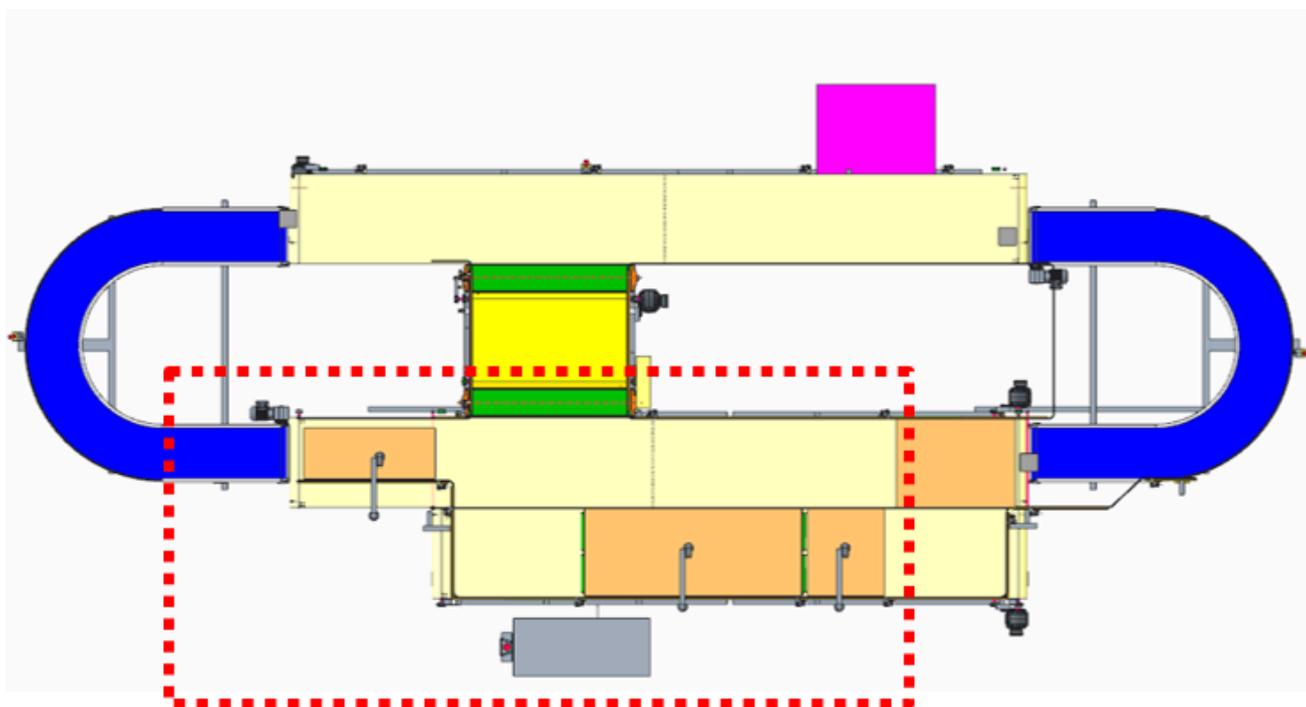


# RAPPORT DE PROJET



## Recette d'identification d'une bande en U

Épreuve de fin de cycle

Brevet de Technicien Supérieur Systèmes Photoniques

53 Rue du Dr Marcel Hurst

68300 Saint-Louis

Projet proposé par :

HABASIT,

Suisse

Nom des étudiants:

SAITTA Alessio

GARNIER Hugo

ASSMY Adam



**BTS SP**  
**MERMOZ**

# Sommaire

- Remerciements
- Présentation du Projet
  - *Cahier des Charges*
  - *Diagrammes*
  - *Test de Faisabilité*
  - *Répartition des tâches*
- Partie Éclairage (Alessio)
  - *Étude des contrastes et positionnement de l'éclairage*
  - *Choix de l'éclairage utilisé*
  - *Pilotage et alimentation électrique*
  - *Modélisation 3D du support réglable*
  - *Vue d'ensemble*
- Partie Caméra 1 (Hugo)
  - *Utilisation de la caméra et du logiciel*
  - *Modélisation 3D du support caméra*
  - *Choix de l'objectif*
  - *Prise d'image de l'objet sur fond bleu*
- Partie Caméra 2 (Adam)
- Partie Finale
  - *Étude des coûts*
  - *Conclusion*
- Annexes

## **Remerciements**

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Habasit pour nous avoir confié ce projet stimulant. Cette opportunité représente pour nous une chance inestimable de mettre en pratique nos connaissances et compétences dans un contexte professionnel réel.

Votre confiance en nos capacités est pour nous une source de motivation et nous sommes déterminés à mener ce projet à bien avec le plus grand sérieux et engagement.

Nous souhaitons également adresser nos sincères remerciements à nos professeurs. Leur accompagnement, leurs conseils avisés et leur soutien constant sont indispensables à notre réussite. Leur dévouement à notre formation et leur volonté de partager leur expertise nous inspirent quotidiennement et nous permettent d'acquérir les compétences nécessaires pour relever ce défi.

Encore une fois, merci à Habasit pour cette opportunité enrichissante, et à nos professeurs pour leur aide précieuse.

## Présentation du projet

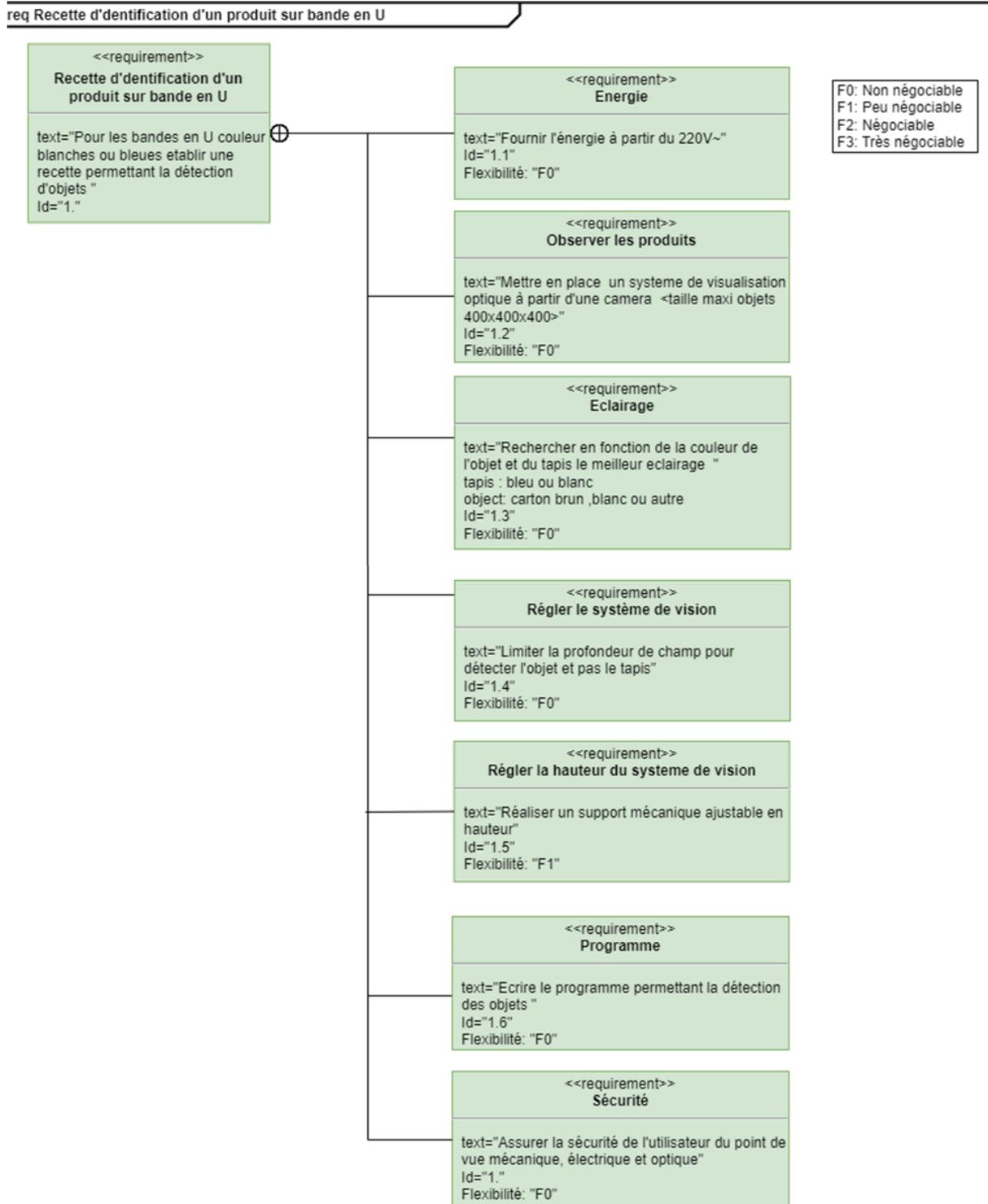
Depuis quelque temps, Habasit cherche à créer un dispositif de reconnaissance de cartons permettant de les définir en dimensions. Notre projet consiste à réaliser un document tableur permettant d'adapter au mieux les réglages à faire pour pouvoir détecter un carton qui passe sur une bande transporteuse de couleur bleue ou blanche. Le carton à détecter doit avoir une taille inférieure ou égale à 400x400x400 mm. Nous devons déterminer le choix de la caméra ainsi que le choix de l'objectif et bien évidemment le choix de l'éclairage pour avoir une détection optimale du carton par la caméra.

Le matériel mis à notre disposition est :

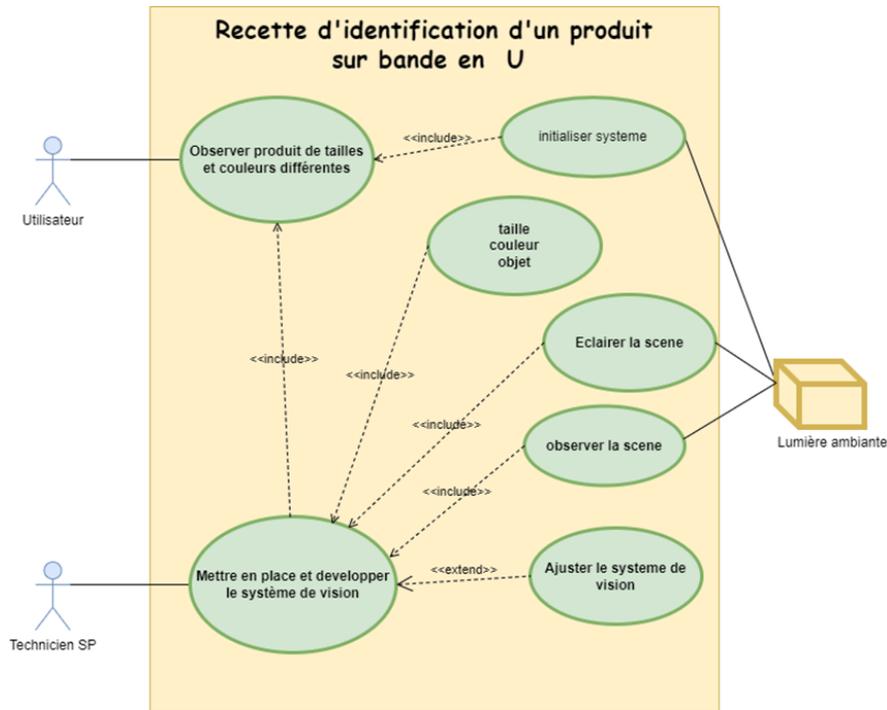
- Caméra COGNEX 5100
  - Objectifs divers
  - Logiciel Insight pour la caméra
- Tapis de bande transporteuse bleu et blanc
  - Imprimantes 3D
  - Ordinateurs
- Matériel en salle de classe (Alimentation 30V 3A,...)



