

LES AMPOULES

**QUEL ECLAIRAGE POUR
DEMAIN ?**

INTRODUCTION

- ▶ Contexte actuel
- ▶ Un peu d'Histoire

I. SPECTRE D'EMISSION

II. BILAN ENERGETIQUE

- ▶ Puissance électrique consommée
- ▶ Pertes thermiques
- ▶ Puissance lumineuse
 - ▶ directivité
- ▶ Efficacité

III. ASPECTS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

CONCLUSION

INTRODUCTION

INTRODUCTION

CONTEXTE ACTUEL

LA CONSOMMATION DES FRANÇAIS

- ▶ Aujourd'hui chaque ménage français possède en moyenne 22 lampes électriques et consomme entre 325 et 450 KWh par an pour son éclairage.
- ▶ N'est-il pas possible d'optimiser nos consommations d'énergie et ce en choisissant correctement notre éclairage ?

INTRODUCTION

UN PEU D'HISTOIRE



L'AMPOULE

À

INCANDESCENCE



L'AMPOULE

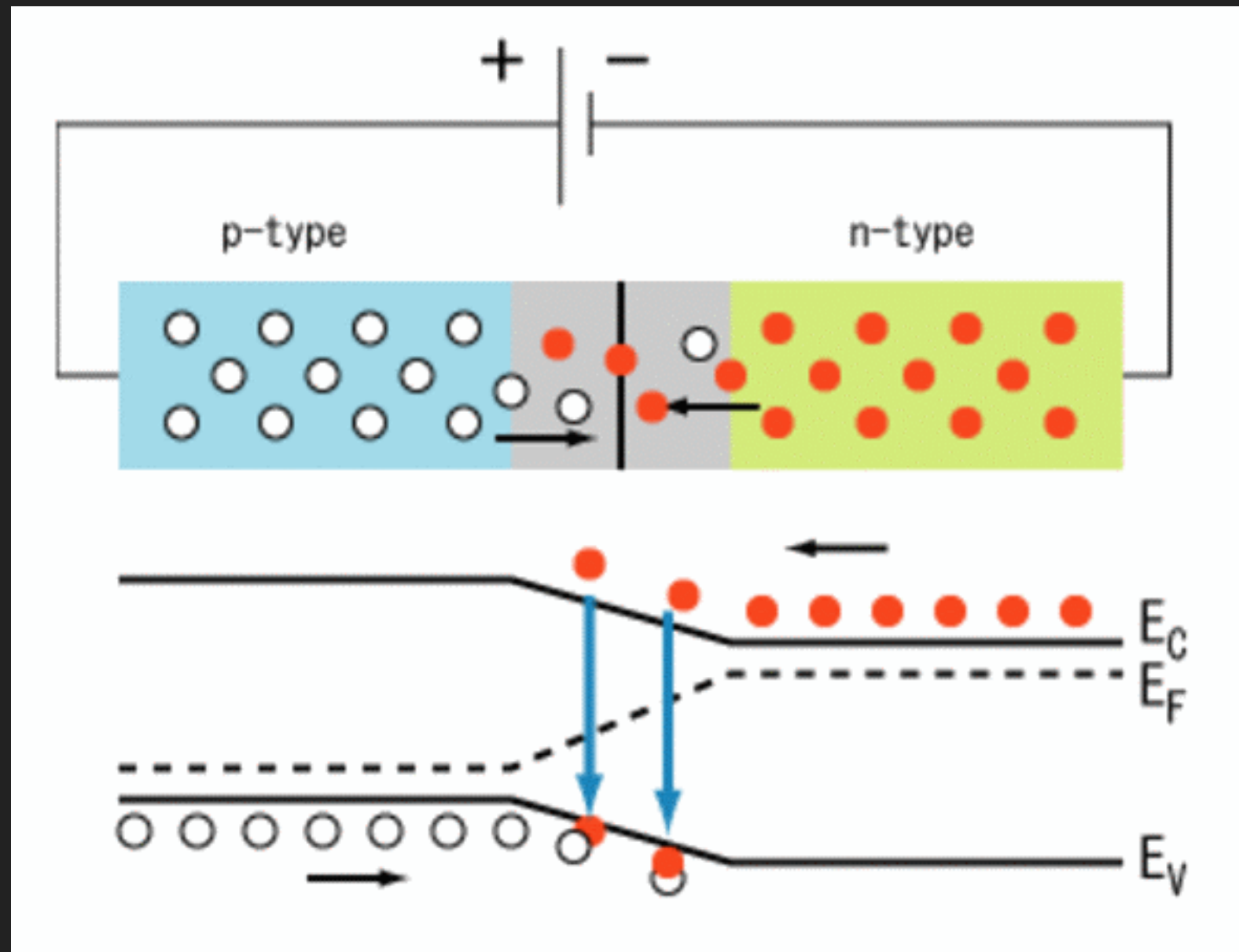
FLUOCOMPACTE

A close-up, top-down view of a circular LED light fixture. The fixture is dark, possibly black or dark grey, and contains five bright, glowing blue LEDs arranged in a pentagonal pattern. The light from the LEDs creates a strong blue glow that illuminates the surrounding fixture material. The background is a solid dark grey.

