CENTRE DE RECHERCHE ET D'EXPÉRIMENTATION DE LA FILIÈRE FRUITS & LÉGUMES

Journée Bilan et Perspectives
Atelier culture sous abri
« De la lumière pour nos plantes, pourquoi quand et comment? »

Invenio bénéficie du soutien financier de :

FranceAgriMer – Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer
Liberté • Égalité • Fraternité – République Française – Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt
Région Nouvelle-Aquitaine
Union Européenne
Dordogne Périgord – Le Département – dordogne.fr
Agence Française pour la Biodiversité – Ministère de l'Environnement
ADEME – Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

4ème Journée Bilan et Perspectives mercredi 21 Novembre 2018

Programme de l'atelier

- **Méthodologie**

  « Notions générales sur la lumière, les grandeurs , les outils pour la mesurer, les différentes technologies d'éclairages »

  François PASCAUD

- **Fraise**

  « Qualité de la lumière sur des plantations sans froid »

  Fanny THIERY

- **Fraise**

  « Impact de la photopériode en pépinière et intérêt de l'occultation »

  Marie-Noële DEMENE

- **Aubergine**

  « Activité photosynthétique de l'aubergine et intérêt de l'effeuillage »

  Henri Clerc

Synthèse et discussions

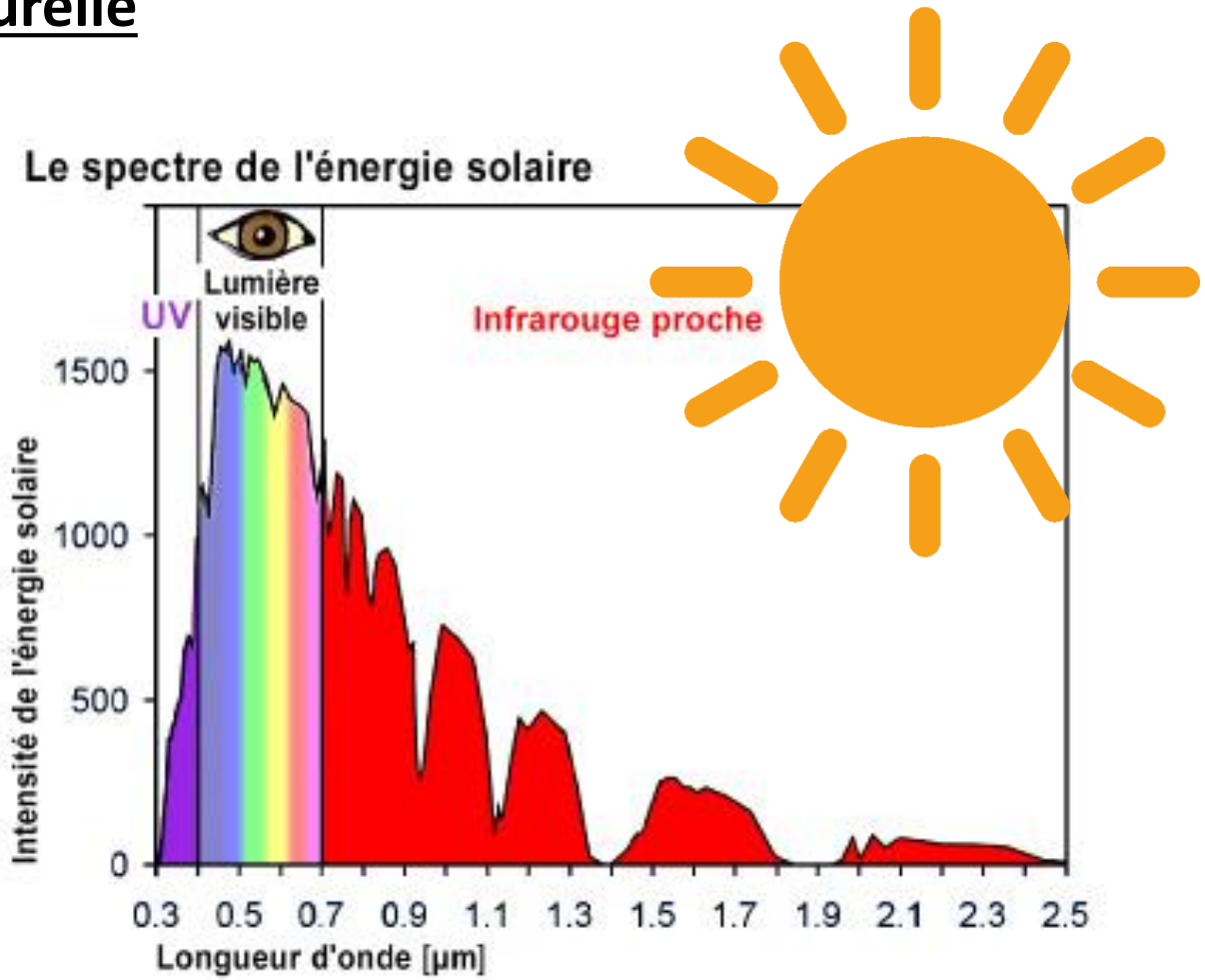
4ème Journée Bilan et Perspectives mercredi 21 Novembre 2018

