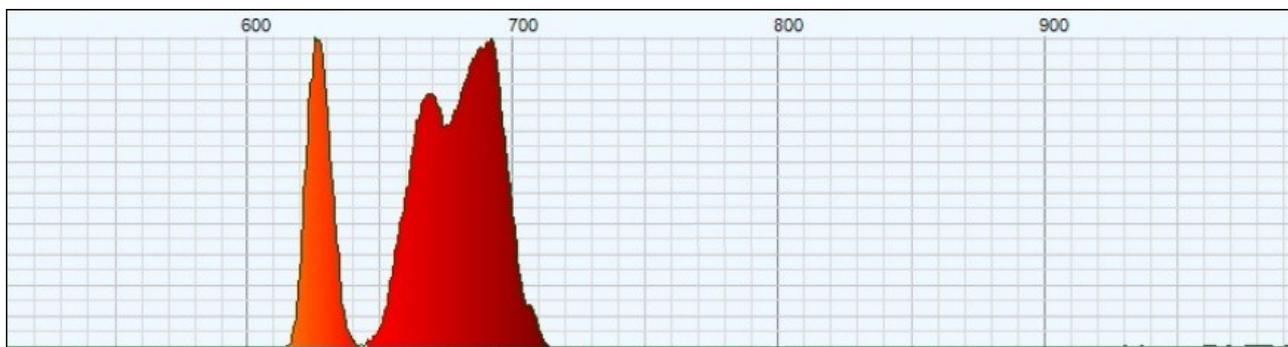
- ◆ **Laser Violet**                    405 nm (même longueur d'onde que les disques "Blu-Ray" et les leds UV )
- ◆ **Laser Bleu**                    473 nm
- ◆ **Laser Vert**                    532 nm
- ◆ **Laser hélium-néon**            633 nm
- ◆ **Laser Rouge**                    635 nm ( le plus visible ) et jusqu'à 640, 650 and 670 nm ( le moins cher )
- ◆ **Laser Infrarouge**            808 nm ( ou 1064 nm avec des traces ode 808 nm )

# Fluorescence de certains matériaux

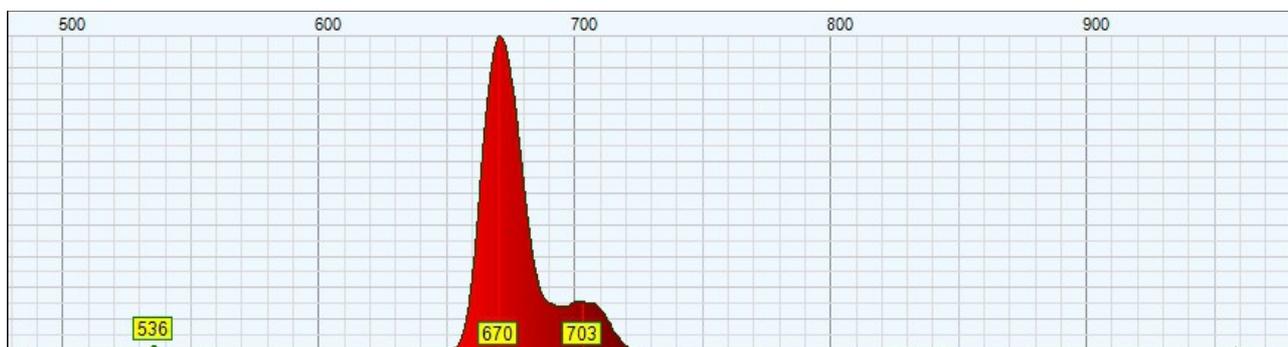
La fluorescence des images qui suivent a été excitée par une LED UV à 407nm.



Verre à l'uranium



Coquille d'œuf (porphyrine)

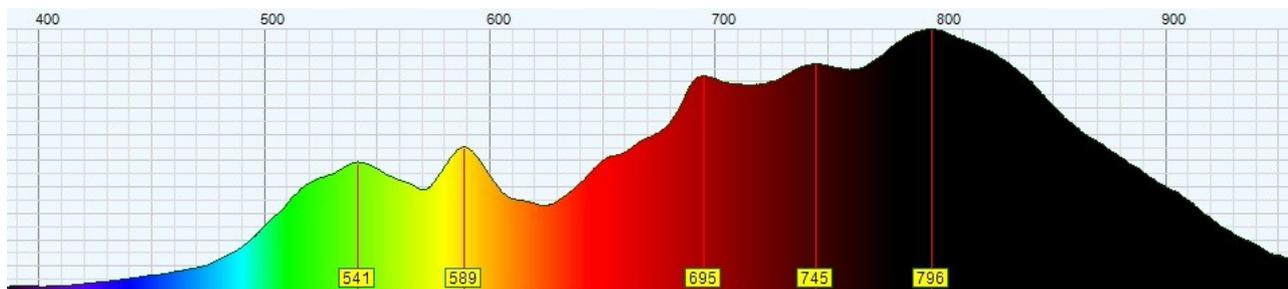


Huile d'olive extra vierge (chlorophylle)

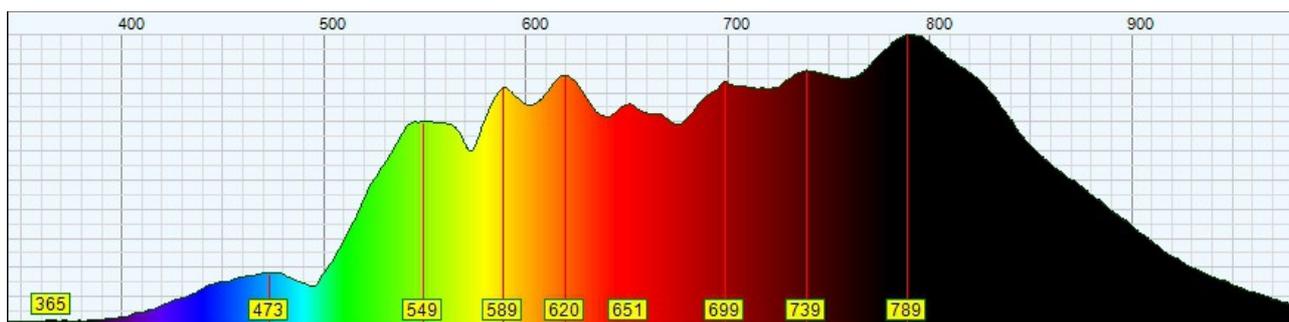
La fluorescence de la chlorophylle est expliquée en détails dans le fichier "Theremino\_OilMeter\_TestMethods" qui fait partie de la documentation du "Theremino Oil Meter".