L'AMPOULE

À LED

L'AMPOULE À LED (DIODE ÉLECTROLUMINESCENTE)



I. SPECTRE D'ÉMISSION

L'AMPOULE À INCANDESCENCE

100 %

60 %

20 %

400 nm

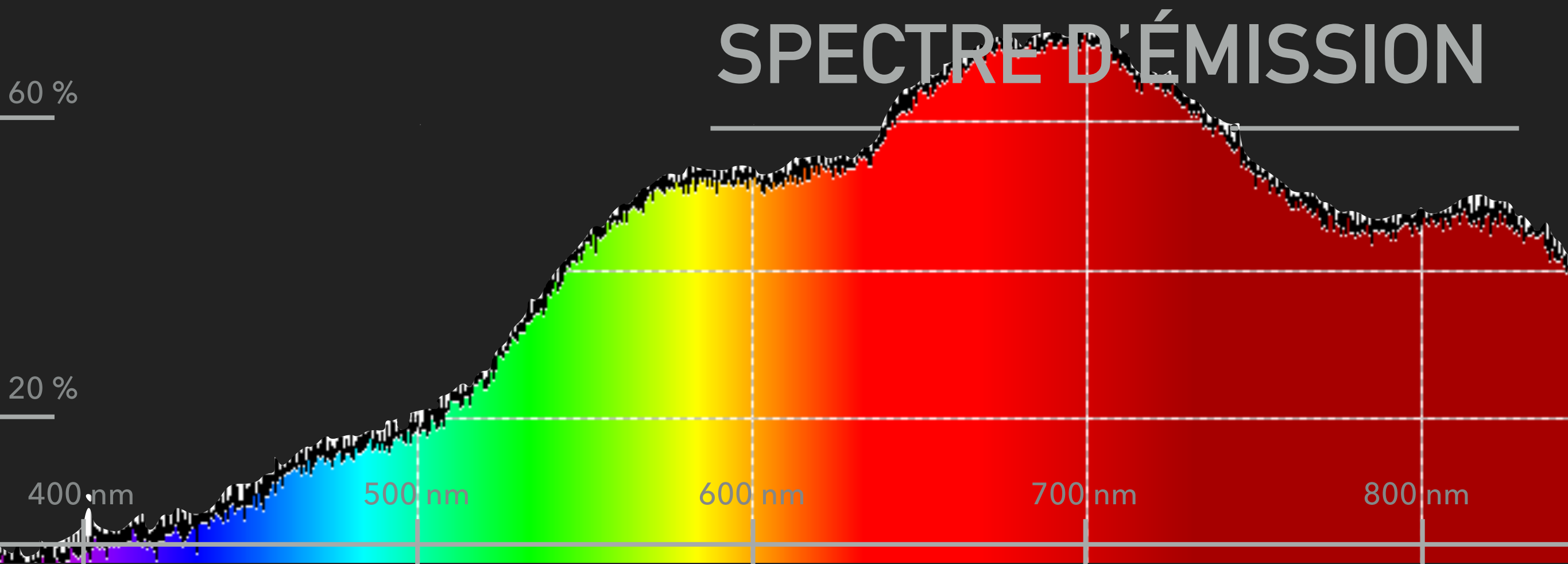
500 nm

600 nm

700 nm

800 nm

SPECTRE D'ÉMISSION



L'AMPOULE FLUOCOMPACTE

SPECTRE D'ÉMISSION

100 %

60 %

20 %

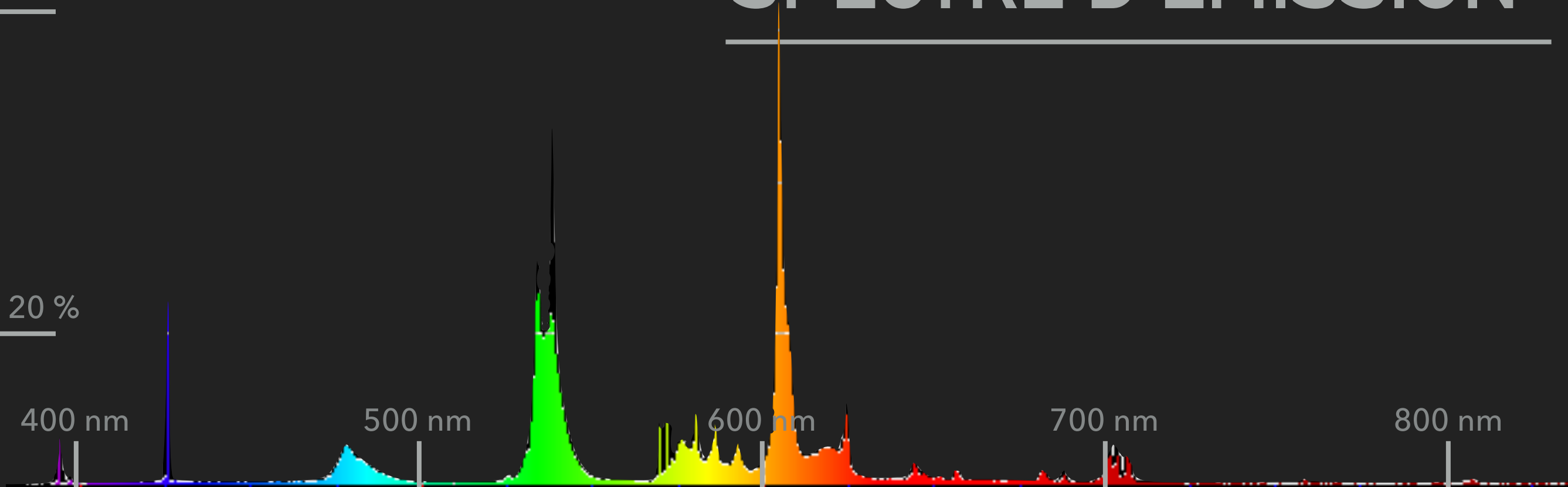
400 nm

500 nm

600 nm

700 nm

800 nm



100 %

80 %

40 %

400
nm