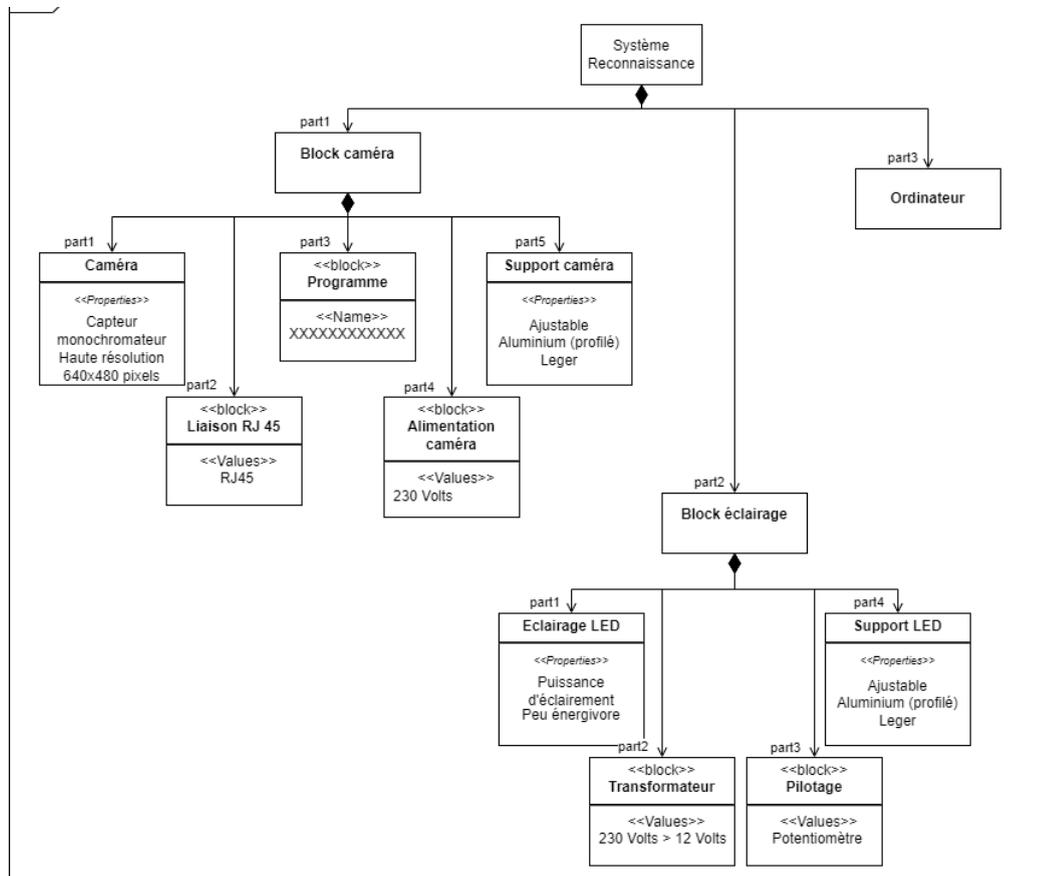
# CDCF (Cahier des Charges fonctionnelle) :



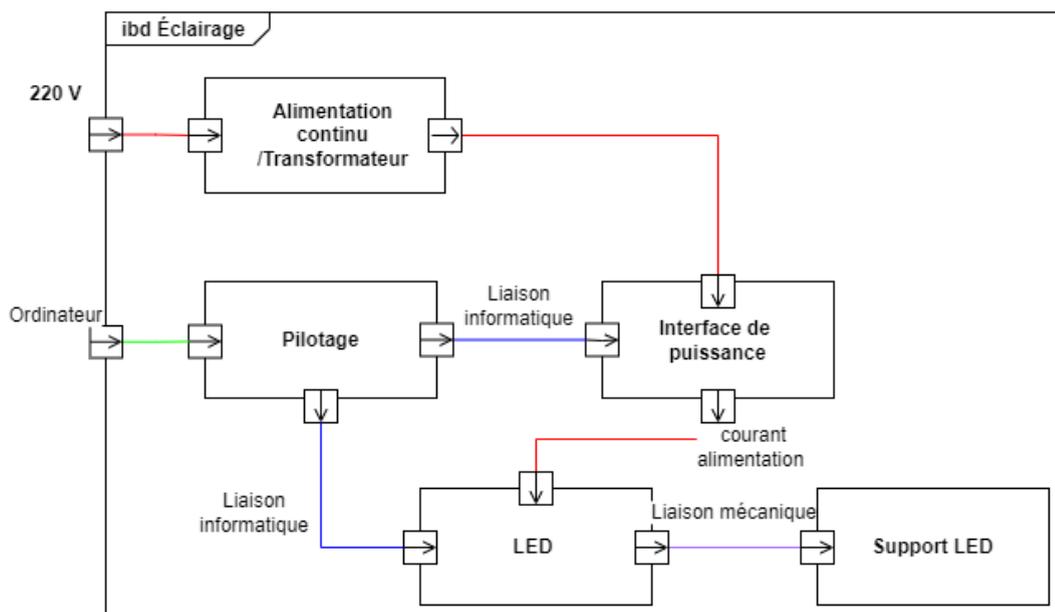
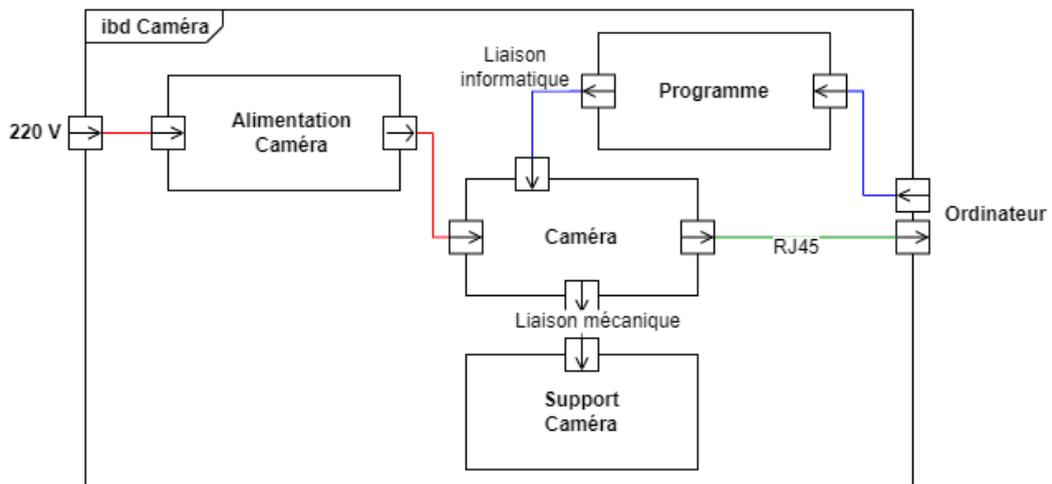
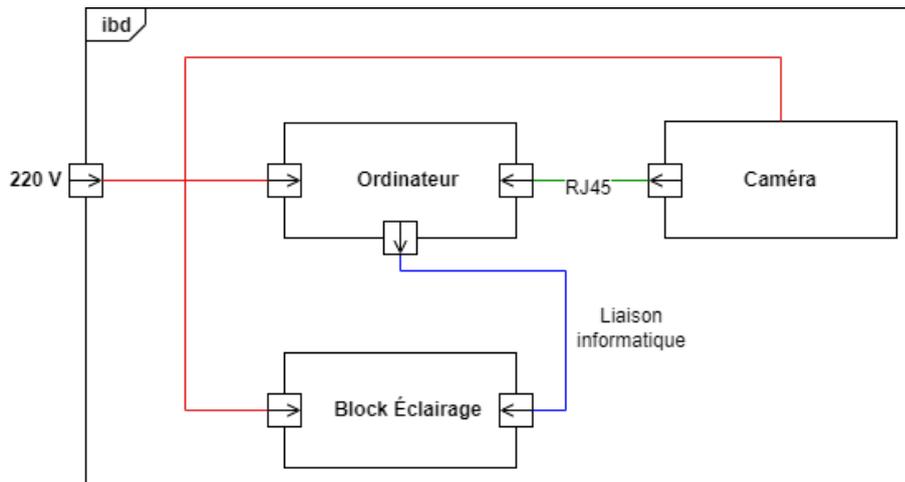
## USE CASE (Diagramme de cas d'utilisation) :



## BDD (Block Definition Diagram) :



# IBD (Internal Block Diagram) :



## Test de Faisabilité :

Nous avons réalisé un test de faisabilité en étudiant les différents types d'éclairages possibles pour détecter avec notre caméra Cognex 5100 le carton qui se trouve en dessous.

1



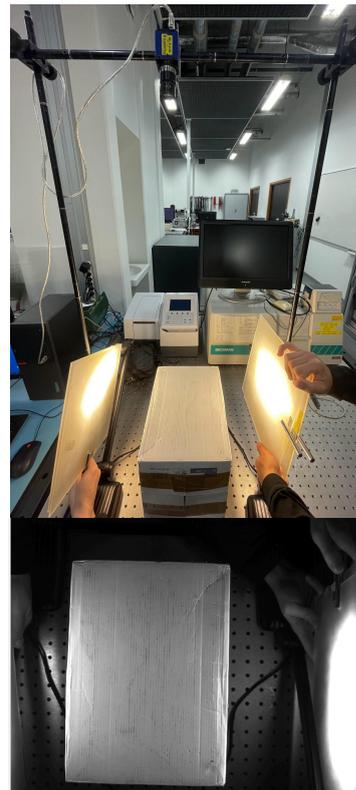
2



3



4



- 1: Test réalisé sans éclairage
- 2: Test réalisé avec un éclairage par le dessus
- 3: Test réalisé avec un éclairage rasant
- 4: Test réalisé avec un éclairage diffusé rasant

On peut constater que la meilleure solution d'éclairage reste celle d'éclairage par le dessus car on peut jouer sur l'intensité lumineuse pour avoir de meilleurs contrastes entre le carton et la bande transporteuse, on peut aussi jouer avec la saturation pour avoir une surface qui ressort de l'image perçue par la caméra.