Le "Theremino Oil Meter" est un testeur d'huile d'olive, basé sur la mesure de la fluorescence de l'huile et la lumière transmise, dans les bandes de 450 à 500 nm et de 650 nm à 700 nm. Pour développer le "Testeur d'Huile", nous avons dû choisir les meilleurs filtres couleurs, LED's et phototransistors. Pendant cette recherche, le "Spectromètre Theremino" a été essentiel et nous a permis de développer un testeur d'huile d'olive très fiable.

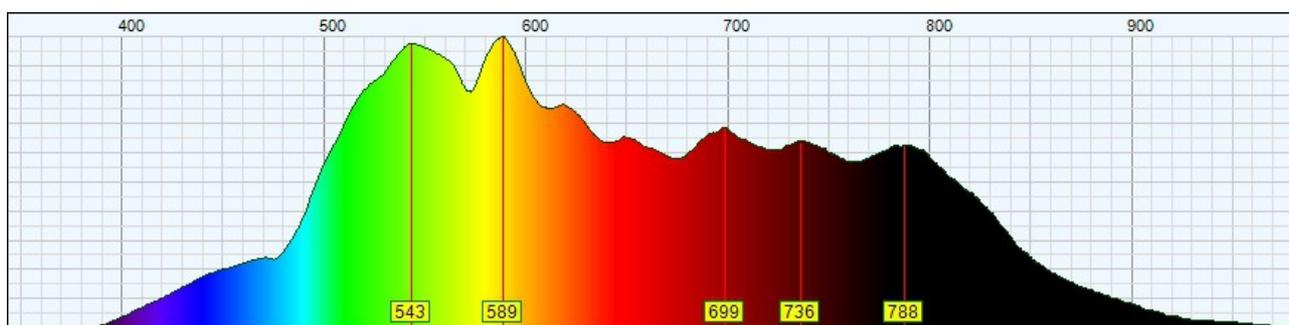
# Lampes à Filament



Ampoule à Incandescence de ½ Watt (100 mA à 5 V)



Lampe à Incandescence classique de 100 Watt

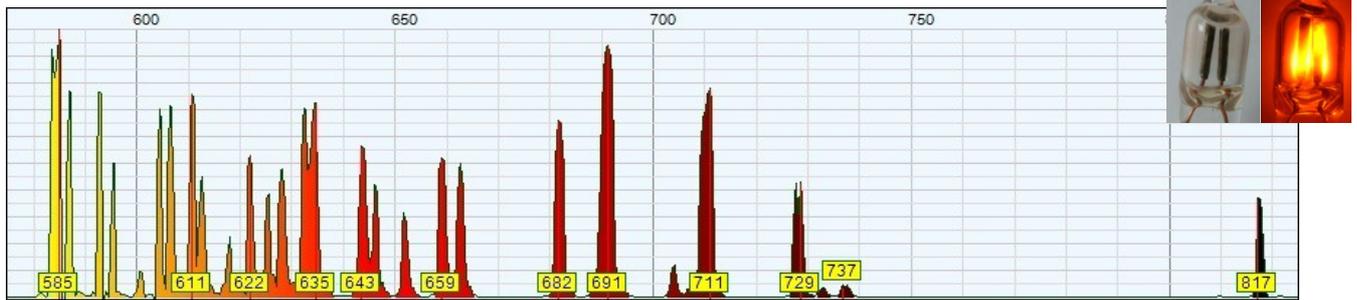


Lampe à Halogène de 50 Watt

Les lampes à filament émettent de l'énergie à travers le spectre, dans le visible et l'infrarouge. Au plus haute est la température du filament, au plus haute est la production de lumière visible, par rapport à la lumière "perdue" dans la zone de l'infrarouge invisible.

Les lampes à halogène ont un filament plus chaud et produisent donc proportionnellement moins d'infrarouges.

# Ampoule au Néon



Petite ampoule au Néon.

Le nombre de pics est incroyable. Même avec une lumière faible, le spectromètre est en mesure de différencier 30 lignes.

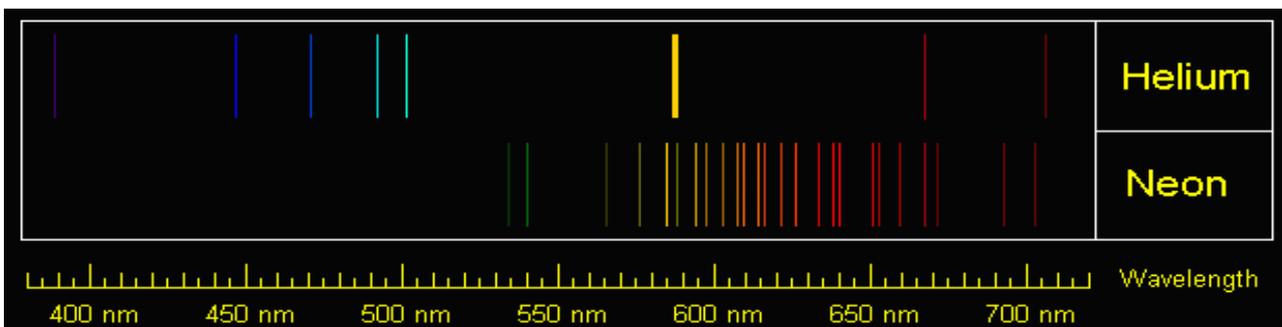
Ceci est une simple ampoule néon, mais c'est également une chambre à plasma qui démontre le fonctionnement des électrons et des atomes. Le plasma ionisé de l'ampoule n'émet qu'à des longueurs d'onde très spécifiques, avec peu ou pas d'émission entre ces lignes. Le mécanisme de production de ces lignes spectrales est restée un mystère longtemps. Puis, en 1913, Niels Bohr l'a expliqué au moyen d'un modèle de l'atome dans lequel les électrons gravitent autour du noyau. Dans son modèle, il existait un certain nombre d'électrons pour chacun des différents éléments, et ces électrons possèdent des niveaux d'énergies très spécifiques.

Lorsque l'élément est chauffé ou excité électriquement, les électrons sautent sur une orbite d'énergie plus élevée, puis retombent sur leur niveau initial, en émettant des photons de lumière, pour compenser la différence d'énergie. La longueur d'onde ( ou couleur ) des photons représente exactement la différence entre les deux niveaux d'énergie. Puisque les lignes d'énergies visibles sont fines, et qu'il n'y a pas d'émission d'énergie entre ces lignes, il en résulte qu'il y a une quantité spécifique d'énergie pour chaque orbite d'atomes.

A partir de ces considérations, et à partir de cette simple ampoule néon, sont nées les orbites des électrons, les "quantum's", les atomes tels que nous les connaissons aujourd'hui, et toute la mécanique quantique.

## Autres substances qui produisent des lignes

Non seulement le néon, mais pratiquement tous les éléments de la table périodique produisent des lignes caractéristiques. Les plus connus ( utilisés dans les lampes ) sont l' Hélium, le Néon, l' Argon, le Krypton, le Xénon, le Mercure et le Sodium.