CENTRE DE RECHERCHE ET D'EXPÉRIMENTATION DE LA FILIÈRE FRUITS & LÉGUMES

Lumière
Comment la mesurer et comment la générer?

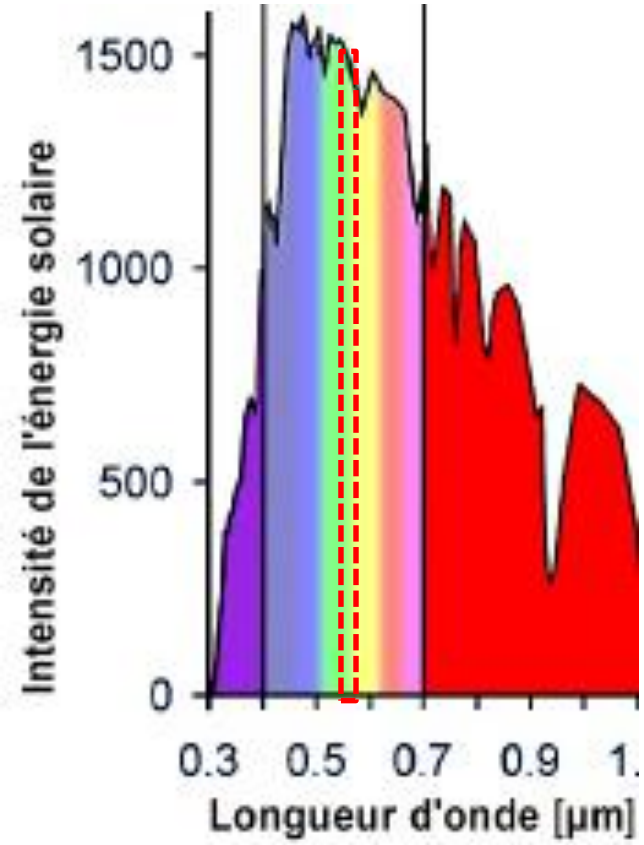
4ème Journée Bilan et Perspectives mercredi 21 Novembre 2018

La lumière naturelle



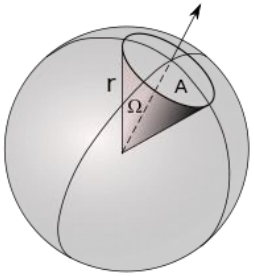
Les unités de mesure : Lumen/Lux

Prix :
Environ
50€



Un lux est l'éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux d'un lumen par mètre carré.