### Répartition des tâches :

	Adam	Hugo	Alessio
Prise en main du sujet et test de faisabilité	X	X	X
Elaboration du diagramme de blocs du système	X	X	X
Caractériser le système vision (objectif, champ)	X		
Caractériser le système vision (profondeur de champ)		X	
Etudier différents d'éclairage (mesurer contraste image)			X
Réaliser le support d'éclairage			X
Réaliser le support camera (réglable en hauteur)		X	
Réaliser un programme d'acquisition (3 objets de taille et couleur différente)	X	X	X
Etude de coût			X
Créer fichier recette (Excel) bande blanche	X		
Créer fichier recette (Excel) bande bleu		X	
Validation du système	X	X	X

# Partie Éclairage (Alessio):

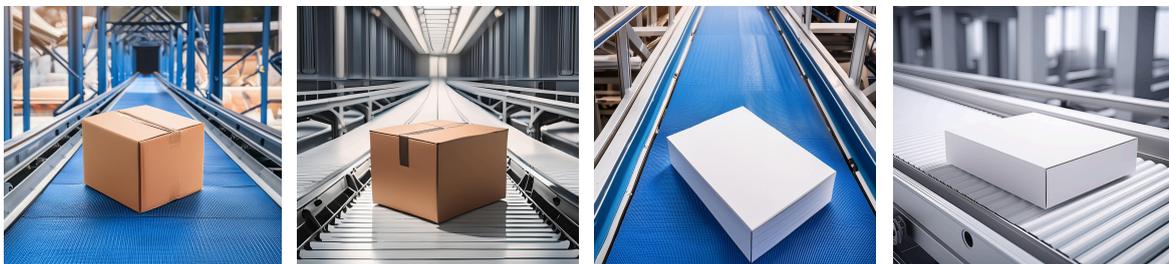
## 1) Étude des contrastes et positionnement de l'éclairage

Dans le cadre de l'amélioration des systèmes de vision industrielle, une compréhension approfondie des contrastes de couleur et de lumière est essentielle pour garantir une détection précise des objets. Cette étude se concentre sur l'analyse du contraste visuel entre un fond bleu ou blanc et un objet marron ou blanc, éclairé par une lumière blanche provenant du dessus. L'objectif est de déterminer comment ces conditions affectent la visibilité et la distinction de l'objet marron ou blanc sur le fond bleu ou blanc.

Le contraste de couleur et d'éclairage joue un rôle crucial dans les systèmes de détection et de reconnaissance d'objets. Dans de nombreux environnements industriels, les objets de différentes couleurs doivent être rapidement et précisément identifiés sur des fonds colorés. Comprendre l'interaction entre le fond, l'objet, et les conditions d'éclairage permet d'optimiser les algorithmes de traitement d'image et de vision par ordinateur.

### 1. Sélection des couleurs et des Matériaux :

- *Fond Bleu* : Une surface bleue uniforme sera utilisée comme arrière-plan. La teinte spécifique du bleu sera choisie pour être représentative des conditions industrielles typiques.
- *Objet Marron* : Un objet de couleur marron sera sélectionné. La texture et la finition de l'objet (mat ou brillant) seront également prises en compte pour évaluer leur impact sur la réflexion de la lumière.
- *Fond Blanc* : Une surface blanche uniforme sera utilisée comme arrière-plan. La teinte spécifique du bleu sera choisie pour être représentative des conditions industrielles typiques.
- *Objet Blanc* : Un objet de couleur blanc sera sélectionné. La texture et la finition de l'objet (mat ou brillant) seront également prises en compte pour évaluer leur impact sur la réflexion de la lumière.



## 2. Éclairage :

- *Lumière Blanche* : Une source de lumière blanche sera positionnée directement au-dessus de l'objet et du fond. La température de couleur de la lumière blanche sera standardisée (environ 6500K) pour simuler des conditions d'éclairage industrielles.
- *Intensité lumineuse* : L'intensité de la lumière sera mesurée et ajustée pour assurer une illumination uniforme.



## 3. Analyse du contraste :

- Des techniques de traitement d'image seront appliquées pour évaluer le contraste entre le fond bleu et l'objet marron.
- Les indices de contraste (différence de luminance, contraste de couleur) seront calculés pour quantifier la visibilité de l'objet.
- Les images seront analysées pour identifier les zones de faible et de fort contraste, et pour comprendre comment l'éclairage affecte ces zones.



## Résultats attendus :

- *Contraste de couleur* : On s'attend à ce que le contraste entre le fond bleu et l'objet marron soit suffisamment élevé pour permettre une distinction claire, étant donné que ces couleurs sont relativement opposées sur le spectre de couleurs.

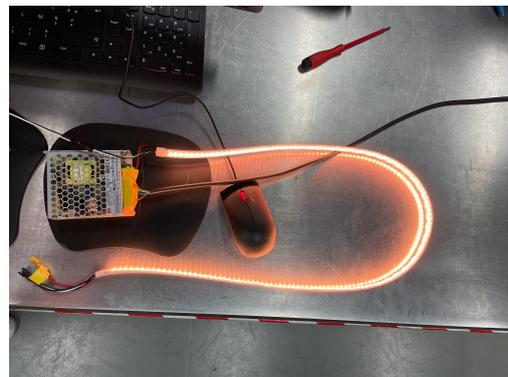
- *Impact de l'éclairage* : La lumière blanche provenant du dessus devrait créer des ombres minimales sur l'objet marron, améliorant ainsi la clarté des bords et des contours de l'objet. Cependant, la réflexion et l'intensité lumineuse pourraient varier en fonction de la texture de l'objet.
- *Visibilité et détection* : Les résultats devraient montrer que l'objet marron est bien détecté sur le fond bleu, avec des algorithmes de traitement d'image standard pouvant facilement segmenter l'objet du fond.

## 2) Choix de l'éclairage utilisé

Dans le cadre de l'amélioration des systèmes de vision industrielle et de détection, le choix du système d'éclairage est crucial pour garantir des performances optimales. Après une analyse approfondie des différentes options disponibles, nous avons décidé d'utiliser des spots LED pour notre projet, au lieu des bandes RGB ou d'autres systèmes d'éclairage. Cette décision est basée sur des critères de performance, de coût, de flexibilité et de facilité d'intégration.

### 1. Précision de l'éclairage :

- *Uniformité et focalisation* : Les spots LED offrent une illumination ciblée et uniforme soit environ 14 000 lux à 50cm, ce qui est essentiel pour des applications nécessitant une lumière directe et précise. Contrairement aux bandes RGB, les spots peuvent être orientés de manière à réduire les ombres et à focaliser la lumière exactement là où elle est nécessaire.
- *Réduction des reflets* : Grâce à leur capacité à focaliser la lumière, les spots LED minimisent les reflets indésirables sur les surfaces brillantes, améliorant ainsi la qualité des images capturées.



## 2. Qualité de la lumière :

- *Température de couleur stable* : Les spots LED offrent une température de couleur stable et cohérente, généralement autour de 5000K à 6500K, ce qui simule la lumière du jour et améliore la précision de la détection des couleurs. Les bandes RGB, bien qu'elles puissent changer de couleur, peuvent présenter des variations de température de couleur qui peuvent nuire à la cohérence des résultats.
- *Indice de Rendu des Couleurs (IRC) élevé* : Les spots LED possèdent un indice de rendu des couleurs élevé, ce qui permet une meilleure distinction des couleurs, crucial pour les applications de vision industrielle.

## 3. Efficacité Énergétique et Durabilité :

- *Consommation énergétique* : Les spots LED sont extrêmement économes en énergie par rapport aux autres systèmes d'éclairage, y compris les bandes RGB, tout en offrant une luminosité équivalente voire supérieure.
- *Longévité* : Les LED ont une durée de vie nettement plus longue que les autres types d'éclairage, ce qui réduit les coûts de maintenance et de remplacement.

Type d'éclairage	Tension	Ampères nécessaire	Ampères par LED
1 SPOT LED (16 leds)	12 V	0,65 A	40 mA
1 BANDE RGB (144 leds)	5 V	8,5 A	60 mA
1 BANDE RGB (30 leds)	5 V	1,8 A	60 mA
1 ÉCLAIRAGE INDUS	230 V	1,3 A	12 mA



Ces 4 photos représentent les 4 types d'éclairage utilisable pour notre projet, la photo en haut à gauche est les spots LED 12V 0,65A, en haut à droite se situe la bande LED RGB de 144 leds/m (haute densité). La photo en bas à gauche montre une bande LED RGB classique de 30 leds/m et pour finir, la photo en bas à droite présente un éclairage industriel.

#### 4. Flexibilité et contrôlabilité :

- *Directionnalité* : Les spots LED permettent un contrôle directionnel précis de la lumière, contrairement aux bandes RGB qui diffusent la lumière de manière plus large et moins ciblée.
- *Facilité d'installation* : Les spots LED sont faciles à installer et peuvent être montés et ajustés rapidement pour s'adapter à différentes configurations d'usine et besoins spécifiques.

Après une évaluation exhaustive des besoins de notre projet et des différentes options d'éclairage disponibles, les spots LED se révèlent être le choix optimal. Leur précision, leur qualité de lumière, leur efficacité énergétique, leur flexibilité et leur faible coût en font une solution supérieure par rapport aux bandes RGB et autres systèmes d'éclairage. En intégrant des spots LED dans notre système, nous garantissons une meilleure performance et une fiabilité accrue de notre application de détection.

### 3) Pilotage et alimentation électrique

Dans le cadre de notre projet de détection industrielle, nous avons choisi d'utiliser quatre spots LED de 12V et 0,65A chacun. Cette étude vise à analyser les besoins en alimentation électrique, les méthodes de pilotage, et les meilleures pratiques pour intégrer ces spots LED dans notre système. Les aspects de sécurité, d'efficacité énergétique et de contrôle seront également abordés.

Caractéristiques des spots LED :

- Tension de fonctionnement : 12V DC
- Courant de fonctionnement : 0,65A par spot
- Puissance : 7,8W par spot (12V \* 0,65A)
- Total pour 4 spots : 31,2W (7,8W \* 4)

#### 1. Alimentation électrique :

##### 1.1. Calcul de la puissance totale :

Pour alimenter les quatre spots LED, nous devons fournir une puissance totale de 31,2W. En tenant compte d'une marge de sécurité (environ 20%), la puissance recommandée de l'alimentation sera :

$$\text{Puissance recommandée} = 31,2W \times 1,2 = 37,44 \text{ W}$$

Nous opterons donc pour une alimentation d'au moins 40W pour garantir une marge suffisante. Pour notre démonstration nous utiliserons une alimentation de laboratoire qui dispose de 2 sorties en 30V 3A.

##### 1.2. Sélection de l'alimentation :

- Tension de sortie : 12V DC
- Courant de sortie : Minimum 3A (0,65A \* 4 = 2,6A, arrondi à 3A pour la sécurité)
- Puissance : Minimum 40W

Une alimentation de 12V 5A (60W) serait idéale pour fournir une marge de sécurité supplémentaire et assurer une alimentation stable.



## 2. Circuit de distribution électrique :

Pour distribuer l'énergie de manière efficace, nous utiliserons un câblage adapté pour minimiser les pertes et garantir la sécurité :

- Câblage : Utilisation de câbles de section suffisante pour supporter le courant total sans surchauffe.
- Connecteurs : Connecteurs robustes et résistants pour des connexions sécurisées.