Lignes de l'Hélium et du Néon ( lignes théoriques, calculées d'après la théorie quantique )

# Les lampes Fluorescentes

Les lampes fluorescentes sont de types variés: Tubes Fluorescents, Lampes "Économiques" ou Fluo-Compact (CFL - Compact Fluorescent Lamp), et les Lampes Fluorescentes à Cathode Froide ( CCFL - Cold Cathode Fluorescent Lamp ).



Toutes ces lampes ont des spectres d'émission similaires. Elles contiennent du mercure, du néon, de l'argon et du krypton, qui produisent des lignes dans l'ultraviolet, le bleu, le vert et le rouge. La couche de pigment fluorescent sur les parois intérieures du tube élargi un peu ces lignes et produit une lumière qui apparaît blanche à l'œil humain.

Les lampes fluorescentes, contrairement à la lumière solaire, n'émettent pas toutes les longueurs d'ondes, mais concentrent leur énergies dans certaines zones, appelées "lignes d'émission caractéristiques".

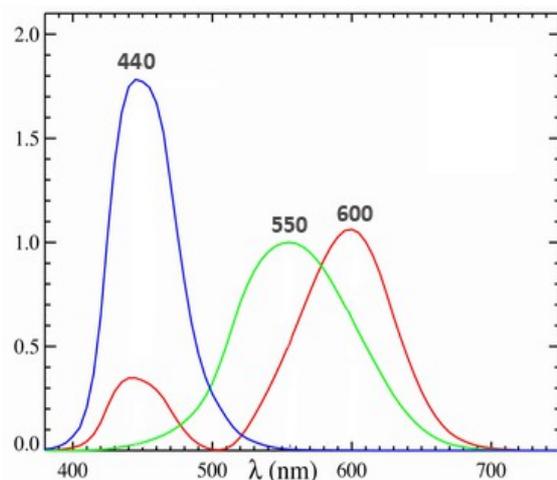


Lumière solaire



Lumière de lampe fluorescente

Les lampes fluorescentes semblent blanches, car l'œil humain ne peut voir que trois couleurs: bleu, vert et rouge, appelées "couleurs primaires".



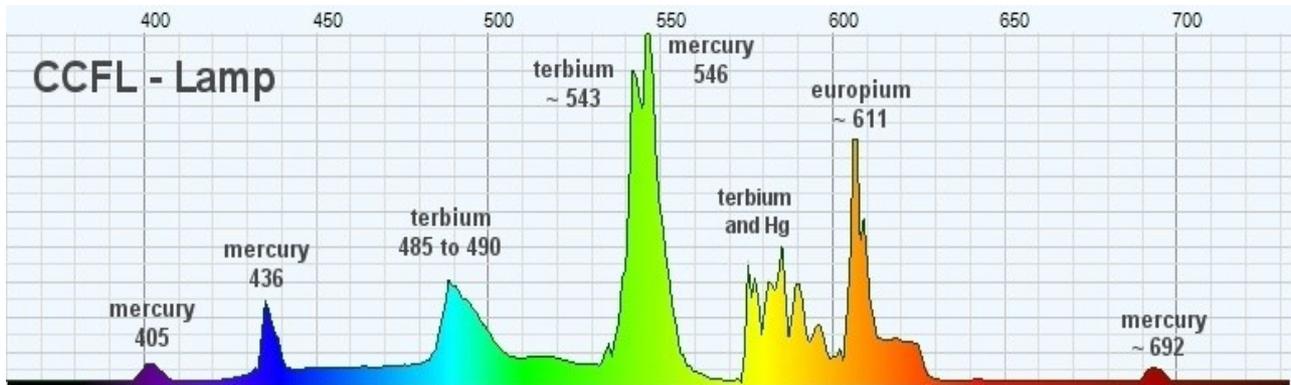
## Courbe de réponse de l'œil humain

L'œil reçoit et mesure les trois couleurs primaires séparément. Une lampe est blanche si elle émet de l'énergie dans les trois couleurs et dans une proportion correcte.

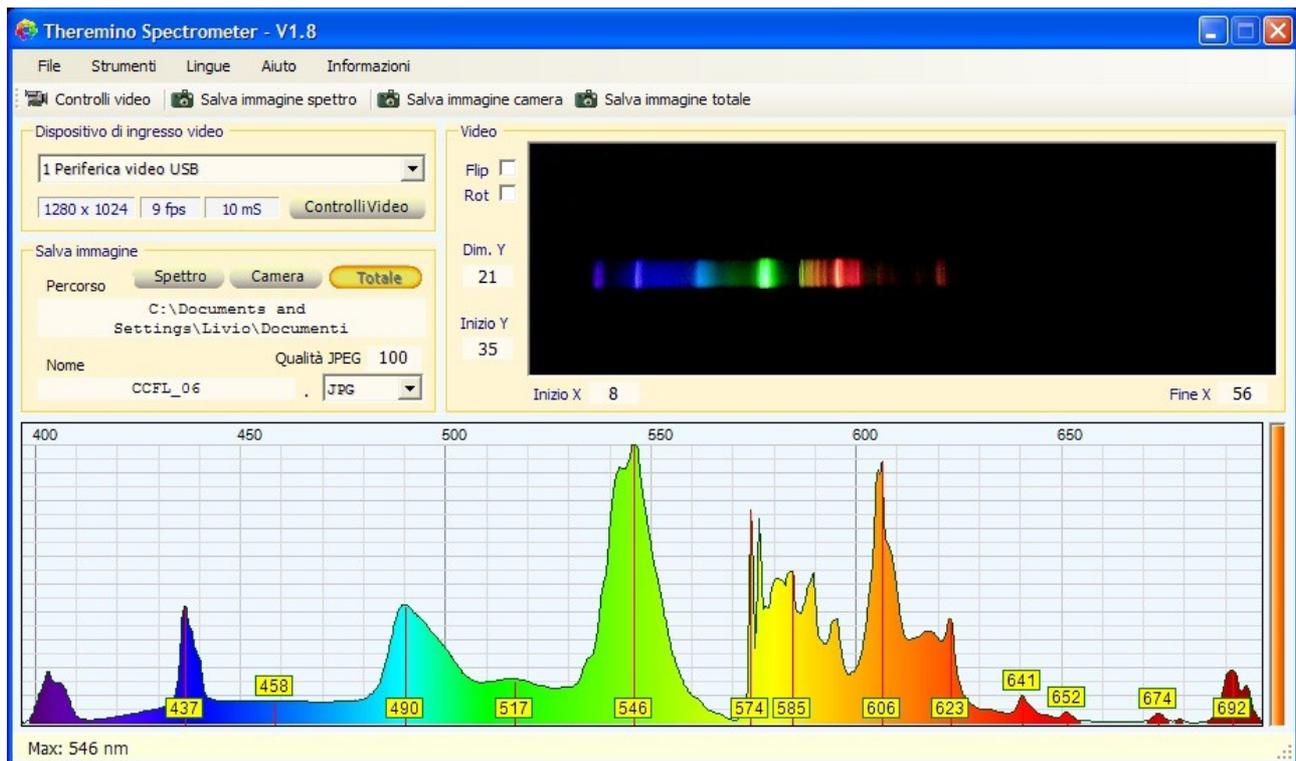
Les couleurs intermédiaires ne sont effectivement pas visibles, mais sont calculées par le système nerveux, à partir de ces trois couleurs. Ceci implique que pour l'œil humain, une couleur intermédiaire ( par ex. "Jaune" ), est indiscernable d'un mélange correct de vert et de rouge. Par contre, un spectromètre ne voit pas le jaune, mais deux pics séparés: vert et rouge.

