

ampoule intelligente

à haut rendu de couleur et contrôlable par téléphone



Par Mattias
Vinet-Larouche



POLYTECHNIQUE
MONTREAL

Contexte

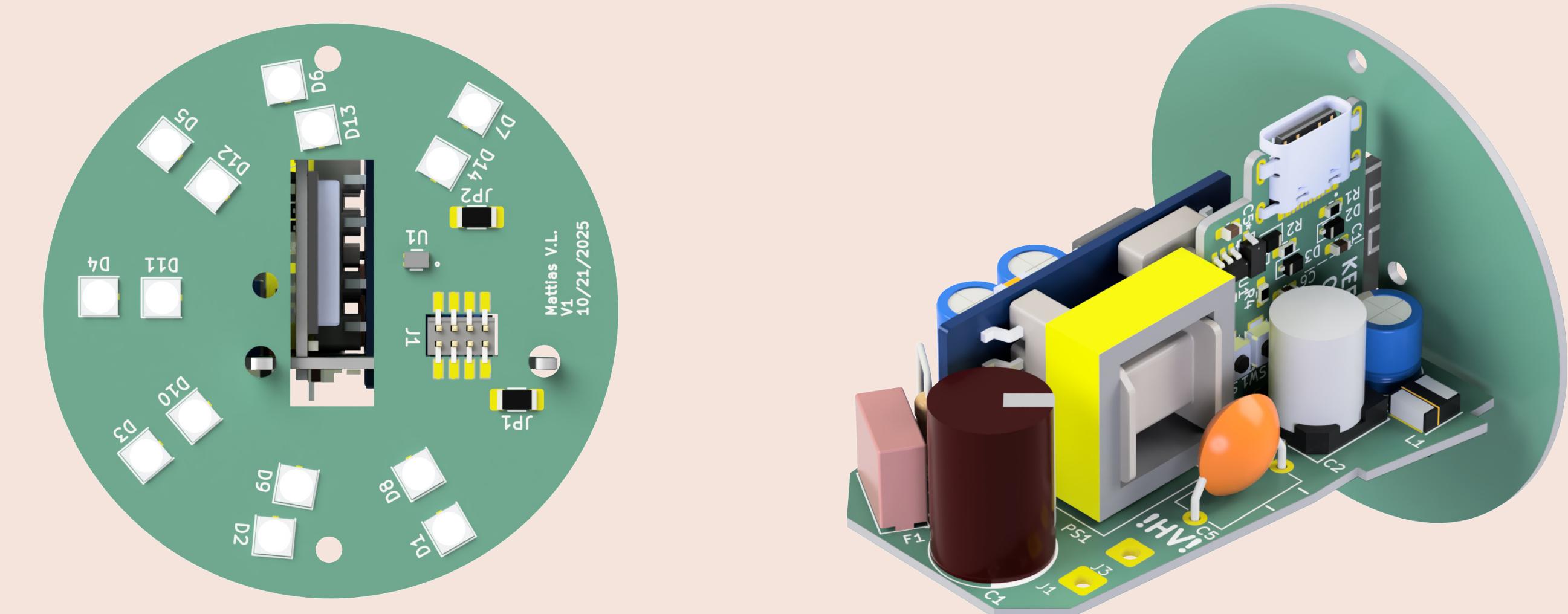