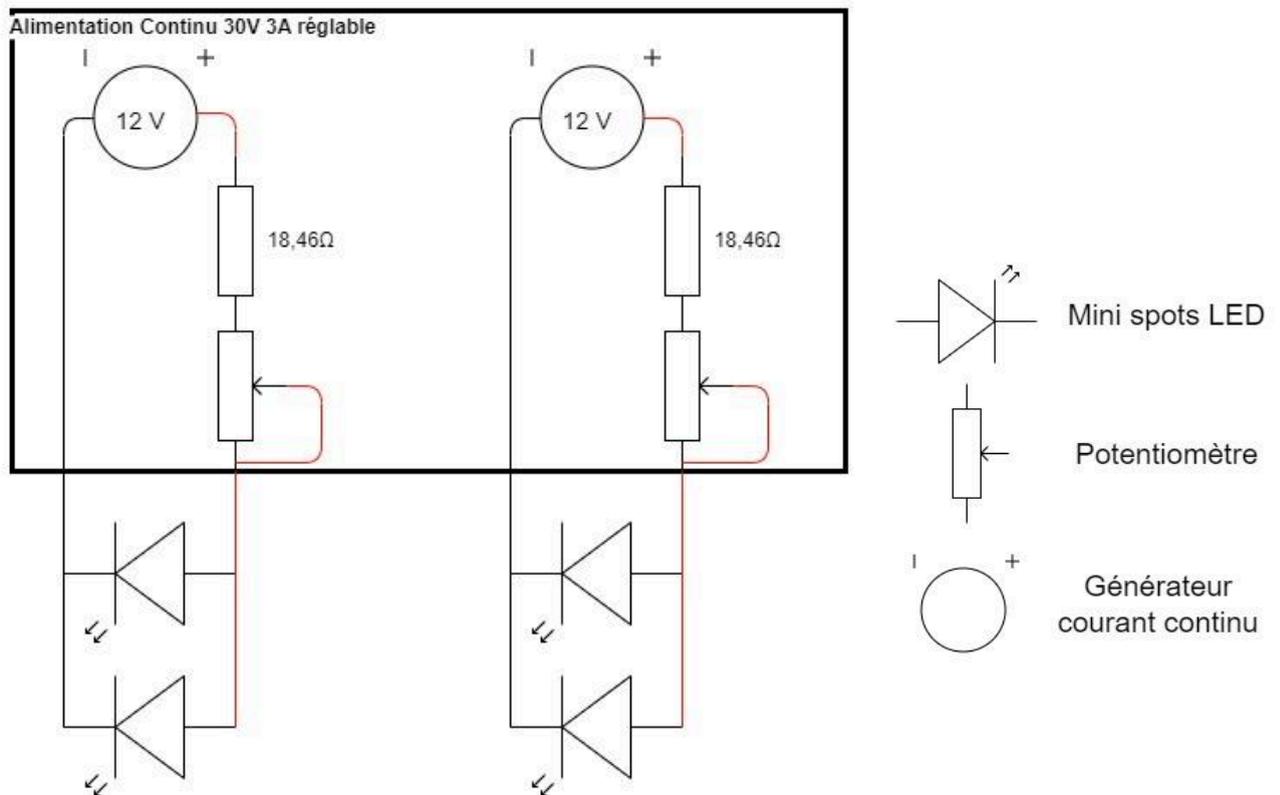


## 3. Pilotage des spots LED :

Les spots LED peuvent être pilotés de différentes manières selon les besoins de l'application :

- Pilotage direct : Utilisation de potentiomètres simples pour faire varier l'intensité des LED.
- Pilotage par microcontrôleur : Utilisation d'un microcontrôleur (comme un Arduino) pour un contrôle plus fin (dimming, allumage séquentiel, etc.).

#### 4. Schéma électrique :



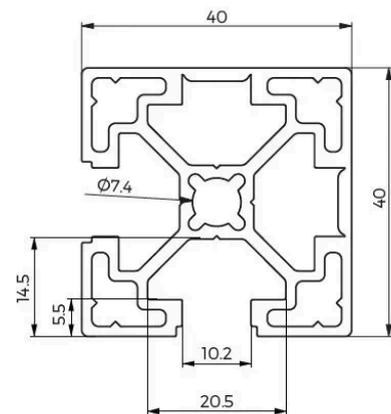
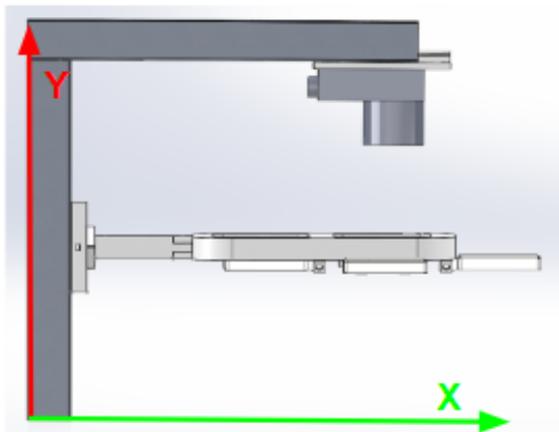
Ce schéma montre une alimentation de courant continu de laboratoire à 2 sorties réglables grâce aux potentiomètres, tous les composants se retrouvent dans le rectangle du haut. Bien évidemment simplifié car une alimentation ne se résume pas à 2 générateurs de courant continu, à 2 résistances et à 2 potentiomètres. Dans la partie basse du schéma on retrouve les 4 spots LED divisé sur les 2 canaux de sortie, donc 2 spots par sortie branché en parallèle pour qu'ils s'allument en même temps.

L'alimentation et le pilotage des quatre spots LED de 12V et 0,65A nécessitent une alimentation stable de 12V avec une capacité de courant suffisante, idéalement 5A. Le pilotage par microcontrôleur ou potentiomètre permet un contrôle précis de l'intensité lumineuse et une gestion efficace de l'énergie. En suivant ces recommandations, nous assurerons une intégration optimale des spots LED dans notre système, garantissant performance et fiabilité.

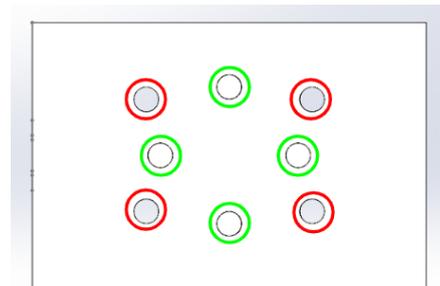
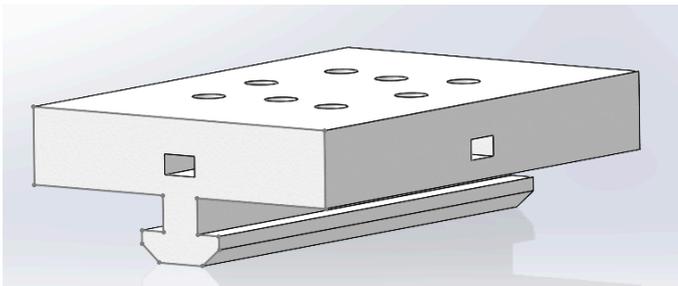
## 4) Modélisation 3D du support réglable

\*Tous les plans seront en annexe

Dans le cadre de notre projet, le système permettant une ajustabilité pour les différents paramètres est très important. C'est pourquoi la création des pièces en 3D grâce à SolidWorks doit être d'une précision chirurgicale. Si les pièces ne s'alignent pas parfaitement avec le reste des éléments alors le résultat obtenu ne sera pas correct. Les différents paramètres d'ajustabilité sont les axes de translation X et Y et l'axe de rotation autour de X.



### 1. Création de la partie coulissante :

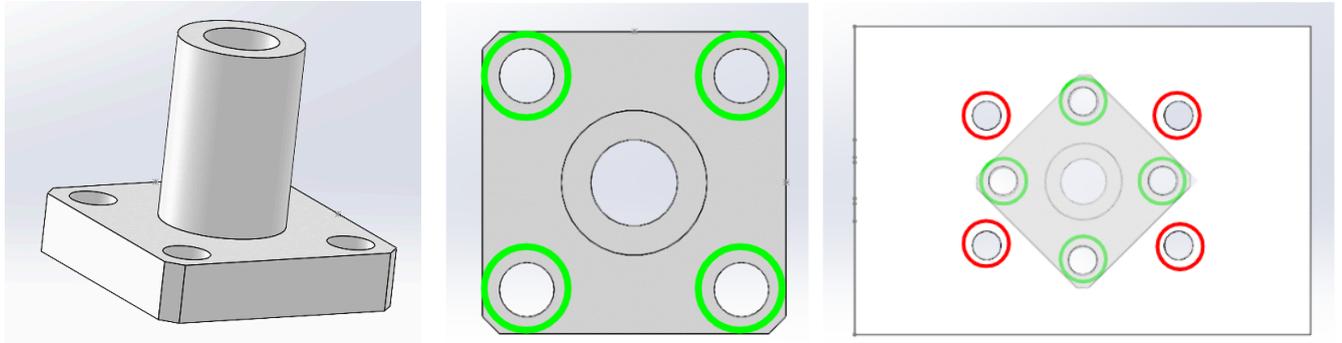


Cette pièce est principalement rectangulaire avec une surface supérieure plate. La base de la pièce comporte une partie en forme de "T" inversé, ce qui est pour s'insérer dans les rainures d'un profilé en aluminium standard de 40x40mm.

La surface supérieure présente plusieurs trous circulaires. Les trous verts sont destinés à la fixation de la pièce qui relie la partie coulissantes au reste de la structure. Les trous rouges permettent la fixation de la pièce en elle-même à différentes positions le long du profilé. Cette configuration assure que la pièce reste en place et se déplace de manière contrôlée sans se désaxer.

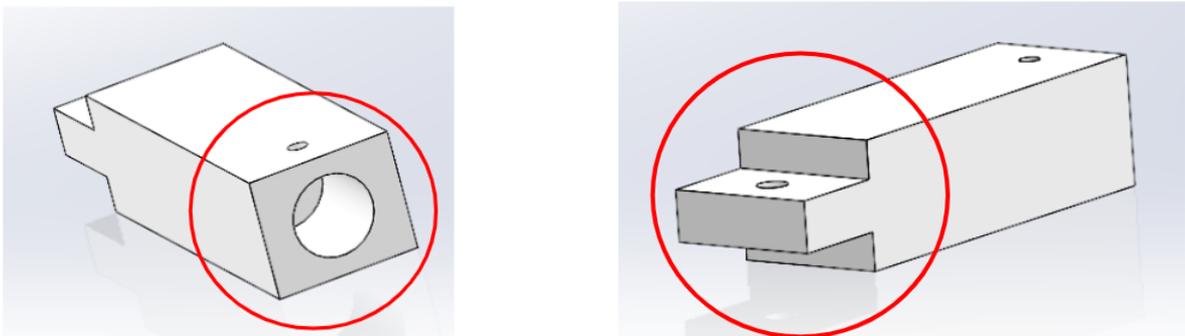
Il y a également des perforations carrées sur les côtés de la pièce. Ces trous sont utilisés pour permettre le passage de boulons pour verrouiller la pièce en position.