# Lignes Caractéristiques des lampes Fluorescentes

Le spectre ci-dessous contient deux lignes spécifiques aux lampes fluorescentes, qui sont très utiles pour calibrer le spectromètre. Ces deux longueurs d'ondes spécifiques sont produites par le mercure, à 436 nm et 546 nm.



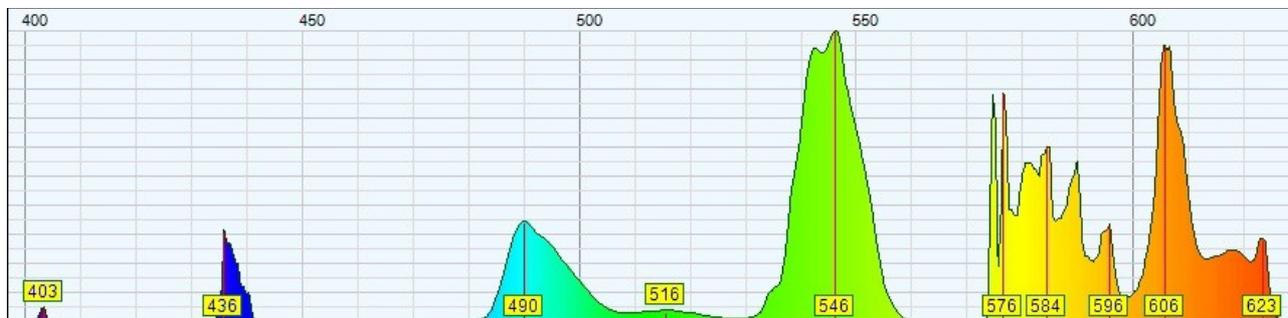
Les pics à 436 et 546 nm sont précis. Les autres longueurs d'ondes ne sont pas stables et peuvent varier d'une lampe à l'autre.



Le Spectromètre Theremino affichant le spectre d'une lampe fluorescente.

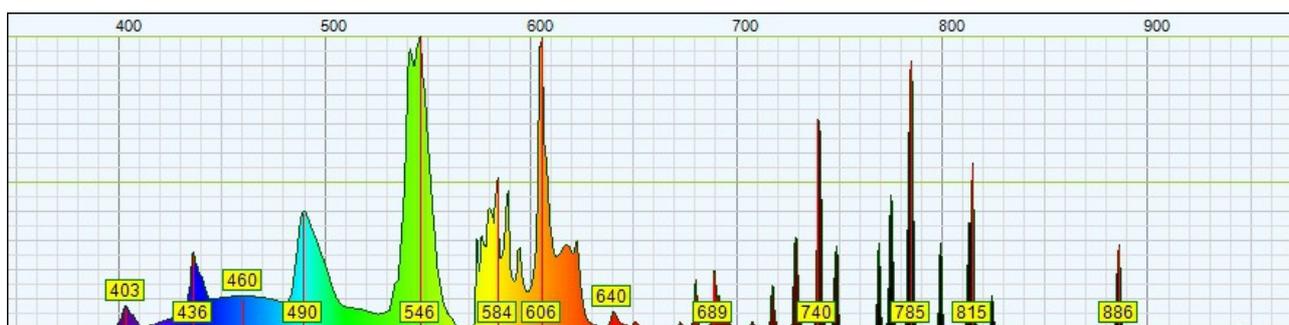
# Spectres d'autres lampes fluorescentes

Cette image montre la résolution du spectromètre. Les deux pics jaunes à 574 et 576 sont parfaitement séparés. Les spectromètres économiques, "Système D" et "Faites-le vous même" n'ont normalement pas cette résolution.

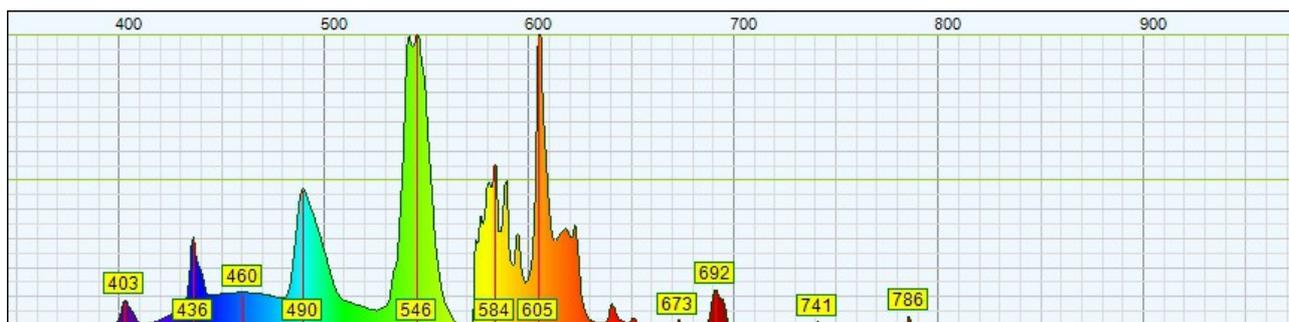


Lampe fluo-compacte ( "économique" ) avec la plus grande zone de lumière visible.

Dans les deux images ci-dessous, vous pouvez voir une lampe fluorescente qui vient d'être mise en service. Elle émet une quantité importante de lignes dans l'infrarouge, au dessus de 700 nm. Après chauffage, l'énergie émise dans la zone visible augmente, et les lignes dans l'infrarouge diminuent.



Lampe fluo-compacte à la mise en service.



Lampe fluo-compacte après quelques minutes d'échauffement.

## Lampes à Lumière Noire ( Lampes de “Wood” )



Ces lampes contiennent un filtre sur la paroi intérieure qui élimine à peu près toute la lumière visible, de manière à faire ressortir au maximum les effets de la fluorescence.



