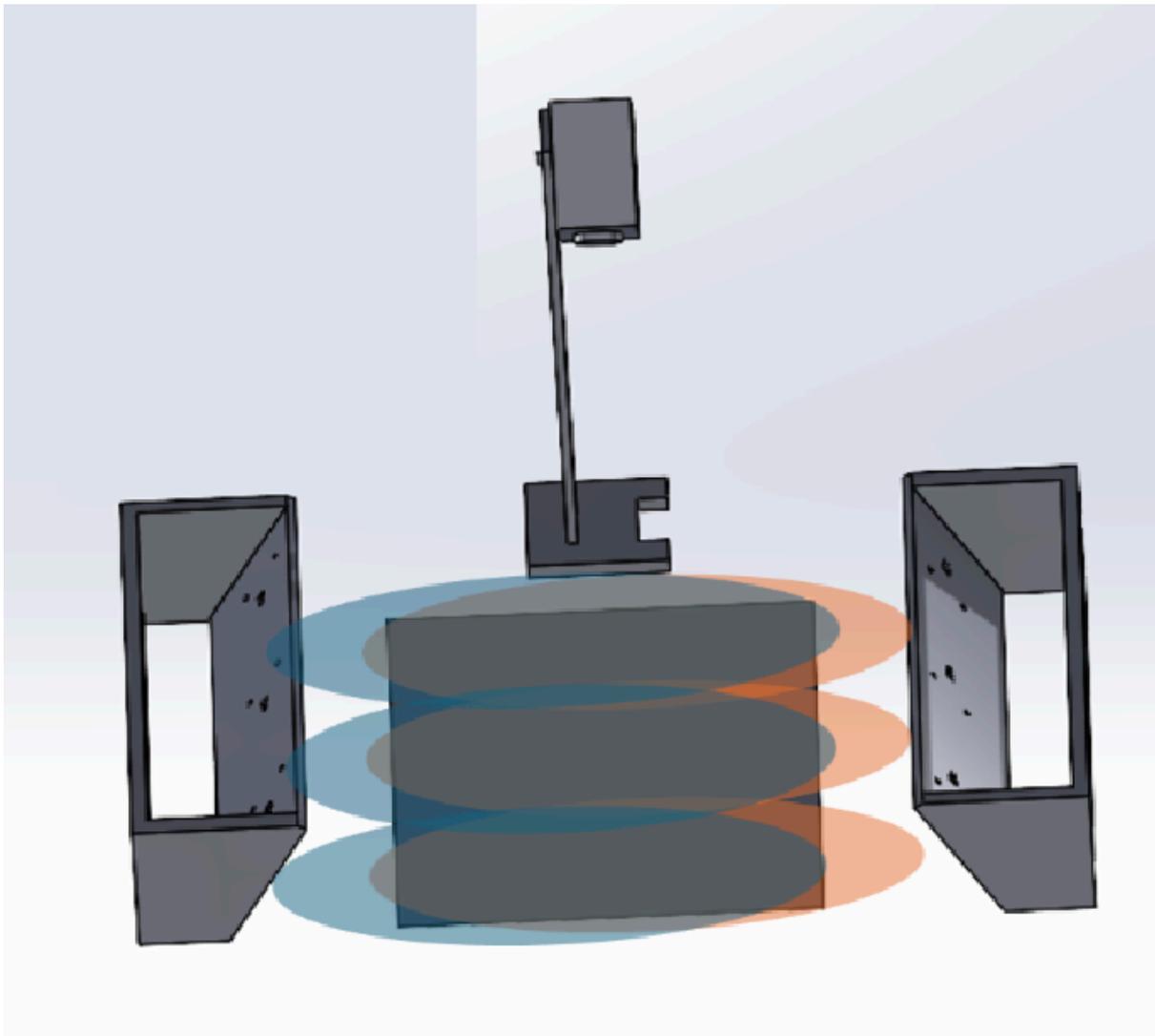


RAPPORT DE PROJET

Projet d'éclairage intelligent



NAVARRO Alexandre
ROBERT Maxence
FERRAFIAT Thomas

Sommaire

Remerciements

Présentation du projet :

- Cahier des charges
- Tests de faisabilité
- Caractérisation des LEDs
- Choix de l'imageur (caméra)

Partie mécanique:

- a) Conception du support de LEDs (Alexandre)
- b) Conception du support caméra (Thomas)
- c) Conception de l'assemblage (Maxence)
- d) Schéma assemblage final

Partie programmation:

- a) Définition des zones d'acquisitions

Partie électrique et électronique :

- a) Asservissement des LEDs (Alexandre)

Remerciements:

Tout d'abord, nous voulions remercier l'entreprise Femto-st et notamment Dr. Yannick BAILLY pour nous avoir fait confiance pour ce projet, nous tenons aussi à remercier nos professeurs pour nous avoir aidée tout au long de l'année pour la réalisation du projet.

Et tout particulièrement Mme. Bareux, M. Siegrist, M. Sigwarth et M. Hay.

Présentation du projet:

Le projet qui nous est proposé par Femto-st est un système permettant d'éclairer uniformément et sans ombres une surface donnée. (Au format A4)

Femto-st, en collaboration avec Wattlux, développe de nouvelles sources blanches sans rayonnement intense bleu, privilégiant un excellent rendu de couleur.

L'objectif est de créer un système d'éclairage intelligent assurant une luminosité constante, même en fin de journée, et en réduisant les ombres portées par l'éclairage ambiant.

Fournitures rendues disponible par Femto:

- 6 Plaquettes de 7 LEDs Wattlux

Schéma de principe du système

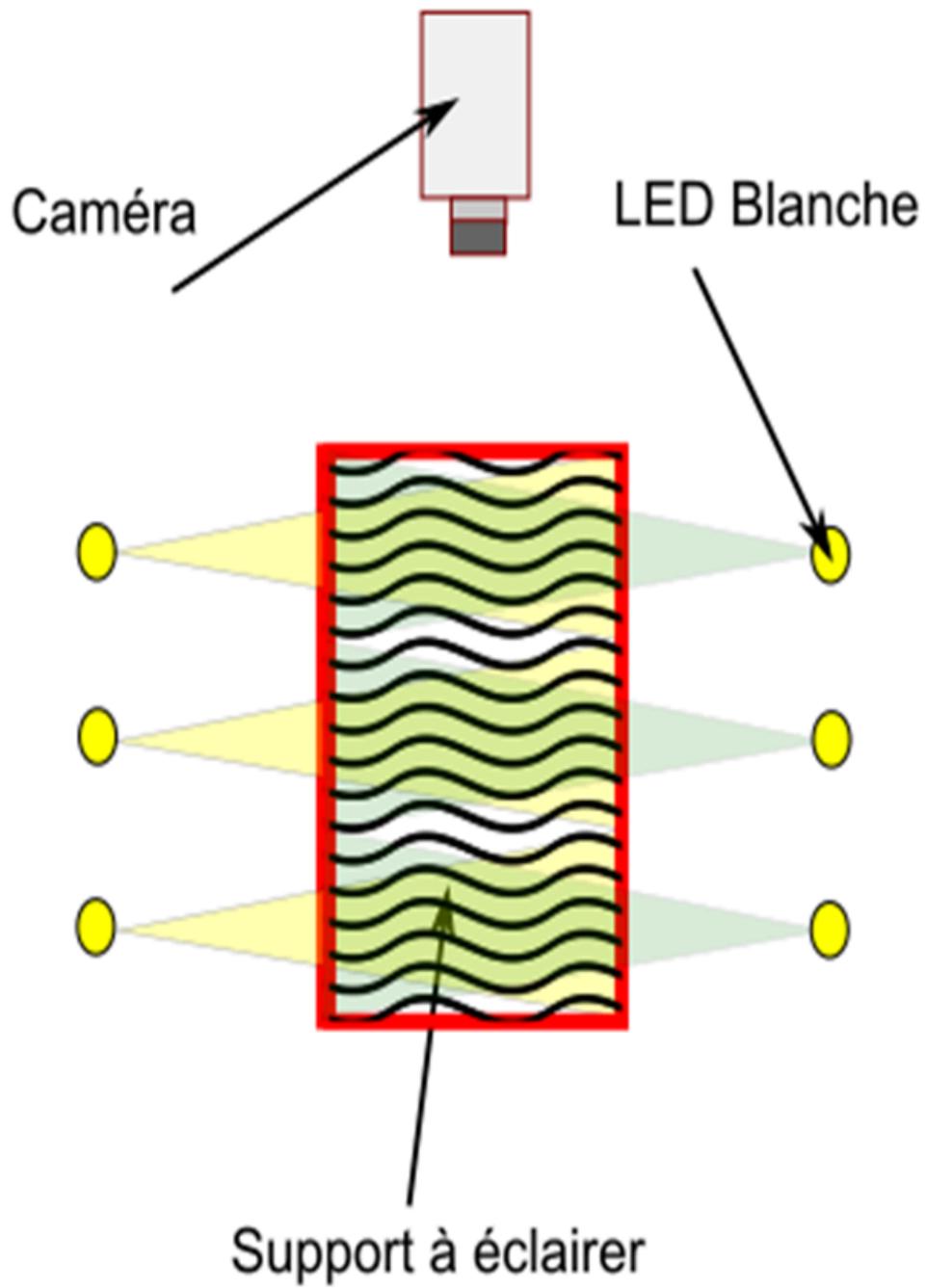


Diagramme de cas d'utilisation

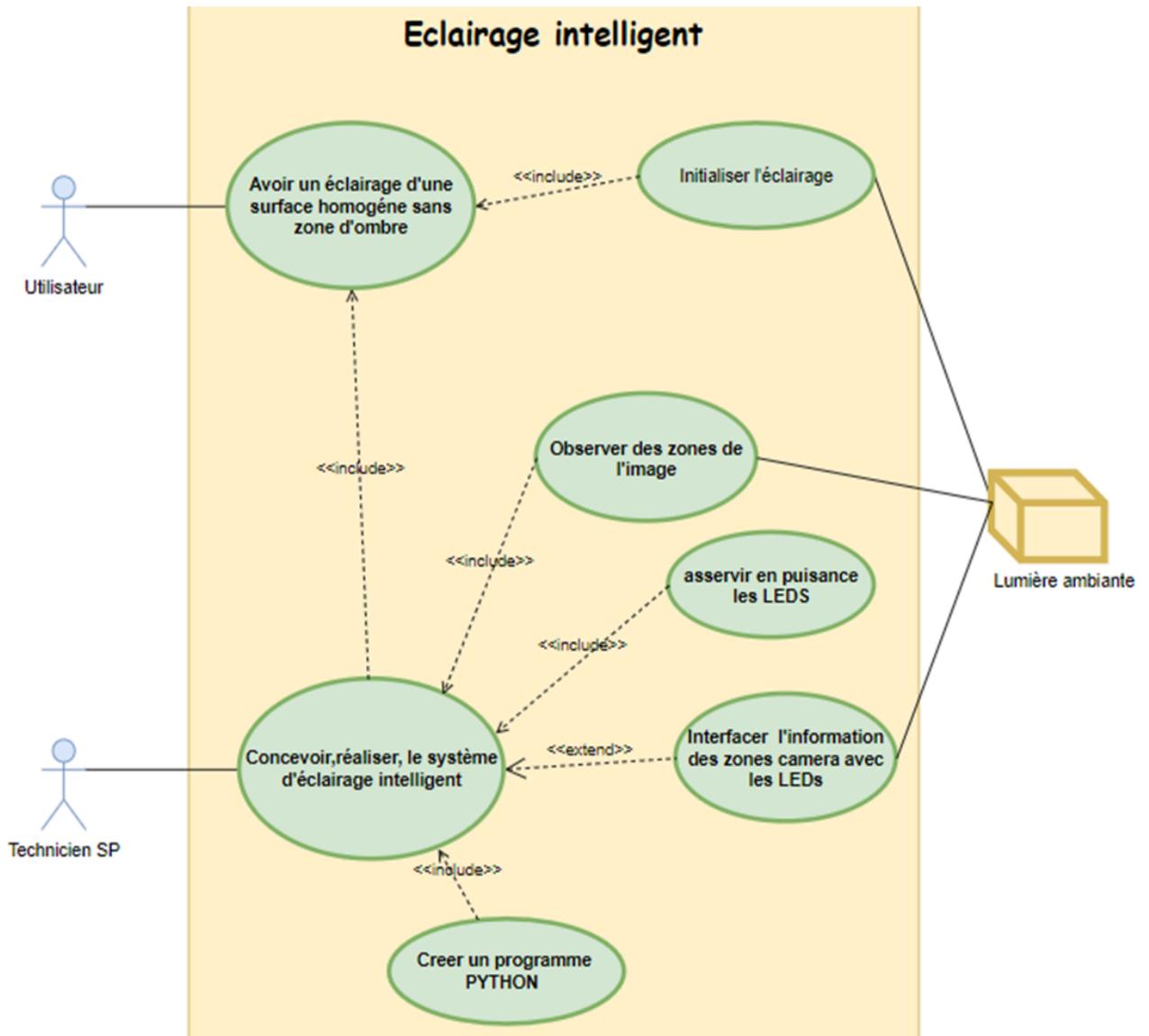


Diagramme des exigences technique

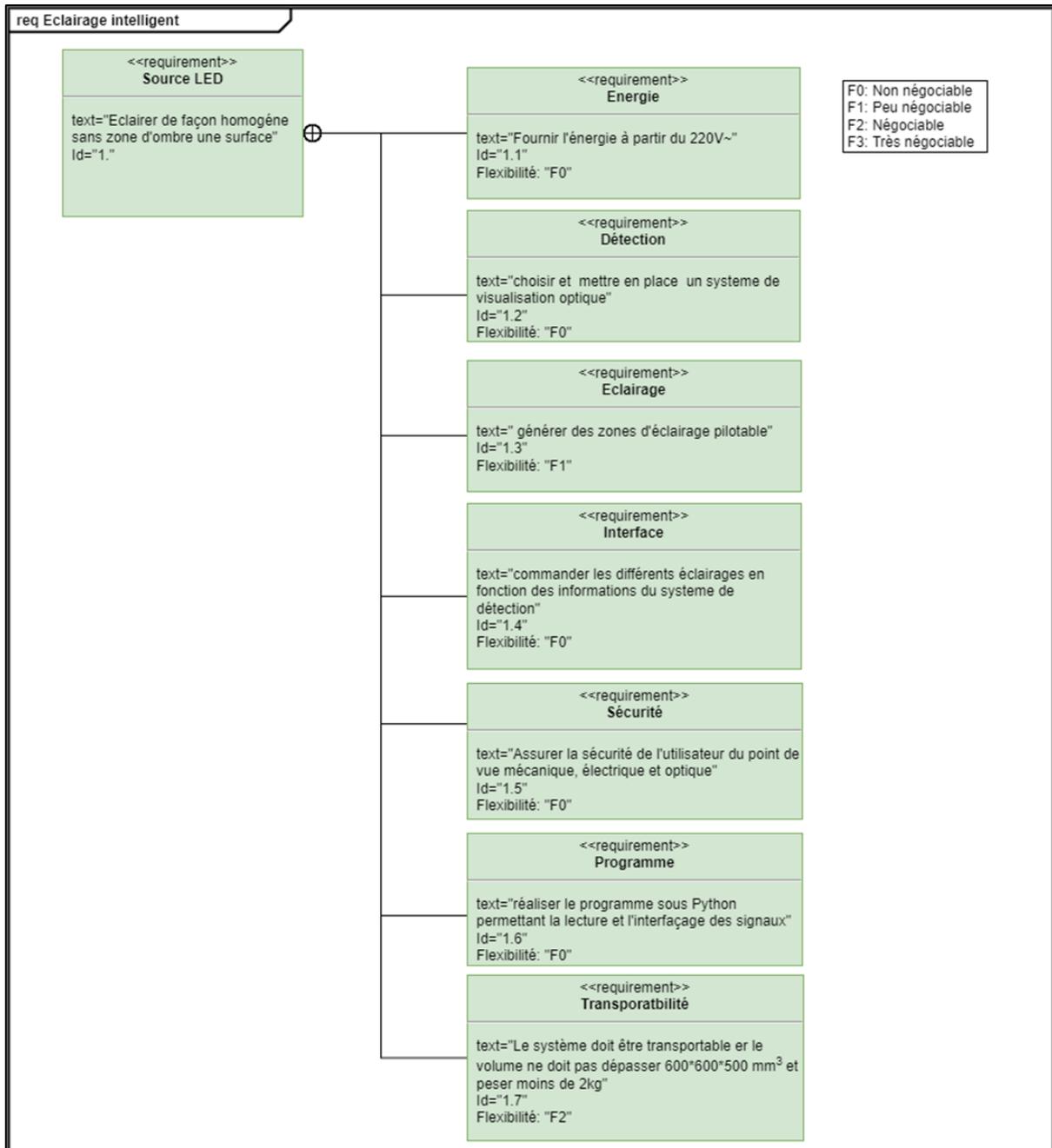


Diagramme de bloc BDD

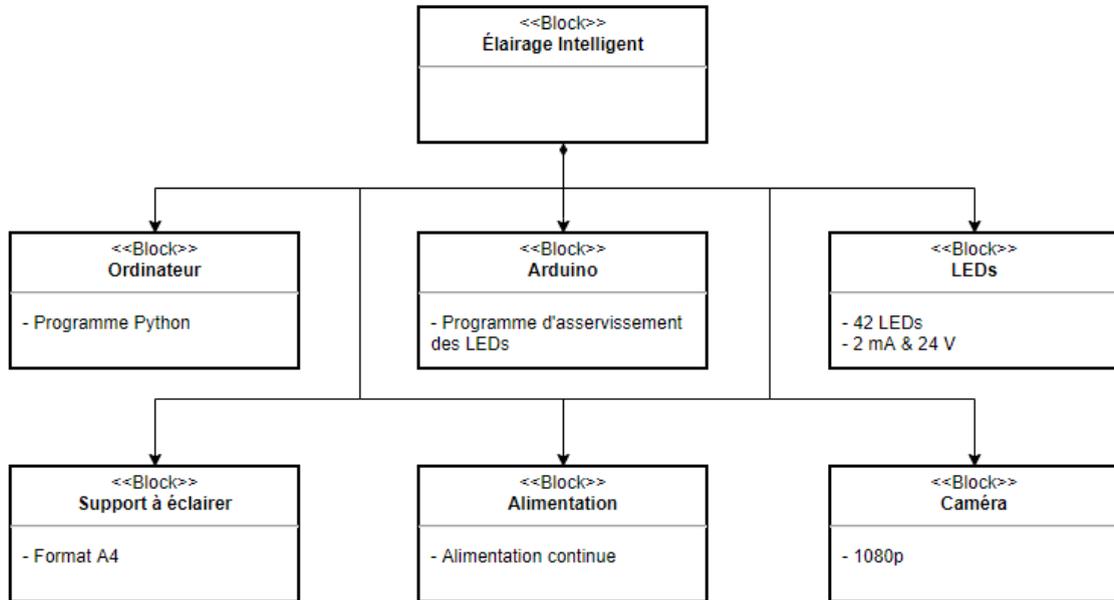


Diagramme de bloc IBD

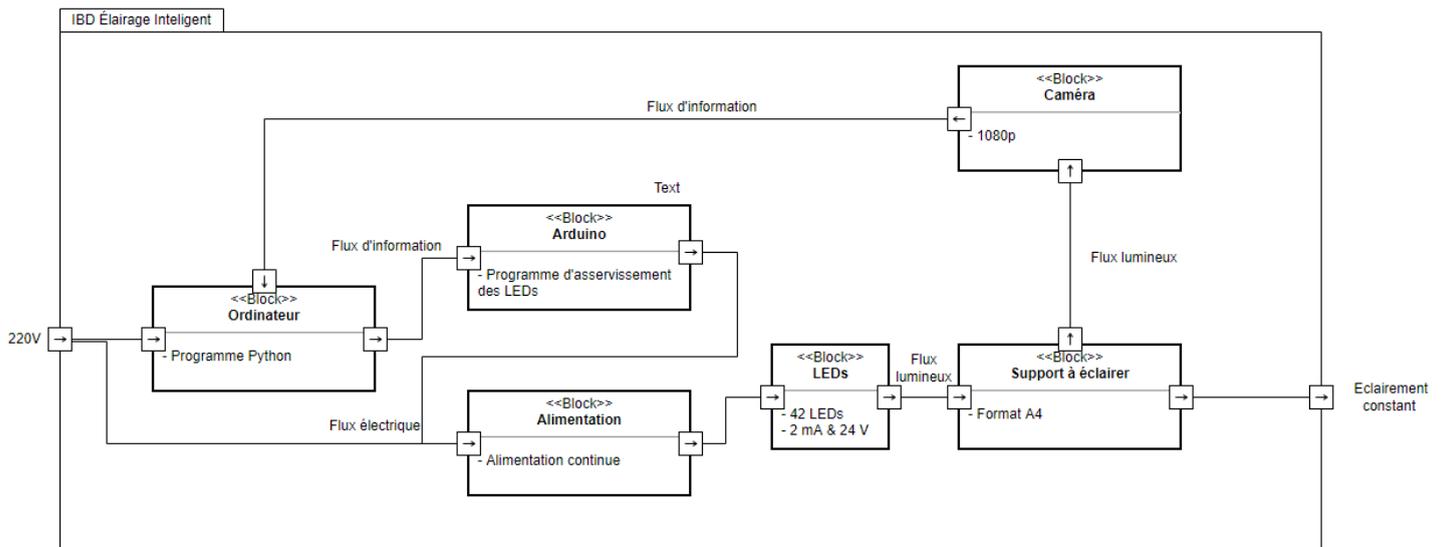


Diagramme de répartition des tâches

	Elève A	Elève B	Elève C
Prise en main du sujet et test de faisabilité	X	X	X
Elaboration du diagramme de blocs du système	X	X	
Elaboration du diagramme de blocs internes du système			X
Simulation des solutions retenues (asservissement led)	X		X
Mécanique :			
Conception du support des Led	X		
Conception du support imageur		X	
Conception de l'assemblage			X
Optique :			
Choix de l'imageur		X	
Caractérisation des LED	X		
Assemblage des éléments			X
Electronique :			
Traitement signal python (extraction zone)		X	
Asservissement LED (microcontrôleur)	X		
Interface logiciel python LED	X		
Alimentation électrique			X
Programme python complet			X
Etude de coût	X		
Notice d'utilisation			X
Validation du système	X	X	X

Diagramme de planification



Tâches	semaine 51	semaine 52	semaine 01	semaine 02	semaine 03	semaine 04	semaine 05	semaine 06	semaine 07	semaine 08	semaine 09
Prise en main du sujet et test de faisabilité	grey	lightblue	lightblue	grey	grey						
Elaboration du diagramme de blocs du système		lightblue	lightblue		purple						
Elaboration du diagramme de blocs internes du système		lightblue	lightblue		purple						
Simulation des solutions retenues (asservissement led)		lightblue	lightblue			lightgreen	blue				
Conception du support des Led		lightblue	lightblue				blue				
Conception du support imageur		lightblue	lightblue				red	red			
Conception de l'assemblage		lightblue	lightblue						yellow	yellow	
Choix de l'imageur		lightblue	lightblue								
Caractérisation des LED		lightblue	lightblue		blue						
Assemblage des éléments		lightblue	lightblue								
Traitement signal python (extraction zone)		lightblue	lightblue								
Asservissement LED (microcontrôleur)		lightblue	lightblue								
Interface logiciel python LED		lightblue	lightblue								
Alimentation électrique		lightblue	lightblue								
Programme python complet		lightblue	lightblue								
Etude de coût	grey	lightblue	lightblue	grey							
Notice d'utilisation		lightblue	lightblue								
Validation du système		lightblue	lightblue								