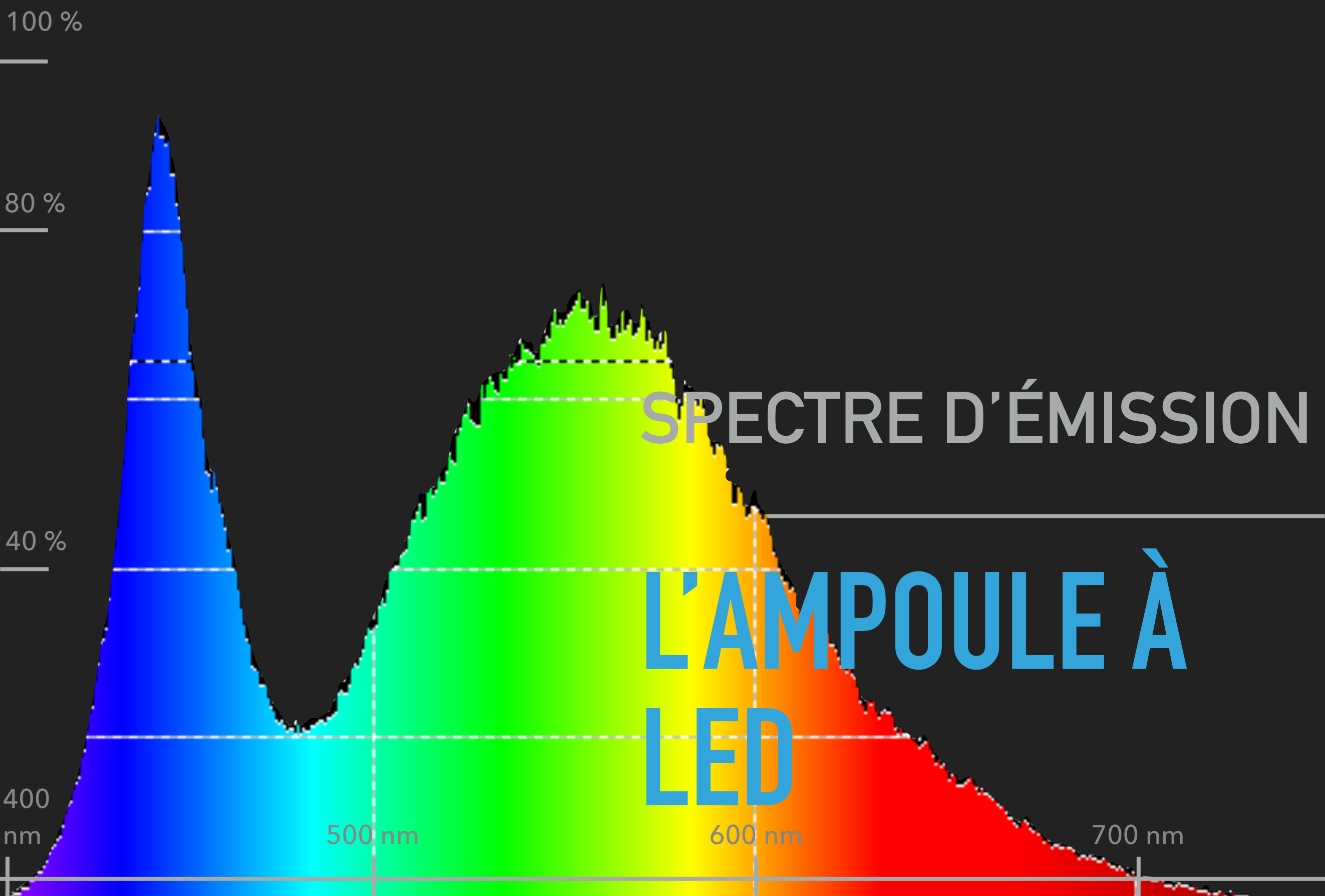
500 nm

600 nm

700 nm

SPECTRE D'ÉMISSION

L'AMPOULE À
LED



II. BILAN ÉNERGÉTIQUE

II. BILAN ÉNERGÉTIQUE

**PUISSANCE ÉLECTRIQUE
CONSOMMÉE**

II. BILAN ÉNERGÉTIQUE

PUISSANCE ÉLECTRIQUE CONSOMMÉE

► Résultats :

► $P_{\text{consommée}} = UI$

► Pour la LED :

$I = 42,4 \text{ mA}$ et $U_{\text{eff}} = 234 \text{ V}$

$P_c = (9,9 \pm 0,14) \text{ W}$

► Pour l'incandescence :