Un lumen = 1 candéla * 1 steradian

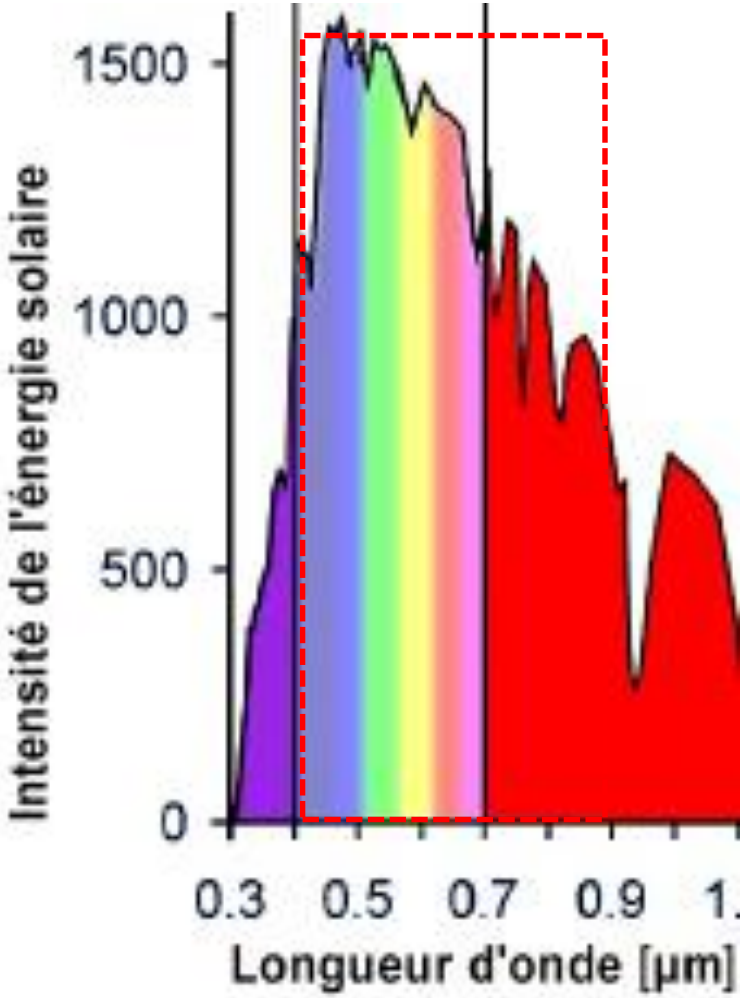


La candela est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique à une longueur d'onde de 555 nm

➔Perte d'information conséquente sur la qualité de la lumière

Les unités de mesure : W/m²

Prix :
200- 300€

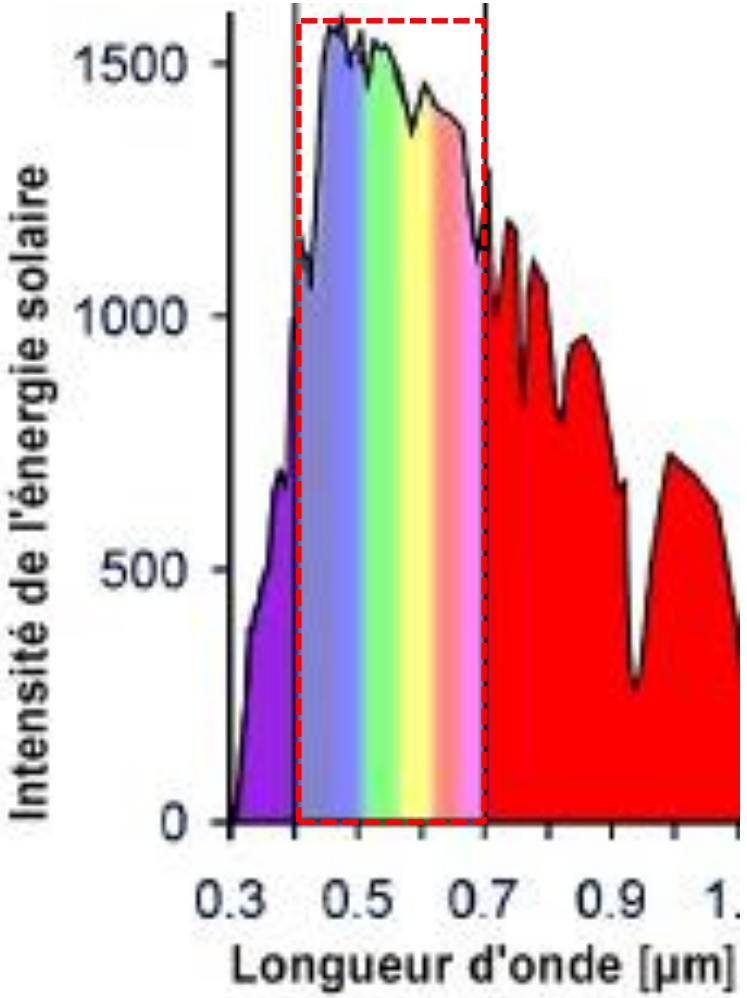


Un pyranomètre est un capteur de flux thermique utilisé pour la mesure de la quantité d'énergie solaire en lumière naturelle, généralement il mesure entre 400 et 900 nm