Tâches	semaine 10	semaine 11	semaine 12	semaine 13	semaine 14	semaine 15	semaine 16	semaine 17	semaine 18	semaine 19	semaine 20	semaine 21	semaine 22	semaine 23	semaine 24	semaine 25
Prise en main du sujet et test de faisabilité	lightblue															
Elaboration du diagramme de blocs du système	lightblue															
Elaboration du diagramme de blocs internes du système	lightblue															
Simulation des solutions retenues (asservissement led)	lightblue															
Conception du support des Led	lightblue															
Conception du support imageur	lightblue															
Conception de l'assemblage	lightblue															
Choix de l'imageur	lightblue	red														
Caractérisation des LED	lightblue															
Assemblage des éléments	lightblue		yellow													
Traitement signal python (extraction zone)	lightblue			red	red											
Asservissement LED (microcontrôleur)	lightblue			blue	blue											
Interface logiciel python LED	lightblue					blue										
Alimentation électrique	lightblue			yellow	yellow											
Programme python complet	lightblue						yellow			yellow						
Etude de coût	lightblue	grey	grey	grey	grey	grey	lightblue	lightblue	lightblue	grey	grey	grey				
Notice d'utilisation	lightblue						grey	lightblue	lightblue	grey	grey					
Validation du système	lightblue						lightblue	lightblue	grey	grey	grey					

Cahier des charges du projet:

- Le système doit être utilisable sur un support au format A4 maximum.
- Il doit être transportable, ne dépassant pas un volume de $600*600*500 \text{ mm}^3$ et pesant moins de 2 kg.
- L'éclairement minimum du système doit être de 500 lux.
- Le pilotage de l'ensemble doit être réalisé en langage Python.

Tests de faisabilité:

Nous avons déterminé grâce à la zone d'éclairement d'un dispositif LED, projeté sur une feuille type A4, que l'intensité lumineuse de celle-ci permettait d'atteindre les 500 Lux nécessaire et également qu'elle éclaire bien au minimum $\frac{1}{6}$ de la feuille, ce qui avec 6 d'entre elles permet donc d'éclairer la feuille à 500 Lux dans son intégralité.

Nous avons également caractérisé les LEDs à l'aide d'un monochromateur CHROMEX. Les courbes qui en sont sorties (ci-dessous) nous montrent que les LEDs émettent entre 500 et 700 nm, en activant la correction de sensibilité du capteur on constate que les LEDs émettent toute autant vers 445 nm que la zone stipulé avant. Le correcteur permet de corriger le fait que le capteur de silicium du monochromateur est moins sensible avant 460 nm.

Photo du test de faisabilité

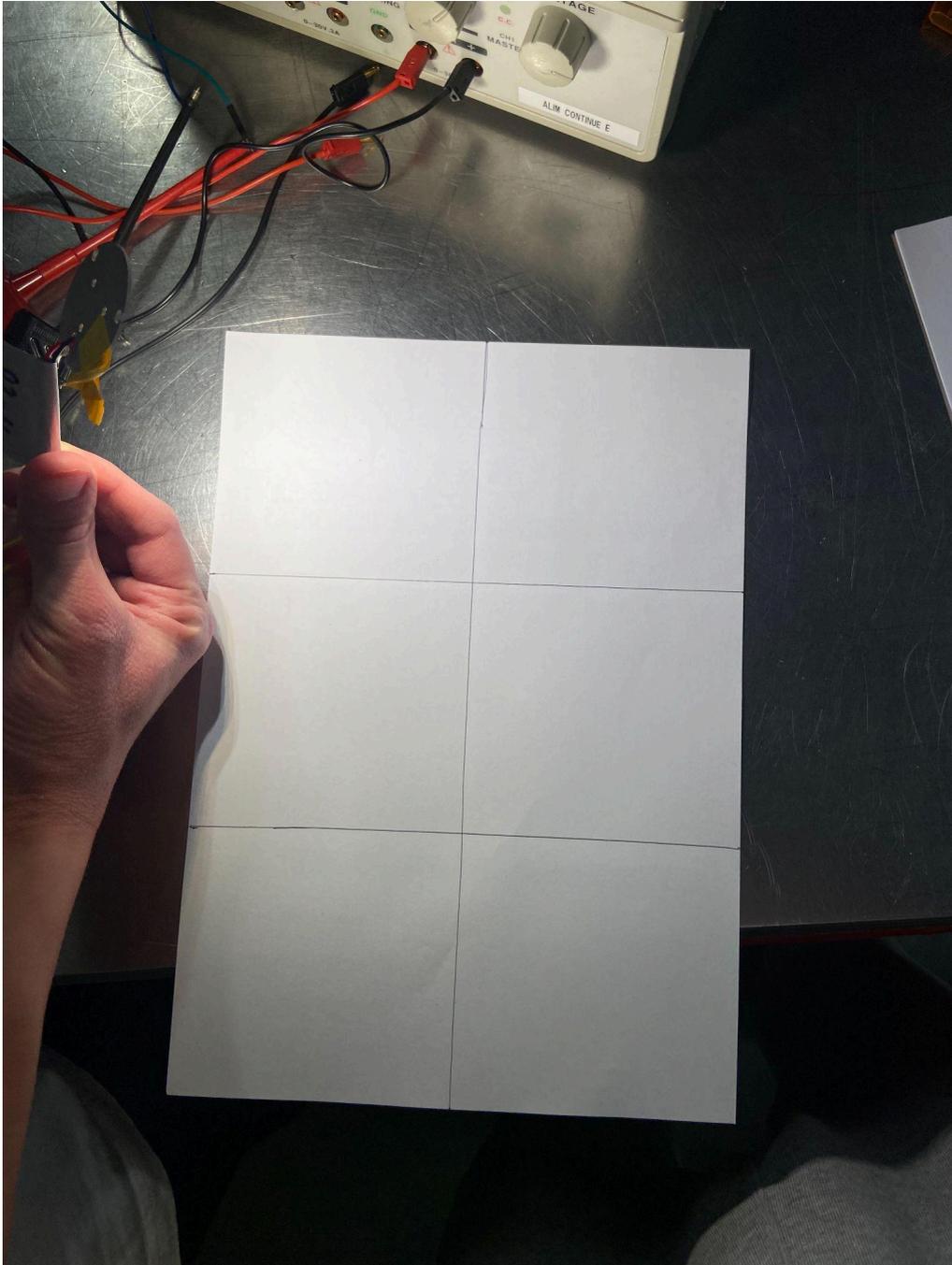
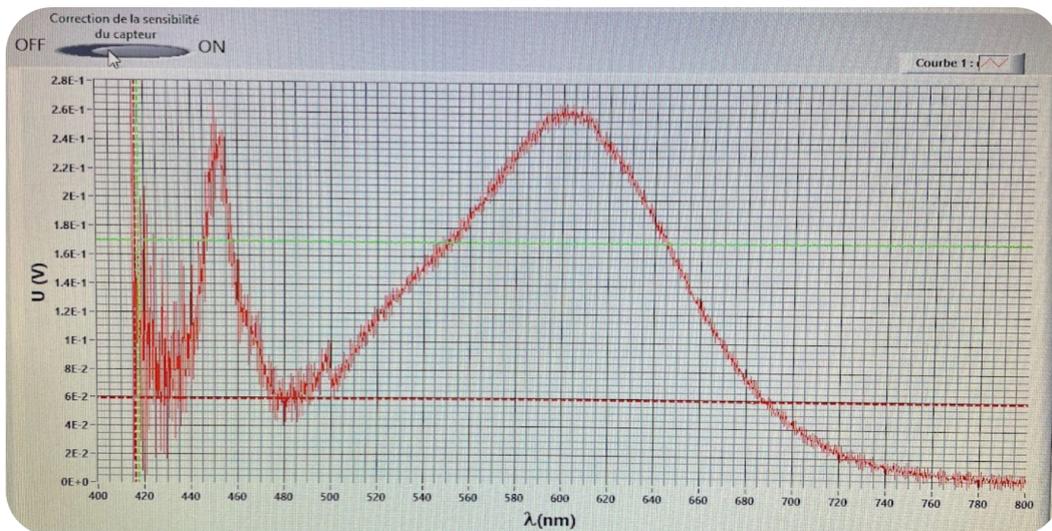
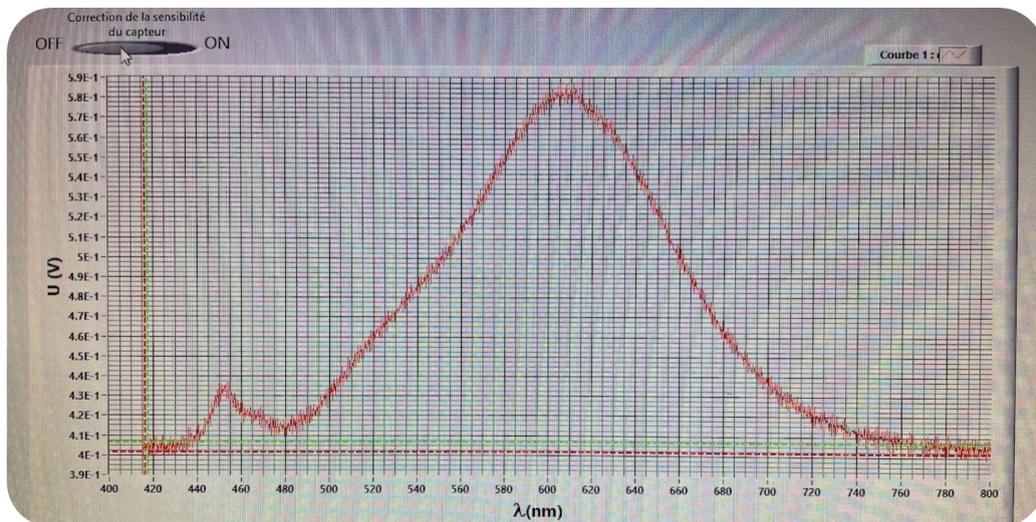
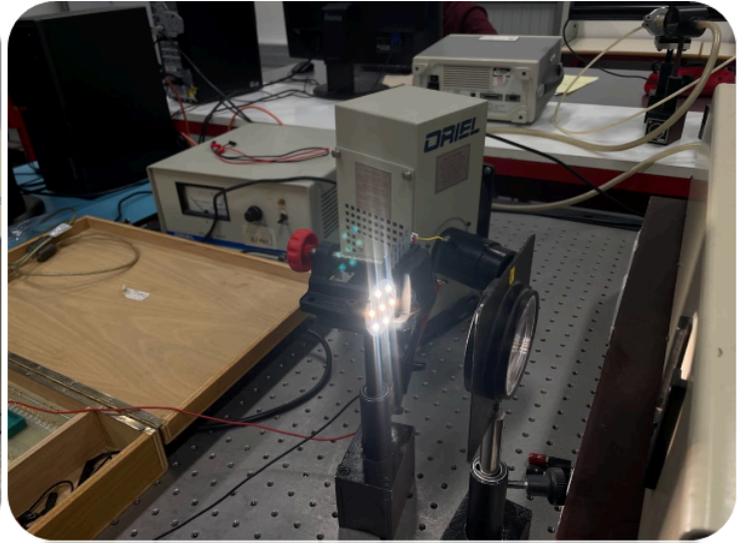
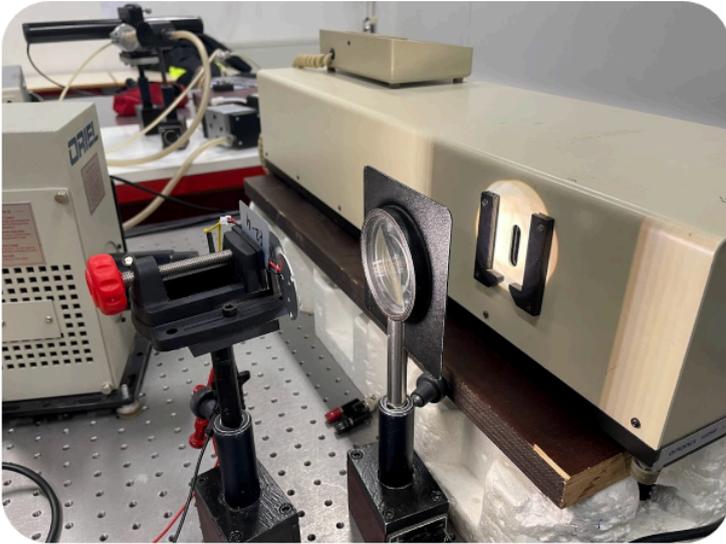


Photo de la caractérisation à l'aide du monochromateur



Pour le choix de l'imageur, plusieurs caméras nous ont été proposées et celle qui a été retenue a été un camera type WEBCAM de la marque URBAN FACTORY. Sa résolution convenait largement pour le projet (1920 x 1080p) et son nombre d'images par seconde (30 fps) également.