$I = 260 \text{ mA}$ et $U_{\text{eff}} = 231 \text{ V}$

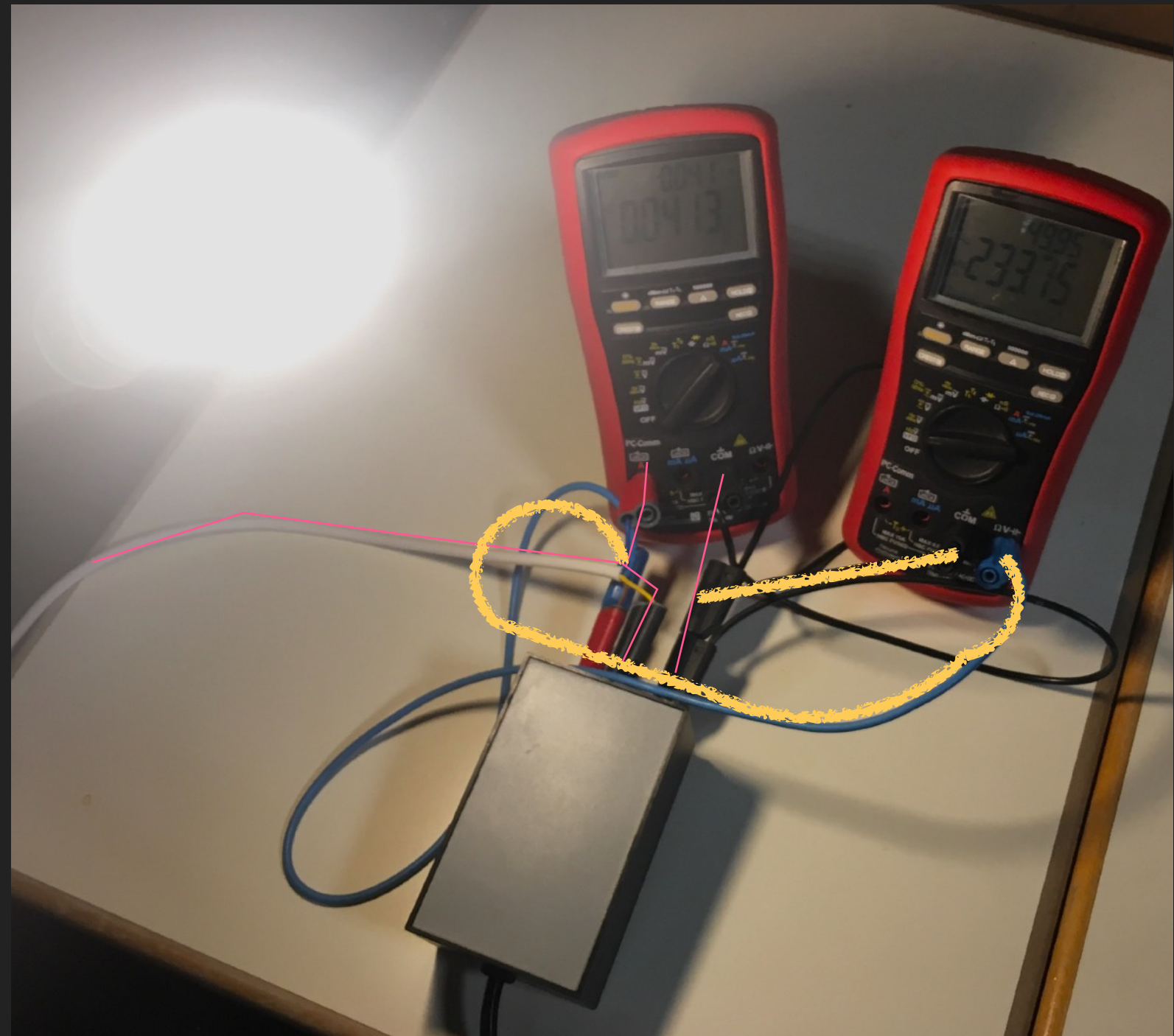
$P_c = (60,06 \pm 0,20) \text{ W}$

► Pour la fluocompacte :

$I = 112 \text{ mA}$ et $U_{\text{eff}} = 231 \text{ V}$

$P_c = (25,82 \pm 0,15) \text{ W}$

► $u(U) = 1/\sqrt{3} \text{ V}$ et $u(I) = 0,001/\sqrt{3} \text{ A}$ donc $u(P) = P \cdot \sqrt{((u^2(U)/U^2) + (u^2(I)/I^2))} \text{ W}$



II. BILAN ÉNERGÉTIQUE

PERTES THERMIQUES

II. BILAN ÉNERGÉTIQUE

PERTES THERMIQUES

► Capacité calorifique du calorimètre

► Protocole :

- Volume v_1 d'eau à T_0 de masse m_1
- Volume v_2 d'eau à $T_1 = 50^\circ\text{C}$ de masse m_2

► $m_1 = 239,76\text{g}$ et $T_0 = 20,1^\circ\text{C}$

$m_2 = 243,27\text{g}$ et $T_1 = 52,2^\circ\text{C}$

- D'après le 1er principe de la thermodynamique avec une transformation isobare : $dH = \delta Q = 0$
donc $m_1 c_{\text{eau}}(T_f - T_0) + m_2 c_{\text{eau}}(T_f - T_1) + C(T_f - T_0) = 0$
avec $T_f = 34,5^\circ\text{C}$ et $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

► $C = - (m_1 c_{\text{eau}}(T_f - T_0) - m_2 c_{\text{eau}}(T_f - T_1)) / (T_f - T_0)$
d'où $C = (247,7 \pm 0,3) \text{ J K}^{-1}$

► $u(T) = 0,1/\sqrt{3}^\circ\text{C}$; $u(t) = 1 \text{ s}$; $u(m) = 0,01/\sqrt{3} \text{ g}$

► d'où $u(C) = C \cdot \sqrt{((u(T)/T_0)^2 + (u(T)/T_1)^2 + (u(T)/T_2)^2 + (u(m)/m_1)^2 + (u(m)/m_2)^2)} \text{ J K}^{-1}$



II. BILAN ÉNERGÉTIQUE

PERTES THERMIQUES

- ▶ Mesure des pertes thermiques

$$P_{th} = C\Delta T / \Delta t \text{ avec } \Delta t = 30 \text{ min}$$

- ▶ Résultats:

Pour la LED :