## 2. Création de la platine d'emmanchement :



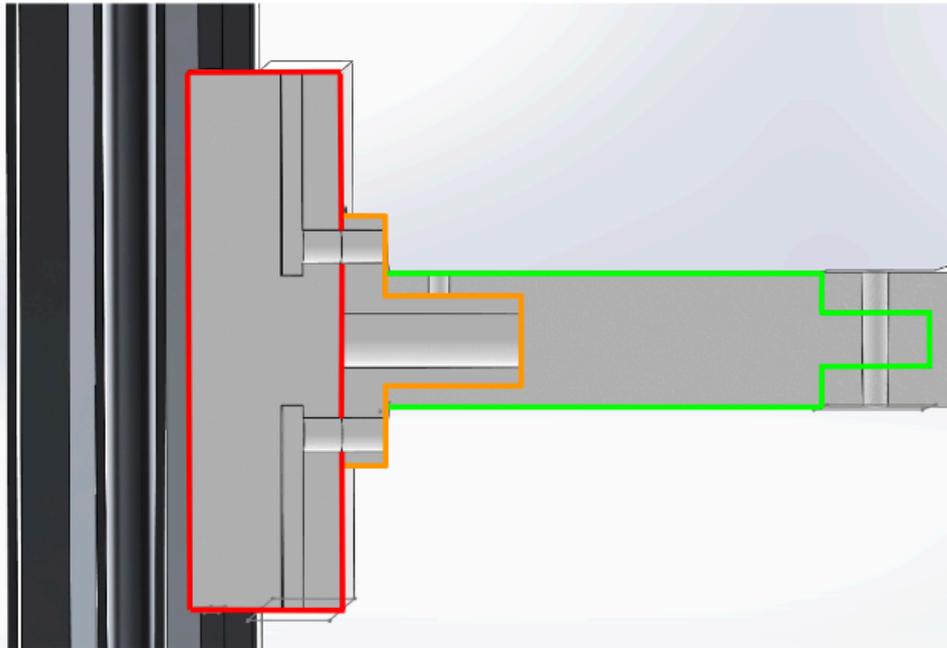
Cette pièce est l'une des 2 pièces de liaison utilisées entre la partie glissière et la monture, elle permet la fixation à la platine glissière grâce aux trous entourés en vert comme représenté ci-dessus tout à droite. La partie blanche étant la platine glissière et la partie grisée étant la platine d'emmanchement.

## 3. Création de la rallonge :



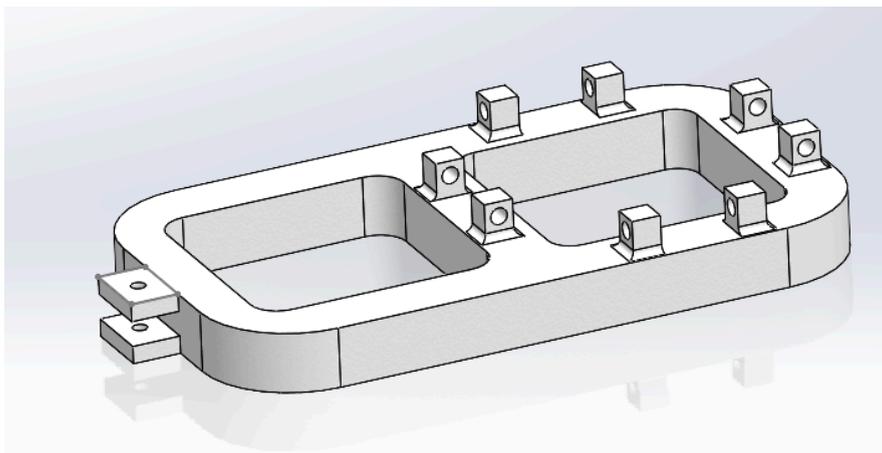
Cette pièce est une extension pour permettre au système d'éclairer environ au centre de la bande transporteuse et donc être aligné à la caméra. Sur l'image de gauche, la partie entourée représente le trou qui s'emmanche avec la partie de la platine d'emmanchement qui est extrudée. Sur l'image de droite, c'est une partie de la connexion qui est faite avec la monture.

#### 4. Assemblage partie fixation :

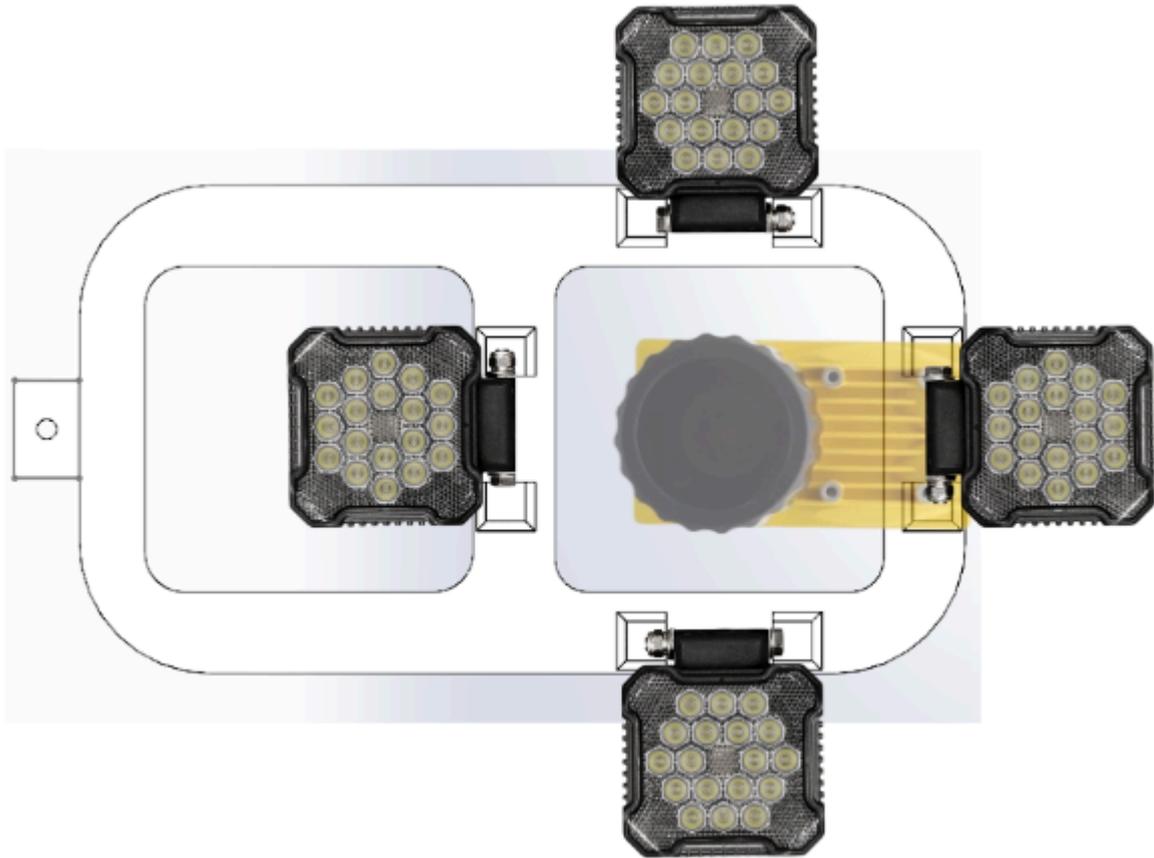


- - Platine glissière
- - Platine d'emmanchement
- - Rallonge

#### 5. Création de la monture pour les spots

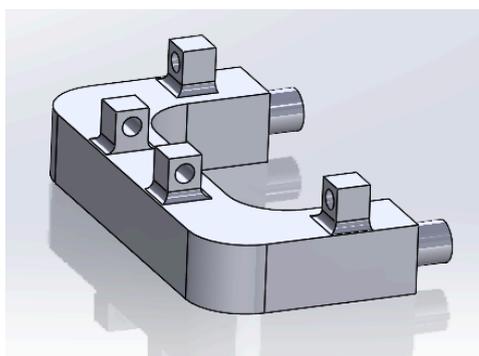
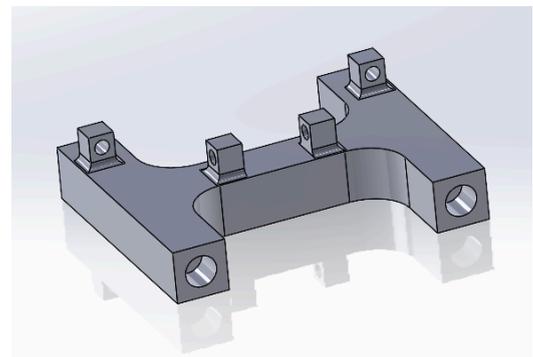
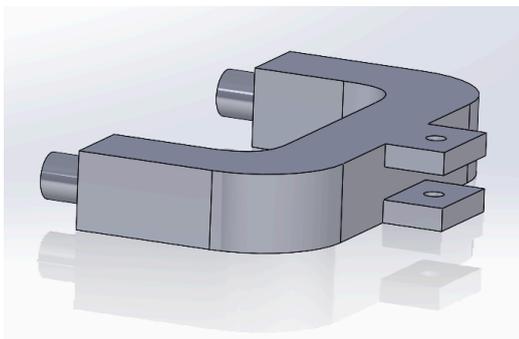


Cette pièce étant la pièce qui accueillera les spots LED à été conçue pour que la caméra puisse visualiser à travers. C'est pourquoi sur la partie droite on retrouve un trou qui permettra d'accueillir l'objectif de la caméra.