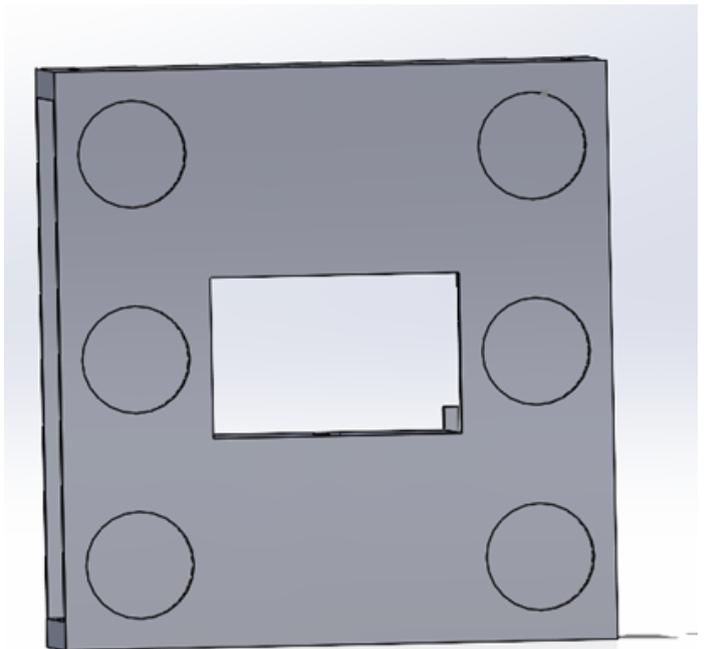
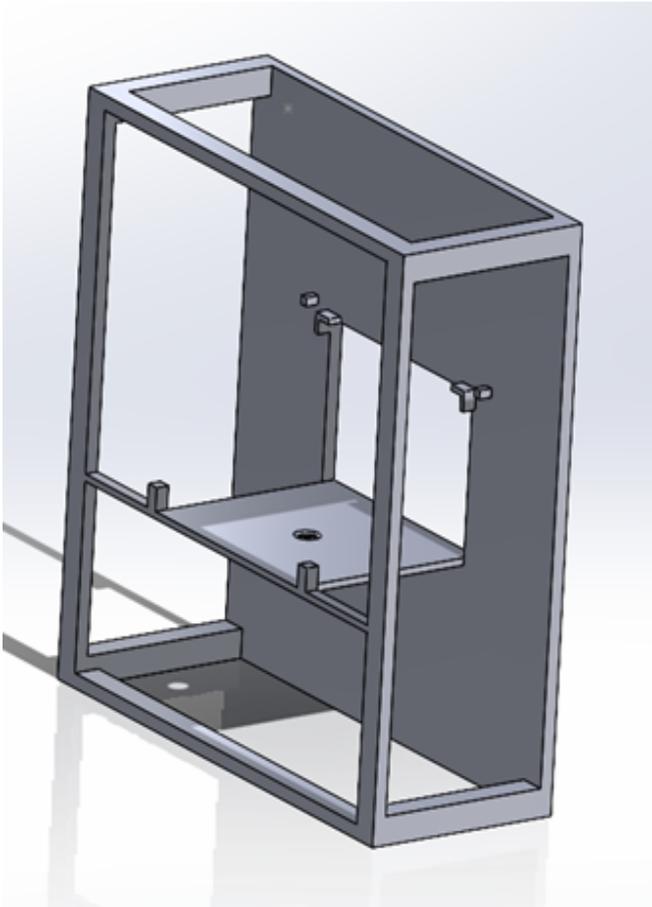
Photo de l'imageur



Partie Mécanique:

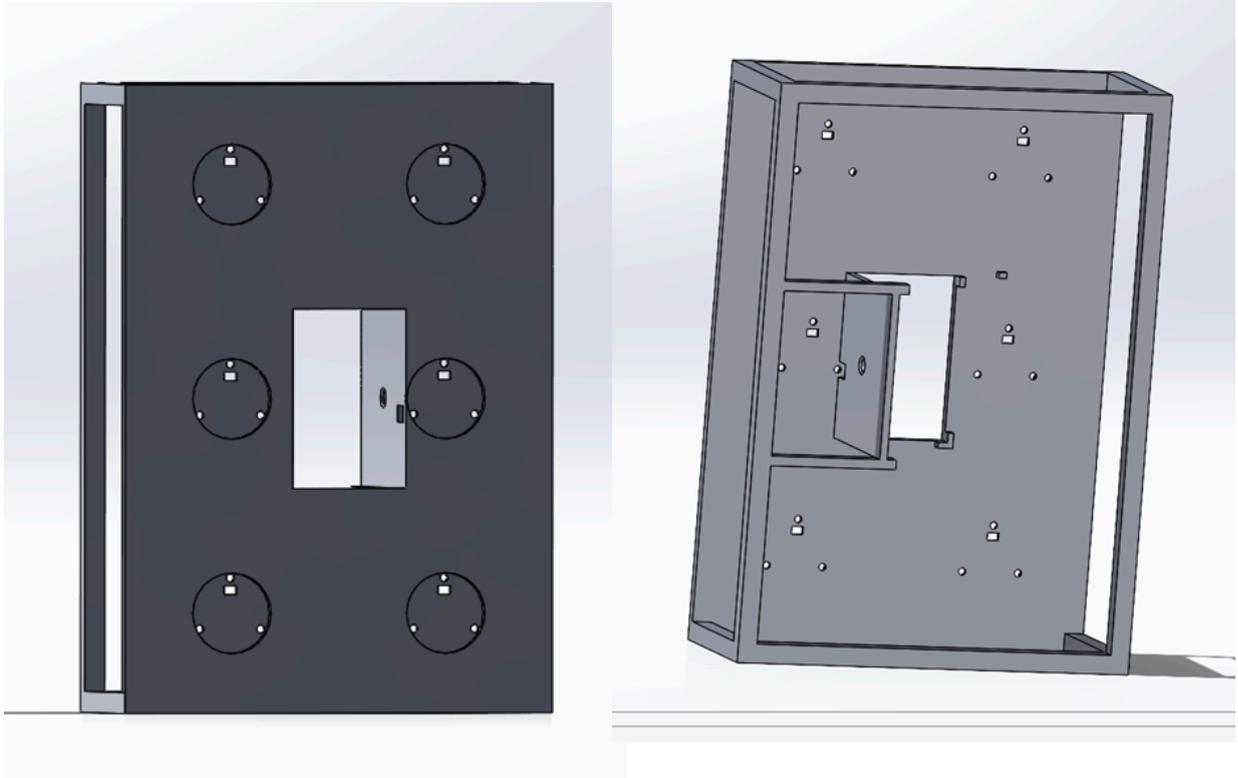
a) Conception du support de LEDs (Alexandre)

1^{er} Support Led



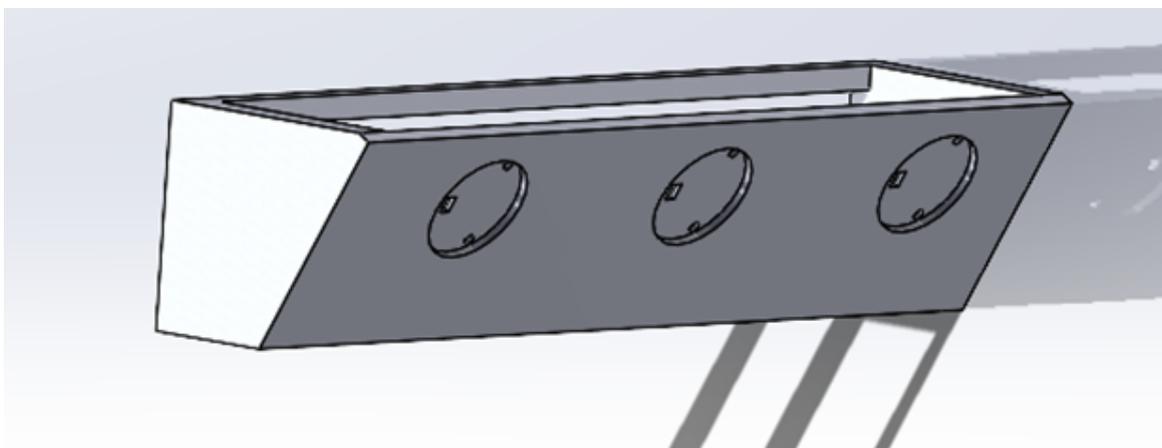
Le premier design avait pour but d'accueillir les leds et la caméra sur la même face le tout tenant dans un seul bloc.

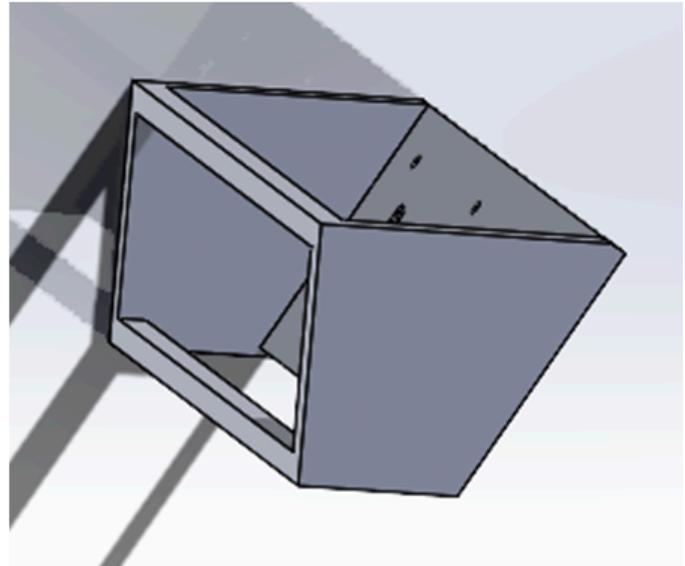
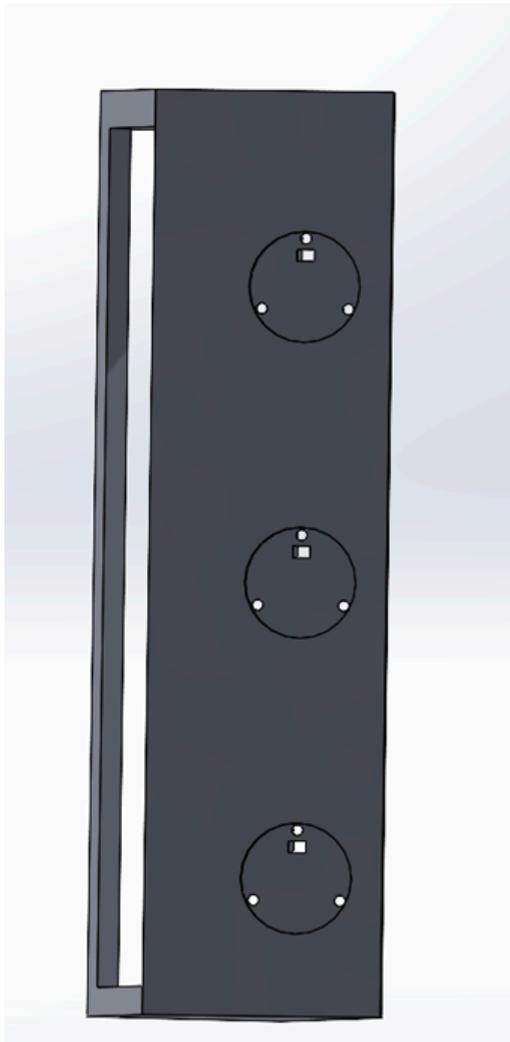
2nd support led