➔IR compris dans la mesure

Les unités de mesure : µmol/m²/s

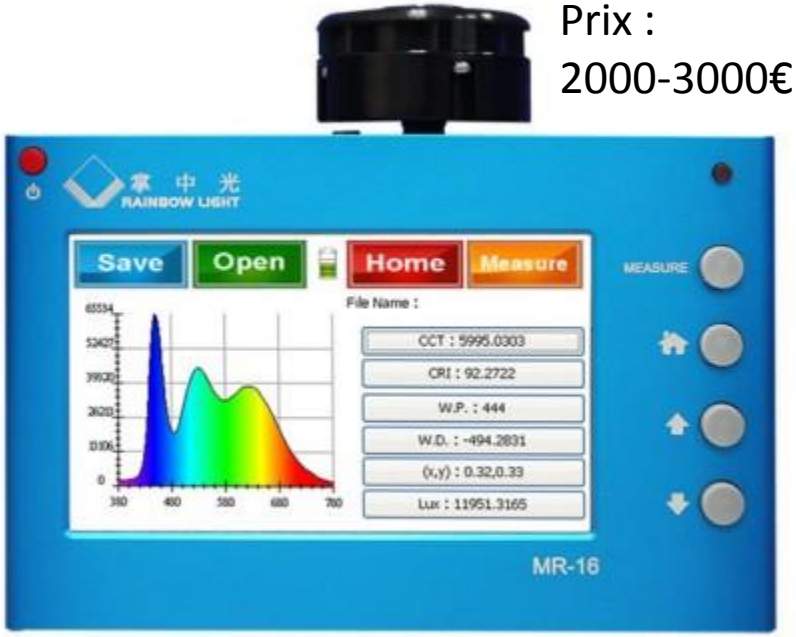
Prix :
400- 600€



PAR : Le rayonnement photosynthétiquement actif (RPA, ou PAR de l'anglais photosynthetically active radiation) est un rayonnement dont les longueurs d'ondes s'étendent de 400 à 700 nm

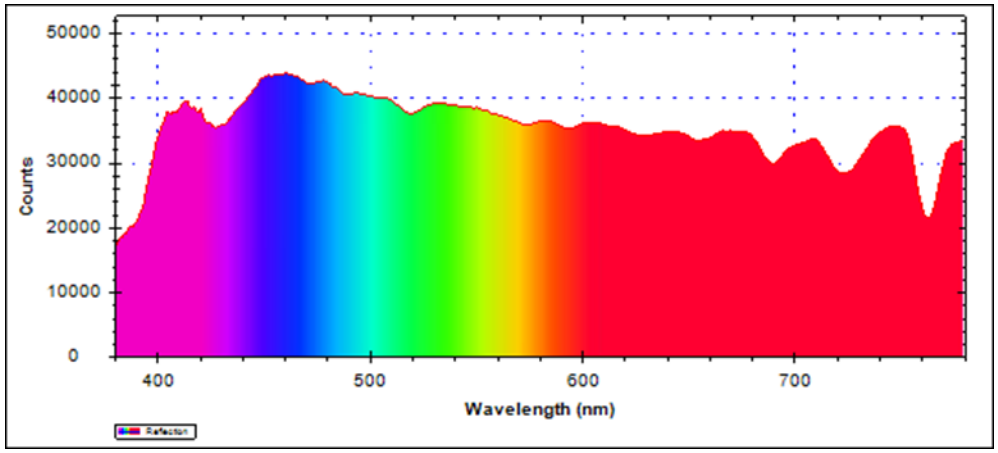
➔La moins mauvaise mesure mais « nom trompeur » : Rayonnement photosynthétiquement actif Rouge & Bleu + Vert Jaune

La composition de la lumière



Prix :
2000-3000€

Spectrophotomètre

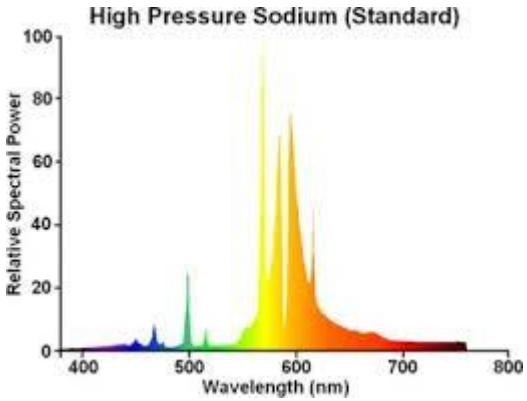


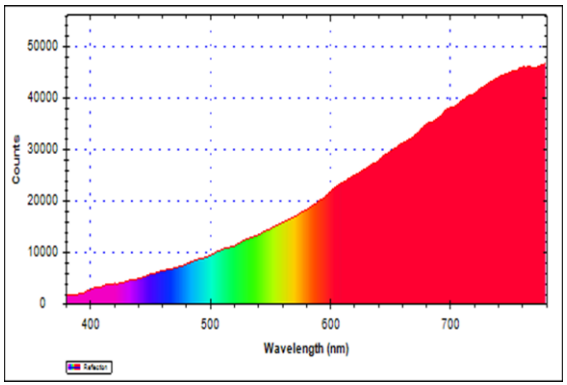
Mesure de l'intensité lumineuse pour chaque longueur d'onde entre 380 et 780 nm pour une surface d'interception connue.