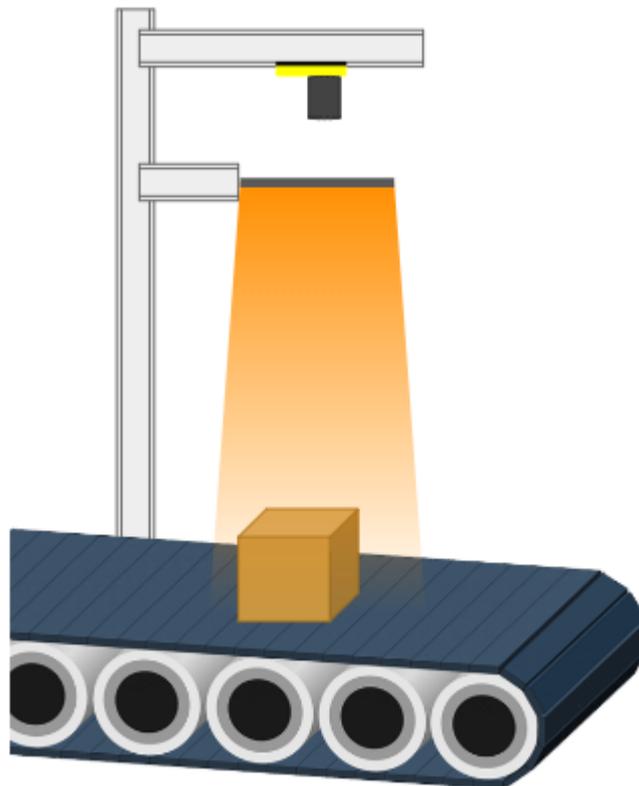
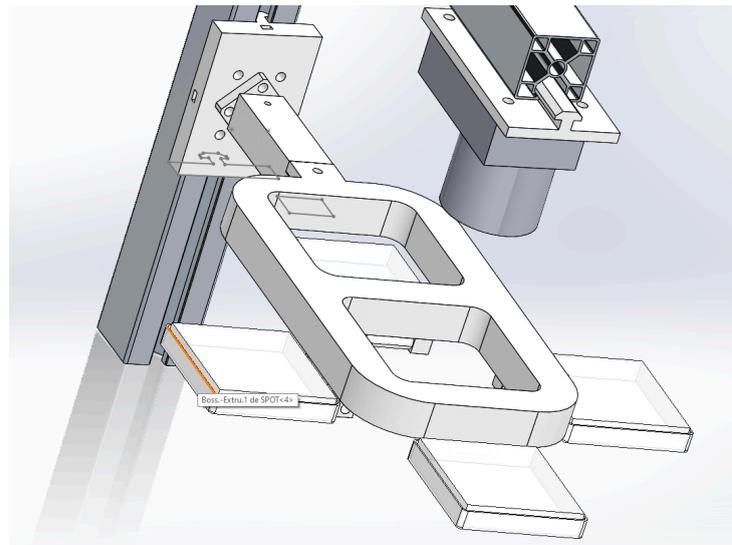
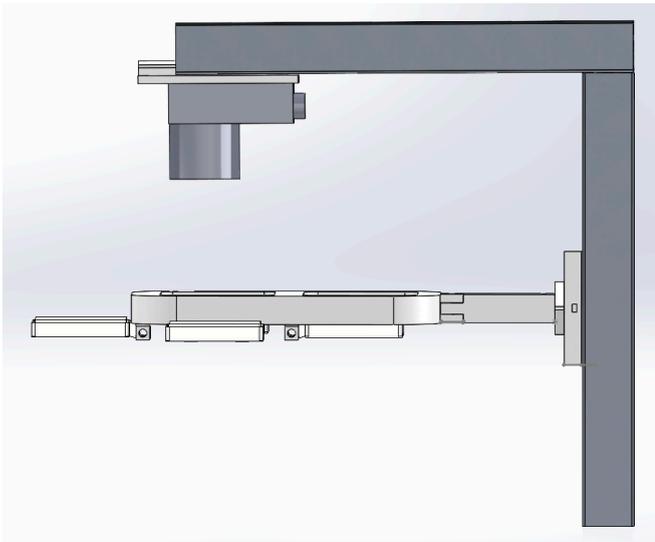


Montage fictif avec la monture, les spots et la caméra pour voir à quoi ressemblera le montage final.

Étant donné que la monture sera en PETG (plastique pour impression 3D), il à fallu découper la monture en plusieurs parties à assembler.



## 5) Vue d'ensemble

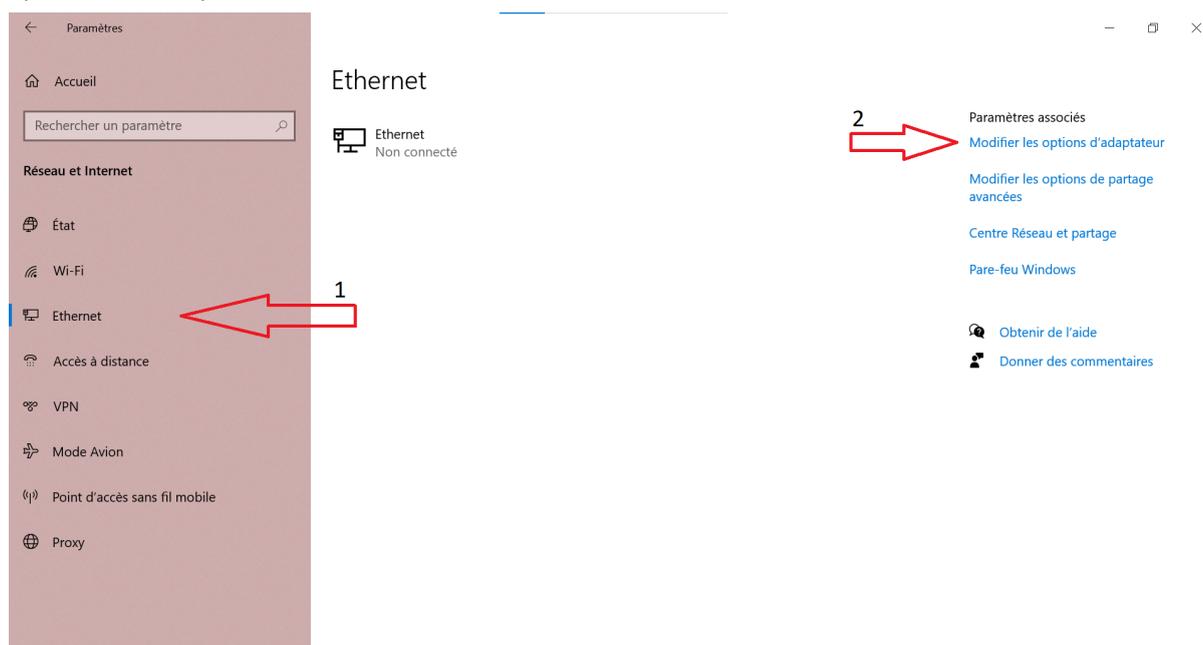


Voici le système en entier, il comporte donc 2 profilés d'aluminium qui forment un angle droit à 2 mètres de haut. Il comporte également le système d'éclairage ainsi que la partie caméra.

# Partie Caméra 1 (Hugo):

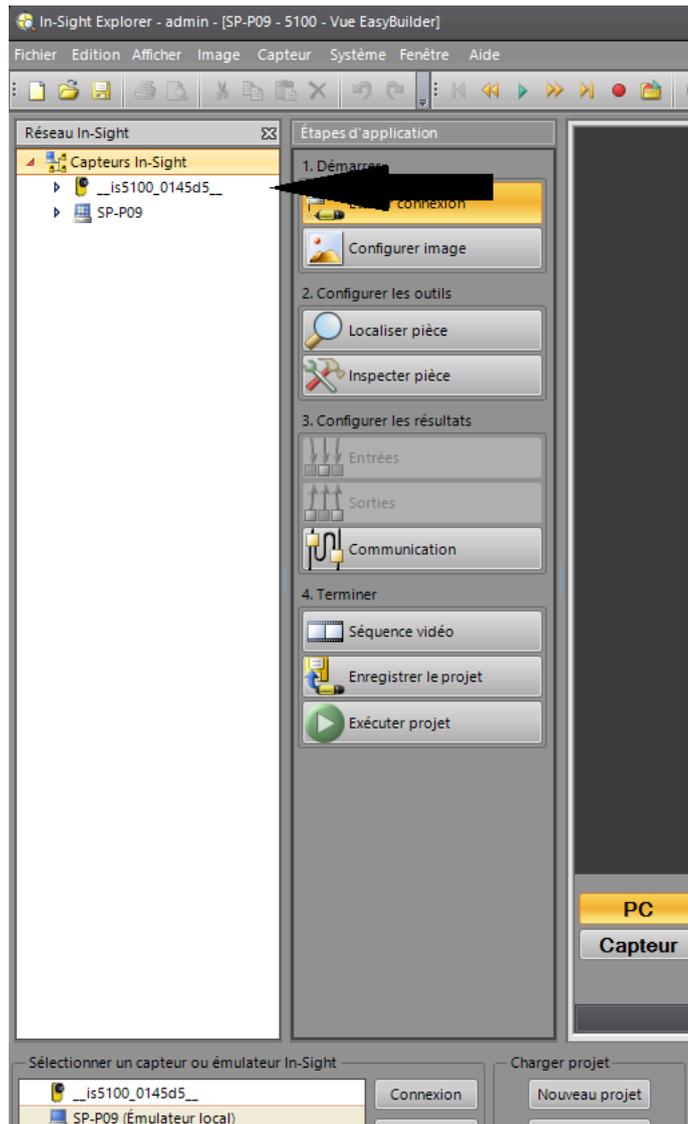
## 1. Utilisation de la caméra et du logiciel

La caméra est reliée à l'ordinateur par un câble RJ45, ce qui signifie qu'elle doit être connectée via les paramètres réseaux de celui-ci. Pour ce faire, dans la fenêtre des paramètres correspondant et dans l'onglet "Ethernet", sélectionner "Modifier les options d'adaptateur"

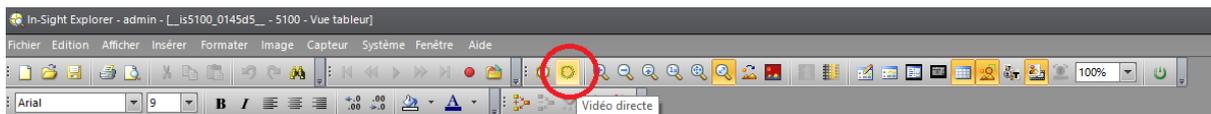


La fenêtre "Connexion réseau" devrait s'ouvrir. Dans celle-ci, cliquer sur "Ethernet" puis ouvrir les propriétés de "Protocole Internet version 4" et pour terminer, entrer une adresse IP pouvant être utilisé pour que la caméra soit détectée par le système.