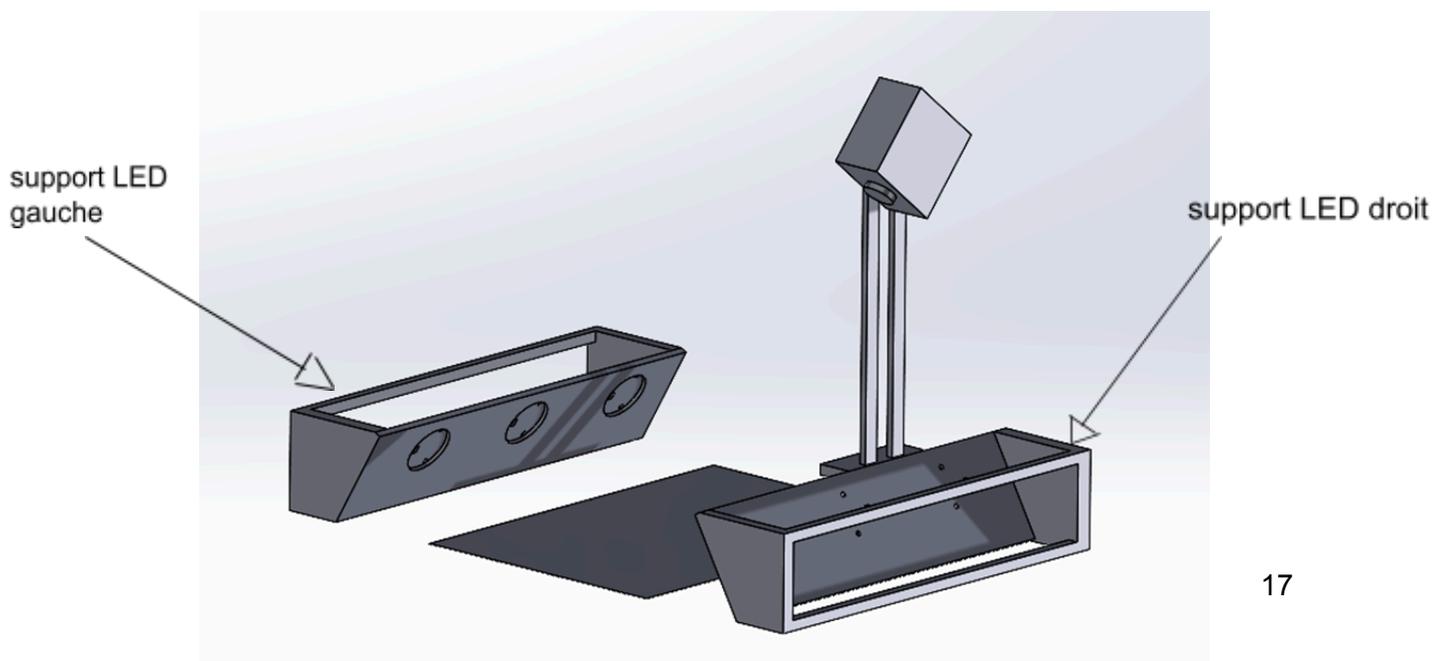
Il était plus adapté par rapport au format d'avoir l'image en verticale. Le deuxième support permettait donc de tourner la caméra de 90° par rapport au support précédent.

3eme Support led



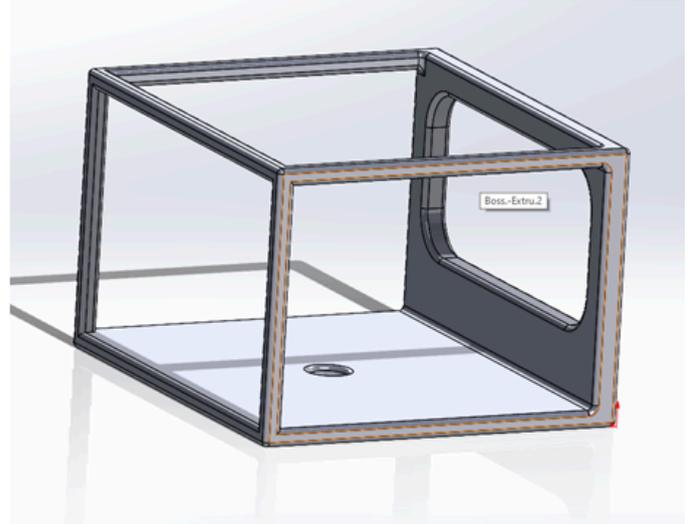
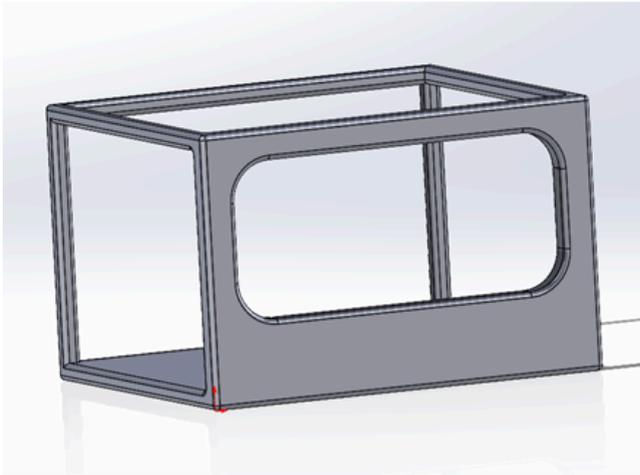


Pour finir, ce 3ème support permet de placer les led sur les côtés a gauche et à droite de la feuille avec un angle de 60° ce qui contrairement au précédent support nous offre une zone d'éclairage plus adaptée. Le support se dispose comme ci dessous:

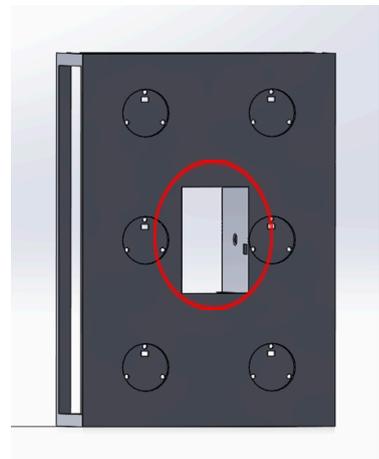
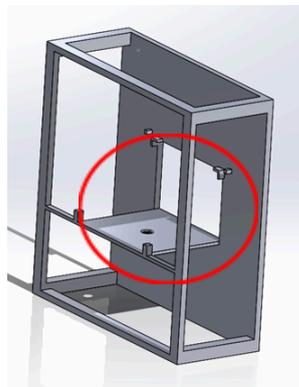
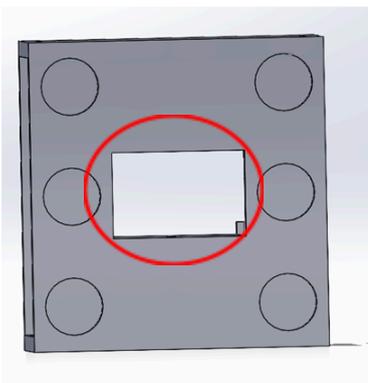


b) Conception du support caméra (Thomas)

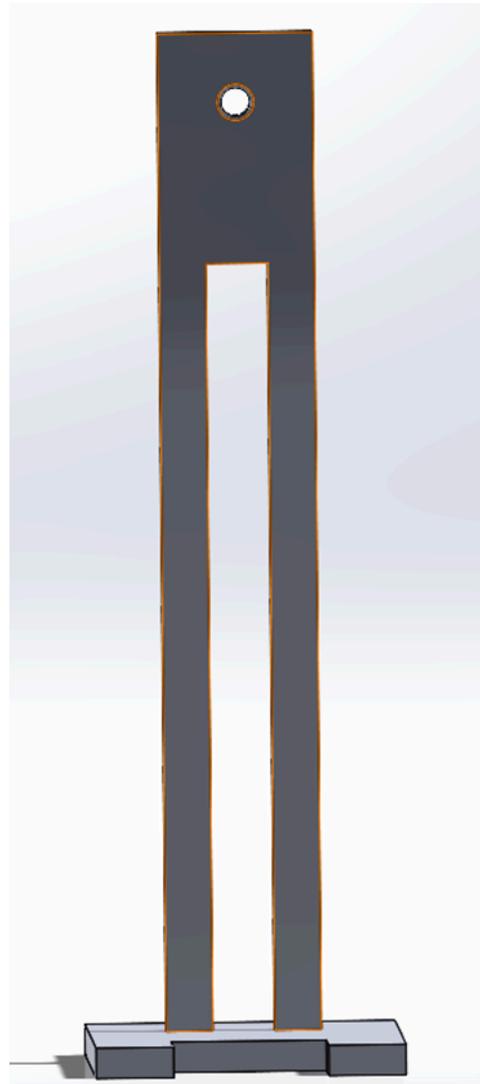
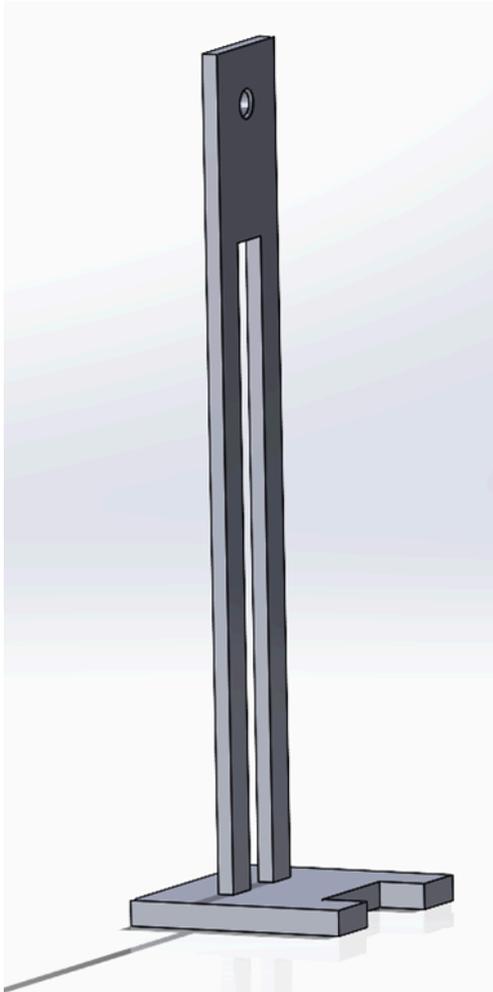
1^{er} Support camera



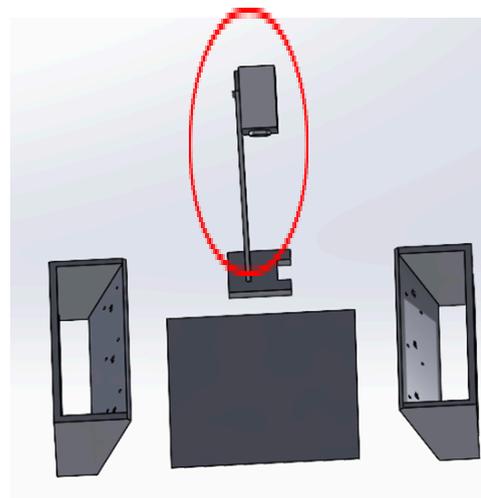
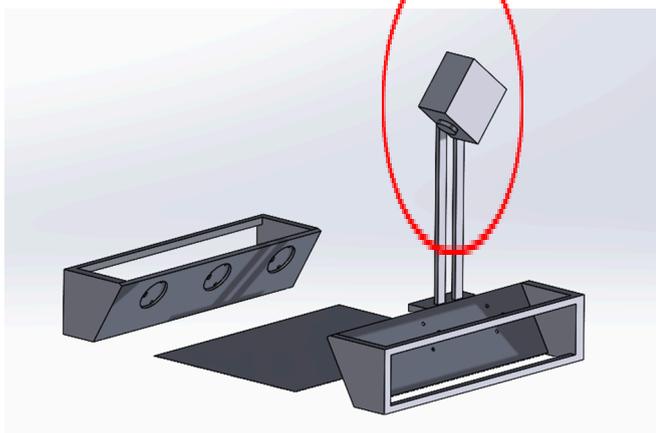
Ce 1er support caméra a été conçu pour être emboîté dans le support led (voir ci dessous) n°1 avec un trou au bas pour le fixer au support led et une ouverture à l'avant de la taille de la caméra prévu initialement pour qu'elle reste bien droite et bien en face de la feuille.