**Spectre d'un tube fluorescent marqué “BLB”** (BL pour "black light" et le B pour "black")

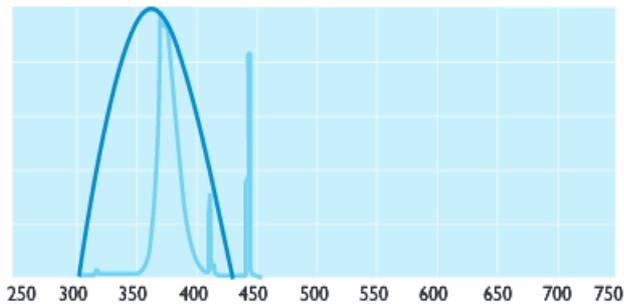
Le spectre montre qu'à peu près toute l'énergie est émise à 400 nm. L'œil humain ne peut voir qu'une couleur “pourpre foncée”, mais les objet fluorescents s'éclairent fortement.

La longueur d'onde de ces lampes ( environ 360 nm ) convient pour le contrôle des billets de banque et pour révéler des traces de liquides organiques, mais ne convient pas pour contrôler l'huile d'olive.

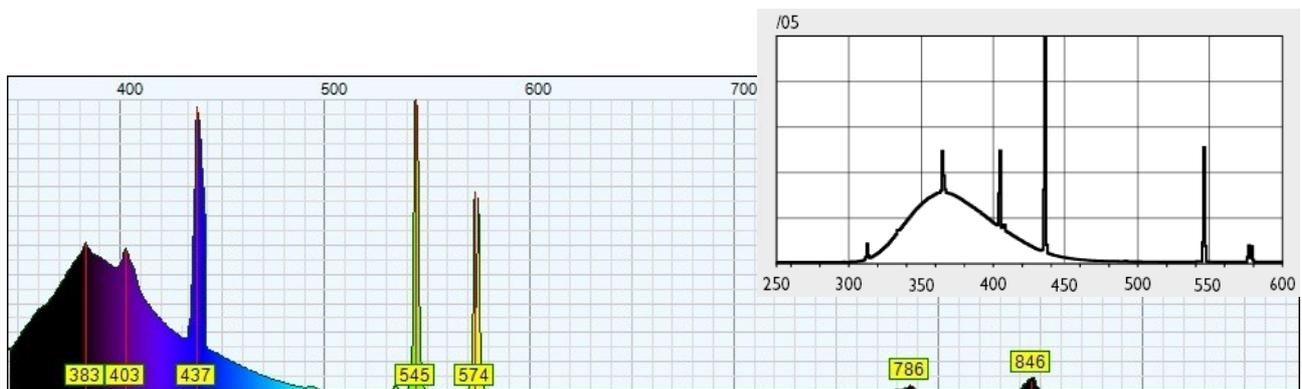
La fluorescence de la chlorophylle contenue dans l'huile d'olive est obtenue au moyen de Leds et laser violet / ultraviolet ( longueur d'onde autour de 405 nm )

## Les tubes "Actiniques"

Ces lampes sont utilisées pour attirer les insectes. Elles sont similaires aux lampes à "lumière noire", mais n'ont pas un filtre foncé, donc émettent beaucoup plus de lumière visible. Les lampes actiniques Sylvania sont marquées "BL350" ou "BL368" ( le nombre indique la longueur d'onde du pic principal ), et les lampes Philips sont marquées "05".



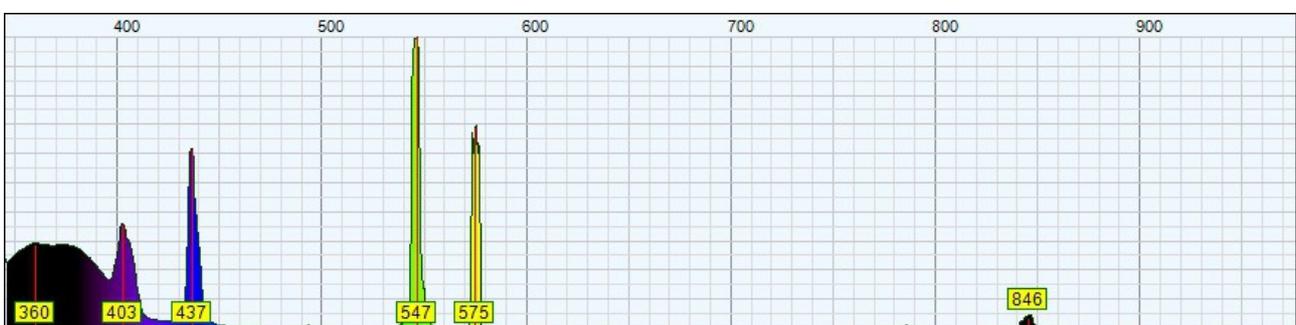
Ci-dessus : En bleu foncé la courbe de sensibilité de l'œil de la mouche, et en bleu clair, la lumière produite par une lampe actinique.



Spectre d'une lampe actinique Philips 6W/05. Notez la grande similitude avec les caractéristiques publiées par Philips ( petit spectre en haut, à droite )

## Lampes à Bronzer

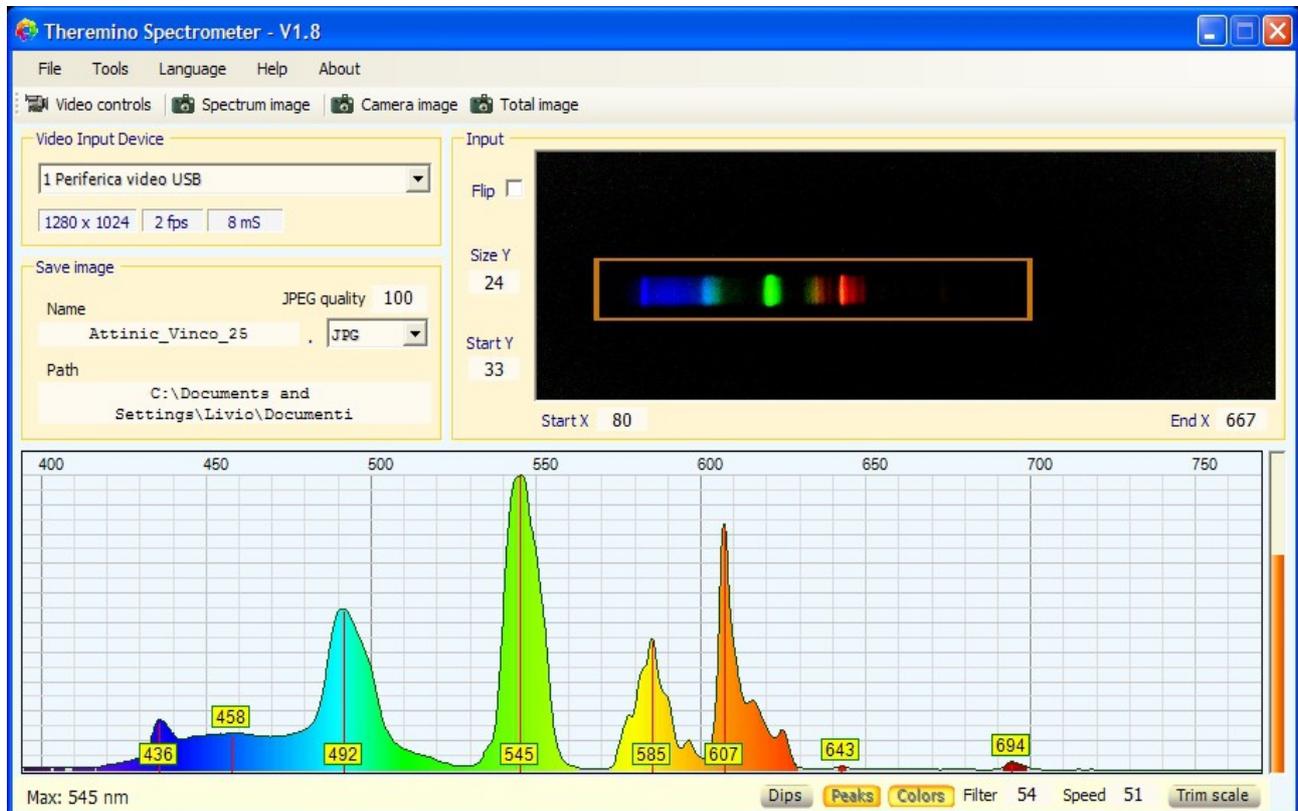
Elles ont un spectre très similaire aux lampes actiniques, mais le pic d'énergie maximum est plus bas ( à environ 350-360 nm )