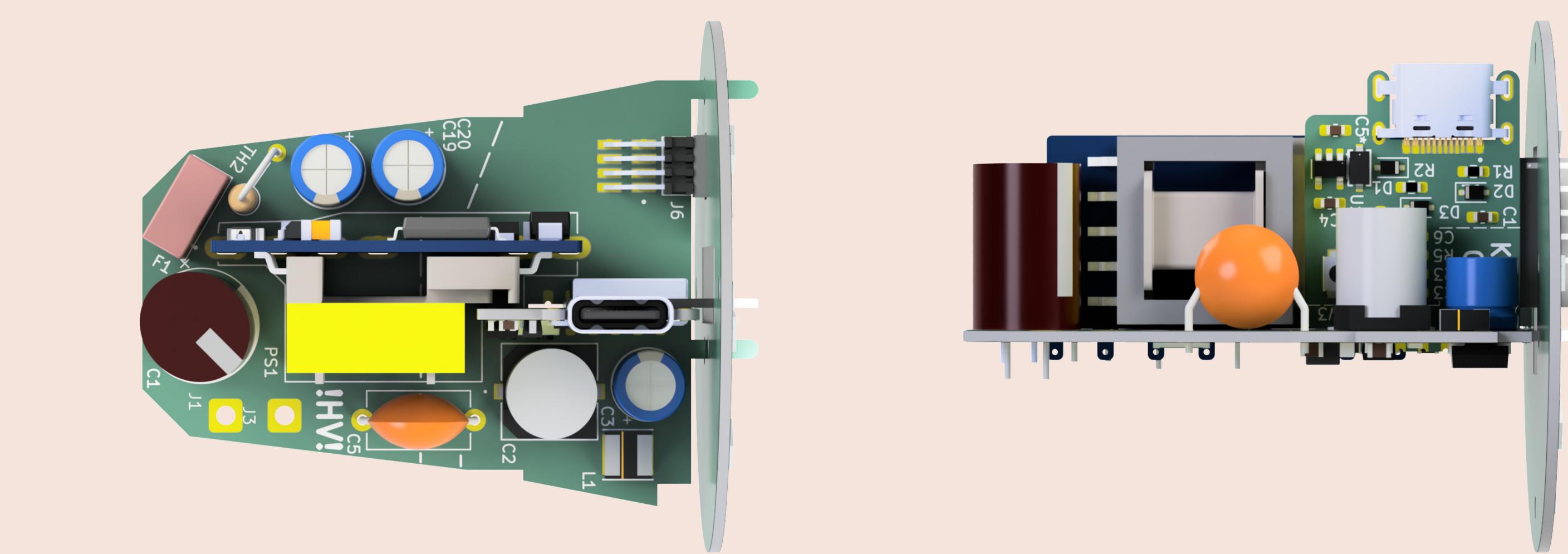
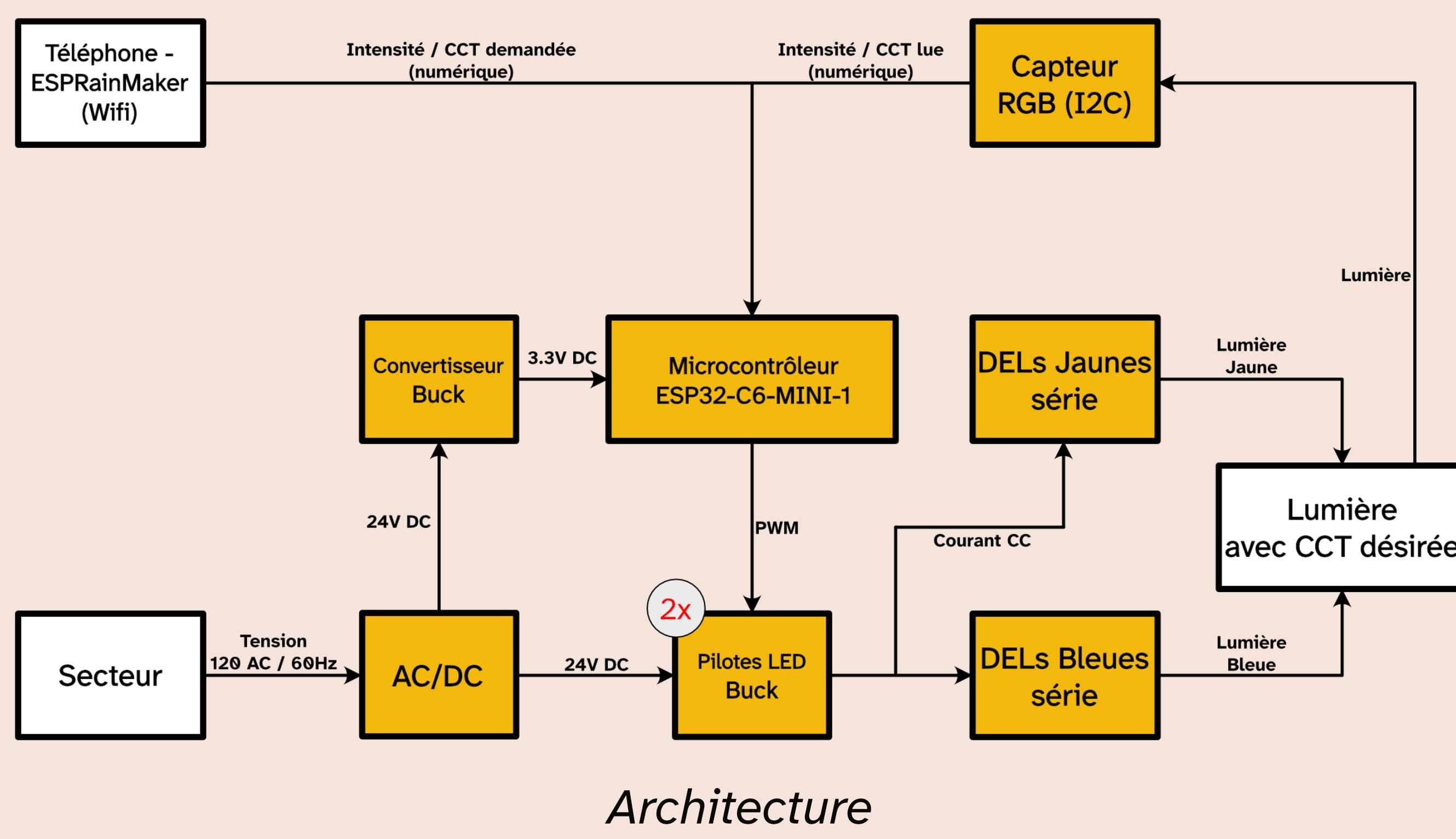
Notre rythme de vie dépend de la lumière. Pourtant, l'éclairage artificiel standard ignore la complexité de la vision humaine. Non seulement il dérègle notre horloge biologique, mais il brise le confort visuel. Un spectre lumineux incomplet fatigue la vue et dénature les couleurs, rendant les visages pâles et les espaces de vie froids.

