

## Rapport technique : Vision industrielle

### I) Introduction :

L'objectif de notre projet est de permettre à la société SOLEC d'automatiser une chaîne de production à l'aide d'un système de tri colorimétrique. Ce dernier repose sur un convoyeur qui fait défiler les pièces à trier, un capteur de proximité qui détecte la pièce, une caméra permettant d'évaluer la couleur de la pièce (à l'aide d'un traitement d'image adapté), et des pistons qui poussent les pièces dans le bon bac de tri.

Le moteur pas à pas du convoyeur, ainsi que les servomoteurs des pistons et le détecteur de présence sont gérés à l'aide d'une carte Nucléo-L476RG qui permet de faire du traitement d'information en temps réel. Tandis que la caméra ainsi que le traitement d'image sont gérés via Matlab. Les deux entités communiquent à l'aide d'une liaison série RS232 dont le protocole de communication est défini dans chacun des codes.

La Figure 1 est un schéma du principe de fonctionnement du prototype. Le convoyeur tourne à vitesse constante, fixée dans le code de la carte Nucléo de sorte à éviter toute résonance du convoyeur. Lorsqu'une pièce passe devant le détecteur de présence, la carte Nucléo envoie à Matlab l'ordre de prendre une photo de la pièce. Le traitement d'image implémenté dans Matlab permet alors de déterminer la couleur de la pièce, qui est transmise à la carte Nucléo. Dès lors, le piston adéquat est programmé pour s'activer en temps voulu via un système de minuteurs à temps réel. Remarques : Dans ce cas, nous n'utilisons que trois pistons et la dernière couleur est triée en bout de convoyeur. Mais le programme est tout à fait capable de gérer un quatrième piston. Par ailleurs, ce système est programmé pour gérer 6 pièces en simultanément, ce qui est largement suffisant vis-à-vis de la vitesse du convoyeur et du cahier des charges attendu :

- **Rapidité :** Détecter 10 pièces par minutes
- **Détection :** Différencier 4 couleurs (rouge, vert, bleu et jaune)
- **Fiabilité :** Une erreur sur 1000 est tolérée sur la détection de la couleur

La Figure 2 présente le schéma bloc de l'ensemble du système. Le schéma électrique vous est présenté en annexe A.

Dans la suite de ce rapport, nous vous détaillerons les étapes de développement du système de tri, puis nous présenterons la validation du prototype. Nous vous encourageons vivement à regarder les annexes complémentaires fournies avec ce rapport.