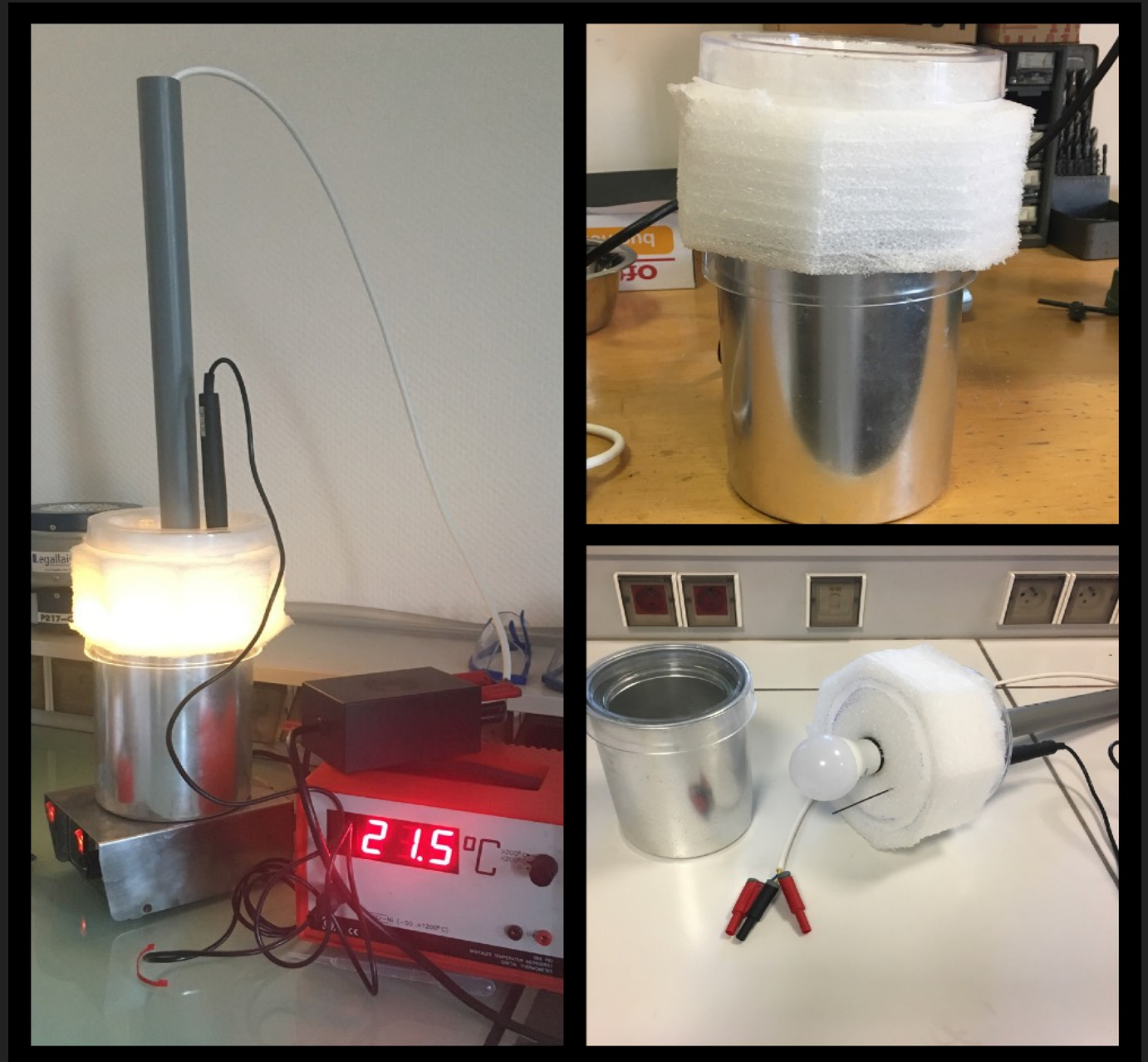
$$\Delta T = 26,60 - 21,20 = 5,4 \text{ K}$$

Pour la fluocompacte :

$$\Delta T = 49,4 - 23,4 = 26 \text{ K}$$

Pour l'incandescence :

$$\Delta T = 170,8 - 22,5 = 148,3 \text{ K}$$



PERTES THERMIQUES

► Calculs d'incertitudes :

► Sur P_{th} :

$$u(P_{th}) = P * \sqrt{((u(T)/T')^2 + (u(T)/T'')^2 + (u(t)/t)^2 + (u(C)/C)^2)} \quad W$$

► Résultats :