Spectre d'un tube Philips CLEO 15W.

# Les couleurs des pixels de moniteurs LCD

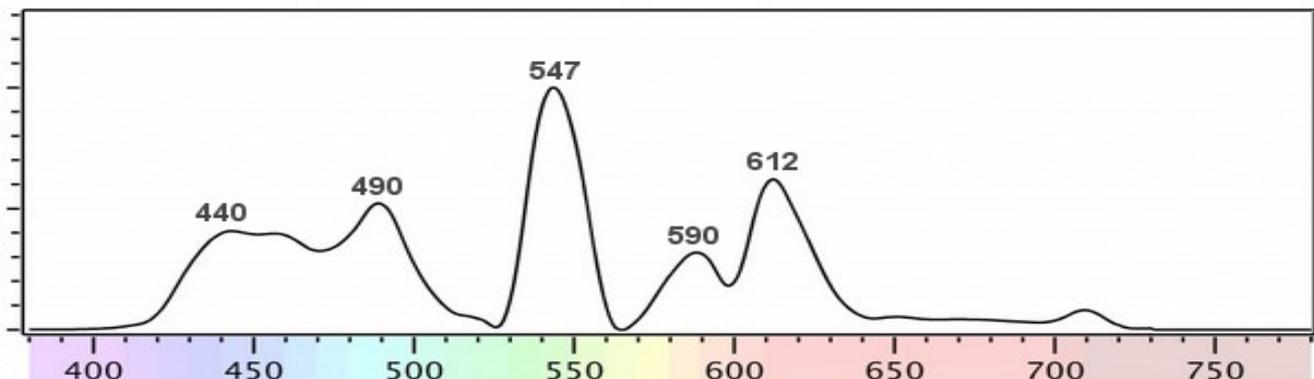
Nous voyons ici une comparaison intéressante avec un spectromètre commercial ( X-Rite i1 Pro2 ). Les graphiques sont très similaires, **mais la résolution du Spectromètre Theremino est meilleure.**



## Le blanc du moniteur Samsung SyncMaster 913 vu par le Spectromètre Theremino

Pour mesurer le moniteur LCD, pointez le spectromètre sur une partie blanche de l'écran, augmentez le contraste et la luminosité du moniteur, enlevez le filtre de diffusion du spectromètre et réglez l'exposition sur une sensibilité maximum.

## Monitor LCD (Apple Cinema HD) with spectrometer X-Rite i1Pro2

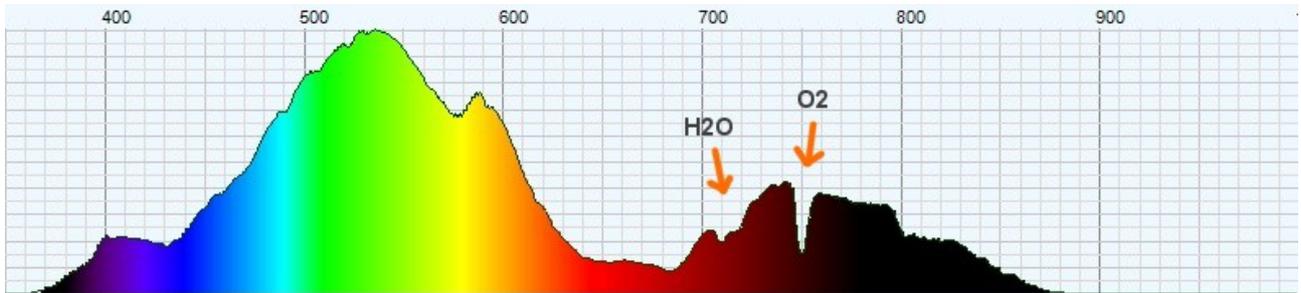


**Un graphique similaire produit par un spectromètre commercial qui coûte plus de 1000 Dollars.**

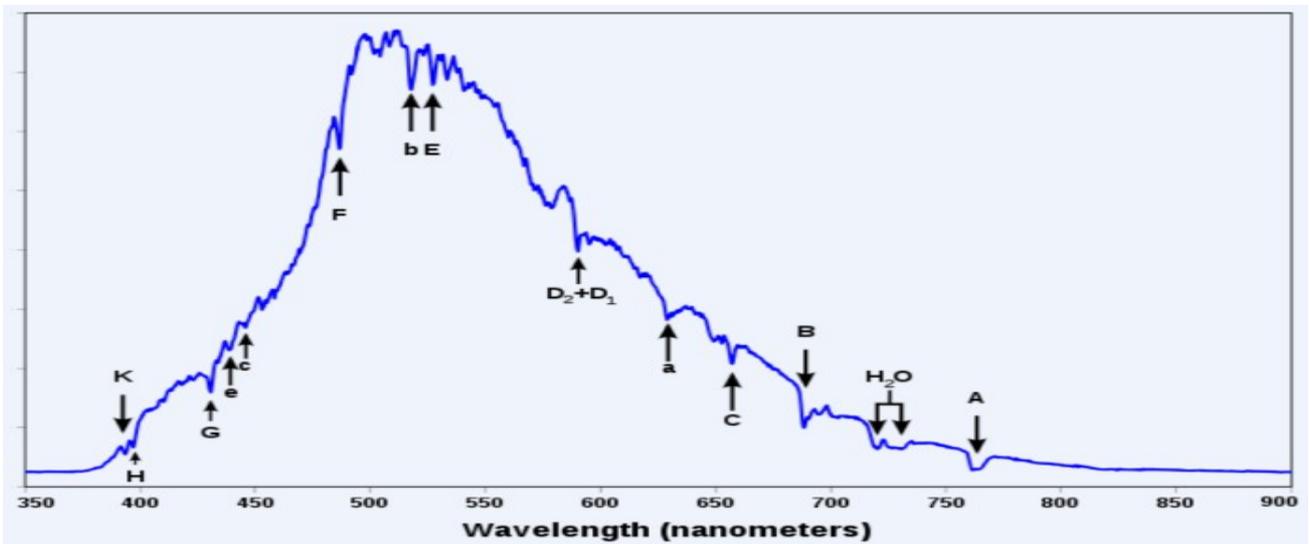
Le coût élevé du X-Rite est partiellement justifié par le fait qu'il donne également des informations sur la "quantité" de lumière, tandis que le Spectromètre Theremino ne le peut pas. ( Les webcam's ne sont pas suffisamment linéaires pour mesurer correctement l'intensité de la lumière qu'elles reçoivent )