3eme Support camera

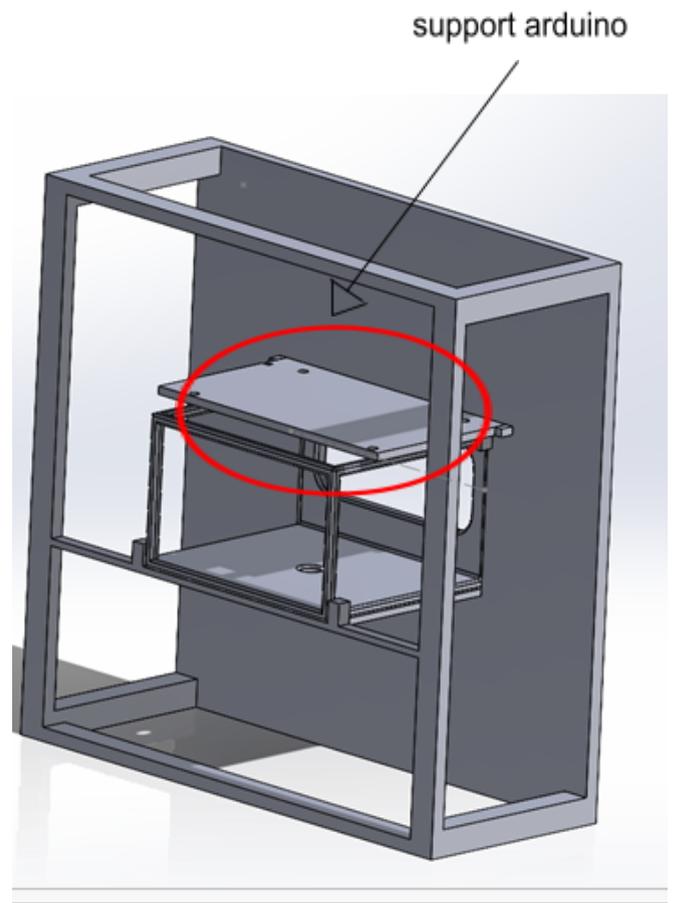
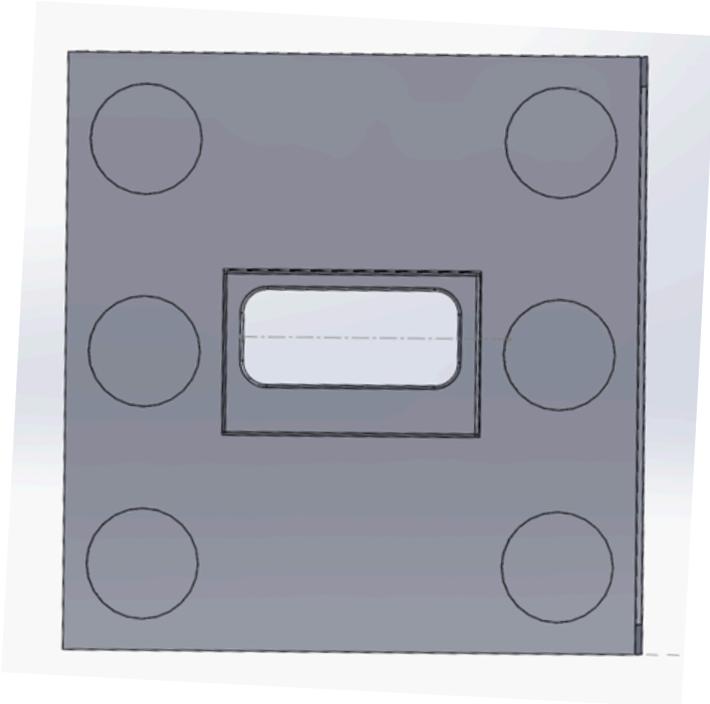


Ce support se place de façon complètement différente (voir ci-dessous) en haut de la feuille et permet d'accrocher la caméra toujours de façon verticale et à la bonne hauteur.



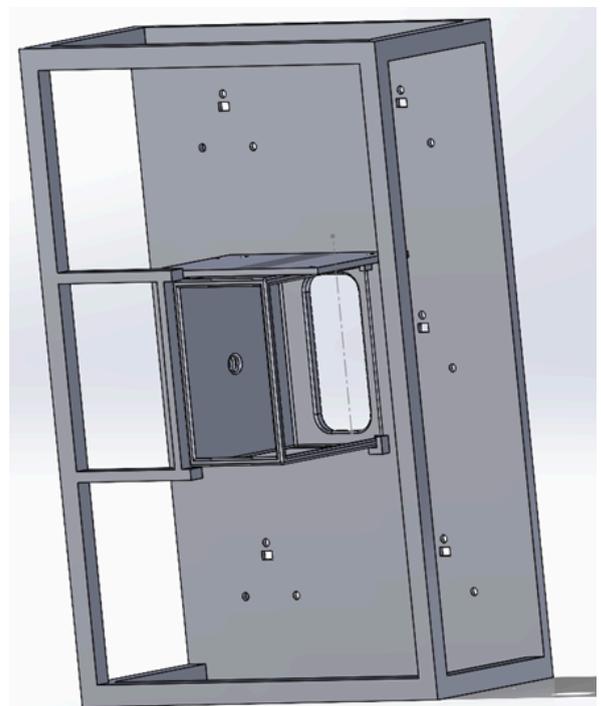
c) Conception de l'assemblage (Maxence)

1^{er} assemblage



on emboite le support camera dans le support led avec le support arduino placé au dessus

2^{eme} assemblage

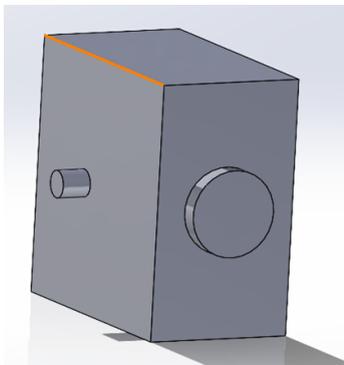


Pour celui-ci on devait pivoter la caméra pour cela il a suffi de modifier l'emplacement dans le support led et de réhausser l'emplacement du support arduino.