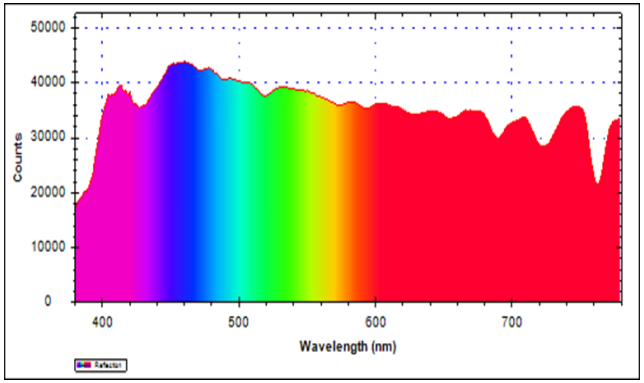
➔La seule mesure précise mais un tarif prohibitif.

Conversion des unités

Conversion des unités de mesure de la lumière.			
Source lumineuse	W/m² vers µmol/m²/s	Lux vers W/m²	Lux vers µmol/m²/s
Soleil	2,1	4,02	0,019
HPS	2,2	2,45	0,012
Halogène	2,3	3,99	0,020





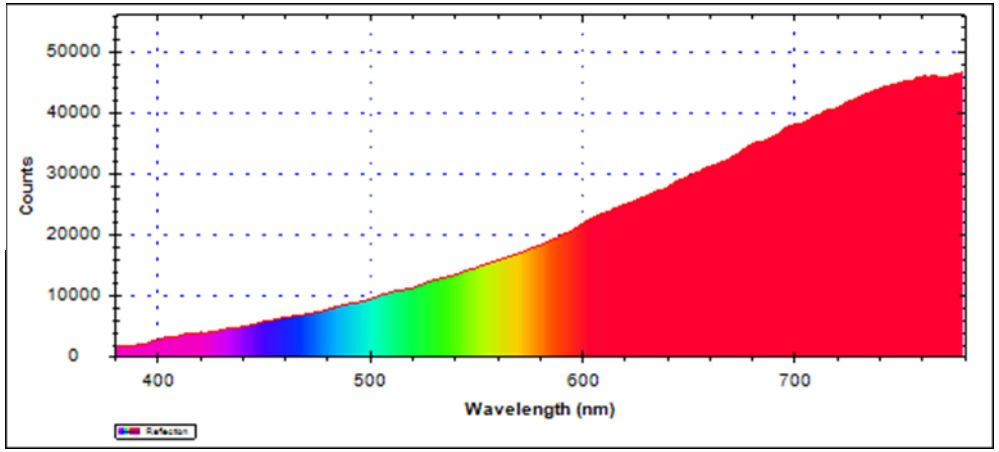


https://www.waveformlighting.com/horticulture/convert-ppf-to-lumens-online-calculator

➔La mesure dépend de la source mesurée et toutes les technologies utilisées pour la génération de la lumière n'utilisent pas le même procédé.

Les technologies d'ampoules : Incandescence/Ecohalogène

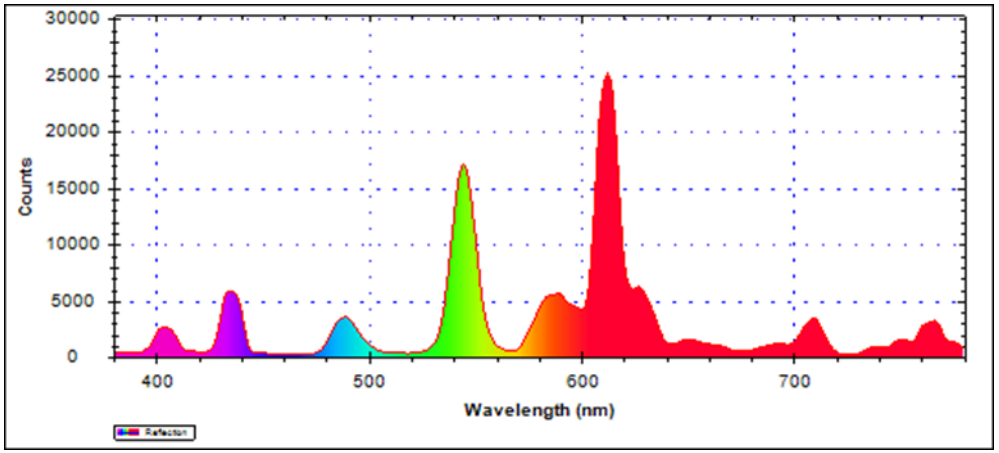
Principe :
Filament de tungstène porté à incandescence dans un milieu sans oxygène.
Le bulbe est rempli d'un gaz noble :
-Argon ou Krypton pour les ampoules à incandescence
-Gaz Halogène pour les éco halogènes