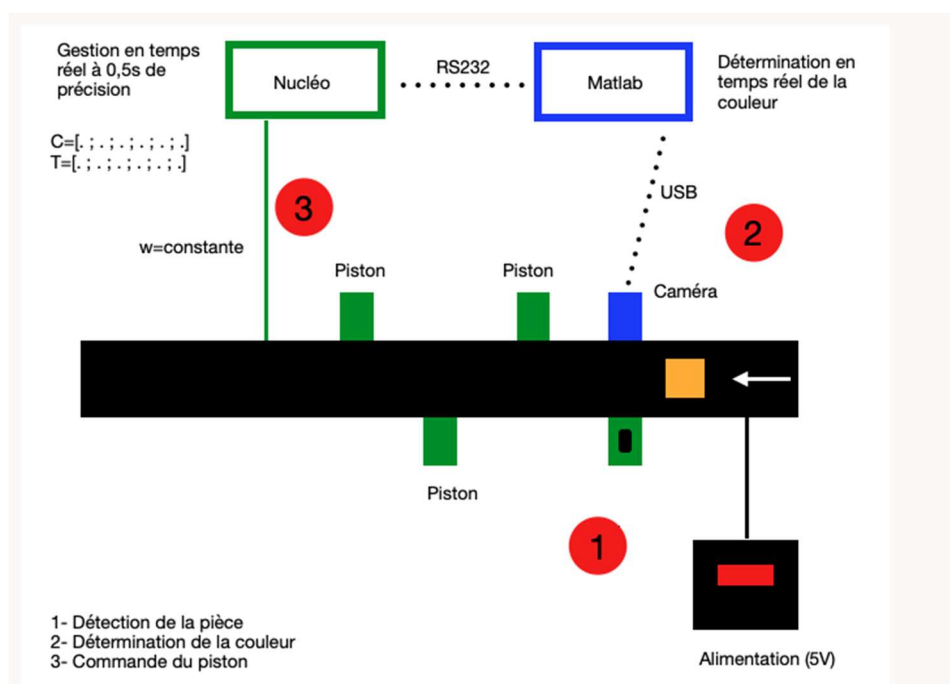


Figure 1 : Schéma fonctionnel du prototype

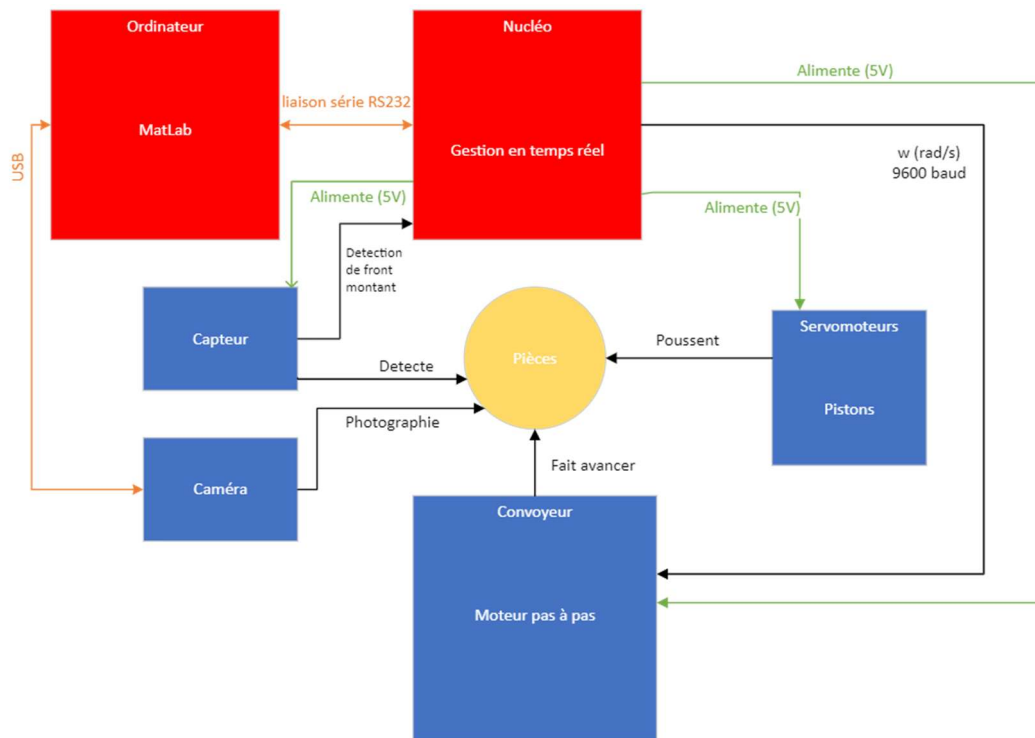


Figure 2 : Schéma bloc du système

## II) Développement du système :

Pour atteindre notre objectif, nous avons scindé le projet en deux parties : une partie détection (pièces et couleurs) et une partie mécanique (fonctionnement du convoyeur et des pistons).

### Partie Détection :

Dans cette partie nous avons fait fonctionner le capteur de proximité. L'information envoyée à la carte Nucléo est binaire : 1 lorsqu'aucun objet n'est détecté, 0 lorsque c'est le cas. Ainsi une détection de front descendant nous permet de savoir qu'une pièce vient de passer devant le capteur. C'est donc via une fonction d'interruption que la carte Nucléo ordonnait à Matlab l'acquisition d'une photo de la pièce venant d'être détectée.

L'autre étape importante de la détection consiste alors à déterminer la couleur de l'objet qui vient de passer devant le capteur. Le code sur Matlab (cf. annexe B et C) permet alors d'acquérir une image et de réaliser le traitement nécessaire. Pour faire cela, la caméra photographie la pièce et retourne 3 images : une pour les pixels rouges, une pour les bleus et une pour les verts. Les valeurs prises par les pixels sont alors comprises entre 0 et 255 (l'information est encodée sur 8 bits). La détermination des couleurs rouge, verte et bleue est aisée. La couleur est déterminée par la composante RGB prédominante. En revanche, la détection de la couleur jaune est un peu plus complexe. Dans le cas idéal une image jaune contient autant de rouge que de vert, et pas de bleu (cf. annexe D). Cependant, ce n'est pas toujours le cas et nous avons donc fixé un seuil et une condition de détection du jaune (déterminés empiriquement) qui sont :

- $R > B$
- $G > B$
- $|R - G| < 60$

Une fois que la couleur est déterminée, il convient de la transmettre à la carte Nucléo pour qu'elle puisse activer le bon piston au bon moment. C'est tout l'enjeu de la partie mécanique.