Pour la LED : $P_{th} = (0,740 \pm 0,001) W$

Pour la fluocompacte : $P_{th} = (3,57 \pm 0,01) W$

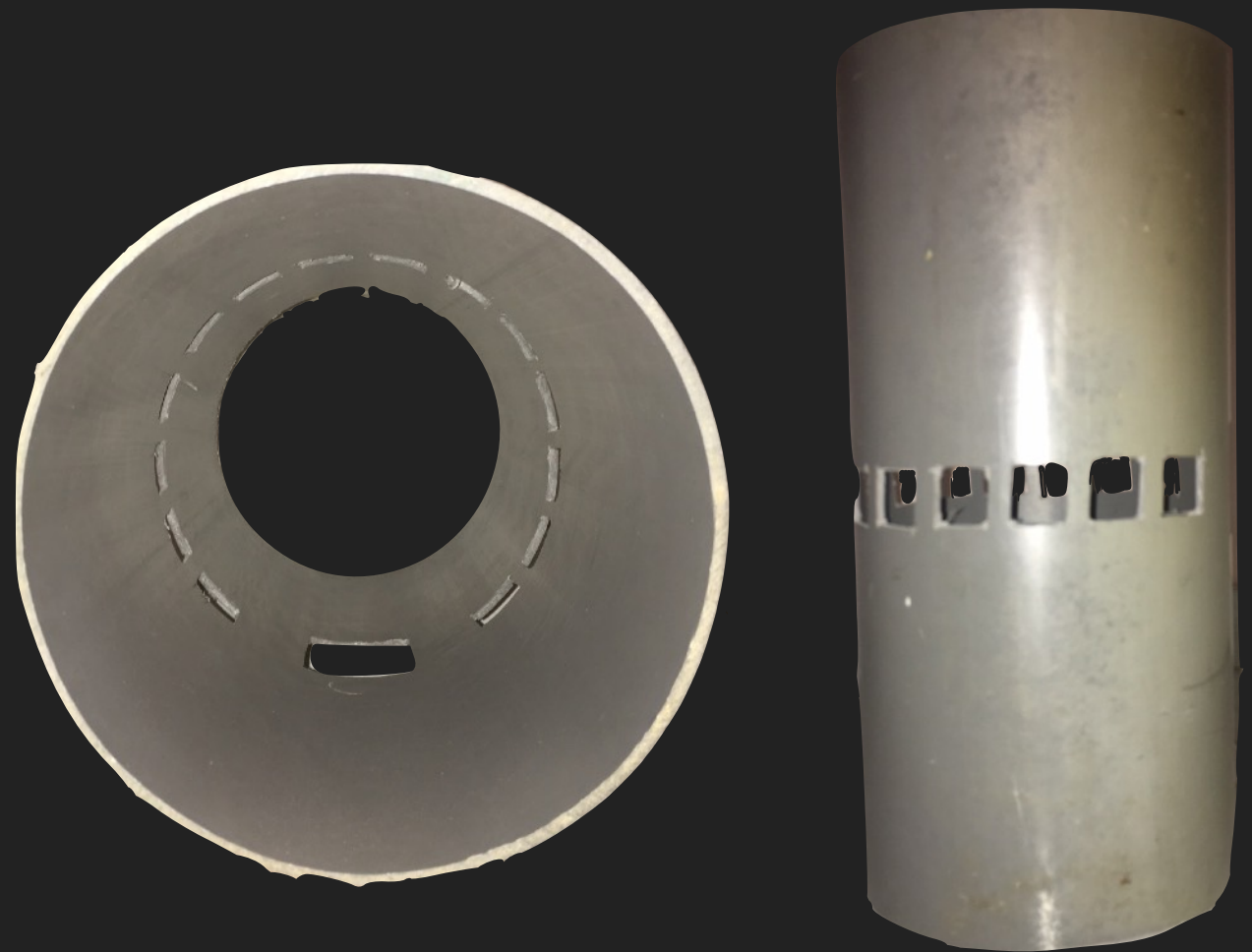
Pour l'incandescence : $P_{th} = (20,40 \pm 0,03) W$

II. BILAN ÉNERGÉTIQUE

PUISSANCE LUMINEUSE

PUISSANCE LUMINEUSE

- ▶ Directivité
- ▶ Vérifier la direction privilégiée de la lumière dans le but de calculer la puissance lumineuse de chaque ampoule.



II. BILAN ÉNERGÉTIQUE

PUISSANCE LUMINEUSE

- ▶ Mesure de l'éclairement grâce à un luxmètre

- ▶ Résultats :

Pour la LED :