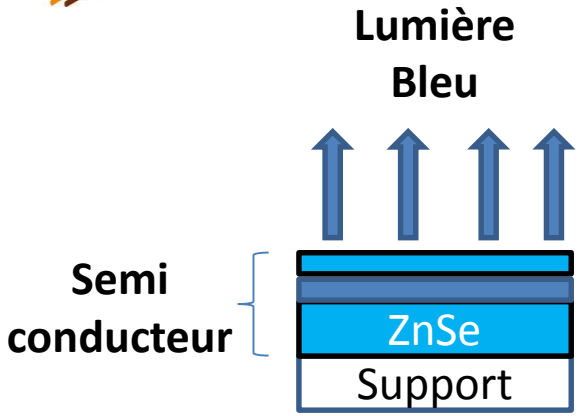
Les technologies d'ampoules : fluocompacte

Principe :

Le courant permet d'émettre des UV à partir du mercure et ces UV permettent la production de lumière blanche à partir d'une couche fluorescente tapissant la paroi de l'ampoule.



Les technologies d'ampoules : L.E.D. (Diode Electroluminescente)



Association de LEDs

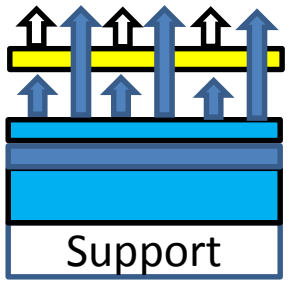
Au semi-conducteurs différents

Lumière « polychromatique »

Infrarouge	λ > 760	arséniure de gallium-aluminium (AlGaAs)
Rouge	610 < λ < 760	arséniure de gallium-aluminium (AlGaAs) phospho-arséniure de gallium (GaAsP)
Orange	590 < λ < 610	phospho-arséniure de gallium (GaAsP)
Jaune	570 < λ < 590	phospho-arséniure de gallium (GaAsP)
Vert	500 < λ < 570	nitrure de gallium (GaN) ; phosphure de gallium (GaP)
Bleu	450 < λ < 500	séléniure de zinc (ZnSe) ; carbure de silicium (SiC)
Violet	450 < λ < 500	nitrure de gallium-indium (InGaN)
Ultraviolet	λ < 400	diamant (C) ; nitrure d'aluminium (AlN) ; nitrure d'aluminium-gallium (AlGaN)

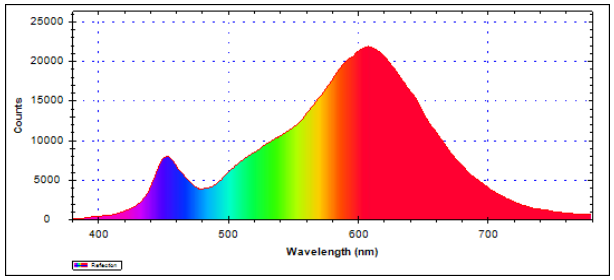
Les technologies d'ampoules : L.E.D. (Diode Electroluminescente)