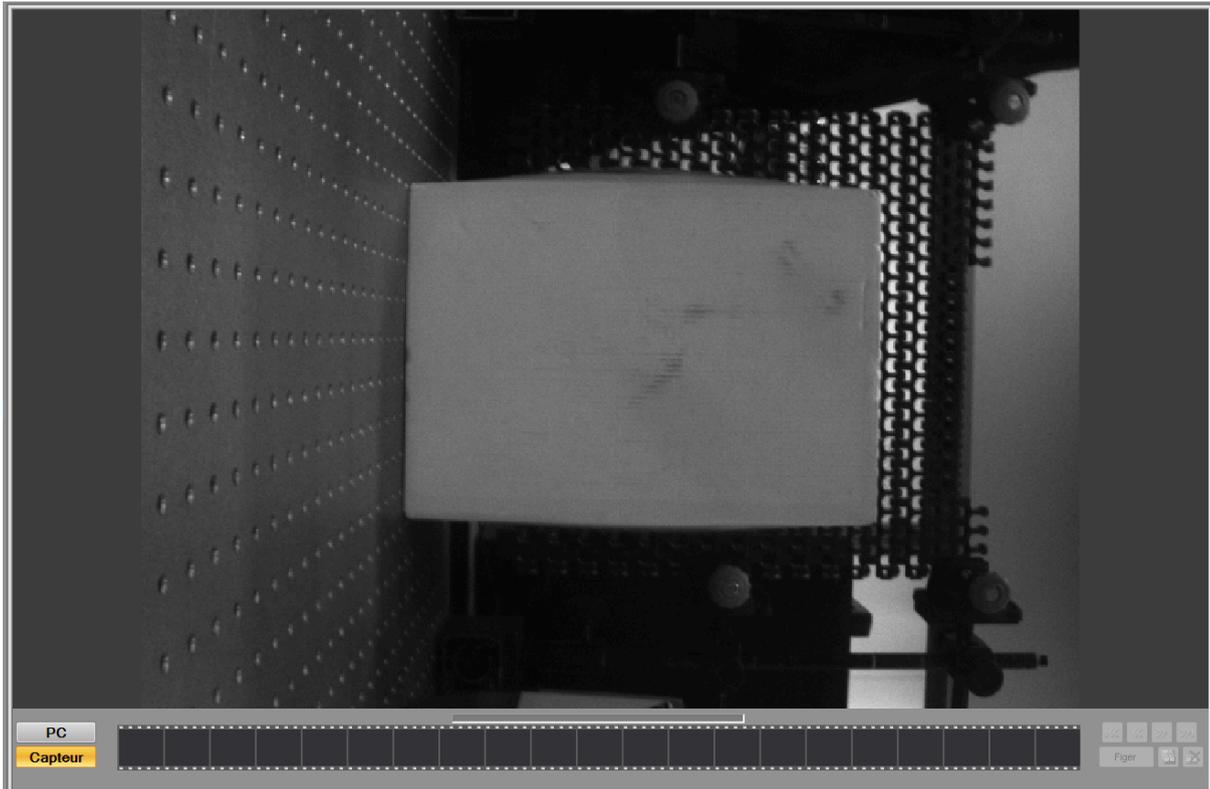
Une fois la caméra connectée à l'ordinateur, on utilise le logiciel In-Sight Explorer pour acquérir et traiter les images. Pour se faire, on sélectionne la caméra dans le menu « Réseau In-Sight » sur la gauche de l'écran.



Ensuite, on sélectionne « vidéo directe » dans la barre d'outils en haut du logiciel.



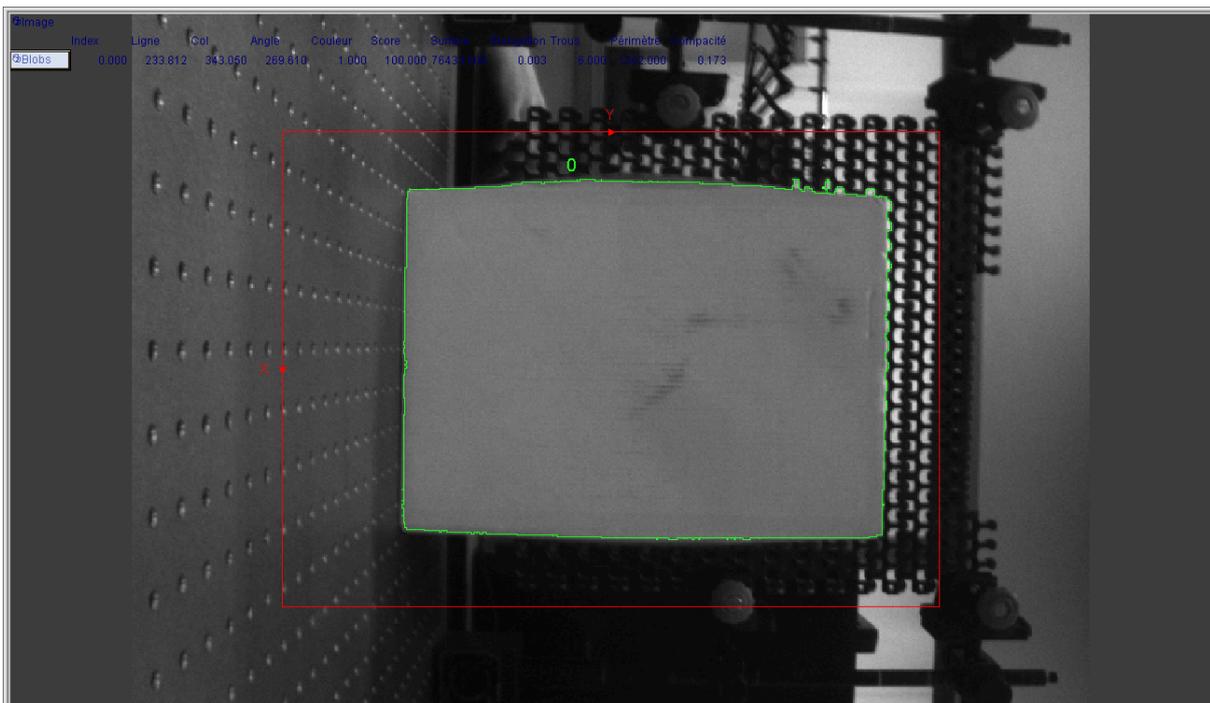
L'écran du logiciel affiche maintenant ce que voit la caméra. Une fois que l'objet et placer dans le champ de vision de celle-ci, on appuie de nouveau sur « vidéo directe » pour figer l'image.



Pour faire une reconnaissance d'objet, on regarde le menu à droite de l'image et on choisit « système vision », « blob » et enfin « ExtractBlobs ».

On sélectionne une case vide sur le tableur, on définit la zone d'intérêt pour que l'objet soit entièrement dedans et on clique sur OK.

On obtient ceci :



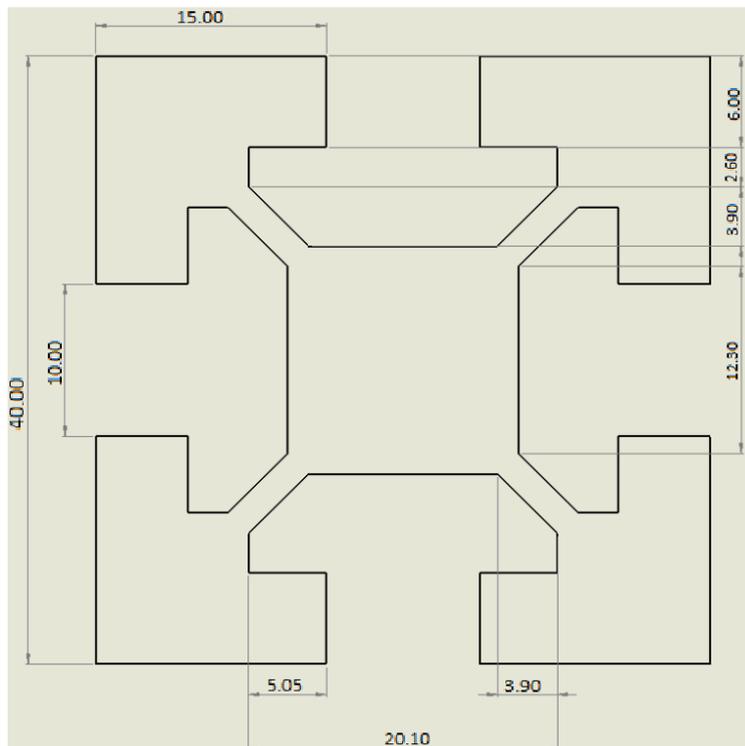
Le blob fonctionne sur le contraste objet-support. L'exemple ci-dessus détecte un carton blanc sur un tapis bleu en lumière ambiante.

Si le tableur ne s'affiche pas, cliquer sur le bouton « Overlay ».

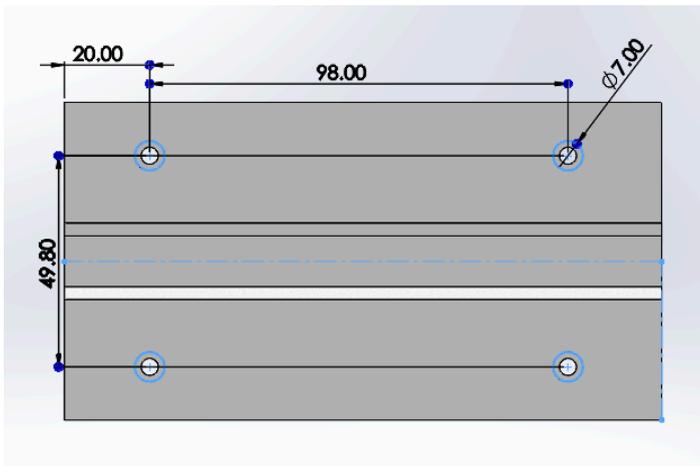
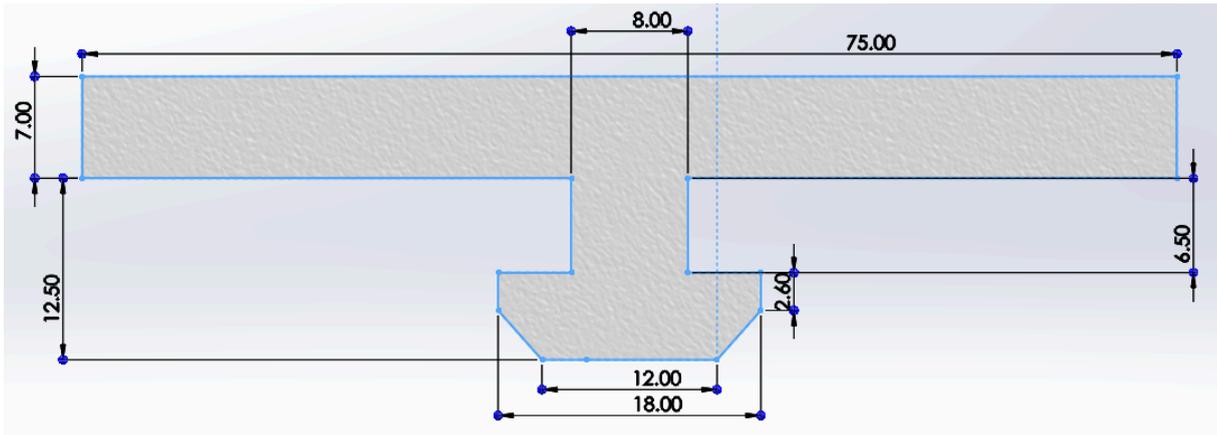


## 2. Modélisation 3D du support caméra

Pour répondre aux conditions d'utilisation du système, la caméra doit être placée à une certaine distance de l'objet à observer. L'objet étant un carton sur un tapis, la caméra doit être placée en hauteur de manière à voir la totalité du tapis. Pour pouvoir l'installer en hauteur, on utilise des profilés en aluminium ayant les cotations ci-dessous.

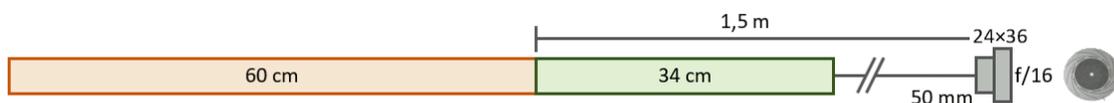


Un support a été conçu afin de maintenir la caméra sur ce profilé et de manière à se maintenir à la caméra grâce aux vis à l'arrière de celle-ci . Il est mobile sur le profilé et nécessite donc des vis de serrage pour le fixer afin de l'immobiliser.



