**Caractéristiques d’une lampe LED optimale pour la culture de plantes**

**Spectre complet optimisé (Full Spectrum)**

Une lampe LED de qualité doit reproduire le spectre utile à la photosynthèse (zone PAR 400–700 nm), tout en incluant :

* **5000K (blanc froid)** : favorise la germination et le développement initial des plantules
* **3000K (blanc chaud)** : stimule la floraison
* **660 nm (rouge profond)** : augmente la productivité (photosynthèse renforcée)
* **730 nm (infrarouge lointain)** : accélère la croissance (effet phytochrome)

**Source scientifique** :

* Olle, M., & Viršile, A. (2013). *The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality*. Agricultural and Food Science.
* Massa et al. (2008). *Plant productivity in response to LED lighting*. HortScience, 43(7), 1951–1956.

**Puissance et PPFD requis (Photosynthetic Photon Flux Density)**

| **Distance lampe → plante** | **PPFD (µmol/m²/s)** | **Adapté à** |
| --- | --- | --- |
| 12 pouces (30 cm) | 1081 | Floraison/fleur (intensité forte) |
| 14 pouces (35 cm) | 856 | Croissance végétative |
| 18 pouces (45 cm) | 640 | Germination et jeunes plants |

Une lampe efficace doit offrir :

* **PPFD ≥ 200–400 µmol/m²/s** pour semis et jeunes pousses
* **PPFD ≥ 600–900 µmol/m²/s** pour croissance végétative
* **PPFD ≥ 900–1200 µmol/m²/s** pour floraison/fructification

**Conseil** : Utiliser un luxmètre ou PPFD meter (Apogee MQ-510, Photone App calibrée) pour vérifier la lumière au niveau des feuilles.

**Distance d’installation recommandée (selon le stade de croissance)**

| **Stade** | **Hauteur recommandée** | **Durée d’éclairage** |
| --- | --- | --- |
| Germination | 60–75 cm (24–30") | 18h / jour |
| Jeunes pousses | 60 cm (24") | 16h / jour |
| Croissance | 45–60 cm (18–24") | 18h / jour |
| Floraison | 30–45 cm (12–18") | 12h / jour |

## Protocoles spécifiques par type de plante

### 1. ****Légumes-feuilles**** (laitue, épinard, kale)

* Spectre : Bleu dominant (450–470 nm)
* PPFD : 200–400 µmol/m²/s
* Durée : 14–18h/jour
* Distance : 45–60 cm

### 2. ****Aromatiques**** (basilic, menthe, coriandre)

* Spectre : Mix équilibré 450–660 nm
* PPFD : 300–600 µmol/m²/s
* Temps : 16–18h
* Distance : 45 cm

### 3. ****Tomates / poivrons****

* Spectre : Rouge intense en floraison (660–730 nm)
* PPFD : 700–1000 µmol/m²/s
* Temps : 16h en croissance, 12h en floraison
* Distance : 30–45 cm

### 4. ****Fraises et petits fruits****

* Spectre mixte : lumière rouge renforcée + IR
* PPFD : 500–800 µmol/m²/s
* Temps : 14–16h/jour
* Distance : 40–50 cm

### 5. ****Fruitiers jeunes (en serre ou LED temporaire)****

* Spectre : équilibre blanc chaud + rouge
* PPFD : 200–400 µmol/m²/s
* Temps : 12–14h/jour
* Distance : 60–75 cm

## Astuces de terrain ("trucs de métier")

* Toujours tester la température des feuilles (doivent être tièdes mais pas chaudes)
* Installer des réflecteurs ou parois blanches pour maximiser le rendement lumineux
* Coupler LED + lumière naturelle si culture sous serre (synergie + économie)
* Ne jamais rapprocher trop une LED puissante : **brûlure par excès de photons** (photo-inhibition)
* En cas de phototoxicité (bord des feuilles secs), reculer la lampe ou baisser l’intensité
* Varier légèrement la photopériode en fin de cycle pour simuler des "saisons naturelles"