### Partie Mécanique :

Cette partie a pour objectif de piloter tous les moteurs de sorte à faire défiler les pièces à trier et actionner les pistons de tri au bon moment. Dans un premier temps il vous sera présenté le fonctionnement des différents moteurs utilisés dans le cadre de ce projet. Puis le principe du traitement des informations et actionneurs en temps réel vous sera détaillé.

### Gestion des moteurs :

Le moteur pas à pas est alimenté par ces différents signaux :

- Alimentation : 5V
- Terre : GND
- Signal horloge : Digital Input – CLOCK
- Sens de rotation : Digital Input – CW
- Signal de validation générale : Digital Input – ENABLE
- Réinitialiser la position initiale du moteur : Digital Input – RESET
- Possibilité de commande en pas complet ou demi-pas sur la broche : Digital Input – HALF

Pour ce système, le moteur pas à pas fonctionne en pas complet dont la fréquence est dictée par le signal horloge. Il s'agit ici d'une sortie PWM, ce qui permet de faire varier la vitesse de rotation du moteur en modifiant directement le rapport cyclique de la sortie.

Les servomoteurs sont quant à eux des moteurs asservis en position. C'est-à-dire que pour pousser une pièce, il faut commander au moteur du piston concerné de se mettre dans la position la plus avancée puis de revenir à sa position initiale.

### Gestion des informations et actionneurs en temps réel :

Lorsque le système détecte une pièce, il n'est pas envisageable de passer par un « wait » pour actionner le piston adéquat au bon moment. En effet cela immobiliserait la carte Nucléo, nous empêchant de détecter toutes autres pièces durant ce laps de temps. Le système procède alors par minuterie : la Nucléo contient deux tableaux « T » et « C » de 6 valeurs qui sont complémentaires (6 car à la vue de la vitesse et de la taille du convoyeur, il est difficilement possible de traiter plus de 6 pièces en simultanée). Le tableau « T » est composé de six entiers qui correspondent au nombre de demi-secondes avant que le piston adéquat soit activé, ils sont initialisés à 0s. Le tableau « C » est composé de 6 entiers variant de 0 à 3 et indique la couleur correspondante au Timer du même indice du tableau « T ». Le 0 code le jaune, le 1 code le rouge, le 2 code le vert et le 3 code le bleu. Ces Timers sont tous décrémentés d'une unité toutes les demi-secondes (cela fixe notre résolution temporelle) grâce à un Ticker.

Lorsqu'une couleur est détectée et que la carte reçoit le signal de l'ordinateur, une fonction indique quel Timer n'est pas utilisé. Elle attribue alors au Timer en question le temps de décompte associé à la couleur afin que le piston correspondant à cette couleur s'active au bon moment. Remarque : Ces temps d'activation en fonction des couleurs sont définis empiriquement, sachant que le convoyeur tourne à vitesse constante. La couleur est également attribuée au même indice dans le tableau « C ». Lorsqu'un Timer de T arrive à 1, la nucléo indique au servomoteur du piston correspondant, qu'elle lit grâce à la coordonnée du tableau C de se pousser. La pièce est alors éjectée du banc.

### **Validation du prototype**

Après test de notre prototype, ce dernier répond bien au critère de rapidité (10 pièces par minute) et au critère de détection (4 couleurs différentes). Cependant, nous constatons quelques erreurs de non-détection lorsque les pièces sont trop rapprochées (d'une distance inférieure à 6 cm environ). Ceci s'explique sans doute par la durée d'exécution des différentes boucles conditionnelles imbriquées de notre code (cf. annexe E). Ceci conduit à la non-validation du critère de fiabilité, uniquement lorsque les pièces sont trop rapprochées. Une vidéo de démonstration du prototype vous est proposée en annexe F.