### 3. Choix de l'objectif

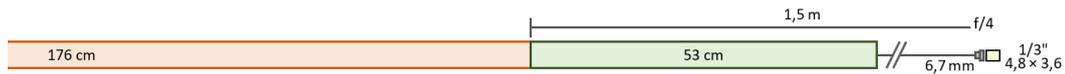
Le choix de l'objectif utilisé dépend de certaines caractéristiques, l'une d'entre elles est la profondeur de champ, qui permet d'avoir une zone net plus ou moins grande. Elle sera déterminée par rapport au diamètre d'ouverture et de la focale. Plus le diamètre d'ouverture est petit, plus la profondeur de champ est grande.



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Profondeur\\_de\\_champ](https://fr.wikipedia.org/wiki/Profondeur_de_champ)

Le but actuel étant de détecter un objet sur un fond coloré, il serait intéressant d'avoir l'objet dans la zone net et le fond hors de cette zone.

Un deuxième élément à prendre en compte est la taille du capteur de la caméra. Les différents objectifs compatibles avec le filetage ne le sont pas toujours avec le capteur de la caméra.



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Profondeur\\_de\\_champ](https://fr.wikipedia.org/wiki/Profondeur_de_champ)

Un troisième élément est le champ observable par la caméra. L'angle champ  $\alpha$  est dépendant de la distance  $d$  et de la focale  $f$  de l'objectif suivant cette formule :

$$\alpha = 2 \cdot \arctan\left(\frac{d}{2 \cdot f}\right).$$

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Angle\\_de\\_champ](https://fr.wikipedia.org/wiki/Angle_de_champ)

Afin d'empêcher les modifications de réglage de l'objectif, la caméra est équipée d'une protection qui se visse autour de l'objectif



objectif visible et réglable



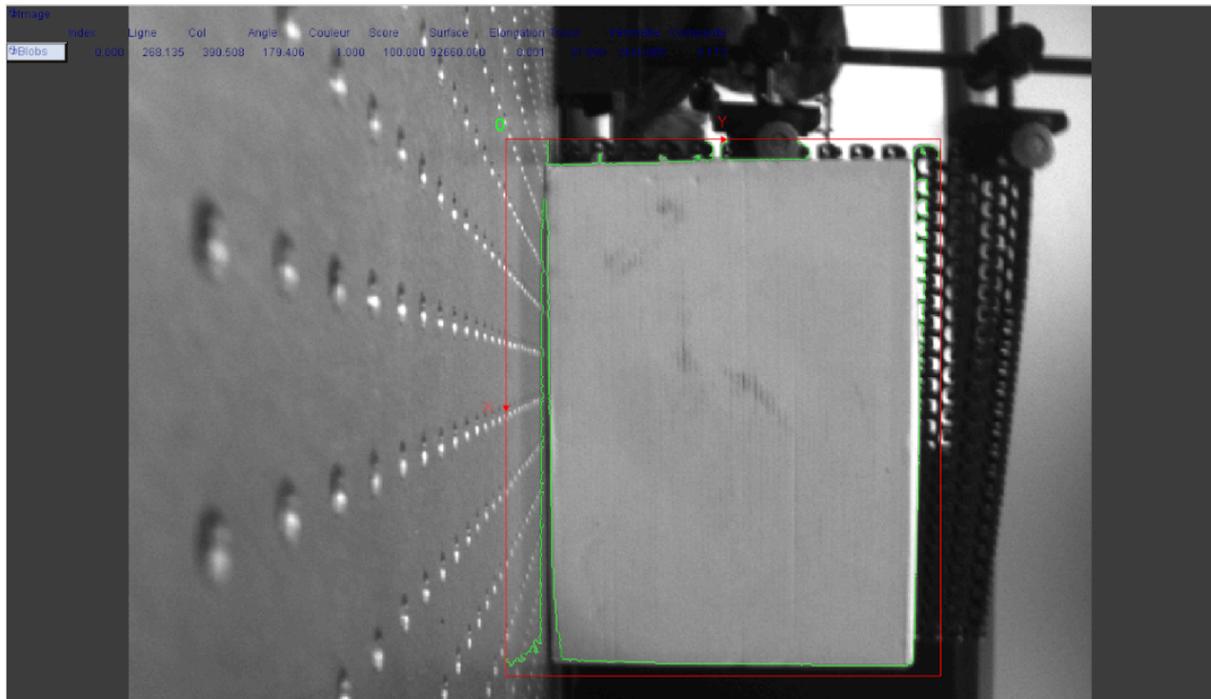
objectif protégé et réglage impossible

#### 4. Prise d'image de l'objet sur fond bleu

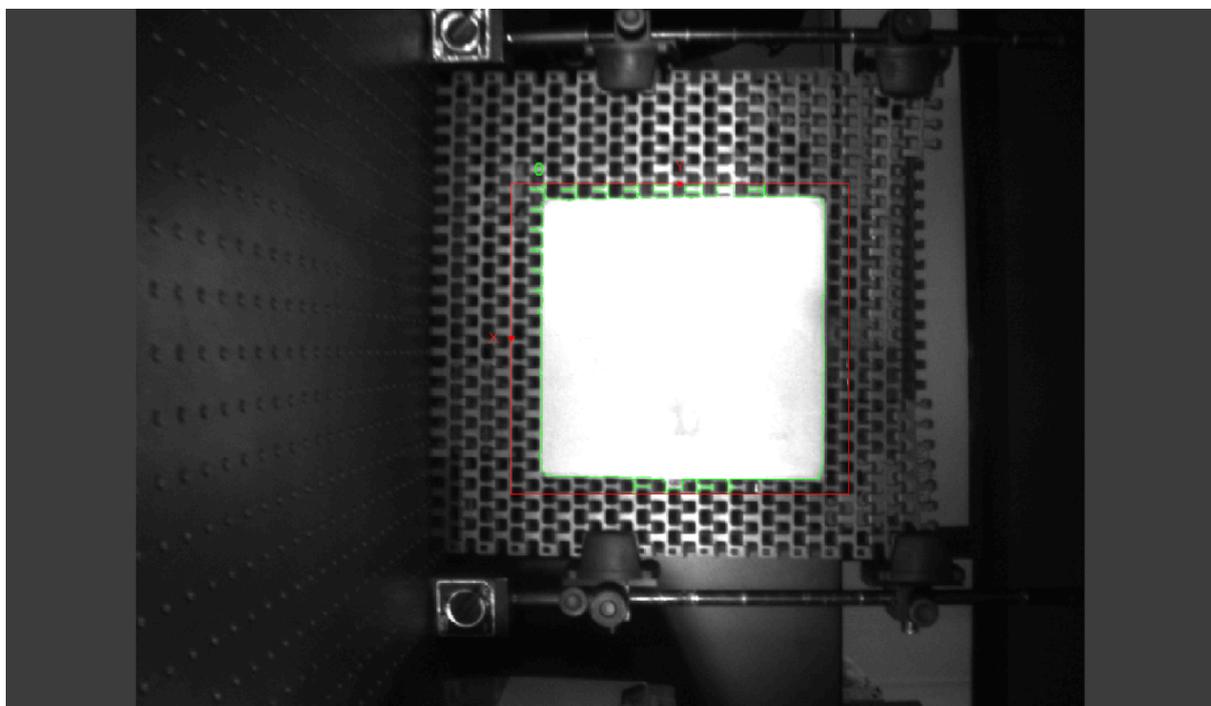
En utilisant in-sight Explorer pour capturer et traiter une image via la caméra, on voit qu'il est possible d'avoir la face avant du carton dans la zone net et le tapis dans la zone flou. Le contraste entre l'objet et le fond permet la détection de l'objet.

Cependant, la prise de l'image étant horizontale, le support sur lequel est placé l'ensemble caméra, objet et fond parasite la prise de l'image. De plus, le carton étant

de grande taille par rapport au tapis de fond et la lumière présente à l'arrière, la détection est également perturbé sur la partie haute de l'image.



Pour pallier ces problèmes, on a utilisé un plus petit carton que l'on a placé plus au centre du tapis et la salle arrière a été éteinte pour se rapprocher des conditions réelles d'utilisation, la détection est donc meilleure car le contraste est plus prononcé.



# Partie Finale :

## 1) Etude des Coûts

PARTIE CAMÉRA	Quantité	Prix	
Caméra	1	2 000,00 €	2 000,00 €
Platine	1	50,00 €	50,00 €
Logiciel	1	- €	- €
Câble RJ45	1	40,00 €	40,00 €
Objectif	1	475,00 €	475,00 €
SOUS-TOTAL			2 565,00 €
PARTIE ÉCLAIRAGE	Quantité	Prix	
Spots LEDs	4	15,00 €	60,00 €
Alimentation 5A	1	20,00 €	20,00 €
Monture	1	130,00 €	130,00 €
rallonge	1	32,00 €	32,00 €
Platine emmanchement	1	5,00 €	5,00 €
Platine glissière	1	60,00 €	60,00 €
SOUS-TOTAL			307,00 €
PARTIE SUPPORT	Quantité	Prix	
Profilé Aluminium 2m	2	80,00 €	160,00 €
Socle Métallique	1	100,00 €	100,00 €
Équerre profilé	1	10,00 €	10,00 €
Visserie	1	20,00 €	20,00 €
SOUS-TOTAL			290,00 €
TOTAL			3 162,00 €

La création d'un système de détection de cartons utilisant une caméra et un éclairage à base de spots LED sur une bande transporteuse présente un coût total de 3 162,00 €. Ce montant se répartit de la manière suivante :

- Partie caméra : 2 565,00 €
  - Ce coût inclut la caméra, la platine, le logiciel, le câble RJ45 et l'objectif. La caméra est l'élément le plus coûteux, représentant environ 81% du coût total.
- Partie éclairage : 307,00 €
  - Comprend les spots LEDs, l'alimentation, la monture, la rallonge, la platine d'emmanchement et la platine glissière. Ce segment assure une illumination adéquate et uniforme pour la caméra.

- Partie support : 290,00 €
  - Comprend les profilés en aluminium, le socle métallique, l'équerre de profilé et la visserie. Ces éléments garantissent la stabilité et le support structurel du système.

## 2) Conclusion

*La création d'un système de détection de cartons utilisant une caméra et un éclairage par spots LED sur une bande transporteuse représente une avancée significative en termes de technologie et de processus industriels. Ce système améliore non seulement la précision et l'efficacité de la détection, mais il offre également des avantages substantiels en matière de coût, de durabilité et de facilité d'intégration. En adoptant cette approche, l'entreprise Habasit peut optimiser ses opérations, réduire les erreurs et augmenter leur productivité, tout en bénéficiant d'une solution technologiquement avancée et économiquement viable.*

## **Annexes :**















Répartition des pages :

1-9 ⇒ Alessio et Hugo

10-22 ⇒ Alessio

23-29 ⇒ Hugo

30-38 ⇒ Alessio