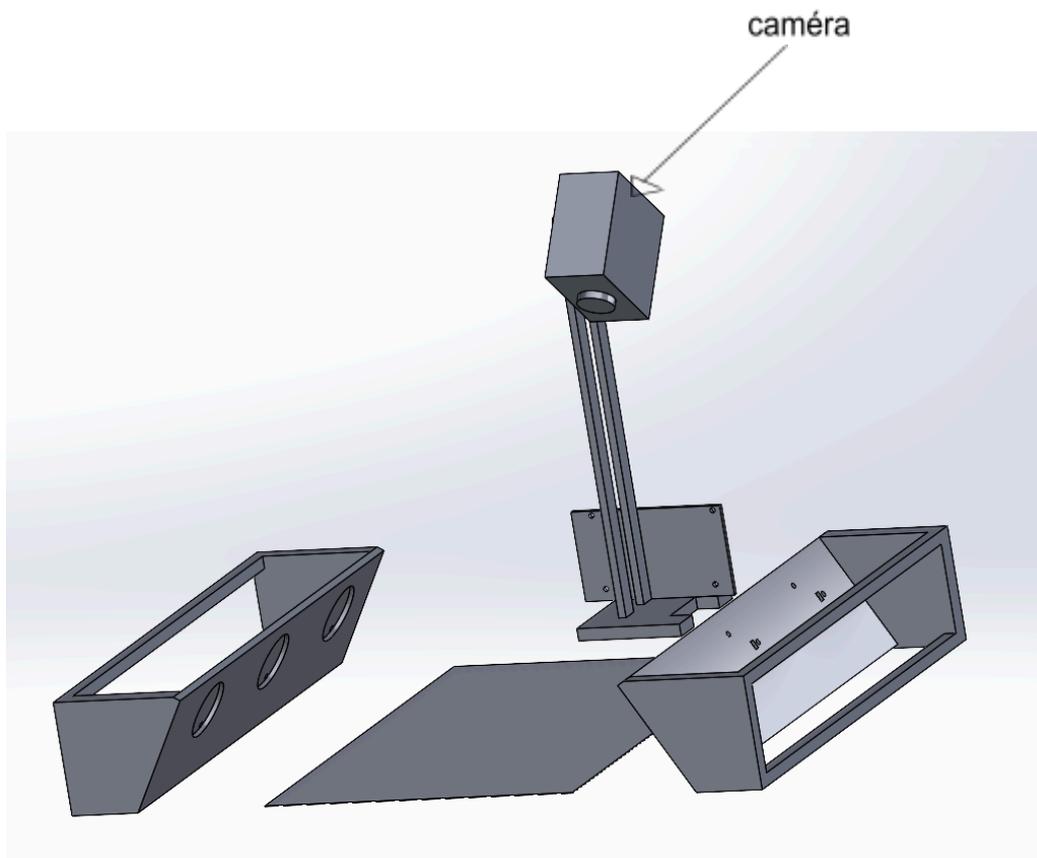
Assemblage final

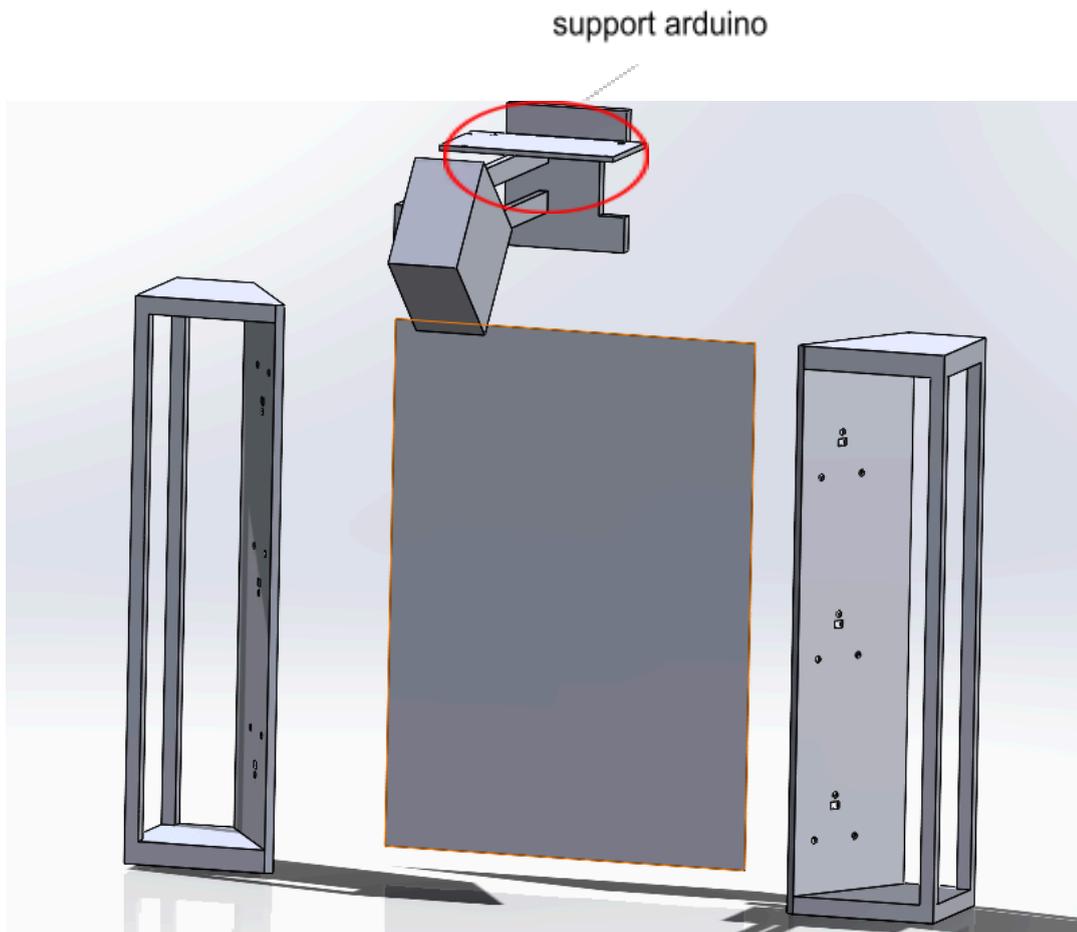
Pour l'assemblage final nous avons créé une maquette de la feuille et de la caméra.

Maquette caméra



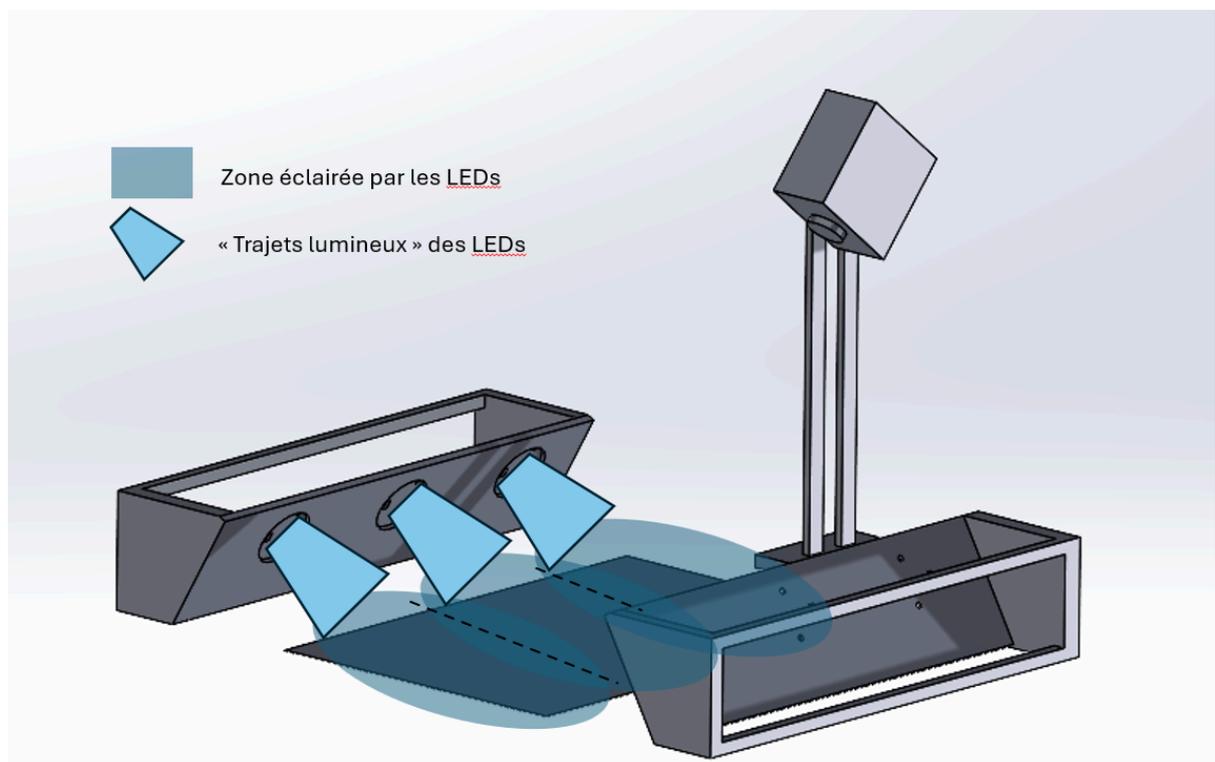
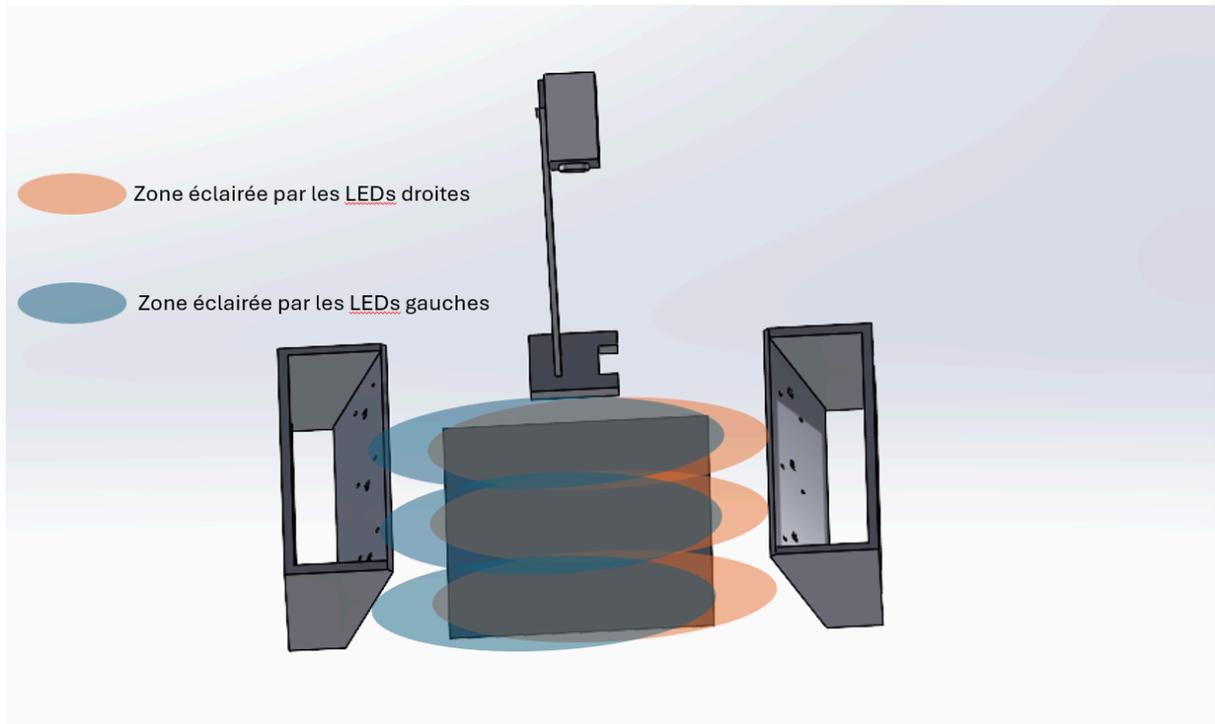
Maquette feuille





Pour ce montage on place la caméra au-dessus de la feuille avec le support arduino attaché à ce dernier, puis les led sont placés de chaque côté de la feuille.

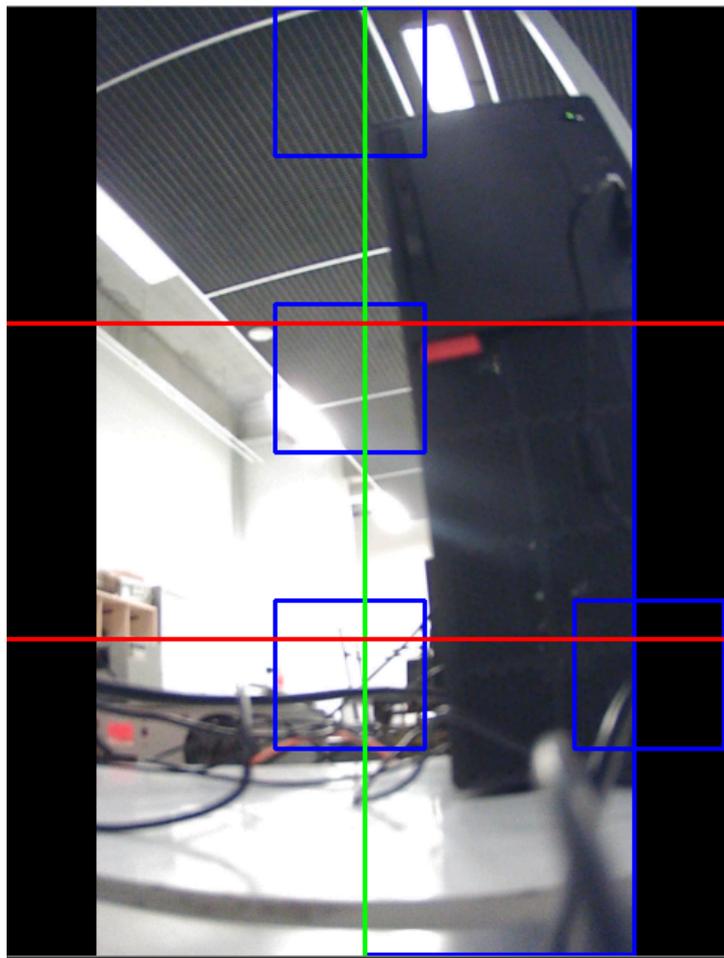
d) Schéma assemblage final



Partie programmation:

a) Définition des zones d'acquisitions

Pour piloter les 6 leds il faut que chacune aient une zone à éclairer et donc des zones dans lesquelles l'intensité lumineuse doit être mesurée. Le programme d'acquisition a été fait sur python.