Ce projet replace l'humain au coeur de la conception de luminaires. Il propose une lumière sans compromis, capable de révéler la richesse de nos intérieurs.

Architecture

Le défi majeur de ce projet résidait dans la contrainte volumétrique. Intégrer une gestion thermique et électronique complexe au sein d'un format d'ampoule standard est un défi d'ingénierie en soi.

L'architecture interne a été pensée pour maximiser la densité fonctionnelle. Elle intègre trois étages de régulation de puissance et un microcontrôleur ESP32 afin de piloter précisément la chaleur de la lumière (CCT) via une application mobile.



Résultats

Température de Couleur

L'ampoule couvre un large spectre, du blanc chaud apaisant (2461 K) au blanc froid stimulant (5370 K).

Les résultats sont prometteurs. Les deux points de fonctionnement s'alignent idéalement sur la courbe du corps noir. Cette fidélité assure une qualité de lumière perçue comme naturelle et confortable. Elle est exempte de teinte verte ou rose.

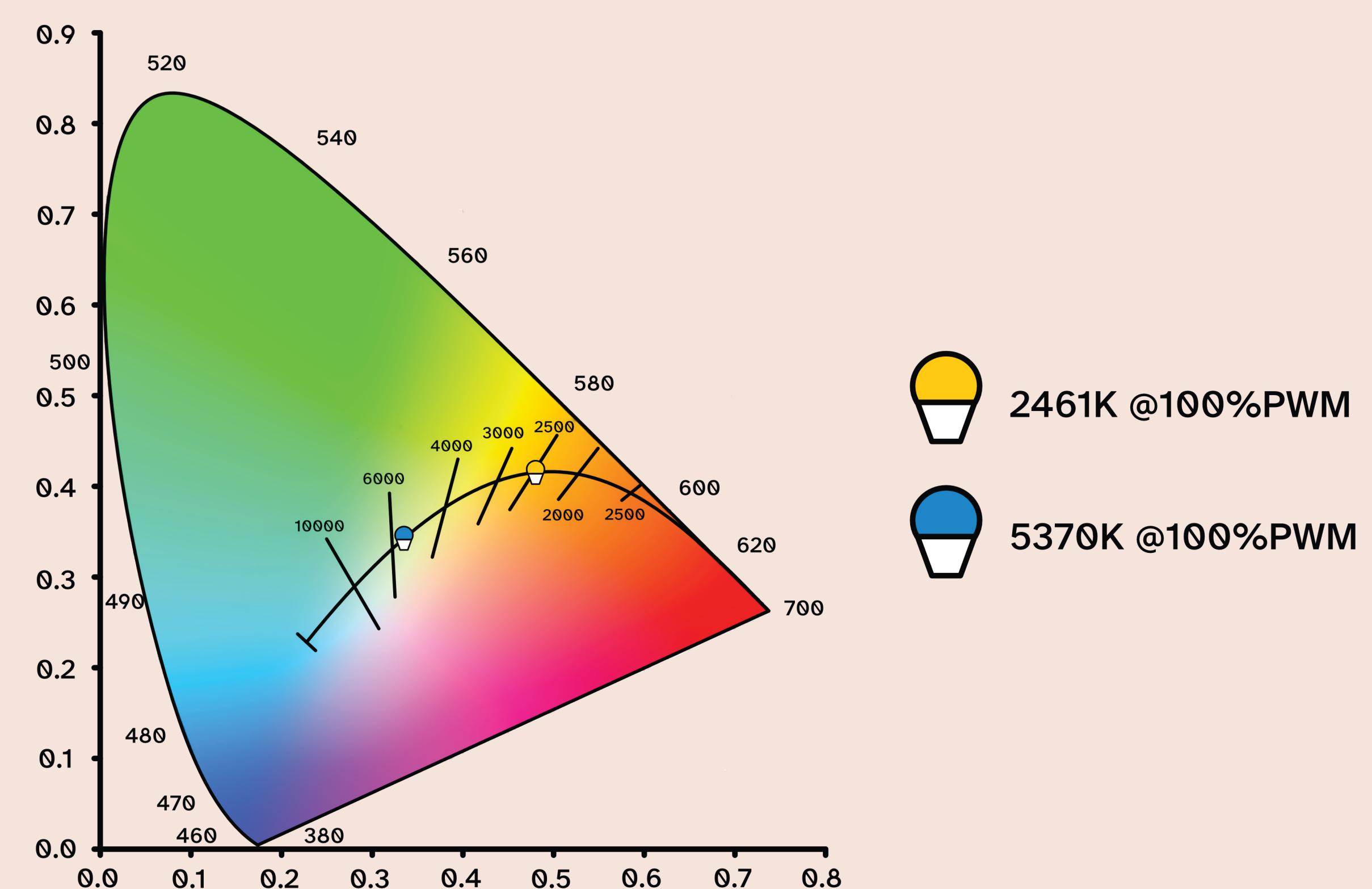
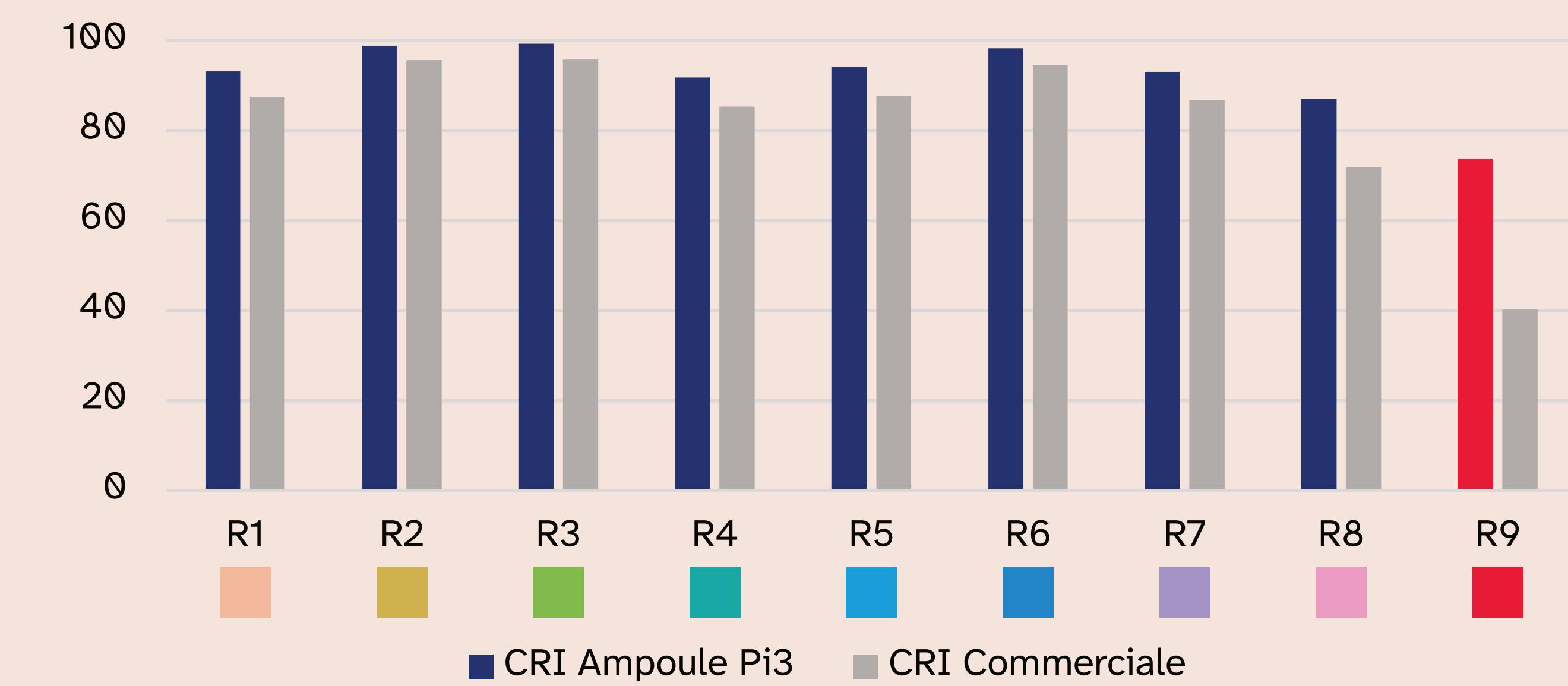