Lumière blanche

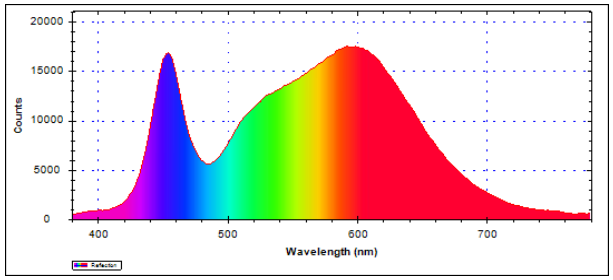


Luminophore

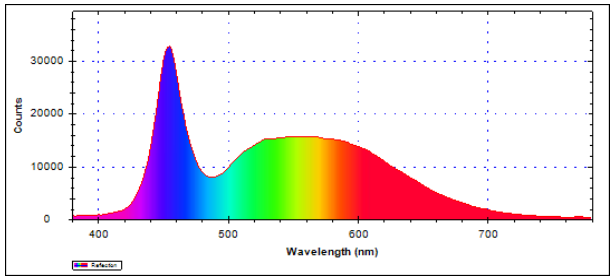
Semi conducteur



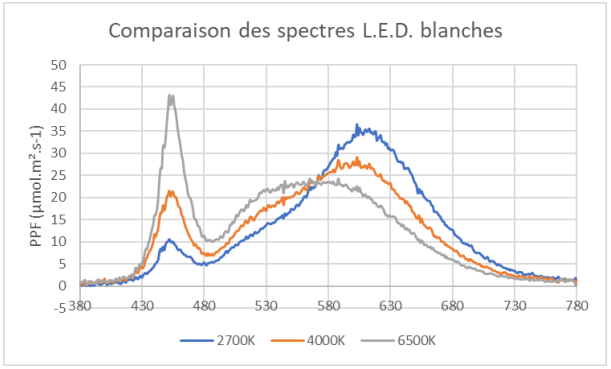
2700 K



4000 K

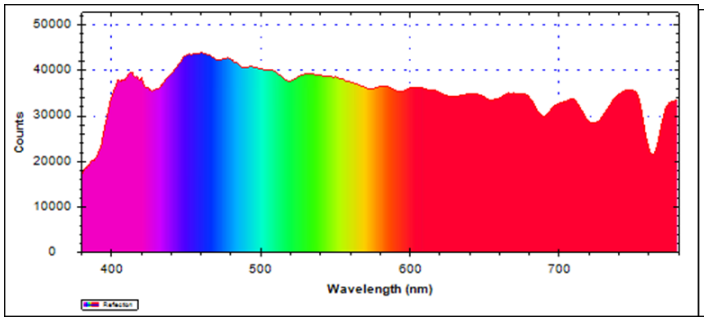


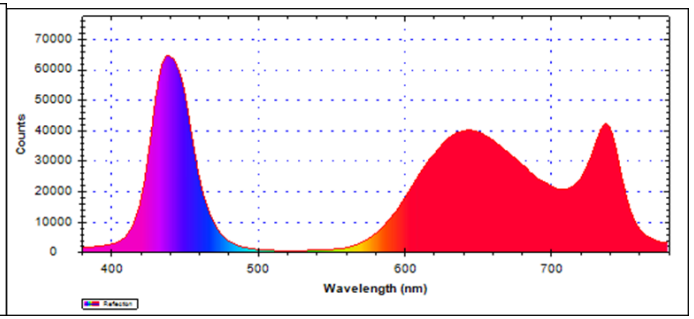
6500 K



4ème Journée Bilan et Perspectives mercredi 21 Novembre 2018

Mesure du PAR & LED horticole





	Lumière naturelle		LED photosynthétique	
Plage de mesure	Intensité	% du PAR	Intensité	% du PAR
400-700	95,5	-	220,7	-
Red 600-700	33,4	34,9	68,2	30,9
Green 500-599	32,3	33,8	13,9	6,3
Blue 400-499	29,8	31,2	138,7	62,8

66% de l'intensité pertinente pour la photosynthèse

93% de l'intensité pertinente pour la photosynthèse

En pratique : 150µmol/m²/s de lumière naturelle = 200µmol/m²/s de lumière artificielle

Attention à la distance plante/éclairage:
Si on a 150µmol/m²/s à 15 cm,

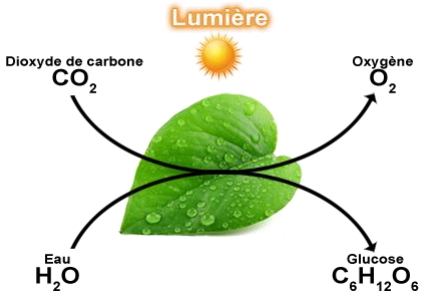
37,5µmol/m²/s à 30cm,

16,5µmol/m²/s à 45cm…

De la lumière pour nos plantes, pourquoi, quand et comment ?