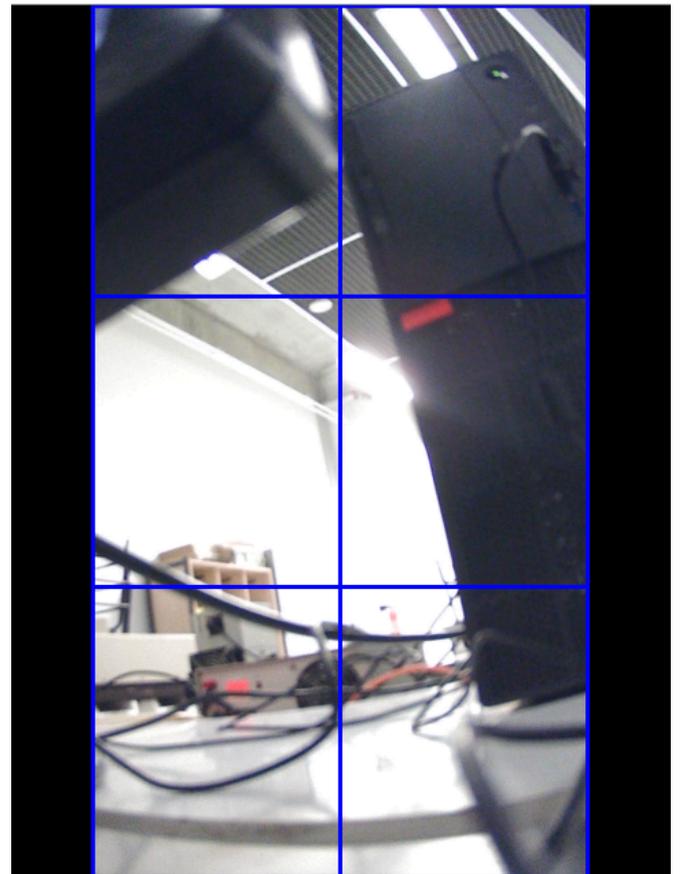
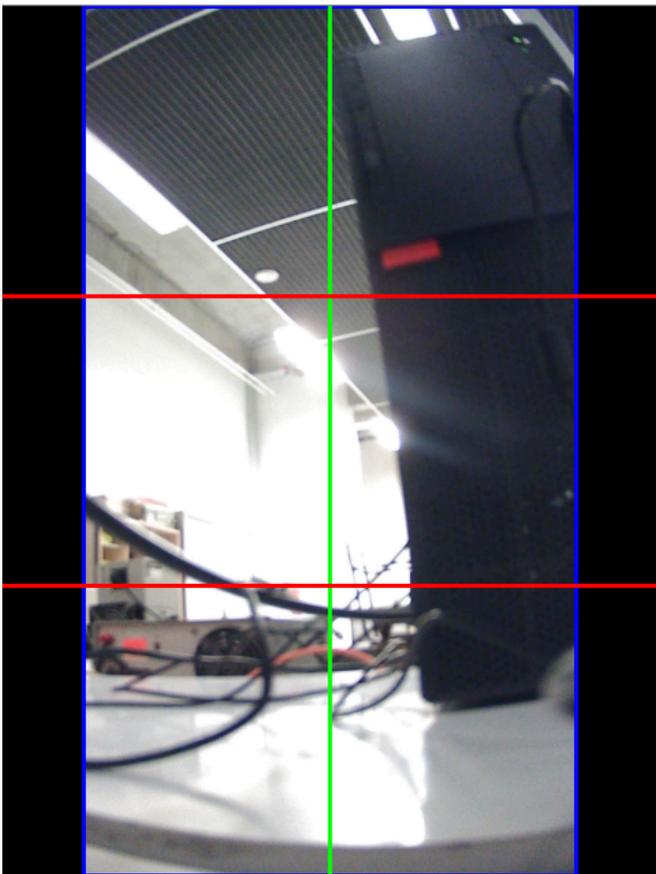


```
# Dessiner une ligne au milieu de l'image
middle_line_position = frame.shape[0] // 2
cv2.line(frame, (0, middle_line_position), (frame.shape[1], middle_line_position), (0, 255, 0), 2)

# Dessiner des lignes aux premier et deuxième tiers verticaux de l'image
third_width = frame.shape[1] // 3
cv2.line(frame, (third_width, 0), (third_width, frame.shape[0]), (0, 0, 255), 2)
cv2.line(frame, (2 * third_width, 0), (2 * third_width, frame.shape[0]), (0, 0, 255), 2)

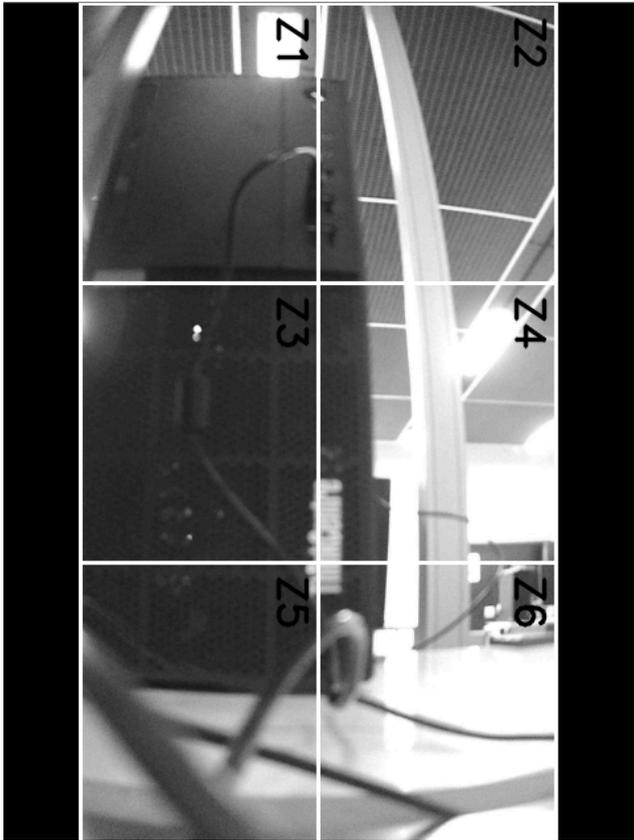
# Renverser l'image à 90 degrés vers la droite
rotated_frame = cv2.rotate(frame, cv2.ROTATE_90_CLOCKWISE)
```

Nous avons donc commencé par découper l'image en deux de façon verticale puis en trois parties horizontales. La caméra a été tournée à 90° sur le côté pour des questions de pratique car avec la caméra quand elle filme horizontalement, n'est pas adapté au format de la zone d'exploitation qui aurait donc été trop petite. En la tournant, on a donc un format quasiment similaire pour la zone à éclairer et la zone d'acquisition de la caméra.



A gauche on a donc l'image des 6 zones avec les traits de construction (en rouge et vert) et à droite sans.

Pour pouvoir faire des mesures d'intensité lumineuse à l'aide d'une simple webcam, il était intéressant d'utiliser les niveaux de gris des pixels de l'image de la caméra. Nous avons donc fait afficher l'image en noir et blanc.



```
# Afficher l'image en noir et blanc  
cv2.imshow('Webcam', gray_frame)
```

Enfin pour avoir le niveau de gris de chaque zone nous avons cherché à avoir la moyenne de niveau de gris de chaque zone et de l'afficher

```
# Calculer la moyenne du niveau de gris de la zone  
zone = gray_frame[y:y+h, x:x+w]  
avg_intensity = np.mean(zone)  
  
# Afficher la moyenne du niveau de gris dans la console  
print(f"Moyenne du niveau de gris pour {zone_name}: {avg_intensity}")
```

```
Moyenne du niveau de gris pour Z2: 66.61867501304121  
Moyenne du niveau de gris pour Z3: 102.71645800730307  
Moyenne du niveau de gris pour Z4: 96.84569640062598  
Moyenne du niveau de gris pour Z5: 160.29316640584247  
Moyenne du niveau de gris pour Z6: 208.2609546165884
```

Pour conclure cette partie, nous avons raccourci l'image pour qu'elle convienne parfaitement au format d'une feuille A4 quand on place la caméra devant elle.



Également, nous avons baissé le temps d'obturation ce qui permet d'avoir une image plus sombre et cela permet, que lorsque l'on atteint les 500 Lux demandé, l'on est une saturation de la moyenne du niveau de gris qui atteint alors 250.

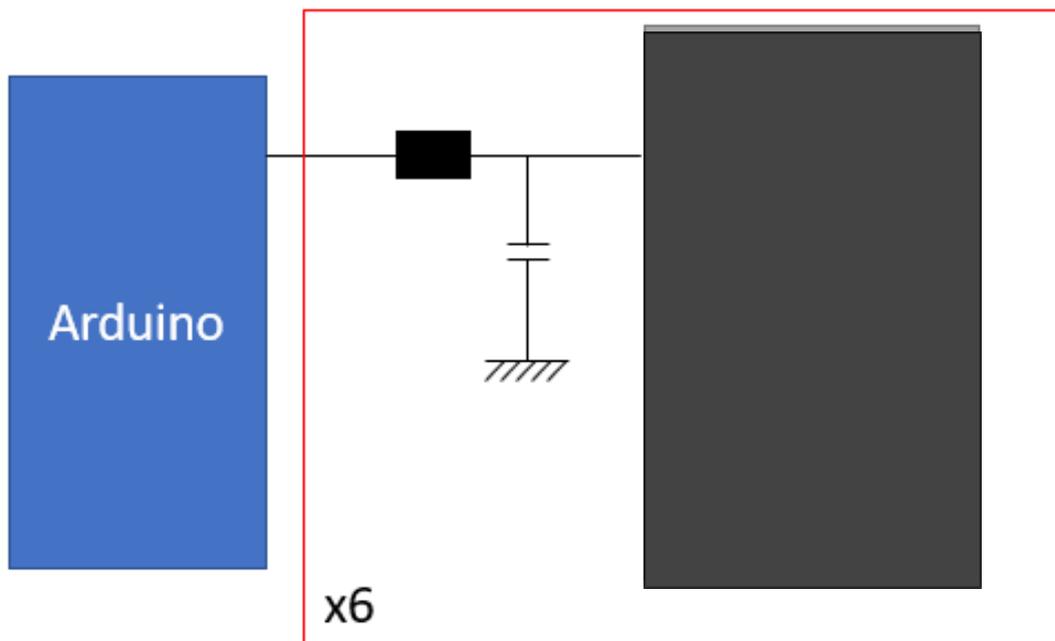
Moyenne du niveau de gris pour Z6: 208.2609546165884

Dans le futur, nous devons revoir la disposition des 6 cases étant données que la caméra sera disposée au-dessus de la feuille avec un certain angle, nous devons alors définir ces zones sous une forme trapézoïdale.

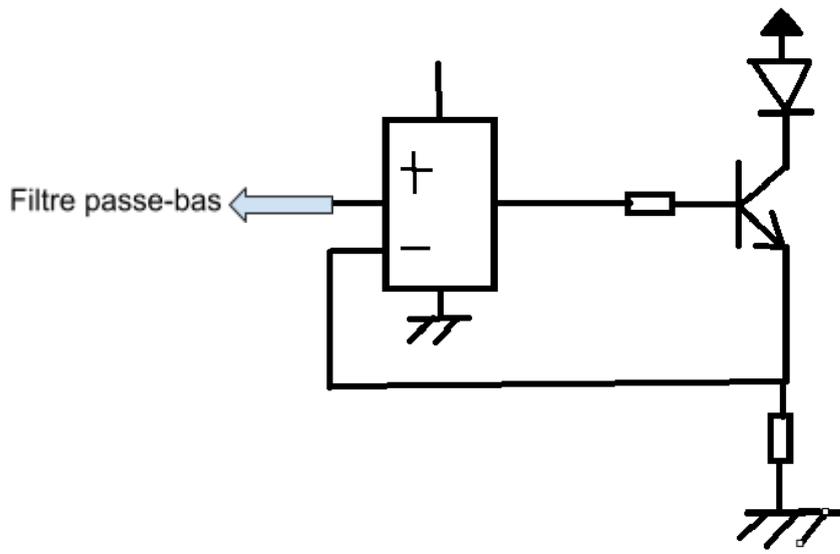
Partie électrique et électronique :

a) Asservissement des LEDs

Pour piloter et contrôler les LED, nous devons convertir le courant alternatif sortant de l'arduino en courant continu. Pour se faire, nous allons placer un filtre passe-bas entre l'arduino et le circuit de commande des LED. Le filtre est composé d'une résistance et d'un condensateur (dans cet ordre). On nous donne une fréquence de coupure de 100 Hz à respecter, nous devons donc calculer pour choisir la bonne résistance et le bon condensateur. Ce calcul nous donne les valeurs suivantes, pour la résistance nous avons $10\text{k}\ \Omega$ et le condensateur une valeur entre 150 et 180 nF (nous choisissons l'une des deux valeurs pour le condensateur).



Le montage de l'asservissement qui se trouve après le filtre va être composé d'un amplificateur opérationnel et d'un transistor qui serviront, à la demande du programme, de faire varier la tension qui rentre dans la LEDs demander (voir schéma ci-dessous).



Annexe 1