Diagramme de chromaticité CIE xyz 1931

IRC

L'indice de rendu de couleur mesure la propension d'une source lumineuse à restituer les nuances de couleur d'une surface. Une valeur de 100 est une note parfaite et simule la lumière naturelle du soleil. Notons que restituer un rouge saturé (R9) est difficile pour les LEDs. Effectivement, l'œil humain est moins sensible aux basses fréquences de la lumière visible. Il coûte donc plus cher

d'énergie pour émettre dans ce spectre. Pourtant, le rouge est critique au rendu de la couleur de peau. L'ampoule proposée dans ce projet rend un rouge de très haute qualité (R9 74).

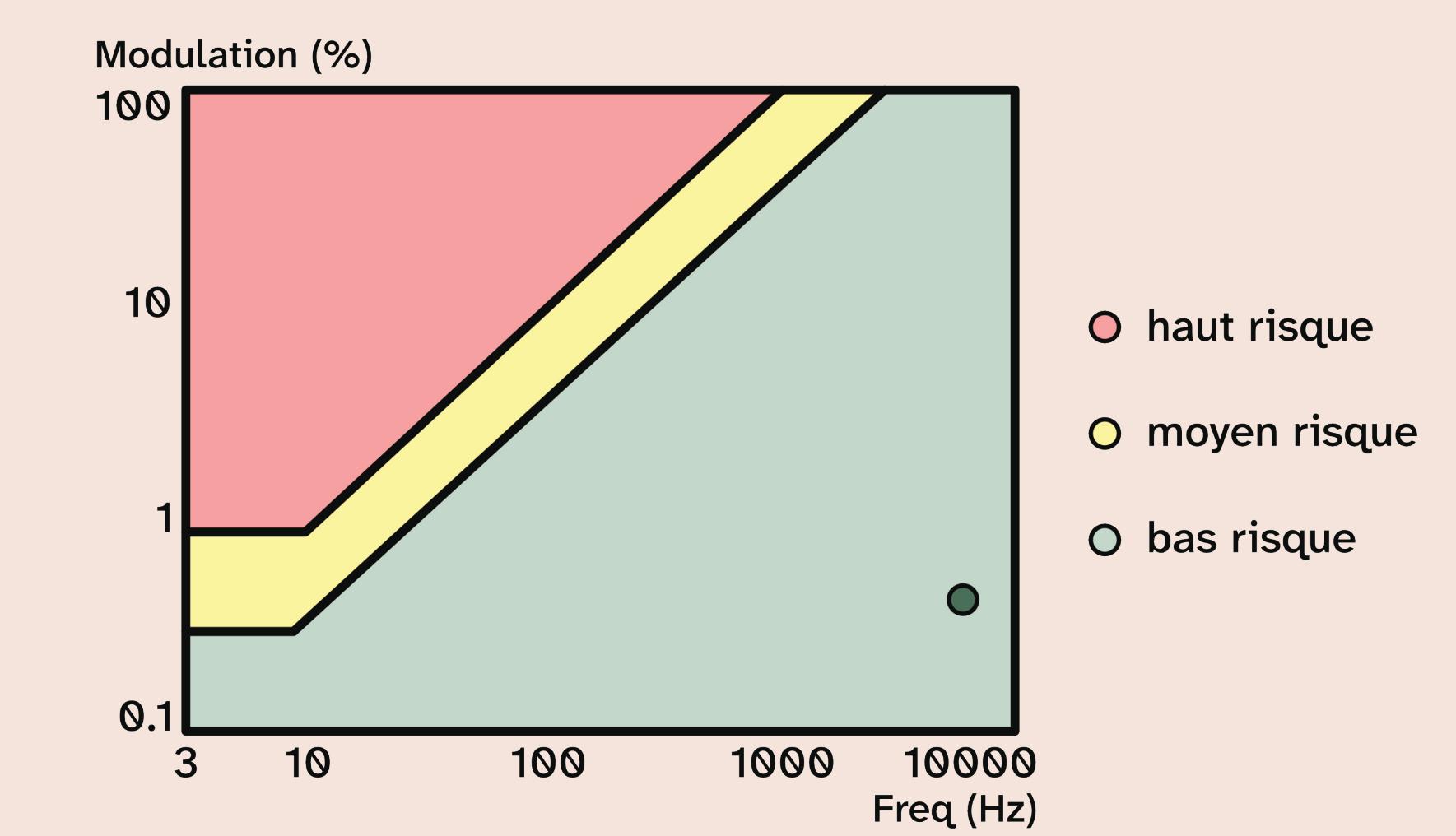


IRC de l'ampoule Pi3 et d'une ampoule commerciale bon marché

Papillotement

Le papillotement (flicker) désigne les fluctuations rapides de l'intensité lumineuse. Même lorsqu'il est invisible à l'œil nu, un scintillement mal maîtrisé oblige le cerveau à traiter ces variations constantes, causant fatigue oculaire et maux de tête.

L'ampoule proposée présente une fréquence de modulation très élevée et un taux de modulation bas, offrant un confort visuel total.



Papillotement IEEE 1789 @50%/50% PWM Chaud Froid