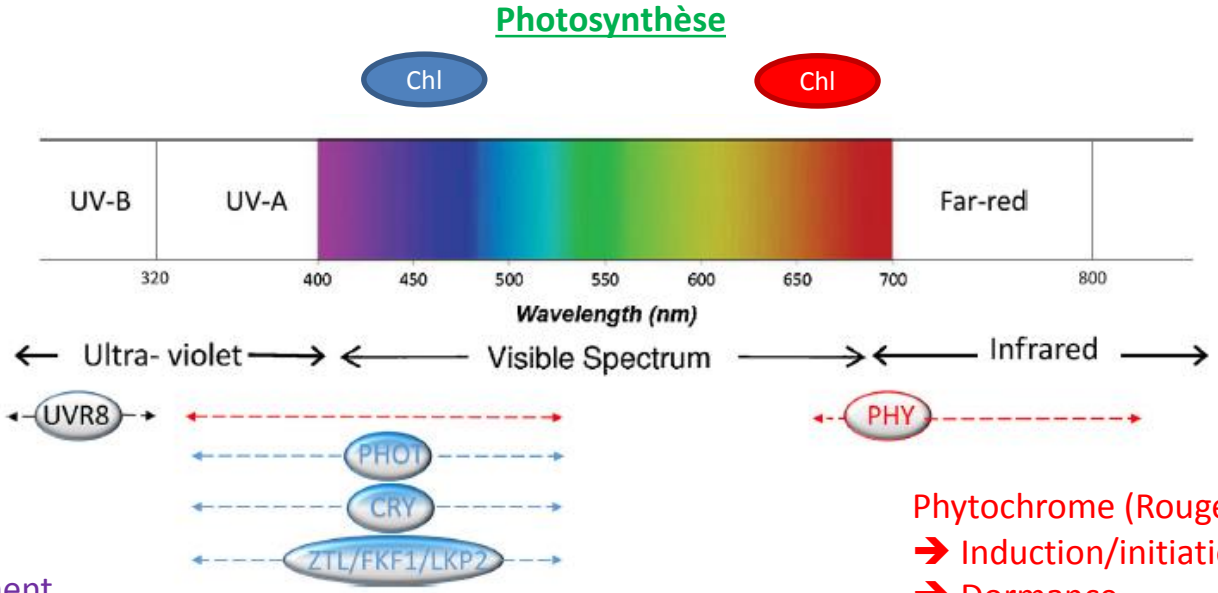
De la lumière pour nos plantes			
Pourquoi	Développement des plants	Développement florale	Photosynthèse
Quand	Avant l'entrée en dormance ou après la levée de dormance	Avant l'initiation florale	Quand la lumière est limitante mais que les autres paramètres sont bons (échanges gazeux, CO2…
Comment	Eclairage photopériodique	Réduction artificielle de la photopériode	En favorisant les échanges plantes/lumière naturelle
Pour qui?	Fraisier	Fraisier	Toutes les espèces

➔ **Interaction CO2/lumière**



CO2 ppm	PAR 200	400	800	1200	1600	2000
200	c	d	d	e	e	f
400	b	c	c	d	d	e
600	ab	bc	b	c	c	d
800	ab	ab	a	b	b	c
1000	a	a	a	ab	ab	ab
1200	a	a	a	ab	ab	ab
1400	a	a	a	a	a	a

La lumière une énergie et un signal, une dose à apporter dans le temps



UV-B récepteur
- ➔ Croissance /développement
- ➔ Photopériode
- ➔ Stimulaton des défenses naturelles
- ➔ ….

Phototropine (UV+ Bleu)
- ➔ Croissance /développement
- ➔ Ouverture stomatique

Cryptochrome
- ➔ Initiation florale
- ➔ Développement

ZTL/FKF1/LKP2
- ➔ photopériode

Phytochrome (Rouge/Rouge lointain)
- ➔ Induction/initiation florale
- ➔ Dormance
- ➔ Germination

➔ **Une spécificité « relative » des photorécepteurs mais toutes les longueurs d'ondes ont un impact massif sur le développement et le fonctionnement des plantes.**

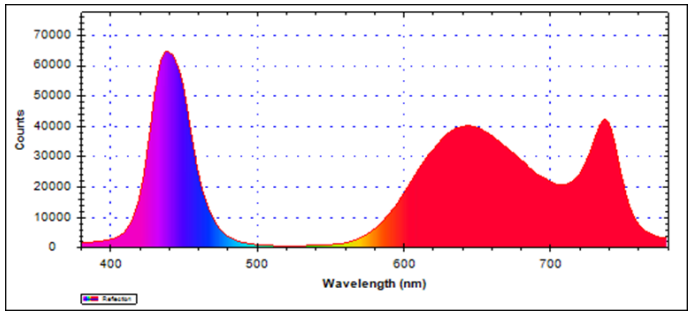
Interprétation/exploitation de la lumière par les plantes

Présence absence de longueur d'onde | **Balance entre les longueurs d'onde** | **Dose (Durée et puissance)**

Stade de développement

➔ Un mélange des rôles qui expliquent compliquent l'interprétation des résultats

Exemple : l'éclairage photosynthétique du fraisier



Eclairage photosynthétique :

- Conversion d'énergie lumineuse pour création de biomasse
- Modification des proportions de Rouge (Phytochrome) et bleu (PHOT/CRY…)
- Modification de la durée de la photopériode

<u>De nombreux effets se superposent, synthèse de biomasse, altération du cycle de développement, modification de l'architecture du plant = Variabilité qui peut expliquer les résultats contradictoires d'une année sur l'autre…</u>