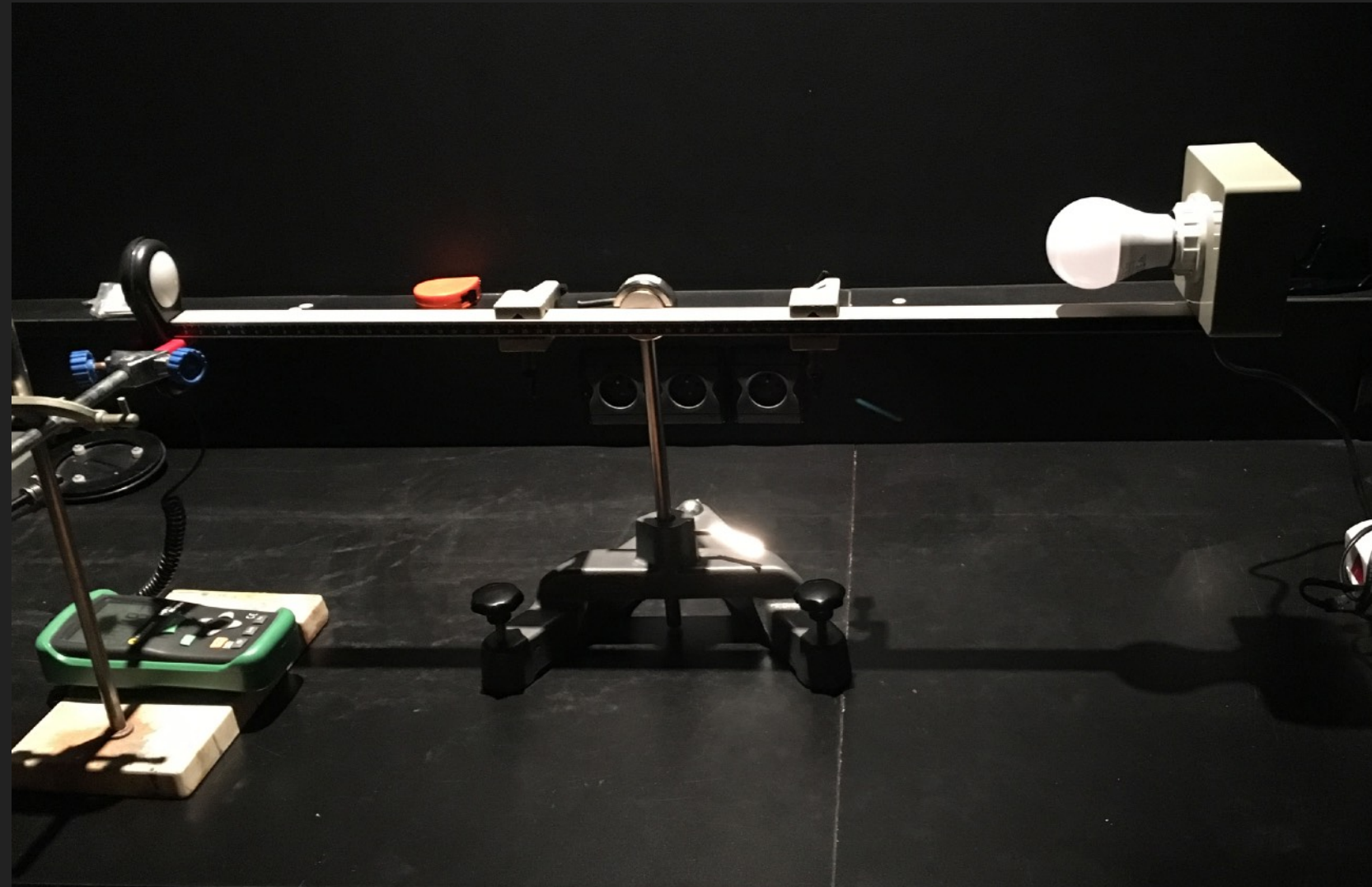
$E=142,5 \text{ lux}$

Pour la fluocompacte :

$E=185,2 \text{ lux}$

Pour l'incandescence :

$E=210,0 \text{ lux}$



PUISSANCE LUMINEUSE

- ▶ D'après les résultats donnés par la directivité de chaque ampoule, la LED éclaire sur une demie sphère, l'incandescence sur 2/3 d'une sphère et la fluocompacte sur une sphère complète.
- ▶ $\Phi = E * S$ avec $S = 4\pi r^2$; $u(S) = 0,01 \text{ m}^2$ et $u(e) = 0,1/\sqrt{3} \text{ lux}$
- ▶ Résultats :

Pour la LED : $P_{\text{lumineuse}} = (399,0 \pm 1,4) \text{ lm}$

Pour la fluo compacte : $P_{\text{lumineuse}} = (1035,3 \pm 1,9) \text{ lm}$

Pour l'incandescence : $P_{\text{lumineuse}} = (783,3 \pm 2,1) \text{ lm}$

II. BILAN ÉNERGÉTIQUE

EFFICACITÉ

EFFICACITÉ

▶ $e = P_{\text{lumineuse}} / P_{\text{consommée}}$

▶ Résultats :

Pour la LED : $e = (40,3 \pm 0,1) \text{ lm/W}$

Pour la fluocompacte : $e = (40,1 \pm 0,2) \text{ lm/W}$

▶ Pour l'incandescence : $e = (12,9 \pm 0,1) \text{ lm/W}$

▶ Incertitudes sur e : $u(e) = e \sqrt{(u(\Phi)/\Phi)^2 + (u(P_C)/P_C)^2}$

III. ASPECTS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

III. ASPECTS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

ASPECTS SANITAIRES

ASPECTS SANITAIRES

- ▶ Ampoule incandescente : brûlures
- ▶ Ampoule à LED : émission dans le bleu et champ magnétique
- ▶ Ampoule fluocompacte : mercure et champ magnétique

III. ASPECTS SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

► **Durée de vie :**

LED : 50000-100000h – Fluocompacte : 6000-15000h –
Incandescence : 1000-1200h

► **Recyclage :**

LED : circuits électroniques à recycler

Fluocompacte : déchet potentiellement dangereux (mercure)

Incandescence : pollue peu

► **Plus** : Indium = matière première critique et mercure rare

CONCLUSION

CONCLUSION

QUEL CHOIX FAIRE ?

QUEL CHOIX FAIRE ?

- ▶ L'ampoule à incandescence est à proscrire c'est d'ailleurs pourquoi elle n'est plus commercialisée aujourd'hui.
- ▶ Le choix est plus serré entre les LEDs et les fluocompactes:

	éclairage	efficacité	dangero- sité	durée de vie
Fluocomp acte	+	○	—	—
LED	—	○	+	+