# Le Spectre de la Lumière Solaire

L'apparence de ce spectre varie en fonction de l'heure du jour, de la zone du ciel mesurée et de la hauteur par rapport au niveau de la mer. L'atmosphère absorbe fortement certaines longueurs d'ondes et le rapport entre l'ultraviolet, le visible et l'infrarouge peut varier fortement.



L'image ci-dessous montre les lignes d'absorptions ( Lignes Fraunhofer ), produites par les substances présentes dans l'atmosphère.

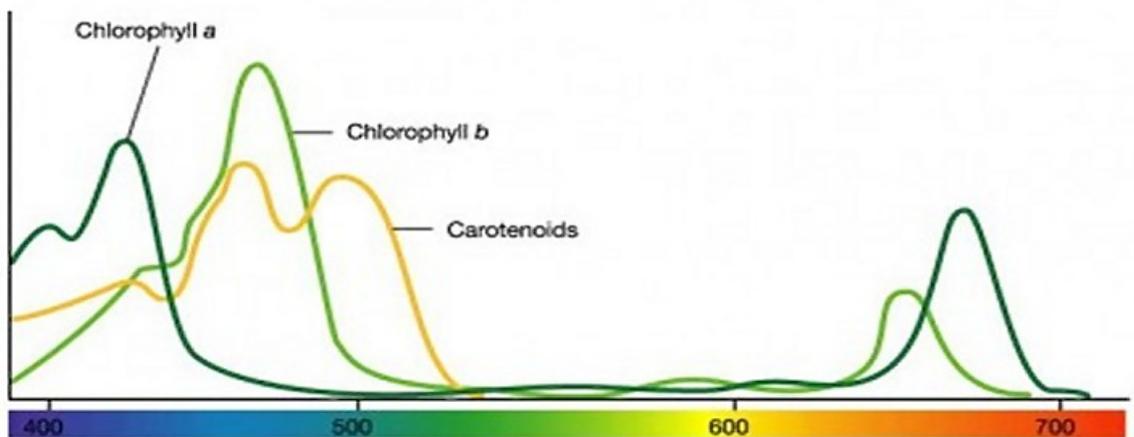


Désignation	Élément	Longueur d'onde (nm)
y	<a href="#">O<sub>2</sub></a>	898,765
Z	<a href="#">O<sub>2</sub></a>	822,696
A	<a href="#">O<sub>2</sub></a>	759,370
B	<a href="#">O<sub>2</sub></a>	686,719
C	<a href="#">H<sub>α</sub></a>	656,281
to	<a href="#">O<sub>2</sub></a>	627,661
D <sub>1</sub>	<a href="#">Na</a>	589,592
D <sub>2</sub>	<a href="#">Na</a>	588,995
D <sub>3</sub> or d	<a href="#">He</a>	587,5618
and	<a href="#">Hg</a>	546,073
E <sub>2</sub>	<a href="#">Fe</a>	527,039
b <sub>1</sub>	<a href="#">Mg</a>	518,362
b <sub>2</sub>	<a href="#">Mg</a>	517,270
b <sub>3</sub>	<a href="#">Fe</a>	516,891
b <sub>4</sub>	<a href="#">Mg</a>	516,733

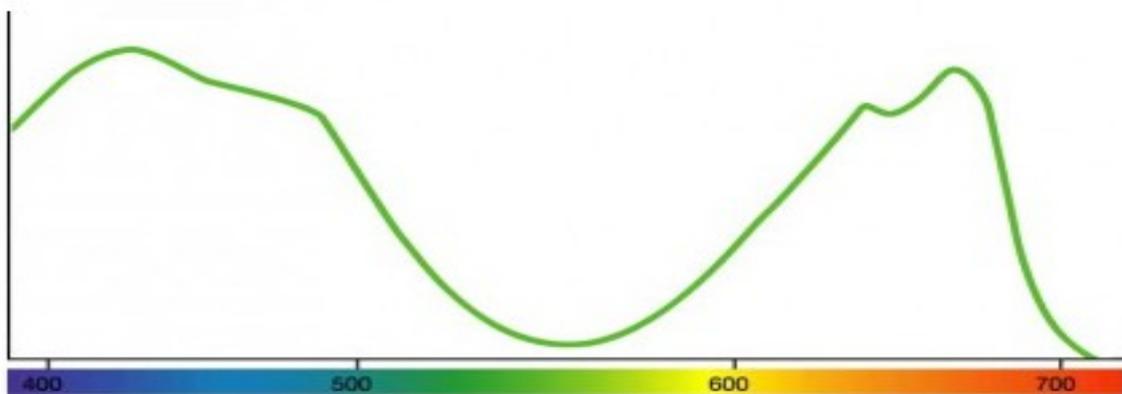
Désignation	Élément	Longueur d'onde (nm)
c	<a href="#">Fe</a>	495,761
F	<a href="#">Hβ</a>	486,134
d	<a href="#">Fe</a>	466,814
and	<a href="#">Fe</a>	438,355
G'	<a href="#">Hy</a>	434,047
G	<a href="#">Fe</a>	430,790
G	<a href="#">Ca</a>	430,774
h	<a href="#">Hδ</a>	410,175
H	<a href="#">Ca<sup>+</sup></a>	396,847
K	<a href="#">Ca<sup>+</sup></a>	393,368
L	<a href="#">Fe</a>	382,044
N	<a href="#">Fe</a>	358,121
P	<a href="#">You<sup>+</sup></a>	336,112
T	<a href="#">Fe</a>	302,108
t	<a href="#">Ni</a>	299,444

# Longueur d'ondes absorbées par la Végétation

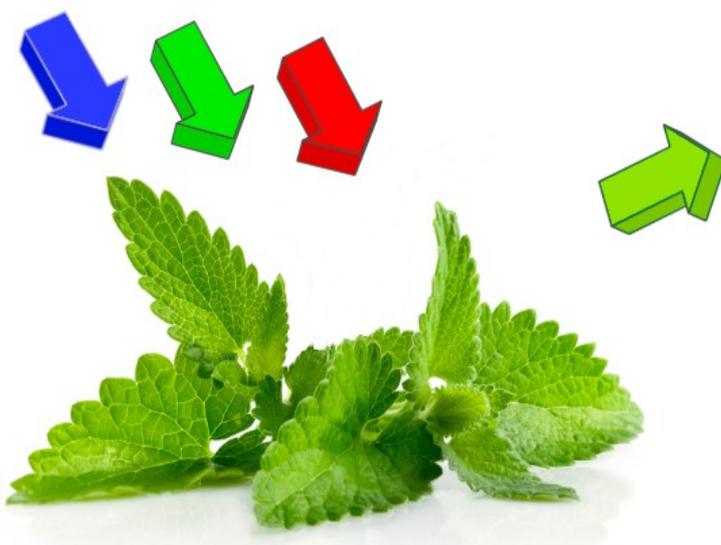
La végétation absorbe de préférence les longueurs d'onde utiles pour produire de l'énergie ( au moyen de la photosynthèse chlorophyllienne ).



Longueurs d'ondes facilement absorbées par la végétation.



Longueurs d'onde qui fournissent le plus d'énergie pour la photosynthèse



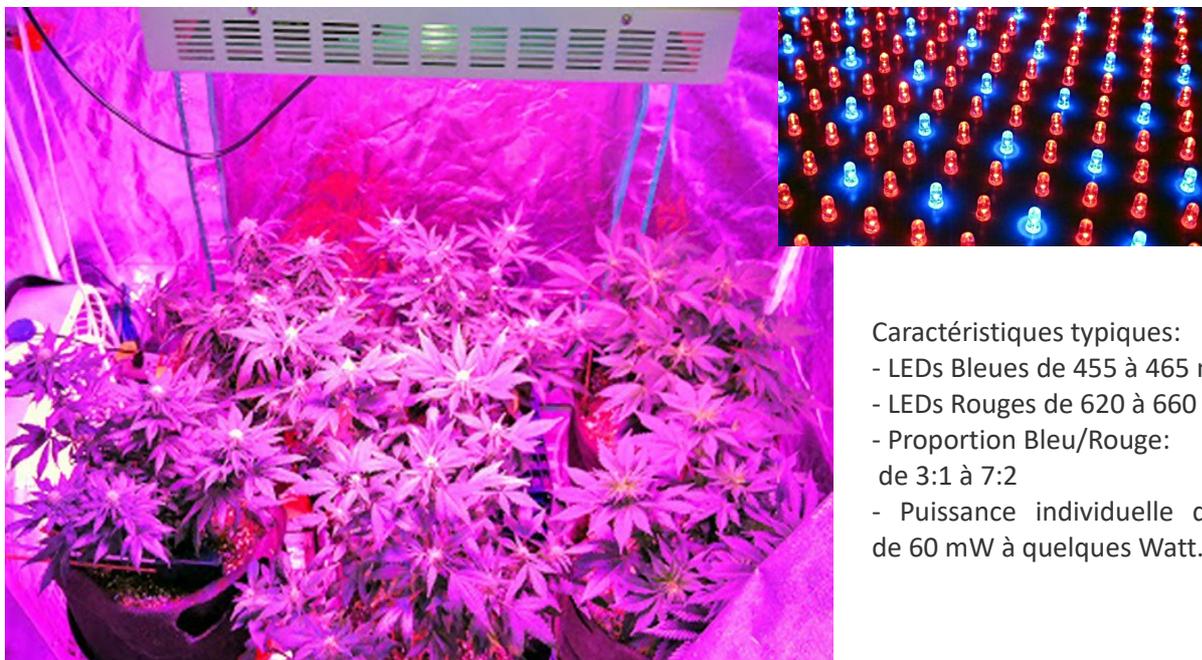
Les plantes obtiennent de l'énergie des couleurs rouges et bleues, mais réfléchissent le vert.

Les composantes de la lumière vert-clair et vert-jaune chaufferaient inutilement les feuilles sans fournir beaucoup d'énergie.

**C'est pourquoi les plantes sont vertes.**

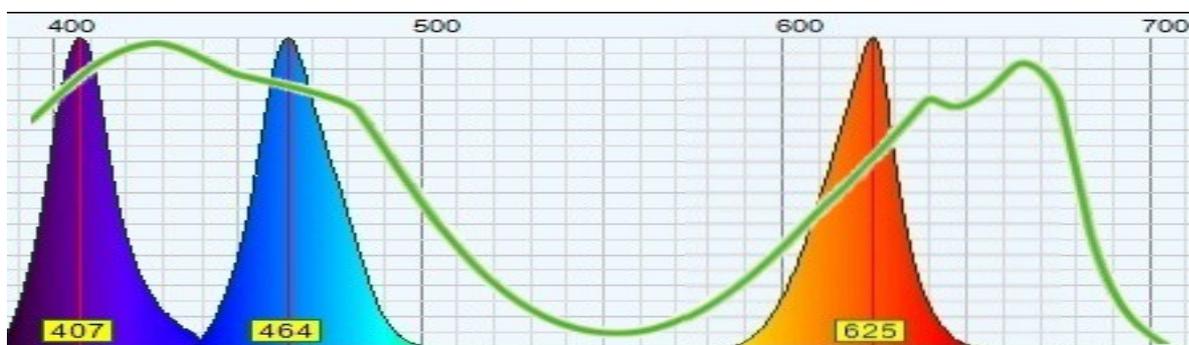
# Lampes pour la culture des plantes

Pour cultiver les plantes efficacement, sans gaspiller de l'énergie dans la zone du vert, des led's bleues et rouges sont utilisées.



- Caractéristiques typiques:
- LEDs Bleues de 455 à 465 nm
  - LEDs Rouges de 620 à 660 nm
  - Proportion Bleu/Rouge: de 3:1 à 7:2
  - Puissance individuelle des leds de 60 mW à quelques Watt.

Une lampe de culture



Émission de LED's UV, Bleue et rouge superposée à la courbe d'efficacité de la photosynthèse

Sur ce spectre, nous constatons que les LED's Ultraviolettes et Bleues courantes ont une bonne efficacité pour la photosynthèse ( plus de 80% ), mais que les LED's Rouges standard ( 625 nm ) n'ont qu'une efficacité de 50%. Pour la culture, **il est préférable d'utiliser des LED's de longueur d'onde plus élevée** ( ~ 660 nm )

L'efficacité inférieure des leds rouges et d'autres considérations sur la chimie des plantes ont conduit à faire des lampes qui ont environ trois leds Rouge pour chaque led Bleue. Le rouge affecte la floraison et le rendement, le bleu affecte la distance entre les nœuds de la tige et la rapidité de croissance.